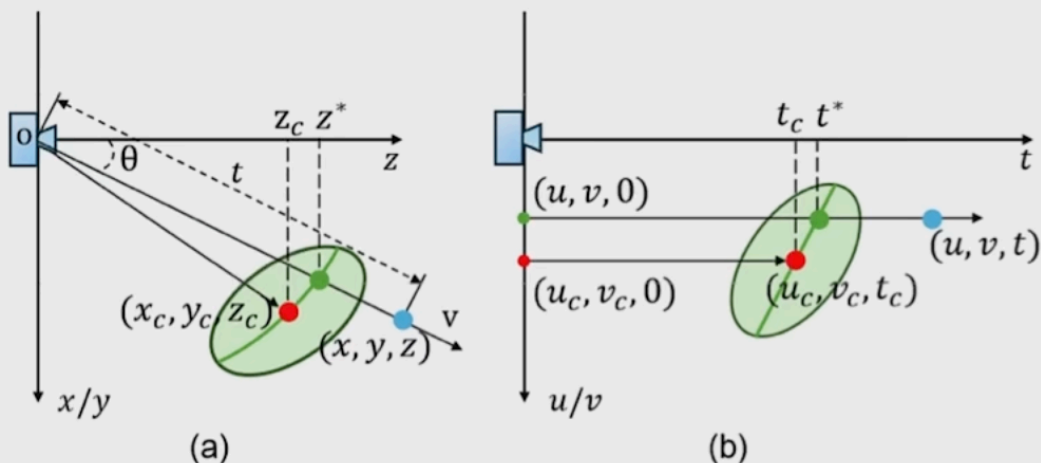


RaDe-GS

RaDe-GS: Rasterizing Depth in Gaussian Splatting

一、核心见解与创新点：



透射变换和仿射变换

在仿射变换中，GOF定义的交点形成一条直线，
以此计算法线、交点定义的深度

损失：同GOF

二、深度渲染：

光栅化表示：

$$d = z_c + p \begin{pmatrix} \Delta u \\ \Delta v \end{pmatrix},$$

(1) 透视投影下的交点

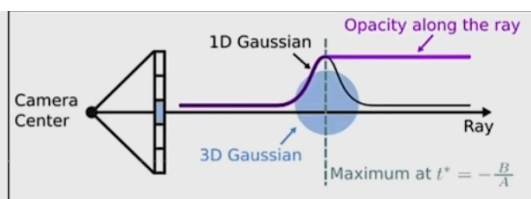
$$\mathbf{x} = \mathbf{o} + t\mathbf{v}.$$

视线和高斯椭球的交线上的分布是一维高斯

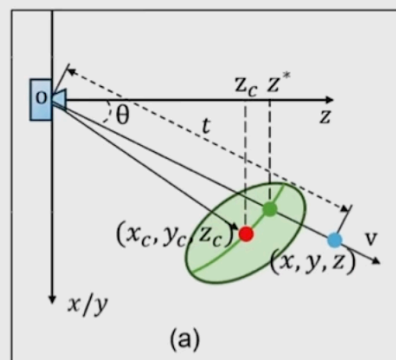
$$G^1(t) = e^{-(\mathbf{o} + t\mathbf{v} - \mathbf{x}_c)^\top \Sigma^{-1} (\mathbf{o} + t\mathbf{v} - \mathbf{x}_c)}.$$

一维高斯最大值作为交点定义，有闭式解

$$t^* = \frac{\mathbf{v}^\top \Sigma^{-1} (\mathbf{x}_c - \mathbf{o})}{\mathbf{v}^\top \Sigma^{-1} \mathbf{v}}.$$



GOF中由视线上的分布最大值定义交点



透视投影下 交点形成曲线

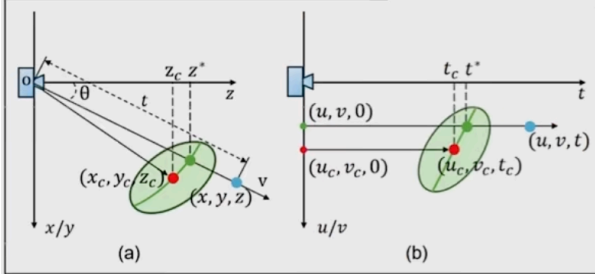
二、深度渲染：

(2) 仿射投影下的交点

① 透视投影到放射投影的转换：a->b

$$\mathbf{x} = (x, y, z)^T$$

$$G^1(t) = e^{-(\mathbf{o} + t\mathbf{v} - \mathbf{x}_c)^T \Sigma^{-1} (\mathbf{o} + t\mathbf{v} - \mathbf{x}_c)} \quad t^* = \frac{\mathbf{v}^T \Sigma^{-1} (\mathbf{x}_c - \mathbf{o})}{\mathbf{v}^T \Sigma^{-1} \mathbf{v}}$$



② 仿射投影中的交点

$$t = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\mathbf{v}' = (0, 0, 1)^T \quad \mathbf{u} = \mathbf{u}_o + t\mathbf{v}',$$

$$\mathbf{u}_o = (u, v, 0)^T$$

$$G^1(t) = e^{-(\mathbf{u}_o + t\mathbf{v}' - \mathbf{u}_c)^T \Sigma'^{-1} (\mathbf{u}_o + t\mathbf{v}' - \mathbf{u}_c)} \quad t^* = \frac{\mathbf{v}'^T \Sigma'^{-1} (\mathbf{u}_c - \mathbf{u}_o)}{\mathbf{v}'^T \Sigma'^{-1} \mathbf{v}'}$$

$$\hat{\mathbf{q}} = \frac{\mathbf{v}'^T \Sigma'^{-1}}{\mathbf{v}'^T \Sigma'^{-1} \mathbf{v}'}$$

RaDe-GS

RaDe-GS: Rasterizing Depth in Gaussian Splatting

arxiv6月3日 港理工

三、结果：

- 1、法向量计算高效，定义明确，光栅化效果好
- 2、这个法向量近似在射线方向附近，合理？

	Precision ↑	Recall ↑	F-score ↑
A. Mip-Splatting w/ TSDF	0.15	0.25	0.16
B. Mip-Splatting w/ GOF	0.40	0.33	0.36
C. Ours w/o GOF	0.37	0.45	0.39
D. Ours w/o normal consistency	0.41	0.35	0.37
E. Ours w/o decoupled appearance	0.49	0.39	0.43
F. Ours	0.54	0.42	0.46



	Outdoor Scene			Indoor scene		
	PSNR ↑	SSIM ↑	LPIPS ↓	PSNR ↑	SSIM ↑	LPIPS ↓
NeRF	21.46	0.458	0.515	26.84	0.790	0.370
Deep Blending	21.54	0.524	0.364	26.40	0.844	0.261
Instant NGP	22.90	0.566	0.371	29.15	0.880	0.216
MERF	23.19	0.616	0.343	27.80	0.855	0.271
MipNeRF360	24.47	0.691	0.283	31.72	0.917	0.180
Mobile-NeRF	21.95	0.470	0.470	-	-	-
BakedSDF	22.47	0.585	0.349	27.06	0.836	0.258
SuGaR	22.93	0.629	0.356	29.43	0.906	0.225
BOG	23.94	0.680	0.263	27.71	0.873	0.227
3D GS	24.64	0.731	0.234	30.41	0.920	0.189
Mip-Splatting	24.65	0.729	0.245	30.90	0.921	0.194
2D GS	24.21	0.709	0.276	30.10	0.913	0.211
GOF	24.82	0.750	0.202	30.79	0.924	0.184
Ours	25.17	0.764	0.199	30.74	0.928	0.165

	24	37	40	55	63	65	69	83	97	105	106	110	114	118	122	Mean
implicit																
NeRF [Mildenhall et al. 2021]	1.90	1.60	1.85	0.58	2.28	1.27	1.47	1.67	2.05	1.07	0.88	2.53	1.06	1.15	0.96	1.49
VolSDF [Yariv et al. 2021]	1.14	1.26	0.81	0.49	1.25	0.70	0.72	1.29	1.18	0.70	0.66	1.08	0.42	0.61	0.55	0.86
NeuS [Wang et al. 2021]	1.00	1.37	0.93	0.43	1.10	0.65	0.57	1.48	1.09	0.83	0.52	1.20	0.35	0.49	0.54	0.84
Neuralangelo [Li et al. 2023]	0.37	0.72	0.35	0.35	0.87	0.54	0.53	1.29	0.97	0.73	0.47	0.74	0.32	0.41	0.43	0.61
explicit																
3D GS [Kerbl et al. 2023]	2.14	1.53	2.08	1.68	3.49	2.21	1.43	2.07	2.22	1.75	1.79	2.55	1.53	1.52	1.50	1.96
SuGaR [Guédon and Lepetit 2023]	1.47	1.33	1.13	0.61	2.25	1.71	1.15	1.63	1.62	1.07	0.79	2.45	0.98	0.88	0.79	1.33
2D GS [Huang et al. 2024]	0.48	0.91	0.39	0.39	1.01	0.83	0.81	1.36	1.27	0.76	0.70	1.40	0.40	0.76	0.52	0.80
GOF [Yu et al. 2024c]	0.50	0.82	0.37	0.37	1.12	0.74	0.73	1.18	1.29	0.68	0.77	0.90	0.42	0.66	0.49	0.74
Ours	0.40	0.71	0.33	0.37	0.87	0.79	0.77	1.22	1.26	0.70	0.65	0.85	0.33	0.66	0.44	0.69