

“Real-Time Polygonal-Light Shading with Linearly Transformed Cosines” 実装報告

久家 隆宏^{1,a)}

概要: 本稿は, SIGGRAPH 2016 で Heitz らによって発表された “Real-Time Polygonal-Light Shading with Linearly Transformed Cosines” の実装報告書である. Heitz らの論文の目的は, リアルタイムでの計算が困難である面光源が存在するシーンでの高速な計算手法の提案である. ある点への面光源の影響を考慮するためには, 入射してくる放射輝度と双方向反射率分布関数 BRDF との積の面積分を実行する必要がある. しかしながら, この計算には解析的な解が存在しないためリアルタイムでの計算が困難となっている. そこで BRDF を Linearly Transformed Cosines(以後, LTC と略記) で近似することにより解析的な計算を可能にし, その結果リアルタイムでの面光源シェーディングを可能にした.

1. 論文概要

図 1 に LTC を示す. LTC とは, 半球状の cosine 分布 (clamped cosine, 図 1 (a)) を 3×3 行列を用いて線形変換させたもの (図 1 (b)) である. 変換に用いる行列を変化させることで, 幅広い分布を表現することが可能である. また, clamped cosine 分布は任意の領域に対して解析的に面積分を実行することが可能である. 従って, これを線形変換した LTC でも面積分に対する解析性が保存される. 本性質を持って, Heitz ら [1] は GGX BRDF を LTC で近似することにより, 解析的に面積分を実行した (図 1 (c)).

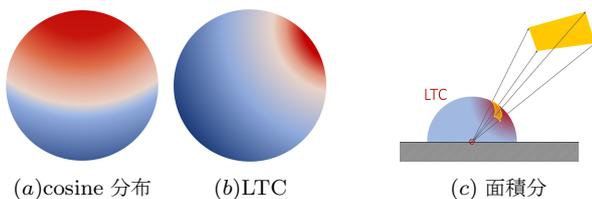


図 1 cosine 分布と LTC, LTC での面積分

2. 実装

実装結果を図 2 および図 3 に示す.

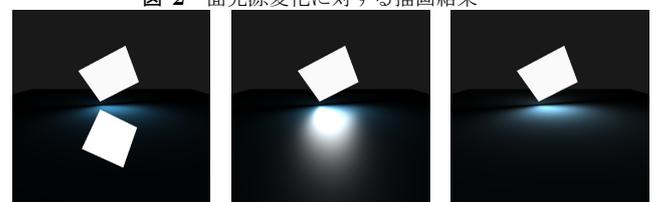
結果では, GGX BRDF を持つ青色光沢面上に面光源を配置したシーンを用意した. 出力解像度を 600×600 とし NVIDIA GeForce GTX 1080 GPU を使用した場合, 全てのシーンで 1 フレーム当たりの描画時間は平均で 0.14ms

であった. 図 2 では, 光沢面のラフネスを $\alpha = 0.25$ に固定し面光源の色および形状を変化させた. 順に白色の正方形光源 (図 2 (a)), 光源色のみ変化させたもの (図 2 (b)), さらに光源形状を変化させたもの (図 2 (c)) である. 図 3 では, 光沢面の粗さを表すラフネスを変化させており, 順に $\alpha = 0.00$ (図 3 (a)), $\alpha = 0.50$ (図 3 (b)), $\alpha = 1.00$ (図 3 (c)) である. このように, 任意の四角形状の面光源に対して写実的な映り込みを表現できている.



(a) 白色正方形 (b) 色付正方形 (c) 色付長方形

図 2 面光源変化に対する描画結果



(a) $\alpha = 0.00$ (b) $\alpha = 0.50$ (c) $\alpha = 1.00$

図 3 光沢面変化に対する描画結果

参考文献

- [1] Eric Heitz, Jonathan Dupuy, Stephen Hill, David Neubelt. “Real-Time Polygonal-Light Shading with Linearly Transformed Cosines.” In: *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 35.4(2016), p.41.

¹ 早稲田大学 先進理工学部 応用物理学科 森島研究室

^{a)} takahiro180297@toki.waseda.jp