

# “Introduction to DirectX raytracing”の実装報告

森重 伸也<sup>†1,a)</sup>

**概要:** 筆者は、ACM SIGGRAPH 2018 で Chris Wyman らが発表したコース “Introduction to DirectX raytracing” を参考として、Real-Time Raytracing を CPU, GPU Compute, GPU DirectX raytracing について、Microsoft DirectX12<sup>b)</sup> で実装して、実験と検証を行っている。この実験の目的は、将来、Real-Time Raytracing をゲームにおける表現力、遊び、それから生産性の向上で活用するための基本的な技術検証である。本稿では、実装した際に直面した課題について概要を紹介する。NVIDIA Turing<sup>c)</sup> の登場により、今後、ゲームのグラフィクスと AI について表現力が飛躍的に向上する。技術的には、従来法の Rasterization と Raytracing のいいとこ取りである、Hybrid Rendering が使えるようになる。それは、in-game のデザインや遊びだけでなく、ゲーム制作のワークフローで重要視される、iteration の速度向上、品質の安定化といった生産性の向上にも革新をもたらす。

## 1. Real-Time Raytracing

本稿では Real-Time Raytracing を DirectX12 を使って、CPU, GPU Compute, DXR それぞれで実装した際に直面した課題について概要を紹介する。

## 2. DirectX Raytracing (DXR)

従来の GPU Raytracing が、描画フレームを秒単位で更新する設計であるのに対して、DXR は、ミリ秒単位でのリアルタイム更新を想定した設計である。従来、ゲームでメモリ上に読み込んだ描画シーンの情報、具体的には幾何メッシュ、テクスチャ、光源、コリジョン、AI NavMesh は、Raytracing 向けに再作成して別途保持しておく必要があった。DXR では、ゲームのリソースがそのまま使える。従来の Rasterization は、幾何の隠れ面消去と描画順序の制御に Rasterization で構築した深度バッファを使うため、空間的な情報が欠落してしまい、半透明描画や照明と陰影について複雑な実装になりがちであった。その結果、描画の一貫性が失われて、シャドウマップ法などのエイリアシングに悩まされていた。DXR は両者のいいとこどりのレンダリングが可能になる。

## 3. 実装

CPU, GPU Compute, DXR, それらをリアルタイムで切り替えられるようにした。シーンは、完全球、三角形ポリゴンを配置した。DXR 版は、交差判定に AABB と Intersection Shader を使った。三角形ポリゴンは、Rasterization で、GBuffer を構築して、直接照明と本影を Ray Tracing で計算した。GTX1080、解像度 1024x512, 720p それぞれで、GPU 16 ms 以内だった。

図 1 の DXR 結果は、Reflection Rays と Shadow Rays のみである。Indirect Diffuse と Ambient Occlusion は検証中で、2018 年 9 月 30 日（日）発表時に結果を公開する。

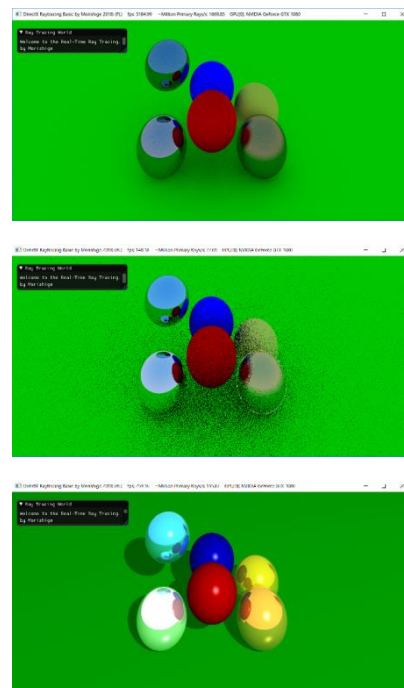


図 1 上から順に CPU, GPU Compute, DXR の結果

## 4. 実装上の課題と応用

GPU Compute 実装で、下記の課題が出てきた。

- Tracing Ray の再帰実装が GPU では困難
- ノイズが激しい。(1 ray per pixel)
- Ray Scattering の発生分布と乱数によって結果が揺らぐ  
→高速で質の高い擬似乱数生成器, Real-Time Filtering
- DXR 実装で、aは解決したが追加で下記の課題が出てきた。  
→画面の球やポリゴンの面積に比例して描画負荷が変化  
→最小限の Ray で最大の情報量を取り出せる工夫が必要
- Skinning 向けの BVH 構築と更新の方法

## 5. 今後の取り組み

9 月 30 日（日）の発表までに、残りの検証を進めて、実機でデモしながら、議論していきたい。

## 参考文献

- [1] [Wyman] Chris Wyman, Shawn Hargreaves, Peter Shirley, Colin Barré-Brisebois. 2018. Introduction to DirectX raytracing. In ACM SIGGRAPH Courses 2018.

<sup>†1</sup> 株式会社 Cygames  
Cygames, Inc.

a) morishige\_shinya@cygames.co.jp

b) Microsoft DirectX12 は、米国およびその他の地域における Microsoft Corporation の商標または登録商標です。

c) NVIDIA Turing は、米国およびその他の地域における Nvidia Corporation の商標または登録商標です。