

# “Image-space control variates for rendering” の実装報告

山口 智也<sup>1,a)</sup>

概要：筆者は SIGGRAPH Asia 2016 で Rousselle らが発表した論文，“Image-space control variates for rendering”を実装し追実験を行っている。この論文の目的は、レンダリング分野における Control Variates の応用である。シーン内のオブジェクトの性質を変更（以後、シーン編集と記す）は CG の作成現場では理想的なシーンを作成するために、アーティストによって何度も行われる。Autodesk Maya 等の商用ソフトウェアでは、シーンが少し編集されただけでも全体が再度レンダリングされる。一方で、もし編集前のレンダリング結果を上手く利用できれば、この計算コストを低減できる可能性がある。Rousselle らはシーン編集後のレンダリングをより少ない時間で高い効率で行うための Control Variates を応用した。提案手法を用いることでシーン編集前に高品質な画像を生成しておけば、編集後の結果画像において変化がない部分は高品質な編集前の画像の結果を用いることが出来る。

## 1. 概要

Rousselle ら [1] は、シーン編集に対してサンプル数の多い編集前の高品質な画像  $H_0$  と編集前のシーンをサンプル数を少なくしてレンダリングした低品質画像  $H_1$ 、編集後のシーンをサンプル数を少なくしてレンダリングした低品質画像  $F_1$  を用いて、編集後の高品質な画像 Result をより少ない計算コストでレンダリングする手法を提案した。

基本的な流れを実装結果とともに図 1 に示す。手法は  $H_0, H_1, F_1$  から、 $\text{Re-use}(H_0 - H_1 + F_1)$  を作り、Re-use と  $\text{Re-render}(F_1)$  を合成し Result を得るというものである。合成する際の、Re-use の重みを  $w_{use}$ 、Re-render の重みを  $w_{ren}$  とする。合成の重みは各ピクセルごとに Re-use、Re-render の画素値の分散  $V_{use}, V_{ren}$  と共分散  $C_o$  から算出する。

$$w_{use} = \frac{V_{ren} - C_o}{V_{use} + V_{ren} - 2C_o}, w_{ren} = \frac{V_{use} - C_o}{V_{use} + V_{ren} - 2C_o} \quad (1)$$

これらの重みはピクセル毎に異なることに注意する。

## 2. 実装

各ピクセルごとの重みの計算時に分散、共分散が必要なため画素値の他に、その二乗平均も出力するようにした。また、Rousselle ら [1] は実装の上で幾つかの例外処理を行っていた。まず、低サンプルの分散の計算には NL-means filter を用いた。さらに、各ピクセルの共分散行列が半正定

<sup>1</sup> 早稲田大学 先進理工学部 応用物理学科 森島研究室

<sup>a)</sup> tomoya.tomoya@akane.waseda.jp

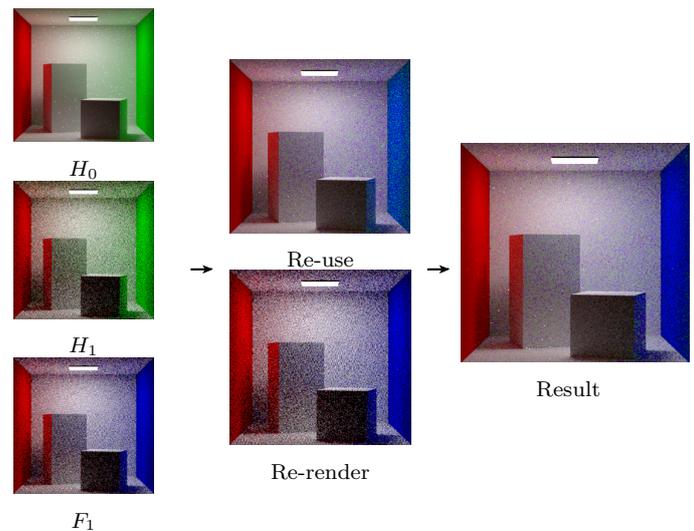


図 1 概要

値であるため、これを満たさない場合に重みは

$$w_{use} = \frac{V_{ren}}{V_{use} + V_{ren}}, w_{ren} = \frac{V_{use}}{V_{use} + V_{ren}} \quad (2)$$

となる。また  $F_1, F_1 - H_1$  の分散が 0 のとき  $w_{use} = 0$  となり望ましくないため、サンプル数に比例した重みとしている。

## 参考文献

- [1] Rousselle, Fabrice, Wojciech Jarosz, and Jan Novk. "Image-space control variates for rendering." ACM Transactions on Graphics (TOG), 2016.