



RADIANCEKIT

Kullanıcı Kılavuzu

Gaussian Splatting ile fotorealistik
3D yeniden yapılandırma

Sürüm 1.5.0 · macOS 26.0+ · Mayıs 2026

BJOERN KINDLER · KINDLER-DEV.DE

Genel Bakış

Giriş — Bilmeniz gerekenler	3
RadianceKit nedir?	3
Gaussian Splatting nedir?	3
Bölüm 1 — Menü Çubuğu	5
File menüsü	5
Mode menüsü	9
Training menüsü	10
Viewport menüsü	14
Export menüsü	19
Help menüsü	25
Not: Edit menüsünde Cmd-Z	29
Klavye kısayolları genel bakışı	30
Bölüm 2 — Inspector (Expert View)	31
Look bölümü (L1–L5)	34
Önayarlar bölümü (I1–I11)	37
Eğitim yapılandırması bölümü (I12–I22)	43
Enhancements bölümü (I26–I29, I42–I44)	49
Metrikler bölümü (I30–I38)	56
Kayıp Diyagramı bölümü (I39–I41)	62
Ne zaman Inspector'a el atmalı?	65
Bölüm 3 — Ayarlar	67
General sekmesi	68
AI Helpers sekmesi	73
Inspector Ayna Ayarları	76
Ne zaman ne?	77
Bölüm 4 — Yardımcı Pencereleler	78
User Guide (W1–W4)	79
Keyboard Shortcuts (W5–W6)	82
Manage Storage (W7–W12)	84
Pareto Dashboard (W13–W22)	87
Holdout Analysis (W23–W29)	94
BayesOpt Console (W30–W39)	99
ilk örnekler (LHS), mavi noktalar = BayesOpt akquisition, turuncu	100
Ana pencere: Kayıp seyri ve Gaussian sayısı (I39–I41, çapraz başvuru)	105
Pratik kural kutusu	106
Bölüm 6 — Eğitim Yapılandırması	108
İterasyon (T1–T2)	110

Öğrenme hızları (T3–T10)	112
Densification — Classic (T11–T16)	120
Loss (T17–T20)	124
SH derece ilerlemesi (T21)	128
Performans (T22–T25)	129
Tanı ve nokta bulutu hazırlığı (T26–T30)	132
Düzenleme (T31–T37)	135
İnce ayar (T38–T44)	139
Sky-Dome (T45–T48)	144
Adam + LR programı (T49–T55)	146
Son işleme + Apple AI (T56–T60)	150
MCMC Densification (T61–T73)	152
Mip-Splatting (Q1.5) (T74–T76)	159
Uyarlanabilir Densification (Q5) (T77–T79)	161
Müfredat (Q6) (T80–T81)	163
Statik önayarlar (TP1–TP9)	164
Yöntem:	166
Hangi alan ne için? (kopya kağıdı)	168
Tehlikeli alanlar	168
Bölüm 7 — Yerleşik Kalite Önayarları	170
Ne zaman hangi önayar?	180
Hızlı karşılaştırma	181
Kendi önayarların	183
Bölüm 8 — Dışa Aktarma Biçimleri	184
Hangi biçim ne zaman?	198
Hızlı karşılaştırma	199
Bölüm 9 — SfM Arka Uçları	200
Hangi arka uç ne zaman?	206
Hızlı karşılaştırma	206
Bölüm 10 — Başlangıç Modu	207
Z1 — İçer Aktarma (Görüntüler ve Önayar seç)	207
Z2 — İşleme (SfM + Eğitim)	215
Z3 — Önizleme (3D modeli döndür)	221
Z4 — Dışa Aktarma (Biçim seç ve kaydet)	224
Expert moduna geçiş	229
Sık sorular	229

Bu kılavuzu nasıl okumalısınız

Kılavuzdaki her girdi aynı şemayı izler. Sol tarafta kullanım yolları ve teknik detaylar yer alır; sağda, sıcak tonlu bir kenar sütununda her zaman sade bir açıklama bulursun. Her satırın başındaki küçük simgeler, hemen bir bakışta hangi tür bilginin geleceğini söyler.

DÖRT SİMGE



Bunu nerede bulurum? Uygulamadaki somut tıklama yolu — menü çubuğu, Inspector bölümü veya Başlangıç modu adımı. İlgili klavye kısayolları da burada yer alır. Simge bir harita raptiyesidir ve işlevin arayüzde nerede olduğunu gösterir.



Detaylar. Varsayılan değerler, değer aralıkları ve kod yolları. Bunlara özellikle menü girdisi olmayan, sayısal parametre olan eğitim ayarlarında rastlarsın. Simge küçük bir teknik kart gösterir.



Teknik. İşlevin içeride ne yaptığı, hangi parametrelerin etki ettiği, neye tepki verdiği ve hangi yan etkileri olduğu. Sahne arkasında ne olup bittiğini anlamak isteyen okurlar için. Simge bir sürgü bloğudur ve sembolik olarak kaputun altındaki ayar düğmelerini temsil eder.



Kısaca. Ana fikir açık sözcüklerle — jargonsuz, kodsuz. Bir işlevin ne işe yaradığını ve ne zaman ihtiyacın olacağını sadece hızlıca öğrenmek istiyorsan önce bu bölümü oku. Simge bir konuşma balonudur ve „özetle“ anlamına gelir. Bu sütun her zaman sıcak bir kum tonlu zemin üzerindedir, böylece göz onu hemen bulur.

BÖLÜM RENKLERİ

Her bölümün kendine ait bir vurgu rengi vardır; bu rengi her girdi başlığının solundaki ID etiketinden (ör. **M1**) ve önündeki küçük simgelerden tanırırsın. Sayfalar arasında gezerken hangi bölümde olduğunu bir bakışta görürsün.

- | | | | | | | | | | |
|---|-----------|---|-----------------|---|---------|----|---------------------|---|--------|
| 1 | Menüler | 2 | Inspector | 3 | Ayarlar | 4 | Yardımcı pencereler | 6 | Eğitim |
| 7 | Önayarlar | 8 | Dışa aktarmalar | 9 | SfM | 10 | Başlangıç modu | | |

Hızlı başlangıç. Yalnızca uygulamanın nasıl kullanılacağıyla ilgileniyorsan doğrudan **Bölüm 10 – Başlangıç modu**'na atla. Dört adımlı rehberli sürümdür ve hiçbir ön bilgi gerektirmez.

Daha derin bir giriş. **Bölüm 2 – Inspector** ve **Bölüm 7 – Önayarlar** Uzman modunda kullanabileceğin kontrolleri ve hazır kalite profillerini açıklar.

Başvuru. İçindekiler ve PDF tam metin araması belirli bir işlevi bulmana yardımcı olur. Kılavuzu baştan sona okumak zorunda değilsin.

BÖLÜM

Giriş — Bilmeniz gerekenler

RadianceKit nedir?

RadianceKit, sıradan bir dizi fotoğraftan ya da bir videodan içinde gezilebilen bir 3D yeniden yapılandırma üreten yerel bir macOS uygulamasıdır. Girdi, örneğin bir nesnenin etrafında, bir mekânda ya da bir manzara boyunca çektiğin 50 ile 500 arası kareden oluşur. Çıktı, Gaussian Splatting sahnesi denen şeydir — Mac’inde gerçek zamanlı olarak her açıdan inceleyebildiğin, dışa aktarıp web sitelerine gömebildiğin ve ana yönleriyle fotorealistik görünen bir 3D modeldir.

Uygulama tamamen Mac’inde yerel olarak çalışır — hiçbir görüntü buluta yüklenmez, oturma açma istenmez, abonelik yoktur. Apple Silicon Mac’inin (M serisi) GPU’sunu yoğun biçimde kullanır: bir tam eğitim, sahneye ve önayara bağlı olarak iki dakikadan birkaç saate kadar sürebilir. Hesaplama sürerken Mac’inde normal şekilde çalışmaya devam edebilirsin; RadianceKit arka planda çalışır ve sonuç hazır olduğunda seni bilgilendirir.

İki kullanım modu vardır: *Başlangıç modu* (Simple Mode) seni dört adımda içe aktar → Önayar seç → Eğitim → Dışa aktar akışında yönlendirir. *Uzman modu* (Expert Mode) tüm ayar düğmeleri, canlı önizleme penceresi ve tanı grafikleri olan büyük bir Inspector açar. İstediyin zaman modlar arasında geçiş yapabilirsin; sahnedeki veriler korunur.

Gaussian Splatting nedir?

Gaussian Splatting (genellikle kısaca 3DGS ya da yalnızca *Splatting*), fotorealistik 3D temsil için görece yeni bir yöntemdir; 2023’te Graz ve INRIA’dan bir makalede sunuldu. Fikir şudur: bir sahneyi klasik bir poligon ağı (üçgenler) ya da bir voksel ızgarası olarak modellemek yerine, sahne milyonlarca küçük, yumuşak 3D “bulutçuk”tan oluşturulur — her tekil bulutçuk kendi konumu, boyutu, şekli, rengi ve saydamlığı olan bir 3B Gauss dağılımıdır (adı buradan gelir). Bu bulutçuklar, girdi fotoğraflarının her bakış açısından birlikte doğru görüntüyü üretecek şekilde eğitilir.

Pratikte bu, Gaussian Splatting’in yansımaları, parlaklıkları, yumuşak yaprakları, saçları ya da perdeleri klasik 3D modellemenin yapamayacağı — ya da yalnızca devasa bir maliyetle yapabileceği — biçimde temsil edebileceği anlamına gelir. Karşılığında sonuç,

klasik anlamda düzenlenebilir bir 3D model değildir — tek bir duvarı kaydırıp bir vazoyu yeniden yerleştiremezsin. Daha çok, içinde özgürce hareket edebildiğin *dondurulmuş bir uzay yakalaması* gibidir. Mimari görselleştirme, ürün sunumu, sanal turlar, adli inceleme, kültürel miras gibi pek çok uygulama için tam da bu doğru güç noktasıdır.

Girdi görüntülerinin 3D sahneye dönüşmesi için iki adım gereklidir. Önce uygulama, *Structure-from-Motion (SfM)* adlı bir süreçle kameranın her fotoğrafta nerede durduğunu hesaplar. Yan ürün olarak bu işlemde sahnenin kabaca bir nokta bulutu çıkar. Ardından asıl Gaussian Splatting eğitimi başlar: bu kaba buluttan yola çıkarak milyonlarca 3D bulutçuk kademeli olarak dağıtılır, büyütülür, ince ayarlanır ve tüm girdi açılarından eşleşen görüntüyü üretilene dek konum ve renkte yeniden ayarlanır.

RadianceKit'i kullanmak için bunların hiçbirini bilmen gerekmez. Başlangıç modu bu adımları tamamen gizler. Ama Uzman modundaki tanı sayılarının (iterasyon, kayıp, gaussianlar, SSIM ...) ne anlama geldiğini ya da neden bazı sahnelerin diğerlerinden daha güzel çıktığını anlamak istersen, kılavuzun sonraki bölümlerinde yanıtları bulursun.

BÖLÜM

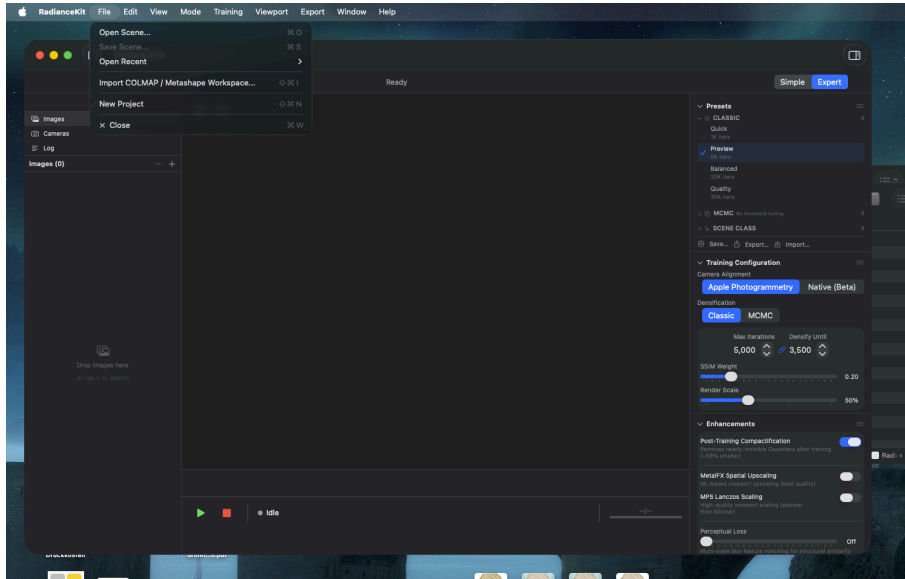
Bölüm 1 — Menü Çubuğu

RadianceKit'in menü çubuğu, doğrudan ana pencerede veya Inspector'da yer almayan tüm işlevleri toplar. Bunlar her şeyden önce tüm sahneyi etkileyen eylemler (Aç, Kaydet, Yeni Proje), eğitimi kontrol eden eylemler (Başlat, Duraklat, Sürdür), görüntüleyiciyi kullanan eylemler (Otomatik döndürme, ekran görüntüsü, arka plan rengi) ve çeşitli 3D ve medya biçimlerinde dışa aktarmalardır. Buna ek olarak tüm yardımcı pencerelere (User Guide, Pareto Dashboard, Holdout Analysis, BayesOpt Console) atlama noktaları gelir.

Klavye kısayolları her menü girdisinin sağında yer alır. Kurallar: **⌘** Command tuşu (elma tuşu), **⇧** Shift, **⌥** Option (Alt) ve **⌘** Control anlamına gelir. Örnek: **⇧⌘T**, Shift+Command+T'dir. Burada belgelenen tüm kısayollar Help → Keyboard Shortcuts (⌘/) ile ayrıca kendi genel görünüm penceresinde listelenir.

Aşağıdaki 42 girdi envanter sırasında (M1–M42) belgelenmiştir, ilgili üst düzey menüye göre gruplanmıştır. Tüm girdiler güncel kod durumuna karşı (175–477 satırlar) doğrulanmıştır. Hiçbir girdi envantere göre kaldırılmamış veya geçersiz kılınmamıştır; yeni bir Edit menüsü girdisi („Remove Image“ için Cmd-Z) sistem NSUndoManager çatısı tarafından sağlanır ve bu nedenle RadianceKitApp kodunda görünmez (bölüm sonundaki nota bak).

File menüsü



Şekil 1: Dosya menüsü açık — M1'den M6'ya girdiler

File menüsü, Apple'ın standart „New Window“ girdisini proje özel eylemlerle değiştirir. Sahne yükleme/kaydetme, dinamik bir son açılanlar listesi, Workspace içe aktarma ve boş duruma sert sıfırlamayı kapsar.

M1 File > Open Scene...

NEREDE

Menü çubuğu → File → Open Scene... (⌘O).

TEKNİK

RadianceScene paketi, `.ply`, `.splat` ve `.spz` biçimleri için bir dosya diyalogu açar. Tek seçim, hem dosyaları hem de dizinleri gösterebilir (paket biçimi için). Başarılı bir seçimden sonra yol son açılanlar listesine eklenir ve sahne eşzamansız olarak yüklenir — öncekinin yerini alır ve eğitim pipeline'ı yüklenen durumla başlatılır. PLY/SPZ/Splat dosyaları ilgili biçim yükleyiciler aracılığıyla okunur; `.radiancescene` paketi manifest, bulut anlık görüntüsü ve SfM sonuçlarını içeren bir dizindir.

KISACA

Önceden eğitilmiş bir sahneyi uygulamaya nasıl yeniden yüklersin. RadianceKit'in kendi biçimi ile ve diğer splatting programlarının ürettiği PLY, SPLAT ve SPZ standart biçimleriyle çalışır. Örneğin bir sahneyi gece eğitip ertesi gün devam etmek veya dışa aktarmak istiyorsan kullan. Açma sırasında ana penceredeki mevcut durum değiştirilir — mevcut sahne hâlâ senin için önemliyse önce kaydet. Yol otomatik olarak „Open Recent“ (M3) listesine girer, böylece bir sonraki sefer daha hızlı erişirsin.

M2 File > Save Scene...

NEREDE

Menü çubuğu → File → Save Scene... (⌘S).

TEKNİK

İçerik türü RadianceScene paketi ve önceden doldurulmuş `scene.radiancescene` dosya adıyla bir kaydet diyalogu açar. `manifest.json`, serileştirilmiş Gaussian bulutu (PLY anlık görüntüsü) ve SfM sonucunun bir dökümünü içeren bir dizin paketi yazar; böylece yeniden açıldıktan sonra Continue Training de çalışır. Henüz Gaussian yoksa girdi devre dışıdır. Eğitim günlüklerinin yoluna değil, kaydet diyalogunun gösterdiği yere kaydeder — tipik olarak `~/Documents/` altında.

KISACA

Mevcut sahneni bir dosya olarak (daha doğrusu: dosya gibi görünen bir paket klasörü olarak) kaydeder. Ancak ondan sonra bu sahneyi „Open Scene...“ (M1) ile sonradan açabilirsin. Pakette hem Gaussian bulutu hem de SfM sonucu yer alır, böylece Continue Training (M12–M14) eklemeyi sonradan da yapabilirsin. Henüz bir eğitim tamamlamadysan girdi griye alınır. Varsayılan ad `scene.radiancescene`'tir — ama Save diyalogunda kendi adını verebilirsin.

M3 File > Open Recent > [Sahne adları]**NEREDE**

Menü çubuğu → File → Open Recent → (Liste).

TEKNİK

Son açılan yollar listesinden (Ayarlar'da saklanır) oluşturulan dinamik alt menü. Her liste girdisi dosya adıyla adlandırılır ve tıklandığında yüklenir. Liste boşsa, devre dışı „No Recent Scenes“ etiketi görünür. Apple tarzında liste son N açılmış sahneyi tutar — sınırlama, Ayarlara yazarken yapılır, menü oluşturucunun kendisinde değil.

KISACA

Burada son açılan sahneleri görür ve dosya diyalogundan geçmek zorunda kalmadan tek bir tıklamayla yeniden atlayabilirsin. Daha yeni başladıysan, liste boştur ve menüde gri görünür. „Open Scene...“ (M1) üzerinden açtığın her sahne otomatik olarak bu listeye girer. Liste bir noktada çok dolarsa veya gizlilik için temizlemek istersen, „Clear Recent“ (M4) kullan.

M4 File > Open Recent > Clear Recent**NEREDE**

Menü çubuğu → File → Open Recent → Clear Recent.

TEKNİK

Ayarlardaki son açılanlar listesini temizler. Onay diyalogu olmadan hemen etki eder. Girdi yalnızca son açılanlar listesinde gerçekten girdi varsa alt menüde görünür (yollardan sonra bir ayırıcının altında bulunur).

KISACA

Son açılan sahnelerin listesini siler. Bir test veri setiyle oynamış ve artık yolları görmek istemediğinde pratiktir. Sahne dosyalarının kendisi silinmez — yalnızca menüdeki bağlantı. Eylem sorusuz hemen etki eder; ardından alt menüde „No Recent Scenes“ görünür. Girdi yalnızca listede sahne varsa belirir — liste boşken görünmez.

M5 File > Import COLMAP / Metashape Workspace...**NEREDE**

Menü çubuğu → File → Import COLMAP / Metashape Workspace... (⇧⌘I).

TEKNİK

Bir klasör seçici açar. COLMAP Workspace düzenine sahip bir klasör bekler (ör. `sparse/0/cameras.{bin,txt}` artı `images/`). Seçimden sonra Workspace ön kontrolü gerçekleştirilir — bu, üç düzeni (`sparse/0/`, `sparse/`, kök) ve yeniden yapılandırmanın ikili (`cameras.bin`) mi yoksa ETH3D metni (`cameras.txt`) mi olduğunu algılar. Başarılı olursa Workspace içe aktarılır; aksi takdirde yalnızca uygulama günlüğünde bir uyarı görünür. Tam pipeline mantığı için ayrıca Bölüm 9 „SfM Arka Uçları”nda Q6’ya bak.

KISACA

Metashape, COLMAP, RealityCapture veya benzer bir yazılımı kamera yeniden yapılandırması için kullanıyorsan ve bir dışa aktarman varsa klasörü buraya yüklersin. RadianceKit ardından SfM aşamasını atlar ve doğrudan eğitime başlar — bu, büyük sahnelerde saatler kazandırır. Ana pencereye sürükle-bırak da aynı şekilde çalışır. COLMAP düzenli (yani `cameras.*` artı `images/` klasörüyle `sparse/0/`) bir klasör beklenir. Desteklenen düzenler ve iş akışları hakkında daha fazlası Bölüm 9 „SfM Arka Uçları”nda var.

M6 File > New Project**NEREDE**

Menü çubuğu → File → New Project (⇧⌘N).

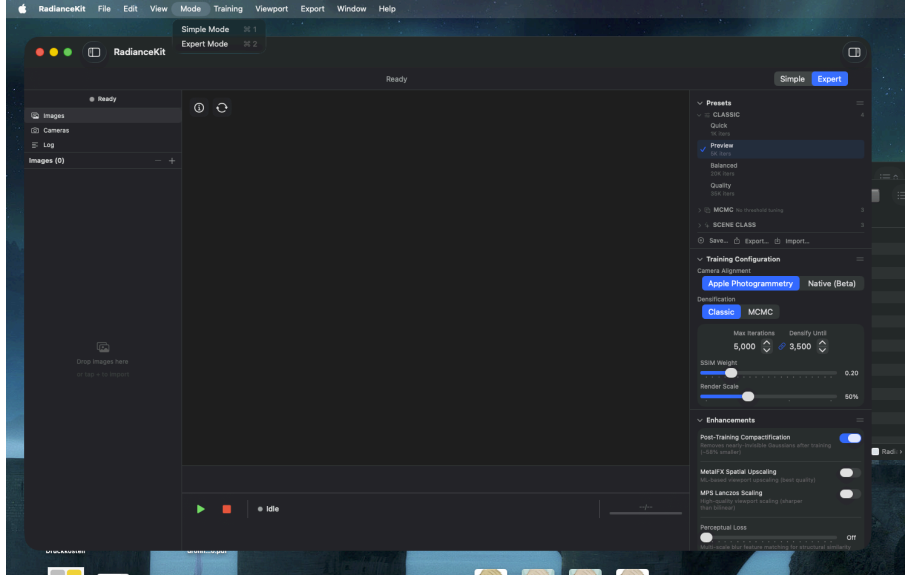
TEKNİK

Kaydedilmemiş çalışma olup olmadığını kontrol eder. Varsa, bir şey kaybolmadan önce bir onay diyalogu görünür. Kaydedilecek bir şey yoksa sıfırlama doğrudan çalışır — içe aktarılan görüntüleri, SfM sonucunu, Gaussian bulutunu, eğitim durumunu ve tüm bağımlı UI göstergelerini temizler. Dikkat: Kullanıcı tarafından oluşturulan önayar kütüphanesi korunur, çünkü proje durumunda değil uygulama ayarlarında bulunur.

KISACA

Her şeyi boş bir başlangıca sıfırlar — sanki uygulamayı yeni açmışsın gibi. Henüz kaydedilmemiş çalışman varsa uygulama önce sorar. Tamamen farklı bir sahneyle başlamak istediğinde bunu kullan. İçe aktarılan görüntüler, SfM sonucu, Gaussian bulutu ve eğitim durumu tamamen boşaltılır. Ama kendi önayarların korunur, çünkü uygulama ayarlarında yer alırlar ve sahneye ait değildirler.

Mode menüsü



Şekil 2: Simple ve Expert mod anahtarlı Mode menüsü

Rehberli Simple Mode (sihirbaz tarzı, 4 adım) ile tam Expert Mode (tüm kontrollerle klasik Inspector düzeni) arasında iki basit anahtar.

M7 Mode > Simple Mode

NEREDE

Menü çubuğu → Mode → Simple Mode (⌘1).

TEKNİK

Uygulama durumunu Simple Mode'a değiştirir. Uygulamanın ana alanı ardından Expert düzeni yerine rehberli iş akışını gösterir. Mod durumu Ayarlarda saklanır (Bölüm 3 Ayarlar'da S1 „Default Mode“ bkz.).

KISACA

Adım adım sürüme geçer; uygulama seni içe aktarma, işleme, Önizleme ve Dışa aktarma boyunca yönlendirir. Daha yeni başlıyorsan ya da hızlıca bir sonuca ihtiyacın varsa önerilir. Çoğu detay kontrolü gizlenmiştir — anlamlı ön ayarlarla çalışırsın. Daha sonra daha derine inmek istiyorsan Expert Mode'a (M8) geç. Uygulama başlatıldığında hangi modun aktif olacağını Ayarlar'da (Bölüm 3, S1) belirleyebilirsin.

M8 Mode > Expert Mode

NEREDE

Menü çubuğu → Mode → Expert Mode (⌘2).

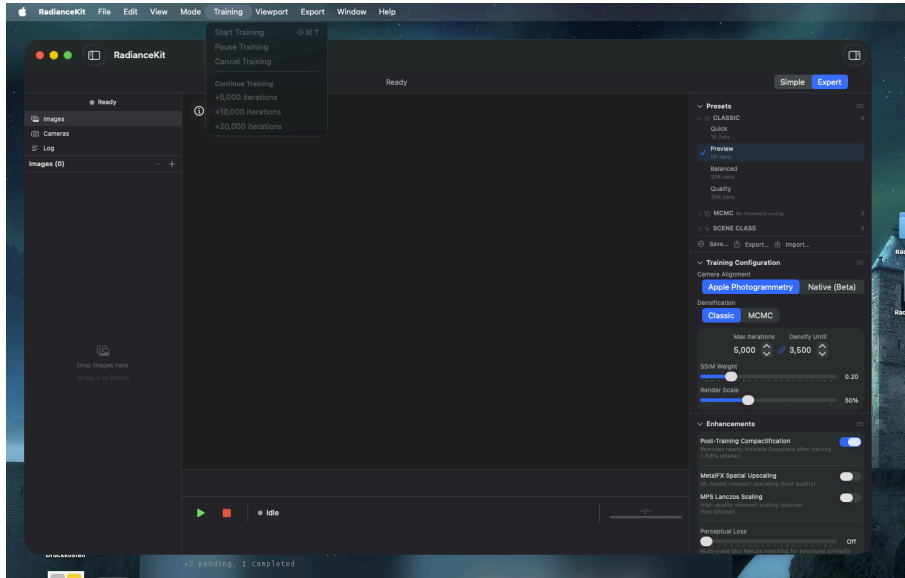
TEKNİK

Uygulama durumunu Expert Mode'a değiştirir. Böylece tüm bölümlerle tam Inspector düzeni görünür (Presets, TrainingConfig, Enhancements, Metrics, LossChart, ProjectNavigator). Expert Mode'da tüm eğitim parametreleri, COLMAP seçici, Mid-Compact anahtarları ve tanı bilgileri erişilebilirdir. Canlı önizleme de yalnızca bu modda çalışır.

KISACA

Tüm kontrollerle tam görünüme geçer. Burada kayıp grafiğini gerçek zamanlı görürsün, tüm parametreleri ince ayarlayabilirsin ve önayarlar üzerinden birden çok karşılaştırma yapılandırmasını paralel yönetebilirsin. Eğitimin içeride ne yaptığını anlamak veya hedefli deneyler yapmak istiyorsan önerilir. Canlı önizleme, COLMAP seçici ve tanı bilgileri de yalnızca buradan erişilebilir. Bunaltırsa M7 üzerinden Simple Mode'a geri dön — sahneni korunur.

Training menüsü



Şekil 3: Continue alt menüsü ile Training menüsü — M9'dan M14'e girdiler

Eğitim çalıştırması etrafında dört eylem: başlat, duraklat, iptal et ve belirli bir iterasyon sayısı kadar uzat. Üç Continue girdisi de IAP korumalıdır (ücretsiz deneme sürümünde tıklanamaz).

M9 Training > Start Training**NEREDE**

Menü çubuğu → Training → Start Training (⇧⌘T).

TEKNİK

Eğitim pipeline'ını eşzamansız olarak başlatır. Önkoşul: bir SfM sonucu mevcut ve şu anda başka bir pipeline çalışmıyor. Karşılanmadığı takdirde her iki koşul da girdiyi engeller. Başlatıldığında mevcut yapılandırma değerleri okunur, ~/Documents/RadianceKit/Logs/training_YYYY-MM-DD_HHmms.jsonl altında yeni bir JSONL günlüğü oluşturulur ve strateji seçimine bağlı olarak klasik veya MCMC yolu çalıştırılır. Eğitim durumu „idle“dan „training“e geçer.

KISACA

Büyük yeşil düğmeye basar — fotoğrafları içe aktardığında ve kamera yeniden yapılandırması bittiğinde, asıl Gaussian Splatting eğitimi başlar. Uygulamayı çalıştır bırak; önyara göre 1 dakika (Quick) ile birkaç saat (MCMC Quality) arasında. SfM sonucu yoksa veya başka bir pipeline çalışıyorsa girdi gri kalır. Her çalıştırma yan yana ~/Documents/RadianceKit/Logs/ içine bir günlük yazar; bunu daha sonra Pareto Dashboard (M40) üzerinden değerlendirebilirsin.

M10 Training > Pause Training**NEREDE**

Menü çubuğu → Training → Pause Training.

TEKNİK

Çalışan eğitimi duraklatır. Yalnızca eğitim durumu „training“ ise etkinleştirilir. Duraklatma, iterasyon döngüsünü bir sonraki güvenlik senkronizasyon noktasında durdurur, tam GPU durumunu (Gaussian buffer'ları, optimizer momentleri, scheduler konumu) korur ve „paused“a geçer. Tekrar basmak sürdürür (girdi başlığı statiktir — ama uygulama gerçek mantıkta pause/resume arasında geçer). Duraklatılan eğitimler uygulama çıkışından sağ çıkmaz; bu durumda sahneyi kaydet ve daha sonra Continue Training girdisi (M12–M14) ile genişlet.

KISACA

Eğitimi ilerlemeyi kaybetmeden kısa süreliğine durdurur. Bilgisayara kısa süreliğine daha önemli bir şey için ihtiyacın olduğunda pratiktir. Tekrar tıklamak sürdürür. Uygulama yeniden başlatmalarında çalışmaz — gerçekten sonradan devam etmek istiyorsan, eğitimi Cancel (M11) ile bitir, sahneyi Save Scene (M2) ile kaydet ve ardından Continue Training (M12–M14) kullan. Duraklatma sırasında GPU tamamen dinlenir; ama bellek meşgul kalır.

M11 Training > Cancel Training**NEREDE**

Menü çubuğu → Training → Cancel Training.

TEKNİK

Çalışan eğitimi iptal eder. Eğitim durumu „idle“ değilse aktiftir. Eğitim motorundaki cancel bayrağını ayarlar; bu, iterasyon döngüsünü bir sonraki sync noktasında temiz biçimde bitirir, son özet girdisini JSONL günlüğüne yazar ve durumu „idle“a sıfırlar. O ana kadar eğitilmiş bulut korunur (kaydedilebilir veya dışa aktarılabilir), ama „cancelled“ olarak işaretlenir.

KISACA

Çalışan eğitimi kesin olarak iptal eder. Mevcut durum korunur — yani birkaç bin iterasyondan sonra zaten gösterilebilir bir sonucun varsa, sonradan yine de dışa aktarabilirsin. Yalnızca kısa süreliğine durdurmak istiyorsan, bunun yerine Pause (M10) kullan. Eğitim günlüğünde çalıştırma „cancelled“ olarak işaretlenir, son kayıp değeri yine de yazılır. İptal edilen bir sahneyi, arada uygulama bitirilmediği sürece, daha sonra Continue Training (M12–M14) ile de sürdürebilirsin.

M12 Training > Continue Training > +5 000 iterations**NEREDE**

Menü çubuğu → Training → Continue Training → +5,000 iterations.

TEKNİK

Eğitimi 5 000 iterasyon kadar sürdürür. Tamamlanmış bir eğitim sürdürülebilir ve tam sürüm etkinleştirilmişse aktif olur. Sürdürülebilirlik, tamamlanmış bir eğitim varsa ve tam optimizasyon durumu hâlâ bellekte ise geçerlidir. Continue sırasında Adam momentleri ve LR scheduler sürdürülür, böylece devamı yeni baştan başlatma yerine kesintisiz 25K/45K/60K çalıştırma gibi davranır. JSONL günlüğü artımlı kurulumla yeni bir config girdisi alır. Yalnızca tam sürümde mevcuttur.

KISACA

5 000 ek eğitim adımı ekler. İlk çalıştırmadan sonra sonuç yakın ama henüz tam keskin değilse bunu kullan. Yalnızca ücretli tam sürümde çalışır. Tamamen yeni bir çalıştırmadan farklı olarak optimizasyon durumu korunur, böylece devamı kesintisiz bir çalıştırma gibi hissettirir. 5 000 adımdan fazlasına ihtiyacın varsa, doğrudan M13 (+10 000) veya M14 (+20 000) al.

M13 Training > Continue Training > +10 000 iterations**NEREDE**

Menü çubuğu → Training → Continue Training → +10,000 iterations.

TEKNİK

M12 ile aynı, ama 10 000 ek iterasyonla. Aynı önkoşullar, aynı LR scheduler yolu. İlk eğitim orta katman bir önayarla yapıldıysa ve çalıştırmayı tamamen yeniden başlatmadan önemli bir kalite artışı görmek istiyorsan önerilir.

KISACA

Eğitimi 10 000 adım uzatır — üç kullanılabilir Continue değerinin orta olanı. İlk çalıştırma iyi gitti ama belirgin biçimde daha iyi olmak istiyorsan iyi bir seçimdir. M12 ve M14 gibi, öğrenme hızı seyri yeniden başlatma yerine kesintisiz sürdürülür. Yalnızca tam sürümde mevcuttur.

M14 Training > Continue Training > +20 000 iterations**NEREDE**

Menü çubuğu → Training → Continue Training → +20,000 iterations.

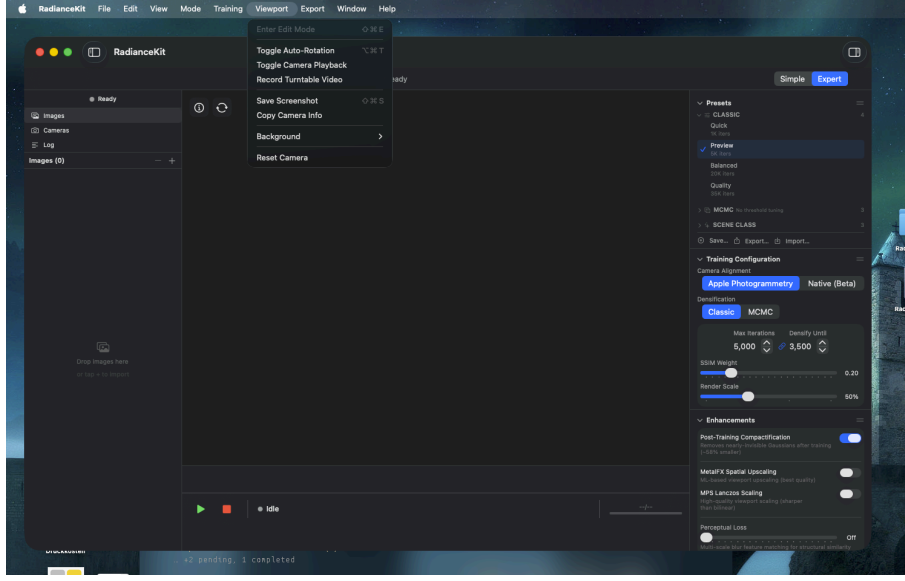
TEKNİK

M12 / M13 ile aynı, ama 20 000 ek iterasyonla. Önceden tanımlı en büyük Continue sıçraması. MCMC eğitimlerinde sıklıkla „yeterli“ ile „benchmark uygun“ arasındaki farkı yaratan budur; Classic'te 35–40K'dan sonra deneyimsel olarak az şey eklenir.

KISACA

20 000 ek eğitim adımı ekler, maksimum Continue değeri. Gerçekten son bir kalite damlasını çıkarmak istiyorsan bunu kullan. Klasik eğitimde 40 000 adımdan sonra bu çoğu kez fazla bir şey getirmez — MCMC'de ise yakınsama daha yavaş başladığı için sıkça zahmete değer. Sahneye göre belirgin ek çalışma süresi öngör. M12 ve M13 gibi bu girdi de yalnızca tam sürümde mevcuttur.

Viewport menüsü



Şekil 4: Düzenleme modu, kamera kontrolü ve arka plan alt menüsüyle Görüntüleyici menüsü

3D görüntüleyiciyi kontrol eder: Gaussian seçimi ve temizlik için Edit Mode, kamera kontrolü (otomatik döndürme, oynatma, kayıt), ekran görüntüsü, arka plan rengi ve sıfırlama.

M15 Viewport > Enter/Exit Edit Mode

NEREDE

Menü çubuğu → Viewport → Enter Edit Mode (veya duruma göre „Exit Edit Mode“). ⌘⌘E.

TEKNİK

Girdi başlığı dinamiktir ve duruma göre „Exit Edit Mode“ veya „Enter Edit Mode“ gösterir. Basıldığında görüntüleyici render'cısında Edit Mode değiştirilir. Edit Mode'dan çıkıldığında ayrıca mevcut seçim sıfırlanır. Edit Mode, Gaussian'lar üzerinde tıklamayla seçimi, kutu seçimini ve işaretlenen Gaussian'ları silmeyi etkinleştirir (UI'nın editör alanına bak). Görüntüleyici render'cısı bağlı olmadığı sürece devre dışıdır.

KISACA

Normal 3D görünüm ile tekil Gaussian'ları işaretleyip silebileceğin (örneğin arka plandaki floater'lar veya aykırı değerler) bir düzenleme modu arasında geçiş yapar. Çıkışta seçim otomatik olarak sıfırlanır. Görüntüleyicide henüz bir sahne görünür değilken girdi gri kalır. Etiket duruma göre „Enter Edit Mode“ ile „Exit Edit Mode“ arasında değişir — böylece hangi modda olduğunu her zaman görürsün.

M16 Viewport > Toggle Auto-Rotation**NEREDE**

Menü çubuğu → Viewport → Toggle Auto-Rotation (⌘⇧T).

TEKNİK

Görüntüleyici kamerasının sahne merkezinden geçen dikey bir eksen etrafında sürekli dönüşünü açar veya kapatır. Eksen ve hız kamera kontrol yapılandırmasından gelir. Otomatik döndürme yalnızca bir görüntüleyici etkisidir ve ne eğitimi ne de kaydı etkiler — paralel olarak turntable video kaydedicisini (M18) kullanırsan, otomatik döndürme tam olarak kaydedicinin yakaladığı yolu sağlar.

KISACA

Kamerayı sahnenin etrafında sürekli yavaş döndürür, böylece fareyle çekmeden onu her açıdan görebilirsin. Tekrar tıklamak döndürmeyi durdurur. Eğitilmiş sahneleri değerlendirirken veya canlı demo için arka plan animasyonu olarak pratiktir. Paralel olarak bir video kaydediyorsan (M18), otomatik döndürme tam olarak kaydedicinin yakaladığı hareketi sağlar.

M17 Viewport > Toggle Camera Playback**NEREDE**

Menü çubuğu → Viewport → Toggle Camera Playback.

TEKNİK

Kamera yolu oynatımını değiştirir. Kaydedilmiş bir kamera yolu varsa (ör. önceki bir kayıttan veya bir `transforms.json` yüklendiği için), yol oynar — görüntüleyici kamerası artık fare/trackpad girdilerine göre hareket etmez, yörüngeyi kare kare yeniden üretir. Tekrar basmak oynatmayı duraklatır.

KISACA

Daha önce kaydedilmiş veya içe aktarılmış bir kamera çekimini oynatır. Böylece sahnenin orijinal yolunu tekrar görebilir veya video dışı aktarmadan önce planlanan bir orbit hareketini kontrol edebilirsin. Oynatma sürerken fare ve trackpad girişleri devre dışıdır — kamera kesinlikle yolu takip eder. Tekrar tıklamak oynatmayı duraklatır. Bir kamera yolu yüklemeyi veya kaydetmediysen hiçbir şey olmaz.

M18 Viewport > Record Turntable Video**NEREDE**

Menü çubuğu → Viewport → Record Turntable Video.

TEKNİK

Görüntüleyici kaydını değiştirir. İlk basıldığında geçici bir yola kare kaydı başlar; ikinci basıldığında kayıt biter, kodlanır ve bir MP4 yoluna yazılır (yol bir kaydet diyalogu ile sorulur). Sabit bir 360° yolda ayarlanabilir süreli bir video üreten Export → Media → Orbit Video'dan (M31) farklı olarak, Turntable Recorder, görüntüleyicide gördüklerini *canlı* kaydeder — yani manuel bir kamera çekimi de kaydedebilirsiniz.

KISACA

Doğrudan görüntüleyicide bir video kaydeder. Kameranin otomatik dönmesi veya kendin fareyle hareket ettirmen fark etmez — gördüğün her şey bir MP4 dosyasına kaydedilir. „Orbit Video“ dışı aktarmasından (M31) farklı olarak kamera çekimini kendin belirlersin. İlk tıklama kaydı başlatır, ikinci tıklama bitirir ve kayıt konumunu sorar. Örneğin sabit orbit hareketle mümkün olmayan belirli bir detay panoramasını göstermek istediğinde pratiktir.

M19 Viewport > Save Screenshot**NEREDE**

Menü çubuğu → Viewport → Save Screenshot (⇧⌘S).

TEKNİK

Tek bir görüntüleyici karesini tam render çözünürlüğünde (yani pencere piksel düzeni değil, tam render hedef içeriği) bir PNG dosyası olarak yakalar. Yol bir kaydet diyalogu ile sorulur. Arka plan rengi (M21–M23) içine yakılır. Etkinse Enhancements'tan (I27/I28'e bak) MetalFX/MPS yukarı ölçekleme ayarları etkili olur — ekran görüntüsü yani yukarı ölçeklenen çıktıyı gösterir.

KISACA

Mevcut 3D görünümünün bir anlık görüntüsünü PNG resmi olarak kaydeder. Pazarlama malzemesi veya hızlı bir karşılaştırma için pratiktir. Dikkat: Arka plan görüntünün bir parçasıdır — saydamlığa ihtiyacın varsa, sahne dosyası dışı aktarman daha iyidir. Çözünürlük, pencere boyutuna değil, dahili render hedefine karşılık gelir — yani görüntü genellikle penceredekinden daha keskindir. Olası yukarı ölçekleme ayarları (Inspector → Enhancements) de buna dahildir.

M20 Viewport > Copy Camera Info**NEREDE**

Menü çubuğu → Viewport → Copy Camera Info.

TEKNİK

Mevcut görüntüleyici kamera pozunu (konum, bakış noktası, yukarı vektörü) ve FOV değerlerini kamera kontrolünden okur ve panoya çok satırlı metin olarak yazar. Biçim insan okunabilirdir (satır başına etiket = değer), JSON değil. Belirli bir görünümü hata ayıklama amacıyla yeniden üretmek veya destekle paylaşmak için pratiktir.

KISACA

Mevcut kamera konumunu ve bakış yönünü metin olarak panoya kopyalar. Örneğin başka bir geliştiriciye sahnede bir yerin nereden garip görüldüğünü göstermek istiyorsan, metni doğrudan bir e-postaya veya sohbet penceresine yapıştırırsın. Biçim insan okunabilirdir (değer başına bir satır), JSON değil. Çoğunlukla hata raporları veya destek istekleri için tasarlanmıştır.

M21 Viewport > Background > Dark Gray**NEREDE**

Menü çubuğu → Viewport → Background → Dark Gray.

TEKNİK

Görüntüleyici arka plan rengini koyu griye (RGB 0.1/0.1/0.1) ayarlar. Render'cı bu rengi, Gaussian'ların önünde birleştirildiği arka plan olarak kullanır. Uygulama başlatıldığında varsayılan rengi S3 „Default Viewport Background“ ayar seçeneği kontrol eder.

KISACA

3D görüntüleyicinin arka planını koyu griye boyar. Çoğu sahne için standart seçim — açık ya da koyu Gaussian'lara, gözün saf siyah ya da beyaz bir yüzeye takılmadan iyi bir kontrast sağlar. Renk, ekran görüntülerinde (M19) ve orbit videolarda (M31) da alınır. Koyu gri sana çok sıradan geliyorsa, karşılaştırma için Black (M22) veya White (M23)'i de dene. Uygulama başlatıldığında hangi rengin aktif olacağını Ayarlar'da (S3) belirleyebilirsin.

M22 Viewport > Background > Black**NEREDE**

Menü çubuğu → Viewport → Background → Black.

TEKNİK

Görüntüleyici arka plan rengini saf siyaha (RGB 0/0/0) ayarlar. Sahnede çok parlak floater varsa ve onları tanımlamak istiyorsan veya koyu görünümlü pazarlama malzemesi için yardımcı olur.

KISACA

Siyah arka plan. Çok parlak sahneler için veya Edit Mode'a bakıp grinin içinde kaybolan küçük parlak Gaussian'ları (floater) ararken iyidir. Koyu, dramatik bir görünümle pazarlama malzemesi için de idealdir. Renk ekran görüntülerine ve orbit videolarına yakılır — daha sonraki bir bileşim için saydamlığa ihtiyacın varsa, siyah en kötü seçimdir. Koyu floater için ters yönde White'a (M23) geç.

M23 Viewport > Background > White**NEREDE**

Menü çubuğu → Viewport → Background → White.

TEKNİK

Görüntüleyici arka plan rengini saf beyaza (RGB 1/1/1) ayarlar. Sahne çoğunlukla koyu içerik içeriyorsa ve karanlık floater'ları (tipik dış mekân arka plan gürültüsü) görmek istiyorsan yararlıdır.

KISACA

Beyaz arka plan. Konu açık-koyu üzerinde daha iyi öne çıktığında veya daha sonra Edit Mode'da (M15) kaldırabileceğin koyu aykırı değerleri bulmak için pratiktir. Dış mekân sahnelerde beyaz, tipik dış mekân floater'larının daha çok koyu olması nedeniyle sıklıkla siyahtan daha kullanışlıdır. Diğer arka plan seçenekleri gibi renk ekran görüntülerine ve videolara taşınır.

M24 Viewport > Reset Camera

NEREDE

Menü çubuğu → Viewport → Reset Camera.

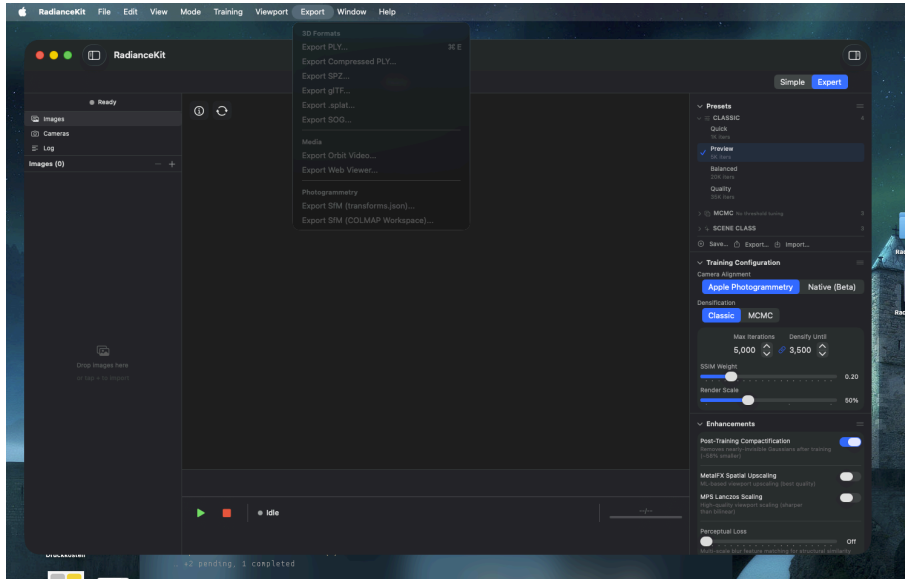
TEKNİK

Görüntüleyici kamerasını sıfırlar, eğitim kamerası görünümünü terk eder ve otomatik döndürmeyi durdurur. Böylece kamera ilk konumuna geri döner (tipik: sahnenin önünde, hafifçe yukarıdan bakar), otomatik döndürme kapalıdır ve render'cı şu anda eğitim kamerasını (SfM pozlarından birini) gösteriyorsa, serbest kameraya geri döner.

KISACA

Görüntüleyici kamerasını başlangıç konumuna geri getirir. Çevrilirken kaybolduysan veya sahneyi görüntüden kaydirdiysan — buraya bir kez tıkla ve görmen gerekeni yeniden görsün. Aynı zamanda çalışmaktaysa otomatik döndürmeyi de kapatır ve dondurulmuş bir eğitim kamerasından serbest görüme döner. Böylece her durumda görünümün temiz bir yeniden başlangıcını elde edersin.

Export menüsü



Şekil 5: Üç alt menü grubuyla Dışa Aktar menüsü — 3D Formats, Media ve Photogrammetry

Sekiz dışa aktarma hedefi artık iki Photogrammetry dışa aktarması, üç bölümde gruplanmış (3D Formats, Media, Photogrammetry). İlk altısı ortak bir yardımcı rutinle oluşturulur; her biri bir kaydet diyalogu açar ve dışa aktarmayı biçim kataloğunda kaydeder. Photogrammetry girdileri kendine özgü mantığa sahiptir. Tüm Photogrammetry ve bazı 3D dışa aktarmaları yalnızca tam sürümde mevcuttur.

M25 Export > 3D Formats > Export PLY...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → PLY (⌘E).

TEKNİK

Varsayılan dosya adı `gaussians.ply` ile bir kaydet diyalogu açar. OK'de mevcut Gaussian bulutu standartlaştırılmış ASCII/Binary PLY biçimine yazılır — SuperSplat, PolyCam, PlayCanvas ve tüm yaygın 3DGS görüntüleyicileri ile uyumludur. Tam SH katsayıları, tam hassasiyet (alan başına Float32). Dosya boyutu $\geq 500K$ Gaussian'da sıklıkla birkaç yüz MB.

KISACA

3D sahneni standart PLY dosyası olarak kaydeder. Bu en evrensel biçimdir — neredeyse her yazılım bunu yükleyebilir, SuperSplat'tan PolyCam'e ve PlayCanvas'a kadar. Ama dosyalar büyür, sıklıkla birkaç yüz megabayt. Tam kalitede sürdürmek veya arşivlemek istiyorsan PLY kullan. Sahneyi web üzerinden paylaşmak istiyorsan, SPZ (M27) veya Compressed PLY (M26) bak — bunlar çok daha küçüktür.

M26 Export > 3D Formats > Export Compressed PLY...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → Compressed PLY.

TEKNİK

Gaussian bulutunu konum, ölçek, dönüş ve SH alanlarının özel kuantizasyonlu Compressed-PLY biçiminde yazar. Sıkıştırılmamış PLY'den (M25) 5–10x daha küçük dosyalar, minimum görsel kayıpla. SuperSplat (Compressed-PLY standardını okur) ve PlayCanvas ile uyumludur. Varsayılan dosya adı `gaussians_compressed.ply`.

KISACA

Normal PLY gibi, ama 5–10 kat daha küçük. Kalite neredeyse aynı kalır. Dosyayı çevrimiçi paylaşmak veya e-postayla göndermek istiyorsan bunu kullan. SuperSplat ve PlayCanvas ile doğrudan çalışır. Ama hedef sistem daha küçük dosyalara ihtiyaç duyuyorsa (Mobil, tarayıcı demoları), bunun yerine SPZ (M27) al — bu, daha da agresif sıkıştırılmıştır. Tam düzenleme kalitesi için sıkıştırılmamış PLY'yi (M25) al.

M27 Export > 3D Formats > Export SPZ...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → SPZ.

TEKNİK

Gaussian bulutunu SPZ biçiminde yazar — Niantic tarafından yayınlanan, agresif kuantizasyonlu (sıkıştırılmamış PLY'den ~%90 daha küçük) sıkıştırılmış splat biçimi. Özellikle web görüntüleyicileri ve mobil uygulamalar için optimize edilmiştir. Niantic Splatt3R, gsplat.js ve Niantic tarayıcı görüntüleyicisi ile uyumludur.

KISACA

En küçük biçimlerden biri. Normal bir PLY'den yaklaşık 10x daha küçük. Bunu özellikle sahneyi tarayıcıda göstermek veya bir telefon uygulamasıyla görüntülemek istediğinde kullan. Maksimum kalite için PLY daha iyi bir seçimdir. SPZ Niantic tarafından geliştirilmiştir ve doğrudan gsplat.js, Splatt3R ve Niantic web görüntüleyicisi ile çalışır. Güçlü sıkıştırma nedeniyle SPZ dosyalarını daha fazla eğitemezsin — düzenleme için PLY al.

M28 Export > 3D Formats > Export glTF...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → glTF.

TEKNİK

KHR_gaussian_splatting uzantısıyla bir `.glb` dosyası (Binary glTF) yazar. Standart uyumlu, Babylon.js veya Three.js gibi glTF motorlarını kullanan ve KHR_gaussian_splatting uzantısını uygulayan pipeline'lar için uygundur.

KISACA

Sahneyi birçok 3D programının ve web motorunun anladığı glTF biçiminde kaydeder — Gaussian Splatting uzantısını desteklemeleri koşuluyla. Belirli bir 3D pipeline'ın varsa (ör. Three.js veya Babylon.js) bunu anlıyorsa, biçimin budur. Dosya ikili `.glb` olarak çıkar — her şeyi içeren tek bir paket. Klasik splatting iş akışları için genellikle PLY veya SPZ daha iyi bir seçimdir, çünkü daha çok araç bunları doğrudan anlar.

M29 Export > 3D Formats > Export .splat...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → .splat.

TEKNİK

Antimatter15 `.splat` biçimini yazar — Gaussian başına sabit boyutlu 32 bayt (konum 3× Float32 olarak, ölçek 3× Float32 olarak, dönüş 4× Uint8 normalleştirilmiş dörtlü olarak, RGB+opaklık 4× Uint8 olarak). DC'den daha yüksek SH katsayısı yok. Tarayıcı doğrudan uyumluluğuyla en küçük dosya. `gsplat.js` ve `antimatter15`'in çevrimiçi demo görüntüleyicisi için.

KISACA

En basit web görüntüleyici biçimi. Küçük ve her tarayıcıda hemen görüntülenebilir. Ama detay aydınlatmayı kaybeder (daha yüksek SH katsayıları kaybolur — `splat` ışığa tepki vermek yerine her açıdan aynı görünür). Maksimum web performansı için iyi, foto gerçekçilik için daha çok SPZ veya PLY. Antimatter15 çevrimiçi görüntüleyicisi ve `gsplat.js` ile çalışır. Her Gaussian sabit 32 bayt kaplar, bu biçimi basit ve uyumlu yapar — ama derinlik paahasına.

M30 Export > 3D Formats > Export SOG...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → SOG.

TEKNİK

Gaussian bulutunu SOG biçiminde yazar. SOG („Self-Organizing Gaussian“), kuantize verilerin texture atlas düzeni ve WebP sıkıştırmasıyla PlayCanvas biçimidir. PLY'den 15–20× daha iyi boyut oranıyla ölçeklenir. Dışa aktarma dahili olarak harici bir araç olarak `cwebp` çağırır — bu yüzden sandbox sürümünde (App Store) potansiyel olarak kısıtlıdır.

KISACA

PlayCanvas iş akışları için çok küçük biçim. Veriler bir texture atlas düzenine paketlenildiği ve WebP sıkıştırıldığı için PLY'den yaklaşık 15–20 kat daha küçük. PlayCanvas iş akışın yoksa, SPZ veya Compressed PLY genellikle daha iyi bir seçimdir. Dışa aktarma dahili olarak harici araç olarak `cwebp` çağırır — App Store sürümünde (sandbox) bu adım kısıtlı olabilir.

M31 Export > Media > Export Orbit Video...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → Media → Orbit Video.

TEKNİK

Sahne merkezi etrafında 360° orbit render eder ve bunu MP4 (H.264) veya MOV (HEVC, sistem varsayılmasına bağlı) olarak kodlar. M18'in (canlı kayıt) aksine yol burada sabit önceden tanımlıdır — süre Ayarlar'da veya Simple Mode dışı aktarma adımında seçilir.

KISACA

Sahnen etrafında otomatik olarak bir dönüş videosu üretir. Manuel hareket gerekmez. Sosyal medya veya hızlı bir demo için iyi. Kamerayı kendin kontrol etmek istiyorsan, bunun yerine Record Turntable Video (M18) kullan. Yol sabittir: sahne merkezi etrafında tam 360° orbit, süreyi Ayarlar'da veya Simple Mode dışı aktarma adımında seçersin. Video sisteme göre H.264 MP4 veya HEVC MOV olarak verilir.

M32 Export > Media > Export Web Viewer...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → Media → Web Viewer.

TEKNİK

Bağımsız bir HTML görüntüleyici (gsplat.js tabanlı) artı base64 kodlu Gaussian verisini tek bir `.html` dosyasına paketler. Bu dosya her modern tarayıcıda çevrimdışı çalışır — sunucu bağımlılığı yok, harici URL yok. Dosya boyutu SPZ varyantından yaklaşık 1.3 kat daha büyüktür (Base64 ek yükü nedeniyle).

KISACA

Sahneni kendi kendine başlayan web sayfası olarak kaydeder. HTML dosyasına çift tıkla → tarayıcı açılır → hazır etkileşimli 3D sahne. İnternet olmadan çalışır, e-postayla gönderilebilir, sonuçları arkadaşlar veya müşterilerle paylaşmanın en kolay yoludur. Dosya, tek bir belgede tam gsplat.js görüntüleyicisini ve Gaussian verilerini içerir — web'den hiçbir şey yüklenmez. Dosya boyutu bir SPZ dışı aktarmasından yaklaşık üçte bir daha büyüktür, ama alıcının ek bir yazılıma ihtiyacı yoktur.

M33 Export > Photogrammetry > Export SfM (transforms.json)...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → Photogrammetry → Export SfM (transforms.json).

TEKNİK

Ayrı bir dışa aktarma yolu (ortak yardımcı rutin üzerinden değil), çünkü Gaussian bulutu yerine SfM sonucu dışa aktarılır. Varsayılan olarak `transforms.json` ve içerik türü `json` ile bir kaydet diyalogu açar. OK'de kamera intrinsikleri, pozları (NeRF kuralında 4x4 matris olarak) ve kare yolları ile nerfstudio uyumlu bir `transforms.json` yazılır. UI'da yardım metni, eğitim görüntülerinin kardeş `images/` klasörü olarak birlikte kopyalanması gerektiğini belirtir. Yalnızca SfM sonucu mevcutsa ve tam sürüm etkinleştirilmişse etkindir.

KISACA

SfM sonucunu nerfstudio, Brush, gsplat veya OpenSplat gibi başka bir yazılımda yeniden kullanmak istiyorsan, kamera konumlarını buradan dışa aktarabilirsin. Eğitim görüntülerini ek olarak `transforms.json` dosyasının yanında bir `images/` klasörüne yerleştir — aksi takdirde hedef program görüntüleri ilişkilendirmez. Henüz bir SfM sonucu yoksa girdi griye alınır ve ücretsiz deneme sürümünde kilitlidir. COLMAP Workspace iş akışı için bunun yerine M34'ü al.

M34 Export > Photogrammetry > Export SfM (COLMAP Workspace)...**NEREDE**

Menü çubuğu → Export → Photogrammetry → Export SfM (COLMAP Workspace).

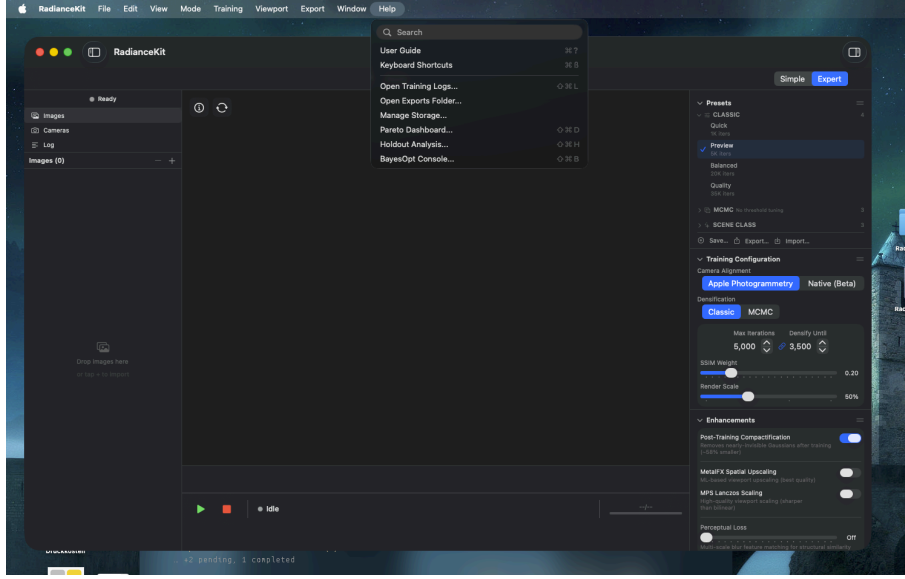
TEKNİK

Varsayılan ad `colmap-workspace` (uzantı yok, çünkü bir klasör) ile bir kaydet diyalogu açar. `sparse/0/cameras.bin`, `images.bin`, `points3D.bin` ile standart bir COLMAP Workspace yazar. RadianceKit'te hesaplanan veya içe aktarılan bir SfM yeniden yapılandırmasını Postshot, Nerfstudio veya Meshroom gibi diğer araçlarda açmaya veya bir A/B yeniden çalıştırmada (M5 üzerinden) RadianceKit'te zaten hesaplanmış girdi olarak yeniden yüklemeye izin verir — hesaplama süresinden tasarruf sağlar. Yalnızca SfM sonucu mevcutsa ve tam sürüm etkinleştirilmişse etkindir.

KISACA

M33 gibi, ama nerfstudio yerine COLMAP biçiminde. Postshot, Meshroom, Nerfstudio veya başka bir COLMAP iş akışlı aracı kullanıyorsan, dışa aktarman budur. Pratik bir yan etki: Bu klasörü daha sonra M5 üzerinden RadianceKit'e geri yükleyebilir ve bir sonraki çalıştırmada SfM hesaplama süresinden tasarruf edebilirsin — özellikle büyük sahnelerde saatlerce zaman kazandırır. M33 gibi yalnızca SfM sonucu mevcutsa ve ücretsiz deneme sürümünde kilitlidir.

Help menüsü



Şekil 6: Belgeleme, klasör ve analiz girdileriyle Yardım menüsü

Yedi girdi: iki belgeleme penceresi (User Guide, Keyboard Shortcuts), üç klasör kısayolu (Training Logs, Exports, Storage) ve üç analiz penceresi (Pareto Dashboard, Holdout Analysis, BayesOpt Console). Apple tarzında Help menüsü en sağda görünür. Standart Help menüsü tamamen RadianceKit'in kendi varyantıyla değiştirilir.

M35 Help > User Guide

NEREDE

Menü çubuğu → Help → User Guide (⌘?).

TEKNİK

User Guide penceresini açar. Konu kenar çubuğu ve kaydırılan detay alanıyla 860×640 varsayılan boyutta bir gezinme gösterir. İçerikler statik olarak yerleştirilmiştir (Markdown'dan ayrıştırılmamıştır).

KISACA

Uygulama içi kılavuzu açar. Bu el kitabındaki her şeyi okumak istemiyorsan, en önemli adımları doğrudan programda bulursun. Kılavuz konu kenar çubuğuyla ayrı bir pencere olarak kuruludur — yani belirli konulara hedefli bir şekilde atlayabilirsin. İçerikler bu el kitabından daha kısadır ve en sık iş akışlarına odaklanır.

M36 Help > Keyboard Shortcuts**NEREDE**

Menü çubuğu → Help → Keyboard Shortcuts (⌘/).

TEKNİK

Keyboard Shortcuts penceresini açar — üst düzey menüye göre gruplanmış tüm uygulama kısayollarıyla basit bir kaydırma düzeni. Varsayılan boyut 440x560. İçerikler de statik olarak yerleştirilmiştir.

KISACA

Tüm klavye kısayollarının tam listesiyle bir pencere açar. Örneğin hangi tuşla eğitimin başlatıldığını hatırlayamıyorsan, oraya bakarsın. Bir özet bu bölümün sonunda da bulunur. Liste üst düzey menüye göre gruplandırılmıştır, böylece doğru alana hızlıca atlayabilirsin. Fare stilinden klavye stiline geçiyorsan yardımcıdır.

M37 Help > Open Training Logs...**NEREDE**

Menü çubuğu → Help → Open Training Logs... (⇧⌘L).

TEKNİK

Günlük klasörünü ~/Documents/RadianceKit/Logs olarak hesaplar, gerekirse oluşturur ve Finder'da açar. Her eğitim çalıştırması oraya kendi JSONL dosyasını training_YYYY-MM-DD_HHmss.jsonl yazar.

KISACA

Tüm önceki eğitim protokollerinin bulunduğu klasörü Finder'da açar. Bir şeyler ters gittiyse veya eğitimin tam olarak ne zaman hangi değere yakınsadığını görmek istiyorsan, bunu burada JSONL dosyalarında bulursun. Eğitim çalıştırması başına zaman damgalı tam olarak bir dosya oluşturulur — bunları başka araçlara da yükleyebilir veya e-postayla destekle paylaşabilirsin. Grafik bir değerlendirme istiyorsan, Pareto Dashboard (M40) daha iyi bir başlangıçtır.

M38 Help > Open Exports Folder...

Menü çubuğu → Help → Open Exports Folder...



M37'ye benzer, ama ~/Documents/RadianceKit/Exports ile. İlk otomatik test çalıştırmasında veya ilk tıklamada oluşturulur; ardından tüm otomatik test dışa aktarmalarının (ör. autotest_<timestamp>.ply) standart yolları oraya iner. Kaydet diyalogu üzerinden manuel olarak seçilen dışa aktarmalar burada ZORUNLU olarak değil, kullanıcının nereye kaydettiğine bağlı olarak gider — bu yüzden bu klasör çoğunlukla otomatik testler için ilginçtir.

KISACA

Uygulamanın kendi dışa aktarmalarını (özellikle otomatik test çalıştırmaları) yerleştiği klasörü açar. Bir dışa aktarmayı kaydet diyaloguyla manuel olarak başka bir yere koyduysan, bu klasör yerine oradadır. Düzenlemek veya önceki test dışa aktarmalarının ne kadar yer kapladığını görmek için pratiktir. Günlükler ve sahne paketleri dahil tam bir genel bakış istiyorsan, bunun yerine Manage Storage (M39) kullan.

M39 Help > Manage Storage...

Menü çubuğu → Help → Manage Storage...



Depolama tarayıcısını açar (Bölüm 4 Yardımcı Pencere'ler'e bak, ID'ler W7–W12). ~/Documents/RadianceKit/ klasöründeki tüm kalıcı sahneleri, eğitim günlüklerini, dışa aktarmaları ve ön bellekleri boyutuyla listeler, girdi başına Finder'da göster ve çöpe taşı sağlar.

KISACA

RadianceKit'in disk üzerinde ne kadar yer kapladığını — sahne, günlük ve dışa aktarma başına — sana gösteren bir pencere tarayıcısı açar. Finder'a gitmek zorunda kalmadan doğrudan tekil şeyleri silebilirsin. Uzun kullanımdan sonra disk dolduğunda pratiktir — önceki günlükler ve otomatik test dışa aktarmaları birkaç gigabyte toplanabilir. Finder'da Göster ile istediğin zaman klasik görünümü de gelirsin.

M40 Help > Pareto Dashboard...**NEREDE**

Menü çubuğu → Help → Pareto Dashboard... (⇧⌘D).

TEKNİK

Pareto Dashboard'ı açar (Bölüm 4'e bak, ID'ler W13–W22). Dashboard ~/Documents/RadianceKit/Logs/ içindeki tüm JSONL eğitim günlüklerini yükler, sahneye ve önyara göre sıralar ve bir Pareto saçılım grafiği çizer (Standart: kayıp vs Gaussian, isteğe bağlı kayıp vs duvar saati veya PSNR vs iterasyon).

KISACA

Tüm önceki eğitim çalıştırmalarının diyagram olarak bir genel bakışını açar. Hangi çalıştırmanın kalite ve boyut arasında en iyi dengeyi sağladığını hemen görürsün. Farklı önyarları birbirleriyle karşılaştırmak istediğinde pratiktir. Diyagram varsayılan olarak kaybı Gaussian sayısına göre gösterir — ama duvar saati zamanına veya PSNR'ye de geçebilirsin. Veriler JSONL eğitim günlüklerinden (M37) gelir; ne kadar çok çalıştırmın varsa, değerlendirme o kadar anlamlı olur.

M41 Help > Holdout Analysis...**NEREDE**

Menü çubuğu → Help → Holdout Analysis... (⇧⌘H).

TEKNİK

Holdout analiz penceresini açar (Bölüm 4'e bak, ID'ler W23–W29). Bir `transforms.json` yükler, kameraları 3B küre olarak çizer ve eğitim/test fold bölmelerine izin verir (açısal veya doğrusal, 2–8 fold). Çıktı, eğitimin ilgili eğitim yapılandırma- larında test seti olarak kullanabileceği bir `fold-assignment.json`'dir.

KISACA

Kamera çekimlerini eğitim ve test setlerine ayırmana yardım eder — böylece sahnenin ne kadar iyi olduğunu nesnel olarak ölçebilirsin (eğitimin görmediği görüntülerde). Daha çok bir araştırma ve benchmark aracıdır. Kameralar 3B küre olarak gösterilir; ya açıda eşit ya da sırayla doğrusal olarak 2 ile 8 fold arasında seçim yapabilirsin. Sonuç, eğitimin ardından test seti olarak kullandığı küçük bir JSON dosyasıdır.

M42 Help > BayesOpt Console...**NEREDE**

Menü çubuğu → Help → BayesOpt Console...
(⇧⌘B).

TEKNİK

BayesOpt konsolunu açar (Bölüm 4'e bak, ID'ler W30–W39). Önceden tanımlı arama alanlarını yükler (ör. „MCMC scale-reg + opacity-reg + ssim“), Bayes Optimizasyon denemelerini eşzamansız olarak çalıştırır ve yakınsama eğrisini ile deneme günlüğünü canlı gösterir.

KISACA

Yerleşik bir otomatik ayarlayıcı konsolu. Farklı parametreleri manuel olarak denemek yerine, uygulama bunu kendisi gece çalıştırabilir ve sonunda sahnen için en iyi değerleri sana önerebilir. Çok gelişmiş bir araç — çoğu iş akışı için iyi bir önayar (bkz. Bölüm 7) yeterlidir. Önceden tanımlı bir arama alanı seçersin (ör. „MCMC scale-reg + opacity-reg + ssim“) ve canlı olarak yakınsama eğrisini ve deneme günlüğünü görürsün. Kurulumu göre birkaç saatten günlere kadar planla.

Not: Edit menüsünde Cmd-Z

Mayıs 2026'dan beri Expert Mode'daki Project Navigator, içe aktarılan görüntülerin eksi düğmesi veya Backspace tuşuyla silinmesini ve `Cmd-Z` ile geri alınmasını destekler. Bu `Cmd-Z` eylemi, silinen bir görüntü hâlâ kurtarılabilir olduğu sürece macOS Edit menüsünde (SwiftUI tarafından sağlanır) „Undo Remove Image“ olarak görünür. Standart uyumlu sistem üzerinden kaydedilir; bu yüzden envantere kendi M ID girdisi yoktur.

Klavye kısayolları genel bakışı

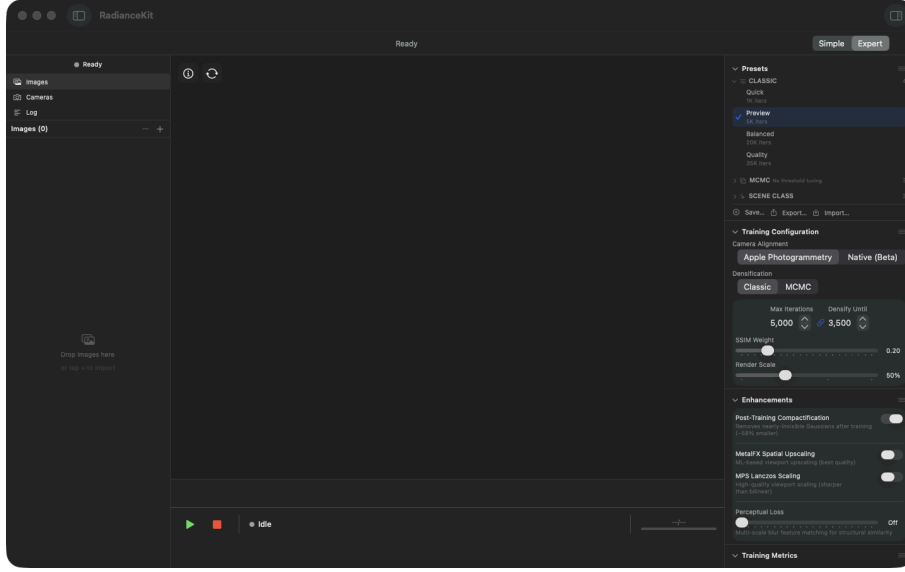
Menü girdisi	Kısayol
File > Open Scene...	⌘O
File > Save Scene...	⌘S
File > Import COLMAP / Metashape Workspace...	⇧⌘I
File > New Project	⇧⌘N
Mode > Simple Mode	⌘1
Mode > Expert Mode	⌘2
Training > Start Training	⇧⌘T
Viewport > Enter/Exit Edit Mode	⇧⌘E
Viewport > Toggle Auto-Rotation	⌘⌥T
Viewport > Save Screenshot	⇧⌘S
Export > 3D Formats > PLY	⌘E
Help > User Guide	⌘?
Help > Keyboard Shortcuts	⌘/
Help > Open Training Logs...	⇧⌘L
Help > Pareto Dashboard...	⇧⌘D
Help > Holdout Analysis...	⇧⌘H
Help > BayesOpt Console...	⇧⌘B

Edit menüsü (sistem tarafından sağlanır, Expert Mode'da etkin Project Navigator seçiminde):

Eylem	Kısayol
Undo Remove Image	⌘Z
Remove Selected Image	Backspace / Delete

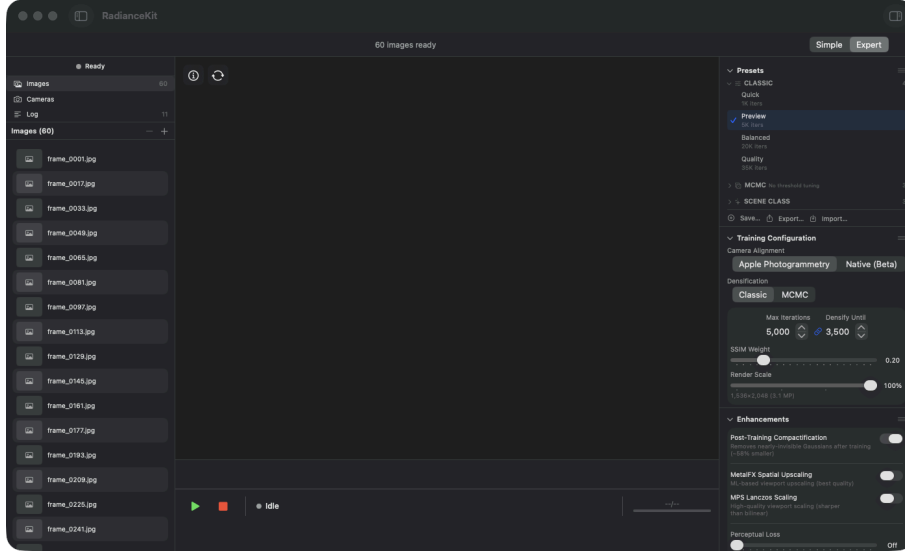
BÖLÜM

Bölüm 2 — Inspector (Expert View)



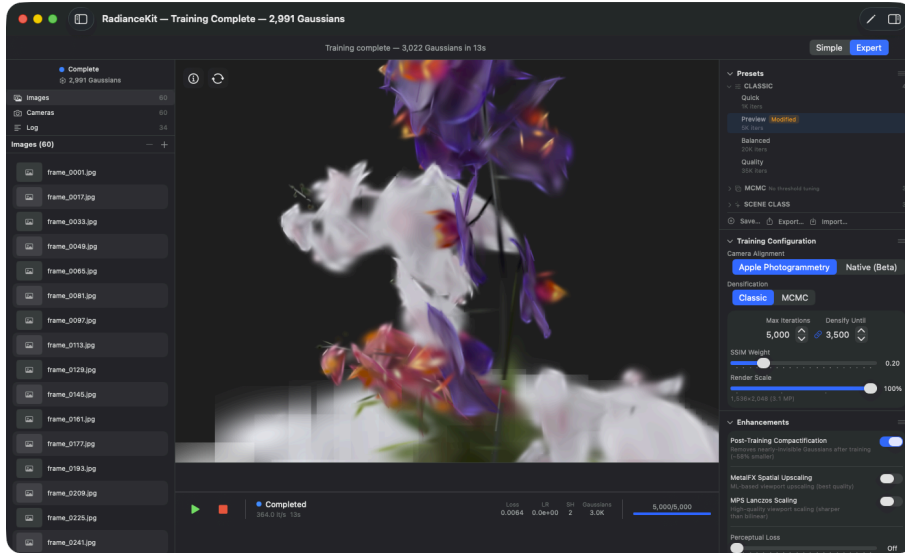
Şekil 7: Boş Expert modu — solda Project Navigator (Images 0, Cameras, Log), ortada boş görüntüleyici, sağda Presets/Training Configuration/Enhancements/Training Metrics bölümleriyle Inspector

İçe aktarmadan önce boş Inspector: Sol kenar çubuğu Images sayacını 0 ve „Drop images here / or tap + to import“ ipucunu gösterir. Sağdaki Inspector tam işlevseldir, ama öneriler yalnızca bilgilendiricidir (aktif eğitim yok). Varsayılan „Preview“ önerisi (5K iter) işaretli. Camera Alignment Apple Photogrammetry’de, Densification Classic, SSIM Weight 0.20, Render Scale %50. Training Metrics’te boş durumlar („Start training to see live metrics“) ve Loss History („Loss curve will appear during training“).



Şekil 8: 60 çiçek görüntüsü yüklü Inspector — Görüntü kenar çubuğu ilk dosya adlarını frame_0001.jpg vd. gösterir, başlık „60 images ready“

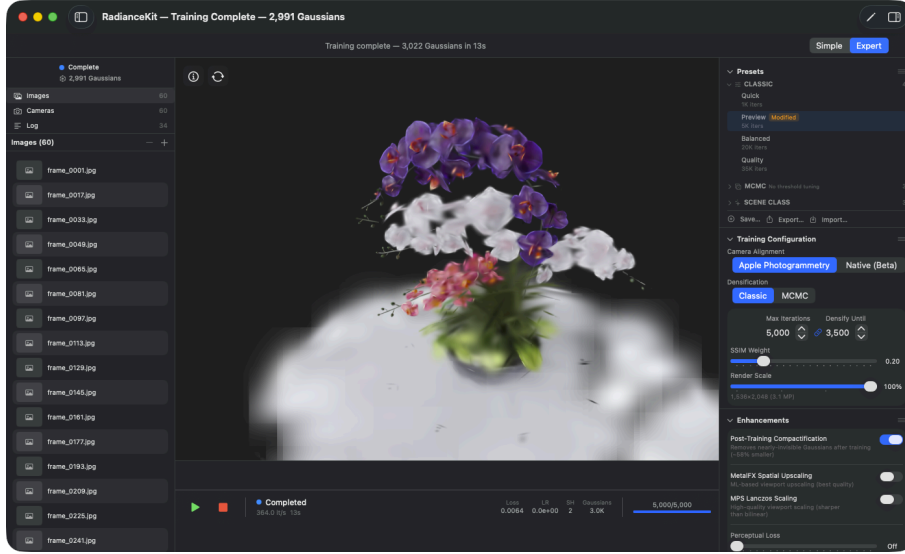
İçe aktarmadan sonra Inspector: Başlık durumu „60 images ready“. Görüntü kenar çubuğu içe aktarılan 60 karenin tümünü listeler (frame_0001.jpg ile frame_0945.jpg arasında, 960 kameralı çiçek demeti veri setinden hızlı yineleme için her 16. kare alt küme olarak). Otomatik render ölçek mantığı görüntü çözünürlüğünü kontrol eder ($1536 \times 2048 = 3.1$ MP) ve Render Scale'i buna göre ayarlar. Oynat düğmesi (yeşil, sol altta) artık etkindir ve etkin önayar ile eğitimi başlatır.



Şekil 9: Eğitim ortasında Inspector — canlı görüntüleyici çiçek demeti yeniden yapılandırmasını gösterir, altta metrik çubuğu (Loss / LR / Gaussian sayısı / İterasyonlar), parametre ayarlanmıssa „Modified“ rozetiyle „Preview“ önayar kartı

Eğitim sırasında Inspector: Başlık çubuğu küresel ilerlemeyi „RadianceKit — Training NN %“ gösterir. Görüntüleyici çalışan Gaussian yeniden yapılandırmasını gerçek zamanlı render eder (her 50 iterasyonda güncellenir — Canlı önizleme aralığı Ayarlar → General → Training → Live Preview'da ayarlanabilir). Görüntüleyicinin altındaki metrik çubuğu: mevcut Loss, öğrenme hızı, Gaussian sayısı ve iterasyon sayacı (ör. Preview önayarında

1,600/5,000). Inspector'daki „Preview“ önayar kartı, herhangi bir parametre yerleşik varsayılandan saptığı anda „Modified“ rozeti taşır. Kenar çubuğunun „Log“u SfM ve eğitim aşaması olaylarını toplar.



Şekil 10: Eğitim tamamlandıktan sonra Inspector — görüntüleyici tamamlanmış çiçek demeti yeniden yapılandırmasını gösterir (13 sn'de 5K iterasyondan sonra 2,991 Gaussian), başlık çubuğu „Training Complete — 2,991 Gaussians“

Eğitimden sonra Inspector: Başlık çubuğu son Gaussian sayısını gösterir (burada 2 991 — çok kompakt, çünkü açık arka planda sentetik Blender çiçek demeti sahnesinin basit geometrisi vardır). Görüntüleyici tamamlanmış nokta bulutunu gösterir — yörünge- sel sürükleme navigasyonu etkindir (sahne merkezi etrafında döner). Eğitim metrikleri bölümü artık son değerlerle doludur, Loss History grafiği tüm 5 000 iterasyonun seyrini gösterir. Alttaki dışa aktarma bölümü artık etkindir (tüm biçim düğmeleri etkinleştirilmiştir).

Inspector, Expert Mode'daki (¶2) sağ kenar çubuğudur. Tüm eğitim ilişkili parametreleri yedi katlanabilir bölümde toplar. İlk başlatmada yukarıdan aşağıya varsayılan sıra şudur: Look, Presets, Eğitim Yapılandırması, Metrikler, Kayıp Diyagramı, Enhancements ve Export. „Look“ bölümü (eğitim sonrası görüntü ayarları), eski „Finishing“ bölümünün gerçek UI yeniden adlandırılmasıdır — iç enum- `rawValue` 'su kalıcılık nedeniyle „Finishing“ olarak kalır, görüntülenen başlık „Look“ diye okunur. Her bölüm başlığa tıklanarak kapatılabilir, sırası sürükleyerek yeniden düzenlenebilir (InspectorView.swift:81-97). **İlk başlatmada yedi bölümün tümü kapalıdır** (`InspectorCollapsedSections` varsayılan olarak `Set(InspectorSection.allCases)`'e ayarlıdır); uygulama durumu, katlanma ve sıralama tercihlerini sonradan uygulama başlatmaları arasında saklar.

Inspector'daki bir dizi kontrol, neredeyse aynı biçimde Ayarlar'da (Bölüm 3) da görünür — tipik olarak SfM arka ucu, Sky Masking ve benzer varsayılanlar. Ayrım bilinçlidir: Ayarlar yeni oluşturulan projeler için uygulama genelinde şablonu sağlar, Inspector ise bu değerleri mevcut açık proje için geçersiz kılar. Bir tarafın kontrol mantığını bilen, diğerini gözü kapalı kullanabilir.

Expert Mode'daki sol sütun — Project Navigator — Inspector'ın parçası değildir, ama doğrudan komşusudur. İçe aktarılan görüntüler oradan tıklamayla seçilebilir, boşluk tuşuyla Quick Look ile görüntülenebilir ve eksi düğmesi veya Sil tuşu üzerinden silinebilir

(geri almak için Cmd-Z). Inspector mevcut kenar çubuğu seçimini bağlama özel detay bilgileriyle takip eder, ama yedi ana bölüm her zaman kullanılabilir kalır.

Look bölümü (L1–L5)

Look bölümü (iç `rawValue` hâlâ „Finishing“), en üstteki Inspector bölümüdür ve **eğitim sonrası** görüntü ayarlarını tek bir yerde toplar. Tüm kaydırıcılar **tahribatsız** çalışır: Her kaydırıcı, `FinishingPass` 'i değişmemiş bir Pristine anlık görüntüsüne (orijinal DC-renk, -opaklık, -ölçekleme) yeniden uygular — böylece ayarlama **idempotenttir**, kümülatif değildir. Sonuç **görüntüleyicide canlı** belirir (WYSIWYG, tam olarak sonraki dışa aktarma gibi) ve **her dışa aktarmaya pişirilir**. Bölüm yalnızca **bir eğitim çalışması tamamlandıktan sonra** kullanılabilir (öncesinde „Available after a training run completes.“ yazar); değerleri **her yeni eğitimde sıfırlanır**. Bir dışa aktarma çalıştığı sürece tüm kaydırıcılar **kilitlidir** — „Locked while exporting — the file uses the current settings.“ kilit ipucu belirir ve GroupBox devre dışıdır.

L1 Saturation kaydırıcı

NEREDE

Inspector → Look bölümü → GroupBox → Saturati-on.

TEKNİK

0.5–1.2 arası kaydırıcı, iki haneli gösterim (ör. „1.00“). Her Splat'ın SH-DC kromasını luminans değeri etrafında ölçeklendirir: 1.0 = değişmemiş, < 1.0 = doygunluğu azaltılmış (renk gri tonuna çekilmiş), > 1.0 = daha canlı. Matematiksel olarak DC-renk, Pristine anlık görüntüsünden geri hesaplanır (`desaturateDC`), böylece tekrarlı sürükleme toplanmaz. DJI dron materyalinde doğrulandı (Pensford Viyadüğü), bu materyal aşırı doygun çıkma eğilimindedir — dron varsayılanı 0.82'dir. Yalnızca renk tabanına etki eder (SH-Derece 0), daha yüksek SH katsayıları dokunulmadan kalır.

KISACA

Tamamlanmış Splat'ın renklerinin ne kadar canlı olduğu. 1.00 her şeyi eğitildiği gibi bırakır, altındaki değerler rengi griye doğru çeker — çoğu kez aşırı doygun çıkan dron veya video materyali için iyidir. 1.0 üzeri değerler onu daha canlı yapar. Uygulama her zaman değişmemiş orijinal durumdan yeniden hesapladığı için bir şeyin „şişmesi“ olmadan istediğin kadar ileri geri sürükleyebilirsiniz. Görüntüleyicide canlı görünür ve dışa aktarmada tam olarak öyle.

L2 Splat length kaydırıcı

NEREDE

Inspector → Look bölümü → GroupBox → Splat length.

TEKNİK

0.3–1.0 arası kaydırıcı, iki haneli gösterim. Her Gaussian'ın üç ölçekleme eksenini Log uzayında ortalamalarına doğru çeker (`shortenScale` , faktör `alpha`): 1.0 = değişmemiş, daha küçük değerler uzunlamasına „iğne“ Splat'larını yuvarlar, 0 saf küreler olur. İğne benzeri, aşırı uzamış Splat'lara genel boyutu değiştirmeden etki eder ve böylece tipik „konfeti“ eserlerini azaltır. Pristine anlık görüntüsünden (orijinal Log ölçekleme) uygulanır, bu yüzden idempotenttir. İkisi de Log uzayında çalıştığı için Splat size (L3) ile yer değiştirir.

KISACA

Aşırı uzun, kıymık benzeri Splat'ları yuvarlar. 1.00 formu eğitildiği gibi bırakır, daha düşük değerler uzun „iğneleri“ daha yuvarlak kümelere sıkıştırır — bu, konfeti eserleriyle dolu körlü yeniden yapılandırmaları sakınleştirir. Genel boyut aynı kalır, mesele yalnızca uzunlamasına. Splat size (L3) ile güvenle birleştirilebilir.

L3 Splat size kaydırıcı

NEREDE

Inspector → Look bölümü → GroupBox → Splat size.

TEKNİK

0.5–2.0 arası kaydırıcı, iki haneli gösterim. Her Gaussian'ı **üç** eksenin tümünde tekdüze ölçeklendirir (`sizeScale`): 1.0 = değişmemiş, < 1.0 = daha küçük/daha yoğun/daha keskin, > 1.0 = daha büyük/„daha kabarık“ (Splat'lar arasındaki boşlukları doldurur). Ölçeklemeler Log uzayında olduğundan, çarpma toplamsal bir `log(factor)` ofseti olarak gerçekleştirilir — bu, sabit bir ofset ortalamadan sapmayı dokunulmadan bıraktığı için Splat length (L2) ile yer değiştirir. Pristine anlık görüntüsünden, yani idempotent. Bu sürümde yeni.

KISACA

Tüm Splat'ları eşit biçimde büyütür veya küçültür. 1.00 eğitilmiş durumdur, altındaki değerler nokta bulutunu daha sıkı ve keskin yapar, üzerindeki değerler Splat'lar arasındaki boşlukları örter (daha yumuşak/„daha kabarık“ görünür). Körlü bir yeniden yapılandırmayı optik olarak kapatmak veya tersine daha fazla detay açığa çıkarmak için pratiktir. Splat length (L2) ile sorunsuz çalışır — her iki kaydırıcı birbirini etkilemez.

L4 Fade far region (alt kaydırıcılarla)

NEREDE

Inspector → Look bölümü → GroupBox → „Fade far region“ anahtarı artı „Fade start xradius“ ve „Fade floor“ alt kaydırıcıları.

TEKNİK

Kamera ağırlık merkezinden uzaklıkla radyal bir opaklık düşüşünü etkinleştiren anahtar — arka planda zayıf gözlemlenen „Far-konfeti“ gizlenir. **Yalnızca orbit çekimleri için:** `finishingContext.fadeEligible` false ise (lineer uçuşlar, çok az veya dejenere kameralar) anahtar devre dışıdır; o zaman alt kaydırıcılar yerine „Far-fade applies only to orbit captures (not this scene).“ ipucu belirir. Uygunluk, kamera konumlarının azimut kapsamıyla belirlenir (bir orbit ağırlık merkezini çevreler ve birçok pusula sektörünü doldurur, bir lineer uçuş yalnızca ~2'sini). İki alt kaydırıcı geometriyi yönetir: **Fade start xradius** (1.0–3.0) iç yarıçapı orbit yarıçapının katı olarak ayarlar, bunun içinde tam opaklık geçerli; **Fade floor** (0.0–1.0) fade yarıçapının çok ötesindeki opaklık faktörüdür. Önemli: **Fade Sky-Dome bölgesini atlar** (indisleri [0, frozenCount) olan frozen Gaussian'lar), böylece kasıtlı arka plan kubbesi birlikte karartılmaz.

KISACA

Dış sahne kenarındaki süngerimsi kalıntıları gizler — tam olarak çepeçevre çekimlerde çok geride süzülen „Far-konfeti“ kümeleleri. Yalnızca gerçek orbit/çepeçevre çekimlerinde çalışır; düz dron uçuşlarında veya çok az kameralarda anahtar griye alınır ve bir ipucu nedenini açıklar. Etkinse iki ince ayar gelir: „Fade start xradius“ gizlemenin hangi mesafeden (çepeçevre yarıçapının katı olarak) başlayacağını belirler, „Fade floor“ uzak Splat'ların sonunda ne kadar görünür kaldığını (0 = tamamen yok, 1 = değişmemiş). Kasıtlı olarak yeniden yapılandırılmış bir Sky-Dome (I44) bu sırada asla dokunulmaz — gök korunur.

L5 Reset finishing düğmesi

NEREDE

Inspector → Look bölümü → GroupBox → „Reset finishing“ (altta, küçük düğme).

TEKNİK

Tüm Look ayarlarını varsayılanlara sıfırlar (`FinishingPass.Settings() = Saturation 1.0, Fade kapalı, Splat length 1.0, Splat size 1.0`) ve hemen yeniden bir finishing tetikler, böylece görüntüleyici değişmemiş eğitilmiş duruma geri sıçrar. `controlSize(.small)`. Tüm Look yığını idempotent olarak Pristine anlık görüntüsünden hesapladığından, „varsayılanlara dön“ tam olarak orijinal eğitim çıktısıdır — defalarca ileri geri yapmaktan kalite kaybı yok. Bölümün tüm kaydırıcıları gibi çalışan bir dışa aktarma sırasında kilitlidir.

KISACA

Tek tıklamayla tüm Look kaydırıcılarını standarda sıfırlar (Saturation 1.00, Fade kapalı, her iki Splat kaydırıcısı 1.00) — görüntüleyici sonrasında yeniden tam olarak taze eğitilmiş sonucu gösterir. Oynayıp dağıttıysan ve temiz baştan başlamak istiyorsan pratiktir. Uygulama her zaman orijinal durumdan hesapladığı için bunda kalite kaybı olmaz. Bir dışa aktarma çalışırken düğme (kaydırıcılar gibi) kilitlidir.

Önayarlar bölümü (I1–I11)

Önayarlar bölümü, test edilmiş bir yapılandırmayı uygulamanın en hızlı yoludur. Yerleşik önayarlar (Capture Class, Classic, MCMC, Hybrid) 560+ belgelenmiş deneyden yeniden üretilebilir başlangıç noktaları sağlar; kendi önayarların kaydedilebilir, dışa aktarılabilir, içe aktarılabilir ve paylaşılabilir. Liste kategoriye göre gruplanmıştır (Capture Class, Classic, MCMC, Hybrid, Custom) ve aynı anda birden fazla kategori açık olabilir. Bağlam menüsü mekanizması (bir satıra sağ tıklama) üzerinden dışa aktarma, çoğaltma ve — kendi önayarlarında — silmeye ulaşılabilir.

I1 Save... düğmesi

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → Save... düğmesi (alt eylem çubuğu).

TEKNİK

Metin alanı ve Save/Cancel düğmeleri olan bir popover açar. Mevcut TrainingConfig durumu yeni bir kullanıcı tanımlı önayar olarak kalıcı kılınır (JSON kodlu, uygulama çapında saklanır). Save işlemi 81 eğitim parametresinin tümünü artı mevcut densification stratejisini kopyalar. Önayar, hangi yerleşik önayardan türetildiğine bakılmaksızın otomatik olarak Custom kategorisine düşer. Boş adlar ve yalnızca boşluk girdileri reddedilir. Zaten mevcut adlar reddedilmez — her önayarın kendi iç ID'si vardır, çift adlar teknik olarak izinlidir ama pratik olarak kafa karıştırıcıdır.

KISACA

Mevcut yapılandırmanı yeniden kullanılabilir bir önayar olarak kaydeder. Düğmeye bas, popover'da bir ad gir ve Save'e tıkla — Densification stratejisi dahil 81 parametrenin tümü seçilen adla Custom kategorisine düşer. Üzerinde uğraştığında ve bir sonraki projede yeniden sıfırdan uğraşmak istemediğinde gerekir. Özellikle „Drone 4K“ veya „Indoor hızlı“ gibi tekrar eden kurulumlar için pratiktir. Çift adlar teknik olarak izinlidir, ama pratik olarak kafa karıştırıcıdır — daha çok konuşan bir şey al.

I2 Önayar Adı TextField

NEREDE

Save popover → „Preset Name“ metin alanı.

TEKNİK

Yuvarlatılmış çerçeve ve geniş biçimle basit metin alanı. Değer Save düğmesine tıklandığında önayar adı olarak alınır. UI'da uzunluk sınırı yoktur, ama kaydedilen ad JSON kodlanabilir ve UI listelerinde temsil edilebilir olmalıdır — emoji ve umlaut çalışır. Popover açıldığında içerik otomatik olarak boş bir dize ile sıfırlanır. Alan trim sonrası boş kaldığı sürece Save düğmesi devre dışı kalır. Otomatik öneri ve şu anda etkin önayarın adıyla ön doldurma yoktur.

KISACA

Önayarın için adı buraya yazarsın. „Drone 4K 30fps“ veya „Indoor hızlı“ gibi konuşan bir şey seç — daha sonra Custom kategorisinde bulmana yardımcı olur. Emoji ve umlaut'lara izin verilir, sert bir uzunluk sınırı yoktur. Alan boş olduğu veya yalnızca boşluklardan oluştuğu sürece Save düğmesi gri kalır. Popover'ı tekrar açtığında alan yeniden boştur — etkin önayar adıyla ön doldurma yoktur.

I3 Cancel düğmesi (Save diyalogu)

NEREDE

Save popover → Cancel düğmesi (sol).

TEKNİK

Popover'ı kaydetmeden kapatır. Metin alanı içeriğini atar — bir sonraki açılışta Save... düğmesi mantığıyla (I1) tekrar boşa sıfırlanır. Standart düğme stili, onay diyalogu yok, kısayol yok. Save yolu hiç çalıştırılmadığı için mevcut TrainingConfig değişmeden kalır.

KISACA

Save popover'ını hiçbir şey kaydetmeden kapatır. Fikrini değiştirmişsen, yanlış yazmışsan veya diyalogu yanlışlıkla açmışsan — sadece Cancel'a tıkla. Henüz hiçbir şey yazılmadığı için mevcut eğitim yapılandırman değişmez. Popover'ı tekrar açtığında ad alanı yeniden boş başlar. Güvenlik sorusu yok, kısayol yok — sadece tıkla ve kaybol.

I4 Save düğmesi (Save diyalogu)

NEREDE

Save popover → Save düğmesi (sağ, belirgin stil).

TEKNİK

Asıl kalıcılaştırmayı tetikler. Boş olmayan adı tekrar doğrular (savunmacı kontrol) ve ardından mevcut TrainingConfig'i JSON olarak uygulama deposuna yazar. Sonra popover'ı kapatır. Mavi vurgulanmış, metin alanı boş olduğu sürece gri kalır. Kayıt başarısız olursa (ör. uygulama deposu dolduğu için — çok düşük olasılık), şu anda görünür bir hata diyalogu yoktur; önayar bir sonraki uygulama başlatmasında basitçe görünmez.

KISACA

Save'e tıklamayla adı kabul eder ve mevcut kurulumunu yeni önayar olarak kaydeder. Popover kapanır, önayar hemen önayar listesinin Custom kategorisinde görünür ve bu andan itibaren tıklamayla etkinleştirilebilir. Düğme mavi vurgulanmıştır (`borderedProminent`) ve ad alanı boş olduğu sürece gri kalır. Kayıt başarısız olursa (ör. User-Defaults dolu) görünür bir hata diyalogu olmaz — önayar bir sonraki uygulama başlatmasında basitçe eksik olur.

I5 Export... düğmesi

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → Eylem çubuğu → Export... düğmesi.

TEKNİK

Mevcut seçilen önayarı bir `.radiancepreset` dosyası (içeride JSON) olarak dışa aktarır. Önayar seçili değilse devre dışıdır. Tıklamada uygulama varsayılan dosya adıyla (önayar adı + `.radiancepreset` uzantısı) bir kaydet diyalogu açar. Kaydedilen biçim tüm TrainingConfig'i artı meta verileri (ad, kategori, ID, Built-in bayrağı) içerir. Finder'da çift tıklama uygulamayı açar — ama içe aktarmayı otomatik olarak değil; kullanıcı içe aktarma düğmesini (I6) kullanmalıdır.

KISACA

Listede bir önayar seç ve Export'a tıkla — böylece onu `.radiancepreset` dosyası olarak kaydedebilir ve örneğin bir meslektaşına gönderebilir veya başka bir Mac'e aktarabilirsin. Alıcı karşıda Import... düğmesi (I6) ile yeniden yükler. Built-in'ler ve kendi Custom önayarların için aynı şekilde iyi çalışır. Listede hiçbir şey tıklanmadığı sürece düğme gri kalır. İpucu: Bağlam menüsü (I8) üzerinden daha da hızlı — önayarı önce seçmek zorunda değilsin.

I6 Import... düğmesi

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → Eylem çubuğu → Import... düğmesi.

TEKNİK

Yalnızca `.radiancepreset` dosyalarına izin veren bir dosya diyalogu açar (çoklu seçim devre dışı). Seçildiğinde JSON dosyası yüklenir, doğrulanır ve Custom kategorisine eklenir — Built-in'lerle çakışma olmaması için yeni bir iç ID ile. İçe aktarma, dışa aktarılan önayar başlangıçta örneğin bir Built-in olsa bile kategoriyi otomatik olarak Custom'a ayarlar. Bozuk veya eski şema sürümüyle uyumsuz dosyalar hata diyalogu olmadan sessizce reddedilir (Console günlüğü bilgi verir).

KISACA

Diskten bir `.radiancepreset` dosyası okur. Biri sana denemiş bir kurulum gönderirse veya en sevdiğin önayarları birden çok Mac arasında senkronize tutmak istersen kullanışlıdır. İçe aktarılan önayarlar her zaman Custom kategorisine düşer — başlangıçta Built-in'lerden dışa aktarılmış olsalar bile. Bozuk veya eski dosyalar sessizce yok sayılır; konsol günlüğünde gerekçe bulunur. Diyalogda çoklu seçim devre dışıdır, yani tıklama başına yalnızca bir dosya.

I7 Önayar satırı (tıklamayla etkinleştirme)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → her kategorideki her önayar satırı.

TEKNİK

Bir önayar satırına tıklama, TrainingConfig'in tüm alanlarını önayardaki değerlerle değiştirir, etkin önayarın ID'sini hatırlar ve Modified durumunu sıfırlar. Satırın önündeki etkin onay işareti yalnızca önayar seçili VE değiştirilmemişse görünür. Diğer Inspector bölümlerindeki TrainingConfig'te bir değer değiştirildiğinde (kaydırıcı, stepper, anahtar), adın arkasında turuncu bir „Modified“ rozeti görünür. Yerleşik önayarlar üzerine yazılamaz — değişiklikte Save düğmesi (I1) üzerinden kendi kopyan oluşturulmalıdır.

KISACA

Bir satıra tıklamak önayarı etkinleştirir ve orada saklı tüm değerleri mevcut eğitim ayarlarına alır. Adın önündeki onay işareti hangi önayarın şu anda etkin olduğunu gösterir. Ardından diğer bölümlerden herhangi bir kaydırıcı, stepper veya anahtarı değiştirdiğinde, adın arkasında turuncu bir „Modified“ rozeti görünür — çünkü kurulumun artık önayardan sapıyor. Yerleşik önayarların üzerine yazılamaz; değişiklikleri tutmak istiyorsan Save... düğmesi (I1) üzerinden kendi kopyan oluştur ya da önayarı çoğalt (I9).

I8 Bağlam menüsü „Export...“

NEREDE

Her önayar satırına sağ tıklama → ilk girdi „Export...“.

TEKNİK

I5 (Export... düğmesi) ile aynı işlevsellik, ama daha rahat erişilebilir — önayarın önce seçili olması gerekmez. Doğrudan satırda tıklanan önayarı dışa aktarır. Tüm önayar kategorileri için aynı şekilde çalışır (Built-in veya Custom), kısıtlama yok. Dışa aktarma Built-in bayrağını ve orijinal kategoriye içerir, ama yeniden içe aktarmada kategori I6'da açıldığı gibi Custom'a eşlenir.

KISACA

Dışa aktarmanın hızlı yolu — istediğin önayara sağ tıkla ve „Export...“ seç. Önce tıklayıp sonra Export... düğmesine basma zahmetini kazandırır. Built-in'ler dahil tüm kategoriler için aynı şekilde çalışır. Üretilen .radiancepreset dosyası I5'inkiyle aynıdır; daha sonra yeniden içe aktarıldığında otomatik olarak Custom kategorisine düşer.

I9 Bağlam menüsü „Duplicate“

NEREDE

Her önayar satırına sağ tıklama → ikinci girdi „Duplicate“.

TEKNİK

Önayı Custom kategorisine klonlar. Yeni bir iç ID oluşturur, adın sonuna „ Copy“ ekler ve kopyayı kaydeder. Built-in önayarlar için de çalışır — klon o zaman düzenlenebilir olur. Orijinal dokunulmamış kalır. TrainingConfig değer değer kopyalanır (JSON gidip dönüş), böylece orijinal ile kopya arasında referans bağı yoktur.

KISACA

Custom kategorisinde bir önayarın düzenlenebilir kopyasını oluşturur. Örneğin Built-in „Quality“ önayarını başlangıç noktası olarak istiyorsan ve sadece SSIM kaydırıcısını biraz değiştirmek istiyorsan pratiktir. İş akışı: çoğalt, yeniden adlandır (bağlam menüsü veya yeni Save...), uyarla, bitti. Orijinal dokunulmamış kalır — istediğin zaman ona dönebilirsin. Built-in'ler için de çalışır; bu, onların değerlerini temel olarak almanın ve aynı zamanda düzenlenebilir yapmanın tek yoludur.

I10 Bağlam menüsü „Delete“

NEREDE

Kendi önayar satırlarına sağ tıklama → son girdi „Delete“ (kırmızı, yıkıcı).

TEKNİK

Yalnızca Custom önayarlar için görünür. Built-in'ler silinemez. Girdi yıkıcı olarak işaretlenmiştir, bağlam menüsünde kırmızı görünür ve yanlışlıkla tıklanması için bir ayırıcının arkasına yerleştirilmiştir. Onay diyalogu yoktur — bir tıklama önayırlarını hemen siler. Silinen önayar kurtarılamaz (Cmd-Z burada çalışmaz — mevcut yapıda Undo yalnızca görüntü listesi için vardır, önayar işlemleri için değil). Silinen önayar şu anda etkinse, mevcut TrainingConfig değişmez, yalnızca etkin önayar seçimi nullenir.

KISACA

Kendi önayarlarını sil. Built-in'lerde (Quick, Preview, Balanced, Quality, Ultra Detail, Drone / Aerial, 360° Walkaround, Photo / Object vb.) „Delete“ zaten görünmez — bunları yanlışlıkla öldüremezsin. Dikkat: Güvenlik sorusu ve geri alma yok, bir tıklama ve önayar gitti. Emin değilsen, önce Export... (I5/I8) ile diskte yedek al — istediğin zaman tekrar içe aktarabilirsin. Önayar şu anda etkinse, TrainingConfig'in değişmez, yalnızca onay işareti kaybolur.

I11 Kategori başlığı (açma/kapama)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → her kategori başlığı (Capture Class, Classic, MCMC, Hybrid, Custom).

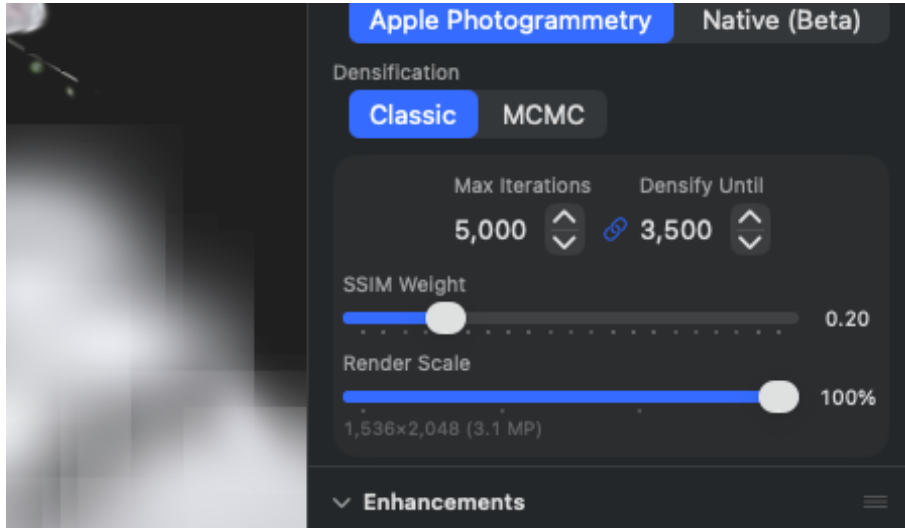
TEKNİK

Kategoriye göre farklı varsayılanla katlama durumu: kürasyonlu Capture Class grubu **açık** başlar, Classic, MCMC, Hybrid ve Custom **kapalı** başlar. Durum kalıcı değildir — uygulama yeniden başlatıldığında tüm kategoriler yine varsayılan durumda olur. Chevron oku animasyonlu döner. Başlığın sağındaki sayı, bu kategorideki önayar sayısını gösterir. Tıklama tepki alanı tüm başlık alanını kapsar.

KISACA

Önayar listesini düzenli tutmak için kategorileri aç ve kapat. Uygulama başlatıldığında Capture Class grubu açıktır, Classic, MCMC, Hybrid ve Custom kapalıdır. Başlığa tıkla (tüm alan tıklanabilir) ve liste kısa bir chevron animasyonu ile açılır veya kapanır. Sağdaki küçük sayı kategoride kaç önayar olduğunu gösterir. Uygulama yeniden başlatıldığında yine varsayılan durumdadır — uygulama bu katlama ayarını bilinçli olarak saklamaz.

Eğitim yapılandırması bölümü (I12–I22)



Şekil 11: Yalnızca Eğitim Yapılandırması bölümü kırpması — Camera Alignment (Apple Photogrammetry aktif, Native (Beta) etkin değil), Densification (Classic aktif), Link sembolüyle Max Iterations 5,000 / Densify Until 3,500, SSIM Weight kaydırıcı 0.20, Render Scale kaydırıcı %100'de (1,536x2,048 = 3.1 MP)

Merkezi kaldıraçlar burada toplanır: hangi SfM arka ucunun hesaplayacağı, Densification'ın nasıl çalışacağı, kaç iterasyon, SSIM ağırlığının ne kadar olacağı. MCMC stratejisinde Classic modunda gizlenen iki ek anahtar belirir („MCMC Quality“ ve „Auto-scale by scene“). Native SfM arka ucunda, yalnızca EXIF odak uzaklığı olmayan video kareleri için gerekli FOV Override alanı eklenir.

I12 Camera Alignment seçici

NEREDE

Inspector → Eğitim Yapılandırması → Camera Alignment (üstte segmentli seçici).

TEKNİK

İki seçenekli segmentli seçici: Apple Photogrammetry ve Native (Beta). Seçim, bir sonraki kamera yeniden yapılandırmasında kullanılacak SfM arka ucunu belirler. Aynı anda hangi ek Inspector öğelerinin görünür olacağını da etkiler: Native, yalnızca EXIF'siz video kareleri için gerekli FOV Override'ı (I13) ek olarak gösterir. Not: Çok büyük dış mekân çekimleri için harici bir aracın (Metashape veya COLMAP) sonucunu Workspace içe aktarma üzerinden yükleyebilirsin — Bölüm 1'e (M5) ve Bölüm 9'a (Q3, Q6) bak.

KISACA

Burada kamera konumlarının nasıl yeniden yapılandırılacağını seçersin — son kalite için en önemli anahtar. Apple Photogrammetry hızlı standarttır ve çoğu nesne taraması için tamamen yeterlidir. Native (Beta), App Store uyumlu kendi geliştirilen sürümdür, orbit ve turntable sahneleri için iyidir ve EXIF'siz video kareleri için FOV Override (I13) gerektirir. Çok büyük dış mekân setlerinde kameraları alternatif olarak Metashape veya COLMAP'te hesaplayıp sonucu Workspace içe aktarma üzerinden yükleyebilirsin. Sahne türüne göre detaylar ve öneriler Bölüm 9'da.

I13 FOV Override alanı (Native SfM)

NEREDE

Inspector → Eğitim Yapılandırması → FOV Override (yalnızca Camera Alignment = Native ise görünür).

TEKNİK

Sayısal metin alanı (Aralık 0-170°), Varsayılan 0 = EXIF veya sezgisel yöntemden otomatik belirleme. Manuel girdi, girdi görüntüleri odak uzaklığı meta verisi içermeyen bir videodan çıkarıldığında gereklidir. Tipik değerler: iPhone Wide $\approx 73^\circ$, DJI Mavic Wide-Crop $\approx 70^\circ$, Tam kare sensörlü dron $\approx 84^\circ$. Değer [0, 170] aralığına sıkıştırılır — dışındaki değerler doğrudan geri itilir. Yalnızca yerel SfM pipeline'ını etkiler (Q4/Q5); Apple Photogrammetry bu değeri tamamen yok sayar.

KISACA

Görüntülerin EXIF'i yoksa (çıkarılmış video karelerinde tipik), kameranın yatay görüş açısını derece cinsinden buraya girersin. Pratik değerler: iPhone Wide $\approx 73^\circ$, DJI Mavic Wide-Crop $\approx 70^\circ$, tam kare sensörlü dron $\approx 84^\circ$. 0, uygulamanın kendisinin tahmin etmesine izin verir — bu sıklıkla iyi gider, ama nadir mercıklar için yanlış gidebilir. 170° üzeri değerler otomatik geri itilir. Alan yalnızca Camera Alignment olarak Native (I12) seçtiğinde görünür ve etkindir — Apple Photogrammetry bunu tamamen yok sayar.

I15 Densification seçici

NEREDE

Inspector → Eğitim Yapılandırması → Densification (segmentli seçici, her zaman görünür).

TEKNİK

İki Densification stratejisi arasında geçiş yapar: Classic (Clone/Split/Prune ve gradyan eşliğiyle orijinal 3DGS yöntemi) ve MCMC (Yeniden konumlandırılmayla stokastik gradyan Langevin dinamiği, NeurIPS 2024). Classic'ten MCMC'ye geçişte uygulama, MCMC'ye özgü alanları test edilmiş varsayılan değerlere otomatik olarak ayarlar (Reg-Weights = 0, MCMC-Cap-Multiplier 3.0, Sample/Noise schedule). Bu otomatik başlatma olmadan eski önayarlı oturumlar 1.4.4 MCMC çöküş hatasından (460K→5 Gaussian, watchdog kill) etkilenirdi. Seçim ayrıca hangi Inspector öğelerinin görüneceğini belirler — MCMC'de I16/I17 belirir. Bölüm 6'da, T11–T16 (Classic) ve T61–T73 (MCMC) detaylı alan etkisi.

KISACA

Gaussian sayısının büyümesi için merkezi strateji seçimi. Classic 459 deneyden iyi ayarlanmıştır, hızlı ve yüksek kaliteli sonuçlar üretir ve MCMC alanlarını bilmeni gerektirmez. MCMC daha yeni yaklaşımdır (NeurIPS 2024), daha tekrarlanabilir ve manuel eşik ayarlamasından kaçınır — karşılığında karşılaştırılabilir kalitede yaklaşık 6x daha uzun hesaplar. MCMC'ye geçişte uygulama otomatik olarak güvenli varsayılanlar ayarlar, böylece eğitim 1.4.4 çöküşüne düşmez. Strateji alanları hakkında detaylar Bölüm 6'da (T11–T16 Classic, T61–T73 MCMC).

I16 MCMC Quality anahtarı

NEREDE

Inspector → Eğitim Yapılandırması → MCMC Quality (yalnızca Densification = MCMC ise).

TEKNİK

Gradyan birikimini 2 adıma (etkin) veya 1 adıma (etkin değil) çevirir. Optimizer adımı yürütülmeden önce iki ardışık kamera görünümünden gradyanları biriktirir. Ampirik olarak (Oturum 33, V544a) son L1 hatasını yaklaşık %6 azaltır (Horse-Full-MCMC'de 3 deneme ortalamasında Quality ile 0.0246, Quality olmadan 0.0261). Bedeli: iki katı eğitim süresi. Çok uzun eğitimlerde (200K iterasyon) bu ek 10+ dakika bekleme süresi getirir — yani yalnızca son birkaç yüzde kalite gerçekten gerektiğinde değer. Yalnızca eğitimi etkiler, dışa aktarma biçimini veya görüntüleyici görünümünü etkilemez.

KISACA

İki görünüm üzerinden gradyan birikimi olan MCMC için Quality modu. Sonuç ampirik olarak yaklaşık %6 daha iyi olur (Horse testinde 0.0261 yerine L1 0.0246), karşılığında iki kat daha uzun sürer. Zaten 200K MCMC eğitimi yapıyorsan (sıklıkla 2 saat), yanına neredeyse bir saat daha eklenir. Son showcase render'larında veya bir kalite sweep oturumunun sonunda değer; günlük iş akışında pek değil. Yalnızca Densification MCMC'de (I15) ayarlıysa görünür.

I17 Auto-scale by scene anahtarı

NEREDE

Inspector → Eğitim Yapılandırması → Auto-scale by scene (yalnızca MCMC'de).

TEKNİK

Etkinse, etkili Maks Gaussian üst sınırını SfM başlangıç nokta sayısı × MCMC üst sınır çarpanıyla (Varsayılan 3.0) ölçeklendirir. Örnek: SfM 250K başlangıç noktası sağlar, taban üst sınır = 150K, çarpan 3.0 → etkili üst sınır = $\max(150K, 750K) = 750K$. Devre dışıyken yalnızca taban geçerlidir. v1.4.5 için tanıtıldı, çünkü 1000'den fazla kare ile büyük dış mekân çekimlerinde ve buna karşılık gelen yüksek SfM nokta yoğunluğunda, sabit 150K üst sınır varsayılanı Densification'ı aç bırakıyordu — gereksiz noktalar kalıyordu, yenileri oluşmıyordu. Custom önayarlarında varsayılan KAPALI, MCMC Built-in'lerde AÇIK. Yalnızca eğitim sırasında etkilidir, dışa aktarmada değil.

KISACA

Maksimum Gaussian sayısının sahne boyutuyla (daha doğru-su: SfM başlangıç nokta sayısı-yla) birlikte büyümesine izin verir. Küçük sahnelerde neredeyse hiç fark hissetmezsin, büyük dış mekân sahnelerinde kalite için çoğu kez belirleyicidir — aksi takdirde eğitim „boğulur“, çünkü 150K varsayılan üst sınırı sahne için çok düşüktür. Çok büyük dış mekân setlerinin (1000'den fazla kare) gözle görülür biçimde üst sınıra takıldığı görüldükten sonra v1.4.5 için tanıtıldı. MCMC Built-in önayarlarında zaten önceden açıktır; kendi önayarlarında varsayılan kapalı.

I18 Max Iterations stepper

NEREDE

Inspector → Eğitim Yapılandırması → GroupBox → Max Iterations.

TEKNİK

Aralık 1 000–100 000, adım 1 000 olan stepper. Toplam optimizasyon iterasyon sayısını belirler. Eğitim süresi ile doğrusal ilişkilidir (yarıya bölme = yaklaşık %50 süre). Ampirik tatlı noktalar: 20K (Classic Balanced, $L1 \approx 0.028$), 40K (Classic Quality, $L1 \approx 0.023$), 200K (MCMC Full, $L1 \approx 0.0246$). Classic'te 40K üzeri ortalama olarak neredeyse iyileşme getirmez — Diminishing Returns. Değişimde Link işlevi (I19) etkinse, Densify Until orantılı olarak birlikte sürüklenir (Varsayılan oran: 0.5, yani Densify-Until = $\text{Max}/2$).

KISACA

Kaç eğitim adımı yürütüleceği — daha fazlası daha iyi, ama doğrusal olarak daha fazla süreye de mal olur. Pratik kural: iyi kalite için 20 000, Classic stratejisinde optimum için 40 000 (üzerinde ortalama olarak neredeyse hiç fark etmez). MCMC çok daha fazlasına ihtiyaç duyar, burada 200 000 standarttır. İterasyonu iki katına çıkarmak eğitim süresini kabaca iki katına çıkarır. Etkin Link düğmesinde (I19) Densify Until orantılı olarak birlikte sürüklenir — pratik olarak her zaman istediğin budur.

I19 Link/Unlink düğmesi (Densify ↔ Iterations)

NEREDE

Inspector → Eğitim Yapılandırması → GroupBox → Max Iterations ile Densify Until arasındaki küçük Link düğmesi.

TEKNİK

Densify Until'in Max Iterations'a oranını donduran anahtar düğme. Etkinde (Link simgesi vurgulu) Max Iterations'taki her değişiklikte Densify Until orantılı olarak çekilir. Unlink'te (Link artı simgesi) değerler bağımsız kalır. Varsayılan linkedir, çünkü bu tipik korelasyonu yansıtır — eğitimi iki kat iterasyona çekersen, çoğunlukla Densification'ı da orantılı olarak daha uzun çalıştırmak istersin. Oran, Link düğmesini ayarlarken mevcut değerden hesaplanır; tipik bir oran 0.5'tir (Densify-Until = iterasyon sayısının yarısı).

KISACA

Max Iterations ile Densify Until arasında küçük zincir düğmesi. Etkinse (Link simgesi vurgulu) iki değer birlikte gezer — iterasyonu iki katına çıkarırsan, Densify Until de aynı oranda iki katına çıkar. Değilse (link.badge.plus simgesi) onları bağımsız ayarlayabilirsin. Standart linkedir, çünkü bu tipik korelasyonu yansıtır — daha uzun eğitim çoğunlukla daha uzun Densification aşaması da ister. Vakaların %99'unda yerinde bırak.

I20 Densify Until stepper

NEREDE

Inspector → Eğitim Yapılandırması → GroupBox → Densify Until.

TEKNİK

Aralık 500–50 000, adım 500 olan stepper. Clone/Split (Classic) veya Yeniden Konumlandırma (MCMC) yoluyla artık yeni Gaussian eklenmediği iterasyon endeksini belirler. Ulaşıldıktan sonra yalnızca konum ve renk ince ayar yapılır. Daha yüksek değerler = daha fazla Gaussian = daha büyük dosya, daha uzun iterasyon başına süre (adım başına +%30-60 GPU süresi). Tipik değerler: 15K (30K Max-Iter için), 20K (40K için), 100K (200K MCMC için). Link etkinse (I19) otomatik olarak birlikte ölçeklenir. Classic vs MCMC'de farklı etki eder: Classic büyümeyi tamamen durdurur, MCMC yeniden konumlandırma mantığını durdurur, ama örnek/gürültü uyarlaması çalışmaya devam eder.

KISACA

Hangi iterasyona kadar yeni Gaussian'ların eklenebileceği — Classic'te Clone/Split ile, MCMC'de yeniden konumlandırma ile. Sonrasında yalnızca mevcut noktaların renk ve şekil ince ayarı yapılır. Daha yüksek = daha fazla detay, ama daha büyük dosya ve adım başına %30-60 GPU süresi. Tipik değerler: 15K (30K Max-Iter için), 20K (40K için), 100K (200K MCMC için). Normalde Link (I19) üzerinden Max Iterations'a bağlıdır — bunu manuel olarak ayırmak nadiren anlamlıdır.

I21 SSIM Weight kaydırıcı**NEREDE**

Inspector → Eğitim Yapılandırması → GroupBox → SSIM Weight.

TEKNİK

0.0–1.0 arası, 0.05 adımda kaydırıcı, „0.20” olarak gösterilir. L1 kaybını (0.0) ve SSIM kaybını (1.0) karşılaştırır. L1 piksel başına parlaklığı sıkılaştırır, SSIM yapısal benzerliği (kenarlar, yerel istatistikler). Varsayılan 0.2, orijinal 3DGS makalesinin (Kerbl 2023) değeridir ve çok sayıda oturumda dayanıklı uzlaşma olarak tersine mühendislikle bulunmuştur. Daha yüksek değerler (0.5+) detay korumayı destekler ama yerel parlaklık hatalarını yok sayabilir. Daha düşük değerler (< 0.1) keskin kenarlarda detay kaybına yol açar. SSIM hesaplama shader’da 11×11 Gaussian pencereyle çalışır. Performans: 0.0’da (yalnızca L1) eğitim yaklaşık %8-12 daha hızlıdır, çünkü SSIM hesaplama shader’da atlanır.

KISACA

Yapısal görüntü benzerliğinin (kenarlar, yerel desenler) saf parlaklık karşılaştırmasına göre ne kadar ağırlıklandırıldığı. 0.2, orijinal 3DGS makalesinden standart ve neredeyse tüm sahneler için yeterlidir. Saç, kürk veya bitki örtüsü gibi ince yapılarda daha yüksek (0.5+) — orada daha fazla yapı ağırlığı yardımcı olur. Daha düşük (0.0) eğitimi yaklaşık %8-12 daha hızlı yapar, çünkü SSIM hesaplama shader’da atlanır, ama keskin kenarlarda detaya mal olur. Değişiklik için iyi bir nedeni olmayan, 0.2’yi bırakır.

I22 Render Scale kaydırıcı**NEREDE**

Inspector → Eğitim Yapılandırması → GroupBox → Render Scale.

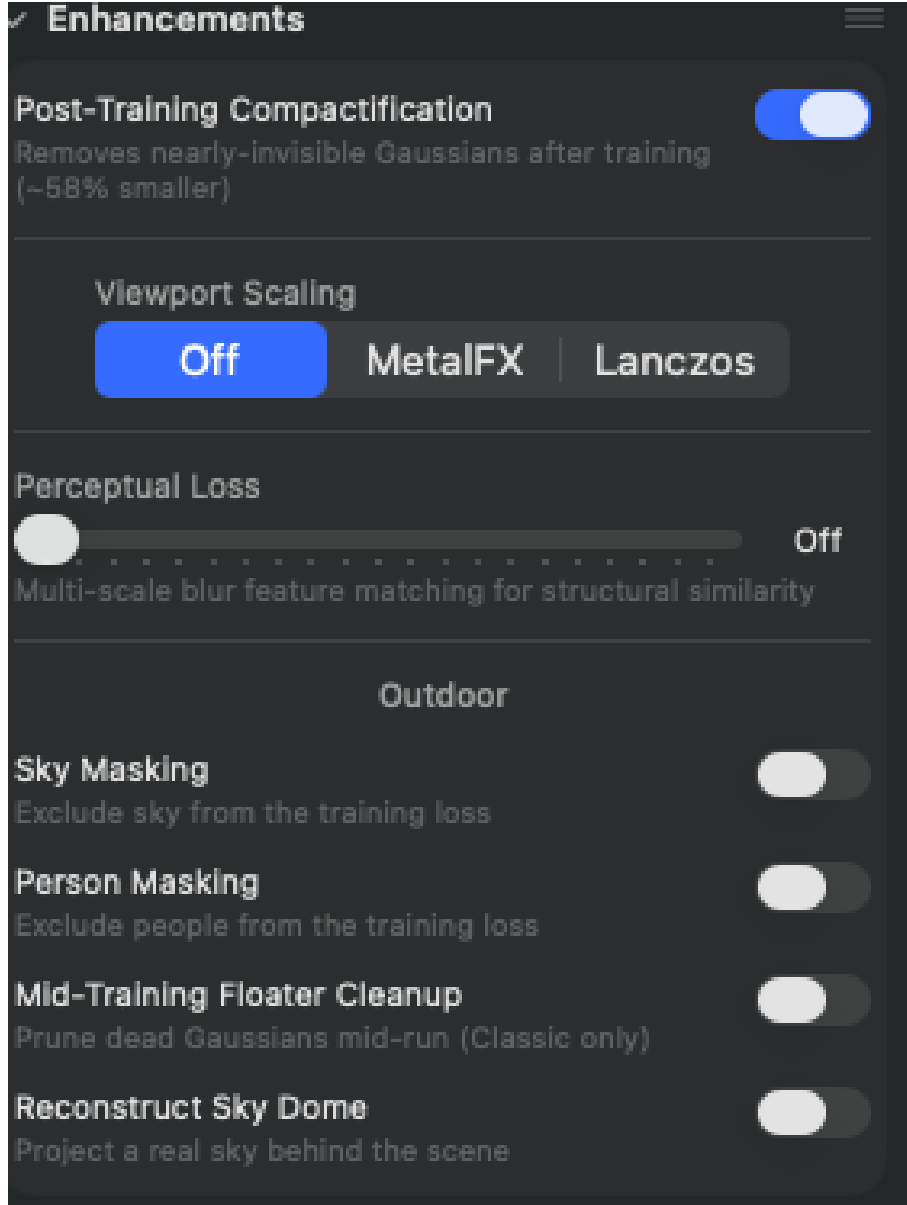
TEKNİK

0.25–1.0 arası, 0.25 adımda kaydırıcı, „100%” olarak gösterilir. Eğitim render çözünürlüğünü kaynak görüntü boyutuna göre ölçeklendirir. Performans üzerinde en büyük kaldiraç: %50 GPU süresini yaklaşık %75 azaltır (çünkü 4× daha az piksel), %25 yaklaşık %94. Gradyan eşiği otomatik olarak birlikte ölçeklenir. Kaydırıcının altında MP cinsinden canlı çözünürlük gösterimi belirir (ör. „2304×1296 (3.0 MP)”). Mevcut değer önerilenden farklıysa turuncu yazıyla „— recommended: 50%” gösterilir. Öneri ~3 MP etkin çözünürlüğü hedefler — Apple Silicon GPU’ları tarafından en verimli işlenen aralık. 4K kaynak görüntüleri örneğin otomatik olarak %25 önerilir, FullHD görüntüleri %100. Değişiklik ek olarak buffer yeniden tahsisini de tetikler.

KISACA

Eğitimin hangi çözünürlükte render edeceği — en büyük performans kaldıraçlarından biri. Tam (%100) en iyi kaliteyi verir ama büyük görüntülerde çok GPU süresine mal olur. Yarı (%50) GPU süresinin yaklaşık %75’ini kazandırır, çünkü dört kat daha az piksel hesaplanır — 4K kaynaklar için mükemmel. Kaydırıcının altında etkin çözünürlüğü megapiksel cinsinden görürsün; uygulama yaklaşık 3 MP’yi hedefler, çünkü bu Apple Silicon’da en verimli çalışır. Değerin bundan farklıysa, uygulama turuncu „recommended” uyarısı görüntüler — çoğunlukla buna uymaya değer.

Enhancements bölümü (I26–I29, I42–I44)



Şekil 12: Yalnızca Enhancements bölümü kırpması — üç satır: Post-Training Compactification (anahtar açık), Viewport Scaling (segmentli seçici Off/MetalFX/Lanczos), Perceptual Loss (kaydırıcı „Off”ta). Her satır alt başlıkla işlevi açıklar

Enhancements bölümü, çekirdek eğitim döngüsünün kendisini değiştirmeden görüntü kalitesini artıran üç özelliği gruplar. İlk ikisi (I26–I27) **eğitim sonrası** veya **görüntüleyici aşamalarıdır**: Compactification eğitim bittikten sonra temizlik yapar, Viewport Scaling çalışan eğitimi etkilemeyen saf bir görüntüleyici render’cisidir. Bölüm üyeliğine rağmen Perceptual Loss (I29) bir eğitim bileşenidir — eğitim sırasında ek bir kayıp terimi olarak etkinleştirilir; bu yüzden görüntüleyici anahtarlarından bir ayırıcı ile ayrılmıştır.

v1.6 itibarıyla bölümde ayrıca bir Outdoor grubu bulunur (I42–I44: Sky Masking, Mid-Training Floater Cleanup, Reconstruct Sky Dome) — eskiden Ayarlar penceresinde yer alan ve artık burada proje başına duran, gökteki floater’lara karşı eğitim seçenekleri.

I26 Post-Training Compactification anahtarı**NEREDE**

Inspector → Enhancements → Post-Training Compactification.

TEKNİK

V443 son işlemeyi etkinleştirir: Eğitim iterasyonları tamamlandıktan sonra opaklığı 0.01'in (görünürlük %1) altındaki Gaussian'lar silinir. Ampirik olarak görsel kalite kaybı sıfır olarak dosya boyutunu ~%55-58 azaltır — çünkü bu Gaussian'lar görsel olarak zaten katkıda bulunmuyor. Compactification GPU compact geçişi olarak çalışır ve Gaussian sayısına göre saniyenin parçası ile birkaç saniye arasında sürer. Eğitim performansını etkilemez. Bu anahtar kapalıysa görünmez Gaussian'lar da dışa aktarılır — yalnızca biçimi başka bir eğitim aşaması için kullanmak istiyorsanız ilgilidir (Continue Training), aksi takdirde bellek israfıdır.

KISACA

Eğitimden sonra zaten göremediğin Gaussian'ları (opaklığı %1 altında) temizler. Dışa aktarma dosyalarını yaklaşık yarıya kadar küçültür (%55-58 boyut azaltma) görünür kalite kaybı olmadan. Son iterasyondan sonra kısa bir GPU geçişi olarak çalışır, yalnızca saniyenin parçası ile birkaç saniye sürer. Pratikte her zaman açık olmalı — bunu kapatmanın tek nedeni eğitimi daha sonra Continue Training ile sürdürmek istemen ve görünmez Gaussian'ları da tutmak zorunda olmandır. Normal dışa aktarma iş akışlarında basitçe açık bırak.

I27 Viewport Scaling-Seçici

NEREDE

Inspector → Enhancements → Viewport Scaling (üç seçenekli segmentli seçici: Off, MetalFX, Lanczos).

TEKNİK

Görüntüleyici yukarı ölçekleyicisini seçen tek bir segmentli seçici — üç seçenek **birbirini dışlar**. Eğitim çözünürlüğü (I22 Render Scale ile) görüntüleyici boyutundan düşükse, seçilen mod render edilen kareyi görüntüleme boyutuna yukarı ölçekler. **Off** = basit bilineer germe. **MetalFX** = Apple'ın ML tabanlı uzaysal yukarı ölçekleyicisi, en keskin seçenek (ML modeli keskin kenarlar için optimize edilmiştir), M3 GPU'larda kare başına yaklaşık 1-2ms ek yük. **Lanczos** = Apple'ın Metal Performance Shaders'ı, 8-tap sinc yeniden örneklemeyle, ML olmadan klasik, minimal ek yük (< 0.5ms), kalite MetalFX'in altında ama ince çizgi yapılarının ML tipik „yumuşaması“ olmadan. Render'cı pipeline'ı değiştirildiğinde canlı yeniden yapılandırılır — yeniden başlatmadan hemen görünür. **Arka plan:** Eskiden bunlar aynı anda açık olabilen iki ayrı anahtardı (MetalFX + Lanczos) — MetalFX'in sessizce Lanczos'u geçtiği çelişkili bir durum. Seçici bu durumu kaldırır; eski oturumlardan miras alınmış olası bir „ikisi-de-açık“ durumu, bir sonraki geçişte kendini MetalFX'e iyileştirir. **Yalnızca** canlı görüntüleyiciye etki eder, render edilmiş dışa aktarmalara değil (orbit video, ekran görüntüleri) — bunlar tam kaynak çözünürlüğünde render edilir.

KISACA

Görüntüleyicideki canlı görüntüyü keskinleştirir — özellikle azaltılmış eğitim çözünürlüğünde (Render Scale %50, bkz. I22) çalışıyorsan yararlıdır. Her zaman yalnızca birinin etkin olduğu üç kademe: „Off“ pikselleri basitçe gerer, „MetalFX“ en keskin kenarlar için Apple'ın Machine-Learning'ini kullanır (pratikte hemen her zaman en iyi seçim), „Lanczos“ ise ML'siz klasik filtredir — MetalFX bir sahnede sana çizgileri düzleştiriyor veya eserler gösteriyorsa onu geri dönüş olarak al. Canlı, yani yeniden başlatmadan etkilidir. Yalnızca canlı görüntüleyicide etkili, dışa aktarılmış orbit videolarında veya ekran görüntülerinde değil — bunlar tam kaynak çözünürlüğünde render edilir. Eskinin aksine artık yanlışlıkla iki modu aynı anda seçemezsin.

I29 Perceptual Loss kaydırıcı**NEREDE**

Inspector → Enhancements → Perceptual Loss.

TEKNİK

0.0–0.2 arası, 0.01 adımda kaydırıcı, 0.0'da „Off“ olarak, aksi takdirde „0.05“ vb. olarak gösterilir. Render'ın çoklu ölçekli Gaussian bulanıklığını ground truth görüntüyle karşılaştıran ek bir kayıp terimini etkinleştirir (3 bulanıklık ölçeği). L1+SSIM tek başına algılamayan yapısal farkları yakalar. V460 uygulaması. Ampirik olarak 0.05–0.1 arası bir değer oturumlarda L1 puanını birkaç yüzde iyileştirir ama ~%5 eğitim süresine mal olur (bulanıklık çekirdekleri üzerinden ek forward geçişi). 0.15 üzerinde eğitim istikrarsızlaşır ve L1 yine kötüleşir (kayıp terimi optimizasyona egemen olur). Eğitim **sirasında** etkilidir, son işlemede değil — yani „Enhancements“ bölümündeki konumuna rağmen bu, sonradan saf bir iyileştirme değildir.

KISACA

Üç farklı bulanıklık seviyesinde yapısal görüntü benzerliğini kontrol eden ek bir kayıp payı. Özellikle saç, kumaş veya bitki örtüsü gibi ince yapılı sahnelerde yardımcı olur, çünkü L1+SSIM tek başına görmediği desenleri yakalar. Daha küçük değerler daha güvenlidir — 0.05 ile 0.1 arası tatlı nokta, 0.15 üstünde eğitim istikrarsızlaşır ve kayıp yeniden kötüleşir. 0'da (Off) işlev tamamen kapalı ve hiçbir maliyeti yok; etkinken bulanıklık çekirdekleri üzerinden ekstra forward geçişi için yaklaşık %5 eğitim süresi yutar. „Enhancements“ bölümüne rağmen doğrudan eğitim sırasında etkilidir, yalnızca son işlemede değil.

I42 Sky Masking**NEREDE**

Inspector → Enhancements (Outdoor grubu) → „Sky Masking“ anahtarı. Bağlı: `AppState.trainingConfig.skyMaskingEnabled` (proje başına, `@DefaultFalse`). Varsayılan: `false` .

TEKNİK

Eğitim öncesi Apple Vision tabanlı gök piksel segmentasyonunu etkinleştirir. Eğitim başlangıcından önce her girdi kamerası için gök bölgesi Apple Vision foreground maskesiyle çıkarılır (Gök = Arka plan) ve ilgili kameraya piksel başına maske olarak atanır. Eğitim sırasında piksel başına kayıp katkısı gök maskesinin tümleyenine çarpılır — gök pikselleri gradyanla 0 katkı sağlar; böylece göğe projekte olan Gaussian'lar optimizasyon sinyali almaz ve „daha yoğun“ ya da „daha parlak“ olmaz. Dış mekân/dron sahnelerinde floater'ları (gökte koyu yumakçıklar) önemli ölçüde azaltır. Klasik 40K eğitiminde ~%3 L1 gerilemesine mal olur (bkz. `memory/dev_outdoor-floater-reduction.md`). Yalnızca açıkça tanınabilen gökle dış mekân sahnelerinde anlamlıdır; iç mekân sahnelerinde veya beyaz arka planda gök segmentasyonu yanlış alanları tanımlar ve geçerli kayıp sinyallerini engeller. Değer artık proje başına saklanır (artık uygulama genelinde değil) ve önayarı / sahne dosyasını izler.

KISACA

Gök içeren dış mekân çekimlerinde sıklıkla gökte siyah ya da renkli yumakçıklar oluşur — bunlara „floater“ denir. Bu seçenek göğün nerede olduğunu otomatik algılar ve eğitime „göğü rahat bırak“ der. Dron uçuşları ve manzara sahnelerinde çok iyi çalışır. İç mekânlarda ya da koyu arka planlarda görüntüyü bozabilir — yani sadece gerçek gök görünüyorsa aç. Detaylar: `memory/dev_outdoor-floater-reduction.md`.

I43 Eğitim Ortası Floater Temizliği

NEREDE

Inspector → Enhancements (Outdoor grubu) → „Mid-Training Floater Cleanup“ anahtarı. Bağlı: `AppState.trainingConfig.floaterCleanupEnabled` (proje başına, `@DefaultFalse`). Varsayılan: `false`.

TEKNİK

Classic-40K eğitimde („P4 Quality“ önerisi) iki ek yoğunluk kontrol geçişi açar: iterasyon 20,000’de ve iterasyon 30,000’de. Her iki geçiş de tüm Gaussian’ları üç kriter için tarar: (a) çok düşük opaklık (standart 0.005), (b) küçük ekran uzayı boyutu, (c) son 1000 iterasyonda kayıp katkısının olmaması. Üç koşulun tamamını sağlayan Gaussian’lar budanır. Etki: eğitim sonunda ~%5–15 daha az Gaussian, dron/dış mekân sahnelerinde gökte gözle görülür biçimde daha az koyu yumakçık. Yakın çekim iç mekân sahnelerinde ~%1–3 L1 gerilemesine mal olur, bu yüzden varsayılan olarak etkin değildir. İki temizlik iterasyonu (20K, 30K) sabit tanımlıdır ve şu anda UI üzerinden değiştirilemez; daha kısa eğitimlerde (ör. P2 Preview 5K) anahtarın etkisi yoktur, çünkü iterasyon işaretlerine asla ulaşmaz. **Yeni:** Anahtar yalnızca aktif öneri **Classic** densifier kullandığında işletilebilir (`densificationStrategy == .classic`). MCMC veya Hybrid için **devre dışı** kalır ve satır içi bir not belirir, çünkü bu stratejiler ölü Gaussian’ları zaten kendileri ele alır (MCMC yeniden konumlandırma yoluyla, Hybrid birleşik reloc/noise mantığı yoluyla) — manuel temizlik geçişleri orada etkisiz veya kontraproduktif olurdu. Kod referansı: `RadianceKitApp.swift`, General sekmesi. Detaylar: `memory/dev_outdoor-floater-reduction.md`.

KISACA

Eğitim sırasında bazen artık görüntü kalitesine katkı sağlamayan ama bellek kaplayan „ölü“ Gauss noktaları oluşur. Bu seçenek uzun bir eğitim sırasında iki kez (20K ve 30K iterasyonlarda) temizlik yapar ve bu cesetleri kaldırır. Gökle dış mekân sahnelerinde özellikle anlamlıdır, çünkü floater’ların çoğu orada birikir. Küçük eğitimlerde veya mobilya yakın çekimlerinde pek gerekli değildir. Anahtar yalnızca önerinin Classic densifier kullandığında açılabilir — MCMC veya Hybrid önerilerinde griye alınır (kısa bir açıklamayla), çünkü bunlar ölü noktalarını kendileri temizler.

I 44 Sky Dome'u Yeniden Yapılandır**NEREDE**

Inspector → Enhancements (Outdoor grubu)
→ „Reconstruct Sky Dome“ anahtarı. Bağ-
lı: AppState.trainingConfig.skyDomeEnabled (proje
başına, @DefaultFalse). Varsayılan: false .

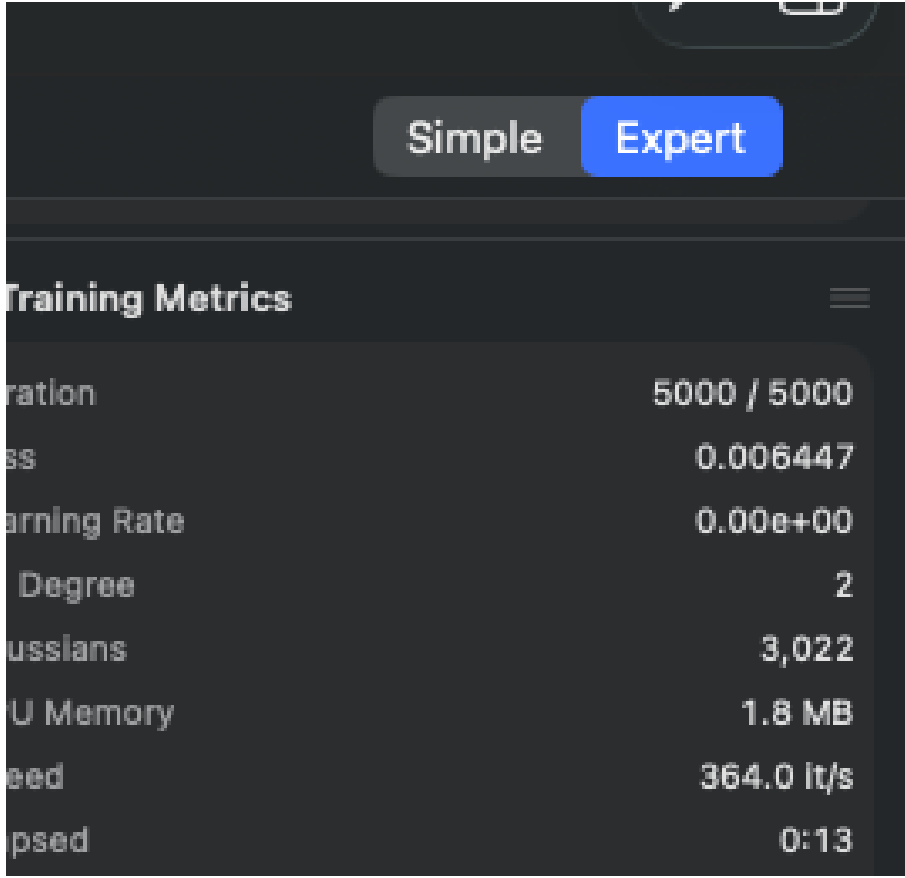
TEKNİK

Eğitim öncesi Sky-Dome projeksiyonunu etkinleştirir (V549e MVP). SfM'den sonra ve eğitim başlangıcın-
dan önce her girdi kamerası için I42 ile paylaşılan
Apple Vision gök maskesi görüntüden çıkarılır, gök
pikselleri kamera intrinsikleriyle sanal bir küre yüze-
yine ters projeksiyonlanır (standart yarıçap 8x sah-
ne yarıçapı). Bu küre üzerinde projekte edilen gök
piksellerinden gelen renk ortalamaları, çok büyük
ölçeklendirme (sahne birimlerinde 1.0) ve başlangıç
opaklığı 0.95 ile ~5000 yeni Gaussian başlatılır.
Bu 5000 Gaussian klasik anlamda bir gök maske-
si değildir — diğerleri gibi eğitilirler, ama yüksek
başlangıç opaklığıyla ince bir kabukta bırakılırlar.
Sonuç: dış mekân/dron sahnelerinde 360° novel gö-
rünümlerde koyu konfeti yumakçıkları yerine gerçek
gök rengi ve bulut yapıları görünür. Değer yeniden
başlatmalar arasında hatırlanır. Yalnızca en azından
360° kamera kapsamı olan dış mekân sahnelerinde
anlamlıdır; gök görünümü olmayan saf nesne yaka-
lamalarında etkisi yoktur. Durum: deneysel, daha
geniş A/B doğrulaması ek dış mekân setlerinde bek-
liyor.

KISACA

Eğitim, görünen birkaç piksel-
den göğü „tahmin“ etmeye çalış-
mak yerine (bu floater'lara yol
açar), RadianceKit eğitim başla-
madan önce gök piksellerini doğ-
rudan sahne etrafındaki sanal bir
küreye projeksiyonlanır. Bittiğinde
sahneyi 360° döndürdüğünde si-
yah yumakçıklar yerine gerçek
gök görürsün. Yalnızca gerçekten
gökte gök olan dış mekân çekim-
lerinde çalışır. Oturma odası ta-
ramalarında veya stüdyo çekim-
lerinde bir şey katmaz.

Metrikler bölümü (I30–I38)



The screenshot shows the 'Training Metrics' section in the Inspector (Expert View). At the top, there are two buttons: 'Simple' and 'Expert', with 'Expert' being the active view. Below the buttons, the 'Training Metrics' section is displayed with a list of metrics and their values:

Metric	Value
Iteration	5000 / 5000
Loss	0.006447
Learning Rate	0.00e+00
Degree	2
Gaussians	3,022
GPU Memory	1.8 MB
Speed	364.0 It/s
Elapsed	0:13

Şekil 13: Bouquet üzerinde tamamlanmış eğitim sonrası yalnızca Training Metrics bölümü kırpması (5K iterasyon, sonunda 2 991 Gaussian) — eğitim metrikleriyle tablo (Iteration, Loss, SSIM Loss, Combined Loss, Gaussian Count, Learning Rate, Elapsed, ETA)

Bir eğitim çalışırken Metrikler bölümü eğitim döngüsünden dokuz canlı değer gösterir. Eğitim başlamadan önce bölüm boştur („Start training to see live metrics“). Tüm değerler her ~30 iterasyonda güncellenir (akış güncelleme sıklığı). Bölüm salt okunur — hiçbir öge tıklanamaz veya değiştirilemez. Daha derin analiz için ~/Documents/RadianceKit/Logs/ altındaki JSONL eğitim günlüklerini kullan (script python3 scripts/analyze_logs.py best 5).

I30 Iteration

NEREDE

Inspector → Metrikler → Iteration. Salt okunur.

TEKNİK

„4523 / 40000” biçiminde gösterim — toplam planlanan iterasyonlar üzerinde mevcut iterasyon. Değerleri her ~30 iter’de gönderen eğitim döngüsüyle senkron sayar. İkinci sayı, başlangıç anındaki Max Iterations değerine karşılık gelir; kullanıcı stepper’ı daha sonra değiştirirse bile değişmez — çalışan çalıştırma kendi anlık görüntü kopyasını kullanır. Uygulama Training menüsünden iterasyon eklediğinde (Continue Training +5K/+10K/+20K) payda artar.

KISACA

Eğitimin şu anda nerede olduğu. „4523 / 40000” demek: 40 000 adımdan 4523’ü tamamlandı, yani yaklaşık %11 bitti. Sol sayı saniye saniye sayar; dakikalarca yerinde duruyorsa, eğitim takılıdır — çoğunlukla GPU throttling veya yarışan uygulama belirtisi. Sağ sayı, eğitim başlangıcındaki Max Iterations değerine (I18) karşılık gelir ve stepper’ı sonradan değiştirsen bile değişmez. Continue Training’de (+5K/+10K/+20K) ek adımlarla birlikte büyür.

I31 Loss

NEREDE

Inspector → Metrikler → Loss. Salt okunur.

TEKNİK

Altı ondalık basamaklı float değeri (ör. „0.024385”). Birleştirilmiş L1+SSIM kaybını (karışım I21 SSIM Weight üzerinden kontrol edilir) artı isteğe bağlı Perceptual Loss (I29) ve diğer düzenleyicileri ölçer. Ölçek mutlak değildir, sahneye bağlıdır — çoğu karşılaştırma için aynı veri setini gerektirir. İyi yapılandırılmalarda tipik son değerler: - Classic Quality 40K iter: 0.022–0.025 (Horse, Truck, Garden) - MCMC Full 200K iter: 0.024–0.028 - Dış mekân dronu 30K: 0.030–0.060 (geometriye bağlı olarak daha kötü) - İç mekân daireler: 0.018–0.025

5K iterasyondan sonra 0.10 üzerindeki değerler SfM sorunlarına (kötü kamera pozları) işaret eder — iptal et ve SfM’yi yeniden hesapla.

KISACA

Render edilen görüntünün orijinalden ne kadar saptığı — L1, SSIM ve gerektiğinde Perceptual Loss’tan birleştirilmiş. Daha küçük daha iyi. 0.03’ün altı çoğu kez gerçekten iyidir, 0.05’in altı hâlâ tamamdır, dış mekân sahneleri geometriye bağlı olarak daha çok 0.03-0.06’dadır. Birkaç bin iterasyondan sonra 0.10 üstü uyarı sinyalidir — çoğunlukla kamera yeniden yapılandırmasındadır (SfM temiz çalışmamıştır). Ölçek mutlak değildir, sahneye bağlıdır; yalnızca aynı veri seti içinde karşılaştırma yap. Sayı aniden yukarı sıçrarsa, çoğunlukla bir gradyan patlaması olayı olmuştur.

I32 Learning Rate



NEREDE

Inspector → Metrikler → Learning Rate. Salt okunur.



TEKNİK

Bilimsel notasyon gösterimi (ör. „1.60e-04“). Konum parametreleri için mevcut öğrenme hızı (3DGS'in konum, SH-DC, SH-Rest, opaklık, ölçek, dönüş için altı bağımsız LR'si vardır — burada temsili büyüklük olarak konum LR'si gösterilir). Varsayılan başlangıç değeri 1.6e-4, üstel azalma üzerinden eğitim sonunda ~1.6e-6'ya iner. Azalma, Eğitim Yapılandırması'ndaki LR Schedule alanı üzerinden (Bölüm 6'da T alanı) ayarlanabilir. LR olağandışı şekilde yüksek kalırsa (ör. 10K iterasyondan sonra 1e-3 veya daha fazla), bu yanlış yüklenmiş bir yapılandırmaya işaret edebilir.

KISACA

Optimizasyon adımlarının şu anda ne kadar büyük olduğu — somut olarak Gaussian konumları için öğrenme hızı. 1.60e-04'te başlar ve eğitim sonunda yaklaşık 1.60e-06'ya üstel olarak düşer („1.60e-06” = 0.0000016). Seyir otomatiktir, burada bir şey ayarlamana gerekmez. Değer 10 000+ iterasyondan sonra hâlâ 1e-3'ten büyükse, muhtemelen hatalı bir config yüklenmiştir — eğitimi iptal et ve önayarı yeniden seç. İçeride 3DGS'in altı bağımsız öğrenme hızı vardır (Konum, SH-DC, SH-Rest, Opaklık, Ölçek, Dönüş); burada yalnızca temsilci olarak konum LR'sini görürsün.

I33 SH Degree



NEREDE

Inspector → Metrikler → SH Degree. Salt okunur.



TEKNİK

0-3 tam sayı. Renk temsili için küresel harmonik derecesi. 0'da başlar (yalnızca DC bileşeni, yani Gaussian başına yön bağımsız renk — yani yalnızca bir RGB sabiti) ve eğitim seyrinde aşamalı olarak 3'e yükselir. Standart schedule, 1000/2000/3000 iterasyonlarda dereceyi 1'er yükseltir. SH-3, Gaussian başına 48 renk katsayısına karşılık gelir (3 RGB kanalı x 16 SH taban fonksiyonu). Daha yüksek SH derecesi = daha yön bağımlı yansıma (parlak yüzeyler farklı bakış açılarından doğru biçimde farklı görünür), ama daha fazla bellek ve daha yavaş eğitim.

KISACA

Gaussian başına renk temsiline şu anda ne kadar karmaşık olduğu. 0'da başlar (nokta başına yalnızca yön bağımsız renk) ve kademeli olarak 3'e çekilir — tipik olarak iterasyon 1000, 2000 ve 3000'de. Aşama 3 Gaussian başına 48 renk katsayısı demek ve yön bağımlı yansımalara izin verir, yani parlak yüzeyler farklı bakış açılarından doğru biçimde farklı görünür. Aktif olarak ellemeden gerekmez, schedule otomatik çalışır. Daha yüksek derece daha fazla belleğe mal olur ve eğitimi hafifçe yavaşlatır — ama bu, gerçekçi parlıtların bedelidir.

I34 Gaussians

NEREDE

Inspector → Metrikler → Gaussians. Salt okunur.

TEKNİK

Modeldeki mevcut Gaussian sayısı, yerel ayırım sembolüyle biçimlendirilir (ör. „524.318”). Büyüme: - Classic: SfM başlangıç noktalarında (tipik 50K-300K) başlar, Densify Until'in hemen öncesine kadar Clone/Split ile büyür, sonra eğitim sonuna kadar statik (budama hariç) - MCMC: Örnek noktaları MCMC üst sınırına kadar eklenir, sonra yalnızca yeniden konumlandırma

Sağlıklı son değerler: - Classic Quality: 400K-700K (Horse 524K, Garden 800K) - MCMC Full: tam olarak üst sınırdan (Varsayılan 150K, Auto-Scale çarpanı × SfM sayısına göre sahneye bağlı 500K-1.5M)

MCMC'de sayı üst sınırın < %60'ına düşerse → anormal (çöküş göstergesi, çok agresif düzenleyicilere işaret eder).

KISACA

3D modelin şu anda kaç Gaussian noktası olduğu. Eğitim sırasında Densify Until'e (I20) ulaşılan kadar büyür; sonra sayı pratikte sabit kalır. Daha fazla nokta = daha fazla detay, ama daha büyük dosya ve görüntüleyicide daha yavaş render. 500.000 Gaussian orta bir sahnede Classic Quality için tipik bir orta değerdir; MCMC Full Auto-Scale'e (I17) bağlı olarak 500K ile 1.5M arasına düşer. MCMC'de sayı aniden üst sınırın %60'ının altına düşerse, bu bir çöküş göstergesidir — çoğunlukla çok agresif düzenleyiciler.

I35 GPU Memory

NEREDE

Inspector → Metrikler → GPU Memory. Salt okunur.

TEKNİK

Gaussian buffer bellek tüketiminin tahmini, Gaussian sayısı × 616 bayt olarak (bellek stilinde biçimlendirilmiş). 616 bayt, tam donanımlı bir Gaussian'ın (konum, ölçek, dönüş, opaklık, SH katsayıları derecesi 3, gradyan biriktiricisi) ampirik boyutudur. Gösterim render'cı ek yükünü (tile buffer, sort buffer, backward buffer) **içermez** — gerçek GPU bellek ihtiyacı tipik olarak bu değer 2-3× üzerindedir. 500K Gaussian'da: gösterilen ~290 MB, gerçek ~700 MB. 1.5M Gaussian'da: gösterilen ~880 MB, gerçek ~2.5 GB. 64+ GB Unified Memory'li M3 Max'ta kritik değildir, 18 GB'lı M3 Pro'da zaten bir limit.

KISACA

Gaussian'ların kendisinin ne kadar GPU belleği kapladığının bir tahmini — nokta başına yaklaşık 616 bayt. Gerçek GPU tüketimi gösterilenden 2-3× daha yüksektir, çünkü render'cı kendi tile, sort ve backward buffer'larını da ekler. 16-18 GB Unified Memory'li bir MacBook'ta 500K Gaussian'ın altında kalman gerekir; M3 Max veya Studio (64+ GB) ile 1.5M ve fazlasını rahatlıkla sürdürebilirsin. Eğitim aniden çökerse veya sistem swap yaparsa, sınır çoğunlukla buraya ulaşılmıştır — Render Scale'i (I22) düşür veya Densify Until'i (I20) azalt.

I36 Speed

NEREDE

Inspector → Metrikler → Speed. Salt okunur.

TEKNİK

Bir ondalık basamakla saniyede iterasyon („24.3 it/s“). Eğitici tarafından son ~100 iterasyon üzerinden kayan ortalama olarak hesaplanır. Tipik değerler: - Quick önayar (1K iter): 80-120 it/s (kısa, steady state yok) - Classic 20K @ 1.0 Render Scale (Truck sahnesi, M3 Max): 25-35 it/s - Classic 20K @ 0.5 Render Scale: 80-120 it/s - MCMC 200K @ 0.5 Render Scale: 25-50 it/s (yeniden konumlandırma nedeniyle daha yavaş) - 1M+ Gaussian ve tam çözünürlükte: < 10 it/s

Eğitim seyrinde hızın azalması normaldir — daha fazla Gaussian = iterasyon başına daha fazla compute. Ani düşüşler (ör. 30 → 5 it/s) GPU termal throttling'e veya yarışan uygulamalara işaret eder.

KISACA

Eğitimin saniyede kaç iterasyonla çalıştığı. Tipik olarak 20-50 it/s'de durur, azaltılmış Render Scale'de (%50) ve küçük sahnelerde 80-120 it/s'ye kadar olur. Eğitim seyrinde tamamen doğal olarak azalır, çünkü daha fazla Gaussian = iterasyon başına daha fazla iş. Ani düşüşler (ör. 30 → 5 it/s) GPU termal throttling'e veya yarışan uygulamalara işaret eder — video tarayıcı sekmeleri, Time Machine yedeklemesi, Photos indeksleme. Uygulamayı önde tutmak ve arka plan programlarını kapatmak çoğu kez yardımcı olur. 1M+ Gaussian ve tam çözünürlükte 10 it/s altı normaldir.

I37 Elapsed

NEREDE

Inspector → Metrikler → Elapsed. Salt okunur.

TEKNİK

Geçmiş süre olarak „4:23“ (m:ss) veya „1:23:45“ (h:mm:ss). Biçim 1 saatten itibaren geçer. Yalnızca saf eğitim süresini ölçer, öncesinde gelen aşamaları (SfM hesaplama, görüntü içe aktarma) ölçmez. Duraklat/Sürdür'de saat çalışmaya devam eder — yani wall clock, CPU süresi değil.

KISACA

Eğitimin ne kadar süredir çalıştığı, saf bir kronometre olarak (wall clock süresi). Biçim bir saate kadar „m:ss“, sonra „h:mm:ss“. „CPU süresi“ değil, „ne kadar süredir bekliyoruz“ — yani duraklama süreleri de sayılır. Yalnızca saf eğitim aşamasını ölçer, öncesinde gelen SfM hesaplama veya görüntü içe aktarmayı değil. ETA (I38) ile karşılaştırma için yardımcıdır — Elapsed orijinal ETA'nın belirgin biçimde üstüne çıkarsa, eğitim bir yerde planlandan yavaşlamıştır.

I38 ETA**NEREDE**

Inspector → Metrikler → ETA. Salt okunur.

TEKNİK

Kalan süre tahmini olarak „17:42” veya „1:12:35”. Hesaplama: (Max Iterations – mevcut iterasyon) / saniyedeki iterasyon. Hız şu an sıfırsa „-” gösterir (en başta veya duraklatmada). Tahmin, eğitim sonuna doğru tipik yavaşlamaya **uyarlanmaz** — özellikle MCMC ve büyük Densify-Until değerli Classic'te eğitim, daha fazla Gaussian görüntüye girdiği için yavaşlamaya eğilimlidir. Gerçek, tipik olarak başlangıç ETA'sının %10-20 üzerinde kalır.

KISACA

Daha ne kadar beklenmesi gerektiği — kalan iterasyonlar ve mevcut hızdan (I36) hesaplanır. Kabaca bir tahmin: Mac aniden yavaşlarsa (Densify aşamasından itibaren daha fazla Gaussian, thermal throttling, diğer uygulamalar), gösterildiğinden daha uzun sürebilir. Uygulama eğitim sonuna doğru tipik yavaşlamayı hesaba katmaz, bu yüzden gerçek sonuç çoğunlukla başlangıç ETA'sının %10-20 üzerinde çıkar. %15 ekle, sonra çoğunlukla uyar. Hız şu an 0 ise (eğitim başlangıcı veya duraklatma) „-” gösterir.

Kayıp Diyagramı bölümü (I39–I41)



Şekil 14: Tamamlanmış eğitimden sonra yalnızca Loss History bölümü kırpması — Current 0.0064, Min 0.0035 (yeşil), 0.027'den (İterasyon 1) 0.0035'e (İterasyon 5K) mavi seyir, İterasyon 200 civarında karakteristik kırılma ile, altında turuncu Gaussian Count grafiği

Kayıp Diyagramı bölümü, eğitim seyrini zaman içinde görselleştirir. İki grafikten oluşur: bir Loss Curve grafiği (büyük, üstte, mavi) ve bir Gaussian Count grafiği (daha küçük, altta, turuncu). Her ikisi de eğitim sırasında canlı oluşturulur ve bir sonraki eğitim başlangıcına kadar kalıcı kalır. İlk eğitimden önce alan boştur („Loss curve will appear during training“). Grafikler saf SwiftUI Path çizimleridir (Swift Charts çerçevesi yok), böylece 100K+ noktada da akıcı render ederler.

I39 Current Loss (gösterim)

NEREDE

Inspector → Kayıp Diyagramı → sol etiket alanı „Current: 0.0287“. Salt okunur.

TEKNİK

Son Loss örnek noktasının float değeri, dört ondalık basamakla biçimlendirilir. Metrik bölümündeki I31 (Loss) ile aynı, sadece burada daha kompakt biçimlendirilmiştir. Kaynak Loss History — her ~30 iterasyonda bir girdi alan bir liste. Yalnızca sonlu değerler listeye alınır — NaN/Infinity (çok nadir, gradyan patlaması hatası durumunda) filtrelenir.

KISACA

Metrik bölümündekinden daha kısa yazımda (dört ondalık basamak) mevcut Loss değeri. İçerik olarak I31 ile aynı, ama burada gösterim doğrudan Loss grafiğinin yanındadır ve eğriyi gözlemlerken sana tam sayısal değeri verir. Tüm canlı metrikler gibi her ~30 iterasyonda güncellenir. NaN veya Infinity değerleri (gradyan patlaması hatalarında son derece nadir) uygulama otomatik olarak filtreler. Diyagrama bakarken diğer bölüme atlamak zorunda kalmamak için kullanışlıdır.

I40 Min Loss (gösterim)

NEREDE

Inspector → Kayıp Diyagramı → sağ etiket alanı „Min: 0.0245“ (yeşil). Salt okunur.

TEKNİK

Mevcut eğitim çalıştırmasının şimdiye kadar görülmüş tüm Loss değerlerinin minimumu. Loss History'den canlı yeniden hesaplanır — ayrı kalıcılık yok. Yeşil yazıyla gösterilir, çünkü „Min“ = „Şu ana kadar en iyi“. Grafik alt kenarındaki kesik yeşil çizgi bu konumunu görsel olarak işaretler. Continue Training oturumlarında minimum izleme yeniden başlar — eski history UI'da yenisi tarafından değiştirilir (eklenmez). Mevcut eğitim öncekinden daha kötü çalışıyorsa, Min gösterimi önceki son sonuçtan daha büyük olabilir.

KISACA

Bu eğitimin şimdiye kadar gördüğü en düşük Loss değeri — „şu ana kadar en iyi“ olduğu için yeşil gösterilir. Grafik alt kenarındaki kesik yeşil çizgi bu konumu görsel olarak da işaretler. Mevcut eğri şu an belirgin biçimde üstünde duruyorsa, biraz şansla hâlâ bir iyileşme olur; çoğunlukla ama Min, daha sonra ilgilendiğin son sonuç işaretidir. Continue Training oturumlarında Min izleme yeniden başlar, çünkü eski history UI'da yenisi tarafından değiştirilir — Min değeri bu yüzden önceki son sonuçtan kötü görünebilir.

I41 Gaussian Count grafiği

NEREDE

Inspector → Kayıp Diyagramı → altındaki ikinci grafik (turuncu). Salt okunur.

TEKNİK

Gaussian sayısının eğitim iterasyonları üzerindeki çizgi diyagramı. Kaynak: Gaussian Count history (eğitici tarafından her ~30 iter doldurulan (Iter, Co-unt) çiftlerinin listesi). Y ölçeği history'nin minimum ile maksimumu arasında dinamik. Classic stratejisinde eğri tipik olarak şöyle görünür: Densify Until'e kadar sürekli yükselir, sonra düz (küçük budama dalgalanmaları ile). MCMC'de: üst sınıra kadar dik yükseliş, sonra yatay çizgi (yeniden konumlandırma sayısı sabit tutar). Eğri etkin eğitime rağmen **düşerse**, Densification çok agresif budar — yanlış varsayılanlara veya bilinen MCMC çöküş hatasına (v1.4.4 hotfix konusu) işaret eder.

KISACA

Gaussian sayısının eğitim süresi boyunca nasıl değiştiği — Loss eğrisinin altındaki daha küçük turuncu grafik. Classic stratejisinde çizgi sürekli yükselir ta ki Densify Until'e (I20) ulaşana kadar, sonra küçük budama dalgalanmalarıyla düz kalır. MCMC'de üst sınıra dik bir şekilde fırlar ve sonra yatay kalır, çünkü yeniden konumlandırma sayısı sabit tutar. Eğri etkin eğitime rağmen aniden aşağı kırılırsa, Densification budarken çok agresiftir — v1.4.4'ten MCMC çöküş hatasının klasik belirtisi. Sonra uygulama güncellemesi veya Classic'e geri dönüş yardımcı olur.

Loss eğrisi nasıl okunur?

Loss grafiği Inspector'daki en önemli tanı aracıdır — başka hiçbir gösterge eğitimin faydalı ilerleyip ilerlemediğini veya takılıp takılmadığını bu kadar doğrudan göstermez. Tipik sağlıklı biçim, ilk 1000-3000 iterasyonda hızlı bir düşüş (~0.15'ten ~0.05'e), ardından eğitim sonuna kadar yavaş, eşit bir düşüştür (0.020-0.030'a). Logaritmik olarak eğri böylece düzgün bir çapraz gibi görünür.

Loss'taki bir plato ne anlama gelir? Eğri birkaç bin iterasyon boyunca düz kalırsa, iki olası okuma vardır: (a) Eğitim „yakınsamıştır“ — Loss artık önemli ölçüde düşemez, çünkü model verilen veriler ve ayarlarla olabileceği kadar iyidir. Bu istenir; bu „bitti“dir. (b) Eğitim „takılır“ — Loss aslında hâlâ düşebilir, ama optimizasyon duraklamıştır (yerel minimum, öğrenme hızı çok küçük, Densification kapalı). Ayırt et: Loss değeri tipik iyi bir aralıkta (İç mekân/Nesnede 0.020-0.030, Dış mekânda 0.040-0.060) ve eğri 5K iterasyondan beri düz ise, yakınsamıştır. Değer karşılaştırılan sahnelerden belirgin biçimde yüksekse (ör. 0.08), takılıdır.

Dikkat: Gaussian platosu ≠ Loss platosu. Gaussian sayısındaki bir plato „Eğitim bitti“ anlamına **gelmez**. Yalnızca Densification'ın yeni nokta eklemeyi bıraktığı anlamına gelir — ya ulaşıldığı (Classic) ya da MCMC üst sınırı dolu olduğu için. Eğitim sonrasında çalışmaya devam eder ve yalnızca mevcut noktaları ince ayar yapar. Asıl „bitti“ sinyali Loss eğrisinde ve iterasyon gösteriminde (I30) okursun, burada değil.

İptal etmek için pratik kural: Loss eğrisi 5000+ iterasyondan sonra 0.08'in üstündeyse ve neredeyse hiç düşmüyorsa, yüksek olasılıkla SfM yeniden yapılandırması bozuktur. Eğitimi iptal et, Bölüm 9'da seçtiğin SfM arka ucunun sahneye uyup uymadığını kontrol

et, gerektiğinde COLMAP/Native'e geç, sonra yeniden başlat. Kötü kamera hizalamasıyla 2 saat eğitim yerine daha iyi SfM için 10 dakika yatırım yapmak daha iyi.


Ne zaman Inspector'a el atmalı?

Hızlı referans: Hangi tipik kullanım durumu için hangi bölüm + hangi kontroller?

Yaygın görev	Bölüm	Kontrol ID'leri
Tamamlanmış Splat'ın renklerinin doyunluğunu azaltma	Look	L1 (Saturation)
İğne/konfeti Splat'larını yuvarlama	Look	L2 (Splat length)
Körlü bulutu doldurma / Splat'ları büyütme	Look	L3 (Splat size)
Orbitlerde uzak „Far-konfeti“yi gizleme	Look	L4 (Fade far region)
Look ayarlarını atma	Look	L5 (Reset finishing)
Hazır kurulum yükleme	Önayarlar	I7 (satıra tıklama)
Kendi kurulumunu kaydetme	Önayarlar	I1 → I2 → I4
Kurulumu meslektaşlarla paylaşma	Önayarlar	I5 (Export) veya I6 (Import)
SfM arka ucunu değiştirme (ör. Apple PG çok istikrarsız)	Eğitim Yapılandırması	I12 (bkz. Bölüm 9)
EXIF odak uzaklığı olmayan video karelerini işleme	Eğitim Yapılandırması	I13 (FOV Override)
COLMAP performansı: klasik yerine GLOMAP	Eğitim Yapılandırması	I14
Classic'ten MCMC'ye geçiş	Eğitim Yapılandırması	I15
Eğitimi daha uzun çalıştırma	Eğitim Yapılandırması	I18 (Max Iter) + I20 (Densify Until) — I19 üzerinden bağlı
GPU süresini yarıya bölme	Eğitim Yapılandırması	I22 (Render Scale %50)
Eğitim kalitesi +%6 (MCMC)	Eğitim Yapılandırması	I16 (MCMC Quality)
Çok SfM noktalı dış mekân sahnesi	Eğitim Yapılandırması	I17 (Auto-scale by scene)
COLMAP yolu ayarlama / değiştirme	Eğitim Yapılandırması	I23 / I24 / I25
Dışa aktarma dosyalarını küçültme	Enhancements	I26 (her zaman açık bırak)
Görüntüleyiciyi daha keskin, ek eğitim süresi olmadan	Enhancements	I27 (Viewport Scaling → Metal-FX)
MetalFX çok düzleştiriyor → alternatif	Enhancements	I27 (Viewport Scaling → Lanczos)
İnce yapılarda son detay dam-	Enhancements	I29 (Perceptual Loss 0.05-0.1)
Derin öğrenme ile yapılandırma	Kayıtların Görsel Grafiği	I30 (I30 (I30), I31 (I31), I32 (I32), I33 (I33), I34 (I34), I35 (I35), I36 (I36), I37 (I37), I38 (I38), I39 (I39), I40 (I40), I41 (I41), I42 (I42), I43 (I43), I44 (I44), I45 (I45), I46 (I46), I47 (I47), I48 (I48), I49 (I49), I50 (I50), I51 (I51), I52 (I52), I53 (I53), I54 (I54), I55 (I55), I56 (I56), I57 (I57), I58 (I58), I59 (I59), I60 (I60), I61 (I61), I62 (I62), I63 (I63), I64 (I64), I65 (I65), I66 (I66), I67 (I67), I68 (I68), I69 (I69), I70 (I70), I71 (I71), I72 (I72), I73 (I73), I74 (I74), I75 (I75), I76 (I76), I77 (I77), I78 (I78), I79 (I79), I80 (I80), I81 (I81), I82 (I82), I83 (I83), I84 (I84), I85 (I85), I86 (I86), I87 (I87), I88 (I88), I89 (I89), I90 (I90), I91 (I91), I92 (I92), I93 (I93), I94 (I94), I95 (I95), I96 (I96), I97 (I97), I98 (I98), I99 (I99), I100 (I100), I101 (I101), I102 (I102), I103 (I103), I104 (I104), I105 (I105), I106 (I106), I107 (I107), I108 (I108), I109 (I109), I110 (I110), I111 (I111), I112 (I112), I113 (I113), I114 (I114), I115 (I115), I116 (I116), I117 (I117), I118 (I118), I119 (I119), I120 (I120), I121 (I121), I122 (I122), I123 (I123), I124 (I124), I125 (I125), I126 (I126), I127 (I127), I128 (I128), I129 (I129), I130 (I130), I131 (I131), I132 (I132), I133 (I133), I134 (I134), I135 (I135), I136 (I136), I137 (I137), I138 (I138), I139 (I139), I140 (I140), I141 (I141), I142 (I142), I143 (I143), I144 (I144), I145 (I145), I146 (I146), I147 (I147), I148 (I148), I149 (I149), I150 (I150), I151 (I151), I152 (I152), I153 (I153), I154 (I154), I155 (I155), I156 (I156), I157 (I157), I158 (I158), I159 (I159), I160 (I160), I161 (I161), I162 (I162), I163 (I163), I164 (I164), I165 (I165), I166 (I166), I167 (I167), I168 (I168), I169 (I169), I170 (I170), I171 (I171), I172 (I172), I173 (I173), I174 (I174), I175 (I175), I176 (I176), I177 (I177), I178 (I178), I179 (I179), I180 (I180), I181 (I181), I182 (I182), I183 (I183), I184 (I184), I185 (I185), I186 (I186), I187 (I187), I188 (I188), I189 (I189), I190 (I190), I191 (I191), I192 (I192), I193 (I193), I194 (I194), I195 (I195), I196 (I196), I197 (I197), I198 (I198), I199 (I199), I200 (I200), I201 (I201), I202 (I202), I203 (I203), I204 (I204), I205 (I205), I206 (I206), I207 (I207), I208 (I208), I209 (I209), I210 (I210), I211 (I211), I212 (I212), I213 (I213), I214 (I214), I215 (I215), I216 (I216), I217 (I217), I218 (I218), I219 (I219), I220 (I220), I221 (I221), I222 (I222), I223 (I223), I224 (I224), I225 (I225), I226 (I226), I227 (I227), I228 (I228), I229 (I229), I230 (I230), I231 (I231), I232 (I232), I233 (I233), I234 (I234), I235 (I235), I236 (I236), I237 (I237), I238 (I238), I239 (I239), I240 (I240), I241 (I241), I242 (I242), I243 (I243), I244 (I244), I245 (I245), I246 (I246), I247 (I247), I248 (I248), I249 (I249), I250 (I250), I251 (I251), I252 (I252), I253 (I253), I254 (I254), I255 (I255), I256 (I256), I257 (I257), I258 (I258), I259 (I259), I260 (I260), I261 (I261), I262 (I262), I263 (I263), I264 (I264), I265 (I265), I266 (I266), I267 (I267), I268 (I268), I269 (I269), I270 (I270), I271 (I271), I272 (I272), I273 (I273), I274 (I274), I275 (I275), I276 (I276), I277 (I277), I278 (I278), I279 (I279), I280 (I280), I281 (I281), I282 (I282), I283 (I283), I284 (I284), I285 (I285), I286 (I286), I287 (I287), I288 (I288), I289 (I289), I290 (I290), I291 (I291), I292 (I292), I293 (I293), I294 (I294), I295 (I295), I296 (I296), I297 (I297), I298 (I298), I299 (I299), I300 (I300), I301 (I301), I302 (I302), I303 (I303), I304 (I304), I305 (I305), I306 (I306), I307 (I307), I308 (I308), I309 (I309), I310 (I310), I311 (I311), I312 (I312), I313 (I313), I314 (I314), I315 (I315), I316 (I316), I317 (I317), I318 (I318), I319 (I319), I320 (I320), I321 (I321), I322 (I322), I323 (I323), I324 (I324), I325 (I325), I326 (I326), I327 (I327), I328 (I328), I329 (I329), I330 (I330), I331 (I331), I332 (I332), I333 (I333), I334 (I334), I335 (I335), I336 (I336), I337 (I337), I338 (I338), I339 (I339), I340 (I340), I341 (I341), I342 (I342), I343 (I343), I344 (I344), I345 (I345), I346 (I346), I347 (I347), I348 (I348), I349 (I349), I350 (I350), I351 (I351), I352 (I352), I353 (I353), I354 (I354), I355 (I355), I356 (I356), I357 (I357), I358 (I358), I359 (I359), I360 (I360), I361 (I361), I362 (I362), I363 (I363), I364 (I364), I365 (I365), I366 (I366), I367 (I367), I368 (I368), I369 (I369), I370 (I370), I371 (I371), I372 (I372), I373 (I373), I374 (I374), I375 (I375), I376 (I376), I377 (I377), I378 (I378), I379 (I379), I380 (I380), I381 (I381), I382 (I382), I383 (I383), I384 (I384), I385 (I385), I386 (I386), I387 (I387), I388 (I388), I389 (I389), I390 (I390), I391 (I391), I392 (I392), I393 (I393), I394 (I394), I395 (I395), I396 (I396), I397 (I397), I398 (I398), I399 (I399), I400 (I400), I401 (I401), I402 (I402), I403 (I403), I404 (I404), I405 (I405), I406 (I406), I407 (I407), I408 (I408), I409 (I409), I410 (I410), I411 (I411), I412 (I412), I413 (I413), I414 (I414), I415 (I415), I416 (I416), I417 (I417), I418 (I418), I419 (I419), I420 (I420), I421 (I421), I422 (I422), I423 (I423), I424 (I424), I425 (I425), I426 (I426), I427 (I427), I428 (I428), I429 (I429), I430 (I430), I431 (I431), I432 (I432), I433 (I433), I434 (I434), I435 (I435), I436 (I436), I437 (I437), I438 (I438), I439 (I439), I440 (I440), I441 (I441), I442 (I442), I443 (I443), I444 (I444), I445 (I445), I446 (I446), I447 (I447), I448 (I448), I449 (I449), I450 (I450), I451 (I451), I452 (I452), I453 (I453), I454 (I454), I455 (I455), I456 (I456), I457 (I457), I458 (I458), I459 (I459), I460 (I460), I461 (I461), I462 (I462), I463 (I463), I464 (I464), I465 (I465), I466 (I466), I467 (I467), I468 (I468), I469 (I469), I470 (I470), I471 (I471), I472 (I472), I473 (I473), I474 (I474), I475 (I475), I476 (I476), I477 (I477), I478 (I478), I479 (I479), I480 (I480), I481 (I481), I482 (I482), I483 (I483), I484 (I484), I485 (I485), I486 (I486), I487 (I487), I488 (I488), I489 (I489), I490 (I490), I491 (I491), I492 (I492), I493 (I493), I494 (I494), I495 (I495), I496 (I496), I497 (I497), I498 (I498), I499 (I499), I500 (I500), I501 (I501), I502 (I502), I503 (I503), I504 (I504), I505 (I505), I506 (I506), I507 (I507), I508 (I508), I509 (I509), I510 (I510), I511 (I511), I512 (I512), I513 (I513), I514 (I514), I515 (I515), I516 (I516), I517 (I517), I518 (I518), I519 (I519), I520 (I520), I521 (I521), I522 (I522), I523 (I523), I524 (I524), I525 (I525), I526 (I526), I527 (I527), I528 (I528), I529 (I529), I530 (I530), I531 (I531), I532 (I532), I533 (I533), I534 (I534), I535 (I535), I536 (I536), I537 (I537), I538 (I538), I539 (I539), I540 (I540), I541 (I541), I542 (I542), I543 (I543), I544 (I544), I545 (I545), I546 (I546), I547 (I547), I548 (I548), I549 (I549), I550 (I550), I551 (I551), I552 (I552), I553 (I553), I554 (I554), I555 (I555), I556 (I556), I557 (I557), I558 (I558), I559 (I559), I560 (I560), I561 (I561), I562 (I562), I563 (I563), I564 (I564), I565 (I565), I566 (I566), I567 (I567), I568 (I568), I569 (I569), I570 (I570), I571 (I571), I572 (I572), I573 (I573), I574 (I574), I575 (I575), I576 (I576), I577 (I577), I578 (I578), I579 (I579), I580 (I580), I581 (I581), I582 (I582), I583 (I583), I584 (I584), I585 (I585), I586 (I586), I587 (I587), I588 (I588), I589 (I589), I590 (I590), I591 (I591), I592 (I592), I593 (I593), I594 (I594), I595 (I595), I596 (I596), I597 (I597), I598 (I598), I599 (I599), I600 (I600), I601 (I601), I602 (I602), I603 (I603), I604 (I604), I605 (I605), I606 (I606), I607 (I607), I608 (I608), I609 (I609), I610 (I610), I611 (I611), I612 (I612), I613 (I613), I614 (I614), I615 (I615), I616 (I616), I617 (I617), I618 (I618), I619 (I619), I620 (I620), I621 (I621), I622 (I622), I623 (I623), I624 (I624), I625 (I625), I626 (I626), I627 (I627), I628 (I628), I629 (I629), I630 (I630), I631 (I631), I632 (I632), I633 (I633), I634 (I634), I635 (I635), I636 (I636), I637 (I637), I638 (I638), I639 (I639), I640 (I640), I641 (I641), I642 (I642), I643 (I643), I644 (I644), I645 (I645), I646 (I646), I647 (I647), I648 (I648), I649 (I649), I650 (I650), I651 (I651), I652 (I652), I653 (I653), I654 (I654), I655 (I655), I656 (I656), I657 (I657), I658 (I658), I659 (I659), I660 (I660), I661 (I661), I662 (I662), I663 (I663), I664 (I664), I665 (I665), I666 (I666), I667 (I667), I668 (I668), I669 (I669), I670 (I670), I671 (I671), I672 (I672), I673 (I673), I674 (I674), I675 (I675), I676 (I676), I677 (I677), I678 (I678), I679 (I679), I680 (I680), I681 (I681), I682 (I682), I683 (I683), I684 (I684), I685 (I685), I686 (I686), I687 (I687), I688 (I688), I689 (I689), I690 (I690), I691 (I691), I692 (I692), I693 (I693), I694 (I694), I695 (I695), I696 (I696), I697 (I697), I698 (I698), I699 (I699), I700 (I700), I701 (I701), I702 (I702), I703 (I703), I704 (I704), I705 (I705), I706 (I706), I707 (I707), I708 (I708), I709 (I709), I710 (I710), I711 (I711), I712 (I712), I713 (I713), I714 (I714), I715 (I715), I716 (I716), I717 (I717), I718 (I718), I719 (I719), I720 (I720), I721 (I721), I722 (I722), I723 (I723), I724 (I724), I725 (I725), I726 (I726), I727 (I727), I728 (I728), I729 (I729), I730 (I730), I731 (I731), I732 (I732), I733 (I733), I734 (I734), I735 (I735), I736 (I736), I737 (I737), I738 (I738), I739 (I739), I740 (I740), I741 (I741), I742 (I742), I743 (I743), I744 (I744), I745 (I745), I746 (I746), I747 (I747), I748 (I748), I749 (I749), I750 (I750), I751 (I751), I752 (I752), I753 (I753), I754 (I754), I755 (I755), I756 (I756), I757 (I757), I758 (I758), I759 (I759), I760 (I760), I761 (I761), I762 (I762), I763 (I763), I764 (I764), I765 (I765), I766 (I766), I767 (I767), I768 (I768), I769 (I769), I770 (I770), I771 (I771), I772 (I772), I773 (I773), I774 (I774), I775 (I775), I776 (I776), I777 (I777), I778 (I778), I779 (I779), I780 (I780), I781 (I781), I782 (I782), I783 (I783), I784 (I784), I785 (I785), I786 (I786), I787 (I787), I788 (I788), I789 (I789), I790 (I790), I791 (I791), I792 (I792), I793 (I793), I794 (I794), I795 (I795), I796 (I796), I797 (I797), I798 (I798), I799 (I799), I800 (I800), I801 (I801), I802 (I802), I803 (I803), I804 (I804), I805 (I805), I806 (I806), I807 (I807), I808 (I808), I809 (I809), I810 (I810), I811 (I811), I812 (I812), I813 (I813), I814 (I814), I815 (I815), I816 (I816), I817 (I817), I818 (I818), I819 (I819), I820 (I820), I821 (I821), I822 (I822), I823 (I823), I824 (I824), I825 (I825), I826 (I826), I827 (I827), I828 (I828), I829 (I829), I830 (I830), I831 (I831), I832 (I832), I833 (I833), I834 (I834), I835 (I835), I836 (I836), I837 (I837), I838 (I838), I839 (I839), I840 (I840), I841 (I841), I842 (I842), I843 (I843), I844 (I844), I845 (I845), I846 (I846), I847 (I847), I848 (I848), I849 (I849), I850 (I850), I851 (I851), I852 (I852), I853 (I853), I854 (I854), I855 (I855), I856 (I856), I857 (I857), I858 (I858), I859 (I859), I860 (I860), I861 (I861), I862 (I862), I863 (I863), I864 (I864), I865 (I865), I866 (I866), I867 (I867), I868 (I868), I869 (I869), I870 (I870), I871 (I871), I872 (I872), I873 (I873), I874 (I874), I875 (I875), I876 (I876), I877 (I877), I878 (I878), I879 (I879), I880 (I880), I881 (I881), I882 (I882), I883 (I883), I884 (I884), I885 (I885), I886 (I886), I887 (I887), I888 (I888), I889 (I889), I890 (I890), I891 (I891), I892 (I892), I893 (I893), I894 (I894), I895 (I895), I896 (I896), I897 (I897), I898 (I898), I899 (I899), I900 (I900), I901 (I901), I902 (I902), I903 (I903), I904 (I904), I905 (I905), I906 (I906), I907 (I907), I908 (I908), I909 (I909), I910 (I910), I911 (I911), I912 (I912), I913 (I913), I914 (I914), I915 (I915), I916 (I916), I917 (I917), I918 (I918), I919 (I919), I920 (I920), I921 (I921), I922 (I922), I923 (I923), I924 (I924), I925 (I925), I926 (I926), I927 (I927), I928 (I928), I929 (I929), I930 (I930), I931 (I931), I932 (I932), I933 (I933), I934 (I934), I935 (I935), I936 (I936), I937 (I937), I938 (I938), I939 (I939), I940 (I940), I941 (I941), I942 (I942), I943 (I943), I944 (I944), I945 (I945), I946 (I946), I947 (I947), I948 (I948), I949 (I949), I950 (I950), I951 (I951), I952 (I952), I953 (I953), I954 (I954), I955 (I955), I956 (I956), I957 (I957), I958 (I958), I959 (I959), I960 (I960), I961 (I961), I962 (I962), I963 (I963), I964 (I964), I965 (I965), I966 (I966), I967 (I967), I968 (I968), I969 (I969), I970 (I970), I971 (I971), I972 (I972), I973 (I973), I974 (I974), I975 (I975), I976 (I976), I977 (I977), I978 (I978), I979 (I979), I980 (I980), I981 (I981), I982 (I982), I983 (I983), I984 (I984), I985 (I985), I986 (I986), I987 (I987), I988 (I988), I989 (I989), I990 (I990), I991 (I991), I992 (I992), I993 (I993), I994 (I994), I995 (I995), I996 (I996), I997 (I997), I998 (I998), I999 (I999), I1000 (I1000), I1001 (I1001), I1002 (I1002), I1003 (I1003), I1004 (I1004), I1005 (I1005), I1006 (I1006), I1007 (I1007), I1008 (I1008), I1009 (I1009), I1010 (I1010), I1011 (I1011), I1012 (I1012), I1013 (I1013), I1014 (I1014), I1015 (I1015), I1016 (I1016), I1017 (I1017), I1018 (I1018), I1019 (I1019), I1020 (I1020), I1021 (I1021), I1022 (I1022), I1023 (I1023), I1024 (I1024), I1025 (I1025), I1026 (I1026), I1027 (I1027), I1028 (I1028), I1029 (I1029), I1030 (I1030), I1031 (I1031), I1032 (I1032), I1033 (I1033), I1034 (I1034), I1035 (I1035), I1036 (I1036), I1037 (I1037), I1038 (I1038), I1039 (I1039), I1040 (I1040), I1041 (I1041), I1042 (I1042), I1043 (I1043), I1044 (I1044), I1045 (I1045), I1046 (I1046), I1047 (I1047), I1048 (I1048), I1049 (I1049), I1050 (I1050), I1051 (I1051), I1052 (I1052), I1053 (I1053), I1054 (I1054), I1055 (I1055), I1056 (I1056), I1057 (I1057), I1058 (I1058), I1059 (I1059), I1060 (I1060), I1061 (I1061), I1062 (I1062), I1063 (I1063), I1064 (I1064), I1065 (I1065), I1066 (I1066), I1067 (I1067), I1068 (I1068), I1069 (I1069), I1070 (I1070), I1071 (I1071), I1072 (I1072), I1073 (I1073), I1074 (I1074), I1075 (I1075), I1076 (I1076), I1077 (I1077), I1078 (I1078), I1079 (I1079), I1080 (I1080), I1081 (I1081), I1082 (I1082), I1083 (I1083), I1084 (I1084), I1085 (I1085), I1086 (I1086), I1087 (I1087), I1088 (I1088), I1089 (I1089), I1090 (I1090), I1091 (I1091), I1092 (I1092), I1093 (I1093), I1094 (I1094), I1095 (I1095), I1096 (I1096), I1097 (I1097), I1098 (I1098), I1099 (I1099), I1100 (I1100), I1101 (I1101), I1102 (I1102), I1103 (I1103), I1104 (I1104), I1105 (I1105), I1106 (I1106), I1107 (I1107), I1108 (I1108), I1109 (I1109), I1110 (I1110), I1111 (I1111), I1112 (I1112), I1113 (I1113), I1114 (I1114), I1115 (I1115), I1116 (I1116), I1117 (I1117), I1118 (I1118), I1119 (I1119), I1120 (I1120), I1121 (I1121), I1122 (I1122), I1123 (I1123), I1124 (I1124), I1125 (I1125), I1126 (I1126), I1127 (I1127), I1128 (I1128), I1129 (I1129), I1130 (I1130), I1131 (I1131), I1132 (I1132), I1133 (I1133), I1134 (I1134), I1135 (I1135), I

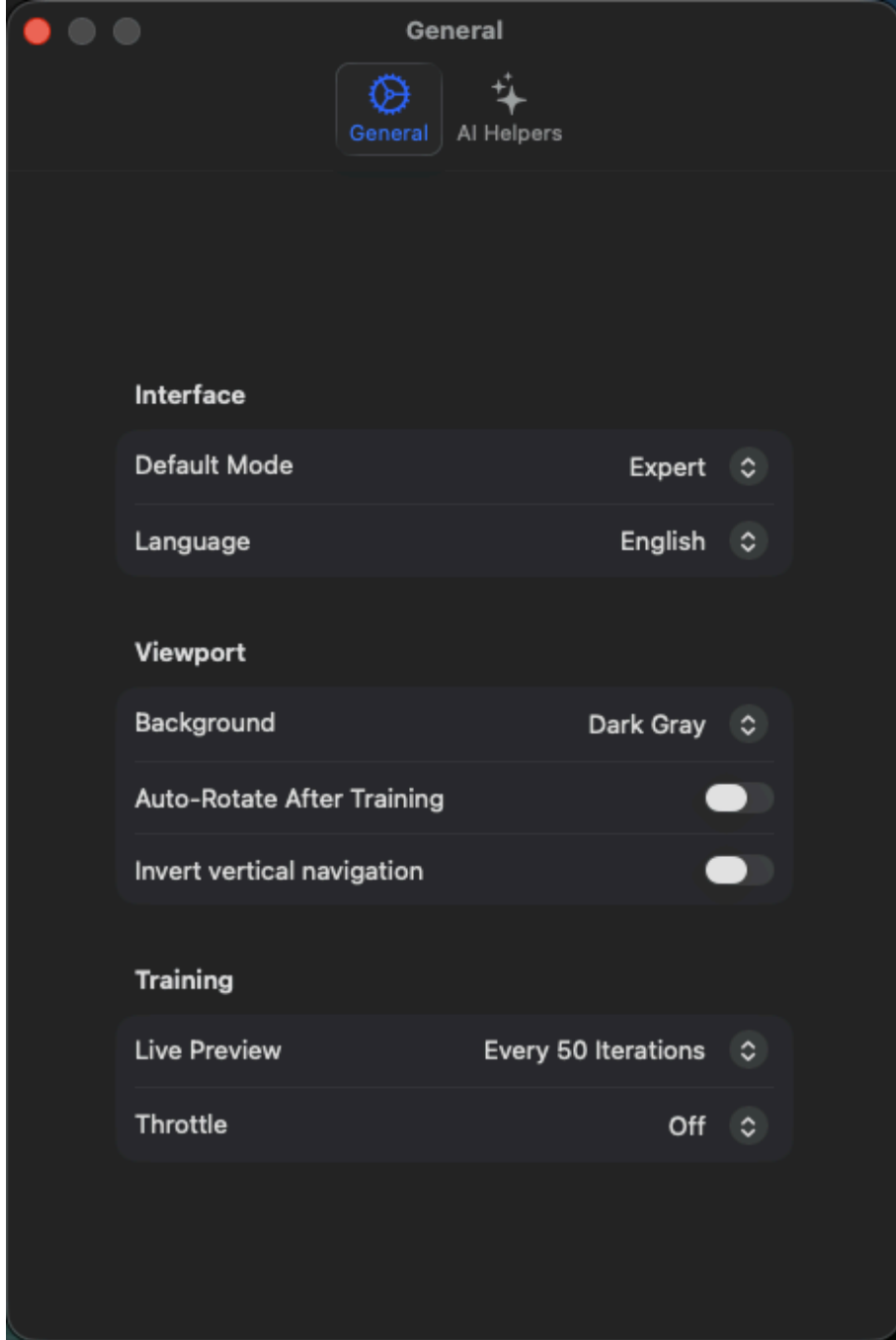
BÖLÜM

Bölüm 3 — Ayarlar

Ayarlar penceresi RadianceKit → Ayarlar... veya standart kısayol  ile açılır. İki sekme içerir: **General** ve **AI Helpers**. Bölüm 2'deki Inspector değerlerinden farklı olarak bu penceredeki ayarlar **uygulama genelinde** (tüm projeler boyunca) etkilidir — kalıcı olarak saklanır ve uygulama yeniden başlatmalarında korunur. General sekmesi içerik olarak üç bölüm gruplandırır: Arayüz, Görüntüleyici ve Eğitim. (Eskiden burada yer alan üç Outdoor-Floater anahtarı — Sky Masking, Mid-Training Floater Cleanup, Reconstruct Sky Dome — v1.6 itibarıyla Expert Inspector'ının Enhancements bölümüne taşındı ve artık orada proje başına saklanıyor; bkz. Bölüm 2, 142–144.) AI Helpers sekmesi, SfM ve eğitim ön işleme için cihaz üzerinde Machine Learning yardımcılarını (Vision, CoreML) açar.

Tüm AI Helpers'ı topluca etkinleştiren ya da devre dışı bırakan daha önceki kontroller mevcut sürümde artık yoktur — bu yüzden burada belgelenmemiştir. Henüz gönderilmemiş yardımcılar için önceki „Coming Soon“ alanı da kaldırılmıştır ve burada referans verilmez.

General sekmesi



Şekil 15: Ayarlar → Arayüz, Görüntüleyici, Eğitim ve deneysel bölümlü General sekmesi

S1 Default Mode

NEREDE

Ayarlar → General → Arayüz → Default Mode seçici. Bağlı: .simple .

TEKNİK

Uygulamanın bir sonraki başlatmada iki UI modundan hangisinde açılacağını kontrol eder. „Simple Mode“, 4 adımdaki rehberli sihirbaz iş akışıdır (İçe aktarma → İşleme → Önizleme → Dışa aktarma, Bölüm 10’da Z1–Z4 olarak belgelenmiştir), „Expert Mode“ ise Bölüm 2’deki Navigator, 3D görüntüleyici ve Expert Inspector ile klasik üç panel düzenidir. Değer yeniden başlatmalar arasında hatırlanır. Mode → Simple Mode (⌘1) / Mode → Expert Mode (⌘2) menüsüyle aynı etkiyi yapar; sadece menü çalışan oturumu değiştirirken bu seçici gelecekteki oturumlar için varsayılanı belirler. Her iki mod da aynı proje durumuna erişir — projeler, kameralar ve eğitim yapılandırması mod değişiminde korunur. Moda özel araç çubuğu düğmeleri hemen yeniden çizilir.

KISACA

Burada RadianceKit’in bir sonraki başlatmada hangi arayüzle açılacağını seçersin. „Simple Mode“ başlangıç modudur: dört net adım, hazır ön ayarlar, neredeyse hiç seçenek. „Expert Mode“ ise Bölüm 2’de gördüğün tüm kontrollerle tam alet çantası düzenidir. „Mode“ menüsü üzerinden istediğin zaman ileri geri geçebilirsin; görüntüler ya da eğitim ilerlemesi kaybolmaz.

S2 Dil

NEREDE

Ayarlar → General → Arayüz → Dil seçici. Bağlı: .system (macOS dilini izler).

TEKNİK

Uygulama UI’nın tamamının görüntü dilini, macOS sistem dilinden bağımsız olarak seçer. RadianceKit 17 dile yerleştirilmiştir (de , en , pl , en-AU , ar-SA , artı 12 dil daha). „System“ seçildiğinde uygulama macOS dilini izler. Açıkça bir seçim yapıldığında dil ayarı yeniden başlatmalar arasında hatırlanır; tam etki genellikle uygulamanın yeniden başlatılmasını gerektirir, çünkü yerleştirme paketleri yalnızca başlangıçta yüklenir. Projede belgelenen 298 yerleştirme anahtarının tümü, alt görünümdeki ve yardım ipuçlarındaki tüm metinler dahil olmak üzere dikkate alınır.

KISACA

Mac’in İngilizce çalışıyor ama Türkçe RadianceKit arayüzünü tercih ediyorsan (ya da tersi), buradan ayarlarsın. Çoğu metin hemen değişir. Bazı diyaloglar yeni dilde ancak uygulamayı yeniden başlattıktan sonra görünür.

S3 Görüntüleyici Arka Planı

NEREDE

Ayarlar → General → Görüntüleyici → Arka plan seçici. Bağlı: Varsayılan: `.darkGray` (RGB 0.1, 0.1, 0.1).

TEKNİK

3D görüntüleyici için standart arka plan rengini ayarlar. Üç seçenek: „Dark Gray“ (RGB 0.1, 0.1, 0.1 — varsayılan), „Black“ (0, 0, 0) ve „White“ (1, 1, 1).

Ayar, yeni projeler ve oturumlar için varsayılanı yeniden başlatmalar arasında kalıcı kılar ve aynı zamanda çalışan Metal render'cısını hemen günceller. Aynı seçenekler Viewport

→ Background menüsünde de bulunur (M21, M22, M23), ancak Ayarlar seçicisi varsayılanı belirlerken menü çalışan görüntüyü değiştirir. Ekran görüntüleri ve demo videoları için önemli: beyaz arka planlar yeşil/mavi floater'ları daha güçlü vurgular, koyu arka planlar temiz render çekimleri için daha iyidir.

KISACA

Önizleme penceresindeki 3D modellerinin arkasındaki renk. Koyu gri varsayılandır ve çoğu sahneye uygundur. Beyaz ekran görüntüleri için iyidir, siyah render çekimlerinde daha şık görünür. „Viewport → Background“ menüsü üzerinden çalışan sahne için rengi istediğin zaman değiştirebilirsin — bu ayar yalnızca bir sonraki açılışta hangi rengin aktif olacağını belirler.

S4 Eğitimden Sonra Otomatik Döndür

NEREDE

Ayarlar → General → Görüntüleyici → „Auto-Rotate After Training“ anahtarı. Bağlı: Varsayılan: `false`.

TEKNİK

Eğitim biter bitmez görüntüleyici kamerasının sahne ağırlık merkezi etrafında sürekli bir turntable dönüşünü başlatır (standart dönüş hızı ~0.3 rad/sn). Demo oturumları, A/B karşılaştırmaları ve 360° görünümünden „floater“ların sahne kenarında oluşup oluşmadığını doğrudan değerlendirmek için pratiktir. Görsel olarak Viewport →

Toggle Auto-Rotation menüsüyle (M16, \mathbb{T}) aynı etkidir, sadece buradaki anahtar davranışı manuel olarak değil, eğitim bittiğinde otomatik olarak tetikler. Daha sonra istediğin zaman menü üzerinden veya görüntüleyiciye tıklayarak (bu dönüşü duraklatır) durdurabilirsin. Eğitim performansına etkisi yoktur — döndürme yalnızca eğitim bittiğinde başlar.

KISACA

Etkinleştirildiğinde 3D sahne, eğitim biter bitmez bir atıklarınca gibi otomatik olarak döner. Gece eğitimlerinde sabah sonucu kendin tıklamadan harekette görmek hoştur. Eğitimi yalnızca izlediğin uzun oturumlarda kapalı bırak.

S5 Canlı Önizleme Aralığı

NEREDE

Ayarlar → General → Eğit-
tim → Live Preview seçici. Bağ-
lı: AppState.trainingConfig.livePreviewInterval.
Varsayılan: 0 (Kapalı).

TEKNİK

Çalışan eğitim anlık görüntüsünün hangi iterasyon aralığında 3D görüntüleyiciye render edileceğini belirler. Dört ayrık değer: 0 („Off“), 50, 250, 1000 iterasyon. Canlı Önizleme etkinken eğitici, Gaussian buffer'ını GPU'dan ayrı bir render buffer'a kopyalar ve bir görüntüleyici yeniden çizimini tetikler. „Off“ta görüntüleyici yalnızca eğitim bittikten sonra güncellenir. Performans maliyeti: her 50 iterasyonda M3 Ultra'da ~%5–10 daha yavaş, her 250 iterasyonda ~%1–2 daha yavaş, her 1000 iterasyonda ölçülemez. Anlık görüntü buffer'ı için bellek ek yükü sabit ~2 GB, aralıktan bağımsız. Değer yeni eğitimler için varsayılan görevi görür; eğitim başladıktan sonra Eğitim Inspector'ı bu eğitimin gerçek canlı değerini gösterir. Aralık 50'de görsel izlenim nokta bulutunun akıcı bir „büyümesi“dir, 1000'de takılır.

KISACA

Eğitim çalışırken 3D görünümün ne sıklıkta güncelleneceğini seçebilirsin. „Off“ demek: eğitim sırasında güncelleme yok (en hızlısı). „Every 50 Iterations“, sahnenin nasıl oluştuğunu neredeyse gerçek zamanlı gösterir (biraz daha yavaş). Küçük eğitimlerde rahat izlemek için „Every 250“ iyi bir uzlaşmadır.

S6 Throttle Gecikmesi

NEREDE

Ayarlar → General → Eğitim → Throttle seçici. Bağlı: `AppState.trainingConfig.throttleDelayMs`. Varsayılan: 0 (Kapalı).

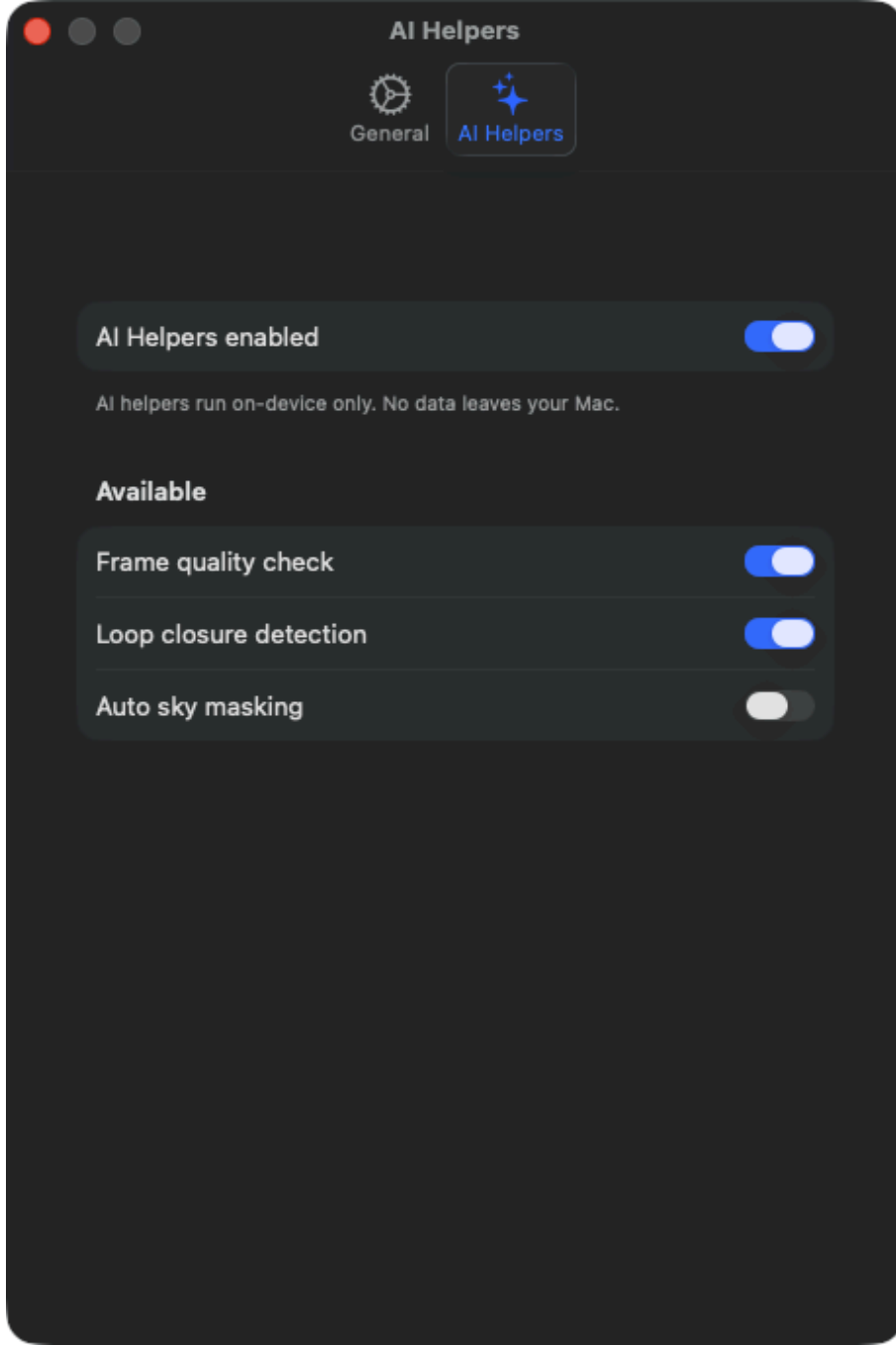
TEKNİK

Eğitim iterasyonları arasına milisaniye cinsinden yavaş bir gecikme ekler. Dört ayrı değer: 0 („Off“), 2 („Light“), 5 („Moderate“), 10 („Eco“). Anlam: uzun eğitimlerde (birkaç saat) GPU aksi takdirde %100 kullanılır; bu da fark edilir derecede yavaş sistem UI'sına neden olur (fare imleci takılır, diğer uygulamalar ağırlaşır). Throttle gecikmesi GPU'ya diğer görevlerin çalıştırılabileceği duraklar verir. Performans maliyetleri ciddidir: 5 ms throttle'da tipik bir 40K eğitim, throttle olmadan göre yaklaşık %50–80 daha uzun sürer. „Eco“ performans modunda (10 ms) iterasyon başına gecikme iterasyondan daha uzundur — 2–3× daha yavaş faktör. Throttle etkinken seçicinin altında bir uyarı görünür: „Throttle is on. Training will be slower than usual.“ Uygulamanın kendisi fark edilir biçimde daha iyi tepki vermez — yalnızca diğer uygulamalar yararlanır.

KISACA

Mac'in uzun bir eğitim sırasında çok ısınıyor veya diğer programlar fazla ağırlaşıyorsa, buradan bir fren aç. „Off“ GPU'ya tam gaz verir (en hızlısı). „Light“ her adım arasında küçük bir mola yapar (biraz daha yavaş, ama sistem daha iyi tepki verir). „Eco“ en güçlü frendir — çok ısınmaması istenen MacBook'ta gece eğitimleri için iyidir.

AI Helpers sekmesi



Şekil 16: Ayarlar → Ana anahtarlı ve alt anahtarlı AI Helpers sekmesi

S11 AI Helpers etkin (Ana)**NEREDE**

Ayarlar → AI Helpers → ilk bölüm → „AI Helpers enabled“ anahtarı. Bağlı: Varsayılan: `true`.

TEKNİK

Pipeline'daki tüm AI Helpers özelliklerinin üzerinde ana anahtar. Kapalıyken içe aktarma ve SfM pipeline'ı tüm ML tabanlı ön işleme aşamalarını tamamen atlar — Apple Vision çağrısı yok, CoreML model yüklemesi yok, NPU uyandırması yok. Açıkken bireysel alt anahtarlar (S12–S13) danışılır. Değer yenden başlatmalar arasında hatırlanır. Şu aşamaları etkiler: (a) SfM'den önce kare kalitesi ön kontrolü (S12), (b) loop closure tespiti (S13). Önemli: kapalıyken iki alt anahtar devre dışıdır ve görsel olarak griye alınır. Alt bilgi notu, tüm AI Helpers'ın kesinlikle cihaz üzerinde çalıştığını vurgular — görüntü yüklemesi yok, bulut işleme yok. Veri gizliliği garantisi, yalnızca Apple Vision çatısının (Neural Engine üzerinde yerel olarak) ve doğrudan uygulama paketinde bulunan CoreML modellerinin kullanılmasından gelir.

KISACA

İçeride yapay zeka/Machine Learning kullanan tüm işlevler için ana anahtar. Yardımcılar görüntülerin Mac'ten ayrılmadan çok zaman kazandırdığı için varsayılan „açık“tır. Tamamen kapalı olmasını istiyorsan (ör. enerji tasarrufu için ya da Mac'inin NPU'su yok diye) buradan kapat — o zaman aşağıdaki iki alt seçenek otomatik gri olur ve bir şey yapmaz.

S12 Kare Kalitesi Kontrolü**NEREDE**

Ayarlar → AI Helpers → Mevcut bölüm → „Frame quality check“ anahtarı. Bağlı: Varsayılan: `true`.

TEKNİK

SfM çağrısından önce her içe aktarılan kareyi analiz eden Kare Kalitesi Tarayıcısını etkinleştirir (Faz 3.11). Kare başına pipeline adımları: (a) Apple Vision'dan Laplacian Variance filtresi (bulanıklık tespiti — eşik ~150), (b) histogram tabanlı aşırı/yetersiz pozlama kontrolü (eşik: 0 veya 255'te >%5 piksel), (c) Boş kare algılaması (tüm piksellerde standart sapma < 5). Üç kontrolden de geçen kareler doğrudan geçer. En az bir kontrolde başarısız olan kareler, her sorunlu kareyi küçük resim ve gerekçeyle listeleyen ve silinip silinmemesi gerektiğini soran modal bir onay diyalogunu tetikler. Önemli: otomatik silme yok — diyalog her zaman gereklidir, son kararı kullanıcı verir. Performans: M3 Ultra'da kare başına ~50 ms, paralel çalışır. Kapalıyken tüm kareler kontrol edilmeden SfM'ye iletilir. Ana (S11) devre dışıyken bu anahtar görsel olarak griye alınır ve etkisizdir. Bellek durumuna göre gönderim durumu: SHIPPED 2026-05-23.

KISACA

Asıl eğitim öncesi uygulama her fotoğrafa bakar: sallanmış mı? tamamen koyu ya da beyaz mı? boş mu? Eğer öyleyse görüntüyü atıp atmak istemediğini sorar — asla otomatik bir şey silmez. Bu sonradan çok saat kazandırır, çünkü tek bir tamamen sallanmış görüntü bazen tüm eğitimi bozabilir. Çaba neredeyse sıfır ve faydası büyük olduğu için varsayılan „açık“tır.

S13 Loop Closure Algılama

NEREDE

Ayarlar → AI Helpers → Mevcut bölüm → „Loop closure detection“ anahtarı. Bağlı: Varsayılan: `true`.

TEKNİK

Apple Vision Feature-Print tabanlı loop closure algılamasını etkinleştirir. İçe aktarılan her kare için, görüntü içeriğinin nöral bir embedding'ini temsil eden ~768 boyutlu bir özellik vektörü hesaplanır. Ardından tüm Feature-Print'ler çiftler halinde cosine benzerliğiyle karşılaştırılır. Benzerliği > 0.85 ve kare endeksinde mesafesi > 50 (yani komşu olmayan kareler) çiftler „loop closure adayları“ olarak tanımlanır ve proje klasöründeki bir sidecar JSONL dosyasına yazılır. Yalnızca bilgilendirici — içe aktarılan görüntü dizisi değiştirilmez. Anlam: SfM çözücüsüne (özellikle COLMAP) bu karelerin 3D uzayda birlikte gruplandırıldığı ipucunu verir. Yerel SfM için sidecar bilgisi şu anda yalnızca belgeleyicidir; COLMAP ipuçlarını özel matches dosyası üzerinden dahili olarak kullanır (manuel entegrasyon mümkün, otomatik bağlı değildir). Performans: M3 Ultra'da kare başına ~200 ms, paralel çalışır. Kapalıyken Feature-Print üretilmez. Ana (S11) devre dışıyken görsel olarak griye alınır.

KISACA

Bir nesne etrafında fotoğraf çekerken sonunda yeniden başlangıç noktasına geldiğinde, bunu bilmek bilgisayara çok yardım eder. Bu seçenek fotoğraflarının hangilerinin „neredeyse aynı noktadan“ çekildiğini otomatik algılar ve bunu küçük bir yardımcı dosyaya yazar. SfM araçları (özellikle COLMAP) bu bilgiyi daha temiz bir 3D yeniden yapılandırma sağlamak için kullanabilir. Senin müdahalen olmadan çalıştığı ve görüntülerinde bir şey değiştirmedigi için varsayılan „açık“tır.

Inspector Ayna Ayarları

Envanter tablosundan kalan Ayarlar girdileri (S17–S33) Expert Inspector'dan yansımalarıdır ve Bölüm 2'de (Inspector kontrolleri I12–I29) belgelenmiştir. Fiziksel olarak Ayarlar penceresinde görünmezler, sadece ile kalıcı kılınan ve dolayısıyla resmi olarak Ayarlar karakterine sahip `TrainingConfig` özellikleri üzerinden çalıştıkları için envanterde listelendiler. İçerik açıklamaları için oraya bak.

Ne zaman ne?

Ayar	Geçerlilik alanı	Kalıcılık
S1 Default Mode	Uygulama Geneli	Uygulama yeniden başlatma
S2 Dil	Uygulama Geneli	Uygulama yeniden başlatma
S3 Görüntüleyici Arka Planı	Uygulama Geneli (Varsayılan) + Çalışma zamanı	Uygulama yeniden başlatma
S4 Eğitimden Sonra Otomatik Döndür	Uygulama Geneli	Uygulama yeniden başlatma
S5 Canlı Önizleme Aralığı	Yeni eğitimler için varsayılan	Uygulama yeniden başlatma
S6 Throttle Gecikmesi	Yeni eğitimler için varsayılan	Uygulama yeniden başlatma
S11 AI Helpers Ana	Uygulama Geneli	Uygulama yeniden başlatma
S12 Kare Kalitesi Kontrolü	Uygulama Geneli	Uygulama yeniden başlatma
S13 Loop Closure Algılama	Uygulama Geneli	Uygulama yeniden başlatma

Uygulama Geneli = tüm projeleri etkiler. Yeni eğitimler için varsayılan = yalnızca bir sonraki oluşturulan eğitimi etkiler, çalışan oturumlar değişmeden kalır. Mevcut eğitim = mevcut eğitim yapılandırmasında hemen etkilidir, ama açık bir yeniden içe aktarma olmadan kalıcı olmaz.

BÖLÜM

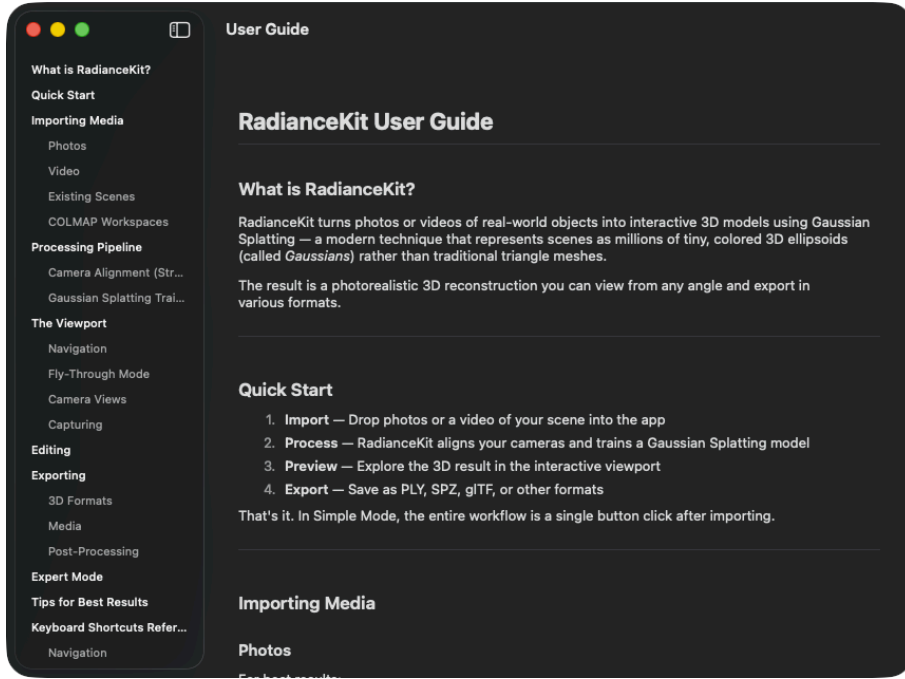
Bölüm 4 — Yardımcı Pencereleler

Ana pencerenin (3D görüntüleyici artı Inspector) yanı sıra RadiancKit, hepsi Help menüsünden açılan yedi pencere daha yönetir. Liste yukarıdan aşağıya: User Guide (⌘?), Keyboard Shortcuts (⌘/), Open Training Logs... (bir uygulama penceresi değil Finder'ı açar; bu yüzden burada ele alınmaz), Manage Storage..., Pareto Dashboard... (⇧⌘D), Holdout Analysis... (⇧⌘H), BayesOpt Console... (⇧⌘B). Bunlardan üçü — Dashboard, Holdout, BayesOpt — bağımsız analiz araçlarıdır. Her birinin kendi View-Model yığını vardır, diskte JSON dosyaları okur veya yazar; ve her biri için pencereyi uygulama başlangıcında belirli bir dosyaya yönlendirebilen bir CLI argümanı vardır (`--dashboard-dir` , `--holdout-file` , `--bayesopt-autorun`).

Dört basit pencere (User Guide, Keyboard Shortcuts, Manage Storage ve alt menü öğeleri Open Training Logs / Open Exports Folder) kontrol başına kısa bir girdi alır. Üç analiz penceresi daha ayrıntılı olarak belgelenmiştir — her biri ne göreceğini, ne zaman açmanı, gösterilen görüntüyü nasıl yorumlamayı açıklayan bir girişle.

Bölüm sonunda ana pencerenin Inspector'ına bir çapraz başvuru bölümü vardır: çalışan bir eğitim sırasında canlı Loss grafiğinden ve Gaussian Count gösteriminden anlamlı olarak ne okuyabileceğin.

User Guide (W1–W4)



Şekil 17: Solda kenar çubuğu ve sağda render edilmiş Markdown içeriği olan User Guide penceresi

Nedir: Uygulamayla birlikte gelen `guide_<dil>.md` 'yi render eden yerleşik bir yardım penceresi. Dil Ayarlardan (Sekme General → Dil) veya orada „Sistem“ ayarlıysa macOS dil tercihlerinden türetilir. Düzen klasik: solda tüm başlıklarla kenar çubuğu, sağda akan metin.

NE ZAMAN AÇ Tek bir noktaya hızlı bir hatırlatmaya ihtiyacın olduğunda — yani anahtar kelime yerine. Ayrıntılı referans bu kılavuzdur; yerleşik yardım penceresi daha çok komut satırındaki bir `--help` olurdu. Her uygulama yayınında güncellenir, ancak içerik olarak daha yüzeyseldir.

W1 NavigationSplitView (Kenar Çubuğu + Detay)

NEREDE

Help → User Guide (⌘?).



TEKNİK

İçerik ağacı için dar bir kenar çubuğu (en az 180 pt genişlik) ve asıl Markdown içeriği için kaydırılabilir bir detay alanı olan iki sütunlu düzen. Pencerenin minimum boyutu 700 × 500 pt'dir. İlk açılışta pencere uygun `guide_<lang>.md` 'yi uygulama paketinden yükler (geri dönüş `guide_en.md`), blok kayıtlarına (H1–H4 başlıkları, paragraflar, listeler, tablolar, ayrılcı çizgiler) ayrıştırır ve kenar çubuğu için başlık yapısını ayrı olarak çıkarır. Satır içi biçimlendirme (Bold, Italic, Code span) yerleşik Markdown motoru üzerinden render edilir. Dil uygulama ayarlarından okunur, Çince (zh-Hans) ve Brezilya Portekizcesi (pt-BR) özel durumlarıyla birlikte; bu varyantlar zh veya pt'den farklı olduğu için tam yerel ayar etiketleri olarak tutulurlar.



KISACA

Yerleşik yardım metni, solda konu listesi, sağda içerik. Dil sistem ayarlarına göre otomatik olarak ayarlanır. Çevrimdışı çalışır ama bilinçli olarak yalnızca kısa bir sürümdür — tam referans bu kılavuzdur.

W2 List (Başlık kenar çubuğu)

NEREDE

User Guide penceresindeki sol sütun.



TEKNİK

Mevcut Markdown belgesinin tüm H2 ve H3 başlıkları üzerinde liste. H2 girdileri girinti olmadan, orta yazı tipi ağırlığıyla görünür, H3 girdileri solda 16 pt girinti ve azaltılmış ön plan stiliyle. H4 ve daha derin olanlar yok sayılır, çünkü derinlik aksi takdirde kenar çubuğunu karışık yapar. Bağlantı ID'leri başlık metninden slugifikasyonla üretilir (küçük harf + boşluklar tirelere + harf/rakam/tirelere filtreleme — GitHub'ın Markdown bağlantıları için kullandığı aynı algoritma, böylece dokümana harici URL'ler de potansiyel olarak aynı bağlantıya düşer). Liste yerel macOS stilini kullanır.



KISACA

Sol taraftaki gezinme çubuğu. Bir girdiye tıkla, bölüme atla.

W3 Button (Başlık → Bağlantı sıçraması)

NEREDE

Kenar çubuğu satırı başına bir düğme.

TEKNİK

Her kenar çubuğu girdisi, mevcut bağlantıyı ayarlayan ama görsel olarak liste girdisi gibi görünen bir düğmedir. Bir gözlemci değişkeni daha sonra 0,3 sn boyunca yumuşak bir animasyonla karşılık gelen bağlantıya kaydırma sıçramasını tetikler. Sıçramadan sonra bağlantı değeri sıfırlanır, böylece aynı bağlantıya bir sonraki tıklama yeniden ateşlenir (aksi takdirde gözlemci yeniden tetiklenmez, çünkü değer değişmemiştir).

KISACA

Tıklamak seni sağdaki metinde uygun yere götürür.

W4 ScrollView (Detay içerik)

NEREDE

Sağ sütun.

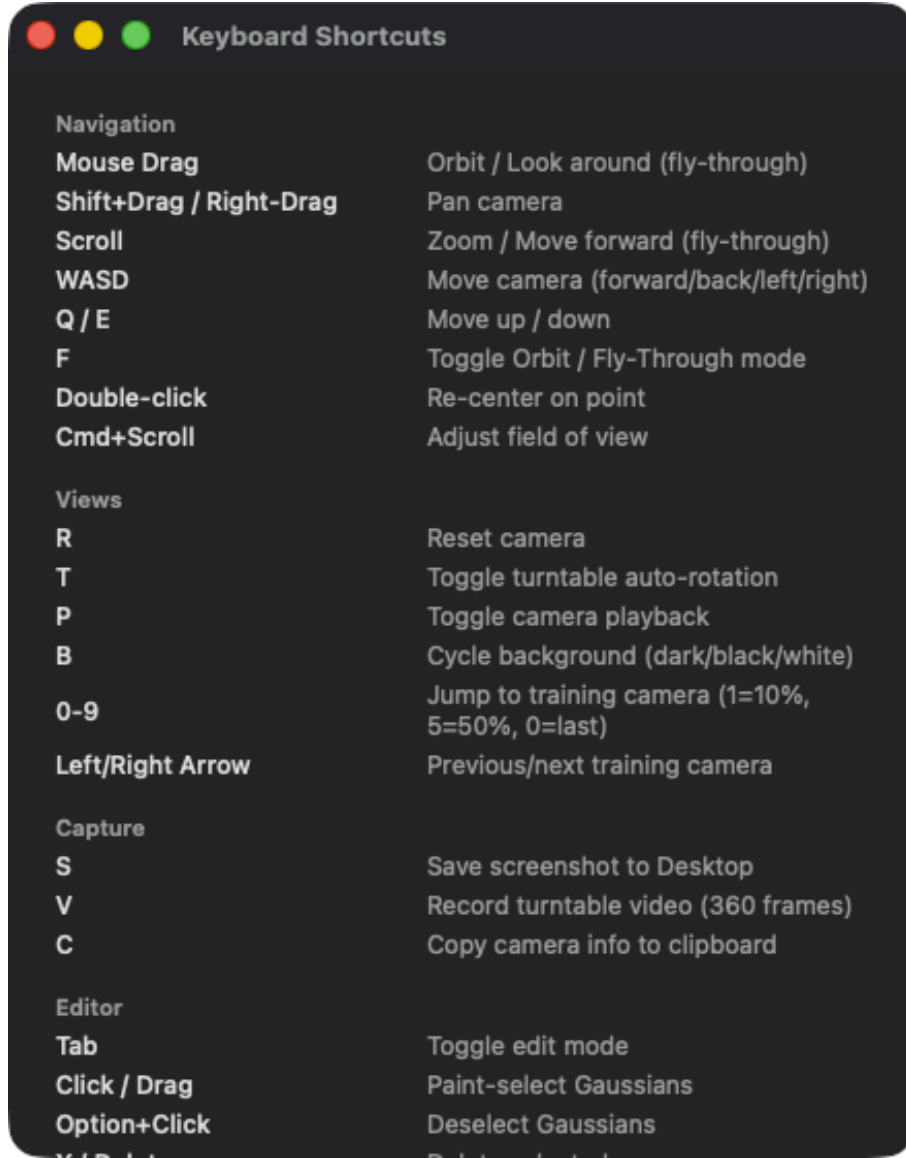
TEKNİK

Tembel render'lı kaydırılabilir, dikey yığınli içerik alanı, çünkü uzun kılavuzlar kolayca 200'den fazla Markdown bloğu olabilir — tembel olmayan bir varyant hepsini aynı anda örneklendirir. Her blok kendi ID'sini alır, ya başlık bağlantısı (sıçranabilir H1–H3 için) ya da bir indeks yer tutucusu. Maksimum genişlik 720 pt, dolgu 32 yatay / 24 dikey, böylece uzun satırlar iyi okunan bir düzen korur. Tablolar yatay yığınlar ve ayırıcı çizgilerle hücre hücre render edilir; satır içi kod yerleşik Markdown motoru tarafından. Gerçek kod blokları şu anda paragraf olarak ele alınır — yardım penceresinin bilinen bir kısıtlaması.

KISACA

Asıl yardım metni. Kaydırılabilir, iyi okunan genişlik, net tipografi.

Keyboard Shortcuts (W5–W6)



Şekil 18: Keyboard Shortcuts penceresi — solda hotkey sütunu ve sağda açıklama ile beş grup Navigation/Views/Capture/Editor/Training

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Beş bölümde statik referans listesi. **Navigation:** Mouse Drag (Orbit/Fly), Shift+Drag/Right-Drag (Pan), Scroll (Zoom), WASD (Fly-Through hareket), Q/E (Yukarı/Aşağı), F (Orbit/Fly arasında geçiş), Double-click (Yeniden merkezle), Cmd+Scroll (FoV ayarı). **Views:** R (Kamerayı sıfırla), T (Otomatik döndürme), P (Kamera oynatma), B (Arka plan döngüsü), 0–9 (Eğitim kamerasına atla 1=%10/5=%50/0=son), Sol/Sağ Ok (Önceki/Sonraki Cam). **Capture:** S (Masaüstüne ekran görüntüsü), V (Turntable Video), C (Kamera bilgisini kopyala). **Editor:** Tab (Düzenleme modu), Click/Drag (Paint-Select), Option+Click (Seçimi kaldır), X / Delete (Seçimi sil), Cmd-Z (Son silmeyi geri al), [/] (Fırça boyutu küçük/büyük), Esc (Seçimi kaldır). **Training:** Start, Pause/Resume, Cancel, Continue +5K/+10K/+20K, M9–M14'teki menü kısayolları üzerinden.

Nedir: Tüm klavye kısayollarının basit statik bir genel görünümü — Navigation, Views, Capture, Editor, Training. İçerik sert kodlanmıştır, Markdown yüklemesi yok.

NE ZAMAN AÇ Görüntüleyicide bir şey yapmanın en hızlı yolunu ararken. WASD Fly-Throug, kamera sıfırlamak için R, arka plan döngüsü için B — hepsi burada.

W5 ScrollView (İçerik alanı)

 NEREDE

Help → Keyboard Shortcuts (⌘/).

 TEKNİK

İçinde dikey liste olan basit bir kaydırma alanı. Etrafında 20 dolgu, kenar çubuğu gezinme ağacı yok (liste yeterince kısa). İçerikler beş bölümde gruplandırılmıştır (Navigation, Views, Capture, Editor, Training). Tuş kombinasyonu başına her iki sütunda çevrilebilir metin içeren bir satır. Sol sütun (tuş kodu) 180 pt genişliğine sabitlenmiş, böylece sağdaki açıklamalar dikey olarak hizalı kalır. Kaydırma dışında etkileşim yok — bir satıra tıklamak bir şey tetiklemez; tuş kısayolları menüde ve görüntüleyicide gerçek klavye değiştiricileridir.

 KISACA

Tüm kısayol tuşlarının tablosu. Kısa kontrol için statik bir kopya kağıdı.

W6 VStack (Kısayol bölümleri)

 NEREDE

ScrollView içinde.

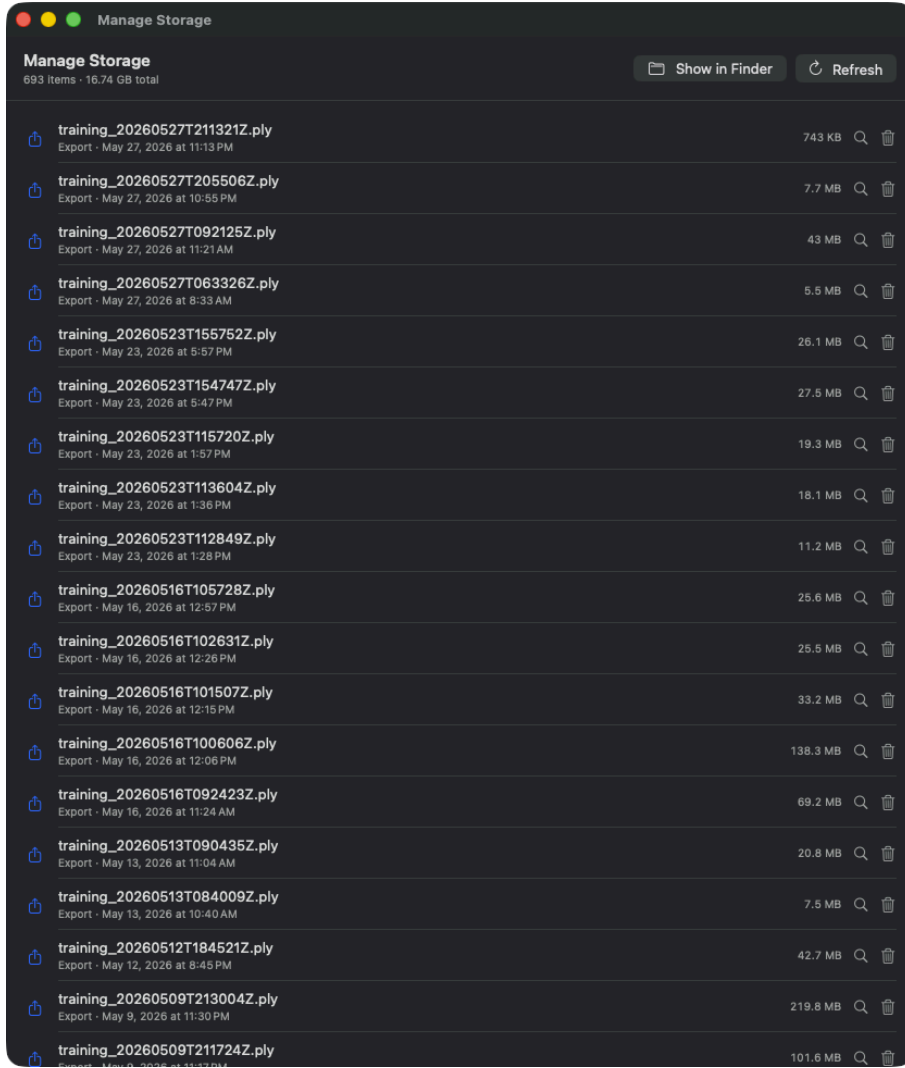
 TEKNİK

16 pt aralıkla sola dayalı yığılı bölümler. Beş bölümün içinde Başlık + satır dizisi. Başlıklar ikincil bir Subheadline stili kullanır — bilinçli olarak Title biçimi yok, çünkü bölümlerin gezinilebilir olması gerekmez. İçerik bilinçli olarak düzdür (disclosure yok, search yok, filter yok), böylece bileşen her macOS sürümünde değişmeden çalışır ve dosya okunabilir kalır.

 KISACA

Tuşların işleve göre gruplandırılması (Navigation, Views, Editor vb.).

Manage Storage (W7–W12)



Şekil 19: Manage Storage penceresi — başlık „693 öge · 16.74 GB toplam“ gösterir, tarihe göre sıralanmış Export PLY dosyalı tablo, her birinde biçim hapy + dosya adı + boyut + tarih

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ RadianceKit tarafından yönetilen tüm dosyaların tablo görünümü. Başlık 693 öge, 16.74 GB toplam boyut sayar. Üst araç çubuğu: „Show in Finder“ + „Refresh“. Her satır: PLY simgesi, dosya adı (ör. training_20260527T211321Z.ply), dışa aktarma tarihi, boyut (7 KB ile 218 MB arasında değişir), büyüteç simgesi (Reveal) ve çöp kutusu simgesi (Move to Trash). Dosyalar tarihe göre sıralanmıştır, en yenisi üstte. Bu demo çekiminde PLY dışa aktarmaları baskındır, çünkü çok `--benchmark` ile çalışıldı.

Nedir: RadianceKit’in ~/Documents/RadianceKit/ altında yerleştirdiği her şey için bir disk kullanım genel bakışı — günlükler, dışa aktarmalar, sahneler, capture paketleri (iOS arkadaşından), içe aktarmalar (girdi görüntülerinin staging kopyaları). Girdi başına bayt cinsinden bir boyut ve iki düğme: „Finder’da göster“ ve „Çöpe taşı“. Otomatik temizlik DEĞİLDİR — uygulama kendisi bir şey silmez; sen girdi başına karar verirsın.

NE ZAMAN AÇ Disk dolduğunda. Özellikle günlükler birikir (eğitim denemesi başına bir JSONL artı `_qualityMetrics.json`); dışa aktarmalar da doğal olarak (PLY %100 ham veri, dışa aktarma başına bir). Bir çökme sonrası, içe aktarma staging dizininde hâlâ giriş

görüntülerinin eski kopyaları varsa da yararlıdır (dev_v549f-needle-reduction.md'deki „Disk-pressure incident“e bak).

W7 „Show in Finder“ düğmesi

NEREDE

Storage tarayıcı penceresinin sağ üstünde başlık.

TEKNİK

Tüm RadianceKit dizinini (~/Documents/RadianceKit/) Finder'da açar, böylece klasör yapısını doğrudan görebilir ve Finder ile kendisinin manipüle edebilirsiniz. Eylem yeni bir Finder penceresi açar ve uygulama sandbox kapsayıcısına geçmez — ~/Documents/RadianceKit/ uygulamalar için normal erişilebilir Documents alanıdır, sandbox kapsayıcı yolu değildir.

KISACA

Dizini Finder'da açar, böylece dosyalarla kendin çalışabilirsin.

W8 „Refresh“ düğmesi

NEREDE

Başlık, Finder düğmesinin yanında.

TEKNİK

Büyük dizin ağaçlarını taramanın UI'yi engellemesi için kullanıcı başlatmalı eşzamansız görevde çalışan bir arka plan taramasını tetikler. Asıl gezinti bilinen her alt klasörü (Logs, Exports, Scenes, Captures, Imports) gezer ve doğrudan çocuk başına bir depolama girdisi oluşturur. Girdi başına özyinelemeli boyut belirlenir — tercihen gerçek disk tüketimi (APFS hardlink paylaşımı dahil) mantıksal dosya boyutuna geri dönüşle.

KISACA

Bu arada Finder'da bir şey sildi ya da eklediysen listeyi yeniden okur.

W9 List (Depolama girdileri)**NEREDE**

Başlığın altında ana içerik.

TEKNİK

Satır başına bu düzenle liste: kategoriye özgü SF Symbol simgesi (Günlükler için belge, Dışa aktarmalar için yükleme oku, Sahneler için küp, İçte aktarmalar için tepsi), ad + alt başlık (çocuk etiketi + biçimlendirilmiş değiştirme tarihi), sağda bayt sayacı (sağa hizalı, monospace), Reveal düğmesi (büyüteç simgesi), Trash düğmesi (çöp kutusu). Sıralama: birincil olarak çocuğa göre (Sahneler önce, sonra Dışa aktarmalar, Günlükler, Captures, İçte aktarmalar, Diğer), ikincil olarak değiştirme tarihine göre azalan (en yenisi üstte). Tarama hâlâ çalışıyorsa, yer yerine bir „Scanning..“ ilerlemesi gösterir. Hiçbir şey bulunamazsa tepsi simgesi olan boş durum göstergesi.

KISACA

Türe ve güncelliğe göre sıralanmış tüm RadiançeKit verilerinin listesi. Girdi başına boyutu görürsün ve doğrudan silebilirsin.

W10 Satır düğmesi „Reveal in Finder“**NEREDE**

Satır başına, sağda büyüteç simgesi.

TEKNİK

Finder'ı açar ve belirli öğeyi (dosya veya klasör) seçer. W7'den fark: W7 kök dizini açar; W10 tam olarak bu girdiyi işaretler. Pratik iş akışı: büyük bir girdiyi tanımla, büyüteç tıkla, sonra örneğin harici bir hacme kopyala.

KISACA

Finder'da bu girdiye doğrudan atlar, böylece onu hızlıca bulursun.

W11 Satır düğmesi „Move to Trash“**NEREDE**

Satır başına, büyütecin sağında çöp kutusu simgesi.

TEKNİK

Onay diyalog kutusunu (W12) tetikler. Yalnızca onaydan sonra macOS standart işlemi „çöpe taşı“ çalışır (yani geri döndürülebilir, doğrudan silme değil). Başarılı çöpe taşıdan sonra girdi listeden kaldırılır ve toplam bayt sayacı güncellenir. Hatalarda modal bir hata diyalogu gösterilir.

KISACA

Girdiyi çöp kutusuna taşır. Diyalog önce sorar.

W12 ConfirmationDialog (Silme onayı)**NEREDE**

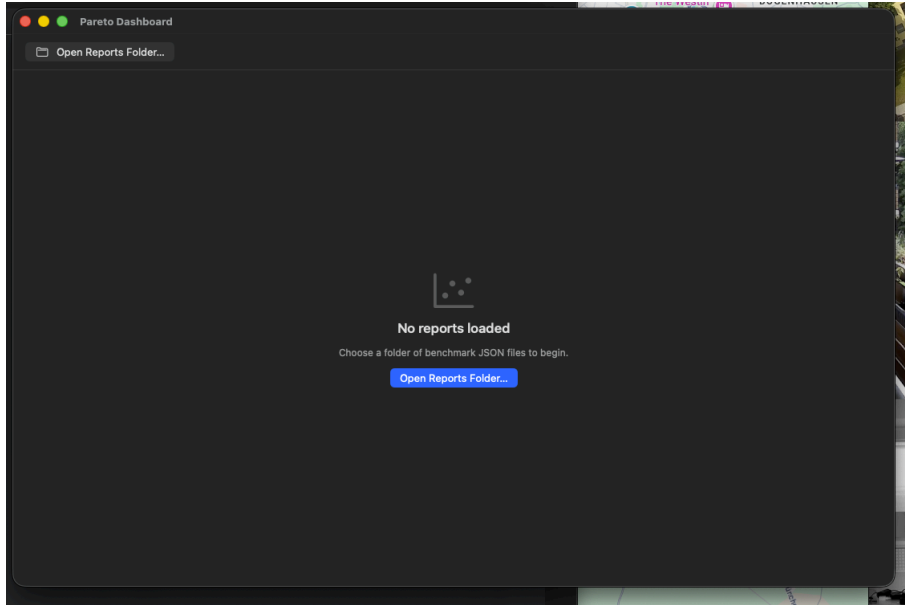
W11 tarafından tetiklenir, macOS sheet olarak gösterilir.

TEKNİK

Dinamik başlık „Delete <name>?“ ile standart onay diyalogu ve girdinin çöp kutusuna düşeceğini ve oradan geri döndürülebileceğini (çöp kutusu boşaltılana kadar) açıkça belirten bir Message satırı. İki düğme: yıkıcı eylem olarak „Move to Trash“ (kırmızı gösterilir) ve otomatik Esc bağlamayla „Cancel“. Diyalog, yalnızca bu pencereyi engelleme anlamında modal değildir, tüm uygulamayı engellemez — bu, geri döndürülebilir silmeler için macOS standardıdır.

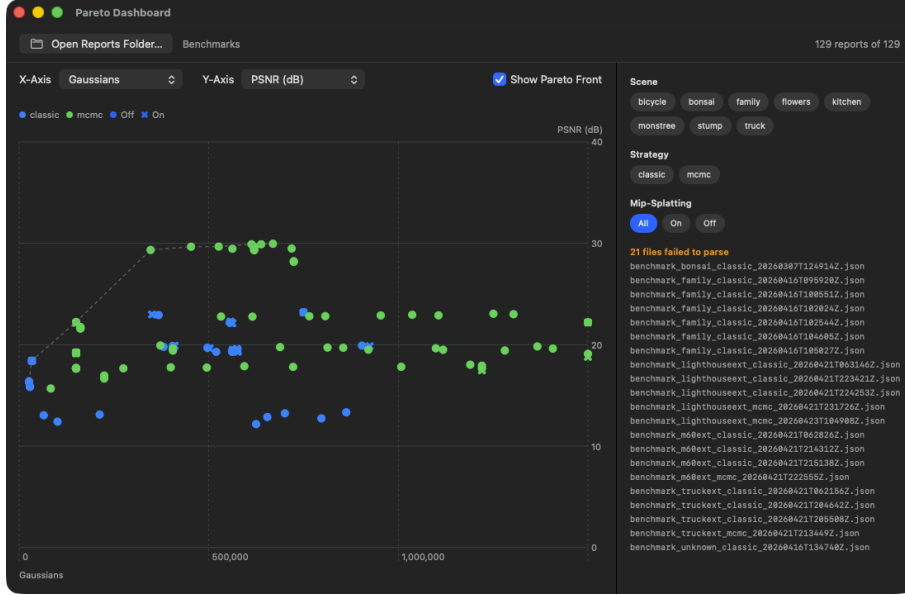
KISACA

Silmeden önce güvenlik sorusu. „Move to Trash“ geri döndürülebilir — çöp kutusu boşaltılmadığı sürece.

Pareto Dashboard (W13–W22)

Şekil 20: Pareto Dashboard — rapor içe aktarmadan önce boş durum

Boş durum (ilk açılıştan sonra) — „Open Reports Folder..“ çağrısıyla boş durum. Veri noktaları eğitim raporları yüklendiğinde görünür, bir sonraki çekime bak.



Şekil 21: 129 yüklü benchmark raporlu Pareto Dashboard — Pareto-Front ile Gaussians vs PSNR, Scene/Strategy/Mip filtre

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Başlık araç çubuğu „129 reports of 129” gösterir (seçilen klasördeki tüm raporlar başarıyla ayrıştırıldı — sağdaki uyarı listesine bak, eski biçim nedeniyle 21 ek dosya ayrıştırılmadı). Eksenler: X eksenini seçici `Gaussians` 'ta, Y eksenini seçici `PSNR (dB)` 'de. Saçılım grafiği: yeşil noktalar = Classic stratejisi, mavi noktalar = MCMC. Kesik Pareto-Front çizgisi en iyi elde edilen PSNR değerleri boyunca uzanır ve yaklaşık 500K Gaussian'dan itibaren $PSNR \approx 30$ dB'de platolaşır. Sağdaki filtre hapları: 7 sahne (bicycle, bonsai, family, flowers, kitchen, stump, truck), 2 strateji (classic, mcmc), 3 Mip-Splatting seçeneği (All, On, Off). Şu anda tüm filtreler açık, bu yüzden yoğun nokta kümesi.

Nedir: Çoklu çalıştırma karşılaştırma aracı. Geçmişte birden çok sahne veya aynı sahneyi farklı önayarlarla eğittin — bu eğitim çalıştırmalarının her biri (eğer `--benchmark` ile çalıştırdıysan veya `benchmark` işlevi üzerinden çağırdıysan) diğer şeylerin yanı sıra final PSNR, SSIM, LPIPS, Gaussian sayısı ve wall clock süresini içeren bir JSON rapor dosyası üretir. Dashboard, bu raporların tüm bir klasörünü aynı anda okur ve onları seçilebilir eksenli 2D saçılım olarak çizer. Ek olarak Pareto-Front (dominasyon edilmemiş noktaların kümesi) kesik çizgi olarak çizilir.

NE ZAMAN AÇ En az üç veya dört eğitim raporu oluşturduktan sonra. Daha az noktada Frontier çizgisi anlamlı değildir. Tipik kullanım durumu: bir dış mekân sahnesini yeniden yapılandırmaya çalıştın ve P3 Balanced (Classic), P4 Quality (Classic), P7 MCMC Quality ve P9 Outdoor (tuned)'u sırayla denedin — şimdi hangi yapılandırmanın saniye eğitim süresi başına en iyi PSNR sağladığını veya belirli PSNR için en az Gaussian'a ihtiyaç duyduğunu bilmek istersin.

NASIL YORUMLANIR Her iki eksen de serbestçe seçilebilir (X eksenini: `psnr`, `ssim`, `lpips`, ...; Y eksenini aynı). Pareto-Front mantığı `ParetoFront2D.indices`, her metrik için „daha küçük = daha iyi” (ör. LPIPS, Loss, Time) veya „daha büyük = daha iyi” (PSNR, SSIM) olduğunu bilir — yani çizgi eksen seçimine göre sol alttan sağ üste veya sol üstten sağ alta gider, her zaman elde edilen en iyi kombinasyon boyunca. Bir nokta Pareto-

optimaldir, eğer HİÇBİR başka nokta HER İKİ boyutta en az aynı derecede iyi DEĞİLSE (yani başkası tarafından domine edilmez). Pareto-optimal noktalar çizgi üzerindedir, diğer noktalar (eksen yönelimine göre) sağında/üstünde veya sağında/altındadır. Çizgi ÜZERİNDEKİ noktalar „en iyi önayar“ için gerçek adaylardır; çizgiden UZAK noktalar boşa harcanan eğitim süresidir.

FILTRE HAPLARI Seçimi belirli bir sahneye (örneğin yalnızca dış mekân çalıştırmaları karşılaştırmak istiyorsan), belirli bir stratejiye (Classic veya MCMC) veya Mip-Splatting açık/kapalı (Mip'in opt-in gelişmiş bayrak olarak kaldığı Faz Q1.5 sonrası ilgili) kısıtlayabilirsin.

ÖRNEK İŞ AKIŞI ~/Documents/RadianceKit/Reports/ altında „truck“ sahnesi için üç raporun var: Çalıştırma A (P4 Quality, 40K iter, 524K Gs, 105 sn, PSNR 23.4), Çalıştırma B (P7 MCMC, 200K iter, 150K Gs, 693 sn, PSNR 24.6), Çalıştırma C (P9 Outdoor, 100K iter, 1.25M Gs, 312 sn, PSNR 25.8). X eksenini trainingTime'a, Y eksenini PSNR'ye ayarla. Çalıştırma B sağ üstte, Çalıştırma C daha sağ üstte, Çalıştırma A sol altta. Pareto-Front A ve C'yi bağlar — ikisi de domine edilmemiş. Çalıştırma B „kayıp“ (C zamanda VE PSNR'de daha iyidir). Bilgi: „truck“ için MCMC varsayılanı değmez; ya hızlı+tamam (A) ya da uzun+çok iyi (C). C'den yapılandırmayı kendi önayar olarak kaydet (Inspector → I1 Save Preset).

Sonraki eylem: En iyi yapılandırmayı önayar olarak kaydet. Somut olarak: Pareto noktalarına bak (Hover ipucu tooltip'inde PSNR/SSIM/LPIPS/Gs/Time gösterir), Time-vs-Quality dengesinden hangisinin sana en iyi uyduğuna karar ver, ilgili raporu aç (dosya adı çalıştırma zaman damgasını içerir), eğitim yapılandırmasını yeni bir çalıştırmada kopyala veya bir sonraki eğitim oturumundan sonra Inspector üzerinden önayar olarak kaydet.

W13 „Open Reports Folder...“ düğmesi

NEREDE

Sol üstte araç çubuğu.

TEKNİK

„Select a folder containing benchmark .json reports“ istemiyle bir klasör seçim diyalogu açar. Onaydan sonra arka plan görevi klasördeki tüm .json dosyalarını sıralı olarak ayrıştırır. Bozuk raporlar (bozuk JSON, yanlış şema) toplanır ve kenar çubuğunun altında „N file failed to parse“ olarak gösterilir — çökme yok. İlk yükleme hâlâ çalışırken ikinci bir tıklama yapılırsa, önceki görev iptal edilir, böylece duruma aynı anda iki sonuç yazılmaz.

Ayrıca CLI üzerinden: `--dashboard-dir /path/to/reports` klasörü uygulama başlangıcında yükler.

KISACA

Benchmark raporlarının bulunduğu klasörü seçer. Standart yol ~/Documents/RadianceKit/Reports/. Sonra tüm JSON'ları aynı anda yükler.

W14 „X-Axis“ seçici

NEREDE

Grafiğin üstünde, solda.



TEKNİK

Dashboard modülünün tüm kullanılabilir metrik eksenleriyle (PSNR, SSIM, LPIPS, Gaussian sayısı, eğitim süresi vb.) menü seçici. Varsayılan Gaussian sayısıdır. Değişimde üzerine gelinen nokta sıfırlanır, çünkü daha önce vurgulanan konum yeni eksen koordinat sisteminde eksen değişiminden sonra anlam ifade etmez. Seçici tüm genişlik boyunca uzatmasını diye içerik genişliğiyle sınırlıdır.

KISACA

Yatay ekseninde hangi metriğin durması gerektiği. Genellikle „Eğitim süresi“ veya „Gaussian sayısı“, çünkü karşılaştırmak istediğin „maliyetler“ bunlardır.

W15 „Y-Axis“ seçici

NEREDE

Grafiğin üstünde, X ekseninin yanında.



TEKNİK

W14 ile aynı, sadece varsayılan PSNR. Eksen seçimi bağımsız olarak kaydedilir, böylece kullanıcı saçma kombinasyonlar da seçebilir (X=PSNR, Y=PSNR — tüm noktaları bir köşegene atar). Ancak bu tür kombinasyonlar yakalanmaz; bilinçli karar, çünkü metriklerin nasıl tutarlı davrandığını görmek için „SSIM vs PSNR“ karşılaştırması oldukça ilginçtir.

KISACA

Dikey ekseninde ne durduğu. Normalde kalite ölçütü olarak „PSNR“ veya „SSIM“.

W16 „Show Pareto Front“ anahtarı

NEREDE

Eksen seçicilerin sağında.



TEKNİK

Standart macOS anahtarı. Etkinse, Pareto grafiğinde nokta bulutuna ek olarak hesaplanan 2D Pareto-Front'la bir çizgi çizilir. Stil: kesik (çizgi deseni 4-4), gri yarı saydam, çizgi kalınlığı 1,5 pt. Pareto hesaplama ana iş parçacığında çalışır — tipik rapor sayısında ($\leq \sim 50$) sorunsuz hızlıdır. Anahtar kapalıysa çizgi atlanır, böylece yalnızca çıplak noktalar kalır.

KISACA

„Şu ana kadar en iyi“ noktardan geçen çizgiyi gösterir. Çizgi yolda ise (ör. yalnızca tekil takasları karşılaştırmak istediğin için) kapat.

W17 „Scene“ filtre hapları

 NEREDE

Dashboard penceresinin sağ kenar çubuğu.

 TEKNİK

Yüklenen raporlarda görünen her sahne için filtre hapları. Kendi akış düzeni, hapları genişlik tükendiğinde otomatik olarak birden çok satıra paketler. Aktif haplar vurgu arka planını alır, aktif olmayanlar nötr standart materyal arka planını. Çoklu seçim mümkündür (set anlambilim); hiçbir hap seçili değilse tüm sahneler „geçer“ sayılır — yani set mantığı „boş seçim = her şey“, „boş seçim = hiçbir şey“ değil.

 KISACA

Bir sahne adına tıklamak noktaları yalnızca o sahneye filtreler. Çoklu seçim mümkündür. Boş = tüm sahneler.

W18 „Strategy“ filtre hapları

 NEREDE

Kenar çubuğunda Scene filtresinin altında.

 TEKNİK

W17 gibi tam olarak ama eğitim stratejileri için — benchmark rapor JSON’larının Strategy alanından türetilen tipik iki değer „classic“ ve „mcmc“. Her iki strateji raporlarını karıştırdıysan ve yalnızca bir türü görmek istiyorsan yardımcıdır (ör. „yalnızca MCMC çalıştırmalarını göster, çünkü Classic’i zaten dışladım“).

 KISACA

Classic veya MCMC’ye göre filtre. Varsayılan olarak her ikisi de etkindir.

W19 „Mip-Splatting“ filtre hapları**NEREDE**

Kenar çubuğunda Strategy filtresinin altında.

TEKNİK

Üç değerli filtre (W17/W18 gibi set değil): „All“ / „On“ / „Off“. Arka plan: Mip-Splatting Faz Q1.5'te deneysel çok ölçekli iyileştirme olarak değerlendirildi ve son verdik „baştan başa hoş bir kazanç yok; opt-in bayrak olarak tutuldu“ idi. Mip on/off karşılaştırmaları yapıyorsan, sıklıkla çok keskin ayırabilmek istersin. Bu yüzden „her şeyi geçir“, „yalnızca Mip açık“, „yalnızca Mip kapalı“ durumlarıyla özel üçlü filtre. Kenar çubuğu bölümü yalnızca veri kümesinde en az bir Mip raporu VE en az bir Mip olmayan rapor varsa görünür (aksi takdirde filtreleme anlamsızdır).

KISACA

Mip-Splatting açık/kapalıyı karşılaştırmak istiyorsan, burada üç bölümlü filtre. Aksi takdirde yok say.

W20 ChipButton (Filtre anahtarı, all/on/off)**NEREDE**

Yardımcı bileşen, W17/W18/W19'da kullanılır.

TEKNİK

Minimalist düğme sarmalayıcı. İçerik: Caption yazı tipi boyutu ve 10 yatay / 5 dikey dolgu ile etiket metni. Koşullu arka plan: etkinse → beyaz metinle uygulama vurgu rengi; aksi takdirde siyah metinli nötr standart materyal arka planı. Şekil bir kapsüldür (hap benzeri). Plain düğme stili, böylece kapsül materyali sistem kenarlığıyla örtülmez.

KISACA

Yuvarlak filtre düğmelerinin kendisi. Görsel olarak iOS etiketi gibidir.

W21 Chart (Pareto saçılımı)

NEREDE

Dashboard'un orta alanı.

TEKNİK

İki katmanlı Swift Charts diyagramı: 1. rapor başına bir nokta — seçilen X ve Y metriklerinden konum, stratejiye göre renk, Mip durumuna göre simge. Sembol boyutu normal 80, vurgulanan 200 (ID mevcut üzerine gelinen rapora karşılık geliyorsa). 2. Yalnızca anahtar açıkken Pareto-Front için bir çizgi.

Chart bindirme: şeffaf bir dikdörtgen fare hareketini kaydeder; kare başına grafik çerçevesindeki Öklid olarak en yakın nokta konumu belirlenir ve mesafe 24 px'in altındaysa üzerine gelinen rapor güncellenir (aksi takdirde sıfırlanır). Böylece tooltip'i tıklamadan alırsın — üzerine gelme yeterli.

KISACA

Asıl saçılım diyagramı. Her nokta bir eğitim çalıştırmasıdır. Detay tooltip için üzerine gel.

W22 Tooltip (Üzerine gelme detayı)

NEREDE

Grafiğin altında, üzerine gelmede görünür.

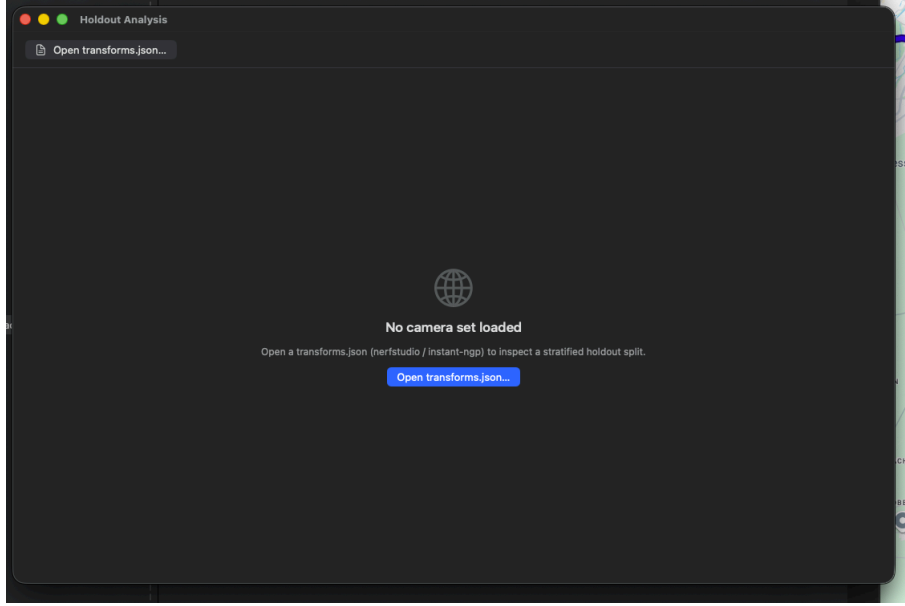
TEKNİK

Yatay yığın: Sahne adı (Headline), Strateji etiketi (Caption), ayırıcı çizgi, ardından PSNR/SSIM/LPIPS/Gs/Time metrikleri her biri küçük dikey grupta (Etiket + monospace değer). Mip etkinleştirilmişse, ek olarak vurgu renginde bir „Mip“ kapsül etiketi. Arka plan yarı saydam blur, 8 pt yarıçaplı yuvarlatılmış dikdörtgen. Yalnızca fare gerçekten bir noktanın üzerindeyse görünür. Ayrıldığında otomatik olarak kaybolur.

KISACA

Fareyle bir noktanın üzerine geldiğinde alttaki detay kartı. Tüm kalite metriklerini ve çalıştırma yapılandırmasını aynı anda gösterir.

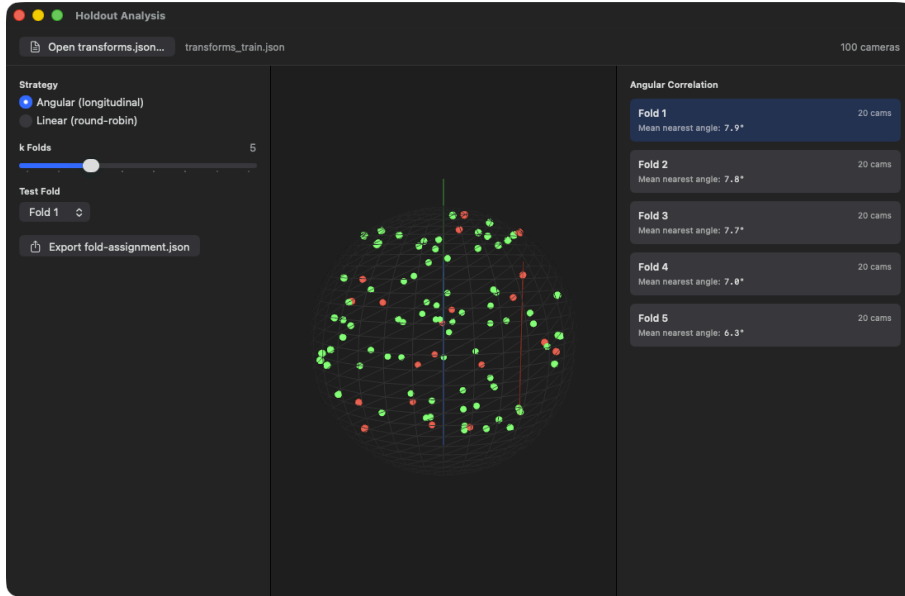
Holdout Analysis (W23–W29)



Şekil 22: Holdout Analysis — transforms.json yükmeden önce boş durum

„Open transforms.json...“ çağrısı ile boş durum. NeRF-Studio ve Instant-NGP biçimini kabul eder.

Boş durum (ilk açılıştan sonra) — bir transforms.json yüklendiğinde kamera işaretleri görünür, bir sonraki çekime bak.



Şekil 23: 100 NeRF-Blender Mic kamerasıyla Holdout küresi, fold başına 20 kamera ile 5 fold, Angular stratejisi aktif

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Başlık yüklenen dosyayı (transforms_train.json) ve cam sayısını („100 cameras“) gösterir. Sol kenar çubuğu: iki seçenekli Strategy seçici — aktif Angular (longitudinal) (folları kürenin üzerinde boylam/genişlik sektörlerine göre hizalar, böylece her test fold geometrik olarak yoğun olur) vs Linear (round-robin) (sıra

tabanlı, her k'inci kare test seti olarak). k-Folds kaydırıcı 5'te, test fold seçici Fold 1'de. Dışa aktarma düğmesi Nerfstudio/Instant-NGP için bir `fold-assignment.json` üretir. Orta panel: 100 kameranın 3D küre projeksiyonu — yeşil noktalar = Train, kırmızı noktalar = mevcut test fold (20 kameralı Fold 1). Sağ kenar çubuğu (Angular Correlation): fold başına 20 cam + Mean Nearest Angle (Fold 1: 7.9°, Fold 2: 7.8°, Fold 3: 7.7°, Fold 4: 7.0°, Fold 5: 6.3°) — daha küçük değer, bu fold içindeki kameraların birbirine yakın durduğu, yani Holdout bölmesinin uzaysal olarak tutarlı olduğu anlamına gelir.

Nedir: Çapraz doğrulama mantığıyla kamera düzenleminin 3D görselleştiricisi. Bir `transforms.json` (Nerfstudio / Instant-NGP'nin kamera pozları için standart biçimi) yüklersin, uygulama tüm kameraları okur, bakış yönlerini birim küreye projeksiyonlar ve onları sanal bir küre üzerinde küçük küre işaretleri olarak gösterir. Sonra kameraları `k` folda böler (seçilen stratejiye göre: angular veya linear), eğitim oranını yeşil, test oranını (Holdout) kırmızı işaretler ve fold başına test fold'un bakış açısı uzayında eğitim fold'undan ne kadar uzakta olduğunu söyleyen bir açısal korelasyon puanı hesaplar.

NE ZAMAN AÇ Holdout değerlendirmesi yapmak istediğinde — yani: modelin görülmemiş bakış açılarına ne kadar iyi genelleşir? Eğitimde standart „her 8. görünüm holdout olarak“tır (Mip-NeRF360 kuralı), ama bu çok doğrusal bir bölmedir. Görüntülerin örneğin zamansal olarak kümelenmişse (önce nesnenin bir tarafı, sonra diğeri), o zaman „her 8.“ temsili değildir — rastgele bir dizi konumu teste düşer, ama tüm komşuları eğitimde, bu çok kolaydır. „Angular“ ile bunun yerine bakış açısı uzayında katmanlandırılır: her fold tüm orbit bölgelerinden kameralar içerir, böylece test gerçekten genelleme boşluklarını test eder.

NASIL YORUMLANIR Angular vs Linear: - Angular (standart): Kameraları boylam açısına (Y eksenine göre ϕ koordinatı) göre `k` eşit sektöre böler. Fold 0 $\phi \in [0^\circ, 360/k^\circ)$ ile kameralardır, Fold 1 bir sonrakiler vb. Avantaj: her fold orbitin bir kesimini kapsar; test fold uzaysal olarak kompakttır ama dünya veri seti üzerinde geniş dağılır. Klasik orbit çekimleri için iyidir. - Linear (Round-Robin): Fold indeksi = (image_index modulo k). Bu basit „her k'inci“ bölmesidir. Görüntü sırasının uzaysal önyargısı OLMADIĞINDA çalışır (ör. rastgele sıralanmış dron çekimleri). Görüntüler zamansal olarak kümelenmişse kötü çalışır.

3D küresinde hemen görürsün: yeşil noktalar (Eğitim) ve kırmızı noktalar (Test). Kırmızı noktaların hepsi bir köşede kümeleniyse, Holdout kötüdür (iyi bir genelleme testi değil). Yeşillerin arasında eşit duruyorlarsa iyidir. Fold başına Açısal Korelasyon puanı (sağ kenar çubuğu, derece cinsinden) ek olarak söyler: daha küçük değer = test eğitime yakın (her test kamerasının yakın bir eğitim kamerası var, kolay test); daha büyük değer = test eğitimden uzak (daha sert genelleme).

ÖRNEK İŞ AKIŞI Truck sahneni 251 görüntüyle çektin, menü ögesi M33 (Export SfM transforms.json) üzerinden bir nerfstudio dosyası dışa aktarırısın. Holdout penceresini (⇧⌘H) aç, „Open transforms.json...“ ile JSON'u yükle, küreye bak. `k=5` (varsayılan) sana 5 fold verir. „Fold 3“ üzerine tıkla — kırmızı işaretlerin makul derecede eşit olup olmadığını gör. Evet ise: „Export fold-assignment.json“, dışa aktarılan dosyayı Reports klasörüne koy ve bir sonraki eğitim çalıştırmasında `--benchmark` ile (veya karşılık gelen Inspector ayarlarıyla) tam olarak bu fold bölmesi test Holdout olarak kullanılır — „her 8.“ standardının yerine.

W23 „Open transforms.json...” düğmesi**NEREDE**

Sol üstte araç çubuğu.

TEKNİK

JSON dosyalarıyla sınırlı bir dosya seçim diyalogu açar. Onaydan sonra Holdout modülü dosyayı yükler. Yükleyici hem nerfstudio biçimini (kamera intrinsikleri artı görüntü yolu ve dönüştürme matrisi olan kare listesi) hem de instant-ngp biçimini (aynı yapı ayrıştırır. Kare başına bakış yönü dönüştürme matrisinden (kamera yerel tabanının z eksenini) çıkarılır ve kaydedilir. Ayrıştırma başarısız olursa durum alanında bir hata mesajı gösterilir.

Ayrıca CLI üzerinden: `--holdout-file /path/to/transforms.json` pencereyi yüklü dosyayla doğrudan başlatır.

KISACA

Kamera pozları JSON'ını yükler. Standart Nerfstudio ve Instant-NGP dışı aktarmalarıdır. RadianceKit kendisi transforms.json'ı Menü → Export → SfM üzerinden dışı aktarabilir.

W24 „Strategy” seçici (angular/linear)**NEREDE**

Sol kenar çubuğunda üst.

TEKNİK

İki seçeneğe radyo seçici: Angular ve Linear. Strateji değişikliği fold'ların yeniden hesaplanmasını otomatik olarak tetikler. Bakış yönleri küre üzerindeki 3D birim vektörlerinin listesidir; Angular stratejisi onları boylam açısı ϕ 'ye projeksiyonlar ve sıralar, Linear stratejisi kare indeksi üzerinde basit bir modulo bölmesi yapar.

KISACA

Eşit orbit çekimleri için Angular (standart, güvenli), yalnızca görüntülerin uzaysal olarak kümeleşmediğinde Linear.

W25 „k Folds“ kaydırıcı**NEREDE**

Sol kenar çubuğunda ortada.

TEKNİK

3'ten 10'a, adım 1 olan kaydırıcı. Değişimde fold hesabı otomatik olarak yeniden başlatılır, böylece fold listesi, eğitim/test indeksleri ve fold başına puan hemen yeniden hesaplanır. Seçilen değer monospace rakam metni olarak etiketin sağında gösterilir.

Pratik kural: $k=5$ standarttır (sana fold başına %20 test verir, çapraz doğrulama için yaygındır). Çok verin varsa ve istatistiksel anlamlılık için daha fazla fold istiyorsan $k=10$. Az verin varsa $k=3$.

KISACA

Bölmede kaç fold. 5 standarttır ve neredeyse her zaman uyar.

W26 „Test Fold“ seçici**NEREDE**

Sol kenar çubuğunda k kaydırıcının altında.

TEKNİK

Menü seçici. Seçenekler dinamik $0..<k$, etiket „Fold 1“den „Fold N“e (yani UI'da 1 indeksli, içeride 0 indeksli). Önceden seçilen indeks $\geq k$ ise (ör. k'yi 10'dan 5'e azalttığın için) otomatik olarak 0'a sıfırlanır. Seçilen test fold küresinde kırmızı gösterilir, diğerleri yeşil.

KISACA

Şu anda hangi fold'un test fold olduğu. Tıklayabilir ve her tekil fold'un küresinde nasıl görüldüğünü görebilirsin.

W27 „Export fold-assignment.json“ düğmesi**NEREDE**

Sol kenar çubuğunda altta.

TEKNİK

Varsayılan dosya adı `fold-assignment.json` olan bir kaydet diyalogu açar. Onaydan sonra Holdout modülü mevcut bölmeyi bir JSON şemasına kodlar (kare başına fold ataması artı strateji meta bloğu). Bu dosya daha sonra bir sonraki eğitimde `--benchmark` ile birlikte verilebilir, böylece son metrik değerlendirmesi için aynı Holdout kullanılır. Yazma hataları hata metni olarak gösterilir; başarı yeşil metinle „Saved to (filename)“ olarak.

KISACA

Mevcut eğitim/test bölmelerini JSON olarak kaydeder. Bu dosyayı eğitime doğrudan ekleyebilir ve aynı test seti yeniden kullanılır.

W28 SCNView (3D kamera küresi)**NEREDE**

Holdout penceresinin orta paneli.

TEKNİK

SceneKit küre görünümü. Sahne şunlardan oluşur: bir tel örgü küre (yarıçap 1.0, 36 segment, koyu gri), üç renkli eksen çıkıntısı (X/Y/Z için kırmızı/yeşil/mavi, her biri 1.2 uzunluğunda) ve kamera başına birim küresinin karşılık gelen bakış yönü konumunda küçük bir işaretçi küre (yarıçap 0.03) (tel örgü küresinin İÇİNDE kaybolmaması için hafifçe dışarda). İşaretçiler her fold değişikliğinde yeniden oluşturulMAZ — yeniden oluşturma yalnızca kare listesi değişirse (yani yeni bir JSON yüklenirse) gerekir. Bunun yerine güncelleme başına materyal renklerinin yerinde bir güncellemesi çalışır: test indeksleri için kırmızı, eğitim için yeşil, ne biri ne diğeri ise açık gri. Böylece $N > 1000$ kamerada da kaydırıcı tıklamaları performanslı kalır.

Kamera kontrolü etkindir — fareyle küreyi döndürebilir, yakınlaştırabilir, kaydırabilirsiniz. Aydınlatma işaretçilerin düz görünmemesini sağlar. Arka plan koyu gri.

KISACA

Kamera konumlarıyla 3D küresi. Yeşil = Eğitim, Kırmızı = Test, Açık gri = atanmamış (oluşmaz, tüm kameralar bir yere ait). Fareyle küreyi döndürüp yakınlaştırabilirsiniz.

W29 FoldCard (Fold seçmek için dokun)**NEREDE**

Sağ kenar çubuğunda „Angular Correlation“ bölümü.

TEKNİK

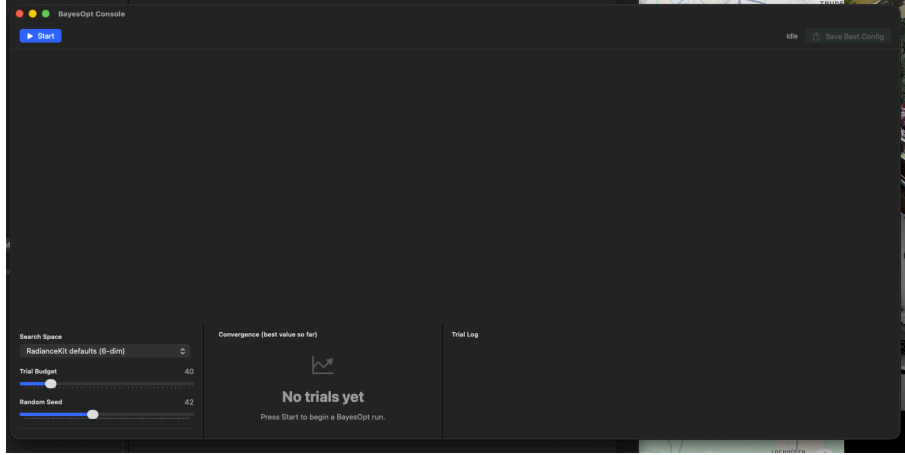
Fold başına bir kart görünümü — yarıçapı 6 pt olan yuvarlatılmış dikdörtgen, dolgu 10, iki satırlı dikey düzen (üstte „Fold N“ + kamera sayısı, altta „Mean nearest angle:“ + derece cinsinden değer). Koşullu arka plan rengi: aktif fold = yarı saydam vurgu rengi, aktif olmayan = nötr standart materyal. Dokunma fold'u seçer ve küre canlı yeniden renklenir.

„Mean nearest angle“ puanı test kamerası başına en yakın eğitim kamerasına ortalama en küçük açıdır (içeride radyan cinsinden hesaplanır, UI'da derece olarak gösterilir).

KISACA

Fold başına sağda kamera sayısı ve en yakın eğitim kamerasına ortalama mesafe ile küçük bir kart. Üzerine tıklamak bu fold'u test olarak seçer.

BayesOpt Console (W30–W39)



Şekil 24: BayesOpt konsolu — Trial başlangıcından önce boş durum

Search Space seçici (RadianceKit defaults (6-dim)), Trial Budget kaydırıcı (varsayılan 40), Random Seed (42) ve Convergence grafiği, Trial Log ve Search Space parametre listesi için üç boş panelle boş durum.

Boş durum (ilk açılıştan sonra) — bir çalıştırma başlatıldığında Convergence grafiği ve Trial tablosu dolar, bir sonraki çekişe bak.



Şekil 25: 40 deneme sonrası BayesOpt konsolu — Trial 15'e kadar dik yükselen Convergence grafiği, 40 denemeden sonra Best Value 0.9943, init/bo/restart etiketleriyle Trial Log

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Sağ üstte durum „Finished — best 0.9943 after 40 trials“. Sol kenar çubuğu: Search Space seçici RadianceKit defaults (6-dim)'de, Trial Budget 40, Random Seed 42. Parametre listesi değer aralıklarıyla ayarlanacak altı hiperparametreyi gösterir: mipSmoothing3DScale [0.05, 0.5], mipFilter2DVariance [0.1, 0.6], densifyGradThreshold [5e-07, 5e-06], ssimWeight [0.05, 0.5], mcmcNoiseScale [1e-05, 0.0001], mcmcRelocationInterval [50, 200]. Orta: Convergence grafiği (X = Trial indeksi 1–40, Y = Objective Value 0–1) — gri noktalar

BÖLÜM

ilk örnekler (LHS), mavi noktalar = BayesOpt akquisition, turuncu

noktalar = Restart denemeleri (#22 ve #31). En iyi değer çizgisi Trial ~7'ye kadar dik yükselir, sonra yalnızca Trial 15'e kadar marjinal iyileşme, oradan 0.99+'da düz plato. Sağ kenar çubuğu: Trial Log #1–#34 puan + etiketle (init/bo/restart). Sağ üstteki Save Best Config düğmesi `bayesopt-best.json` yazar.

Nedir: Hiperparametre arama için bir Bayes optimizasyon konsolu. Bayes-Opt, mümkün olduğunca az deneye bilinmeyen bir fonksiyonun en uygun noktasını bulmaya çalışan otomatik bir yöntemdir — tipik olarak: „mcmcMaxGaussians, capMultiplier, ssimWeight ve gradThreshold'un hangi kombinasyonu sahne sınıfım için en iyi PSNR'yi sağlar?“ $6^4 = 1296$ denemenin bir ızgarası yerine Bayes-Opt yaklaşık 40–100 bilgili deneme dener ve böylece optimuma yaklaşır.

Önemli: Uygulamada şu anda gönderilen sürüm optimizasyonu gerçek eğitim çalışmalarına karşı yürütmez (bu günler sürerdi), sentetik bir demo objektifine karşı yürütür — hafif gürültü artı Hill-Climbing karakterli çok modlu bir manzara. Bu kasıtlıdır: pencere sana optimizatörün davranışını (yakınsama seyri, örnek noktaları, şu ana kadar en iyi) göstermeli ve arama alanı tanımlarını anlamana izin vermelidir. Gerçek eğitim güdümlü BayesOpt çalıştırmaları için (Faz Q7'de Scene-Class önayarları için yapıldığı gibi) ayrı bir çevrimdışı CLI iş akışı kullanılır; pencere canlı UI varyantıdır.

NE ZAMAN AÇ Üç kullanım durumu: 1. BayesOpt'un nasıl çalıştığını anlamak istiyorsun — o zaman bir demo çalıştırma başlat ve Convergence grafiğini izle. 2. Yerleşik 10 önayarın tam olarak uymadığı yeni bir sahne sınıfı (örneğin „Akvaryumlar“ veya „Antika Mobilyalar“) planlıyorsun. Zihinsel olarak bir arama alanı tanımla, burada „Bowl demo“ veya „Densify“ önayarıyla kontrol et, sonra en iyi yapılandırmayı JSON olarak dışa aktar ve gerçek bir eğitim çalıştırması için başlangıç noktası olarak kullan. 3. RKBayesOpt paketinde tanımlanan varsayılan arama alanlarını (Mip-Subset, RadianceKit Defaults) incelemek istiyorsun — bunlar sol kenar çubuğunun Parametre panelinde listelenir.

NASIL YORUMLANIR - **Convergence grafiği** (orta sütun): Y = şimdiye kadar elde edilen en iyi objektif fonksiyon değeri. X = Trial indeksi. Başlangıçta dik yükselir (BayesOpt ilk örnekleri rastgele dener, bazıları şanslıdır), sonra giderek düz hale gelir, çünkü yakın optimum bölgesi tükenmiştir. Çizgi 20+ deneme için düz kalırsa, çalıştırmayı durdurabilirsin — daha fazla deneme bir şey getirmez. Grafikteki tekil noktalar tekil deneme değerleridir (yani „şu ana kadar en iyi“ değil), faza göre renklidir: gri = ilk örnek, mavi = bayesopt acquisition, turuncu = restart. - **Trial tablosu** (sağ sütun): #1, #2, #3, ... her biri değer ve faz etiketiyle. Şu ana kadar en iyi deneme sarı yıldızla işaretlenmiştir. Tablodan en iyi denemeyi tanımlayabilir ve daha sonra dışa aktarmada parametre değerlerine bakabilirsiniz. - **Search Space denetleyicisi** (sol kenar çubuğu): seçilen önayar için tüm parametre

adlarını ve arama aralıklarını `[lo, hi]` gösterir. „RadianceKit defaults (6-dim)“ önayarıdaysan, örneğin „densifyGradThreshold [5e-7, 5e-6]“ görürsün — yani bu iki değer arasında log-uniform.

ÖRNEK İŞ AKIŞI „RadianceKit defaults (6-dim)“ önayarını, Trial Budget 40, Seed 42'yi seç. „Start“a tıkla. Gözlemler: ilk 8 deneme gridir (ilk örnekler, LHS-Latin-Hypercube), sonrakiler mavidir (BayesOpt edinilmiş). Convergence grafiği Trial ~15'e kadar dik olur, sonra düzleşir. Trial ~30–40'ta en iyi değer dengelenir. „Save Best Config“e tıkla — önayar adı, deneme indeksi, değer ve çözülmüş parametre değerleriyle bir `bayesopt-best.json` kaydedilir. Bu JSON'ı sonra manuel olarak önayar tanımına alabilirsin.

W30 „Start“ düğmesi

NEREDE

Sol araç çubuğu, idle/finished durumunda.

TEKNİK

Trial listesini sıfırlar, running durumuna geçer, yeni bir çalıştırma ID'si üretir (çoklu Start tıklamalarında bayat algılama için) ve taze bir duraklatma kapısı oluşturur. Sonra optimizatörü eşzamansız akış olarak çalıştıran bir arka plan görevi başlatır. İlk örneklerin boyutu $\min(8, \text{budget} / 4 + 1)$ ile sonuçlanır — yani ≥ 28 bütçede tipik 8 Latin-Hypercube örneği, küçük bütçede daha az. Trial güncellemeleri artımlı olarak alınır ve listeye eklenir. Bayat çalıştırma koruması: bu sırada ikinci bir Start tıklaması çalıştırma ID'sini yeniden ayarlarsa, eski çalıştırmadan güncellemeler atılır.

Belirgin düğme görünümü için birincil eylem stili.

KISACA

Mevcut arama alanı, bütçe ve seedle taze bir optimizasyon çalıştırması başlatır.

W31 „Pause“ düğmesi

 NEREDE

Sol araç çubuğu, running durumunda.

 TEKNİK

Pause kapısını etkin ayarlar ve Paused durumuna geçer. Asıl etki: Runner bir sonraki objektif fonksiyonu değerlendirmeden önce 50 ms yoklama döngüsünde bekler. Bu, şu anda çalışan bir denemenin sonuna kadar yürütüleceği (sentetik ve yalnızca mikro saniye sürdüğü için) ama başka bir denemenin başlatılmayacağı anlamına gelir. Resume çalışır çalışmaz nerede durdurulduysa oradan devam eder.

 KISACA

Çalıştırmayı duraklatır. Mevcut hesaplama hâlâ sonuna kadar çalışır, sonra duraklatır.

W32 „Stop“ düğmesi

 NEREDE

Sol araç çubuğu, running ve Paused durumunda.

 TEKNİK

Runner görevini iptal eder, referansı nulla, pause kapısını çözer (hâlâ duraklatılmışsa) ve denemeler varsa Finished durumuna (denemeler yoksa idle durumuna) geçer. Önceden hesaplanan denemeler listede görünür kalır — Stop onları silmez. Yıkıcı düğme rolü, çalıştırmayı iptal ettiği için düğmeyi kırmızıda gösterir.

 KISACA

Çalıştırmayı kesin olarak iptal eder. Denemeler görünür kalır, en iyi yapılandırmayı yine de dışa aktarabilirsin.

W33 „Resume“ düğmesi

 NEREDE

Sol araç çubuğu, Paused durumunda.

 TEKNİK

Pause kapısını çözer ve Running durumuna geri döner. Runner görevi zaten çalışır (yoklama döngüsünde bekler); döngü duraklamanın kaldırıldığını fark eder etmez devam eder ve bir sonraki denemeyi başlatır.

 KISACA

Duraklatılmış bir çalıştırmayı sürdürür.

W34 „Save Best Config“ düğmesi

NEREDE

Sağdaki araç çubuğu, her zaman görünür (ama bestTrial yoksa devre dışı).

TEKNİK

Varsayılan dosya adı `bayesopt-best.json`, JSON ile sınırlı bir kaydet diyalogu açar. Onaydan sonra payload sözlüğü oluşturulur: Önayar adı, deneme indeksi, değer (objektif puan), parametreler (çözülen parametre adları sözlüğü → değerler). Çözme normalize edilmiş arama alanı koordinatlarını $[0,1]^d$ içinden orijinal değer aralığına (log-uniform/linear/integer ölçekleriyle uygun olarak) projeksiyonlar. JSON çıktısı düzenli yazdırılır ve sıralanmış anahtarlarla. Yazma hatasında (mevcut demo sürümde) sessizce yok sayılır — hata UI'si yok, çünkü bu bir demo yoldur.

Bir deneme çalıştırılmadığı sürece düğme gri kalır.

KISACA

Şimdiye kadar en iyi denemenin parametre değerlerini JSON olarak kaydeder. Bu değerleri sonra manuel olarak önayar yapılandırmana alabilirsin.

W35 „Search Space“ önayar seçici

NEREDE

Sol kenar çubuğunda üst.

TEKNİK

Dört önayar seçenekli menü seçici: - „RadianceKit defaults (6-dim)“ — tüm Q7 hiperparametreleriyle tam standart arama alanı. - „Mip subset (2-dim)“ — yalnızca `mipSmoothing3DScale` $[0.05, 0.5]$ log-uniform ve `mipFilter2DVariance` $[0.1, 0.6]$ doğrusal. Mip-Splatting'i bir sahne sınıfı için ayarlamak istiyorsan yararlıdır. - „densify-until + ssim-weight + grad-thresh“ — üç densify ile ilgili parametre (`densifyGradThreshold` log-uniform, `ssimWeight` doğrusal, `densifyUntilIter` tamsayı). - „Bowl demo (1-dim)“ — „BayesOpt böyle çalışır“ demoları için pedagojik tek parametre arama alanı.

Bir çalıştırma aktifken arama alanı değiştirilemez (optimizatörü karıştırır).

KISACA

BayesOpt'un hangi hiperparametre arama alanını araştırdığı. Standart „RadianceKit defaults“tır. Hedefli Mip ayar denemeleri için „Mip subset“. BayesOpt'un nasıl çalıştığını anlamak için „Bowl demo“.

W36 „Trial Budget“ kaydırıcı**NEREDE**

Sol kenar çubuğunda Search Space seçicinin altında.

TEKNİK

10'dan 200'e, adım 5 olan kaydırıcı. Varsayılan 40. Bu, BayesOpt'un maksimum N deneme yapabileceği anlamına gelir. Bunlardan ilk birkaçı başlangıç örnekleridir (Latin-Hypercube), gerisi gerçek BayesOpt denemeleridir. Pratik için pratik kurallar: d boyutlu bir arama alanı iyi bir optimum için yaklaşık $10d$ ile $20d$ deneme gerektirir. 6 boyutlu varsayılanlarda yani 60–120, 2 boyutlu Mip alt kümesinde 20–40, 1 boyutlu Bowl demosunda 10–20.

Çalıştırma sırasında kaydırıcı devre dışıdır.

KISACA

Maksimum kaç optimizasyon denemesi. Daha fazla deneme = daha iyi çözüm, ama daha fazla zaman gerektirir. 40, demo objektifi için iyi varsayılandır.

W37 „Random Seed“ kaydırıcı**NEREDE**

Sol kenar çubuğunda Budget kaydırıcısının altında.

TEKNİK

1'den 100'e, adım 1 olan kaydırıcı. Varsayılan 42. Seed hem ilk Latin-Hypercube örneklerine hem de demo objektifinin gürültü bileşenine iletilir. Yeniden üretilebilirlik: aynı seed + aynı arama alanı + aynı bütçe tam olarak aynı deneme dizisini verir. „Demoyu yeniden inşa ettiklerinde tüm meslektaşların aynı çalıştırmayı alıyorlar mı?“ için yararlıdır. Çalıştırma sırasında devre dışıdır.

KISACA

Rastgele üreticiyi kontrol eder. Aynı seed = aynı çalıştırma — yeniden üretmek için.

W38 Chart (Convergence)

 NEREDE

Pencerenin orta sütunu.

 TEKNİK

İki katmanlı Swift Charts diyagramı: 1. Deneme başına „best-value-so-far“ için bir çizgi — vurgu renginde monoton yükselen veya sabit kalan eğri. 2. Faza göre renklendirilmiş tekil objektif değeriyle deneme başına bir nokta. Sembol boyutu 40. Üç faz etiketi: „init“ (gri), „bo“ (mavi), „restart“ (turuncu).

Sol üstte küçük bir lejant faz renklerini gösterir. Deneme listesi boşsa (ilk başlangıçtan önce), grafik simgesi ve „Press Start to begin a BayesOpt run.“ ipucuyla bunun yerine bir boş durum gösterimi gösterilir.

 KISACA

Seyir grafiği. Düz çizgi „şu ana kadar bulunan en iyi çözüm“dür; noktalar tekil denemelerdir. Çizgi uzun süre düz kalırsa, BayesOpt optimumu bulmuştur.

W39 Table (Trial Log)

 NEREDE

Pencerenin sağ sütunu.

 TEKNİK

Tembel yığılmış deneme satırlarıyla kaydırma alanı. Satır başına yatay yığın: deneme numarası (3 basamaklı monospace, solda), değer (monospace, sağa hizalı, 70 pt geniş), faz etiketi (kapsül, %25 opaklıkta faz rengiyle doldurulmuş), bu deneme şu anda en iyisiyse isteğe bağlı sarı bir yıldız. Bir otomatik kaydırma mekanizması yeni bir deneme eklendiğinde otomatik olarak sona atlar — böylece canlı seyri ekran tabanında kendin kaydırmadan takip edebilirsiniz.

 KISACA

Tüm denemelerin tablosu. Değer, faz, en iyi için yıldız. Otomatik olarak birlikte kaydırılır, yeni denemeler altta görünür.

Ana pencere: Kayıp seyri ve Gaussian sayısı (I39–I41, çapraz başvuru)

Ana penceredeki Inspector göstergelerinden üçü kendi açıklamasını hak eder, çünkü çalışan bir eğitim sırasında sürekli görünürler ve seyirin ne zaman sağlıklı görüldüğü hakkında önemli pratik kurallar vardır. Göstergeler Inspector'da „Loss Chart“ bölümünde (bkz. Bölüm 2 — Inspector) bulunur ve yukarıdaki yardımcı pencereden Holdout analizini tamamlar.

Loss eğrisi ne zaman sağlıklıdır? Sağlıklı bir Loss eğrisi üç faz gösterir: (1) **Warmup** — ilk 200–500 iterasyon Loss yüksekte (L1+SSIM birleşik için sahneye göre tipik 0.15–0.25) yaklaşık yarıya dik düşer. Loss bu fazda DÜŞMEZSE, çoğunlukla girdi yanlıştır (görüntüler bozuk, SfM pozları kötü, başlangıç Gaussian sayısı çok küçük). (2) **Densification** — ~500 ile densifyUntilIteration (klasik 15K, MCMC 20K veya 25K'ya kadar) arasında Loss düşmeye devam eder, sıklıkla Densify işlemleri yeni Gaussian'lar eklediğinde ve optimizer onları kullanırken aşağı doğru küçük sıçramalarla. Gaussian sayısı bu fazda artar. (3) **Refinement** — sonra Loss düzleşen bir kuyruğa girer. Tipik son değerler: Tanks-&-Temples Truck P4 Quality ile $L1 \approx 0.023$ 'e, Horse Full Classic V546 ile $L1 \approx 0.0230$ 'a, dış mekân Mip-NeRF360 sahneleri sıklıkla daha kötü (0.04–0.07).

Bir plato ne anlama gelir? Bir plato (Loss eğrisi birkaç bin iterasyon boyunca yatay gider), iki yorumu vardır: (a) model yakınsamıştır, daha fazla eğitim hiçbir şey getirmeyen — iyi durum. (b) model takılıdır (yerel minimum, kötü gradyan bilgisi, buffer limitinde bir üst sınır) — kötü durum. İkisi de grafikte aynı görünür. Ayırt etme: Gaussian sayısına bak. Bu da düzse VE MCMC üst sınırına yakınsa (ör. `.fullMCMC` 'de 150K'dan 150K), limittesin — ya üst sınırı artır ya da platoyu kabul et. Gaussian sayısı hâlâ büyüyorsa ama Loss düşmüyorsa, takılıdır.

Ne zaman iptal et vs eğitime devam et? Pratik kural: 10K iterasyon boyunca min Loss'ta iyileşme yok → iptal et, daha fazla iterasyon boşa harcanır. Bundan önce: Cmd+T üzerinden (Training menüsü → Continue Training → +5K iterations) sınır iyileşme görüyorsan bir uzatma daha ekleyebilirsin. Dikkat: MCMC'de plato sıklıkla gerçektir — üst sınır doğal sınırdır.

Gaussian sayısı platosu BİR „bitti“ sinyali DEĞİLDİR. Yalnızca MCMC'nin üst sınıra ulaştığı veya Classic Densification'ın tüketildiği anlamına gelir. Gerçek „bitti“ sorusunu ancak Holdout analizi sorar — bağımsız bir test setinde PSNR/SSIM/LPIPS, Holdout penceresinde (W23–W29) veya `--benchmark` bayrağı üzerinden değerlendirilir.

PSNR/Holdout gerçektir, Loss yalnızca proxy. Loss görelî bir metriktir: modelin eğitim görüntülerine uyumlandığı sırada düşer. Ancak düşük bir Loss otomatik olarak iyi model demek değildir — model eğitim görüntülerini ezberlediye (overfitting), Loss küçük olurdu ama görülmeyen görüntülerde (Holdout) PSNR kötü olurdu. Bu yüzden: son kalite değerlendirmesi için her zaman Holdout metriklerine bak, yalnızca son Loss'a değil.

Pratik kural kutusu

- User Guide ve Keyboard Shortcuts statik yardımdır — anahtar kelime soruları için hızlı, derinlik için bu mevcut kılavuzu kullan.
- Disk %10 boş alanın altına düştüğünde Manage Storage'ı aç. Günlükler ve içe aktarmaların staging'i tipik suçlulardır.
- Pareto Dashboard ancak en az üç veya dört eğitim raporundan sonra anlamlıdır. X eksenî = maliyetler (Time / Gs), Y eksenî = kalite (PSNR / SSIM). Pareto-Front verimli kombinasyonları gösterir.
- Başkalarıyla PSNR benchmark'ları yayınlamadan önce Holdout Analysis kullan — test setinin gerçekten temsili olduğunu sana garanti eder.

- BayesOpt Console öncelikle arama alanı tanımları için bir öğrenme ve denetim aracıdır. Gerçek eğitim güdümlü hiperparametre ayarı için çevrimdışı CLI iş akışını kullan.
- Loss platosu ve Gaussian sayısı platosu ayrı yorumlanmalıdır. Üst sınır limiti bir „bitti“ sinyali değildir. Gerçek kaliteyi yalnızca Holdout PSNR ölçer.
- Min Loss iyileşmesi olmadan 10K iterasyon → eğitimi durdur.

BÖLÜM

Bölüm 6 — Eğitim Yapılandırması

```

{
  "id": "00000000-0000-0000-0000-000000000002",
  "name": "Preview",
  "category": "classic",
  "version": 1,
  "createdAt": "2026-05-27T22:54:00Z",
  "description": "Fast preview training - 5K iterations, 50% render scale, classic densification.",
  "trainingConfig": {
    "maxIterations": 5000,
    "densifyUntilIteration": 3500,
    "ssimWeight": 0.20,
    "renderScale": 0.50,
    "strategy": "classic",
    "cameraAlignment": "applePhotogrammetry",
    "densifyGradThreshold": 2.0e-06,
    "opacityResetInterval": 3000,
    "minOpacity": 0.005,
    "postCompactification": true,
    "perceptualLoss": 0.0,
    "metalFXUpscaling": false,
    "mpslanczosScaling": false,
    "skyMasking": false,
    "midTrainingFloaterCleanup": true,
    "scaleRegularization": false
  }
}

```

Şekil 26: JSON olarak dışa aktarılmış ve TextEdit'te görüntülenmiş Preview önayarı — id/name/category/version/createdAt/description alanları, tüm ilgili parametrelerle trainingConfig (maxIterations 5000, densifyUntilIteration 3500, ssimWeight 0.20, renderScale 0.50, strategy classic, cameraAlignment applePhotogrammetry, densifyGradThreshold 2.0e-06, opacityResetInterval 3000, minOpacity 0.005, altı bool anahtar)

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Tipik bir önayar JSON dışa aktarması. Üst düzey alanlar: `id` (UUID), `name`, (classic | mcmc | sceneClass | custom), (şema sürümü), (zaman damgası), (serbest metin). İç içe nesne yeniden üretilebilirlik için kritik parametreleri içerir — içe aktarmada tüm blok `TrainingConfig` yapısına deserialize edilir ve uygulama sürümünün varsayılanları JSON'da eksik alanları doldurur (ör. uygulama güncellemesinden sonra). Bir önayarı başka bir Mac'e aktarmak isteyen, bu JSON dosyasını basitçe gönderir.

`TrainingConfig` yapısı RadianceKit'teki her eğitim çalıştırmasının kalbidir. Eğitimi etkileyen her parametreyi toplar — maksimum iterasyondan sekiz öğrenme hızına ve MCMC, Mip-Splatting, müfredat ve sahne farkındalıklı üst sınır mantığı için özel alanlara kadar. Bunu kenar çubuğunda Eğitim Yapılandırması bölümü alanında (Expert View)

düzenler, bir önayar olarak kaydeder veya başka bir Mac'e JSON dışa aktarımı olarak iletirsin. Eğitim sırasında tam olarak bu nesne dondurulur ve GPU arka ucuna iletilir.

Bu bölüm güç kullanıcıları ve script yazarları için referans malzemesidir. Tüm 81 herke-
se açık alanı, 9 statik önayarı ve tek herkese açık yöntemi listeler. Kaynak dosya
TrainingConfig.swift'dir — şüphede orada saklanan doc yorumu ve başlatıcı varsayıla-
nı tek doğruluk kaynağıdır.

NOT · UI VS. ÖNAYAR/CLI

81 alandan yalnızca 12'sinin Inspector'da (sandboxed App Store yapımı) doğrudan bir kaydırıcı, anahtar veya seçici vardır: **T1, T2, T17, T20, T22, T38, T56–T58, T60, T61, T73**. Kalan 69 alan seçilen **önayar** (Bölüm 7) üzerinden ayarlanır ve yalnızca **CLI bayrağı** (bkz. Bölüm 5) ile doğrudan üzerine yazılabilir. Bu ayrım bilinçlidir: varsayılanlar istikrarlı ve üretimde kanıtlanmış kalır, güç kullanıcılarının yine de bir kaçış kapısı vardır. Bir alan seni özellikle ilgilendiriyorsa: önce Bölüm 2'ye (Inspector) ve Bölüm 5'e (CLI) bak, JSON ile uğraşmadan erişebilir misin.

İçindekiler:

1. İterasyon (T1–T2)
2. Öğrenme hızları (T3–T10)
3. Densification — Classic (T11–T16)
4. Loss (T17–T20)
5. SH derece ilerlemesi (T21)
6. Performans (T22–T25)
7. Tanı ve nokta bulutu hazırlığı (T26–T30)
8. Düzenleme (T31–T37)
9. İnce ayar (T38–T44)
10. Sky-Dome (T45–T48)
11. Adam + LR programı (T49–T55)
12. Son işleme + Apple AI (T56–T60)
13. MCMC Densification (T61–T73)
14. Mip-Splatting (Q1.5) (T74–T76)
15. Uyarlanabilir Densification (Q5) (T77–T79)
16. Müfredat (Q6) (T80–T81)
17. Statik önayarlar (TP1–TP9)
18. Yöntem:
19. Hangi alan ne için? (kopya kağıdı)
20. Tehlikeli alanlar

İterasyon (T1–T2)

T1 maxIterations

DEAYLAR

Varsayılan: 30 000 (inizializzatore), 35 000 (.full), 200 000 (.fullMCMC) **Range:** 1 000 – 500 000 (slider UI), nessun limite superiore rigido nella logica **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Numero totale di iterazioni di training che il backend esegue. Un'iterazione indica un forward render di una singola fotocamera di training, un backward pass su tutti i componenti di loss (L1 + SSIM + regolarizzazioni opzionali + sky mask) e uno step Adam optimizer. Questo numero agisce direttamente sugli altri schedule: la learning rate di posizione segue una curva di cosine annealing da 0 fino a `T1` stesso o a `T49 positionLRScheduleEndIteration`; la densification si ferma a `T2 densifyUntilIteration`; il decadimento del rumore MCMC termina a `T69 mcmNoiseDecayEnd`; gli upgrade del grado SH avvengono ai tre marker definiti in `T21`. Con densification classica il sweet spot determinato empiricamente è 20 000–35 000 iterazioni (sessioni 1–32, test V546), con MCMC 60 000–200 000 (V534). Un aumento drastico oltre i valori memorizzati nel preset raramente porta qualità aggiuntiva — l'Adam momentum satura, e senza fine del LR decay il loss ristagna. Viceversa, scendere sotto ~5 000 porta a geometrie convergenti in modo incompleto (il density control ha troppo poco tempo per clone/split).

KISACA

Quanto a lungo l'app calcola. Più iterazioni = risultato migliore, ma a un certo punto non più visibilmente migliore, ma molto più a lungo. I preset sono scelti in modo che tu abbia un buon valore senza pensarci: Quick 1 000, Preview 5 000, Balanced 20 000, Quality 35 000, MCMC Quality 200 000. Se lo regoli tu stesso: con MCMC puoi salire (100 000–200 000), con Classic non oltre 40 000 — dopo non porta più nulla.

T2 densifyUntilIteration

DETAYLAR

Varsayılan: 15 000 (inicializzatore), 5 000 (`.full`), 160 000 (`.fullMCMC`) **Range:** 0 – **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Iterazione a partire dalla quale la densification si ferma. Fino a qui le gaussiane vengono clonate, divise e pruned secondo le regole parametrizzate in `T11–T16` (Classic) o `T67–T70` (MCMC); dopo il numero di gaussiane rimane costante e solo posizioni, rotazioni, scale, opacità e coefficienti SH vengono ottimizzati (fase di refinement). Nel paper 3DGS originale il valore è al 50% di `T1`, nel preset `.full` di RadianceKit solo a ~14% (5 000 su 35 000) — conseguenza degli esperimenti V310/V338, che hanno mostrato che dopo 5 000 iterazioni un'ulteriore densificazione peggiora piuttosto il risultato (più floater, più memoria, nessun guadagno di qualità). MCMC invece esegue la rilocazione fino all'80% di `T1` (V504b), perché MCMC non produce floater dannosi. Se `T2` è troppo piccolo (< 1 000), nascono troppe poche gaussiane; troppo grande con Classic (> 50% di `T1`) porta a overgrowth e RGB saturation outlier (vedi findings di outdoor overtraining).

KISACA

Fino a quando l'app può creare nuove gaussiane. Dopo viene solo raffinato ciò che è già lì. Con training classico di 35 000 iterazioni qui 5 000 è il valore giusto — tutto sopra rende la scena più pastosa. Con MCMC è 80% delle iterazioni totali (quindi 160 000 con run di 200 000). Se modifichi il preset Quality, lascia stare questo campo.

Öğrenme hızları (T3–T10)

T3 positionLearningRate

DEYAYLAR

Varsayılan: 0.00016 **Range:** 1e-7 – 1e-3 (raccomandato) **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Learning rate Adam per la posizione XYZ di ogni gaussiana all'inizio del training (iterazione 0). Segue una curva di cosine annealing e scende durante il training a T4 `positionLearningRateFinal`. Il default 0.00016 proviene dal paper 3DGS originale (Kerbl et al. 2023) e in RadiancKit non va scalato anche all'aumentare della risoluzione dell'immagine — la posizione si muove nel sistema di coordinate mondo, non nello spazio dei pixel. Un aumento significativo (> 0.0005) fa sì che le gaussiane saltino su lunghe distanze e il loss diventi instabile; valori significativamente più bassi (< 0.00005) portano nuvole di punti inizializzate in modo errato a non trovare mai il loro posto. V414 ha testato il raddoppio del valore di init \rightarrow 16.8% di loss L1 peggiore; i tuning V544a hanno confermato il default del paper come ottimale. Nota: con `.fullMCMC` lasciamo deliberatamente questo valore al default — MCMC ha bisogno di learning rate costanti per la sua logica di rilocazione, quindi il tuning qui non porta nulla.

KISACA

Quanto velocemente i punti splat possono muoversi nello spazio. Il valore standard è molto ben calibrato e non ha realmente bisogno di modifiche. Solo se vedi splat che "sbandano" nell'immagine o un intero angolo manca perché nulla si sposta, il learning rate sarebbe un punto su cui regolare — ma tipicamente prima qualcos'altro non quadra (pose delle fotocamere, nuvola di punti iniziale).

T4 positionLearningRateFinal

DEYAYLAR

Varsayılan: 0.0000016 (inizializzatore + paper), 0.000016 (`.full` , `.fullMCMC` — 10x più alto) **Range:** 0 – **Tanımlandıği yer:**

TEKNİK

Valore finale della curva di cosine annealing della LR di posizione. Viene raggiunto o a `T1 maxIterations` o, se impostato, a `T49 positionLRScheduleEndIteration`. Il preset `.full` di RadiancKit usa 0.000016 — quindi 10x più alto del default del paper 0.0000016. Gli esperimenti V420 hanno mostrato che 0.5x del valore finale (0.000008) peggiora il loss del 6.4%; V414 ha mostrato che 2x del valore di init lo peggiora del 16.8%. L'alto valore finale non è un trade-off, ma una scelta deliberata: con decay troppo forte le gaussiane perdono nella fase di refinement la capacità di adattarsi ai candidati di densification appena aggiunti. Tramite l'estensione V431/V433 la fase schedule può essere accorciata ($T49 < T1$), in modo che `T4` venga raggiunto già prima della fine del training e il resto del training corra con mini LR costante — configurazione tipica: `T49 = 20 000` , `T1 = 35 000` , refinement quindi a 0.000016 per 15 000 iterazioni.

KISACA

Quanto lentamente diventa la LR di posizione alla fine del training. L'abbiamo deliberatamente impostato meno aggressivo del paper originale — gli splat possono ancora tremolare un po' fino alla fine, questo li rende più nitidi. Se ci regoli: più alto = splat più irrequieti alla fine, più basso = gli splat non possono più adattarsi quando ne appaiono di nuovi.

T5 shDCLearningRate DETAYLAR

Varsayılan: 0.0025 (inicializzatore + paper), 0.005 (`.full` e tutti i preset MCMC — 2x) **Range:** 0.0001 – 0.05 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Learning rate Adam per la quota DC (grado 0, quindi albedo costante) del colore SH. SH-DC corrisponde al tono base indipendente dalla direzione di una gaussiana, in un certo senso il "colore base". Gli esperimenti V176 e V188 hanno trovato 2x più alto del default del paper come ottimale — convergenza del colore più veloce, soprattutto perché con training breve (5 000 iterazioni) altrimenti SH-DC non si forma. A differenza delle LR geometriche SH-DC non ha decay; la learning rate rimane costante su tutte le iterazioni (o segue solo il decay opzionale extended phase di T51). V416 ha testato la quadruplicazione a 0.01 → 6.4% di loss peggiore con Adam beta2=0.99.

 KISACA

Quanto rapidamente il colore base di ogni splat si adatta. Il valore non si cambia quasi mai da soli — i preset hanno il valore giusto. Più alto andrebbe più veloce, ma può portare a colori instabili.

T6 shRestLearningRate DETAYLAR

Varsayılan: 0.000125 (inializzatore + paper), 0.00025 (.full e MCMC — 2x) **Range:** 0.000001 — 0.005 **Defined in:**

 TEKNİK

Learning rate Adam per i coefficienti SH di ordine superiore (grado 1, 2, 3 — quindi le quote di colore dipendenti dalla direzione di vista, che si occupano di luci speculari, riflessi e ombreggiature morbide). 20x più piccolo di T5 per convenzione del paper, perché questi coefficienti crescono quadraticamente in numero (3 per grado 1, 5 per grado 2, 7 per grado 3 → in totale 15 float per gaussiana) e senza learning rate più piccola sovrasaturerebbero l'immagine. Viene sbloccato in due passaggi — fino al primo marker in T21 shDegreeUpgradeIterations è attivo solo il grado 0 (quindi solo T5), dopo 1, poi 2, infine 3. Valori bassi qui sono particolarmente importanti su scene con molta illuminazione diffusa; su superfici molto lucide (vernice auto, acqua) non vale la pena regolare — la rappresentazione SH di per sé è limitata.

 KISACA

Quanto velocemente imparano gli effetti di colore dipendenti dalla direzione (riflessi, lucentezza). Di default molto piccolo, perché altrimenti tutto luccica. Il valore è meglio lasciarlo stare — chi vuole ottenere luci speculari migliori è meglio servito da MCMC e tempi di training più lunghi che da questa LR.

T7 `opacityLearningRate` **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.05 (inializzatore + paper), 0.1 (`.full`, MCMC — 2x) **Range:** 0.001 – 1.0 **Tanım-landığı yer:**

 **TEKNİK**

Learning rate Adam per l'opacità logit di ogni gaussiana. L'app memorizza l'opacità come valore float non limitato e la trasforma con sigmoid in $[0, 1]$; la LR agisce nello spazio logit. Il default del paper 0.05 è ripristinato dopo i test V50 (best single run L1 0.1664), V71 ha ripristinato 0.025 di V67. Il raddoppio V188 a 0.1 rende il pruning più efficiente — le gaussiane morte cadono più velocemente sotto la T14 `pruneOpacityThreshold`. V418 ha mostrato: 0.05 con Adam `beta2=0.99` è 7.1% peggiore di 0.1 — l'interazione con la configurazione Adam non è banale. Valori bassi (< 0.01) portano le gaussiane "morte" a rimanere in giro per sempre e consumare memoria; valori troppo alti (> 0.5) possono portare a esplosione dell'opacità, quindi il valore logit nell'optimizer viene limitato a $[-15, 3]$ (vedi nota "Opacity Explosion Prevention" in CLAUDE.md).

 **KISACA**

Quanto velocemente gli splat diventano trasparenti o opachi. Importante per la pulizia — gli splat che non contribuiscono devono sparire velocemente, altrimenti si forma un velo. Il valore standard va bene, solo i professionisti lo modificano.

T8 `opacityLearningRateFinal` **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.0 (= "nessun decay") **Range:** 0 oppure 0.001 – **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Valore finale opzionale di cosine decay per la LR di opacità (V427). Se 0.0, decay disabilitato e la LR di opacità rimane costante a T7 su tutto il training. V427 ha testato un decay 0.1 → 0.01 — risultato 11.5% di loss peggiore; revertito, da qui il default "off". L'ipotesi dietro il campo: nella fase di refinement una LR di opacità costante potrebbe portare a oscillazione, in modo che splat che hanno già raggiunto il giusto grado di trasparenza vengano spostati di nuovo da fluttuazioni casuali del gradiente. Empiricamente non si conferma — la logica di logit clamping lo intercetta comunque. Il campo rimane disponibile per esperimenti futuri; anche run MCMC molto lunghi (> 500K iterazioni) potrebbero beneficiarne.

 **KISACA**

Se la learning rate di opacità debba diventare più piccola verso la fine. Standard: no. L'abbiamo provato, era peggio, lo lasciamo disabilitato. Rimani a 0.

T9 `scaleLearningRate` **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.005 (inizializzatore + paper), 0.01 (`.full`, MCMC — 2×) **Range:** 0.0001 – 0.1 **Tanım-landığı yer:**

 **TEKNİK**

Learning rate Adam per le tre componenti di scala di ogni gaussiana nello spazio log (RadianceKit memorizza $\log(\text{scale})$, in modo che le scale rimangano positive). Il default del paper 0.005, in RadianceKit raddoppiato a 0.01 per migliore convergenza di scala con le configurazioni di learning rate ottimizzate. Esperimento V423: 0.005 con Adam $\beta_2=0.99 \rightarrow$ 18.7% di loss peggiore e visibilmente troppo poche gaussiane (il density control non poteva clonare, perché gli update di scala erano troppo lenti). La scala controlla l'estensione di ogni gaussiana — apprendimento troppo veloce porta a gaussiane "ago" (splat estremamente lunghi e sottili, vedi T34 `scaleRatioPruneThreshold`), apprendimento troppo lento fa rimanere gli splat troppo compatti e il density control deve splittare troppo spesso.

 **KISACA**

Quanto velocemente si adatta la forma degli splat. Lo standard è buono. Se lo aumenti, ottieni volentieri splat "ago" — gocce estremamente lunghe e sottili, che fanno fluttuare l'immagine.

T10 rotationLearningRate**DEYAYLAR**

Varsayılan: 0.001 (inizializzatore + paper), 0.002 (.full, MCMC — 2x) **Range:** 0.0001 – 0.05 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Learning rate Adam per le quattro componenti quaternioni di ogni gaussiana. Il quaternion viene rinormalizzato ad ogni step optimizer dopo l'update Adam (norma $L2 = 1$) — altrimenti la matrice di covarianza diventerebbe degenere. RadianceKit raddoppia il default del paper nei preset Quality, perché la rotazione rispetto a scala/posizione ha magnitudini di gradiente assolute più piccole (sulla sfera unitaria ogni step rimane breve) e senza 2x la rotazione nella finestra di 35 000 iterazioni sarebbe nettamente sotto-convergente. V188 documentato. Su scene NeRF-Blender (Lego, Chair) la rotazione si ripercuote in modo particolare — gli spigoli degli oggetti si allineano correttamente solo dopo 5 000–10 000 iterazioni.

KISACA

Quanto velocemente gli splat imparano a ruotare — quindi a venire nell'orientamento corretto sulla superficie di un oggetto. Lo standard va bene. In altre parole: se gli splat appaiono come mattoncini messi storti invece di aderire alla superficie, è piuttosto il tempo di training troppo breve, non questa learning rate troppo bassa.

Densification — Classic (T11–T16)

T11 densifyGradThreshold

DEYAYLAR

Varsayılan: 0.000002 (inizializzatore, calibrato per risoluzione 0.5x), 0.0000011 (`.full` , calibrato per 1.0x), 0.000004 (`.quickTest` , calibrato per 0.25x), $2e-7$ (`.fullClassicPaper`) **Range:** $1e-8 - 1e-3$ (dipendente dalla risoluzione) **Tanimlandığı yer:**

TEKNİK

Soglia per la norma L2 del gradiente proiettato nello screen space `dMean2D` , sopra la quale una gaussiana viene contrassegnata per clone o split. Il valore assoluto dipende direttamente dalla risoluzione di training — `dMean2D` scala approssimativamente come $1/\text{risoluzione}^2$ (più pixel = gradienti per pixel più piccoli). Quindi ogni stadio di T22 `trainingRenderScale` ha bisogno di una soglia calibrata: $0.25x \rightarrow 4e-6$, $0.5x \rightarrow 2e-6$, $1.0x \rightarrow 5e-8 \dots 1.1e-6$ (`.full`). Il default del paper 0.0002 è NDC-normalizzato e nella pipeline spazio-mondo di RadianceKit non direttamente confrontabile. Con il flag T52 `adaptiveDensifyThreshold` aggiunto in V440 il valore può essere calcolato in runtime dal p98 della distribuzione attuale del gradiente — ma V440 l'ha testato su scene reali e ha prodotto 63 K gaussiane (perdita catastrofica di pruning); il flag rimane off. Q5 (T77–T79) fornisce una logica adattiva alternativa via rolling median. **Questo campo non è privo di pericoli** — dimezzandolo si producono 2–4x più gaussiane (pressione di memoria, rischio OOM); raddoppiandolo si può sotto-densificare la scena.

KISACA

Quanto è sensibile l'app quando deve decidere se uno splat è sotto-rappresentato e deve essere moltiplicato. Valore basso = più sensibile = più splat. Più alto = meno splat. È uno dei valori più pericolosi in assoluto: troppo basso e il Mac si riempie di memoria con milioni di splat e potrebbe crashare. Lascia stare il campo, o modificalo solo in step del 10%.

T12 densifyFromIteration**DEYAYLAR****Varsayılan:** 500 **Range:** 100 – 5 000 **Defined in:****TEKNİK**

Prima iterazione a partire dalla quale la densification diventa attiva. Prima avviene solo apprendimento "nudo" sulla nuvola di punti SfM iniziale, senza che vengano create nuove gaussiane. Il default 500 proviene dal paper 3DGS e dà tempo all'inizializzazione di stabilizzarsi — se si densifica già dall'iterazione 0, i punti SfM posizionati in modo errato si clonano in molte copie, prima che trovino il loro posto corretto. V349 ha testato 1000 → loss leggermente peggiore; il default è ottimale.

KISACA

Quando l'app inizia per la prima volta a clonare splat. Prima impara solo i punti già presenti. 500 è il valore standard — dà all'app abbastanza tempo per orientarsi prima di moltiplicare.

T13 densifyInterval**DEYAYLAR****Varsayılan:** 100 (inizializzatore, MCMC), 200 (`.full`) **Range:** 50 – 1 000 **Tanımlandığı yer:****TEKNİK**

Quante iterazioni si trovano tra due step di densification. Nel default del paper 100 — ogni 100 iterazioni viene valutata la lista dei candidati di densify, clonata/divisa e contemporaneamente la lista dei candidati di prune (sigmoid(opacity) < T14 pruneOpacityThreshold) rimossa. I test V112 hanno trovato 200 come ottimale per `.full` — ciò alleggerisce la GPU, perché vengono eseguiti meno pass di riorganizzazione, e dà a ogni gaussiana più tempo per stabilizzarsi dopo un'azione di clone. V417 ha testato 100 con beta2=0.99 → 5.8% peggiore (957 K gaussiane, sovra-densificazione). Con MCMC lo stesso campo viene interpretato come intervallo di rilocazione; vedi T67 `mcmcRelocationInterval` per la logica specifica MCMC.

KISACA

Con quale frequenza l'app cerca nuovi splat. 100 = spesso, 200 = medio. Più alto significa: ogni splat ha più tempo per sistemarsi prima che venga moltiplicato di nuovo. È bene. Abbassarlo a 50 può tenere la GPU costantemente occupata senza diventare significativamente migliore.

T14 pruneOpacityThreshold DETAYLAR

Varsayılan: 0.005 (inizializzatore, paper, MCMC), 0.001 (`.full`) **Range:** 0.0001 – 0.1 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Soglia di opacità sigmoid sotto la quale una gaussiana viene eliminata al prossimo step di densification. Agisce insieme a T7 `opacityLearningRate` e alla logica di logit clamp nell'optimizer. V393 ha abbassato il default da 0.005 a 0.001 in `.full` — conseguenza: gli splat che giocano un ruolo solo da angoli di visualizzazione esotici rimangono più a lungo e contribuiscono al dettaglio SH. V394 ha testato 0.0001 → leggermente peggio (troppo poco pruning, memoria sprecata). Importante: il density control deve SEMPRE eseguire il pruning, anche se la capacità del buffer è già piena tramite altre misure (vedi "Density Control Must Always Prune" in CLAUDE.md) — altrimenti le gaussiane morte si accumulano e il count si congela.

 KISACA

Quando uno splat è considerato "abbastanza trasparente" per essere eliminato. 0.005 è lo standard del paper, in Quality abbiamo 0.001 — quindi diamo agli splat più chance. Questo rende meglio rappresentabili luce morbida e ombre deboli. Impostare più alto (sopra 0.01) fa scendere rapidamente il numero di splat — può essere sensato in caso di scarsità di memoria, ma costa dettaglio.

T15 opacityResetInterval **DETAYLAR**

Varsayılan: 3 000 (inizializzatore + paper), 100 000 (`.full` = effettivamente disabilitato), 200 000 (`.fullMCMC` = disabilitato) **Range:** 1 000 – 100 000+ **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Ogni quante iterazioni l'opacità di tutte le gaussiane viene resettata a un valore basso (~0.01) — una misura del paper 3DGS per rivalutare splat "congelati". V194 ha mostrato che con il setup warmup + stochastic training + 2x learning rate di RadianceKit il reset di opacità costa il 5.5% di qualità e il logit clamp copre già la funzione di reset. Quindi in `.full` praticamente disabilitato (100 000 > 35 000 = mai attivato). V421 ha testato reset ogni 3 000 con `beta2=0.99` → 4.9% peggiore; revertito. Con `.fullClassicPaper` (Q1.5-A, test fedele al paper) è deliberatamente riportato a 3 000 — è una delle leve con cui si dovevano raggiungere i budget di gaussiane con magnitudine paper.

 **KISACA**

Ogni quante iterazioni l'app resetta la visibilità di tutti gli splat a "quasi invisibile" — una sorta di pulsante reset per l'opacità. Da noi disabilitato (valore così alto che non succede mai), perché altri meccanismi lo rendono superfluo. Attivarlo solo per esperimenti fedeli al paper.

T16 maxScreenSize **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato) **Range:** 0 (off) o > 0 **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Dimensione massima screen space (in pixel proiettati) che una gaussiana può raggiungere prima di essere splittata forzatamente. Il valore è impostato a 0 (V48 ha testato e revertito) — il density control di RadianceKit usa invece la soglia di scala spazio mondo della logica `dMean2D`. Rimane nel catalogo dei campi, perché futuri esperimenti con Mip-Splatting (T74–T76) o strategie di splatting specifiche per scena potrebbero beneficiarne. L'attivazione (valore > 0, ad es. 20) costringerebbe gli splat che sono diventati molto grandi nello screen a dividersi — rilevante con grandi superfici lisce di pareti, dove un singolo splat gigante offre troppo poco dettaglio.

 **KISACA**

Limite di quanto può diventare grande un singolo splat sullo schermo. Da noi off. Acceso farebbe dividere forzatamente splat piatti enormi (ad es. su una parete) in più piccoli. Lascialo off, salvo esperimenti espliciti.

Loss (T17–T20)

T17 ssimWeight

DEYAYLAR

Varsayılan: 0.2 (inizializzatore + paper + `.full`), 0.05 (tutti i preset MCMC) **Range:** 0.0 – 1.0 **Tanım-landığı yer:**

TEKNİK

Peso della quota D-SSIM nella funzione di loss combinata $loss = (1 - \lambda) * L1 + \lambda * D-SSIM$, dove $\lambda = T17$. Il default del paper 3DGS 0.2 è ottimale per la densification Classic — V383 ha testato 0.3 → 28.9% peggiore, V373b ha confermato 0.2 come sweet spot. Per MCMC in V521b/V534 è stato indipendentemente stabilito: 0.05 è ottimale, perché MCMC tramite la sua esplorazione stocastica ha bisogno di una quota di segnale L1 più forte — pesi SSIM più alti annacquerebbero le decisioni di rilocalizzazione. SSIM è significativamente più costoso da calcolare di L1 (finestre locali 11×11 sull'intera immagine); RadianceKit usa un'implementazione accelerata MPS che rimane sotto 1 ms per immagine 1080p. Gli sweep Q7-BayesOpt hanno trovato ottimi specifici per scena tra 0.05 (`.outdoorPreset : 0.082`) e 0.171 (`.indoorPreset`).

KISACA

Quanto è importante per l'app, oltre a "ogni pixel corretto", anche "le strutture sono simili". 0.2 è lo standard e fornisce una buona immagine. Più basso = più preciso al pixel, ma può ottenere transizioni più morbide. Più alto = più simile strutturalmente, ma i dettagli diventano più morbidi. Lascia decidere ai preset.

T18 **ssimWeightRefinement** **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.0 (= “nessun cambio, mantieni ssim-Weight”) **Range:** 0 oppure 0 – 1.0 **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Valore SSIM opzionale per la fase di refinement dopo T2 densifyUntilIteration. V428 ha testato 0.2 → 0.3 in refinement → 16% di loss peggiore (sia L1 sia SSIM sono peggiorati); revertito, da qui default 0.0. L'ipotesi dietro il campo era che dopo la densification — quando non nascono più nuove gaussiane — una quota SSIM più forte massimizzerebbe la nitidezza strutturale. Empiricamente errato: aumentare il peso SSIM significa indirettamente abbassare il peso L1, e L1 è il segnale nettamente più espressivo nella fase di refinement finale. Il campo rimane disponibile per esperimenti futuri con loss percettiva (T60) o edge loss (T19), dove potrebbe essere sensata una composizione di loss specifica per refinement.

 **KISACA**

Impostazione speciale per la seconda fase di training (refinement dopo la moltiplicazione degli splat). A 0.0: stessa ponderazione SSIM di prima. Regolarlo empiricamente non porta nulla, quindi off.

T19 edgeLossWeight DETAYLAR

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 0.001 – 1.0 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Loss sperimentale V437: peso di un loss L1 sul gradient domain Sobel, che confronta direttamente i bordi dell'immagine (Sobel ground truth vs Sobel render) in aggiunta a L1+SSIM. Ipotesi: l'informazione sui bordi è un pilastro percettivo della qualità dell'immagine e un termine esplicito dovrebbe incoraggiare le gaussiane a colpire meglio i bordi. Risultati dei test: peso 0.1 → 11% di loss peggiore, 0.01 → neutrale in qualità ma 10% più lento. Il pass Sobel costa un forward MPS aggiuntivo su ground truth e render. Quindi disabilitato in modo permanente. Caso d'uso futuro: scene con bordi artificiali duri (architettura, mobili, rendering) potrebbero beneficiare — i preset Q7-Scene-Class però non l'hanno preso, ma hanno invece scalato il peso SSIM.

 KISACA

Aggiunta sperimentale che prende i bordi come extra importanti. Empiricamente non porta nulla. Rimane off.

T20 skyMaskingEnabled**DETAYLAR**

Varsayılan: false (inizializzatore e tutti i preset)

Range: boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Attiva il Sky Masking. In ogni immagine la regione del cielo viene mascherata via Apple Vision Framework (VNGenerateForegroundInstanceMaskRequest), e il loss in quest'area viene impostato a zero. Senso: le scene outdoor soffrono spesso del fatto che pixel di cielo blu/grigi/bianchi portano l'app a posizionare gaussiane esattamente lì — ciò che viene percepito come "floater". Senza sky mask il loss in quest'area non sarebbe mai zero, perché il cielo nell'immagine varia leggermente e l'app cerca all'infinito di ricostruirlo con splat. La maschera Vision viene calcolata una volta per fotocamera prima del training e mantenuta in RAM. Tipicamente attivata insieme a `T45 skyDomeEnabled` (logica UI nella view Impostazioni). Con scene interne o rendering sintetici lasciare disabilitato — la maschera riconoscerebbe erroneamente soffitti o pareti come "cielo".

KISACA

Attiva una modalità speciale per riprese esterne: il cielo viene ignorato durante il training, in modo da non provare a ricostruirlo con splat. Raccomandato per ogni scena esterna. Con interni o con rendering 3D da Blender lasciare off.

SH derece ilerlemesi (T21)

T21 shDegreeUpgradeliterations

DETAJLAR

Varsayılan: [1_000, 2_000, 3_000] (inizializzatore), [2_000, 5_000, 8_000] (.full , MCMC), [1_000, 2_000] (.preview — grado 3 saltato) **Range:** [Int] , ogni valore in [0, maxIterations] , monotonamente crescente

Tanımlandığı yer:

TEKNİK

Iterazioni a cui il grado SH attivo viene aumentato da 0→1, 1→2, 2→3. Prima del primo marker sono attive solo le componenti DC (quindi T5 shDCLearningRate), dopo il primo marker DC + 3 coefficienti di grado 1, dopo il secondo marker + 5 coefficienti di grado 2, dopo il terzo marker tutti i 15 coefficienti. Il fabbisogno di memoria per gaussiana cresce a stadi — 4 float → 16 float → 36 float → 64 float. I preset Quality ritardano gli upgrade rispetto ai default dell'inizializzatore (V228), perché la geometria dovrebbe prima stabilizzarsi, prima che i dettagli di colore con la loro frequenza più alta vengano sopra. V384 ha testato [1K, 2K, 3K] per .full → 9.3% peggiore — conferma il ritardo. .preview si ferma al grado 2, perché il grado 3 in 5 000 iterazioni non converge e consuma solo capacità optimizer. Q6 (T80–T81) offre una logica curriculum alternativa che sovrascrive dinamicamente questa lista.

KISACA

In quali punti del training l'app impara che i colori da diversi angoli di visualizzazione possono apparire diversi (luci, riflessi). Solo tardi — in modo che prima la forma sia corretta, poi il colore. I valori nei preset sono impostati in modo che funzioni bene. Non modificare nulla, salvo che tu sappia esattamente perché.

Performans (T22–T25)

T22 trainingRenderScale

DEYAYLAR

Varsayılan: 1.0 (inizializzatore, `.full`, MCMC, Scene-Class), 0.5 (`.preview`), 0.25 (`.quickTest`)
Range: 0.05 – 2.0 (tipico 0.25, 0.5, 1.0) **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Risoluzione di rendering al training relativa alla risoluzione originale delle immagini di training. A 0.5 ogni immagine viene ridotta al 50% larghezza × 50% altezza (quindi 25% dei pixel) e il rendering delle gaussiane avviene in questa risoluzione più piccola. Riduce quadraticamente sia il fabbisogno di memoria che quello di calcolo. Importante: `T11 densifyGradThreshold` deve corrispondere alla risoluzione scelta — le magnitudini di gradiente scalano con $1/\text{risoluzione}^2$, quindi `.quickTest` (0.25×) ha una soglia molto più alta ($4e-6$) di `.full` (1.0×, $1.1e-6$). RadianceKit avverte con immagini molto grandi e adatta automaticamente — risoluzione target 3 MP. Con immagini di input estreme 4K 0.5 o anche 0.25 sarebbe sensato, altrimenti ogni Mac va in compaction CPU.

KISACA

Quanto sono grandi le immagini al training. 1.0 = originale, 0.5 = metà. Metà dimensione = quattro volte più veloce, ma i dettagli più fini mancano. I preset scelgono il valore giusto; con immagini di input estremamente grandi (oltre 12 megapixel) l'app passa automaticamente verso il basso.

T23 resolutionWarmupScale DETAYLAR

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 0.1
– **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Ottimizzazione V133: addestra la fase di densification (iter 0 a T_2) in una risoluzione più bassa rispetto alla fase di refinement. V308 l'ha spenta di nuovo per `.full`, perché con $T_{22} = 1.0$ e cosine annealing il guadagno di tempo era marginale e la qualità soffriva minimamente. Rimane nel catalogo dei campi, perché potrebbe diventare di nuovo sensata con input 4K e lunghi run di training — Q6 Curriculum (T80) ha ripreso una logica simile, lì è però accoppiata allo LR schedule. Se attivato e `T80 curriculumResolutionRamp` anche true, vince Q6 e sovrascrive questo valore.

 KISACA

Funzione speciale: nella prima metà del training imparare con immagini più piccole, nella seconda con quelle grandi. Risparmia tempo. Off, perché la variante più nuova Q6 lo risolve meglio.

T24 tileSize DETAYLAR

Varsayılan: 16 **Range:** 8, 16, 32 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Dimensione delle tile di rasterizzazione in pixel. Il rendering Gaussian Splatting è basato su tile: l'immagine viene divisa in tile 16×16 pixel, ogni tile raccoglie le gaussiane rilevanti per essa, le ordina per profondità e le compone. 16 è lo standard usato praticamente da tutte le implementazioni 3DGS ed è hard-coded nei kernel Metal di RadianceKit; una modifica di questo valore richiederebbe la ricompilazione degli shader e non è effettiva nello stato attuale. Rimane come campo, nel caso una futura versione del motore supporti dinamicamente la tile size.

 KISACA

Parametro di rendering interno. Standard 16, non modificare.

T25 throttleDelayMs DETAYLAR

Varsayılan: 0 (inizializzatore, `.full`, MCMC, Scene-Class), 0 (`.preview`) **Range:** 0 – 100 **Tanımlan-
dığı yer:**

 TEKNİK

Ritardo artificiale tra iterazioni di training in millise-
condi. 0 = piena velocità (standard). Valori più alti
rendono il Mac più “usabile” durante il training,
dando a GPU/CPU regolari pause di respiro —
l’usabilità di altre app aumenta, il tempo di training
però linearmente con il ritardo. Valori tipici: 1–2 ms
(throttling “leggero”, +5% di tempo training, il Mac
si sente più reattivo), 5 ms (“medio”, +15% di tem-
po training), 10+ ms (“Eco”, potenzialmente tempo
training doppio). Viene offerto nell’Inspector sotto
“Performance”, ma non è nella vista standard — vedi
backlog `dev_ux-backlog.md`, che propone di rimu-
overlo dalla vista esperto, perché frainteso prolunga
drammaticamente il tempo di training.

 KISACA

Quanti millisecondi di pausa
l’app fa tra step di training. 0
= nessuna pausa, il più veloce
possibile. Valori più alti rendono
il Mac più usabile durante il tra-
ining — ma il training dura anche
più a lungo. Su un M3 Ultra o
Mac Studio puoi lasciare a 0; su
un MacBook Air 2 o 5 sarebbe un
buon valore.

Tanı ve nokta bulutu hazırlığı (T26–T30)

T26 depthDistortionWeight

DETAYLAR

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 0.0001 – 0.05 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Sperimentale V366: peso di un loss di regolarizzazione di depth distortion. Penalizza le gaussiane che sono stratificate in profondità lungo un raggio di render ma concettualmente appartengono alla stessa superficie — ciò incoraggia distribuzioni di profondità concentrate e riduce i floater. Test: 0.01 → 4.5% peggiore, 0.001 → 8.1% peggiore. Il vantaggio teorico — migliorare la consistenza multi-view — non si riflette nel loss L1, perché l'ipotesi assume implicitamente che la geometria SfM sia corretta e le gaussiane debbano solo essere "impilate". In pratica la nuvola di punti SfM è di solito il componente più debole, non l'impilamento. Rimane disponibile per dataset multi-view con pose particolarmente pulite (sintetici, Mip-NeRF 360 con ground truth).

KISACA

Funzione sperimentale per evitare più splat uno dietro l'altro nello stesso punto. Non attivato, perché i test non hanno portato nulla.

T27 singleViewOverfit

DETAYLAR

Varsayılan: false **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Flag diagnostico: se true, in ogni iterazione di training viene forzatamente usato l'indice di fotocamera 0 invece di uno a caso dal pool. Senso: se il modello non riesce a fare overfitting nemmeno su una singola view (cioè il loss su view 0 anche dopo 10 000 iterazioni non va a zero), nel forward/backward pass c'è un bug fondamentale. Questo switch è stato usato intensamente durante lo sviluppo degli shader Metal e dei kernel del rasterizzatore differenziabile — fase V42–V47. Oggi disponibile solo come sanity check, se qualcuno ha modificato il codice backend e vuole fare un regression test. Via CLI con `--single-view`.

KISACA

Modalità di test per sviluppatori. Possono verificare con essa se l'app può in generale imparare da UNA sola immagine. Per utenti normali irrilevante, sempre lasciare off.

T28 maxCameras**DETAYLAR**

Varsayılan: 0 (= "usare tutte le fotocamere") **Range:** 0 oppure 1 – N **Tanımlandırıldığı yer:**

TEKNİK

Limite diagnostico da V43: addestra solo con le prime N fotocamere, ignora tutte le altre. Senso originale: testare l'ipotesi che troppe fotocamere generino conflitti di gradiente (troppi segnali di loss contraddittori per la stessa gaussiana). Risultato del test: nessun vantaggio sistematico con limitazione artificiale — più frame portano praticamente sempre più qualità. Rimane come flag CLI (`--max-cameras N`) per esperimenti mirati, ad es. "il training funziona sulle prime 100 immagini di un volo di drone di 1 500 immagini?" Non esposto nell'UI.

KISACA

Campo diagnostico per sviluppatori — usare solo le prime N immagini, ignorare il resto. Utente normale non ne ha bisogno, valore a 0 = tutte le immagini. Più immagini = risultato migliore (vedi `feedback_more-frames-better.md`).

T29 maxInitialPoints**DETAYLAR**

Varsayılan: 0 (= "usare tutti i punti SfM") **Range:** 0 oppure 1 000 – 200 000+ **Tanımlandırıldığı yer:**

TEKNİK

Salvaguardia V54: limita il numero di punti SfM iniziali con cui inizia il training. Le ricostruzioni COLMAP dense possono produrre > 60 000 punti, il che con grandi scale iniziali porta a 200–300 gaussiane per overlap di pixel — ciò crea un "campo di nebbia" in cui il training non converge. Il sottocampionamento a ~16 000 punti (logica di hard cap nel motore di training) porta la densità iniziale al livello che il 3DGS di riferimento usa, e riduce drammaticamente l'overlap. Viene impostato automaticamente con SfM molto densi; via CLI con `--max-points N`.

KISACA

Quanti punti iniziali dalla ricostruzione delle fotocamere vengono usati. Con ricostruzioni molto dense (oltre 60 000) l'app limita automaticamente a 16 000 — altrimenti c'è troppa nebbia all'inizio. Non hai bisogno di impostarlo; l'app lo regola.

T30 cameraClusterOutlierMultiplier**DEYAYLAR****Varsayılan:** 10.0 (tutti i preset — mai sovrascritto)**Range:** 1.0 – 100.0 **Tanımlandığı yer:****TEKNİK**

Moltiplicatore per il camera cluster outlier filter, introdotto in fase 3.10 A.1. Prima del training, il motore di training calcola il centroide di tutte le posizioni delle fotocamere e la distanza massima di una fotocamera dal centroide. I punti SfM la cui distanza dal centroide supera $\text{multiplier} \times \text{maxCameraDistance}$ vengono scartati come outlier. Default 10x preserva il comportamento prima della fase 3.10. Un bug sottile: SfM tighter (fotocamere più strette insieme) → maxCameraDistance più piccolo → soglia più piccola → più punti scartati come outlier. SfM looser → soglia più grande → meno punti scartati. Questa è una delle cause dell'anti-correlazione funnel-vs-training della fase 3.9: un SfM migliore può portare downstream a un training peggiore, perché vengono uccisi troppi punti iniziali. Il campo è disponibile come override CLI (`--camera-cluster-outlier-multiplier`) per gli sweep A.3; non esposto nell'UI. Valori sotto 5 sono di solito troppo restrittivi, sopra 20 inefficaci.

KISACA

Filtro speciale che scarta punti dalla ricostruzione lontani dalla nuvola della fotocamera. 10 = l'app è generosa, tiene quasi tutto. Aumentare può essere sensato se punti lontani (montagne sullo sfondo) appaiono nell'immagine come grumi fluttuanti. Abbassare solo in caso di emergenza — perdi così dettaglio in lontananza.

Düzenleme (T31–T37)

T31 coarseToFineBlurRadius

DETYLAR

Varsayılan: 0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 1 – 10 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Sperimentale V369: raggio di box blur che viene applicato all'immagine ground truth all'inizio della fase di densification e ridotto linearmente fino alla fine della densification (T_2) a 0. Ipotesi: training coarse-to-fine — prima imparare strutture grossolane, poi dettagli — dovrebbe fornire geometria più stabile. Test: $r=3 \rightarrow 9.6\%$ peggiore, $r=1 \rightarrow 5.1\%$ peggiore. Il motivo del fallimento: la densification decide basandosi sui gradienti nel dominio dell'immagine, e il blur riduce esattamente i segnali importanti per "qui deve essere clonato". Rimane nel catalogo per futuri test con schema di density control diverso.

KISACA

Modalità sperimentale "prima grossolano, poi dettagliato". Non ha portato nulla, rimane off.

T32 scaleRegWeight

DETYLAR

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 0.0001 – 0.05 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Sperimentale V370: regolarizzazione L1 su scala spazio mondo. Penalizza gaussiane che diventano troppo grandi — impedisce "mega splat" che coprono intere superfici di parete con una singola gaussiana. Test: 0.01 \rightarrow 200% di loss peggiore (2 M gaussiane, esplosione totale), 0.001 \rightarrow 214% peggiore. Il motivo: la regolarizzazione di scala entra in conflitto con il density control — scale più piccole significano che servono più gaussiane, quindi il density control splitta più spesso, il che significa più sforzo di gradiente. Disabilitato, ma documentato per esperimenti Mip-Splatting (T74): in questo contesto un limite inferiore di scala potrebbe essere sensato.

KISACA

Regolarizzazione che costringe gli splat a rimanere piccoli. Nei test ha provocato esplosioni di splat (milioni di splat). Non attivare.

T33 anisotropyRegWeight **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 0.0001 – 0.05 **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Sperimentale V445: penalità sul rapporto $\max(\text{scale})/\min(\text{scale})$, dovrebbe impedire gaussiane “ago” estreme allungate, che vengono percepite come floater. Test: 0.01 → 69% peggiore, 0.001 → 15% peggiore. Il motivo: la regolarizzazione costringe gli splat verso forma “rotonda”, il che su una superficie piatta (parete, tavolo, pavimento) è esattamente sbagliato — lì una gaussiana piatta e larga è più efficiente di una sferica. Disabilitato. V549f ha offerto con T34 `scaleRatioPruneThreshold` un approccio alternativo più mirato, anch’esso revertito.

 **KISACA**

Regolarizzazione che punisce gli splat troppo lunghi e sottili. Suona sensato, ma nei test era peggio. Off.

T34 scaleRatioPruneThreshold **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 5.0 – 100.0 (tipico 10.0 – 30.0) **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Pruning post-training sperimentale che elimina ogni gaussiana il cui rapporto $\max(\text{scale})/\min(\text{scale})$ supera la soglia lineare qui impostata. Mira a floater “ago/disco” estremamente allungati che non possono essere eliminati con la sola regolarizzazione. Nel test il pruning rimuoveva i floater come sperato, ma contemporaneamente anche splat piatti sensati su pareti e pavimenti — l’immagine è diventata più bucata. Quindi di default off, il flag CLI (`--scale-ratio-prune N`) rimane disponibile per esperimenti mirati. Valori raccomandati se si vuole comunque testare: 30 (molto conservativo, rimuove solo outlier estremi), 10 (aggressivo, costa dettaglio).

 **KISACA**

Tentativo di filtrare gli splat molto allungati dopo il training. Nei test era netto-negativo — floater via, ma anche dettaglio via. Off.

T35 opacityRegWeight DETAYLAR

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 0.0001 – 0.05 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Sperimentale V446: penalità di binary cross entropy che tira l'opacità verso 0 o 1 (quindi via da "semi trasparente"). Ipotesi: distribuzione di opacità più nitida migliorerebbe la chiarezza dell'immagine. Test combinato con T33 → la regolarizzazione costa qualità, entrambi disabilitati. Disabilitato. Attenzione: nella 1.4.3 beta è emerso un bug che aveva esattamente questo campo in una modifica del valore di default (inizializzatore = 0.01), il che ha portato a mass extinction del gaussian count (460 K → 5 in un'iterazione). Dalla 1.4.4 fissato a 0.0 come default.

 KISACA

Regolarizzazione che rende gli splat o completamente trasparenti o completamente solidi. Non porta nulla, può anche diventare pericoloso (bug mass extinction 1.4.3). Lascia a 0.

T36 opacityDecayFactor**DEAYLAR**

Varsayılan: 0.0 (inizializzatore = disabilitato), 0.9995 (`.full` , `.classicBalanced` — standard HTGS) **Range:** 0 (off) oppure 0.95 – 1.0 **Tanımlan-dığı yer:**

TEKNİK

Implementazione V546 dello schema HTGS (Hi-erarchical Time-Gating, Eurographics 2025): ogni T37 `opacityDecayInterval` iterazioni l'opacità sig-moid di ogni gaussiana viene moltiplicata con ques-to fattore. 0.9995×100 applicazioni dà ~95% di rimanenza per fase di densification — una legge-
ra ma costante pressione verso il basso su tutte le opacità, che fa scendere in modo affidabile le gaussiane che contribuiscono poco contro la T14 `pruneOpacityThreshold`. Il risultato: 14% di loss L1 migliore su Horse Full (3-trial-avg V546) rispetto a V438 senza decay. Attivo solo durante la fase di densification (fino a T2), dopo il training pro-segue senza decay, in modo che le opacità stabi-lite nel refinement rimangano stabili. Con MCMC non usato (MCMC ha propri meccanismi via T67 `mcmcRelocationInterval` 1. T68 `mcmcDeadOpacityThreshold`).

KISACA

“Sbiadimento dolce” di tutti gli splat sul tempo di training. Ren-de gli splat diventati inattivi più velocemente trasparenti, in mo-do che spariscano alla pulizia. È stata la leva di qualità più im-portante dell'update V546: 14% migliore. Integrata nel preset Qu-ality. Non raccomandata per la regolazione da soli, perché esat-tamente bilanciata.

T37 opacityDecayInterval**DEAYLAR**

Varsayılan: 50 **Range:** 10 – 500 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Intervallo di iterazione in cui viene applicato T36 `opacityDecayFactor`. Default paper HTGS 50, lasci-ato in `.full` . Intervalli lunghi (>200) annullano parzialmente l'effetto, perché tra due applicazioni avvengono abbastanza update di gradiente che l'opacità risale. Intervalli più brevi (<20) rendono il decay troppo aggressivo. Attivo solo in fase di den-sification.

KISACA

Con quale frequenza viene appli-cato lo “sbiadimento”. 50 = ogni 50 iterazioni un piccolo step di sbiadimento. Va bene.

İnce ayar (T38–T44)

T38 gradientAccumulationSteps

DEAYLAR

Varsayılan: 1 (= "una view per step Adam") **Range:** 1 – 8 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Funzione V424: numero di view i cui gradienti vengono accumulati prima che venga eseguito un update Adam. Con `> 1` l'app gira su un percorso backward project separato e "unfused" che somma i gradienti in un buffer separato; l'applicazione finale scala con $1/N$ per mantenere costante la magnitudine. V424 ha testato 2-view → neutro in qualità, ma 10% più lento (perché il percorso unfused è più costoso del fused). Revertito per `.full`, ma per MCMC deliberatamente usato — `.fullMCMC` gira con, ma i test V544a hanno mostrato che con esso il gap di qualità verso Classic si riduce al 5% (invece dell'11%). Nel default dell'inizializzatore 1, nel preset attuale 1, rimane flag CLI (`--accum-steps N`).

KISACA

Quante immagini l'app guarda prima di adattare gli splat. 1 = ogni immagine singolarmente. Più alto = guardare più immagini contemporaneamente e poi applicare una media. Nel caso standard non porta nulla; con MCMC 2 può aiutare un po'.

T39 testViewIndices DETAYLAR

Varsayılan: `[]` (= vuoto, tutte le view vengono usate per il training) **Range:** `Set<Int>`, qualsiasi sottoinsieme degli indici di fotocamera **Tanımlandırıldığı yer:**

 TEKNİK

Funzione V546: set di indici di fotocamera che NON vengono usati per il training, ma riservati come holdout per la valutazione PSNR/SSIM/LPIPS. Viene impostato automaticamente quando il flag CLI `--benchmark` è attivo: allora ogni ottava view, iniziando dall'indice 0 (standard LLFF, identico alle convenzioni Mip-NeRF-360 e paper 3DGS). Senza benchmark vuoto — il training usa tutte le view. **Attenzione:** l'impostazione manuale di questo campo senza comprensione degli indici può rendere inutilizzabile il benchmark (ad es. se tutti gli indici sono impostati sopra N, mentre ci sono solo N-50 view → nessun holdout → nessuna valutazione). Al proprio export preset testViewIndices non viene persistito, perché è dipendente dalla scena e altrimenti lascerebbe valori senza senso tra diversi dataset.

 KISACA

Quali immagini vengono "saltate" al training, per usarle in seguito per la misurazione della qualità. Non lo imposti tu stesso; il flag `--benchmark` lo fa automaticamente (ogni ottava immagine è test). Se imposti indici tuoi: pericoloso, può falsare il benchmark.

T40 refinementPruneInterval **DETAYLAR**

Varsayılan: 0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 100 – 5 000 **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Funzione V425: ogni N iterazioni durante la fase di refinement (dopo T2) viene eseguito un pass di prune aggiuntivo, che rimuove le gaussiane con sigmoid(opacity) < T41 refinementPruneOpacityThreshold. Senso: durante la densification ci sono regolari chiamate di density control, dopo non più — le gaussiane la cui opacità continua a scendere rimangono però nel buffer. V425 ha testato e revertito: il pruning aggiuntivo correlava con V426 (Two-Phase Densification, anch'esso interrotto in 0-gaussian cascade failure). Disabilitato. Flag CLI disponibile per esperimenti; se attivato, 1 000 o 2 000 sono valori sensati.

 **KISACA**

Pulizia aggiuntiva durante la fase di refinement. Non porta nulla, rimane off.

T41 refinementPruneOpacityThreshold **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.0 (= "usa T14 ") **Range:** 0 oppure 0.001 – 0.1 **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

V425b: soglia di opacità separata per refinement prune. Dopo la densification la maggior parte delle gaussiane ha raggiunto un'opacità decisamente più alta (> 0.001), quindi lo standard T14 pruneOpacityThreshold sarebbe troppo lasco. Se T40 attivo, questo campo determina la propria soglia. A 0.0 viene continuato l'uso di T14 . Rilevante solo se T40 > 0.

 **KISACA**

Soglia per la pulizia aggiuntiva di refinement (vedi T40). Entrambi i campi non attivi, quindi irrilevanti.

T42 midTrainingCompactificationIterations **DETAYLAR**

Varsayılan: `[]` (= disabilitato) **Range:** `[Int]`,
valori in (densifyUntilIteration, maxIterations)

Tanımlandığı yer: **TEKNİK**

Funzione V549: punti di iterazione espliciti durante la fase di refinement, in cui viene eseguito un pass di compactification (rimuove sigmoid(opacity) < 0.01 + gaussiane di scala outlier, stessa logica di T56 postTrainingCompactification). Senso: lunghe fasi di refinement possono mostrare accumulo di confetti/floater, il cui SH poi va in overfitting su artefatti specifici della view. Configurazione tipica se attivata: `[10000, 20000, 30000]` per 40K Classic. **MA:** i test V549 A/B sul dataset Family hanno mostrato in tutte le configurazioni un L1 peggiore: `[10K, 20K, 30K]@0.01` → -48% count ma +36% L1; `[20K, 30K]@0.005` → -44% count ma +45% L1; `[20K, 30K]@0.001` → -17% count ma +87% L1. Quindi disabilitato. Flag CLI `--mid-compact "10000, 20000"` disponibile, se si preferisce il trade-off floater visivo (meno confetti nel viewport) rispetto alla regressione di loss.

 **KISACA**

Azioni di pulizia intermedie durante il training. Nei test la pulizia ha reso il risultato finale peggiore (sì meno floater, ma anche meno dettaglio). Off, può essere accesa via CLI se i floater ti danno più fastidio di un'immagine leggermente più pastosa.

T43 frustumCullEnabled**DETAYLAR**

Varsayılan: false **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Funzione V549b: dopo il training vengono rimosse tutte le gaussiane che si trovano al di fuori dell'unione di tutti i frustum delle fotocamere di training. Tali gaussiane non sono mai state limitate dal segnale di loss e sono sempre floater. Particolarmente efficace per scene in cui la novel view si trova dietro o accanto al percorso della fotocamera (ad es. retro di un volo di drone lineare) — i floater lì non sono mai visibili nella fase di training, ma sì nello spostamento successivo nel viewer 3D. V549b A/B su voli di drone risultati positivi, quindi disponibile come opt-in. Default false, perché con object capture con piena copertura orbit l'unione dei frustum comprende l'intera scena e la funzione non rimuove nulla — viene offerta nelle Settings sotto "Floater Reduction" e testata anche in Q9 Outdoor preset implicitamente tramite T44

frustumCullExpansion (Q7-BayesOpt però non l'ha attivata, perché Outdoor Sky Dome risolve meglio lo stesso problema).

KISACA

Filtro speciale per voli di drone o riprese lineari: dopo il training vengono eliminati gli splat che non sono stati "visti" in nessuna fotocamera. Opzionalmente attivabile nelle Settings. Per semplici riprese di oggetto inutile.

T44 frustumCullExpansion**DETAYLAR**

Varsayılan: 1.1 **Range:** 1.0 – 2.0 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Margine NDC per T43 frustumCullEnabled. 1.0 taglierebbe esattamente al bordo dell'immagine, il che taglierebbe troppo splat traballanti al bordo dell'immagine. 1.1 = 10% di padding oltre l'esatto framing della fotocamera — dà un po' di tolleranza per pixel di bordo che in una novel view leggermente spostata potrebbero diventare visibili. Valori > 1.2 rendono il cull praticamente inefficace, perché il frustum espanso comprende molto più spazio.

KISACA

Quanto rigorosamente il filtro descritto sopra taglia. 1.1 = un po' di distanza di sicurezza dal bordo dell'immagine. Lascia il valore.

Sky-Dome (T45–T48)

T45 skyDomeEnabled

DEYAYLAR

Varsayılan: false (inizializzatore + tutti i preset eccetto P9 Outdoor) **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Funzione V549e: prima dell'avvio del training viene generata una nuvola di punti sferica (sfera di Fibonacci con T46 sample point), posizionata in un raggio di T47 skyDomeRadiusMultiplier × scene_extent attorno al centro della scena e inizializzata con i colori dei pixel mascherati come cielo di tutte le fotocamere di training (vedi T20 skyMaskingEnabled). Queste gaussiane sky dome vengono inserite all'inizio del buffer gaussiano e "congelate" durante il training (gradienti posizione/scala/rotazione = 0, solo SH e opacità rimangono ottimizzabili). Effetto: invece di aree "confetti" nere in lontananza, l'utente vede in novel view un cielo reale. MVP V549e funziona molto bene su scene di drone e paesaggio; in P9 Outdoor preset default on. Con scene interne lasciare off — la sfera penderebbe inutile fuori dalla stanza.

KISACA

Accende una "cupola del cielo" artificiale attorno alla scena. Rende le riprese esterne molto più belle: invece di grumi neri al bordo dell'immagine, l'app mostra il cielo reale. Obbligatorio per voli di drone e paesaggi, inutile per interni.

T46 skyDomeSampleCount

DEYAYLAR

Varsayılan: 5 000 **Range:** 1 000 – 50 000 (tipico 2 000 – 10 000) **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Numero di sample point della sfera di Fibonacci sulla sfera sky dome. Valori più alti → sky dome più denso (migliore con grandi risoluzioni e molto cielo visibile), ma più fabbisogno di memoria. 5 000 è sweet spot per rendering 4K; con risoluzioni più basse 2 000–3 000 basta. I punti vengono inizializzati per cosine distance a ogni vettore di vista delle fotocamere di training con i corrispondenti pixel mascherati come cielo — i sample point il cui view cone non vede alcuna fotocamera rimangono indietro con un basso valore iniziale di opacità, ma non vengono modificati durante il training (congelati).

KISACA

Quanto denso è il cielo artificiale. 5 000 punti bastano normalmente. Di più = transizione migliore in lontananza, ma costa un po' di memoria.

T47 skyDomeRadiusMultiplier

DEYAYLAR

Varsayılan: 30.0 (inizializzatore + la maggior parte dei preset), 59.0 (P9 Outdoor, ottimo Q7-BayesOpt) **Range:** 5.0 – 200.0 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Raggio della sfera sky dome relativo all'estensione della scena (= distanza media tra posizioni delle fotocamere). 30 = la sfera ha 30 volte il diametro della nuvola della fotocamera. Troppo piccolo (< 5) → lo sky dome interferisce con la scena stessa (ad es. uno splat sky dome finisce in primo piano); troppo grande (> 100) → perdita di precisione float32 sulle posizioni sky dome, il che provoca glitch di rendering in lontananza. Q7-BayesOpt su Bicycle (Mip-NeRF 360) ha trovato 59.0 come ottimo specifico per scena outdoor — ciò indica che lo standard 30.0 è troppo piccolo per paesaggi profondi e i pixel sky dome nelle aree di bordo immagine renderizzano visibilmente come "parete".

KISACA

Quanto lontana deve essere la cupola del cielo artificiale. 30 = abbastanza lontano. Con grandi paesaggi 50–60 è meglio (Outdoor preset lo fa automaticamente). Troppo piccolo sarebbe come avere grumi direttamente davanti all'obiettivo.

T48 frozenGaussianCount **DETAYLAR****Varsayılan:** 0 (= nessuna gaussiana congelata)**Range:** 0 oppure 1 – **T46 Tanımlandığı yer:** **TEKNİK**

Numero di gaussiane all'inizio del buffer i cui gradienti posizione/scala/rotazione vengono impostati a zero nell'optimizer — rimangono spazialmente rigide su tutto il training. Il density control non può clonarle, splittarle o prunarle. Usato per l'iniezione sky dome (vedi **T45**): se sky dome è on, questo campo viene impostato automaticamente su `T46 skyDomeSampleCount`. L'impostazione manuale è possibile (ad es. per congelare una nuvola di punti pre-posizionata da una scansione LiDAR), ma non direttamente accessibile nell'UI. Importante: le prime N gaussiane nel buffer sono sempre le frozen — l'ordine nel buffer decide, non un indice esplicito.

 **KISACA**

Quanti splat all'inizio sono fissi e non possono muoversi. Viene impostato automaticamente sul numero sky dome, se sky dome è on. Non hai bisogno di regolarlo da solo.

Adam + LR programı (T49–T55)**T49 adamResetIteration** **DETAYLAR****Varsayılan:** 0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 100 – **Tanımlandığı yer:** **TEKNİK**

Funzione V430: iterazione a cui gli accumulatori di momentum Adam (m1, m2) vengono resettati a zero. La correzione del bias successivamente gira con `(iter - adamResetIteration)` invece di `iter`. V430 ha testato reset a 5 000 (dopo fine densification) → 12.8% di loss peggiore. Motivo: il momentum Adam che si è costruito durante la densification porta informazioni sulle magnitudini tipiche di gradiente e accelera la fase di refinement. Gettarlo via costa le prime ~500 iterazioni di refinement in convergenza. Disabilitato. Rimane flag CLI per esperimenti di ricerca.

 **KISACA**

Pulsante reset per la "memoria" interna dell'ottimizzatore Adam. Nei test ha danneggiato, rimane off.

T50 positionLRScheduleEndIteration**DETAYLAR**

Varsayılan: 0 (inizializzatore = “usa maxIterations”), 20 000 (`.full` — cosine termina a 20K nonostante `maxIter=35K`), 30 000 (`.fullClassicPaper`)

Range: 0 oppure 1 000 – **Tanımlandırığı yer:**

TEKNİK

Funzione V431: iterazione a cui la curva di cosine annealing per la LR di posizione raggiunge il suo minimo. Se 0, è identico a `T1 maxIterations`. Se > 0 , lo schedule corre fino a questo valore e dopo rimane a `T4`

`positionLearningRateFinal` costante. Ciò permette una “extended refinement phase” con LR minima ma costante — raffina lentamente le posizioni senza nuovo decay. `.full` lo fa (schedule end a 20K, il training corre fino a 35K), V434c/V434d hanno confermato: 15K e 25K entrambi più o meno uguali, 20K minimamente ottimale. Continua ad essere usato in combinazione con `T51`, per modificare nella extended phase anche le LR non di posizione.

KISACA

Quando l'app smette di abbassare ulteriormente la LR di posizione. Se più basso dell'iterazione massima, gira dopo con mini rate costante — ciò raffina molto lentamente ma molto stabile. Integrato in Quality preset, non hai bisogno di regolarlo.

T51 extendedPhaseLRDecay**DETAYLAR**

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato, LR costanti) **Range:** 0 oppure 0.01 – 1.0 **Tanımlandırığı yer:**

TEKNİK

Funzione V433: moltiplicatore minimo per le LR non di posizione (scala, rotazione, opacità, SH) nella “extended phase” — cioè dopo che `T50` è raggiunto e la LR di posizione è già a `T4`. Se 0.1, scala/rotazione/opacità/SH vengono a loro volta cosine-decayed da 1.0 (= la loro LR standard) a 0.1× del loro standard. Se 0.0 (default), rimangono costanti. V457 ha testato decay completo (0.0 = decay-fino-a-zero) contro nessun decay e ha trovato: avg 0.0400 (2 run) = stesso loss di V438 senza decay. Comportamento più pulito con decay, ma non misurabilmente migliore. Quindi disabilitato. Rimane nel CLI come `--nonpos-lr-scale F`.

KISACA

Nella fase tardiva di refinement anche le learning rate di colore e forma più piccole. Rende il training più “stabile”, ma empiricamente non migliore. Off.

T52 adaptiveDensifyThreshold**DEAYLAR**

Varsayılan: false **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Sperimentale V440: se true, l'app calcola in ogni step di densification il p98 dell'attuale distribuzione del gradiente e lo usa come soglia dinamica (limitata ad almeno 0.5x del valore configurato da `T11`, in modo che non sbordi troppo). Ipotesi: l'adattamento automatico alla fase di scena attuale renderebbe il density control più robusto — ad es. all'inizio pruning più severo, dopo più lasco, o viceversa. V440 ha testato e revertito: drop catastrofico a 63 K gaussiane (mass pruning, perché il p98 nelle prime iterazioni è estremamente alto e poi quasi nulla supera la soglia). La soglia fissa è già ben calibrata, l'adattamento dinamico danneggia più di quanto giovi. Q5 (T77) offre una logica adattiva alternativa via rolling median che aggira il problema.

KISACA

Versione adattiva della soglia di densify. Nei test catastrofica (numero di splat crollato a 63K). Off. Q5 ne ha una variante migliore.

T53 mergeAfterDensification**DEAYLAR**

Varsayılan: false (inizializzatore), true (`.full`, `.classicBalanced`, `.fullClassicPaper`) **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Funzione V438: alla fine della fase di densification (iter `T2`) viene eseguito un pass di merge una tantum, che unisce gaussiane vicine tra loro con scala e colore simili. Riduce il numero di gaussiane tipicamente del 5–15% senza perdita di qualità visibile. Senso: dopo un intenso clonaggio nascono cluster di gaussiane quasi identiche, che non contribuiscono nulla di nuovo — il merging libera capacità optimizer per altre aree. Standard nei preset Classic Quality. Con MCMC non usato, perché MCMC tramite la sua logica di rilocazione non lascia nemmeno nascere tali cluster.

KISACA

Alla fine della fase di moltiplicazione degli splat unire i cloni che sono quasi identici. Riduce la quantità di dati senza effetto visibile. Standardmente on nel preset Quality.

T54 densifyPhase2FromIteration DETAYLAR

Varsayılan: 0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure T2
– T1 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Sperimentale V426: abilita una seconda fase di densification che inizia dopo la pausa di refinement a questa iterazione e corre fino a T55. Ipotesi: dopo una fase di refinement gli accumulatori di gradiente hanno magnitudini più stabili e possono dire più precisamente quali aree hanno bisogno di gaussiane aggiuntive. V426 ha testato e revertito: densification a due fasi è caduta in 0-gaussian-cascade-failure (combinata con V425 refinement pruning ha distrutto il buffer). Disabilitata. Flag CLI disponibile per esperimenti.

 KISACA

Seconda fase di moltiplicazione dopo pausa. Nei test ha distrutto la popolazione di splat. Off.

T55 densifyPhase2Untilliteration DETAYLAR

Varsayılan: 0 **Range:** 0 oppure T54 – T1 **Defined in:**

 TEKNİK

Fine della Two-Phase Densification V426. Rilevante solo se $T54 > 0$. Entrambi i campi insieme disabilitati.

 KISACA

Fine della seconda fase di moltiplicazione (vedi T54). Entrambi off.

Son işleme + Apple AI (T56–T60)

T56 postTrainingCompactification

DETAYLAR

Varsayılan: true (in tutti i preset di produzione), false (`.quickTest` , `.preview`) **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Funzione V443: dopo la fine del training le gaussiane con sigmoid(opacity) < 0.01 vengono rimosse duramente (non contribuiscono praticamente più all'immagine). Riduce il gaussian count tipicamente del 58% e la dimensione del file di export del 55% senza perdita di qualità visibile. Attiva di default nei preset di produzione — il risultato finale dovrebbe poter essere consegnato il più compatto possibile. In `.quickTest` off, perché un run diagnostico non viene comunque esportato. A differenza di T42 `midTrainingCompactificationIterations` (V549) la compactification avviene solo alla fine — il refinement può usare fino ad allora tutte le gaussiane.

KISACA

Pulizia dopo il training: gli splat quasi invisibili vengono rimossi. Rende il file di export circa la metà più piccolo senza perdita di qualità. Funzione obbligatoria, off solo nei run diagnostici.

T57 metalFXUpscaling

DETAYLAR

Varsayılan: false **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Funzione V444: attiva l'upscaler spaziale MetalFX di Apple invece dell'interpolazione bilineare nell'output del viewer 3D. Se la risoluzione di training < dimensione viewport (ad es. training a 0.5x, visualizzazione viewport in piena risoluzione), MetalFX può fornire un'immagine decisamente più nitida. Cambia live nel viewport, nessun re-training necessario. Si esclude con T58 `mpsLanczosScaling` — MetalFX ha la precedenza. Raccomandazione: accendere se l'immagine nel viewer appare "sbiadita" rispetto al dettaglio atteso.

KISACA

Affinamento dell'immagine basato su ML Apple nel viewer 3D. Aiuta se hai addestrato a una risoluzione più bassa e mostri il risultato a schermo intero. Toggle dal vivo, prova.

T58 mpsLanczosScaling DETAYLAR

Varsayılan: false **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Funzione V444: MPSImageLanczosScale per lo scaling viewport invece dell'interpolazione bilineare. Lanczos è un metodo di ricampionamento classico basato su sinc che fornisce risultati decisamente più nitidi del bilineare con overhead minimo. Toggle dal vivo. Viene sovrascritto da `T57` se entrambi attivi.

 KISACA

Metodo di affinamento classico per il viewer 3D (Lanczos). MetalFX (T57) è basato su ML e di solito migliore; Lanczos è un'alternativa meno aggressiva.

T59 livePreviewInterval DETAYLAR

Varsayılan: 50 (inizializzatore e la maggior parte dei preset) **Range:** 0 (off) oppure 10 – 5 000 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Quanto spesso durante il training il viewer 3D viene aggiornato con le gaussiane attuali. 50 = ogni 50 iterazioni un nuovo render nel viewer — abbastanza per osservare il progresso senza rallentare il training. 0 = il viewer non viene aggiornato affatto (training in background, max velocità). Adattamento tipico: con `.quickTest` giù a 10 (si vuole vedere ogni step), con lunghi run MCMC su a 500–2000 (overhead di update in totale percettibile).

 KISACA

Con quale frequenza l'anteprima 3D viene aggiornata durante il training. 50 = ogni 50 iterazioni. Più alto = meno spesso = un po' più veloce, ma vedi meno spesso il progresso. 0 = nessuna anteprima (per la massima velocità).

T60 perceptualLossWeight DETAYLAR

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato) **Range:** 0 oppure 0.001 – 0.5 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Funzione futura V444: peso di un termine di loss percettivo via MPSGraph (piccola rete simil-VGG). Catturerebbe similarità strutturale e di texture a un livello semantico superiore a L1+SSIM — tipico in pipeline di ricerca, dove “pixel-perfect” è meno importante di “sembra realistico”. Implementazione ancora in attesa (stub di codice presente, ma forward pass non implementato). Default 0.0. Rimane nel catalogo dei campi per attivazione futura; flag CLI `--percep-weight F` riservato.

 KISACA

Funzione pianificata che con aiuto AI mira ad “aspetto naturale” invece di “preciso al pixel”. Non ancora completamente implementata.

MCMC Densification (T61–T73)**T61** densificationStrategy DETAYLAR

Varsayılan: `.classic` (inizializzatore + preset Classic), `.mcmc` (tutti i preset MCMC + Scene-Class) **Range:** `.classic` o `.mcmc` **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Sceglie tra densification classica (clone/split/prune, Kerbl et al. 2023) e densification MCMC (Stochastic Gradient Langevin Dynamics con rilocalazione, Kheradmand et al. NeurIPS 2024). Con `.classic` vengono valutati T11–T16, con `.mcmc` i T62–T73. Attenzione al cambio: i default Classic e i default MCMC sono calibrati in modo completamente diverso — chi flippa il picker nella vista esperto senza caricare un preset appropriato, rischia mass extinction in stile 1.4.3 bug (460 K → 5 in un’iterazione, perché MCMC OpacityReg a 0.01 uccide le opacità Classic). Quindi i default init MCMC deliberatamente “addolciti” (tutti i valori reg 0.0).

 KISACA

Quale algoritmo viene usato per moltiplicare gli splat. Classic = metodo originale (veloce, molti splat). MCMC = metodo più nuovo (più lento, molti meno splat, in compenso più compatto). I preset scelgono quello giusto. Cambialo da solo solo se carichi anche il preset corrispondente (P5–P7 o P8–P10).

T62 mcmcMaxGaussians

DETAJLAR

Varsayılan: 150 000 (inizializzatore + `.fullMCMC` + `.mcmcBalanced`), 100 000 (`.mcmcPreview`), 1 500 000 (`.fullMCMCMip` — variante Mip-Splatting con budget 10x), 1.19 M (`.renderPreset`), 1.25 M (`.outdoorPreset`), 670 K (`.indoorPreset`) **Range:** 0 (= "usa capacità buffer") oppure 10 000 – 5 000 000 **Defined in:**

TEKNİK

Limite superiore rigido per il numero di gaussiane con strategia MCMC. Il numero cresce gradualmente di `mcmcGrowthRate` (tipico 5%) per step di rilocalizzazione fino a questo cap. V473/V531 hanno trovato 150 K come sweet spot — oltre 200 K si dilata la qualità degli splat (troppe gaussiane piccole, ridondanti), sotto 100 K la scena rimane sotto-densificata. Con scene molto grandi (ad es. volo di drone da 1 545 foto con 158 K SfM-init) 150 K è troppo basso — da qui l'estensione 1.4.5 `mcmcCapMultiplier` + `mcmcAutoScaleByScene`. Q7-BayesOpt ha trovato ottimi specifici per scena tra 670 K (Indoor) e 1.25 M (Outdoor). Con valore 0 il motore usa la piena capacità buffer come cap.

KISACA

Numero massimo di splat con MCMC. 150 000 è lo standard e basta per la maggior parte delle scene. Outdoor e Render preset (P8, P9) salgono a 1+ milione per scene più ricche di dettagli. Aumentare può portare dettaglio, costa memoria; abbassare è piuttosto un freno di emergenza.

T63 **mcmcNoiseScale** **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.00005 (5e-5 = default paper) **Range:** 1e-6 – 1e-3 **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Moltiplicatore per il rumore gaussiano che in ogni iterazione MCMC viene aggiunto alla posizione di ogni gaussiana (logica SGLD). Più alto = più esplorazione (le gaussiane vagano di più, trovano potenzialmente posti migliori), più basso = più exploitation (le gaussiane rimangono dove sono già buone). V467 e V536 hanno confermato 5e-5 come ottimale — 1e-5/2e-5 troppo poca esplorazione, 1e-4 troppo (gli splat si dissipano). Viene cosine-decayed sul tempo di training fino a T69 `mcmcNoiseDecayEnd` — alla fine della zona di decay il rumore è effettivamente 0 e le gaussiane convergono.

 **KISACA**

Quanto "tremolio" casuale l'app permette agli splat, in modo che trovino da soli il posto migliore. Il valore standard è ottimalmente testato. Se lo aumenti, gli splat diventano irrequieti.

T64 **mcmcOpacityRegWeight** **DETAYLAR**

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato nei default RadianceKit, paper: 0.01) **Range:** 0 oppure 0.001 – 0.05 **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Penalità L1 specifica MCMC sull'opacità. Default paper 0.01 (spinge le gaussiane non usate verso zero, le rende disponibili per rilocalizzazione). V464b ha mostrato però: senza reg in RadianceKit è misurabilmente migliore (sessione 28 conferma). Motivo: il criterio di pruning definito con T68 `mcmcDeadOpacityThreshold` basta da solo — una penalità L1 aggiuntiva costringe a morire anche gaussiane preziose a bassa opacità. Quindi default 0. **Attenzione:** nella build 1.4.3 beta il default dell'inizializzatore era erroneamente 0.01, il che è risultato nel mass extinction bug (vedi spiegazione T61); dalla 1.4.4 fissato a 0.0.

 **KISACA**

Regolarizzazione speciale MCMC. Off, perché l'altro meccanismo MCMC (soglia in T68) lo copre già. Lascia a 0.

T65 mcmcScaleRegWeight DETAYLAR

Varsayılan: 0.0 (= disabilitato, paper: 0.01) **Range:** 0 oppure 0.001 – 0.05 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Penalità L1 specifica MCMC sugli autovalori di scala. Default paper 0.01. V464b: senza reg migliore, stesso ragionamento di T64. Disabilitato in tutti i preset MCMC di RadianceKit. Attenzione come per T64: bug 1.4.3.

 KISACA

Come T64, ma per dimensione splat. Off.

T66 mcmcRelocationInterval DETAYLAR

Varsayılan: 100 (inizializzatore + tutti i preset MCMC, standard paper), 155 (P9 Outdoor — ottimo Q7-BayesOpt) **Range:** 50 – 500 **Tanımlandığı yer:**

 TEKNİK

Intervallo di iterazione in cui MCMC riloca le gaussiane morte ($\text{sigmoid}(\text{opacity}) < T68$ mcmcDeadOpacityThreshold) in nuove posizioni. V537 ha testato 50 (troppo dirompente, loss oscilla) e 200 (marginalmente peggio, MCMC perde reattività). 100 è ottimale. Q7-BayesOpt su Bicycle ha trovato 155 come ottimo specifico per scena outdoor — gli intervalli un po' più lunghi danno ad Adam più tempo per integrare le gaussiane nuove posizionate, prima che il prossimo evento di reloc le metta sotto pressione.

 KISACA

Ogni quante iterazioni MCMC sposta gli splat morti da qualche altra parte. 100 è standard. Non hai bisogno di regolarlo da solo — Outdoor preset ha già il valore ottimale.

T67 **mcmcWarmupIterations****DEAYLAR**

Varsayılan: 500 **Range:** 100 – 5 000 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Numero di iterazioni iniziali in cui non avviene ancora rilocalizzazione MCMC. Solo dopo questo warmup inizia la logica di reloc. Senso: nelle prime iterazioni i valori di opacità non sono ancora stabilizzati — se si iniziasse subito con reloc, le gaussiane verrebbero posizionate in punti sbagliati e dovrebbero essere subito spostate, il che distrugge il momentum Adam. Default paper 500. RadianceKit assume questo valore, perché V464b ha mostrato che è robusto.

KISACA

Quante iterazioni MCMC ha prima di "arrivare", prima di iniziare a riposizionare gli splat. 500 è standard e va bene.

T68 **mcmcDeadOpacityThreshold****DEAYLAR**

Varsayılan: 0.005 (inizializzatore, standard paper), 0.01 (`.fullMCMC` e tutti i preset MCMC — ottimo V535) **Range:** 0.001 – 0.05 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Soglia sigmoid(opacity) sotto la quale una gaussiana è considerata "morta" ed entra in considerazione per rilocalizzazione. V535 ha trovato 0.01 come ottimale (0.005 marginale, 0.02 peggiore). Più alto = reloc più aggressivo (più gaussiane vengono spostate), più basso = più cauto. 0.01 corrisponde a circa "0.5% di visibilità visiva". P10 Indoor usa via Q7-BayesOpt 0.0142 come ottimo.

KISACA

A partire da quale trasparenza uno splat è considerato "morto", così che MCMC lo sposti altrove. 0.01 è ottimale nei nostri test. Non hai bisogno di regolarlo da solo.

T69 **mcmcNoiseDecayEnd** **DETYLAR**

Varsayılan: 0 (inializzatore = “nessun decay”), 160 000 (`.fullMCMC` = 80% di 200K), 96 000 (`.mcmcBalanced` = 80% di 120K), 40 000 (`.mcmcPreview`) **Range:** 0 oppure 1 000 – **Tanım-landığı yer:**

 **TEKNİK**

Iterazione a cui il rumore `T63 mcmcNoiseScale` viene smorzato completamente a zero (cosine decay da iter 0 a qui). V497c/V502 hanno trovato 80% del `maxIterations` ottimale — dà a MCMC abbastanza tempo di esplorazione, ma lascia l'ultimo 20% alla convergenza senza rumore. 0 = rumore costante su tutte le iterazioni (raramente sensato, MCMC non può poi convergere).

 **KISACA**

Quando il “tremolio” casuale degli splat termina. Nei preset MCMC all'80% delle iterazioni totali — prima esplorazione, poi convergenza. Lascia il valore.

T70 **mcmcGrowthRate** **DETYLAR**

Varsayılan: 0.05 (standard paper = 5%) **Range:** 0.01 – 0.2 **Tanım-landığı yer:**

 **TEKNİK**

Tasso di crescita del target di popolazione MCMC per step di rilocalazione. La logica: ad ogni evento `reloc` la dimensione target di popolazione viene aumentata di $(1 + \text{growthRate})$, fino a quando `T62 mcmcMaxGaussians` (o la variante scalata via `T72/T73`) viene raggiunta. V512/V522 hanno trovato 0.05 come ottimale — valori più alti portano a crescita troppo veloce (le gaussiane vengono inserite prima che l'Adam momentum possa integrarle), più bassi a scene sotto-densificate alla fine.

 **KISACA**

Quanto velocemente cresce il numero di splat con MCMC. 5% per step è ottimale. Lascia il valore.

T71 **mcmcSigmoidK** **DETAYLAR****Varsayılan:** 100.0 **Range:** 10.0 – 500.0 **Defined in:** **TEKNİK**

Parametro di sharpness sigmoid per l'attenuazione del rumore MCMC. Nello step SGLD il rumore per gaussiana viene smorzato attraverso — gaussiane ad alta opacità (il cui logit è positivo) ricevono esponenzialmente meno rumore di quelle a bassa opacità. $K = 100$ è nitido, cioè la transizione da "pieno-rumore" a "nessun-rumore" avviene molto velocemente attorno a opacità 0.5. V484–V487 hanno trovato $K = 100$ ottimale — valori più piccoli (10–50) lasciano tremare anche gaussiane ad alta opacità (distrugge gaussiane convergenti), più grandi (> 500) rendono la transizione artificialmente dura e le gaussiane morte non vengono più spostate.

 **KISACA**

Parametro speciale che determina quanto nettamente MCMC distingue tra "abbastanza trasparente per spostare" e "solido, non toccare". Il valore standard è ottimale. Non regolare.

T72 **mcmcCapMultiplier** **DETAYLAR**

Varsayılan: 3.0 (inizializzatore + `.fullMCMC`), 2.0 (`.mcmcPreview`), 2.5 (`.mcmcBalanced`), 2.98 (P8 Render), 5.32 (P9 Outdoor), 1.76 (P10 Indoor) **Range:** 0 (= disabilitato) oppure 1.0 – 10.0 **Tanımıldığı yer:**

 **TEKNİK**

Funzione 1.4.5: scaling cap adattivo alla scena. Se `T73 mcmcAutoScaleByScene` è true, il cap effettivo viene calcolato come (limitato a capacità buffer). Sfondo: con scene grandi (ad es. volo di drone da 1545 foto → 158 K SfM-init) `T62 = 150 000` è troppo basso — il density control non potrebbe affatto crescere. Con multiplier 3.0 il cap in questo esempio viene scalato a 474 K (158 K × 3.0). Q7-BayesOpt ha trovato ottimi specifici per scena: Outdoor beneficia di multiplier alto (5.32 → ~830 K cap con 156 K bicycle init), Indoor si accontenta di 1.76 (le pareti saturano più velocemente). Risoluzione completa del cap vedi metodo.

 **KISACA**

Moltiplicatore che adatta automaticamente il cap di splat alla dimensione della scena. Scena grande = più punti iniziali = cap più alto. Standard 3x va bene per la maggior parte delle scene; Outdoor preset sale a 5x (grandi range di profondità), Indoor a 1.76x (le pareti limitano comunque).

T73 **mcmcAutoScaleByScene** **DETAYLAR**

Varsayılan: true (inizializzatore + tutti i preset MCMC) **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

 **TEKNİK**

Funzione 1.4.5: master switch per la logica cap scene-aware (vedi T72 +). Se false, viene usato esclusivamente T62 `mcmcMaxGaussians` come cap (ritorno al comportamento 1.4.4). Standardmente on, perché altrimenti i problemi di mass extinction con scene grandi della 1.4.3 ritornano. Disattivare manualmente solo se vuoi esplicitamente impostare un cap rigido — ad es. per addestrare una variante 150 K la cui dimensione finale è pianificabile.

 **KISACA**

Accende l'adattamento automatico del cap splat alla dimensione della scena. Standardmente on. Lascia off solo se vuoi tu stesso esattamente un determinato numero di splat.

Mip-Splatting (Q1.5) (T74–T76)

Stato: Q1.5 il 2026-05-25 dopo 14 iterazioni autonome + overnight 1.5M confidence check è stato scartato come "closed no-win" (max $\Delta@2x = +0.27$ dB, il gate originale richiedeva $\geq +1.5$ dB di media su $0.5x/2x$, FALLISCE su 0/11 pair scenes). I campi rimangono **opt-in** per esperimenti di ricerca; tutti i preset di produzione hanno. Vedi verdetto: `docs/plans/2026-05-25-phase-q1.5-final-verdict.md`.

T74 useMipSplatting**DETAYLAR**

Varsayılan: false (tutti i preset di produzione), true (`.fullMCMCmip` — sibling di ricerca) **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Attiva Mip-Splatting (Yu et al. CVPR 2024): filtro di smoothing 3D + filtro 2D + compensazione α , che limita la frequenza per gaussiana al limite di Nyquist della densità di campionamento più alta della fotocamera di training. Obiettivo teorico: eliminazione dell'aliasing al rendering in scale fuori training ($0.5\times$ o $2\times$ della risoluzione di training). Attivato negli shader di preprocess e backward projection, funzionalmente verificato corretto nel test Q1.5-D. Ma: il gate di accettazione originale ($\Delta@1\times \geq +0.3$ dB E $\text{avg}(\Delta@0.5\times, \Delta@2\times) \geq +1.5$ dB) non è stato raggiunto su nessuna delle 11 pair scenes. Massimo osservato: family 750K classic $\Delta@2\times = +0.270$ dB. Le scene outdoor (Truck, Flowers) hanno mostrato addirittura peggioramento $1\times$ e $0.5\times$. Ipotesi: lo smoothing 3D compete con la rilocalizzazione MCMC con high-Gs. Il campo rimane per future re-eval multi-scala con metodologia Mip-NeRF-360 corretta (vedi O3-backlog nel benchmark path).

KISACA

Filtro antialiasing da un paper del 2024. Teoricamente fantastico, praticamente nei nostri test non ha portato nulla e talvolta addirittura danneggiato. Rimane disponibile per sperimentatori, ma non lo raccomandiamo. Lascia off.

T75 mipSmoothing3DScale**DETAYLAR**

Varsayılan: 0.2 (default paper) **Range:** 0.05 – 1.0 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Parametro di scala di smoothing 3D (Yu et al. §3.3, default paper 0.2). Più grande = più smoothing spazio mondo per gaussiana (= più antialiasing, ma anche più blur nella scala di default), più piccolo = più nitido ma più suscettibile all'aliasing. Viene consultato solo se `T74 useMipSplatting = true`. Nei test Q1.5 non ulteriormente ottimizzato — il gate A/B ha già perso con default paper 0.2, ulteriori sweep sarebbero inutili.

KISACA

Parametro Mip-Splatting. Se non hai acceso Mip, irrilevante.

T76 mipFilter2DVariance**DETAYLAR**

Varsayılan: 0.3 (= esattamente il comportamento legacy V242) **Range:** 0.1 – 1.0 **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Varianza filtro 2D Mip che viene aggiunta alla diagonale Σ_{2D} (varianza direttamente, non al quadrato). 0.3 è esattamente il valore legacy V242, che prima di Mip-Splatting era hardcoded nel kernel. Se `T74 useMipSplatting = false`, il kernel ignora completamente questo valore e scrive lo hard-coded 0.3 — in modo che la baseline non possa regredire (garanzia Codex-Round-1-S3-1). Se, viene usato il valore qui impostato. Rimane nel catalogo dei campi per sweep Mip.

KISACA

Altro parametro Mip-Splatting. Con Mip off: irrilevante.

Uyarlanabilir Densification (Q5) (T77–T79)**T77 adaptiveDensification****DETAYLAR**

Varsayılan: false **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Funzione Q5: rolling median tracker come alternativa al fisso T11 `densifyGradThreshold`. Se true, in ogni step di densify la soglia attuale viene sovrascritta con `median(ultimi N avgGrad samples) × T79 adaptiveDensifyMultiplier`. `N = T78 adaptiveWindow`. Più rigoroso di V440 p98 (la trappola catastrofica di 63 K pruning), `median + 2×` si trova circa al p70–p80 della distribuzione del gradiente in steady state. Test Q5: da solo FAIL 0/3 scene, ma insieme a Q6 (vedi T80/T81) PASS 1/3 scene — il bundle Q5+Q6 è stato passato come opt-in il 2026-05-25 ed è attivabile via CLI `--adaptive-densify`. Q6 è così il “portatore” del guadagno di qualità, Q5 contribuisce piuttosto alla stabilità.

KISACA

Soglia di densify auto-apprendente. Invece di una sensibilità impostata fissa, l'app si adatta alla scena. Da sola testata non migliore, ma insieme al curriculum Q6 sì. Accendere entrambi insieme o entrambi off.

T78 adaptiveWindow DETAYLAR**Varsayılan:** 1 000 **Range:** 100 – 10 000 **Defined in:** TEKNİK

Rolling median window in eventi di densification (NON iterazioni — ogni step `T13 densifyInterval` fornisce un sample). Default 1 000 — con significa che le ultime 100 000 iterazioni di training contribuiscono al median, quindi tipicamente l'intera storia del training fino a qui. Fase iniziale (prima dei sample `T78`): il tracker restituisce nil → fallback alla soglia fissa `T11`. Rilevante solo se.

 KISACA

Quanti vecchi step di densify confluiscono nel median per T77. Standard 1000 va bene. Rilevante solo se Q5 Adaptive è on.

T79 adaptiveDensifyMultiplier DETAYLAR**Varsayılan:** 2.0 **Range:** 1.0 – 4.0 **Tanımlandığı yer:** TEKNİK

Moltiplicatore sul rolling median per la soglia adatta. Default 2.0 corrisponde approssimativamente a p70–p80 della distribuzione tipica del gradiente. Più basso = crescita più aggressiva (più cloni), più alto = più rigoroso (meno cloni). Test Q5 in range 1.5–3.0 — 2.0 miglior default. Rilevante solo se.

 KISACA

Fattore per T77/T78. Standard 2.0 = più rigoroso del median tipico. Non regolare.

Müfredat (Q6) (T80–T81)

T80 curriculumResolutionRamp

DEYAYLAR

Varsayılan: false **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Funzione Q6: la risoluzione di training inizia a 0.5x e cambia a T50 `positionLRScheduleEndIteration / 2` (o T1 `maxIterations / 2`, se T50 non è impostato) a T22 `trainingRenderScale`. Usa l'infrastruttura `resize/restoreImageBuffers` sviluppata in Q1.5.1. Sovrascrive T23 `resolutionWarmupScale` se attivato. Q6 è passato come "portatore del guadagno di qualità" nel bundle Q5+Q6 (vedi T77) — l'aumento graduale di risoluzione dà all'app tempo di trovare geometria grossolana sulla risoluzione più bassa, prima di passare al lavoro di dettaglio fine. Via CLI: `--curriculum-resolution`.

KISACA

"Prima grossolano, poi fine" per la risoluzione di training. Metà risoluzione nella prima metà, poi piena risoluzione. Aiuta in determinate scene, in altre no — meglio accendere insieme a T81.

T81 curriculumSHProgression

DEYAYLAR

Varsayılan: false **Range:** boolean **Tanımlandığı yer:**

TEKNİK

Funzione Q6: sovrascrive T21 `shDegreeUpgradeIterations` con `[maxIter/4, maxIter/2, maxIter*3/4]`, distribuisce quindi gli upgrade SH uniformemente sul tempo di training invece di caricarli sul fronte. Ipotesi: la geometria stabile viene stabilita prima dell'esplosione del color detail, il che posiziona più precisamente gli effetti di luce dipendenti dalla direzione di vista. Q5+Q6 insieme PASS 1/3 scene, Q6 come portatore del guadagno (Q5 alone FAIL). Via CLI: `--curriculum-sh`.

KISACA

"Prima forma, poi colore" — gli effetti di lucentezza vengono sbloccati solo tardi nel training, in modo che gli splat trovino prima la loro posizione e dimensione. Con T80 insieme accendibile; da solo non porta tanto.

Statik öneriler (TP1–TP9)

Burada yalnızca başlatıcı varsayılanına göre yapısal farklar yer alır. On bir UI önerisi P1–P11 için tam pazarlama açıklamasını Bölüm 7’de bulursun.

TP1 `.preview`

DEAYLAR

Preset diagnostico/anteprima per sistemi ≥ 10 GB RAM. Override rispetto all’inizializzatore: - 30 000 \rightarrow 5 000 - 15 000 \rightarrow 3 500 (70% di maxIter) - $1.6e-6 \rightarrow 1.6e-5$ (10x più alto, decay meno aggressivo) - ,,,, ciascuno 2x (V176) - 3 000 \rightarrow 100 000 (effettivamente off, V172: il reset distrugge i training brevi)

- [1K, 2K, 3K] \rightarrow [1K, 2K] (V182: il grado 3 non converge in 2K iter) - 1.0 \rightarrow 0.5

KISACA

qualsiasi valutazione iniziale di una serie di immagini appena importate — 2–3 min di attesa, dopo il risultato basta per una domanda binaria “vale la pena un run Quality?”.

TP2 `.full`

DEAYLAR

Quality di produzione Classic. Override: - 30 000 \rightarrow 35 000 (V550: i test 40K Truck overtraining +10.7% Gs con -1.3% L1) - 15 000 \rightarrow 5 000 (V310 sweet spot, V338 7K worse) - Tutte le LR 2x (V188) - $1.6e-6 \rightarrow 1.6e-5$ (V45 10x) - $2e-6 \rightarrow 1.1e-6$ (V335)

- 100 \rightarrow 200 (V112) - 0.005 \rightarrow 0.001 (V393) - 3 000 \rightarrow 100 000

(V194 disabilitato, V421 confermato) - [1K, 2K, 3K] \rightarrow [2K, 5K, 8K] (V228 ritardato) - 0.0 \rightarrow 0.9995 (V546 HTGS, 14% di miglioramento) - 50 (invariato, V546) - false \rightarrow true (V438)

- 0 \rightarrow 20 000 (V431) - true (V443, già default dell’inizializzatore per `.full`)

KISACA

ogni ripresa fotografica standard (oggetto, piccola stanza, scultura) con < 500 immagini. Il miglioramento del 14% del loss annunciato in V546 contro V438 è stato confermato su Horse Full come media di 3 trial.

TP3 `.fullClassicPaper` **DETAYLAR**

Sibling di test Q1.5-A di TP2, Classic fedele al paper. Override rispetto a TP2: - 35 000 → 30 000 (standard paper) - 5 000 → 15 000 (paper: 50% di maxIter) - $1.6e-5$ → $1.6e-6$ (default paper) - ,, indietro a default paper (0.05, 0.005, 0.001) - $1.1e-6$ → $2e-7$ (calibrato per ~1-2M Gs su Bicycle) - 200 → 100 (paper) - 0.001 → 0.005 (default paper) - 100 000 → 3 000 (paper §5.2, rischioso — può scatenare regressione V194) - 0.9995 → 0.0 (paper non ha decay) - 20 000 → 30 000 (cosine gira al 100% di maxIter)

 **KISACA**

esperimenti di ricerca Q1.5 che hanno bisogno di budget di gaussiane di magnitudine paper (1–2 M) per test Mip-Splatting. Dopo il verdetto Q1.5 “closed no-win” il preset rimane accessibile per utenti avanzati, ma non è raccomandato per produzione.

TP4 `.fullMCMC` **DETAYLAR**

Quality di produzione MCMC. Override rispetto all’iniziatore: - 30 000 → 200 000 (V534, MCMC ha bisogno di 5x più iter di Classic) - 15 000 → 160 000 (V504b 80% di maxIter) - $1.6e-6$ → $1.6e-5$ - LR schedule come TP2 (tutte 2x) - 0.2 → 0.05 (V521b/V534: MCMC ha bisogno di segnale L1 più forte) - [1K, 2K, 3K] → [2K, 5K, 8K] - `.classic` → `.mcmc` - 150 000 (già nell’iniziatore, nel preset confermato) - $5e-5$ (V467/V536 ottimale) - 0.005 → 0.01 (V535 ottimale) - 0 → 160 000 (80% di maxIter, V497c/V502) - 3.0 (già nell’iniziatore) - true (già nell’iniziatore) - 3 000 → 200 000 (effettivamente off, MCMC usa reloc invece di reset)

 **KISACA**

consegna web, object capture con aspirazione al dettaglio, voli di drone (anche se P9 Outdoor è ancora migliore). 71% in meno di gaussiane di Classic con L1 paragonabile.

TP5 `.fullMCMCMip` **DETAYLAR**

Sibling di test Q1.5-D di TP4, con Mip-Splatting + budget MCMC di magnitudine paper. Override rispetto a TP4:

- `mcmcMaxGaussians` 150 000 → 1 500 000 (10x, magnitudine paper)
- `useMipSplatting` false → true (Mip on)

 **KISACA**

Tutti gli altri campi identici a TP4. Q1.5 D-PASS su Bicycle 2026-05-24 (interrompe la striscia di 12-iter multi-scale-FAIL). Verdetto finale Q1.5 2026-05-25 comunque closed-no-win — il guadagno Mip-Splatting non riproducibile su 11 pair scenes. Il preset rimane opt-in.

TP6 `.classicBalanced`

DETAYLAR

Mid-tier Classic. Override rispetto a TP2: - 35 000 → 20 000 (V149: 20K = 30K con 33% in meno di tempo) - 20 000 → 0 (cosine corre su maxlter = 20K, nessuna extended phase)

KISACA

casi standard con tempo di attesa più breve. V149 identificato come sweet spot.

TP7 `.mcmcPreview`

DETAYLAR

Diagnostica MCMC. Override rispetto a TP4: - 200 000 → 60 000 (V494b) - 160 000 → 48 000 (80%) - 150 000 → 100 000 (V473b) - 160 000 → 40 000 (V494b) - 3.0 → 2.0 (1.4.5: Preview = scaling più leggero)

KISACA

vedere rapidamente un risultato MCMC, per valutare se TP4 o un preset Scene-Class vale la pena.

TP8 `.mcmcBalanced`

DETAYLAR

Mid-tier MCMC. Override rispetto a TP4: - 200 000 → 120 000 (V518) - 160 000 → 96 000 (80%) - 160 000 → 96 000 (80%) - 3.0 → 2.5 (tra Preview 2.0 e Full 3.0)

KISACA

MCMC senza il pieno run 200K. ~120 K iterazioni sono un buon compromesso tra qualità e tempo di attesa.

TP9 `.quickTest`

DETAYLAR

Puro test funzionale. Override rispetto all'inizializzatore: - 30 000 → 1 000 - 15 000 → 500 - $2e-6$ → $4e-6$ (calibrato per risoluzione 0.25x) - 100 → 50 - 3 000 → 100 000 (off, perché troppo breve) - 1.0 → 0.25

KISACA

sanity check "il training parte in generale sensatamente?". Durata < 30 s su M3 Ultra. Sicuramente sembra pastoso.

Yöntem:

Signature: `public func resolveMcmcMaxGaussians(initialPointCount: Int, bufferCapacity: Int) -> Int` **Tanımlandığı yer:**

TECNICO Unica fonte di verità per la domanda "quante gaussiane MCMC può far crescere al massimo?". Si calcola da tre input: il `T62 mcmcMaxGaussians` configurato (con

floor mass extinction 150 000, se 0), il (numero di punti SfM init) e la (dimensione del buffer gaussiano pre-allocato). Logica:

1. `base = T62 > 0 ? T62: 150_000` (il floor mass extinction protegge contro bug di default dell'inizializzatore come l'incidente mass extinction 1.4.3)
2. `Se T73 mcmcAutoScaleByScene && initialPointCount > 0 && T72 mcmcCapMultiplier > 0:`
 - `scaled = max(base, ceil(initialPointCount × T72)) altrimenti`
3. `Se bufferCapacity > 0: return min(scaled, bufferCapacity)`
4. `Altrimenti return scaled`

Esempio: Bicycle (Mip-NeRF 360, 194 foto-frame) → SfM-init ~156 K punti, `T62 = 150 000`, `T72 = 5.32`, capacità buffer 8 M. Resolved cap = `min(8M, max(150K, ceil(156K × 5.32)))` = `min(8M, 830K)` = 830 K. È il cap di crescita effettivo a cui si attiene la logica di rilocalizzazione MCMC.

IN PAROLE SEMPLICI Calcola il vero numero massimo di splat con MCMC. Prende la tua impostazione, guarda quanti punti ha la tua scena all'inizio, e scala con il `Multiplier` se l'adattamento automatico è on. Così il cap si adatta alla scena, invece di forzare lo stesso valore per una scena piccola e una enorme. Non devi chiamare il metodo tu stesso — il training lo usa internamente.

Hangi alan ne için? (kopya kağıdı)

Obiettivo	Campi da regolare
Più dettaglio in lontananza	T62 mcmcMaxGaussians alto, T72 mcmcCapMultiplier 5+
Più dettaglio in generale (Classic)	T1 maxIterations alto ($\leq 40K$), T2 densifyUntilIteration $\leq 14\%$ di T1
Ridurre floater nei voli di drone	T43 frustumCullEnabled on, T20 skyMaskingEnabled on, T45 skyDomeEnabled on
Bel cielo in scene esterne	T45 skyDomeEnabled on, T47 skyDomeRadiusMultiplier 30–60
File di export più piccolo	Strategia .mcmc (T61), T56 postTrainingCompactification on, T62 mcmcMaxGaussians $\leq 200K$
Training più veloce	T22 trainingRenderScale 0.5, T1 maxIterations dimezzare — ma non entrambi!
Migliori luci speculari	T21 shDegreeUpgradeIterations con [2K, 5K, 8K] (nessun early front load), MCMC + 200K iter
Mantenere il Mac reattivo	T25 throttleDelayMs 5–10 (costa ~15% di tempo training)
Live preview più frequente	T59 livePreviewInterval giù a 10–20
Transizioni più morbide alle ombre	T17 ssimWeight un po' alto (0.15–0.25), ma non oltre 0.3
Mantenere interni compatti	Preset P10 Indoor (, T72 = 1.76)

Tehlikeli alanlar

Questi campi con configurazione errata possono portare a OOM, crash dell'app, mass extinction delle gaussiane o dati benchmark inutilizzabili. Da trattare con cautela:

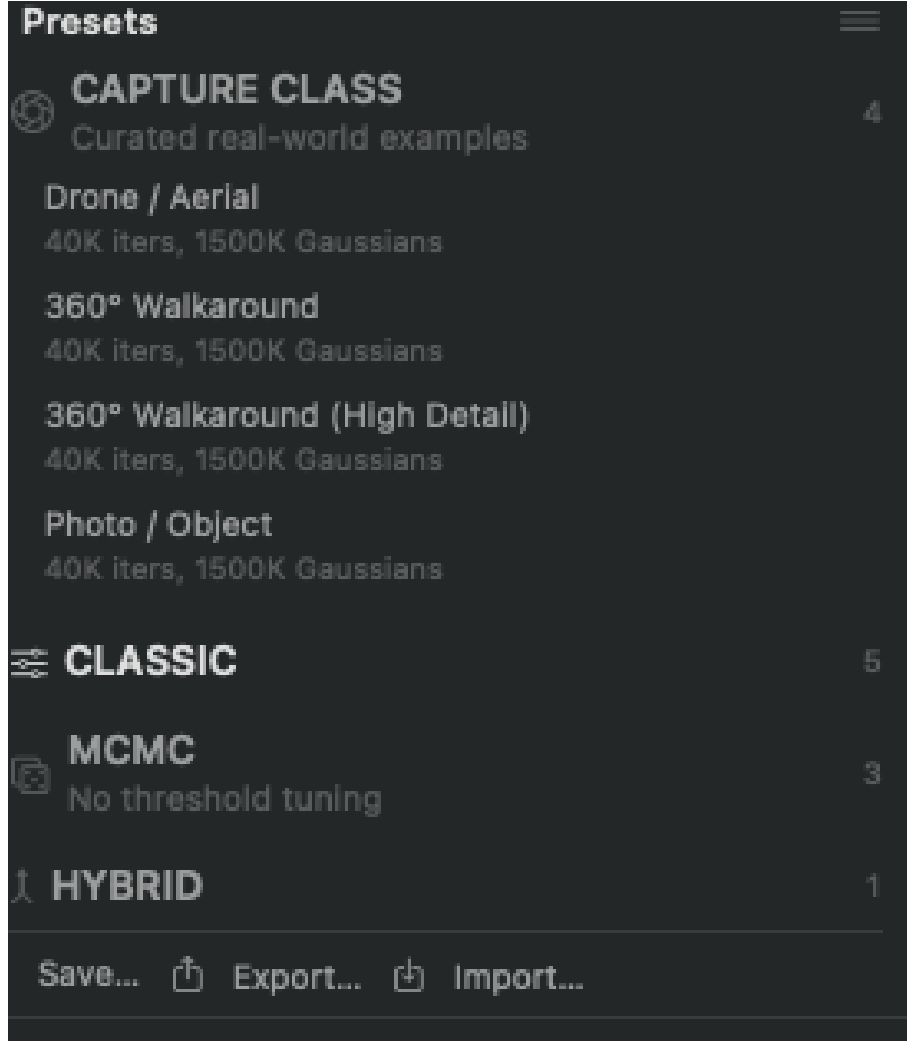
- T11 densifyGradThreshold — un dimezzamento può generare 2–4x più gaussiane, il che fa rapidamente esplodere la memoria GPU. Da considerare anche: deve corrispondere a T22 trainingRenderScale (1.0x $\rightarrow 1e-6$, 0.5x $\rightarrow 2e-6$, 0.25x $\rightarrow 4e-6$).
- T72 mcmcCapMultiplier — con scene grandi con > 200 K punti SfM-init e multiplier > 5 nasce un cap risolto di milioni di gaussiane. Su Mac da 36 GB di RAM OOM possibile. Il 5.32 del preset Outdoor funziona solo perché Mip-NeRF-360 Bicycle ha 156 K punti init \rightarrow 830 K cap.
- T39 testViewIndices — l'impostazione manuale può rendere il benchmark inutilizzabile (tutti gli indici > N \rightarrow nessun holdout). Lascia che il flag `--benchmark` lo imposti.

- T64 `mcmcOpacityRegWeight` e T65 `mcmcScaleRegWeight` — nella 1.4.3 beta impostati a 0.01, il che ha portato a mass extinction (460 K → 5 gaussiane in un'iterazione). Dalla 1.4.4 fissato a 0.0, ma l'aumento manuale può riprodurre il problema.
- T15 `opacityResetInterval` — se non 100 000+ (effettivamente off) e il training è più breve di 10 000 iterazioni, il reset distrugge la convergenza. `.preview` ce l'ha quindi su 100 000 nonostante `maxIterations = 5 000`.
- T54/T55 `densifyPhase2*` — la densification a due fasi è stata interrotta nei test in 0-gaussian cascade. Lascia entrambi a 0.
- T74 `useMipSplatting` — Q1.5 closed-no-win 2026-05-25, può addirittura peggiorare il PSNR su alcune scene outdoor. Default off, opt-in solo per ricerca.

Se un campo è in questa lista e vuoi modificarlo, fai prima un backup del tuo preset attuale (export come JSON) e considera se puoi misurare in modo riproducibile il risultato — altrimenti dopo non sai se hai prodotto un miglioramento o un peggioramento.

BÖLÜM

Bölüm 7 — Yerleşik Kalite Önayarları



Şekil 27: Dört grubun tamamı açık hâlde Önayarlar bölümü — CAPTURE CLASS (4 önayar: Drone/Aerial, 360° Walkaround, 360° Walkaround (High Detail), Photo/Object), CLASSIC (5 önayar: Quick/Preview/Balanced/Quality/Ultra Detail), MCMC (3 önayar, „No threshold tuning“ notuyla), HYBRID (1 önayar: Balanced (Hybrid))

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Inspector'daki Önayarlar bölümü, dört grup da açık. CAPTURE CLASS, dört kuratörlü gerçek-dünya önayarıyla (Drone / Aerial, 360° Walkaround, 360° Walkaround (High Detail), Photo / Object) — bu, birincil gruptur ve Başlangıç modunda görünen tek gruptur. CLASSIC: Quick (1K iter), Preview (5K iter, mavi onay işaretiyle etkin seçim), Balanced (20K iter), Quality (35K iter) ve Ultra Detail (35K iter). MCMC „No threshold tuning“ alt başlığıyla — MCMC, Densify-Until eşiği gerektirmez: Preview (60K

iter, 100K Gaussian), Balanced (120K, 150K), Quality (200K, 150K). HYBRID, Balanced (Hybrid) önayarıyla (20K iter, 150K Gaussian). Alt eylem satırı: Save..., Export..., Import...

Bir önayar, eğitim için hazırlanmış bir yapılandırmadır. RadianceKit on üç yerleşik önayarı dört grupta getirir: dört **Capture-Class** önayarı (P9–P12) — gerçek topluluk materyaline karşı gözle doğrulanmış, gerçek çekim türleri (dron, 360° gezinti, foto-nesne) için kuratörlü reçeteler ve v1.6'dan beri birincil eksen —, beş Classic önayarı (P1–P5: Quick/Preview/Balanced/Quality/Ultra Detail), üç MCMC önayarı (P6–P8) ve Classic ile MCMC stratejilerini birleştiren bir Hibrit önayar (P13). Eski „Scene-Class“ önayarı (Render/3D, Outdoor, Indoor; Faz Q7'de Mip-NeRF-360 ve NeRF-Blender sahnelerine karşı akademik olarak ayarlanmıştı) v1.6'da görünür bir grup olarak geri çekildi — gerçek materyale karşı gözle doğrulanmış Capture-Class artık birincil eksendir; Q7'de ayarlanan yapılandırmalar yalnızca dahili olarak korunur. Bunları kenar çubuğunda **Presets** alanında ya da Başlangıç modunda içe aktarırken seçersin. + düğmeleri kendi önayarlarını yan yana oluşturmak için diyaloglar açar — on üç yerleşik önayar silinemez ama çoğaltılabilir.

Expert View'da önayarlara çekim türüne ve stratejiye göre gruplanmış görünür (Capture Class / Classic / MCMC / Hibrit). Bir girdiye tıklamak, atanmış eğitim yapılandırmasını mevcut duruma yazar. Bu bir anlık görüntü değildir — ardından kaydırıcıları çevirirsen durum değişir, ama önayarın kendisi değişmez; renkli bir uyarı „modified“ gösterir.

Hangi önayarın ne zaman doğru olduğu çoğunlukla sahne tipine ve donanıma bağlıdır. Bölüm sonundaki üç tablo halinde özet bunu toplarlar.

I P1 — Quick

NEREDE

Inspector → Önayarlara bölümü → „Classic“ grubu → „Quick“ girdisi. UUID son eki ...001 .

TEKNİK

1 000 iterasyon, klasik (uyarlanabilir) Densification stratejisi ve 0.25x eğitim çözünürlük ölçeklemesiyle (girdi görüntüsü eğitimden önce %25'e küçültülür) bir tanı önayarı. Bir sahnenin gönderimi için değil, kurulumun (kamera pozları, nokta bulutu, görüntü serisi) Loss değerlerinde anlamlı bir hareket gösterip göstermediğini hızlıca tespit etmek için tasarlandı. Bir M3 Ultra'da 50–200 görüntüde tipik olarak 30 saniyenin altında. Küçük çözünürlük gerçek görüntü kalitesini gizler, ama bellek ihtiyacını ve render maliyetini çok düşük tutar. Sistem 10 GB RAM'den az olduğunda ilk başlatmada otomatik olarak varsayılan seçilir.

KISACA

Hızlı işlev testi. Görüntüleri ver, kısa bir yarım dakika bekle, sahnenin kaba ana hatlarının çıkıp çıkmadığına bak. Görüntüleyici penceredeki resim çamurlu bir leke gibi görünüyorsa — tamam, böyle olmalı. Sadece koyu noktalar ya da tamamen bozulmuş bir biçim görüyorsan, muhtemelen kamera pozları yanlıştır (bkz. Bölüm 9). Gösterilebilir bir sonuç için ardından en az P2 ya da P3'e ihtiyacın var.

I P2 — Preview (Classic)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → „Classic“ grubu → „Preview“ girdisi. UUID son eki ...002 .

TEKNİK

5 000 iterasyon Classic Densification, 0.5x çözünürlük ölçeklemesi, standarda göre iki kat öğrenme hızı. Densification (klonlama + bölme) ilk 2 500 iterasyon boyunca aktif, sonra yalnızca budama. ≥ 10 GB RAM’li sistemler için varsayılan önayar. Bir M3 Ultra’da 200 görüntülü bir sahne için tipik olarak 90 saniye ile 3 dakika. Geometri ve kamera pozunu hakkında kullanılabilir bir izlenim verir ama dokular gözle görülür biçimde yumuşatılmıştır — 0.5x render çözünürlüğü, ardından P3 ya da P4 ile yeniden eğitmek yoluyla doğrudan aşılamaz, çünkü öğrenme hızları yarı çözünürlüğe uygun ayarlanmıştır.

KISACA

„Bir kez kısaca bak“ için standart. Yeni görüntüler içe aktarın ve sahnenin gerçekten yeniden yapılandırılabilir olup olmadığını görmek istiyorsanız, doğru aşama budur. Yaklaşık 2–3 dakika bekleme süresi, ardından 3D görüntüleyicide döndürebilir ve daha fazla eğitim geçişine yatırım yapmanın anlamlı olup olmadığını değerlendirebilirsiniz. Ön izleme sonucu zaten iyi görünüyorsa, ancak o zaman Balanced veya Quality zahmete değer.

I P3 — Balanced (Classic)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → „Classic“ grubu → „Balanced“ girdisi. UUID son eki ...005 .

TEKNİK

Tam görüntü çözünürlüğünde 20 000 iterasyon Classic Densification. Densification ilk 15 000 iterasyon boyunca çalışır, iter 3 000’den itibaren 100’lük Densify aralığıyla. Belgelenen eğitim oturumlarında ampirik „tatlı nokta“: klasik Densification ile Horse Full ve Truck’ta L1 kaybı iter 18 000–22 000 arasında dengelenir, daha uzun eğitim Quality’nin (P4) altında anlamlı bir iyileşme getirmez. Bir M3 Ultra’da 200 görüntüde tipik olarak 30–60 saniye, 1 000+ görüntüde 5–8 dakika.

KISACA

„İyi uzlaşma“. Çoğu sahne bununla zaten iyi görünür ve bir saat beklemek zorunda kalmazsınız. Sonuç bir yerde göstermek istiyorsanız (sosyal medya, web sitesi, bir müşteri demosu) çoğu kez yeterli. Splat modeline yakınlaştırmak ya da yüzey doku detayları istemek ancak gerektiğinde P4 Quality ya da P7 MCMC’ye sızlamak zahmete değer.

I P4 — Quality (Classic)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → „Classic“ grubu → „Quality“ girdisi. UUID son eki ...003 .

TEKNİK

V546 „Opacity Decay“ (HTGS, Eurographics 2025) ile 35 000 iterasyon Classic Densification: her Densify döngüsünden sonra mevcut tüm Gaussian'ların opaklığı < 1.0 bir faktörle çarpılır; bu, inaktif hale gelmiş Gaussian'ları budama sırasında güvenilir biçimde kaldırır ve böylece aynı iter sayısında klasik 35 000 çalıştırmasına göre %14 daha iyi L1 kaybı elde eder. SSIM kaybı etkindir (`ssimWeight=0.05`). Bir M3 Ultra'da 200 görüntüde tipik olarak 2–4 dakika. NeRF-Blender'da (Lego, Chair, Drums) final L1 ≈ 0.023 verir — belgelenen 560+ deneydeki en iyi Classic varyantı. Dikkat: ~3–5 GB GPU belleği gerektirir; 8 GB sistemlerde P3 güvenli seçimdir.

KISACA

En iyi klasik varyant. Keskin doku ve ince geometri verir, özellikle nesne çekimlerinde (bir heykel, bir sandalye, bir vazo). Büyük dış mekân sahnelerinde ya da odalarda ise Balanced'a göre neredeyse hiç fark hissetmezsin — orada bir MCMC önayarına (P6–P8) ya da bir Capture-Class önayarına (P9–P12) geçmek, P3'ten P4'e sıçramaktan daha çok işe yarar. Classic ailesinin mutlak maksimumunu isteyen P5 Ultra Detail'i kullanır.

I P5 — Ultra Detail (Classic)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → „Classic“ grubu → „Ultra Detail“ girdisi. UUID son eki ...008 .

TEKNİK

Yaklaşık 35 000 iterasyon Classic Densification — Quality matrisinin held-out geçişinin galibi (2026-06-10). Test edilen üç Mip-NeRF-360 sahnesinin tamamında Ultra Detail, karşılaştırılabilir duvar saati süresinde yerleşik MCMC „Quality“ önayarını (P8) yaklaşık +0.94 dB PSNR ile yener. Böylece Classic grubunun en güçlü Quality önayarı ve RadianceKit'in getirdiği en keskin Classic varyantıdır. Bir M3 Ultra'da tipik olarak P4 Quality ile aynı zaman diliminde (200 görüntüde 2–5 dakika), ama biraz daha fazla GPU belleği gerektirir; 8 GB sistemlerde P3 güvenli seçim olmaya devam eder.

KISACA

En keskin Classic kademesi ve kalite testlerimizin held-out galibi: gerçek sahnelerde MCMC „Quality“ varyantından yaklaşık bir desibel daha iyi — benzer bekleme süresinde. Kanıtlanmış klasik Densification ile maksimum detay sadakati istiyorsan ve yeterli GPU belleğin varsa, ilk tercih budur. Bellek yetmiyorsa ya da mümkün olan en küçük dış aktarma dosyasına ihtiyacın varsa, P4 Quality'de ya da bir MCMC önayarında kal.

I P6 — Preview (MCMC)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → „MCMC“ grubu → „Preview“ girdisi. UUID son eki `...006`.

TEKNİK

100 000 Gaussian üst sınırında 60 000 iterasyon MCMC Densification (3DGS-MCMC, NeurIPS 2024). MCMC, sezgisel klon/bölme mantığını Markov Zinciri Monte Carlo yeniden konumlandırmasıyla değiştirir: ölü Gaussian'lar Sigmoid ağırlıklı örnekleme derinliği üzerinden yeniden konumlandırılır; bu da kontrollü ve yeniden üretilebilir bir Gaussian sayısı verir. Üst sınır maksimum sayıyı 100K ile kesin biçimde sınırlar — bu, bellek ve render süresi kazandırır, ama detaya mal olur. Bir M3 Ultra'da 200 görüntüde tipik olarak 5–8 dakika. „MCMC işlev testi“ olarak uygundur — P7 ya da P8'e daha fazla zaman yatırmadan önce Classic'ten MCMC'ye geçişin anlamlı olup olma-çağını değerlendirmeye yardım eder.

KISACA

P2 Preview gibi, ama daha yeni MCMC yöntemiyle. Çoğu kez Classic varyantına kıyasla biraz daha kompakt, daha eşit dağılmış splat bulutları verir. Bir sahnenin ilk değerlendirmesi için 5–8 dakika genellikle yeterli. Ön izleme sonucu hoşuna giderse, bir sonraki adım P7 (Balanced) ya da doğrudan P8 (Quality MCMC).

I P7 — Balanced (MCMC)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → „MCMC“ grubu → „Balanced“ girdisi. UUID son eki `...007`.

TEKNİK

150 000 Gaussian üst sınırında 120 000 iterasyon MCMC. Orta MCMC kademesi — P8 Quality'nin neredeyse son Gaussian sayısına, ama yalnızca iterasyonların %60'ına sahip. Belgelenen eğitim oturumlarında ampirik olarak L1 kaybı Horse Full'da 0.026–0.028 aralığındadır, P8'e karşı 0.0246 — yani yaklaşık %7 daha yüksek, karşılığında yarı bekleme süresi. Bir M3 Ultra'da 200 görüntüde tipik olarak 8–15 dakika. Etkili Gaussian üst sınırını girdi SfM nokta bulutunun nokta yoğunluğuna ölçekleyen bir yöntem kullanır (bkz. Bölüm 6, T75).

KISACA

Yeterli detay derinliğine sahip MCMC, ama P8'in uzun tam çalıştırması olmadan. Çoğu sahne için yeterli, özellikle bir MCMC çalıştırmasını öğle arası süresine sıkıştırmak istiyorsan. Bellek sıkıştığında (örneğin yalnızca 16 GB'lık M işlemcilerde) burada kal — P8 daha fazla GPU belleği gerektirir.

I P8 — Quality (MCMC)

NEREDE

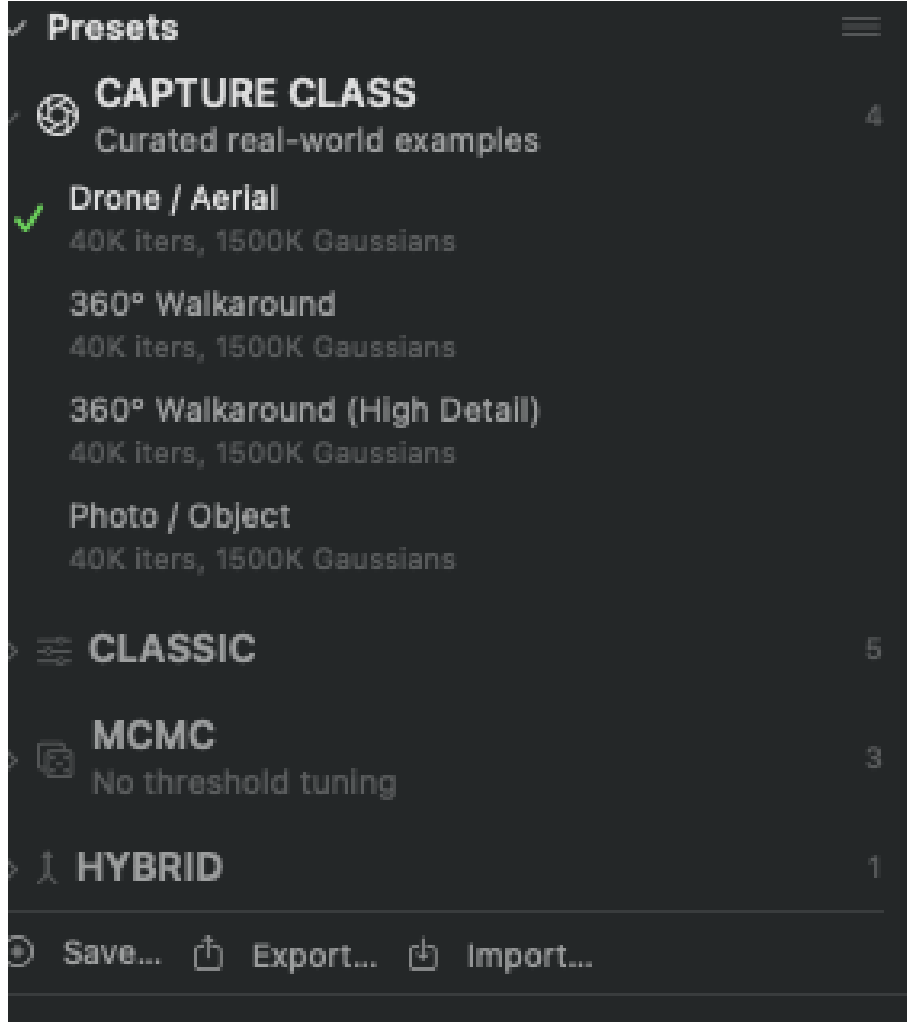
Inspector → Önaylar bölümü → „MCMC“ grubu → „Quality“ girdisi. UUID son eki ...004 .

TEKNİK

150 000 Gaussian üst sınırında 200 000 iterasyon MCMC, SSIM kaybı 0.05, iterasyonların %80'i boyunca MCMC gürültü azalması. 560+ deneydeki en iyi tek çalıştırma L1'i: Horse Full'da 0.0238, 3 denemenin ortalaması 0.0246 (aynı sahnede P4 0.0230'a karşı). MCMC bunu %71 daha az Gaussian ile sağlar (150K vs ~524K) — web üzerinde sonuç teslim edersen belirleyicidir, çünkü küçük bulut belirgin biçimde daha küçük dışa aktarma dosyaları üretir. Bir M3 Ultra'da 200 görüntüde tipik eğitim süresi 20–35 dakika; 1 000+ görüntülük setlerde 1–2 saat. Minimum son boyutta maksimum görüntü kalitesi istendiğinde en iyi seçim.

KISACA

En iyi MCMC varyantı. Çok temiz, kompakt splat bulutları verir — sonucu daha sonra web 3D görüntüleyici olarak gömmek ya da dosya olarak göndermek istiyorsanız idealdir (P4 Quality'ye benzer optik kalitede daha küçük bir dosyadır). Ama bunun için sabra ihtiyacın olur — büyük çekimlerde bir saatten uzun bekleme süresi. Bunu daha çok „gece üzerinde“ bir çalıştırma olarak planla.



Şekil 28: CAPTURE CLASS grubu açık, dört kuratörlü gerçek-dünya önayarının tamamıyla — Drone / Aerial (MCMC, 40K iter, Üst sınır 1,5 M), 360° Walkaround (MCMC, 40K, Üst sınır 1,5 M), 360° Walkaround (High Detail) (Hibrit, 40K, Üst sınır 1,5 M, opt-in) ve Photo / Object (Hibrit, 40K, Üst sınır 1,5 M). Bu grup en üstte yer alır ve Başlangıç modunda görünen tek gruptur.

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ CAPTURE CLASS grubu açık Inspector — v1.6'dan beri birincil önayar grubu, Başlangıç modunda gösterilen tek grup. Her girdi, somut bir çekim türü (dron, 360° gezinti, foto-nesne) için gerçek topluluk materyaline karşı gözle doğrulanmış bir reçetedir; akademik bir test setine karşı optimize edilmiş bir değer değeridir. Tıklayarak seçim, atanmış eğitim yapılandırmasını mevcut duruma yazar.

| P9 — Drone / Aerial

NEREDE

Inspector → Önaylar bölümü → „Capture Class“ grubu → „Drone / Aerial“ girdisi. UUID son eki `...010`.

TEKNİK

Binaların ve manzaraların hava ve dron orbitleri için Capture-Class önayarı. MCMC Densifier, 40 000 iterasyon, üst sınır 1,5 milyon Gaussian, SSIM kaybı 0.5 artı Edge-Aware terimi 0.1. Belirleyici olan, oran eşliği 6'da ağırlık 0.003 ile anizotropi cezasıdır — dron materyalinin ürettiği tipik iğne biçimli artefaktlara karşı „spagetti-öldürücü“. Pensford Viyadüğü üzerinde gerçek bir DJI 4K dron uçuşunda doğrulandı (yalnızca metrik değil, gözle test edildi).

KISACA

Havadan çekimler için — bir binanın etrafında dron uçuşları, bir manzara üzerinde, bir cephe boyunca. Güçlü anizotropi cezası, dron materyalinin sıkça ürettiği iğne ya da spagetti biçimli artefaktları temizler. Materyalin yerden çekildiyse, daha çok Photo / Object ya da bir Classic önayar uygundur.

| P10 — 360° Walkaround

NEREDE

Inspector → Önaylar bölümü → „Capture Class“ grubu → „360° Walkaround“ girdisi. UUID son eki `...011`.

TEKNİK

360° gezinti videoları için Capture-Class önayarı. MCMC Densifier, 40 000 iterasyon, üst sınır 1,5 milyon Gaussian, SSIM kaybı 0.5 artı Edge-Aware terimi 0.1, yumuşak anizotropi cezası (oran eşliği 15'te ağırlık 0.001). Kişi ve gök maskesi etkin. Önayar, eğitim başlamadan önce dahili olarak yaklaşık 90° genişliğinde perspektif kırpmalara yeniden projeksiyonlanan bir 360° equirect video bekler. Selfie çubuklu 8K 360° gezintilerde doğrulandı (Monument sahnesi, gözle test edildi).

KISACA

360° gezinti videoları için — bir 360° kamera ya da selfie çubuğuyla bir odanın içinde ya da bir nesnenin etrafında dolaşsın. RadianceKit küre panoramasını kendi başına normal bakış açılarına ayırır ve geçen kişileri ve göğü maskeleyip çıkarır. Aynı materyalde maksimum keskinlik için ek olarak High-Detail varyantını (P11) dene.

I P11 — 360° Walkaround (High Detail)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → „Capture Class“ grubu → „360° Walkaround (High Detail)“ girdisi. UUID son eki ...013 (Opt-in).

TEKNİK

Maksimum detayla 360° gezinti videoları için opt-in Capture-Class önayarı. Hibrit Densifier (klasik Abs-gradyan klonlama/bölme + MCMC gürültüsü + yeniden konumlandırma), 40 000 iterasyon, üst sınır 1,5 milyon Gaussian, oran eşiği 15'te anizotropi cezası 0.0015, SSIM kaybı 0.2 ve Edge-Aware terimi 0 — kilitli „r50“ screen-split reçetesi. 360° materyalde, standart MCMC önayarı „360° Walkaround“u (P10) PSNR, LPIPS ve görünür konfetide yener, üstelik yaklaşık üçte bir splat sayısı. Daha fazla sahnede doğrulanana kadar standart 360 önayarının yanında kasıtlı olarak opt-in durur.

KISACA

Standart 360 önayarına (P10) daha keskin alternatif: daha fazla detay, daha az konfeti, belirgin biçimde daha küçük dosya. Onun yerini almak yerine kasıtlı olarak yanında durur — şimdiye kadar bir avuç sahnede doğrulandı. 360° gezintinin temiz çekildiyse, önce bu önayarı dene ve sonucu P10 ile karşılaştır.

I P12 — Photo / Object

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → „Capture Class“ grubu → „Photo / Object“ girdisi. UUID son eki ...012 .

TEKNİK

Keskin tekil fotoğraflardan (video değil) nesne orbitleri için Capture-Class önayarı. Hibrit-t1 Densifier (yeniden konumlandırılmalı), 40 000 iterasyon, üst sınır 1,5 milyon Gaussian, SSIM kaybı 0.5 artı Edge-Aware terimi 0.1, yumuşak anizotropi cezası (oran eşiği 15'te ağırlık 0.001), her 50 iterasyonda Opacity Decay 0.9995, **maske yok**. Bir iskeletin 163 yüksek çözünürlüklü 41 MP fotoğrafında doğrulandı (gözle test edildi). Az view (yaklaşık 600'e kadar) bunda Hibrit çöküş eşiğinin altında kalır.

KISACA

Keskin tekil fotoğraflardan nesne çekimleri için — bir heykelin, bir modelin, bir ürünün etrafında kamerayla dolaşır ve video yerine fotoğraf çekersin. Maske yok, çünkü keskin fotoğraflar genellikle temiz arka plana sahiptir. Video kaynakları için bunun yerine bir 360° ya da Drone önayarı kullan.

I P13 — Dengeli (Hibrit)

NEREDE

Inspector → Önayarlar bölümü → „Hibrit“ grubu → „Dengeli (Hibrit)“ girdisi. UUID son eki ...009 .

TEKNİK

Hibrit Densification stratejisiyle 20 000 iterasyon: klasik gradyan güdümlü clone/split, kapasiteyi loss'un ihtiyaç duyduğu yere yerleştirir, MCMC SGLD gürültüsü keşfetmeye devam eder ve ölü Gaussian'lar budamada kaybolmak yerine yeniden konumlandırılır. Opacity Decay (V546), opacity sıfırlamalarının yerini alır; bir anizotropi cezası (ağırlık 0.001, oran eşiği 15) iğne biçimli splat'leri kontrol altında tutar. Gaussian üst sınırı sahneye ölçeklenir (150K taban, sahne duyarlı $\times 3.0$). Aynı bütçede saf MCMC'ye karşı beş sahnede doğrulandı: %20–30 daha az Gaussian'la ortalama +0.45 dB PSNR (stonehenge +1.23, family +0.82, garden +0.47 dB). M3 Ultra'da 200 görüntüde tipik olarak 5–10 dakika.

KISACA

Nihai bir sonuç için güçlü bir ilk seçim: MCMC önayarlarından daha keskin detay, benzer kompaktlıkta bir dosyada ve P8 eğitim süresinin küçük bir kısmında. Yalnızca tek bir kalite çalıştırması için zamanın varsa ve Capture sınıflarından hiçbiri açıkça uyuyorsa, buradan başla. Classic önayarlar hızlı testler için daha iyi kalır ve sahnenin bu çekim türlerinden birine açıkça uyuyorsa Capture-Class önayarları (P9–P12) ilk tercihtir.

Ne zaman hangi önayar?

Senaryo	İlk test	Ana çalıştırma
Yeni görüntülerin işlev testi, < 30 sn	P1 Quick	—
Keskin tekil fotoğraflardan nesne orbiti	P2 Preview	P12 Photo / Object
Tek nesne taraması (video), < 500 fotoğraf	P2 Preview	P4 Quality veya P8 Quality MCMC
360° gezinti videosu	P6 Preview MCMC	P10 360° Walkaround (keskin: P11 High Detail)
Hava / dron orbiti, manzara	P6 Preview MCMC	P9 Drone / Aerial
Web teslimi (küçük, kompakt)	P2	P8 Quality MCMC (tam kalitede en küçük dosya)
Az zamanda keskin detay, kompakt dışa aktarma	P2 veya P6	P13 Dengeli (Hibrit)
Maksimum detay sadakati, Classic stratejisi	P3 veya P6	P5 Ultra Detail
Baskı, pazarlama, tam detay	P3 veya P6	P4 Quality (Classic) veya P5 Ultra Detail

Hızlı karşılaştırma

Öna- yar	Strateji	İter	Maks- Gs	Render ölçeği	Tipik süre (200 görüntü, M3 Ultra)	Q-Sweep
P1 Quick	Classic	1 000	∞	0.25x	~30 sn	—
P2 Pre- view	Classic	5 000	∞	0.5x	2–3 dk	—
P3 Balanced	Classic	20 000	∞	1.0x	30–60 sn	—
P4 Quality	Classic	35 000	∞	1.0x	2–4 dk	V546 HTGS
P5 Ultra Detail	Classic	~35 000	∞	1.0x	2–5 dk	Mat- rix $\Delta+0.94$ dB
P6 Pre- view MCMC	MCMC	60 000	100 K	1.0x	5–8 dk	—
P7 Balanced MCMC	MCMC	120 000	150 K	1.0x	8–15 dk	—
P8 Quality MCMC	MCMC	200 000	150 K	1.0x	20–35 dk	V544a
P9 Drone / Aerial	MCMC	40 000	1.5 M	1.0x	10–25 dk	Göz / Viya- dük
P10 360° Wal- ka- ro- und	MCMC	40 000	1.5 M	1.0x	10–25 dk	Göz / Mo- nu- ment
P11 360° Wal- ka- ro- und	Hibrit	40 000	1.5 M	1.0x	10–25 dk	Göz (opt- in)
P12 Drone and High Detail (Ultra- detail)	Hibrit	20 000	1.5 M	1.0x	15–25 dk	Göz / Mat- rix $\Delta+0.45$ dB

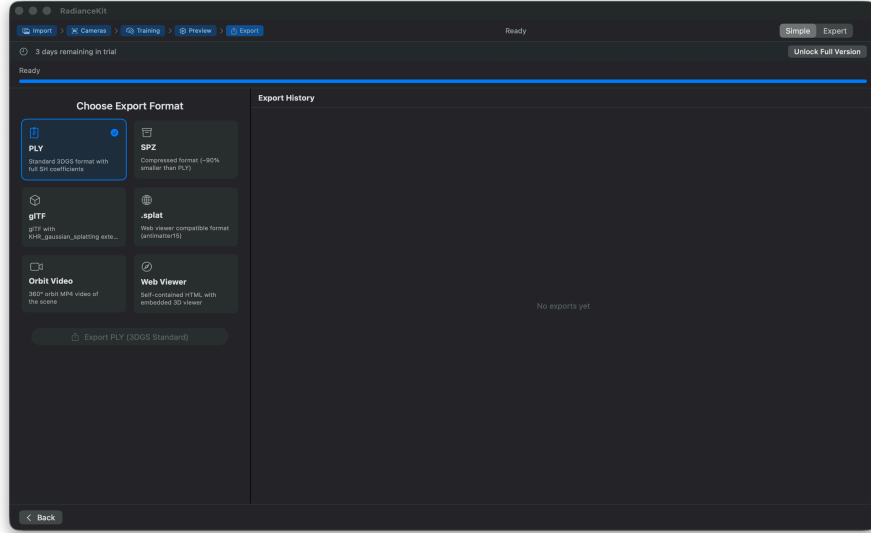
Kendi önayarların

Önayarlar bölümündeki (Bölüm 2'de I1) **Save...** düğmesi üzerinden, mevcut eğitim yapılandırmasını kendi önayarın olarak kaydedersin. Kendi önayarların „Built-in“ değildir; yeniden adlandırılabilir, dışa aktarılabilir (JSON olarak), sürükle-bırakla paylaşılabilir, çoğaltılabilir ve silinebilir. On üç yerleşik önayar P1–P13, sil düğmesinden etkilenmez.

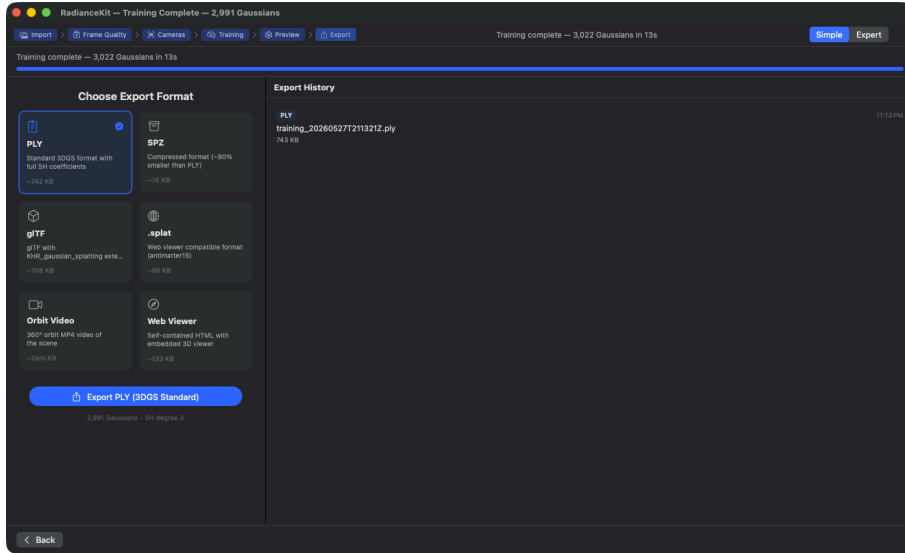
Pratik kural: Bir önayarda daha sık ihtiyaç duyacağın bir şey değiştirdiğinde — Sky-Dome açık, belirli bir sahne sınıfı için daha yüksek SSIM ağırlığı, farklı iter sayıları — varyantı kendi önayarın olarak kaydet. Böylece bir sonraki çalıştırmada bunun standarttan farklı bir yapılandırma olduğunu hemen bilirsin.

BÖLÜM

Bölüm 8 — Dışa Aktarma Biçimleri



Şekil 29: Simple modunda dışa aktarma biçim seçimi — altı biçim kartı



Şekil 30: Çiçek demeti üzerinde 5K iter eğitim sonrası canlı dışa aktarma biçim ızgarası — dinamik boyut hesaplı altı kart (PLY 742 KB seçili, SPZ 74 KB, glTF 708 KB, .splat 96 KB, Orbit Video ~Sıfır KB, Web Viewer 133 KB), sağda zaten kaydedilmiş PLY ile Dışa Aktarma Geçmişi

Resimde ne görüldüğü (2 991 Gaussian, SH derecesi 3, IP-temiz test seti olarak sentetik bir Blender çiçek demeti): Her biçim kartının altındaki boyut bilgileri mevcut

Gaussian sayısı ve biçim yükünden canlı olarak hesaplanır — sabit kodlanmamıştır. 2 991 Gaussian'dan (SH derecesi 3) böylece 742 KB PLY, 74 KB SPZ (kuantizasyon sayesinde ~10x daha küçük çarpan), 708 KB glTF (KHR_gaussian_splattng uzantısıyla, bu yüzden neredeyse PLY eşdeğeri), 96 KB .splat (sıkıştırılmış Gaussian başına 24 bayt biçim) oluşur. Orbit Video „~Sıfır KB“ gösterir, çünkü boyut ancak MP4 kodlamasından sonra bilinir. Web Viewer (133 KB) bağımsız bir HTML dosyasını gömülü WebGL görüntüleyici ve sıkıştırılmış splat verileriyle paketler — görüntüleyici ek yükü nedeniyle saf .splat'tan daha büyüktür. Sağdaki Dışa Aktarma Geçmişi, biçim hapsi ve Finder'da göster eylemiyle birlikte zaten tamamlanmış PLY dışa aktarmayı listeler („training_20260527T211321Z.ply, 743 KB, 23:13“).

Tamamlanmış bir eğitim bir Gaussian bulutu sağlar — birkaç yüz binden milyonlarcaya kadar 3B Gauss dağılımının sahneyi yeniden yapılandıran toplamı. RadianceKit bu bulutu sabit diske yazmanın on yolunu bilir. Bunlardan altısı saf 3D veri biçimidir (PLY, Compressed PLY, SPZ, SOG, glTF, .splat), biri bulutu hazır HTML görüntüleyiciyle (Web Viewer) birlikte paketler, biri bir orbit kamera çekiminden MP4 dosyası render eder (Orbit Video) ve ikisi Gaussian içerik dışa aktarmaz, yalnızca diğer eğitim pipeline'larında yeniden kullanım için SfM sonucunu (kamera pozları ve kabaca nokta bulutu) dışa aktarır (transforms.json + COLMAP-Workspace).

Hangi biçimin ne zaman doğru olduğu hedefe bağlıdır. Kalite kaybı olmadan tüm verinin arşivlenmesi için PLY alınır. Kendi sitende web görüntüleyici için çoğu kez .splat veya yerleşik Web Viewer yeterlidir. Dosya minimum olmalıysa SPZ veya SOG zahmeti değer. SfM sonucunun Nerfstudio, Postshot veya Brush'ta yeniden kullanımı için transforms.json ve COLMAP Workspace doğru yollardır.

Tüm dışa aktarma işlevleri „Export“ menüsünde ve Simple modunun son sihirbaz aşamasında bulunur. Çoğu biçim tamamen sandbox uyumludur ve App Store sürümünde çalışır. Yalnızca SOG harici bir ikili (cwebp) gerektirir; bu, App Store yapısında her zaman bulunmaz — detaylar için bkz. E4.

I E1 — PLY (.ply)

NEREDE

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → Export PLY... (⌘E). Simple modu: Sihirbaz adımı Export → „PLY“ biçim kartı. **Boyut:** tipik %100 (referans değer). **Şununla uyumlu:** SuperSplat, PolyCam, tüm 3DGS görüntüleyicileri.

TEKNİK

PLY, 3D Gaussian Splatting için kanonik depolama biçimidir. RadianceKit standartlaştırılmış 3DGS özellik düzeniyle ikili little-endian bir dosya yazar: Gaussian başına üç bileşenli konum, her zaman sıfıra ayarlanmış üç normal, taban RGB rengi için üç DC-SH katsayısı (`f_dc_0..2`), ardından Kerbl-2023 makalesinde tanımlanmış transpoze edilmiş kanal-büyük dizimde 45'e kadar SH katsayısı (`f_rest_0..44`) (önce tüm R kanal katsayıları, sonra tüm G, sonra tüm B), ardından logit opaklık (ham sigmoid öncesi değerler), üç log-uzay ölçeği ve wxyz dörtlü dönüşü. İhraç edilen maksimum SH derecesi, kullanıcı isteği ile gerçek öğrenilen derecenin minimumuna sıkıştırılır; varsayılan 3'tür (45 kalan katsayı). Yazılmadan önce çok büyük bulutlarda taşmayı yakalamak için yük boyutu 64 bit tamsayı olarak hesaplanır. Dosya atomik olarak yazılır; bu, büyük bulutlarda kısa süreliğine iki kat disk alanı kaplar.

KISACA

Bu „orijinal dosya“dır. En büyük dosya, en yüksek uyumluluk, kayıp yok. Hangi biçimi alacağını bilmiyorsan PLY al — neredeyse her 3DGS aracında açılır. 1 milyon Gaussian için SH derecesine göre 200 ile 800 MB arasındadır. Dosya çok büyürse, E2'ye (sıkıştırılmış PLY) veya E3'e (SPZ) bak.

I E2 — Compressed PLY (.ply)



NEREDE

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → Export Compressed PLY.... Simple modu: „Compressed PLY“ biçim kartı. **Boyut:** PLY'ye göre yaklaşık %10–20 (5 ile 10 kat sıkıştırma). **Şununla uyumlu:** SuperSplat, PlayCanvas-Engine, web tabanlı görüntüleyiciler.



TEKNİK

PLY biçiminin parçalı kuantizasyonlu PlayCanvas varyantı. Gaussian'lar 256'lık parçalar halinde gruplanır. Parça başına konum, ölçek ve renk için min/maks sınırlar ayrı ayrı başlığa yerleştirilir; tekil Gaussian'lar değerlerine bu sınırlara göre referans verir ve her biri 32 bite sıkıştırılır: konum ve ölçek 11-10-11 bit paketleme ile, dönüş 2-10-10-10 bit „smallest-three“ dörtlü olarak, renk 8-8-8-8 RGBA olarak. Daha yüksek SH katsayıları bileşen başına sadece 8 bit ile kuantize edilir (Gaussian başına `shCoeffCount * 3` uchar). Biçimin kendisi hâlâ ASCII başlıklı PLY'dir ve dolayısıyla temel olarak PLY araçlarıyla doğrulanabilir, ama vertex özellikleri `uint` alanları olarak ilan edilmiştir. SH derecesi sıkıştırmayı maksimize etmek için varsayılan 0'dır (kalan katsayı yok) — daha yüksek SH dereceleri açıkça seçilebilir.



KISACA

Yer kazandırıcı PLY varyantı. Normal PLY ile aynı motor uyumluluğu, ama 5 ile 10 kat daha küçük. SuperSplat ve PlayCanvas yerel olarak okur. Web dağıtımı için neredeyse her zaman normal PLY'den iyidir. Kuantizasyondan kaynaklanan kalite kaybı, sahne aşırı yüksek frekanslı detaylar içermediği sürece görsel olarak çoğunlukla fark edilmez.

I E3 — SPZ (.spz)

NEREDE

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → Export SPZ... Simple modu: „SPZ“ biçim kartı. **Boyut:** PLY'ye göre yaklaşık %10 (%90 daha küçük). **Şununla uyumlu:** Niantic Scaniverse, Niantic Spatial Fields, MetalSplatter.

TEKNİK

Niantic'in SPZ-v2 biçimi. Konumlar 24 bit sabit nokta olarak paketlenir (bu yaklaşık 0,25 mm çözünürlük verir), ölçekler log uzayda 8 bit kuantizasyonla, dönüşler 8 bit smallest-three olarak (v2'de yalnızca xyz saklanır, w decoder'da dörtlünün normundan türetilir), opaklıklar sigmoidlenmiş 8 bit değerler olarak. DC-SH, SPZ'ye özgü bir paketleme formülüyle ($dc_raw * 0.15 * 255 + 0.5 * 255$) saklanır, daha yüksek SH bantları katsayı başına 5 bit (Bant 1) veya 4 bit (Bant 2-3) ile. Paketlenen tüm ikili blob ardından standart gzip (RFC 1952) ile sıkıştırılır; bu da `1f 8b` sihirli bayt'larıyla gzip'li bir konteyner biçim verir. RadianceKit bunun için sistem `gzip` 'ini çağırır, çünkü Apple'ın yerleşik zlib API'si Spatial Fields veya MetalSplatter'daki SPZ okuyucularıyla uyumlu olmayan tescilli Apple framing'i üretir. Sistem `gzip` 'i macOS sandbox içinde de çağrılabilir kalır.

KISACA

En küçük standart dosya. Niantic'in Scaniverse'i biliyorsan — uygulamanın kullandığı biçim budur. Çok küçük, mobil uygulamalar için çok yükleme dostu. Niantic'in kendi bulut görüntüleyicisinde (Spatial Fields) doğrudan kullanılabilir. Aynı verilerle bir PLY'den yaklaşık %90 daha küçük, çoğu sahnede optik olarak neredeyse ayırt edilemez.

E4 — SOG (.sog)

NEREDE

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → Export SOG... Simple modu: „SOG“ biçim kartı. **Boyut:** PLY'ye göre yaklaşık %5–6 (15 ile 20 kat sıkıştırma — en küçük seçenek). **Şununla uyumlu:** PlayCanvas-Engine, SuperSplat editör.

TEKNİK

„Spatially Ordered Gaussians“ — bulutu birden çok kayıpsız WebP görüntüsünde GPU'ya hazır olarak saklayan bir PlayCanvas biçimi. Önce tüm Gaussian'lar 3B Morton kodu (30 bit Z-sırası, eksen başına 10 bit) ile uzaysal olarak sıralanır; bu, görüntülere render'da sonradan önbellek yerelliği sağlar. Ardından konumlar simetrik log-dönüşümüyle (daha iyi dinamik aralık için) 16 bit değerlere kuantize edilir ve iki RGBA görüntüye bölünür (alt 8 bit için `means_l.webp`, üst 8 bit için `means_u.webp`). Dönüşler 3×8 bit artı 2 bit mod ile bir RGBA görüntüsünde `smallest-three` olarak kodlanır (Mod alpha'ya `252 + largest` olarak yerleşir). Ölçekler ve DC-SH her biri 256 girişlik bir kod kitabıyla (tüm değerler üzerinde yüzdelik tabanlı dağıtılmış) kuantize edilir, indeksler `scales.webp` ve `sh0.webp` 'e yerleşir. Beş görüntü artı kod kitapları ve sınırlarla bir `meta.json` bir ZIP dosyasına paketlenir (özel kodlayıcı, çünkü sandbox sistem `zip` 'ini engeller) ve `.sog` uzantısıyla kaydedilir.

Dikkat Sandbox: SOG, harici bir ikili gerektiren tek biçim seçeneğidir. WebP kodlayıcı aşaması `/usr/local/bin/cwebp` veya `/opt/homebrew/bin/cwebp`'ten `cwebp` çağırır. `cwebp` ikilisi bulunamazsa, kod ham PNG kodlamaya geri döner — ama: **PNG geri dönüşü SuperSplat'ta çalışmaz.** App Store sürümünde yapı varyantına göre kullanılabilirliği değerlendir; geliştirici varyantında `cwebp` Homebrew ile kurulu olmalıdır (`brew install webp`).

KISACA

Genel olarak en küçük 3DGS biçimi, SPZ'den belirgin biçimde daha küçük. Ama: Mac'inde `cwebp` aracına ihtiyaç duyar, çünkü RadianceKit kendisi tüm görüntü biçimlerini üretmez. Bir kez Homebrew ile kur, sonra her şey çalışır. App Store sürümünde tam çalışmıyor olabilir — dışa aktarmada WebP yerine PNG çıkıyorsa, dosyayı doğrudan SuperSplat'ta açamazsın. Homebrew olmadan çalışsan SPZ'yi (E3) alırsın.

I E5 — glTF (.glb)

NEREDE

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → Export glTF... Simple modu: „glTF“ biçim kartı. **Boyut:** PLY ile karşılaştırılabilir. **Şununla uyumlu:** KHR_gaussian_splatting uzantılı glTF görüntüleyicileri (Khronos taslak standardı).

TEKNİK

KHR_gaussian_splatting uzantı belirtimine göre kendi kendine yeten bir `.glb` ikili dosyası (ayrı bin dosya eki yok) yazar. Konumlar normal glTF POSITION köşe verisi (float3) olarak saklanır, diğer tüm özellikler (dönüş float4 olarak, ölçek float3 olarak, opaklık float olarak, SH katsayıları float3 x shCoeffCount olarak) ek köşe özelliklerinde yer alır ve uzantı üzerinden referans verilir. Önemli: glTF sağ elli Y-up koordinat sistemini kullanır, COL-MAP/3DGS Y-down/Z-ileri çalışır. Bu yüzden dışa aktarıcı X ekseninde 180 derece dönüş uygular — konumlar $(x, -y, -z)$ ile yeniden yazılır, dörtlüleri $(w, x, -y, -z)$ 'ye uyarlanır. Bu, glTF görüntüleyicilerinde geometrik olarak doğru, ellerle uyumlu (ayna ters değil) bir temsil sağlar. JSON ve ikili parçalar GLB standardının gerektirdiği gibi 4 bayt hizalamaya doldurulur.

KISACA

Khronos'un 3D veriler için resmi standart biçimi, Gaussian splat'ları için yeni uzantıda. Avantaj: glTF tüm büyük 3D motorlarda yaygındır (Babylon.js, Three.js, Unity, Unreal). Dezavantaj: Uzantı 2026'da hâlâ taslak aşamasındadır, çoğu görüntüleyici henüz kullanamaz. Özellikle mevcut bir glTF pipeline'ına splat verisi entegre etmek veya zaten glTF yetenekli bir görüntüleyici yazıyorsan anlamlıdır.

I E6 — Splat (.splat)



NEREDE

Menü çubuğu → Export → 3D Formats → Export .splat... Simple modu: „.splat“ biçim kartı. **Boyut:** Gaussian başına tam olarak 32 bayt. **Şununla uyumlu:** gsplat.js, web tabanlı görüntüleyiciler (antimatter15 referansı), çoğu tarayıcı 3DGS demosu.



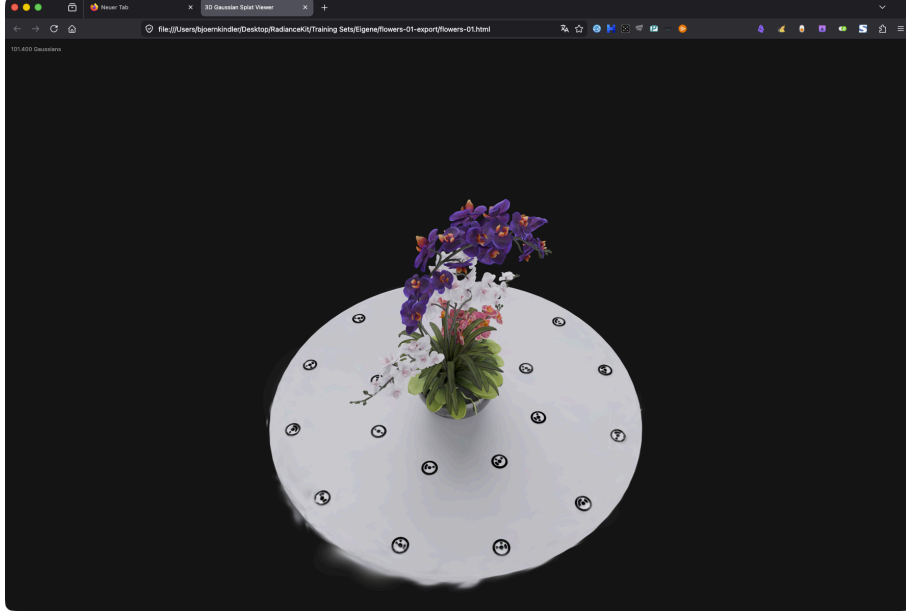
TEKNİK

antimatter15 .splat biçimi — Gaussian başına 32 bayt, başlık yok, dolaylama yok. Girdi başına düzen: 3 × float32 konum (dünya koordinatları), 3 × float32 ölçek (iç buffer'ın log-uzayından exp ile dönüştürülmüş), 4 × uint8 RGBA renk (DC-SH katsayısı $SH_{C0} = 0.282\dots$ ile ölçeklenmiş ve [0,255]'e sıkıştırılmış), 4 × uint8 dördü (w,x,y,z, normalize edilmiş ve bayt aralığına $128 + 128*q$ olarak kodlanmış). Yalnızca DC-SH saklanır — daha yüksek SH bantları atılır. Bu, biçimi son derece kompakt yapar, ama yansımalarda veya speküler vurgularda ortaya çıkan görünüm bağımlı renk değişikliklerine mal olur. Yazma sırası tam olarak bulutun indeks sırasındır (uzaysal sıralama yok); gsplat.js gibi web görüntüleyicileri bu varsayımdan yola çıkarak render eder.



KISACA

Splat'ı gsplat.js ile kendi web görüntüleyicinde göstermek istiyorsan tercih edilen biçim. Çok kompakt (Gaussian başına 32 bayt), ama daha yüksek SH derecesi yok — yani bakış açısına göre parlak yansımalar veya ince renk değişiklikleri yok. Çoğu web uygulaması için sorun değil, çünkü DC renk tamamen yeterli ve eksik görünüm bağımlılığı pek dikkat çekmez.



Şekil 31: Firefox'ta açık Web Viewer — etrafında kamera işaretleri kürelerle render edilmiş çiçek demeti `splat`'ı, üstte tarayıcı sekme çubuğu görünür, CDN/sunucu kurulumu gerekmez. Bağımsız `flowers-01.html` doğrudan Finder'dan çift tıklamayla varsayılan tarayıcıda açıldı — gömülü WebGL2 programı Gaussian bulutunu ağ veya sunucu olmadan hemen render eder. Çiçek demeti etrafındaki siyah işaretler eğitim kameralarıdır, isteğe bağlı olarak gösterilebilir. Fare sürükleyip döndürür, kaydırma yakınlaştırır.

I E7 — Web Viewer (.html)

NEREDE

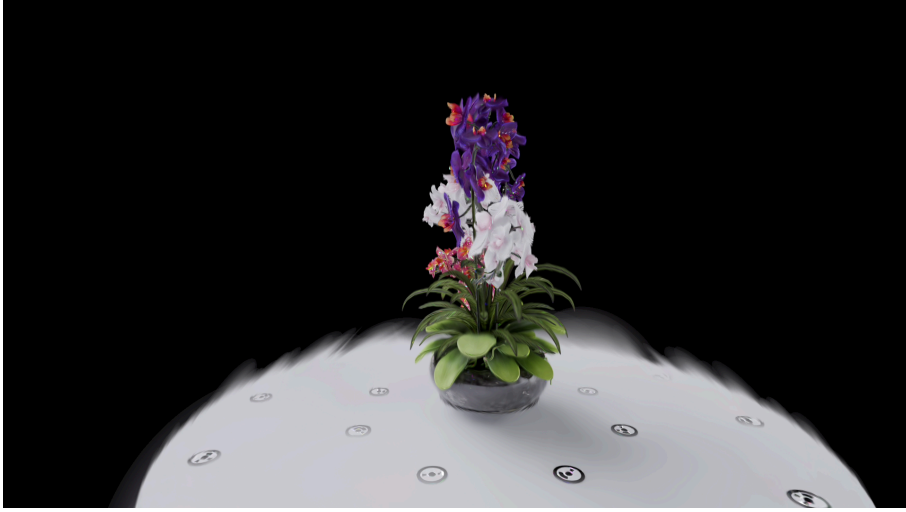
Menü çubuğu → Export → Media → Export Web Viewer... Simple modu: „Web Viewer“ biçim kartı.
Boyut: base64 kodlu splat verisi ($\approx 4/3$ ek yük) + yaklaşık 5 KB HTML/JS kabuğu. **Şununla uyumlu:** WebGL2'li herhangi modern tarayıcı (tüm masaüst-leri, iOS 15+, Android 5+).

TEKNİK

Gaussian bulutunu tamamen satır içi yazılmış bir WebGL2 render'cıyla tek bir `.html` dosyasında paketler. CDN bağımlılığı yok, WASM yok, ikinci dosya yok. Bulut önce dahili olarak `.splat` ikili olarak kodlanır (E6 ile aynı 32 bayt mantığı), sonra base64 gömülür, sonra tarayıcıda `atob` ile çözülür. Yerleşik render'cı kendi WebGL2 sıralamasını, fare orbit kontrolünü ve kare başına CPU sıralamasını yapar; tüm JS kodu (shader'lar, matematik, döngü) çıktı HTML'de görülebilir. Depolama-render'cı sınırındaki eksen kuralı E5'tekiyle aynıdır: Konum $(x, -y, -z)$, dörtlü $(w, x, -y, -z)$. İsteğe bağlı bir markalama bindirmesi gösterilebilir (ücretsiz katman anahtarı). Her şey satır içi olduğundan dosya `file://` protokolünden doğrudan da çalışır — test için yerel web sunucusuna gerek yoktur.

KISACA

Birine e-postayla gönderebileceğin ya da bir web sayfasına gömbileceğin tek bir HTML dosyası. Finder'da çift tıkla, tarayıcı sahneni fare döndürmesiyle gösterir. Buluta yükleme gerekmez, ikinci dosya yok, sunucu yok. Müşteri sunumları, portfolyo, e-posta ekleri için idealdir. Dezaavantaj: dosya base64 kodlama nedeniyle saf `.splat` 'tan yaklaşık üçte bir daha büyük olur — bu yüzden çok büyük sahnelerde `.splat` dosyasının standart bir görüntüleyiciyle ayrı barındırılması zahmete değer.



Şekil 32: flowers-01.mp4'ten çıkarılan tek kare — profil render'ında çiçek demeti, kamera işaretleri görünür beyaz platform, siyah arka plan (varsayılan görüntüleyici arka planı, Ayarlar'da değiştirilebilir). Kamera sahnenin etrafında parametrik bir yörüngede döner (yükseklik

1. mesafe sabit, yaw döner), tipik süre 30 veya 60 fps'de 6–10 saniye. Kare çözünürlüğü VideoPreset üzerinden 480p'den 8K'ya ölçeklenebilir.

| E8 — Orbit Video (.mp4/.mov)

NEREDE

Menü çubuğu → Viewport → Record Turntable Video VEYA Menü çubuğu → Export → Media → Export Orbit Video.... Simple modu: 3–30 sn süre kaydırıcısıyla „Orbit Video“ biçim kartı. **Boyut:** süreye, çözünürlüğe, bit hızına bağlı. **Şununla uyumlu:** tüm platformlar (H.264 ve HEVC Apple standardıdır).

TEKNİK

Gaussian bulutunu bir parametrik orbit kamera çekimi boyunca render eder ve her kareyi AVAssetWriter üzerinden bir MP4 veya MOV dosyasına kodlar. Orbit yapılandırması dönüş hızını (devirler), mesafeyi, yüksekliği, FOV'yu, süreyi ve ease-in/out faktörünü kontrol eder. Orbit-video dışa aktarması, tam SH değerlendirmesiyle RadianceKit'in KENDİ ForwardPass'i üzerinden çalışır — uygulama içi görüntüleyiciyle piksel düzeyinde aynıdır (WYSIWYG). Kare başına dünya uyum matrisi (render'cı tarafından dahili koordinatları Y-up orbit dünyasına döndürmek için hesaplanır) kamera ile çarpılır, ardından bir kamera kuralı dönüşü (camFlip: orbit Y-up → COLMAP Y-down) uygulanır. Ekran dışı render hedefi IOSurface üzerinden kodlayıcı için bir CVPixelBuffer'a çekilir. Kodlayıcı H.264 ve HEVC, yapılandırılabilir bit hızı ve 480p'den 8K'ya çözünürlük destekler. İlk kareden önce render'cı 200 ms bekler, böylece ilk splat sıralaması tamamlanır. Bu dışa aktarma GPU bağlıdır — 8K ve milyonlarca Gaussian'da kare başına render süresi birkaç saniyedir; yani 6 sn'lik video için 10–30 dakika toplam render süresi mümkündür.

KISACA

Sahnen etrafında bir dönüşle hazır bir MP4 dosyası. Sosyal medya, pazarlama, sunumlar için mükemmel. Süreyi (3–30 saniye), dönüş yönünü ve hızı ayarlayabilirsiniz. Dosya YouTube'a, Instagram'a, PowerPoint'e ve her yere doğrudan gömülebilir. Bazen yavaştır, çünkü uygulama her kareyi tamamen render etmek zorundadır — 8K video için Gaussian sayısına bağlı olarak beş ile otuz dakika planlayabilirsiniz.

I E9 — SfM Transforms (transforms.json)

NEREDE

Menü çubuğu → Export → Photogrammetry → Export SfM (transforms.json).... **Boyut:** tipik 1–10 KB (yalnızca pozlar + intrinsikler, görüntü yok, Gaussian yok). **Şununla uyumlu:** nerfstudio, Brush, gsplat, OpenSplat, Meshroom, tüm modern feed-forward 3DGS eğiticileri.

TEKNİK

Kamera pozları listesi artı paylaşılan intrinsiklerle nerfstudio `transforms.json` biçimini yazar. Kamera başına view matrisi (RadianceKit içi: COLMAP kuralında World-to-Camera) ters çevrilir, ardından kamera yerel Y ve Z taban vektörleri nerfstudio kuralına dönüştürülmek için yansıtılır (OpenGL stili, kamera `-Z` boyunca bakar, `+Y` yukarıdır). Son 4×4 matris her karenin `transform_matrix` alanına çift sayıdan oluşan satır büyük iç içe dizi olarak yerleşir. Intrinsikler üst düzeyde saklanır (odak uzaklığı x/y , ana nokta x/y , görüntü genişliği/yüksekliği, `camera_model = "OPENCV"`, artı bozulma katsayıları `k1, k2, p1, p2`) — dışa aktarıcı birden çok farklı intrinsik seti algı-larsa kare başına yazılır. Görüntü yolları JSON dosyasına göre `images/<filename>` olarak yazılır; kullanıcı eğitim fotoğraflarıyla bir kardeş `images/` klasörü oluşturmalıdır.

KISACA

Bu JSON dosyası her fotoğraf için kameranın nerede durduğunu ve nereye baktığını tanımlar. Dosya tek başına küçük ve kullanışsızdır — orijinal görüntülerle birlikte bir klasörde kullanılır. Nerfstudio, Brush ve birkaç başka eğitici tam olarak bu biçimi okur ve onunla RadianceKit SfM sonuçlarını orada kamera yeniden yapılandırma yeniden hesaplanmak zorunda kalmadan başka bir araca aktarabilirsin. Büyük sahnelerde saatler kazandırır.

I E10 — COLMAP Workspace (sparse/0/)



NEREDE

Menü çubuğu → Export → Photogrammetry → Export SfM (COLMAP Workspace).... **Boyut:** üç ikili dosya birlikte tipik 4–8 MB — `points3D.bin` bas-kındır (seyrek bulutun 3B noktası başına bir satır), `images.bin` ve `cameras.bin` her biri 100 KB'nin oldukça altındadır. **Şununla uyumlu:** COLMAP'in kendisi, Nerfstudio, Postshot, Meshroom, bir COLMAP `sparse/` dizini bekleyen tüm araçlar.



TEKNİK

Üç ikili dosyayla standart COLMAP `sparse/0/` düzenini yazar: `cameras.bin`, `images.bin`, `points3D.bin`. Biçim referansı resmi COLMAP belgeleridir. `cameras.bin` tekilleştirilmiş intrinsik listesini içerir (aynı intrinsiklere ve görüntü boyutuna sahip kameralar tek bir girdiye birleştirilir); kullanılan kamera modeli `OPENCV` (Model 4), `fx/fy/cx/cy` artı dört bozulma katsayısı `k1/k2/p1/p2` ile. `images.bin` görüntü başına poz `wxyz` dörtlü artı çeviri olarak, ardından kamera kimliği ve dosya adıyla listeler; 2D-3D karşılıkları saklanmaz. `points3D.bin` SfM nokta bulutunu konum, renk (0-255 RGB) ve yeniden projeksiyon ile track uzunluğu için varsayılan değerlerle içerir. Her şey little-endian olarak yazılır. RadianceKit'e yeniden içe aktarma File menüsü → „Import COLMAP/Metashape Workspace...“ üzerinden çalışır (SfM Arka Uç bölümünde bkz. Q3).



KISACA

Resmi COLMAP biçimi. Eğitimi Postshot, Nerfstudio veya başka bir COLMAP yetenekli yazılımda sürdürmek istiyorsan yol budur. Üç küçük dosya artı orijinal görüntülerin ve hedef program bunu sanki COLMAP'in kendisi kaynak programmış gibi kabul eder. `transforms.json` biçimine (E9) göre daha çok program bunu anlar; aynı zamanda metin tabanlı yerine ikili olduğu için biraz daha az pratiktir.

Hangi biçim ne zaman?

Hedef	Biçim
Kendi sitende web görüntüleyici	E7 Web Viewer (.html)
<code>gsplat.js</code> ile web görüntüleyici	E6 Splat (.splat)
Postshot / Nerfstudio'da pipeline yeniden kullanımı	E9 transforms.json + E10 COLMAP Workspace
SuperSplat düzenleme	E1 PLY veya E2 Compressed PLY
Niantic Scaniverse / Spatial Fields	E3 SPZ
Maksimum sıkıştırma	E4 SOG (cwebp gerekli)
Pazarlama/sosyal video	E8 Orbit Video

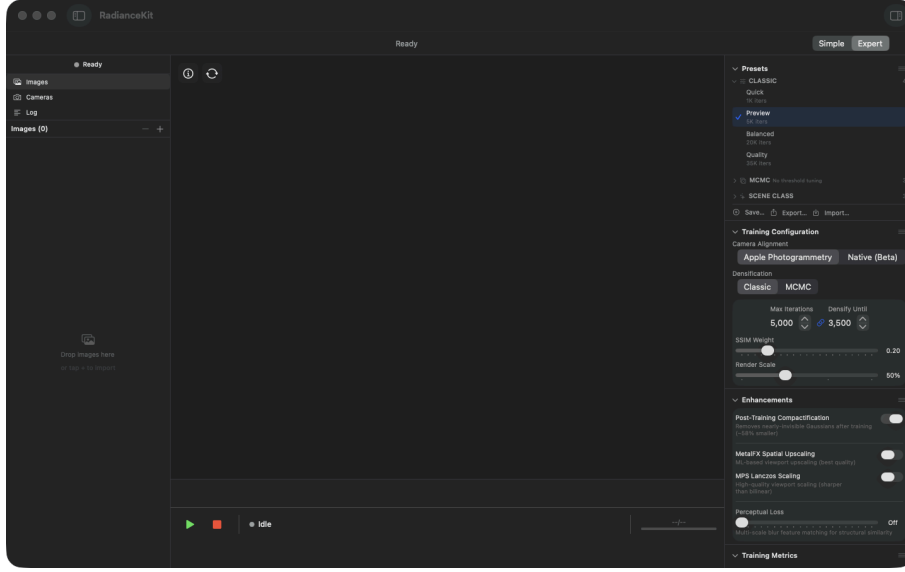
Hızlı karşılaştırma

Biçim	Uzantı	Sandbox	Boyut (1M Gauss)	En iyi kullanım
E1 PLY	.ply	evet	~250 MB	Arşiv, en yüksek uyumluluk
E2 Compressed PLY	.ply	evet	~40 MB	Web + SuperSplat
E3 SPZ	.spz	evet (gzip spawn)	~40 MB	Niantic + Mobil
E4 SOG	.sog	koşullu (cwebp)	~20 MB	Maksimum sıkıştırma
E5 glTF	.glb	evet	~250 MB	Khronos pipeline
E6 Splat	.splat	evet	~32 MB	gsplat.js web görüntüleyici
E7 Web Viewer	.html	evet	~45 MB	Bağımsız tarayıcı dosyası
E8 Orbit Video	.mp4 / .mov	evet	değişken	Sosyal/Pazarlama
E9 SfM Transforms	.json	evet	~5 KB	Poz aktarımı
E10 COLMAP Workspace	Dizin	evet	~4–8 MB	Poz aktarımı ikili

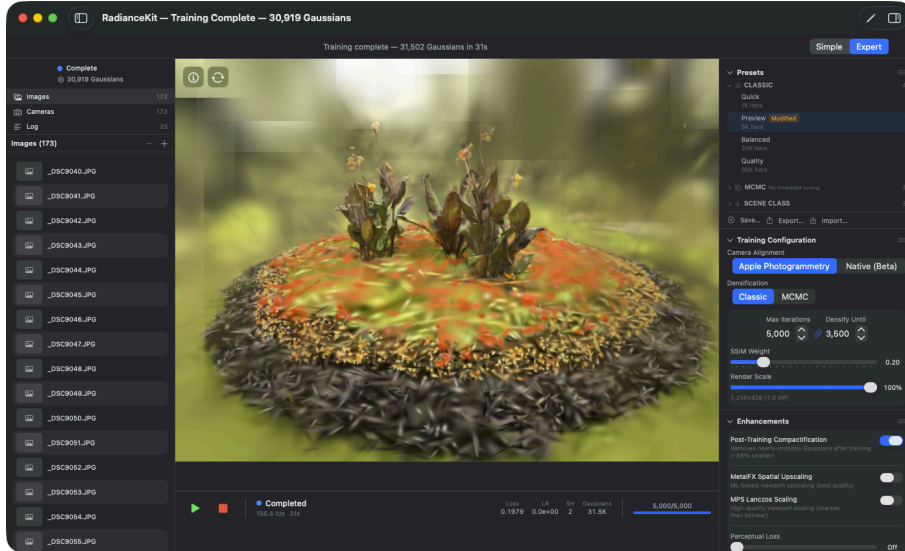
Boyut sütunu SH derecesi 3 ile 1 Mln Gaussian için kabaca yön göstericidir. Gerçek değerler sahnenin sıkıştırılabilirliğine göre değişir; SH derecesi 0, PLY/glTF'yi 4 kat azaltır.

BÖLÜM

Bölüm 9 — SfM Arka Uçları



Şekil 33: Inspector'da Camera Alignment seçici ile Uzman modu (Apple Photogrammetry / Native (Beta))



Şekil 34: Native (Beta) etkin Inspector — Camera Alignment seçicide ikinci seçenek seçili, diğer tüm eğitim yapılandırma parametreleri değişmemiş

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Inspector'daki Camera Alignment seçici iki seçeneği olan bir segmented control'dür — Apple Photogrammetry (App Store yapımları için varsayılan, tam sandbox uyumlu) ve Native (Beta) (RadianceKit'in kendi FAST+BRIEF+GLOMAP-

pipeline arka ucu, Faz 3.8/3.9 sırasında geliştirildi, 2026-05 durumu). Native (Beta) yalnızca orbit modunda doğrulanmıştır ve $\geq 1\ 000$ kare için Apple Photogrammetry'den daha hızlıdır, ancak henüz Faz-3 §5 kalite kapısını ($\text{finalLoss} \leq 0.0115$) karşılamaz — bu yüzden Beta etiketi var. Metashape, COLMAP veya başka bir fotogrametri yazılımından gelen harici SfM sonuçları ayrıca File menüsünden içe aktarılabilir (Q3 COLMAP metin biçimi, Q6 Workspace içe aktarma) — seçici değişmez, ama içe aktarılan pozlar SfM sonucunun yerini alır.

SfM, **Structure from Motion** anlamına gelir. Bir dizi örtüşen fotoğraftan yola çıkarak yazılım, her görüntü için kameranın ortak bir 3B koordinat sisteminde konumunu ve bakış yönünü yeniden yapılandırır. Bu süreçte, Gaussian Splatting eğitimini başlatan kabaca bir 3B nokta bulutu üretilir. SfM sonucu, asıl eğitimin girdisidir ve sonraki görüntü kalitesini belirleyici biçimde etkiler.

RadianceKit beş SfM yolu sunar: uygulamaya yerleşik iki arka uç (Q1 Apple Photogrammetry, Q4/Q5 Native), harici araçlardan iki içe aktarma yolu (Q3 COLMAP metin biçimi, Q6 ikili Workspace içe aktarma) ve yalnızca App Store dışındaki geliştirici yapılarında kullanılabilen Q2 COLMAP ikili. Hangisinin doğru olduğu, sahne tipine (nesne etrafında orbit, iç mekân, dron uçuşu) ve harici bir yazılımın halihazırda yeniden yapılandırma sunup sunmadığına bağlıdır.

I Q1 — Apple Photogrammetry

NEREDE

Expert View → Inspector → Eğitim yapılandırması → Camera Alignment seçici, „Apple Photogrammetry“ girdisi.

TEKNİK

Apple'ın aslen Object Capture için geliştirdiği yerleşik fotogrametri çatısını sarar. Apple içeride özel bir pipeline ile özellikleri çıkarır (adımlar kamuya açık biçimde belgelenmemiştir), bunları çok görünümü eşleştirmeyeyle doğrular ve bundle adjustment'i Apple Silicon Neural Engine + GPU üzerinde çözer. Arka uç tamamen App Store uyumludur (harici ikili yok, Sandbox=true, cihaz üzerinde), ama yalnızca kamera pozlarını ve kabaca bir nokta bulutu sağlar — track uzunluğu ya da yeniden projeksiyon hatası gibi tanı metrikleri yoktur. Apple'ın önerisine göre birkaç yüz görüntüye kadar ölçeklenir. Doğrusal dron uçuşlarında veya büyük dış mekân sahnelerinde ~500 kareden fazla olduğunda yeniden üretilebilir çökme-ler veya tekil kameraların sessizce atılması gözlenmiştir.

KISACA

Bu en kolay yol. Görüntüleri ver, uygulama hesaplasın. Klasik nesne taramalarında çok iyi çalışır — bir mobilya parçası ya da heykelin etrafında gezinip 50–200 fotoğraf çektiğinde. Manzaralar üzerindeki dron uçuşlarında veya çok fazla görüntüde (500'ün üstünde) ise Apple'ın yöntemi kararsızlaşmaya başlar. Bu tür sahnelerde Native arka ucunu (Q4/Q5) dene ya da kameraları Metashape'te hesapla ve Workspace içe aktarma (Q6) yoluyla yükle.

POWER-USER

Q2 COLMAP ikili — harici COLMAP programını alt süreç olarak başlatır ve bu nedenle App Store sürümünde (sandbox) **kullanılamaz**. Yalnızca App Store dışındaki geliştirici yapılarında çalışır. COLMAP'ın sunduğu kalite için App Store sürümünde Workspace içe aktarma (Q3 veya Q6) vardır: SfM'yi COLMAP veya Metashape'te dışarıda hesapla ve sonucu yükle.

Q3 — COLMAP Metin Biçimi (Metashape / ETH3D)**NEREDE**

„File → Import COLMAP / Metashape Workspace...” (Cmd+⇧+I) menüsü VEYA `sparse/0/cameras.txt` içeren bir klasörü sürükleyip bırak.

TEKNİK

Standartlaştırılmış COLMAP metin dışı aktarmasını okur — `sparse/0/` alt klasöründeki üç metin dosyası `cameras.txt`, `images.txt`, `points3D.txt` — ve dahili SfM sonucu modeline dönüştürür. COLMAP ikili dışı aktarmasıyla aynı biçim tanımı, sadece ikili yerine ASCII. Agisoft Metashape, RealityCapture, PolyCam ve ETH3D benchmark'ı tam olarak bu düzende dışı aktarır. Ayrıştırıcı, kamera modeli tanımayı ikili ayrıştırıcıyla paylaşır (tüm yaygın modeller: SIMPLE_PINHOLE, PINHOLE, OPENCV, OPENCV_FISHEYE, FULL_OPENCV). Yorum satırlarına ve boş satırlara karşı dayanıklıdır. Testlerde ~1400 kameraya kadar (ETH3D Tunnel) sorunsuz ölçeklenir.

KISACA

Daha önce Metashape, RealityCapture veya başka bir ticari foto-3D yazılımıyla çalıştıysan ve sonucu dışı aktardıysan — bu dışı aktarmayı uygulamanın yeniden hesaplamasına gerek kalmadan doğrudan RadianceKit'e yükleyebilirsin. Bu, saatlerce bekleme süresinden tasarruf sağlar. Tüm klasörü File menüsünden yükle ya da pencereye sürükleyip bırak.

I Q4 — Native SfM (artımlı)

NEREDE

Expert View → Inspector → Eğitim yapılandırması → Camera Alignment seçici, „Native (Beta)“ girdisi. Artımlı bu arka ucun varsayılan modudur — Inspector’da ayrı bir mapper seçici yoktur. CLI üzerinden mod açıkça `--native-sfm` veya `--sfm-mapper incremental` ile ayarlanabilir.

TEKNİK

Tüm SfM pipeline’ının kendi GPU hızlandırmalı uygulaması: FAST+BRIEF özellikleri YA DA CoreML üzerinden SuperPoint+LightGlue (`--coreml-features` ile), ardından Hamming-KNN eşleştirme, RANSAC temel matrisi, track oluşturma, başlangıç çifti seçimi, iki görünümlü bootstrap (F→E artı DLT), PnP kaydı ve çok görünümlü üçgenleme ile açgözlü artımlı mapper ve Huber kaybı ile Schur-indirgenmiş Levenberg-Marquardt ve Cholesky çözümü üzerinden analitik Jacobian’lar ile son bundle adjustment. Tamamen App Store uyumlu: harici ikili yok, Sandbox=true. Faz 3.10’da gönderilen R2 çökme dedektörü ile: uygulama girdi karelerinin %60’ından azını kaydederse veya kamera başına nokta oranı 13’ün altına düşerse, otomatik olarak global mapper’a (Q5) geçilir. Orbit/turntable sahnelerinde ampirik olarak temiz; daha genel hareketlerde (dron uçuşu, karmaşık geometrili iç mekânlar) başarı oranı daha düşüktür — ama dedektör bu durumları yakalar. Güvenilir biçimde ~200 kameraya kadar ölçeklenir, daha fazlası belirgin biçimde daha uzun çalışma süresiyle olur.

KISACA

Apple’ın güçlü yönleri (App Store uyumlu, orbitler için hızlı) ve ek tanı değerleri. Object Capture için olduğu gibi bir konunun etrafında dolaştığında özellikle iyi çalışır. Daha karmaşık çekimlerde (dron uçuşu ya da oturma odası) RadianceKit bunun yürümeyeceğini otomatik algılar ve global yöneme atlar. „Beta“ etiketli çünkü hâlâ deneme aşamasında — standart öneri basit nesne taramaları için Apple Photogrammetry ve zorlu dış mekân setleri için Workspace içe aktarma (Q3 veya Q6) olmaya devam ediyor.

I Q5 — Native SfM (global)

NEREDE

Artımlı mapper (Q4) çökme dedektörünü tetiklediğinde (girdi karelerinin %60'ından azı kaydedildi veya kamera başına nokta oranı 13'ün altında) otomatik olarak çağrılır. Yalnızca CLI ile `--sfm-mapper global` üzerinden zorla başlatılabilir. Inspector'da global yöntem ayrı bir seçici aracılığıyla erişilebilir değildir — uygulama ne zaman geçeceğine kendi karar verir.

TEKNİK

Yerel pipeline'ın global varyantı. Önce Q4 gibi özellik çıkarma + eşleştirme, ardından tüm doğrulanmış çiftler için görelî poz tahmini, ardından rotation averaging (tüm kamera dönüşlerini dünya koordinat sisteminde senkronize eder) ve translation averaging (büyük kamera sayılarında tamsayı taşmasını önlemek için matrissiz seyrek bir formülasyon üzerinde LSQR tabanlı). Prensipde ~5 000 kameraya kadar ölçeklenir, pratikte birkaç yüz kameranın üzerinde kalite düşer — K-1351'de Faz 3.8 §5 kabul kapısı ölçümü, hedeflenen 0.0115 yerine finalLoss 0.07 verdi. „Fallback tier“ olarak ele alınır: artımlı mapper bozulduğunda devreye girer, ama kendisi tekrar kalite açısından kontrol edilmez.

KISACA

Native motor için B planı yolu. Daha hızlı artımlı yol başarısız olduğunda otomatik olarak çağrılır. Kullanılabilir bir sonuç verir, ancak çok büyük veya zor sahnelerde genellikle Metashape'ten ya da harici bir COLMAP kurulumundan aldığı kadar hassas değildir. Native standart iş akışın olursa, bu gibi durumlarda Workspace içe aktarma (Q3 veya Q6) üzerinden gitmek zahmete değer.

I Q6 — Metashape / COLMAP-Metin Workspace İçe Aktarma (Faz Q7)

NEREDE

File menüsü → „Import COLMAP / Metashape Workspace...” (Cmd+⇧+I). `sparse/0/cameras.{bin,txt}` ve `images/` içeren bir klasörü sürükleyip bırak.

TEKNİK

Sürükleyip bırak veya Open Panel ile seçilen bir klasörün üç COLMAP workspace düzeninden birine (`sparse/0/`, `sparse/` veya kök) uyup uymadığını ve yeniden yapılandırmanın ikili (`cameras.bin`) mi metin (`cameras.txt`) mi olduğunu otomatik algılar. İkili yol COLMAP ikili ayrıştırıcısını, metin yolu ETH3D yükleyicisini kullanır — her ikisi de aynı SfM sonucu modelini üretir ve pipeline'ın geri kalanı (görüntüleri içe aktarma, MCMC eğitimi başlatma) kaynağa karşı agnostiktir. Görüntüler uygulama sandbox bookmark sistemi üzerinden güvenlik kapsamlı (security-scoped) açılır, böylece içe aktarma App Store sürümünde de çalışır. Özellikle „Metashape dışı aktarmayı yeniden yapılandırmayı yeniden hesaplama dan kullan” durumu için tasarlanmıştır. File menüsü girdisinde bahsedilen tanıma, seçilen klasör tanımlanabilir bir workspace değilse uygulama günlüğünde uyarır.

KISACA

Özellikle Metashape kullanıcı işlevi. Metashape veya RealityCapture lisansın varsa ve kamera yeniden yapılandırmayı orada yaptıysan, dışı aktarma klasörünü buraya sürükleyip hemen eğitime başlayabilirsin. Büyük sahnelerde birkaç saatlik hesaplama süresinden tasarruf ettirir, çünkü RadianceKit o zaman SfM'yi kendisi yapmaz.

Hangi arka uç ne zaman?

Senaryo	Önerilen arka uç
Nesne taraması, 50–200 fotoğraf	Q1 Apple Photogrammetry
Büyük dış mekân / dron / >500 görüntü	Q6 Workspace içe aktarma (Metashape veya COLMAP'te hesapla, sonra yükle)
Metashape/RealityCapture dışa aktarması mevcut	Q6 İçe aktarma (SfM gerekmez)
ETH3D / akademik COL-MAP metin seti	Q3 COLMAP metin içe aktarma
Sıkı App Store uyumlu + orbit sahne	Q4 Native artımlı
Q4 başarısız oluyor	Q5 Native global (otomatik)
ETH3D benchmark verileri	Q3 (autotest precomputed)

Hızlı karşılaştırma

Arka uç	App Store	Sand-box	Harici ikili	En iyi kullanım	Maks ~cam
Q1 Apple PG	✓	✓	—	Orbit-Nesne	~300
Q2 COL-MAP ikili	✗ (sadece geliştirici yapı)	—	colmap/glomap	Büyük dış mekân	~5 000
Q3 COL-MAP-Metin içe aktarma	✓	✓	—	Bench rig	~1 500
Q4 Native artımlı	✓	✓	—	Orbit-Nesne	~200
Q5 Native global	✓	✓	—	Q4 fall-back	~1 351
Q6 Workspace içe aktarma	✓	✓	—	Metashape yeniden kullanımı	kaynağa göre

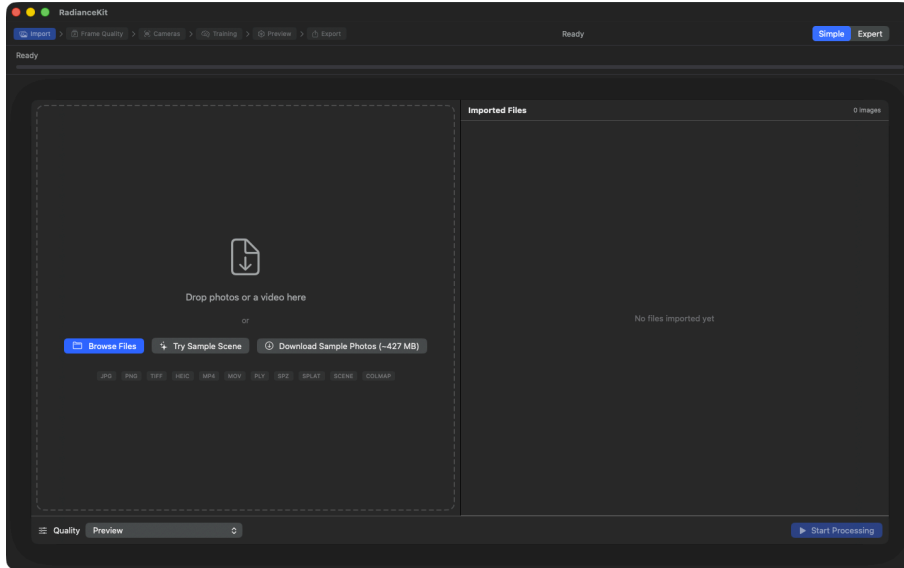
BÖLÜM

Bölüm 10 — Başlangıç Modu

Başlangıç Modu (İng. Simple Mode, Cmd+1) ilk kez bir 3D Gaussian Splatting sahnesi yeniden yapılandırılan herkes için rehberli iş akışıdır. Inspector alanlarıyla dolu bir kenar çubuğu göstermek yerine, uygulama dört adımdan geçirir: önce görüntüler veya bir video içe aktar ve bir kalite önayarı seç, sonra işleme çalışır (SfM + Eğitim), ardından bitmiş sahne bir 3D önizlemede incelenebilir ve sonunda istenilen biçime dışa aktarılır. Pencere kenarındaki dar bir ilerleme çubuğu her an hangi adımda olduğunu gösterir.

Tüm kontrol alanlarını aynı anda gösteren Expert moduyla (Cmd+2) karşılaştırıldığında, Başlangıç modu kullanılmayan seçenekleri gizler, çok az veya kötü görüntülerde doğrumlama uyarıları verir ve her adımda yalnızca mevcut durumda anlamlı olan düğmeleri sunar. İstedikğin zaman Başlangıç ve Expert modları arasında geçebilirsin (Cmd+1 / Cmd+2); tüm durum — içe aktarılan görüntüler, seçilen önayar, şu anda çalışan eğitim, biten nokta bulutu — korunur ve diğer modda hemen kullanılabilir.

Z1 — İçe Aktarma (Görüntüler ve Önayar seç)



Şekil 35: Simple modu adım 1 — görüntü içe aktarmadan önce boş bırakma bölgesi, üstte eklemek kırıntısı (Import → Frame Quality → Cameras → Training → Preview → Export), biçim hapları JPG/PNG/TIFF/HEIC/MP4/MOV/PLY/SPZ/SPLAT/SCENE/COLMAP

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Ekmek kırıntısı (Import aktif) dört adımlı iş akışını gösterir. Sol bırakma bölgesi üç CTA ile: „Browse Files“ (NSOpenPanel), „Try Sample Scene“ (paket halinde demo), „Download Sample Photos (~427 MB)“ (Mip-NeRF360 flowers alt küme-

si). Altındaki biçim hıpları tüm kabul edilen dosya tiplerini listeler. Sağda „Imported Files“ sayacıyla „0 images“ ve boş durum „No files imported yet“. Altta Kalite seçici (Varsayılan: Preview) ve „Start Processing“ (görüntü yokken devre dışı).

İlk adım, uygulamaya görüntü materyali vermektir. Ortadaki büyük kesik kenarlı alana sürükleyip bırakarak, „Browse Files“ düğmesiyle veya gelen örnek sahneye tıklayarak. Sağda içe aktarılan tüm görüntülerin çözünürlük ve dosya boyutuyla bir listesi görünür; altta yüzen araç çubuğunda kalite önayarını seçer ve „Start Processing“ ile pipeline'ı başlatır. Doğrulama uyarıları (< 3 veya < 10 görüntüde kırmızı, 10–19'da turuncu) uygulamanın anlamlı bir yeniden yapılandırma beklediğini veya beklemediğini gösterir.

C-01 ProgressIndicator (Adım göstergesi)



NEREDE

İş akışının üstünde, her zaman görünür.



TEKNİK

Aşama tahsisi ile tüm pipeline (Frame-Quality → SfM → Training) üzerinde yatay bir ilerleme çubuğu gösterir: Frame-Quality %0–5'i kaplar (Faz 3.11, çok kısa), SfM çubuğun %0–30'unu, Training %30–100'ünü kaplar. Yanında durum metni ve faz adlı yüzde gösterimi („SfM %41“, „Training 12 500/20 000“), böylece kullanıcılar görünen geri adımı „%41 SfM → %25 Training“ hata olarak okumasın — çubuk tüm pipeline ilerlemesini gösterir, alt aşamayı değil. ETA hesabı yeterli eğitim hızı ölçüldüğünde (genellikle ilk 100 iterasyondan sonra) başlar. Aynı gösterim Expert modunda da Inspector'ın üzerinde kullanılır.



KISACA

En üstteki dar çubuk iş akışı boyunca haritadır. Yalnızca uygulamanın şu anda ne yaptığını (kamaraları hizalama, eğitim çalışıyor, ...) değil, aynı zamanda toplamda ne kadar ilerlediğini de söyler. Bölünme bilinçli olarak öyledir ki kamera hesaplama çubuğun ilk üçte birini, asıl eğitim arka iki üçte birini kaplar — aksi takdirde SfM'den sonra ilerlemenin aniden sifıra geri dönmüş gibi görünürdü. Yani rahatça arkana yaslanabilirsin, kabaca aşamayı görmek için çubuğa bir bakış yeterlidir. Yanındaki metin, sayıların kafa karıştırıcı görünmemesi için şu anda SfM aşamasında mı (ör. „SfM %41“) yoksa eğitimde mi (ör. „Training 12 500/20 000“) olduğunu söyler. ETA gösterilmiyorsa, eğitim henüz çok gençtir — uygulama yeterli hız ölçtüğünde tahmin eder.

C-03 DropZoneView (Sürükle bırak alanı)

NEREDE

İçe aktarma adımının sol tarafı, simgeli büyük kesik kenarlı dikdörtgen. Başlangıç modunda „Drop photos or a video here“ etiketiyle gösterilir.

TEKNİK

Sürükle öğeleri alanın üzerinde dolaştığında simgeyi kısaca zıplatan ve arka planı renklendirilen bırakma alanı. JPG, PNG, TIFF, HEIC, MP4, MOV, PLY, SPZ, .splat, .radiancecene paketleri ve dizinleri kabul eder. Türe göre bırakma yönlendirmesi: görüntüler toplanır ve sıralı olarak iletilir, videolar kare örnekleme yolunu tetikler, splat dosyaları doğrudan önizlemeyi açar, Sahne paketleri okunur. Dizinler numaralandırılır ve içerdiği tüm görüntüler içe aktarılır. Sandbox uyumlu erişim için güvenlik kapsamlı bookmarklar doğru biçimde alınır ve serbest bırakılır. Desteklenmeyen uzantılar 5 saniye boyunca uyarı banner olarak gösterilir.

KISACA

Büyük kesik kenarlı alan ilk adımın ana kontrolüdür. Sadece fotoğrafları veya bir videoyu, ya da tüm bir klasörü içine sürükleyin — uygulama tanıdığı her şeyi alır ve gerisini yok sayar. Alan mavileşir ve simge kısaca zıplarsa, uygulama sürüklemeyi algılamıştır. Bırak ve içe aktarma hemen başlar: görüntüler sağdaki listeye gider, videolar otomatik olarak kare örnekleme adımını tetikler ve zaten eğitilmiş .ply / .spz / .splat dosyaları doğrudan önizlemeyi açar. Bir biçim hiç uymazsa (örneğin PDF veya BMP), üst kenarda kısa bir uyarı görünür — uygulama bilinmeyen materyali sessizce yutmaz.

C-05 Browse Files düğmesi

NEREDE

Bırakma bölgesi içinde, belirgin düğme.

TEKNİK

Çoklu seçim ve JPG, PNG, TIFF, MP4, MOV, klasörler ve uygulamanın kendi Sahne biçimiyle macOS dosya diyalogunu açan düğme. Sonuç URL'leri güvenlik kapsamlıdır ve sürükle bırakla aynı içe aktarma yolları üzerinden iletilir. Kullanıcı bir klasör seçerse, o klasör görüntüler için özyinelemeli olarak numaralandırılır.

KISACA

Sürükle bırak rahatsız edici geliyorsa, basitçe bu düğmeye tıkla ve macOS dosya diyalogunda fotoğraflarına git. Aynı anda birden çok dosya seçebilirsin (tekil görüntülere Cmd-tıklama) veya tüm bir klasör seçebilirsin — uygulama klasörü sonra özyinelemeli olarak desteklenen tüm görüntü türleri için tarar. Çekimlerin alt klasörlerde iç içe yer aldığına (ör. „shoot-day1/“, „shoot-day2/“) özellikle pratiktir — ana klasöre bir tıklama yeterlidir. İşlevsel olarak düğme, sürükle bırakın yaptığının aynısını yapar; sadece sana daha rahat olan yolu seç.

C-06 Try Sample Scene düğmesi**NEREDE**

Bırakma bölgesi içinde, yalnızca uygulama paketi Sample Scene içerirse ve henüz görüntüler/splat'lar içe aktarılmamışsa görünür.

TEKNİK

Yalnızca (a) uygulama paketinde bir `sample-scene.splat`, `.spz` veya `.ply` mevcutsa VE (b) henüz görüntüler/videolar içe aktarılmadıysa ve henüz nokta bulutu yoksa görünür. Tıklamada bitmiş nokta bulutunu yükler (tercihen en küçük biçim — `.splat` ~3 MB, `.spz` ~1.4 MB, geri dönüş `.ply`) ve 400 ms sonra estetik olarak anlamlı bir giriş perspektifi için çiçek sahnesinin orijinal meta verilerinden sert kodlanmış kamera değerlerini ayarlar.

KISACA

Uygulamayı ilk kez başlattığında ve sonunda ne çıktığını basitçe görmek istediğinde — buraya tıkla. Uygulamanın hesaplaması gerekmeden hemen döndürüp dışa aktarabileceğin önceden eğitilmiş bir çiçek sahnesi açar. Kamera estetik olarak anlamlı bir giriş perspektifine önceden ayarlanmıştır, böylece hemen güzel bir şey görürsün. Kendi çekimlerine gitmeden önce 3D kontrolünü ve dışa aktarma adımını risksiz denemek için mükemmel. Kendi görüntülerini içe aktarır aktarmaz düğme otomatik olarak kaybolur — yalnızca proje tamamen boşken gösterilir.

C-07 Download Sample Photos düğmesi**NEREDE**

Bırakma bölgesi içinde, „Try Sample Scene“in yanında; aynı görünürlük koşulları.

TEKNİK

Bir indirme tetikler (depo github.com/bkindler/radiancekit-sample-photos), yaklaşık 427 MB 960 tam çözünürlük karesi yükler ve uygulamaya besler. İndirme sırasında düğme devre dışıdır. İlerleme üst ilerleme çubuğunda kendi aşamasında „Downloading %X“ olarak görünür, çünkü bu aşama kendi %0–100 ölçeğini korur ve sonraki SfM aşamasıyla örtüşmez.

KISACA

Sample Scene gibi tam olarak, ama bitmiş sonuç yerine çıkış fotoğraflarıyla. Böylece tüm pipeline'ı kendin çalıştırabilir ve SfM ile eğitimin Mac'inde gerçekten ne kadar sürdüğünü görebilirsin. İndirme büyük (yaklaşık yarım DVD = 427 MB), ama yalnızca bir kez gerçekleşir — ardından fotoğraflar yereldir ve pipeline'ı farklı önayarlarla istediğin kadar sıklıkla yeniden başlatabilirsin. İndirme sürerken üst ilerleme çubuğu mevcut indirme durumunu yüzde olarak gösterir, böylece ne zaman başlayacağını tahmin edebilirsin. İpucu: bunun için en iyisi hızlı bir WLAN veya kablo ağı al — 427 MB aksi takdirde uzayıp gider.

C-09 Kalite Önaraları seçici

NEREDE

İçe aktarma bindirmesinin yüzen alt araç çubuğu, Start düğmesinin solunda.

TEKNİK

„Quality“ etiketli kontrol, mevcut önaraları kategoriye göre gruplar (Classic / MCMC / Custom). Yerleşik önaralar kategoriye göre gruplandırılır; bölüm başlıkları sert kodlanmıştır. Özel önaralar yalnızca varsa görünür. Kilitli durum: Free listesinde (Quick + Preview) olmayan önaralar, kullanıcı satın almadıysa ad sonuna „🔒“ eki alır; seçimde seçici Preview’a geri sıçrar ve otomatik olarak Purchase sheet’i açar. Seçimde önaralar uygulanır, bu da tüm eğitim yapılandırmasını değiştirir.

KISACA

Burada uygulamanın ne kadar hassas ve ne kadar uzun hesaplayacağını seçersin. „Quick“ ve „Preview“ satın alma olmadan kullanılabilir ve birkaç dakika içinde ilk sonuç verir — görüntülerin genel olarak anlamlı olup olmadığını test etmek için idealdir. „Balanced“ ve „Quality“ tam sürüm gerektirir ve „önemli ölçüde temiz modeller verir, karşılığında dakikalar yerine saatler sürer. MCMC, daha az Gauss splat ile yetinen farklı bir stratejidir — daha sonra modeli kompakt olarak dışa aktarmak veya web’e koymak istiyorsan iyidir. Premium önaraları adda küçük bir kilit sembolüyle tanırın; lisanssız birine dokunduğunda seçici Preview’a geri sıçrar ve satın alma sheet’i otomatik olarak açılır. Pratik kural: her zaman Preview ile başla, sonuca bak ve sonra daha uzun bir çalıştırmanın değer olup olmadığına karar ver.

C-10 Start Processing düğmesi

NEREDE

İçe aktarma bindirmesinin yüzen alt araç çubuğu, önaralar seçicinin sağında.

TEKNİK

Ne görüntüler ne de bir video içe aktarılmadığı sürece gri kalan düğme. Tıklamada pipeline başlar ve aşama makinesini Frame-Quality → SfM → Training sırasına geçirir. Düğmenin kendisi başka bir duruma sahip değildir; çalışan bir işleme bunun yerine ayrı bir işleme ekranı olarak görünür.

KISACA

„Başlayalım“ düğmesi. Gri olduğu sürece hâlâ giriş görüntüleri veya bir video eksiktir. Fotoğrafları içeri çektiğin anda etkin olur ve SfM ile eğitimi art arda başlatmak için tıklarsın. Bu noktadan itibaren uygulama tüm akışı devralır ve otomatik olarak işleme ekranına (Z2) düşersin. Başka bir şey tıklaman gerekmez — eğitim bittiğinde uygulama yeniden önizlemeye (Z3) geçer. Yine de fikrini değiştirirsen, daha sonra istediğin zaman Cancel ile iptal edebilirsin.

C-11 Video Sampling kaydırıcı**NEREDE**

Sağdaki görüntü listesi, yalnızca bir video (görüntü yerine) içe aktarıldığında görünür.

TEKNİK

0.5 fps – 30 fps arası 0.5'lik adımlarda kaydırıcı. Değişimde kare yoğunluğu güncellenir ve ek olarak hedef kare sayısı (en az 10) yoğunluk ve video uzunluktan hesaplanır. Liste öğeleri kaydırıcılardan fare olaylarını engelleyeceği için kaydırıcı görüntü listesinin dışındadır. Kaydırıcının altında hesaplanan hedef kareler („247 frames“) ve video uzunluğu („1m23s video“) yer alır. Tooltip uyarı: „Yoğunluğun iki katına çıkması, kare sayısının iki katına çıkmasına ve SfM süresinin yaklaşık %100 artmasına neden olur.“,

KISACA

Fotoğraflar yerine bir video içe aktarırsan, bu kaydırıcı uygulamanın videodan kaç tek kare çıkaracağına karar verir. Daha fazla görüntü = daha iyi kalite, ama doğrusal olarak daha fazla hesaplama süresi. 30 saniyelik bir orbit video için 5 fps (150 görüntü) iyi bir başlangıç; 1 dakikalık çekimlerde sıklıkla 3 fps tamamen yeterlidir. Kaydırıcının altında uygulama mevcut ayarda kaç kare çıkacağını canlı gösterir — böylece 100–300 görüntülük anlamlı aralığa düşüp düşmediğini hemen görürsün. Sonuç kötü çıkarsa kaydırıcıyı sağa çek ve tekrar dene; ama kare hızının iki katına çıkması SfM süresini de kabaca iki katına çıkarır.

C-12 Clear All düğmesi**NEREDE**

Sağdaki görüntü listesi, sağ altta; yalnızca görüntüler içe aktarılmışsa görünür.

TEKNİK

Kırmızı düğme. Tıklama „Clear all imported files?“ başlıklı ve „N images will be removed.“ mesajlı bir onay diyalogunu açar. Onay tüm içe aktarılan görüntüleri/videoları, staging dizinlerini, nokta bulutunu, eğitim durumunu, SfM sonucunu ve tüm önbellekleri temizler; aşama İçe Aktarma'ya geri sıçrar. Cancel'da her şey korunur. Diyalog yıkıcı olmayan varsayılan yol olarak yapılandırılmıştır (yıkıcı düğme kırmızı işaretli).

KISACA

Tamamen yeniden başlamak istersen buraya tıkla. Silme, mevcut tüm içe aktarmaları, varsa zaten hesaplanmış kameralar ve eğitim sonuçları dahil attığı için onay sorusu görünür — geri alamazsın. Seçilen görüntü materyalini tamamen değiştirmek istiyorsan veya yenisini başlatmadan önce eski bir projeden kurtulmak istiyorsan anlamlıdır. Dikkat: tekil bir görüntüyü çıkarmak sağdaki liste üzerinden gider (bir sonraki maddeye bak), bu düğme üzerinden değil. Diskinizdeki dosyalar bu sırada silinmez — uygulama yalnızca referanslarını unuttur.

C-13 File List ForEach (Tekil görüntü kaldırma)**NEREDE**

Sağdaki görüntü listesi, her girdi.

TEKNİK

Silmek için kaydırma ile içe aktarılan görüntüler üzerinde liste. Görüntü başına simge, dosya adı, çözünürlük („1920 x 1080“) ve dosya boyutu (KB/MB olarak biçimlendirilmiş) ile bir satır. Çözünürlük, UI'yi engellemek için görüntü başlıklarından eşzamanlı olarak doldurulan bir meta veri önbelleğinden gelir. Silme eylemi macOS tipik kaydırma ile silmeyi (bir satırda trackpad sola kaydırma) ve seçili satırda klavye Delete sunar. Not: Açık eksi düğmesi, Backspace ve geri almak için Cmd-Z ile genişletilmiş görüntü silme yolu *yalnızca Expert modunda* Project Navigator'a eklendi — Başlangıç modunda kaydırma ile silme kalır.

KISACA

Sağdaki liste her içe aktarılan görüntüyü çözünürlük ve dosya boyutuyla gösterir — yüksek çözünürlüklü ile düşük çözünürlüklü materyali karıştırmış olup olmadığını bir bakışta görmek için pratiktir. Tek bir görüntüyü çıkarmak için trackpad'de iki parmakla sola kaydır — iOS Mail'deki gibi — veya seç ve Delete'e bas. Uygulama dosyayı kendisi silmez; sadece onu mevcut projeden çıkarır. Gerçek bir eksi düğmesi veya Cmd-Z ile geri alma gerekiyorsa Expert moda geç (Cmd+2), orada Project Navigator'da mevcuttur. Başlangıç modunda bilinçli olarak basit kaydırma desenine kalır.

C-15 Doğrulama uyarıları (3 aşamalı katman)**NEREDE**

Görüntü listesinin altında, Clear All düğmesinin üstünde.

TEKNİK

İçe aktarılan görüntü sayısına dayalı üç ardışık eşik (yalnızca görüntüler mevcut ve video yokken etkin):
 - < 3 görüntü: kırmızı banner (kırmızı sekizgen), metin „At least 3 images are required. Camera alignment cannot be computed from fewer images.“ -
 3–9 görüntü: kırmızı banner, metin „With fewer than 10 images, SfM often fails and the trained scene tends to overfit [...]. 15–20 images minimum recommended; 30+ for object captures.“ -
 10–19 görüntü: turuncu banner (uyarı üçgeni), metin „Workable, but quality usually improves with 20+ images and good coverage around the scene.“

20 görüntüden itibaren banner kaybolur. Eşik değerleri sert kodlanmış ve ampirik 560+ eğitim deneyine dayanmaktadır.

KISACA

Uygulama kaç görüntü içe aktardığına bakar ve sana renkli bir değerlendirme verir. Kırmızı şu anlama gelir: bu yüksek olasılıkla bir şey olmaz — ya SfM kameraları hesaplayamaz ya da eğitim çok az materyale aşırı uyum sağlar. Turuncu şu anlama gelir: olabilir, ama üst kalite bekleme; algoritma görüntüler arasında az örtüşme bulur. Banner yok şu anlama gelir: iyi koşullar, yeterli materyalin var. Gerçekten temiz modeller istiyorsan, konunun etrafında en az 30–50 eşit dağılmış çekim hedefle — dış mekân sahnelerinde veya büyük odalarda belirgin biçimde daha fazla da olabilir. Uyarıya rağmen başlatabilirsin, ama SfM yorumsuz iptal ettiğinde veya model delikli görüldüğünde şaşırma.

C-16 COLMAP Workspace algılama**NEREDE**

Bir klasör bırakıldığında — görünür düğme değil, algılama mantığı.

TEKNİK

Bir dizin bırakıldığında, içinde üç kanonik Workspace düzeninden birinin olup olmadığı kontrol edilir: `sparse/0/cameras.bin`, `sparse/cameras.bin` veya doğrudan kökteki `cameras.bin`. Uyuyorsa standart görüntü numaralandırması iptal edilir ve bunun yerine kullanıcıya mevcut yeniden yapılandırmanın mı kullanılacağını yoksa görüntülerin Apple Photogrammetry üzerinden yeniden mi gönderileceğini soran bir modal uyarı açılır. Aynı yol metin biçimi workspace'leri (`cameras.txt`) ve ETH3D dışa aktarmaları için de geçerlidir. Detaylar için Bölüm 9 Arka Uç Q6'ya bak. Başlangıç modunda Expert moduyla aynı şekilde çalışır.

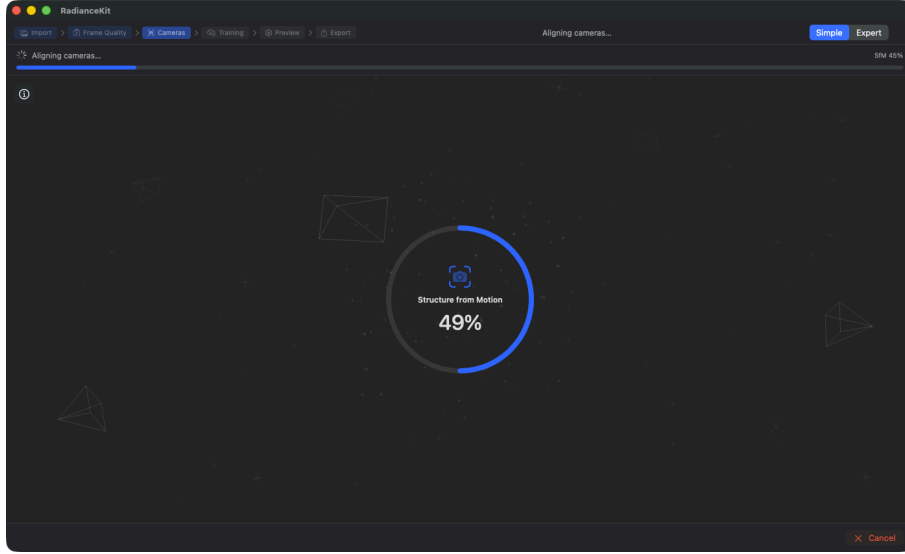
KISACA

Daha önce Metashape, Reality-Capture veya COLMAP ile çalıştıysan ve kamera hesabını orada zaten çalıştırdıysan, dışa aktarma klasörünü basitçe buraya çekebilirsin. RadianceKit içerikten otomatik olarak COLMAP Workspace olduğunu algılar (`sparse/0/`, `cameras.bin` vb. kontrol eder) ve bitmiş hesabı devralmasını mı yoksa kendisinin yeniden hesaplamasını mı isteyip istemediğini sorar. Devralmak büyük sahnelerde saatlerce bekleme süresinden tasarruf sağlar, çünkü SfM tamamen atlanır — eğitim hemen başlar. Metin biçimi workspace'ler (`cameras.txt`) ve ETH3D dışa aktarmaları da algılanır. Bu işlev Başlangıç modunda Expert moduyla aynı şekilde kullanılabilir; daha fazla detay için Bölüm 9'a, Arka Uç Q6 altına bak.

Bir sonraki aşamaya ne zaman?

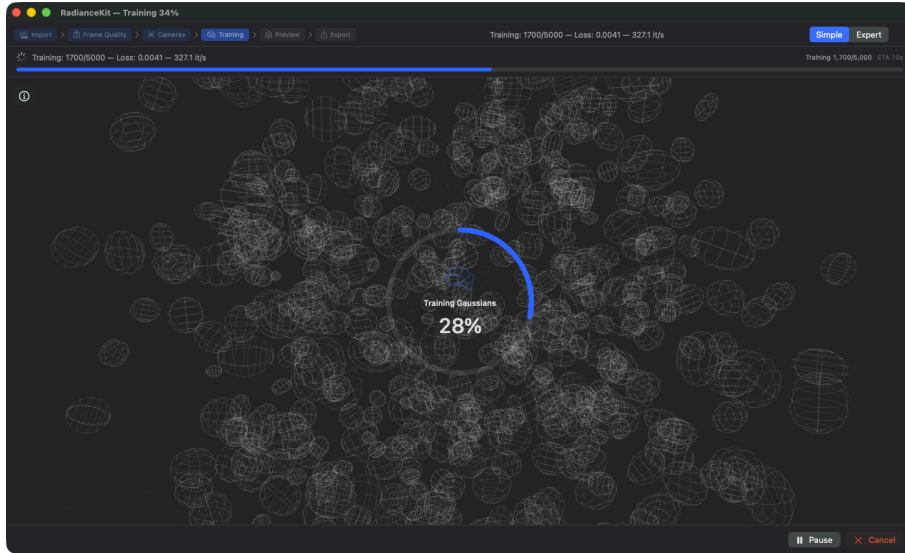
Start Processing'e tıklayabilirsin: (a) en az bir görüntü veya bir video içe aktarıldığında ve (b) doğrulama banner turuncuysa veya kayboltuğunda. Kırmızı banner varken uygulama yine de başlatmana izin verir, ama yüksek olasılıkla işlemeyi hemen iptal etmek zorunda kalırsın. Önerilen: en az 20 görüntü, keskin, ardışık çekimler arasında belirgin örtüşmeyle, hepsi konuya yaklaşık aynı mesafede. Başlamadan önce zaman bütçene uyan bir önayar seç — 30 görüntü ve Quick önayar ile birkaç dakikada bitirirsin, Quality ile daha çok 1–2 saat sürer.

Z2 — İşleme (SfM + Eğitim)



Şekil 36: Z2 SfM fazı — büyük dairede %41 ile Aşama simgesi „Structure from Motion“, „SfM %25“ durum çubuğu üstte, sağ altta Cancel düğmesi

SfM fazı (Kameralar hizalanır): Büyük ilerleme dairesi alt aşama ilerlemesini gösterir (burada çalışan Apple Photogrammetry oturumunun %41'i). Üst solda durum metni „Aligning cameras...“. Ekmek kırıntısı aktif aşama olarak „Cameras“ı işaretler. Üst durum çubuğu pipeline genel ilerlemesini gösterir (%25) — SfM çubuğun ilk yarısını kaplar. Arka plandaki yüzen wireframe kameralar pozların tahmin edildiğini ima eder.



Şekil 37: Z2 eğitim fazı — %6 ile Aşama simgesi „Training Gaussians“, üstte canlı metrikler (Training: 400/5000 — Loss: 0.1642 — 138.7 it/s), ETA 33s, altta Pause/Cancel

Eğitim fazı (Gaussian'lar optimize edilir): Alt aşama simgesi „Training Gaussians“a geçer, yüzde seçilen önyardan iterasyonları sayar (burada Preview önyarı için 400 / 5 000 = aşamanın %8'i). Canlı metrik satırı Loss değerini (0.1642), saniye başına iterasyonu (138.7 it/s) ve ETA'yı (33 sn) gösterir. Pipeline genel ilerlemesi bu faz sırasında

%50'den %100'e tırmanır. Pause düğmesi (SfM fazında Cancel-Only yerine) sonradan Resume'a izin verir; Cancel eğitim sonucunu atar ve Z1'e geri döner.

Pipeline çalışır çalışmaz uygulama içe aktarma bindirmesini gizler ve tam alanlı bir işleme ekranı gösterir. Ortada büyük bir ilerleme dairesi (220 × 220 piksel) aşama simgesi, durum metni ve yüzde sayısıyla çalışır; arka planda mütevazı bir splat animasyonu çalışan hesaplamayı sembolik olarak görselleştirir. Üst solda eğitim ve SfM'den canlı metrikleri gösteren bir bilgi paneli gösterilebilir. Altta Pause/Resume, Cancel ve hata durumunda bir Retry düğmesi vardır.

C-18 SplatTrainingView (Arka plan animasyonu)

NEREDE

İlerleme dairesinin arkasında tam alanlı arka plan, iptalde veya hatada gizlenir.

TEKNİK

Pipeline ilerlemesine (0...1) göre artan sayıda küçük animasyonlu splat parçacığı render eden dekoratif animasyon. Kaynak SfM fazlarını 0–0.2'ye ve eğitimi 0.2–1.0'a eşleyen hesaplanan bir ilerleme değeridir (Frame-Quality 0–0.05'e). Böylece splat'lar eğitim çalışırken gözle görülür biçimde „oluşur“. Yalnızca dekoratif — gösterim mevcut eğitimin gerçek ara sonuçlarını göstermez (bu Expert modundaki Canlı Önizleme olurdu). İptal veya başarısızlıkta gizlenir ve yalnızca durum dairesi görünür kalır.

KISACA

Arka planda hesaplama sırasında ekranın boş görünmemesi için dans eden noktardan küçük bir animasyon çalışır. Bu senin gerçek 3D modelin değil — onu Z3 adımında ancak eğitimden sonra görürsün. Ama animasyon aynı tonalitedir, böylece kabaca yoğunlaşma derecesinden eğitimin ne kadar ilerlediğini okuyabilirsin. Başlangıçta yalnızca birkaç nokta görünür, sona doğru arka plan belirgin biçimde daha yoğun dolar — daire içindeki yüzde gösterimine ek olarak hoş bir görsel gösterge. Animasyon seni rahatsız ediyorsa (ör. arka planda yanında çalışmak istediğin için), onun düştüğü Expert moda geçebilirsin.

C-19 Büyük ilerleme dairesi**NEREDE**

İşleme ekranının ortasında, 220 × 220 piksel.

TEKNİK

Üst üste render edilen iki halka: dışta sönük bir track halkası, içte vurgu veya kırmızı stroke ile dolu bir ilerleme halkası (hatada kırmızı). Daire içinde bir aşama simgesi (Eğitim için beyin, SfM için kamera, video kare çıkarma için film, Frame-Quality için sparkles), aşama başlığı ve 32 puntoluk yuvarlatılmış yazı tipinde canlı animasyonlu yüzde sayısı. İşleme aktif olduğu sürece simge nazikçe titrer. Gösterim 30 Hz zamanlayıcıda mevcut gerçek ilerlemeye doğru yumuşakça enterpole eder — sabit sürünme (kare başına 0.0003) artı orantısal pay (boşluğun %4'ü) ve bir sonraki beklenen kilometre taşının %80'ini hedefleyen yumuşak bir tavanla (SfM için sert kodlanmış kilometre taşı tablosundan). Böylece gerçek SfM güncellemeleri yalnızca her birkaç saniyede bir gelse bile ilerleme akıcı görünür.

KISACA

Ortadaki büyük daire uygulama hesaplarırken ana göstergendir. Gerçek hesaplama güncellemeleri yalnızca her birkaç saniyede bir gelse bile yumuşakça dolar — bu sana dakikalarca dondurulmuş bir yüzdeye bakmak yerine bir şeyler olduğu hissini verir. Ortadaki sembol şu anda karelerin çıkarılıp çıkarılmadığına (film simgesi), kameraların hizalanıp hizalanmadığına (kamera simgesi) veya Gaussian'ların eğitilip eğitilmediğine (beyin simgesi) göre değişir. Yüzde sayısı mevcut alt adıma atıfta bulunur — genel pipeline'ı en üstteki dar çubukta görürsün. Bir hata durumunda halka mavi yerine kırmızı renge döner ve simge artık titremez, böylece bir şeyin yanlış gittiğini hemen anlarsın.

C-22 Info düğmesi (Metrikleri göster)**NEREDE**

İşleme ekranının üst solunda, 32 × 32 piksel.

TEKNİK

Materyal arka planlı sade düğme. Bilgi panelini açar veya kapatır. Simge etkinse Info-Circle-Outline ile Info-Circle-Filled arasında değişir. Yumuşak görünüm animasyonu. Tooltip'te „Show detailed processing metrics“.

KISACA

Standart olarak ekran bilinçli olarak düzenlidir — yalnızca büyük ilerleme dairesi, ilk başta daha fazlasını görmezsin. Teknik olarak ilgili bir kullanıcı olarak ne olduğunu daha ayrıntılı bilmek istiyorsan (hangi iterasyon, kayıp ne kadar yüksek, kaç Gaussian), üst soldaki i simgesine tıkla. Altta küçük bir panel açılır ve tüm canlı değerleri gösterir. Yeniden bir tıklama yine gizler. Ayar kalıcı değildir — her yeni eğitim çalıştırmasında panel ilk başta yine gizlidir, bu, başlangıç kullanıcılarını korkutmamak için bilinçli olarak öyledir.

C-23 Info paneli (Canlı metrikler)**NEREDE**

İşleme ekranının sol altında, yalnızca `showProcessingInfo == true` ise görünür.

TEKNİK

Ultra ince materyal arka planlı iki sütunlu panel. Sol sütun: aşamaya özgü bilgi satırları — SfM için durum metni ve yüzde; Training için iterasyon, kombine kayıp, L1 kaybı, D-SSIM kaybı, Gaussian sayısı (turuncu renkli), hız (it/s), geçen süre, hesaplanan ETA, SH derecesi ve öğrenme hızı. Sağ sütun: durum metni, zaman bilgisi dizesi, satır içi kayıp grafiği (bkz. C-28) ve bir keşfedilebilirlik dürtmesi (bkz. C-32). Tüm değerler her eğitim tikinde güncellenen eğitim durumundan okunur.

KISACA

Info paneli Expert modunda sürekli Inspector kenar çubuğunda duracak olan tüm canlı değerleri gösterir: mevcut iterasyon, kayıp değeri (daha küçük = daha iyi), Gaussian sayısı, hız, tahmini kalan süre, SH derecesi ve öğrenme hızı. Sağda ek olarak eğitimin doğru yönde gittiğini bir bakışta söyleyen küçük bir kayıp eğrisi çalışır. Eğitim ağır görünüyorsa, buraya bir bakış yardımcı olur — artık düşmeyen bir Loss veya artık azalmayan bir ETA sorunlara işaret eder. Loss patlarsa (aniden devasa olursa) veya NaN gösterirse, eğitim istikrarsız hale gelmiştir ve Cancel + Retry veya başka bir önayara geçiş anlamlıdır.

C-25 Pause/Resume düğmesi**NEREDE**

Altteki gezinme çubuğu, yalnızca eğitim aşaması sırasında (SfM SIRASINDA DEĞİL) ve işleme çalıştığı sürece görünür.

TEKNİK

Çerçeveledi düğme. Duruma göre Pause veya Resume çağırır. Etiket „Pause“ (Pause simgesiyle) ile „Resume“ (Play simgesi) arasında değişir. SfM adımı sırasında düğme gösterilmez, çünkü Apple Photogrammetry'nin Pause semantiği yoktur. Pause durumu iterasyon, Gaussian durumunu ve optimizasyon momentumunu tamamen korur — Resume tam olarak daha önce durdurulduğu yerden devam eder.

KISACA

Eğitim çalışırken istediğin zaman durdurabilir ve sonradan sürdürebilirsin. Bu arada Mac'te çok GPU gerektiren başka bir şey yapmak istediğinde anlamlıdır — örneğin video düzenleme, oyun testi veya başka bir uygulamadan bir render dışı aktarması. Pause'a tıkla, işini yap, Resume'a tıkla, eğitim tam olarak nerede kaldıysa oradan devam eder. İterasyon sayacı, Gaussian sayısı ve optimizasyon momentumunu tamamen korunur, Pause durumu kaliteye mal olmaz. SfM fazı sırasında Pause kullanılmaz — Apple Photogrammetry'nin durdurma işlevi yoktur, orada acil durumda Cancel ile çalışmak zorundasın.

C-26 Cancel düğmesi**NEREDE**

Altteki gezinme çubuğu, işleme (SfM veya eğitim) çalıştığı sırada görünür.

TEKNİK

Kırmızı çerçeveli düğme. Başlık „Stop and discard progress?“, düğmeler „Discard Progress“ (yıkıcı) ve „Keep Running“ (Cancel) olan bir onay diyalogu açar. Onayda Cancel bayrağı ayarlanır, eğitim görevi sonlandırılır, gerekirse SfM alt süreci sonlandırılır ve JSONL günlüğüne iptal durumlu bir özet satırı yazılır. Pause'un aksine eğitim buffer'ları ve durumu atılır.

KISACA

İptal düğmesi. Pause'un aksine kesindir — bundan sonra yeniden başlatmak istersen, işleme baştan çalışır, zaten eğitilmiş tüm iterasyonlar kayıptır. Önyarda hata yaptıysan, eğitim çok yavaş çalışıyorsa veya uygulama açıkça çöp sonuçlar üretiyor ve beklemek istemiyorsan anlamlıdır. Gerçek iptalden önce uygulama bir onay diyalogu üzerinden tekrar sorar, böylece yanlışlıkla saatlerce hesaplama süresini kaybetmezsin. Yalnızca kısa süreliğine durdurmak istiyorsan, daha çok Pause al.

C-27 Retry düğmesi**NEREDE**

Altteki gezinme çubuğu, pipeline başarısız olduğunda görünür (SfM durumu „SfM failed“ ile başlar veya eğitim hata durumunda).

TEKNİK

Vurgu düğmesi. Tüm pipeline'ı yeniden başlatır. Başlatmadan önce hâlâ içe aktarılan görüntüler/videolar olup olmadığı kontrol edilir. Önceki hata günlükleri JSONL dizininde korunur; yeni bir çalıştırma mevcut zaman damgalı yeni bir günlük dosyası yazar.

KISACA

SfM veya eğitim bir hata mesajıyla iptal ederse, burada yeniden deneyebilirsin. Birçok adımda (RANSAC, Densification) rastgele bileşenler olduğu için bazen yardımcı olur ve ilk denemenin başarısız olduğu yerde ikinci deneme başarılı olabilir. Tüm pipeline sonra yeniden baştan, taze bir JSONL günlük dosyasında çalışır. İkinci deneme de başarısız olursa, çoğunlukla giriş görüntüleri sorundur (çok az, çok az örtüşme, hareket bulanıklığı, kötü ışık); o zaman Back ile geri dön ve materyali değiştir. İpucu: paralel olarak eğitim günlüklerine bak (Help → Open Training Logs), orada hangi noktada somut olarak takıldığı daha ayrıntılı yazar.

C-28 Inline Loss grafiği**NEREDE**

Info panelinde, sağ sütun, yalnızca eğitim sırasında boş olmayan geçmiş öyküsüyle görünür.

TEKNİK

Kompakt çizim alanı (40 piksel yüksekliğinde), Loss geçmişini vurgu renginde 1 piksel çizgi olarak çizer. Veriler sonlu değerlere filtrelenir (istikrarsız eğitimler için NaN koruması). Min/Max tüm geçmişe göre hesaplanır — grafik yani değer aralığına otomatik yakınlaştırılır. Son Loss değeri grafiğin sağ üstünde durur. Geçmişin kendisi her eğitim tikinde uygulama durumunda oluşturulur (tipik olarak her 100 iterasyonda).

KISACA

Küçük bir Loss eğrisi, eğitimin „yakınsadığını“ (çizgi sağa düşer) veya takıldığını veya patladığını (çizgi düz veya yükselir) bir bakışta gösterir. Sağlıklı bir eğitimde çizgi başlangıçta dik düşer ve sonra düzleşir — bu beklenen seyirdir, yarıya bölme eğrisine benzer. Grafik otomatik olarak mevcut değer aralığına yakınlaştırılır, böylece eğitim sonundaki küçük iyileşmeler de görünür kalır. Çizgi aniden yukarı fırlarsa veya donarsa, bu bir şeylerin ters gittiğine dair iyi bir sinyaldir — ya materyal sorunludur ya da başka bir önayar daha uygun olurdu. Grafiği üst solda i simgesiyle açtığın Info panelinde bulursun.

C-32 Keşfedilebilirlik dürtmesi (Expert mod ipucu)**NEREDE**

Info panelinde, sağ sütunun altında, yalnızca eğitim sırasında VE Başlangıç modunda görünür.

TEKNİK

Göz simgesi ve Caption metni „Switch to Expert Mode (⌘2) for live splat preview“ ile küçük satır, geride duran tonlama ve 10 puntoluk yazı tipi. Etkileşimli öge değil, yalnızca ipucu. Tıklamaya tepki vermez — kullanıcının gerçekten Cmd+2 basması ya da Mode → Expert Mode menüsüne tıklaması gerekir.

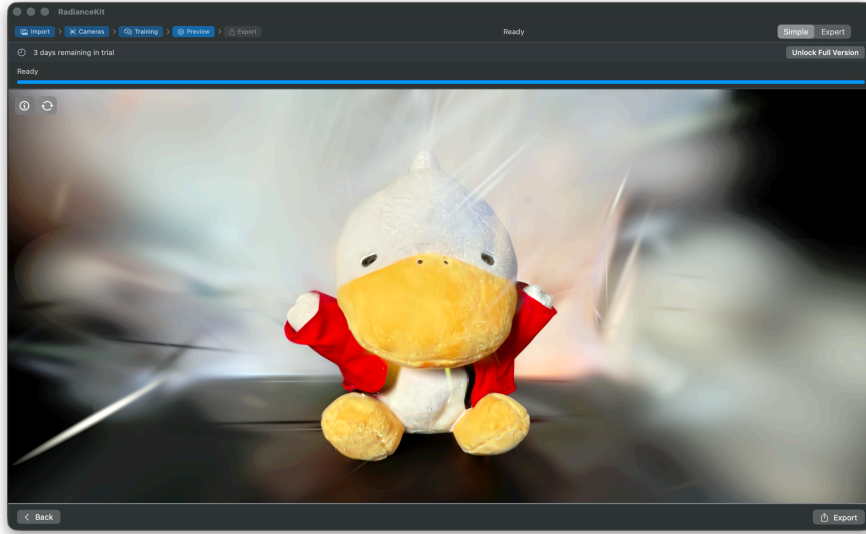
KISACA

Expert modunda eğitim sırasında 3D modelinin mevcut ara sürümünün canlı olarak görüntüleyicide görünür olduğuna dair mütevazı bir ipucu. Başlangıç modunda yüzeyi sakın tutmak için bilinçli olarak gizlenir — ama birçok kullanıcı bu işlevin olduğunu bilmez, bu yüzden burada nazikçe işaret ederiz. Cmd+2'ye bas ve eğitim arka planda çalışmaya devam ederken modelinin gözünün önünde nasıl bir araya geldiğini izleyebilirsin. Bu, sonucun ne olacağını birkaç bin iterasyondan sonra zaten değerlendirmek veya iptal edip yeniden başlamayı tercih etmek için de iyi bir araçtır. Cmd+1 seni istediğin zaman Başlangıç görünümüne geri getirir.

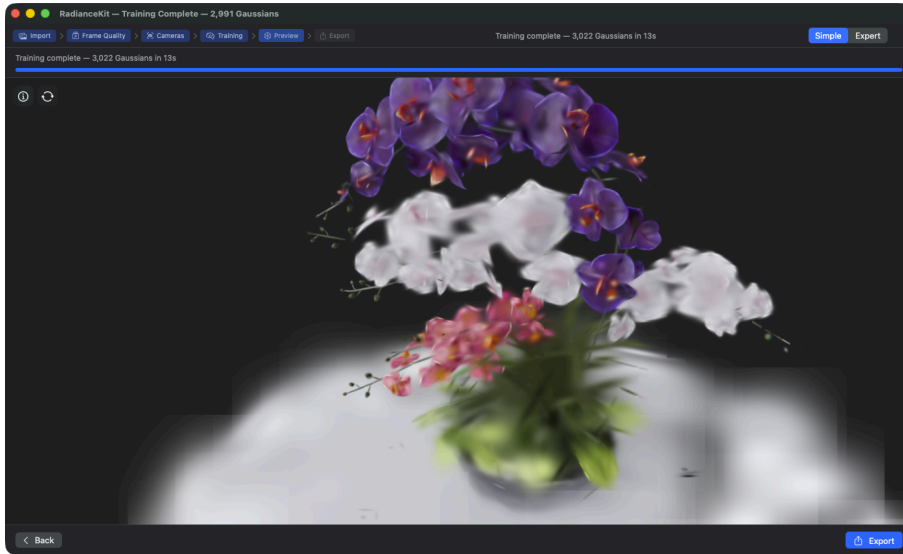
Bir sonraki aşamaya ne zaman?

Uygulama, eğitim başarıyla tamamlandığında otomatik olarak Z3'e (önizleme) geçer — bir şey tıklaman gerekmez. Alttaki gezinme çubuğu sonra Pause/Cancel'dan Back düğmesine (içe aktarmaya geri) ve Export düğmesine (dışa aktarmaya ileri) geçer. Hata durumunda (kırmızı hata mesajı, aşama simgesi X) bunun yerine Retry görünür ve yenisinden başlatıp başlatmayacağına ya da görüntü materyalini değiştirmek için Back ile içe aktarmaya geri dönüp dönmeyeceğine karar vermelisin.

Z3 — Önizleme (3D modeli döndür)



Şekil 38: 3D görüntüleyicili Simple modu önizleme adımı



Şekil 39: Eğitim tamamlandıktan sonra Z3 önizleme — yeniden yapılandırılmış Blender çiçek demeti, başlık „Training complete — 3,022 Gaussians in 13s“ gösterir, altta Back ve Export düğmeleri

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Ekmek kırıntısı aktif aşama olarak „Preview“i işaretler. Tam alanlı 3D görüntüleyici eğitilmiş çiçek demeti sahnesini render eder (sentetik Blender test seti, 960 yarımküresel cam'den 60 kare alt küme). Başlık durum çubuğu: „Training complete — 3 022 Gaussians in 13 s“ — son Gaussian sayısını ve eğitim süresini verir. Görüntüleyicide sürüklemeye kamerayı döndürür (Yaw/Pitch); kaydırma tekerleği bakış yönünde yakınlaştırır. „Back“ düğmesi (sol altta) Resume veya yeniden çalıştırma için Z2'ye döner; „Export“ düğmesi (sağ altta, birincil) Z4'e devam eder.

Eğitim tamamlandıktan sonra uygulama otomatik olarak önizlemeye düşer. Burada bitmiş Gaussian Splatting modelini tam ekran Metal görünümünde görür ve fareyle ve trackpad ile döndürür, yakınlaştırır ve kaydırırsın. Görüntüleyicinin üstünde kamera kontrolü ve bilgi ile küçük bir bindirme bulunur — otomatik döndürme, eğitim istatistiği, sıfırlama düğmesi. Bir sonraki adıma (Dışa aktarma) geçmeden önce, yeniden yapılandırmanın temiz olduğundan emin olmak için modeli farklı açılardan kontrol etmek mantıklıdır.

C-36 SplatViewportView (3D ana görünüm)

NEREDE

Önizleme adımının tam ekran arka planı.

TEKNİK

Bitmiş nokta bulutunu render eden Metal tabanlı 3D görüntüleyici. Render'cı, RadianceKit'in KENDİ ForwardPass rasterizer'ıdır — eğitim sırasında splat'ları zaten render eden aynı render'cı — bu yüzden gerçek WYSIWYG'dir (eğitilen şey aynen gösterilir ve dışa aktarılır). Order-Independent Transparency ile karo tabanlı render pipeline'ı. Render'cı başlatılmazsa (ör. Metal sistemde mevcut olmadığı için), bunun yerine „Metal not available“ metniyle siyah bir arka plan görünür. Görünüm güvenli alanı yok sayar, böylece model pencere kenarına kadar uzanır.

KISACA

Ana görüntüleyici. Burada fotoğraflarından yeniden yapılandırılmış 3D modelini görürsün, GPU'da gerçek zamanlı render edilir. Döndürmek için sol fare düğmesiyle tıkla ve sürükle. Yakınlaştırmak için kaydırma tekerleği veya iki parmaklı trackpad hareketi. Kaydırmak için sağ fare düğmesi veya Cmd+sürüklemeye. Model sahneni fotorealistik olarak yeniden yapılandıran on binlerce yarı saydam 3D elipsoidden („Gaussian'lar“) oluşur — her birinin eğitimin öğrendiği bir konumu, yönelimi, biçimi ve rengi vardır. Mac'inin Metal desteklemediği nadir durumda, bunun yerine bir uyarı mesajıyla siyah bir arka plan görürsün — RadianceKit kesinlikle Metal yetenekli bir GPU'ya ihtiyaç duyar.

C-37 CameraControlsOverlay (Kontrol bindirmesi)

NEREDE

Görüntüleyicinin üstünde yüzen.

TEKNİK

Otomatik döndürme (Turntable), Reset Camera, arka plan seçimi (Gri/Siyah/Beyaz), Save Screenshot, Toggle Info Panel için düğmelerle kompakt UI bindirmesi. Kamera parametrelerine (mesafe, azimut, yükseklik, hedef, FOV) bağlanır ve Auto-Turntable'ı kontrol eder. Eğitim sırasında (kullanıcı Expert modunda görüntüleyicinin birlikte çalıştığını görmek istediğinde) bindirme ek olarak kompakt bir eğitim durumu satırı gösterir.

KISACA

Modelin üstünde küçük yüzen çubuk. Burada otomatik döndürmeyi başlatırsın (model kendiliğinden döner, ekran görüntüleri ve kısa demolar için iyi), kamerayı (kaybolduysan) başlangıç konumuna sıfırlarsın, arka planı değiştirirsin (nötr için gri, maksimum kontrast için siyah, açık modeller için beyaz) ve doğrudan /Pictures altında kaydedilen ekran görüntüleri çekersin. Tüm modeli dışa aktarmak zorunda kalmadan belirli bir detayı belirli bir açıdan göstermek istediğinde pratiktir. Otomatik döndürme, modelin her taraftan eşit derecede iyi görünüp görünmediğini veya eksik çekimlerden kaynaklanan bir „pis taraf“ olup olmadığını test etmek için de iyi bir testtir.

C-38 Export düğmesi (gezinme çubuğu)

NEREDE

Z3'te altta gezinme çubuğu.

TEKNİK

„Export“ etiketli ve paylaşım simgeli vurgu düğmesi. Tıklama Z4'e geçişi tetikler. Önceden ana görünüm tam sürümün etkinleştirilip etkinleştirilmediğini kontrol eder — değilse, dışa aktarma aşaması yerine kilit görünümü gösterilir (bkz. U-06).

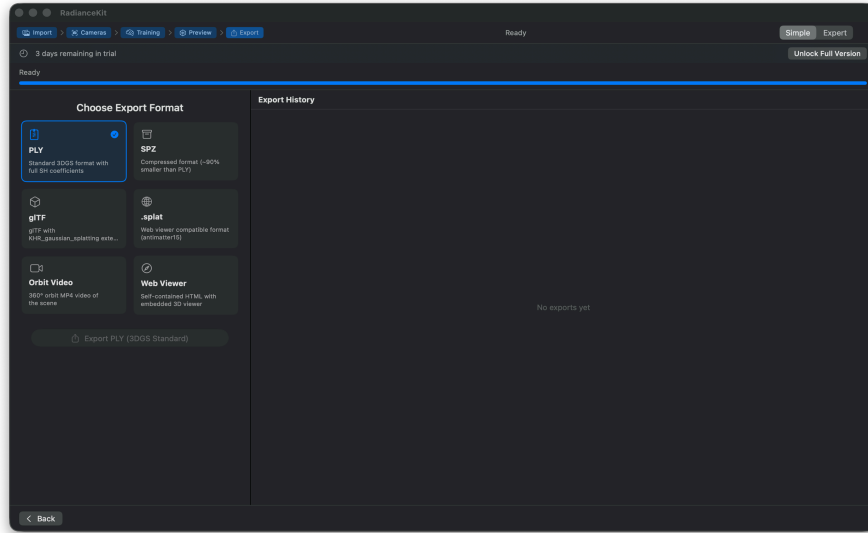
KISACA

Sonuçtan memnunsan, Export'a tıkla ve son adıma düşersin, burada biçimi seçer ve kaydedersin. Satın alınmamış tam sürüm olmadan, bunun yerine kilit açma ipucu ve satın alma düğmesiyle bir ekran kilidine düşersin — uygulama sana zorla tam sürümü itmek istemez, ama dışa aktarma premium özelliklerden biridir. Satın almayı tamamlar tamamalmaz uygulama doğrudan etkinleştirilmiş durumda çalışmaya devam eder ve alışılmış dışa aktarma aşamasına düşersin. Yine de fikrini değiştirirsen, Back düğmesi üzerinden önizlemeye geri gelir ve modeli döndürmeye devam edebilirsin.

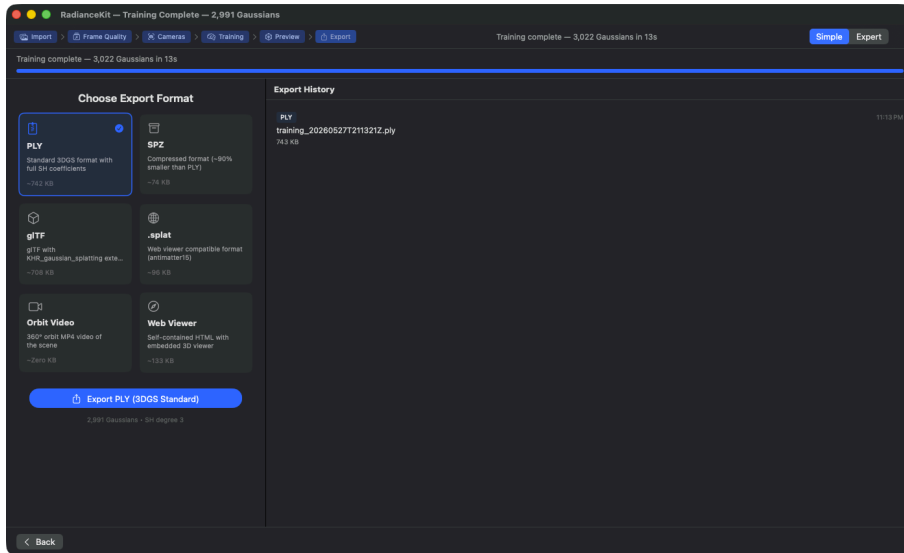
Bir sonraki aşamaya ne zaman?

Dışa aktarmadan önce modeli bir kez tamamen döndür ve kontrol et: Giriş görüntülerinde kapsadığın tüm alanlar var mı? Yüzen „floater“lar (havada serbest yüzen Gauss splat bulutları) var mı? Arka plan/gök temiz mi yoksa lekeli mi görünüyor? Ciddi sorunlar yalnızca yeniden eğitimle düzeltilebilir — ya daha fazla görüntüyle, başka önayarla veya Expert modunda Floater Reduction ayarlarıyla.

Z4 — Dışa Aktarma (Biçim seç ve kaydet)



Şekil 40: Biçim kartlarıyla Simple modu dışa aktarma adımı



Şekil 41: Z4 dışa aktarma kartları — 6 biçim (PLY 742 KB seçili, SPZ 74 KB, glTF 708 KB, .splat 96 KB, Orbit Video, Web Viewer 133 KB), sağda zaten dışa aktarılmış PLY ile dışa aktarma geçmiş kenar çubuğu

RESİMDE NE GÖRÜNDÜĞÜ Ekmek kırıntısı aktif aşama olarak „Export“u işaretler. Sol kart ızgarası „Choose Export Format“ altı seçenikle: PLY (standart 3DGS, tam SH katsayılarıyla 742 KB — burada mavi onayla önceden seçili), SPZ (sıkıştırılmış 3DGS biçimi, PLY'den ~%90 daha küçük, 74 KB), glTF (KHR_gaussian_splatting uzantısıyla, 708 KB), .splat (antimatter15 üzerinden web görüntüleyici uyumlu, 96 KB), Orbit Video (sahnenin 360° MP4'ü, canlı boyut hesabı), Web Viewer (gömülü 3D görüntüleyiciyle bağımsız HTML, 133 KB). Boyut bilgileri mevcut Gaussian sayısı ve biçim ek yükünden canlı hesaplanır. Sağda „Export History“ zaten tamamlanmış dışa aktarmaları biçim hapı, dosya adı ve zaman damgasıyla listeler — tıklama Finder'da gösterir. Sol altta birincil CTA: „Export PLY (3DGS Standard)“ Gaussian alt başlığı „2,991 Gaussians · SH degree 3“ ile.

Son adımda 6 dışa aktarma biçiminden (PLY, SPZ, glTF, .splat, Orbit Video, Web Viewer) 2 sütunlu kart ızgarası ile seçersin, Export'a tıklarsın ve macOS diyalogunda kayıt konumu seçersin. Sağda tüm önceki dışa aktarmaların geçmişi çalışır — kart seçiminde her kartın altında hemen tahmini dosya boyutu gösterilir, böylece örneğin web'e gitmek istiyorsan SPZ'yi (küçük) tercih edersin ve başka bir yazılıma (SuperSplat, Postshot, Blender eklentisi aracılığıyla) içe aktarmak istiyorsan PLY (büyük ve eksiksiz).

C-39 2 sütunlu biçim ızgarası

NEREDE

Dışa aktarma adımının sol ana sayfası.

TEKNİK

İki esnek sütunla ve 12 punto aralıkla kart ızgarası. Başlangıç modunda sunulan biçimleri yineler — yalnızca 6 en önemli biçimi içeren tüm biçim listesinin filtrelenmiş bir alt kümesi: PLY, SPZ, glTF, .splat, Orbit Video, Web Viewer. Compressed-PLY ve SOG YALNIZCA Expert modunda sunulur.

KISACA

Başlangıç modunda ilgili 6 biçimle bir kart ızgarası: PLY (diğer 3D araçları için standart biçim), SPZ (web için sıkıştırılmış varyant), glTF (resmi Web3D standardı), .splat (antimatter15 web görüntüleyicisi için), Orbit Video (göstermek için hazır MP4) ve Web Viewer (gömülü 3D oynatıcı-ly bağımsız HTML dosyası). Böylece kullanım durumlarının %90'ını kapsarsın. Daha az yaygın biçimlerden birine ihtiyacın varsa (aşırı sıkıştırma için Compressed-PLY veya SOG), Expert moda geç, orada 8 biçimin tümü kullanılabilir. Buradaki kompakt seçim, başlangıç kullanıcılarının çeşitlilikten bunalmasından kaçınmak için bilinçlidir.

C-40 Biçim kartı düğmesi

NEREDE

Izgaradaki her kart.

TEKNİK

Kart düzeniyle sade düğme: üstte simge (ör. PLY için belge fermuarı, SPZ için arşiv kutusu, Orbit Video için video simgesi), Headline olarak biçim adı, açıklama Caption (2 satır kırpılmış), altında tahmini dosya boyutu (biçim, Gaussian sayısı ve SH derecesinden canlı hesaplanmış ve KB/MB olarak biçimlendirilmiş). Tıklamada biçim seçilir. Seçilen kart vurgu arka planı, vurgu kenarlığı ve sağ üstte onay simgesi alır. Tooltip biçim açıklamasıdır.

KISACA

Biçim başına bir kart. Birine tıkla, vurgu rengi ve onay işaretiyle vurgulanır ve altındaki Export düğmesi metnini ona göre ayarlar („Export PLY“, „Export SPZ“ vb.). Her kart uygun bir sembol, ad, iki satırlı kısa bir açıklama ve mevcut eğitim sonucundaki tahmini dosya boyutunu gösterir. Boyut anlamlı seçim yapma yardımcı olur — sonucu e-postayla göndermek istiyorsan en küçük varyantı al (çoğunlukla SPZ veya .splat); başka bir 3D yazılımında çalışmaya devam etmek istiyorsan en iyi uyumlulukla olanı al (tipik olarak PLY). Bir kartın üzerine geldiğinde, biçimler arasındaki farklar belirsiz görünüyorsa, tooltip daha ayrıntılı bir açıklama gösterir.

C-41 Video Duration kaydırıcı

NEREDE

Biçim izgarasının altında, yalnızca bir video biçimi (Orbit Video veya Social Video) seçildiğinde görünür.

TEKNİK

3–30 saniye arası 1 saniye adımlarında kaydırıcı, uygulama durumundaki video uzunluğuna bağlanır. Maksimum genişlik 300 piksel. Yalnızca bir video biçimi seçildiğinde gösterilir. Video olmayan biçimlerde kaydırıcı görünümünden tamamen kaldırılır — ölü alan yok.

KISACA

Bir Orbit Video dışa aktarması seçersen, burada uzunluğu belirleyebilirsin. 3 saniye = çok hızlı dönüş, 30 saniye = modelin etrafında yavaş, sakın dönüş. Sosyal medya reels'i (Instagram, TikTok) için çoğunlukla 6–10 saniye idealdir — modeli göstermek için yeterince uzun, izleyicilerin atlamayacak kadar kısa. Sunumlarda veya portfolyo videolarında rahatlıkla 15–20 saniye alabilirsin. Kaydırıcı yalnızca bir video biçimi seçildiğinde belirir; PLY veya SPZ gibi dosya biçimlerinde anlamsız olurdu ve gizlenir.

C-42 Export düğmesi

NEREDE

Biçim ızgarasının altında (ve video seçilmişse Duration kaydırıcısının altında).

TEKNİK

Büyük vurgu düğmesi. Etiket: „Export {Biçim adı}“, paylaşım simgesi. Tıklamada biçime uygun uzantı ve varsayılan dosya adı „scene.{ext}“ ile macOS kaydet diyalogu açılır; onayda dışa aktarma seçilen URL'ye yazılır. Eğitim sonucu yoksa veya bir dışa aktarma zaten çalışıyorsa devre dışıdır.

KISACA

Tıkla, macOS diyalogunda kayıt konumunu seç, hazır — uygulama dosyayı seçilen biçimde seçilen yere yazar. Varsayılan ad „scene.{uzantı}“dır (ör. „scene.ply“ veya „scene.spz“), bunu kaydetmeden önce diyalogda istediğin gibi değiştirebilirsin. Henüz bir eğitim sonucu yoksa (burada hiç olmamalı, aksi takdirde dışa aktarma adımında olmazdın) veya başka bir dışa aktarma zaten çalışıyorsa düğme gridir. Dışa aktarma çalışır çalışmaz altında bir ilerleme göstergesi görünür; uygulama kullanılabilir kalır, yani zaten bir sonraki dışa aktarmayı hazırlayabilirsin.

C-43 Export ilerleme çubuğu

NEREDE

Export düğmesinin altında, yalnızca bir dışa aktarma çalışıyorsa görünür.

TEKNİK

Maksimum genişliği 300 piksel olan ilerleme göstergesi, altında Caption „Exporting... N %“. Değer 0'dan 1'e gider ve yazma sırasında güncellenir — PLY'de 10 000 Gaussian parçalarında, SPZ'de kuantizasyondan sonra bir kez, Orbit Video'da kare aralıklarında.

KISACA

Dışa aktarma çalışırken burada ilerlemeyi dar bir çubuk artı yüzde gösterimi olarak görürsün. PLY çoğunlukla saniyeler içinde biter, çünkü dosya basitçe ikili olarak yazılır. SPZ biraz daha uzun sürer, çünkü veriler bu sırada kuantize edilir ve sıkıştırılır. Orbit Video en zaman alıcı dışa aktarmadır — burada her tek kare yeniden render edilir; çözünürlüğe ve uzunluğa göre bu bir dakika veya daha uzun sürebilir. Dışa aktarma sırasında uygulama kullanılabilir kalır, yani zaten bir sonraki biçimi hazırlayabilir veya görüntüleyicide tıklamaya devam edebilirsin.

C-44 Export hata gösterimi

NEREDE

İlerleme çubuğunun altında, yalnızca son dışa aktarmada bir hata oluştuğunda görünür.

TEKNİK

Uyarı simgesi ve hata metniyle kırmızı satır. Kırmızı %8 arka plan opaklığı, yuvarlatılmış köşeler. Maksimum genişlik 400 piksel. Sık hata nedenleri: SOG sistem PATH'inde `cwebp` bekler (App Store uyumlu değil); dolu disk alanında yazma hatası; izin verilen alan dışındaki kayıt hedeflerinde sandbox hatası.

KISACA

Dışa aktarma ters giderse, burada kırmızı renkte sorunun kısa düz metin açıklaması görünür. Çoğunlukla neden bellidir — diskte yer yok, hedef klasör için yazma izni yok veya sandbox-izimli alanlar dışında bir hedef. Özellikle SOG biçiminde sistemde `cwebp` 'nin eksik olduğu görülür; bu durumda SOG kullanılmaz ve SPZ'ye geçmek zorundasın. Hata mesajı belirsizse, günlük dizinine bak (Help → Open Training Logs), orada neyin ters gittiği daha ayrıntılı yazılır. Şüphede başka bir kayıt konumu seçmek yardımcı olur — ör. masaüstü.

C-46 Export Geçmiş listesi

NEREDE

Dışa aktarma adımının sağ tarafı.

TEKNİK

Dışa aktarma geçmişi üzerinde liste (UserDefaults'ta JSON olarak kalıcı kayıtlı, her başarılı dışa aktarmadan sonra korunur). Her satır biçim rozeti (küçük, vurgu renkli), zaman damgası (HH:mm), dosya adı (1 satıra kırpılmış) ve biçimlendirilmiş dosya boyutunu gösterir. Bir satıra tıklama Finder'ı seçili dosyayla açar. Boş durum: „No exports yet“.

KISACA

Önceki dışa aktarmalarının bir listesi — biçim, saat, dosya adı, boyut, kronolojik sırada. Bir satıra tıkla ve dosya Finder'da vurgulanmış olarak gösterilir, klasörlerden kendin gezmek zorunda kalmadan. Bir saat sonra son dışa aktarmaya yeniden ihtiyacın olduğunda ve nereye kaydettiğini artık bilmediğinde pratiktir — geçmiş bunu hatırlar. Hiç bir şey dışa aktarmadıysan, burada „No exports yet“ diye dostça bir ipucu yazar. Liste, UserDefaults'ta saklandığı için uygulama yeniden başlatmalarından sağ çıkar.

C-48 Geçmiş bağlam menüsü (Sağ tıklama)

NEREDE

Bir geçmiş satırına sağ tıklama.

TEKNİK

Her liste girdisinde iki eylemli bağlam menüsü: „Reveal in Finder“ (Finder’ı seçili dosyayla açar, basit tıklama gibi) ve „Copy Path“ (tam dosya yolunu metin olarak panoya koyar). İkincisi, başka uygulamalara sürükleyip bırak veya komut satırına aktarım için yararlıdır.

KISACA

Bir geçmiş girdisine sağ tıklama iki eylemli küçük bir menü açar. „Reveal in Finder“ normal bir tıklamayla aynı şeyi yapar — seçili dosyayla Finder’ı açar, böylece onu hemen görürsün. „Copy Path“ tam dosya yolunu panoya koyar, böylece onu örneğin Terminal komutlarında, başka uygulamalarda veya bir nota yapıştırabilirsin. Özellikle dışa aktarmayı birine vermek istediğinde veya onu yol girişiyle çalışan başka bir programda açmak istediğinde pratiktir. İşlevsel olarak Mac tipik kullanım desenlerine dayanan küçük ama yardımcı bir detay.

İş akışı ne zaman tamamlanır?

Başarılı bir dışa aktarmadan sonra diskte dosya olarak 3D modelin vardır ve geçmiş yeni bir girdi gösterir. „Done“ düğmesi yoktur — yeniden eğitime gerek olmadan istediğin kadar dışa aktarmayı farklı biçimlerde ekleyebilirsin. Önizlemeye geri dönmek istersen (ör. bir kamera perspektifini yeniden kontrol etmek için), alt gezinme çubuğundaki Back düğmesini kullan. Tamamen yeni bir sahne başlatmak istersen, Back ile Z1’e gider ve orada Clear All kullanırsın ya da File → New Project (Cmd+⇧+N) kullanırsın.

Expert moduna geçiş

İstediğin zaman Cmd+2 bas ya da Mode → Expert Mode (M8) seç. Tüm durum korunur: içe aktarılan görüntüler, seçilen önayar, çalışan veya bitmiş eğitim, bitmiş nokta bulutu, dışa aktarma geçmişi, hatta mevcut aşama. Expert modunda dört adımlı aşama yerine ~150 kontrol alanının tamamıyla tam Inspector kenar çubuğu gösterilir. Özellikle: Project Navigator (bkz. Bölüm 2) gelişmiş görüntü işlemlerini (eksi düğmesi, Backspace silme, Cmd-Z geri alma, Quick Look önizleme), eğitim sırasında görüntüleyicide Canlı Önizleme ve tüm Loss, MCMC, Densification ve Mip-Splatting parametrelerini sunar. Cmd+1 Başlangıç moduna geri çevirir — bu da durum kaybetmez.

Sık sorular

Start Processing düğmem neden gri kalıyor?

Henüz görüntü veya video içe aktarmadın. Bırakma bölgesine en az bir dosya çek veya „Browse Files“ kullan. Sağdaki görüntü listesi en az bir girdi içerir içermez düğme etkin olur. (Yalnızca 1–2 görüntüde başlatır, ama SfM doğrudan hatayla iptal eder — kırmızı doğrulama banner'ına bak.)

Export düğmem neden kilitli?

Başlangıç modunda iki kademe vardır: (a) Eğitim pipeline'ı henüz bitmediyse ve yokken, düğme devre dışıdır — önce Z2'yi tamamlaman gerekir. (b) Tam sürümü henüz satın almadıysan (`PurchaseManager.hasAccess == false`), dışa aktarma aşaması yerine kilit simgeli ve „Unlock Full Version“ düğmeli bir kilit görünümü görürsün; bu, satın alma sheet'ini açar. Quick ve Preview önayarları eğitimi ücretsiz olarak izin verir, ama dışa aktarma Premium'dur.

Neden önayar seçemiyorum?

Seçebilirsin — ama satın alınmamış tam sürüm olmadan bir Premium önayara (Balanced, Quality, MCMC varyantları) dokunduğunda, seçici otomatik olarak Preview'a geri sıçrar ve satın alma sheet'i açılır. Quick ve Preview, ücretsiz kullanılabilir tek önayarlardır.

Görüntüleri içine çekmeme rağmen bırakma bölgem neden boş ve kesik gri?

Muhtemelen UTI türü uyumsuzluğu. Uygulama JPG, PNG, TIFF, HEIC, MP4, MOV artı uygulamaya özgü Splat biçimlerini kabul eder. Diğer görüntü biçimleri (BMP, GIF, WebP, RAW biçimleri) ALGILANMAZ. Görüntü tipinin dahil olması gerektiğinden eminsen, dosya adı uzantısını kontrol et — uygulama öncelikle uzantıya göre gider, dosya içeriğine göre değil.

Neden yalnızca 30 görüntüm olmasına rağmen SfM bu kadar uzun sürüyor?

Apple Photogrammetry doğrusal ölçeklenmez — bazı görüntü takımyıldızlarında (karmaşık dokulu iç mekânlar, hareket bulanıklığı, kötü ışık) görüntü sayısının ima ettiğinden belirgin biçimde daha uzun sürer. SfM 30 görüntüde 10+ dakika sonra hâlâ takılıyorsa, iptal et ve daha iyi materyalle tekrar dene ya da Expert moda geç ve COLMAP/Native-SfM'yi dene (`Cmd+2` → Inspector → Camera Alignment).

Eğitim günlüklerimi nerede bulurum?

Help → Open Training Logs (`Cmd+⇧+L`). Bu `~/Documents/RadianceKit/Logs/` açar. Her eğitim oturumu dosya adında zaman damgalı kendi JSONL dosyasını yazar — ilk satır yapılandırıcıdır, ardından her 100 iterasyonda bir ilerleme satırı gelir, son satır son kayıp ve başarı bayraklı özetir.



KÜNYE

*SF Pro ile dizildi · Kod SF Mono · Typst 0.14 · 22.
June 2026*

© 2026 Bjoern Kindler · Bischofshofener Str. 9, 82008 Unterhaching, Almanya

Made with ❤️ in Unterhaching