

SLUG TRACER

@takashiJ('ー`)シ

SLUG TRACER

- 開発環境

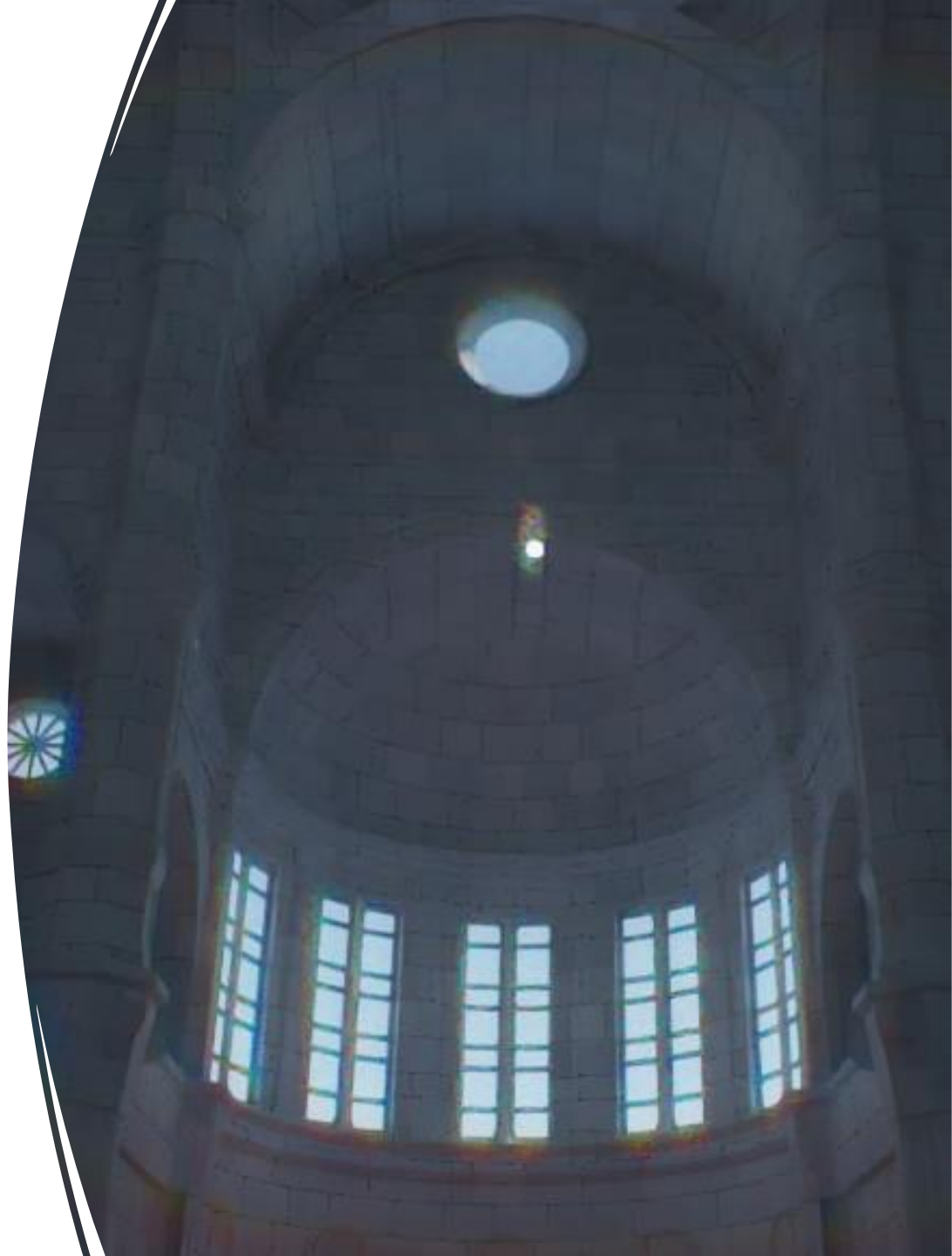
- Optix7.7 / Cuda v12.1

- 実装項目

- Path Tracing
- Disney Principled BRDF
- Correlated Multi Jittered Sampling
- An Analytic Model for Full Spectral Sky-Dome Radiance
- **Polynomial Optics**
- Optix Denoiser
- Cuda Kernel(Tonemapping)

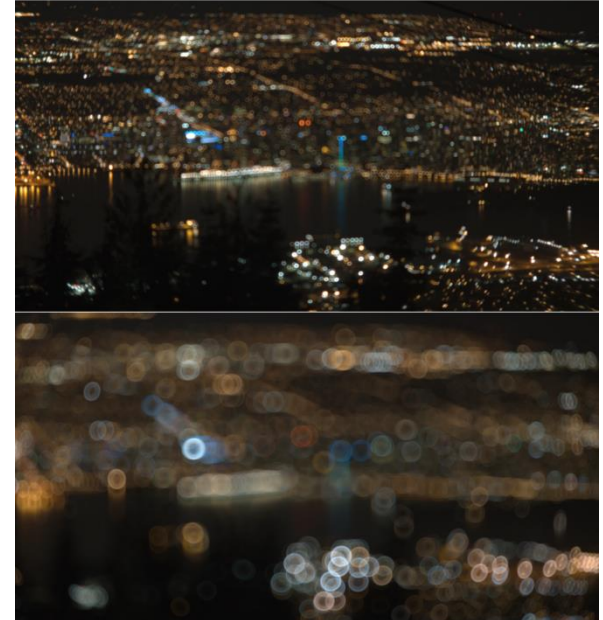
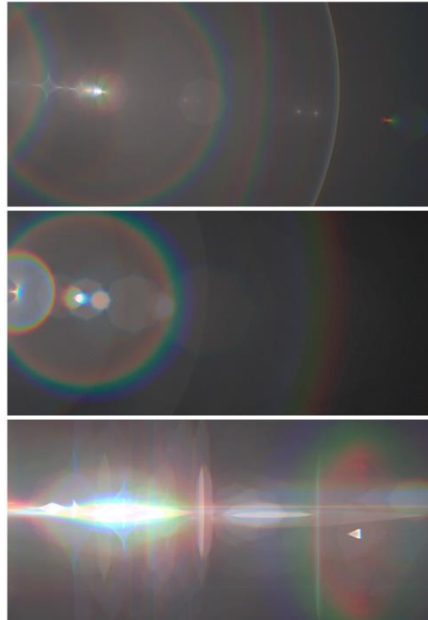
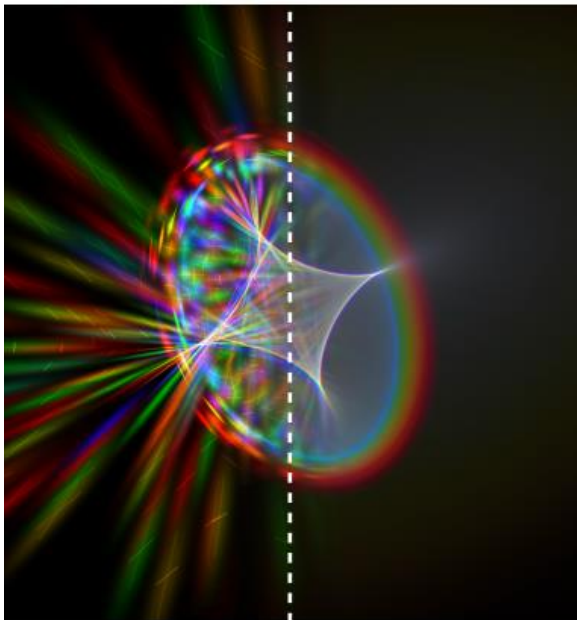
- 作成したツール

- Model Converter
- (glTF/objを独自の3D形式に変換するツール)



Polynomial Optics: A Construction Kit for Efficient Ray-Tracing of Lens Systems

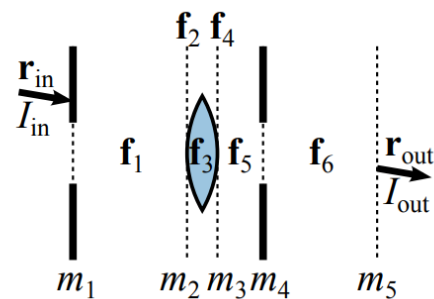
- Hullin, Matthias B., Johannes Hanika, and Wolfgang Heidrich. "Polynomial Optics: A construction kit for efficient ray-tracing of lens systems." Computer Graphics Forum. Vol. 31. No. 4. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 2012.



Polynomial Optics: A Construction Kit for Efficient Ray-Tracing of Lens Systems

- レンズシステムを通る光の経路を、テイラー展開を用いて近似する手法。
 - n 次のテイラー展開の項をレンダリング前に計算しておき、描画時に使用する。

$$\begin{bmatrix} r'_x \\ r'_y \\ d'_x \\ d'_y \end{bmatrix} = \mathbf{r}' = \mathbf{f}(\mathbf{r}) = \begin{bmatrix} f_{r_x} \\ f_{r_y} \\ f_{d_x} \\ f_{d_y} \end{bmatrix} (r_x, r_y, d_x, d_y)$$



$$\mathbf{f}_{\text{system}}(\mathbf{r}) = (\mathbf{f}_6 \circ \mathbf{f}_5 \circ \mathbf{f}_4 \circ \mathbf{f}_3 \circ \mathbf{f}_2 \circ \mathbf{f}_1)(\mathbf{r})$$

- 入力のレイ情報 \mathbf{r} からレンズシステムを通過した後のレイ \mathbf{r}' に変換する関数 $\mathbf{f}(\mathbf{r})$ を求める。

Polynomial Optics: A Construction Kit for Efficient Ray-Tracing of Lens Systems

- 「BSD License」でGitHub上にソースコードが公開されている。
 - <https://github.com/edwinRNDR/PolynomialOptics>
- レンダラでの実装について
 - レンズシステムの更新があった際にn次テイラー展開を計算。
 - パストレーシングを用いて、RGBのHDR画像を生成
 - 計算した事前データと出力したHDR画像を用いてCuda上でレンズによる収差を表現（ $n = \text{波長のサンプル数} \times \text{縦の解像度分}$ ）

Result

- 出力

- 600 x 600
- 16fps, 8sec

- Ray trace

- 2.0 sec / 125spp

- Polynomial Optics

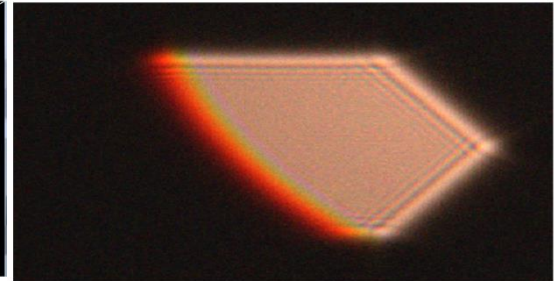
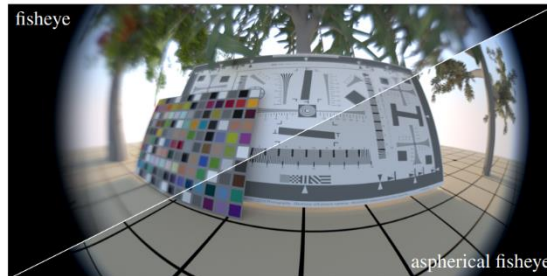
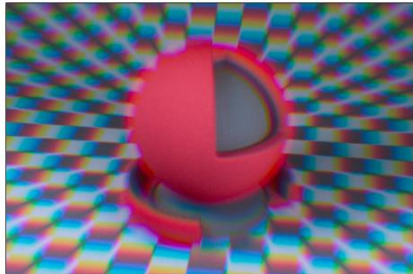
- 0.2 sec/ 8spp(440~540nm)



Polynomial Opticsに関する論文

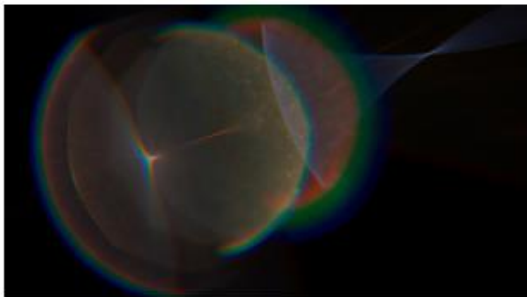
● この分野についての研究

- Efficient Monte Carlo rendering with realistic lenses(2014)
 - ・ モンテカルロレイトレーシングで、重点的サンプリングを行えるように拡張
- Sparse high-degree polynomials for wide-angle lenses(2016)
 - ・ 広角(魚眼)レンズ、非球面レンズも扱えるように拡張
- NeuroLens: Data-Driven Camera Lens Simulation Using Neural Networks(2017)
 - ・ Polynomial Opticsをニューラルネットに置き換える試み
- Brute-force calculation of aperture diffraction in camera lenses(2019)
 - ・ Sparse high-degree polynomialsの発展で回折も考慮したもの。



映画での採用事例

- Pekkarinen, Erik, and Michael Balzer. "Physically based lens flare rendering in" The Lego Movie 2"." Proceedings of the 2019 Digital Production Symposium. 2019.



参考文献

- [1] Polynomial Optics: A Construction Kit for Efficient Ray-Tracing of Lens Systems
 - <https://www.cs.ubc.ca/labs/imager/tr/2012/PolynomialOptics/>
- [2] Correlated Multi-Jittered Sampling
 - <https://graphics.pixar.com/library/MultiJitteredSampling/paper.pdf>
- [3] An Analytic Model for Full Spectral Sky-Dome Radiance
 - https://cgg.mff.cuni.cz/projects/SkylightModelling/HosekWilkie_SkylightModel_SIGGRAPH2012_Preprint_lowres.pdf