

「挙動モデル統合型高品位レンダリングシステム」の研究

田坂 仁<sup>†</sup> 柴田 義行<sup>†</sup> 清水愛子<sup>†</sup> 金井 理<sup>‡</sup> 岸浪 建史<sup>‡</sup>  
株式会社エクサ<sup>†</sup> 北海道大学<sup>‡</sup>

1. はじめに

携帯情報端末や携帯電話等のモバイル機器には、液晶画面、発光ボタン等の発光部品が搭載されている。これらの発光部品の外観デザイン、導光体設計において、開発の効率化のため、光学解析ツールが利用されている。光学解析ツールは各社から市販されており、光学解析結果をグラフや等高線表示、CG画像で表示することができる。しかし、光学解析における光線追跡には多くの計算時間を要するため、リアルなCG画像をリアルタイムで表示しながらのインタラクティブな光学解析はできない。また従来のシステムでは、光学解析ツールで生成したリアルなCG画像の表示と、液晶画面、発光ボタン等のGUI(Graphical User Interface)挙動の再現を同時に行うことはできなかった。ここで、これらのリアルタイムかつインタラクティブな光学解析、リアルなCG画像を用いたGUI挙動の再現が実現すれば、液晶画面、発光ボタン等の発光部品の外観デザイン、導光体設計、GUI設計のための作業時間を大幅に短縮することができる。

そこで本研究では、GUI挙動シミュレーションと光学解析を統合した「挙動モデル統合型高品位レンダリングシステム(以下、本システム)」について研究・開発を行っている。本稿ではそのうち、GUI挙動シミュレーション結果と光学解析結果を考慮した、リアルタイムレンダリングについて報告する。

2. 従来技術の現状と問題点

光学解析ツールは、光学解析結果をグラフや等高線表示、CG画像で表示することができ、高速化の工夫も行われている。例えば、PEARL、FORMULA<sup>[1]</sup>では、レイトレーシングした際、光線履歴を保存しておき、車のボディの双方向反射分布関数(BRDF:Bi-directional Reflectance Distribution Function)をリアルタイムで変更することができる。ただし、リアルタイムでの視線変更、光源条件の変更は行えない。OPTISでは、予めライトレイトレーシング(光源からの光線追跡)を行い光線履歴を保存しておき、高速に光源の輝度を変更できる。ただし、リアルタイムでの視線変更は行えない。また最近では、動的なシーンにおけるインタラクティブなグローバルイルミネーションの研究<sup>[2]</sup>、GPU(Graphics Processing Unit)を用いたフォトンマッピングの研究<sup>[3]</sup>が行われているが、本システムでは、従来までのCGソフトウェアでは不可能であった次の特徴がある。

- ・視線変更、光源輝度の変更を行いながら、高精度な解析結果(CG画像)をリアルタイム表示できる。これは、導光体設計におけるライトレイトレーシングを従来の光学解析ツールで行い、ライトレイトレーシングの結果を光線履歴として保存しておき、光線履歴をもとにGPUで輝度計算を行うことにより実現する。
- ・GUI挙動シミュレータでシミュレーションした結果を用いて、液晶画面、光源輝度の変化を再現できる。

3. 機能概要

図1に全体システム概要図を示す。光学解析ツール(SurfRay)、GUI挙動シミュレータ<sup>[4]</sup>に次の2つの機能を追加したものである。

(1)光学解析結果表示機能

携帯電話等のバックライト、導光体の光学解析におけるライトレイトレーシング結果を、リアルなCG画像でリアルタイム表示する。ライトレイトレーシングは、光学解析ツールで、予め行っておく。光学解析ツールは、受光面での光線情報を記憶する受光面テクスチャを生成する。光学解析結果表示機能は、液晶画面の透過率テクスチャを生成する液晶面テクスチャ生成機能、受光面テクスチャを取り込みグラフィックボードのPixelShaderで受光面をシェーディングする受光面シェーダにより構成される。

(2)GUI挙動再生機能

GUI挙動シミュレータから液晶画面、光源部品等のGUI挙動データ(STEPデータ)を入力し、GUI挙動を再生する。リアルタイムレンダラ上で液晶画面、ボタンをピックすると液晶画面上での座標位置、ピックしたボタン番号を取得し、液晶画面の変化、光源の変化を再生する。光源情報、液晶画面情報は、光学解析結果表示機能へ通知する。

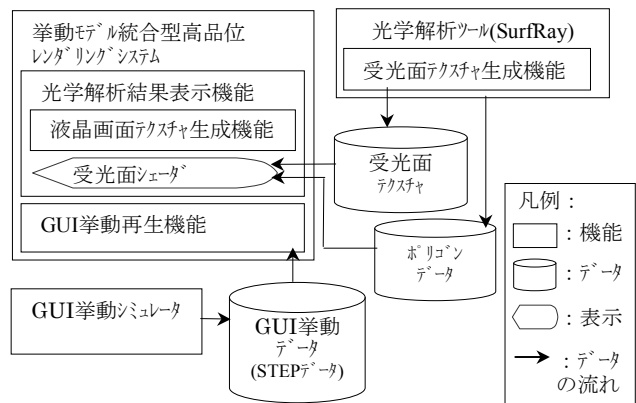


図1 全体システム概要図

A Study of High Quality Rendering System Integrated with Behavior Model

<sup>†</sup> Hitoshi Tasaka, Yoshiyuki Shibata, Aiko Shimizu, EXA Corp.

<sup>‡</sup> Satoshi Kanai, Takeshi Kishinami, Hokkaido Univ.

#### 4. 光学解析結果表示機能

光学解析ツールのライトレイトレーサにおいて、受光面での光線を受光面テクスチャとして生成する。生成された受光面テクスチャは、受光面シェーダで輝度計算に利用する(図2)。受光面テクスチャは、メッシュにおける各光線の入射ベクトル(XYZ座標値)、入射輝度(RGB値)、光線が発射された光源番号で構成される。受光面テクスチャに記憶された各値を次式に代入し、各ピクセルでの輝度をPixelShaderで計算する。

$$L_e(\lambda) = f(\theta_i, \theta_o, \lambda) \cdot L_i(\lambda) \cdot \cos \theta_i \quad (式1)$$

ここで、 $L_e(\lambda)$ : 視点に届く光の輝度、 $\lambda$ : 波長(RGB)

$f(\theta_i, \theta_o, \lambda)$ : BRDF

$\theta_i$ : 入射角、 $\theta_o$ : 反射角または透過角

$L_i(\lambda)$ : 入射光輝度

受光面が液晶面の場合、導光体から出射する光線を考慮することに加え、液晶面自体の透過率、配光特性を考慮しなければならない。本システムでは、入力された液晶画面画像を透過率テクスチャに変換し、液晶画面の配光特性は、次式のCOS配光特性で表現する。

$$I = |\cos \theta|^n \quad (0 \leq \theta \leq \pi/2) \quad (式2)$$

ここで、 $\theta$ : 面の法線と光線のなす角

$I$ :  $\theta$ 方向の輝度比(面の法線方向に対して)

$n$ : 0以上の実数

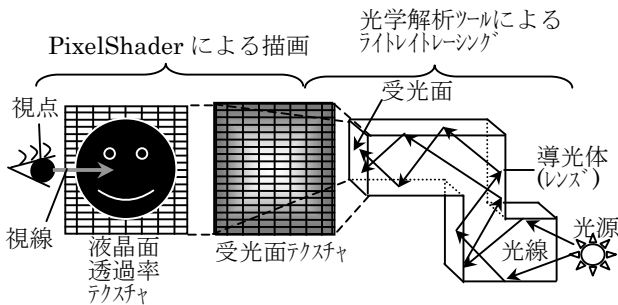


図2 光学解析結果表示

#### 5. GUI挙動再生機能

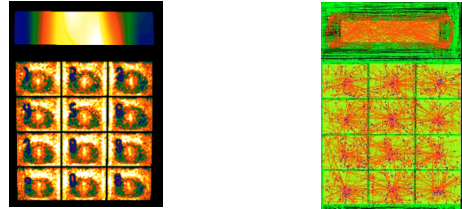
GUI挙動シミュレータから液晶画面、光源部品等のGUI挙動データ(STEPデータ)を入力し、GUI挙動を再現する。ここで、GUI挙動シミュレータから入力するGUI挙動データは、挙動、状態、イベント、アクション、液晶画面画像から構成される。

光学解析結果のリアルタイム表示画面上でボタン、液晶画面がピックされた場合、GUI挙動データにもとづき、光源輝度の変更、液晶画面の変更を行う。光源輝度の変更は、(式1)にて $L_i(\lambda)$ を変更する。

#### 6. 適用例

本システムをIP Phoneのプロトタイプモデルに適用した例を示す。図3は、光学解析ツールにより発光ボタン部分を光学解析して得られた輝度の等高線表示結果、及び光線の表示結果である。図4は、図3の解析結果を、本システムの光学解析結果表示機能により表示した結果である。

光学解析ツールにより一度ライトレイトレーシングを実行しておけば、あらゆる角度からリアルタイムで液晶画面、発光ボタン等の発光部品の見栄えを評価することができる(図4(a)(b))。また、各ボタン、液晶画面をピックした際の光源輝度の変化、液晶画面の画像、輝度の変化を、GUI挙動シミュレータのシミュレーション結果をもとに再生することができる(図4(c)(d))。



(a) 輝度の等高線表示 (b) 光線の表示

図3 発光ボタン部分の光学解析結果



(a) 視点 A

(b) 視点 B



(c) 番号1を入力

(d) 番号0を入力

図4 光学解析結果のリアルタイム表示

#### 7. 終わりに

本研究によって、GUI挙動シミュレーション結果を考慮した光学解析結果のリアルタイム表示が可能となった。今後の課題は、ライトレイトレーシング部分をリアルタイム化し、モデル形状を変更しても解析結果がリアルタイムで得られるようにすることである。

なお、本研究はH16年度文部科学省知的クラスタ創成事業「札幌ITカロッツエリア創成」の一部として実施された。本システムのGUI挙動再生機能部分は、(株)富士通九州システムエンジニアリングの協力のもとに開発しており、吉永孝明氏、浜崎亮輔氏に感謝する。

#### 参考文献

- [1] 藤本ら: 光学的に複雑な特性を有する物体の美感設計をコンピュータ上で対話的に行う方法: 公開特許公報 特開平10-247256
- [2] Parag Tole et al.: Interactive Global Illumination in Dynamic Scenes: Proc. of SIGGRAPH2002
- [3] Timothy J. Purcell et al.: Photon Mapping on Programmable Graphics Hardware: Eurographics 2003
- [4] 井上、坂田、吉永、浜崎、金井、岸浪: デジタル家電向けSTEPベースの形状・挙動モデル連携シミュレーションシステムの開発: 日本機械学会2004年度年次大会講演論文集