

# 立体視可能な多光源環境リアルタイムシミュレータの開発と評価

北川 智也

Tomoya KITAGAWA

## 1 はじめに

近年, 地球温暖化や電力不足の影響を受け, 節電に注目が集まっている. またオフィス執務において, 照明が知的生産性や快適性に影響を与えるという報告もある<sup>1)</sup>. これらを受け, 我々の研究室では知的照明システムの研究を行っている<sup>2)</sup>. 知的照明システムは, 多数の光源を個別に制御し, 任意の場所の明るさを自由に設定可能なシステムである. しかし, 知的照明を実現する為には専用の器具や設備が必要であるため, 導入前テストやデモンストレーションが行いにくい. そこで, コンピュータグラフィックス(以下, CG)を用いたシミュレータの必要性がある. CG シミュレータを用いれば導入テストやデモンストレーションが容易に行える. 本研究では, 知的照明システムの光環境をリアルタイムにレンダリングし, 仮想空間内を自由に歩き回れるようなシミュレータの作成を行う. また近年, ホログラフや 3D ディスプレイを用いた, 立体視による CG のリアリティ向上に関する研究も行われていることから, 本研究でも 3D ディスプレイを用いた CG の立体視化を行うことでリアリティを高める<sup>3)</sup>.

## 2 知的照明システム

### 2.1 知的照明システム概要

知的照明システムとは, 複数の照明を用いて任意の場所に任意の明るさを提供するシステムである. オフィス等の公共スペースであっても個人の望む照明の明るさを実現することで知的生産性を向上させたり, 周辺環境を考慮して照明を適切に制御することで省電力効果が期待できるといったメリットがある.

### 2.2 知的照明システムシミュレータ

知的照明システムのシミュレータを開発する上で必要なのは, 多数の光源を個別に制御することが出来る, という点である. また, CG 内を動き回ることが出来るシミュレータを作成する場合, 視点が頻繁に変更されるため, CG の出力は随時更新されることも必要である. 本研究では, 高速な CG 描画が可能な OpenGL (Open Graphics Library) を用いたシステムの開発を行う.

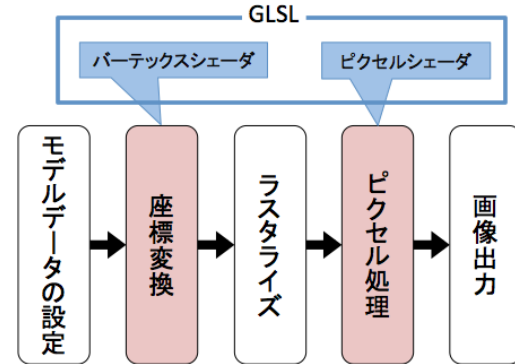


Fig. 1 OpenGL の CG 描画手順

## 3 OpenGL

### 3.1 OpenGL とは

OpenGL は Silicon Graphics 社が開発したグラフィックスハードウェア用の API である. 3 次元 CG の描画に必要なオブジェクト生成や陰影処理, 計算手順などの関数が用意されている<sup>4)</sup>.

### 3.2 リアルタイムレンダリング

リアルタイムレンダリングとは, CG の描画と画面出力を高速で繰り返し, アニメーション動画の様に表示する技術である. 事前に描画した CG を表示するプリレンダリングと異なり, ユーザの入力を随時 CG に反映できるなど, 環境の変化に対応した出力が可能であるため, ユーザに臨場感を与えることができる. 一方で 1 秒間に複数枚の CG を新たに描画する必要があるため, 高性能なハードウェアやアルゴリズムの最適化が必要となる.

CG の描画速度は, 1 秒間に描画できる CG の枚数で計測され, FPS (Frames Per Second) という単位を用いる. FPS が高いほど CG の動きが細かくなり, 滑らかな出力がされる. 一般に映画は 24fps で表示されることから, 30fps 程度あれば十分に滑らかであると考えられるため, 本研究では 30fps 以上の描画速度をリアルタイムレンダリングの条件とする.

### 3.3 GLSL

OpenGL では高速な CG 描画を保証するために光源の数に制限を設けており, OpenGL で用意された機能だけでは知的照明システムのような多数の照明を使用した光環境を表現できない. そこで, GLSL (OpenGL

Shading Language) を用いてレンダリング機能を拡張する。GLSL は OpenGL で使用できるシェーダ言語の 1 つである。CG を画面に表示するまでの計算手順や処理をシェーディングと呼び、シェーディングの処理内容を記述するものをシェーダ言語と呼ぶ。GLSL を用いると、OpenGL のシェーディング処理の一部を変更することが可能である。Fig.1 に OpenGL の CG 描画処理手順と GLSL の関係を示す。GLSL はオブジェクトの頂点位置や距離などの座標や空間情報に関する計算を行うパーティックスシェーダと、オブジェクトの色や光の反射などをピクセルごとに計算するフラグメントシェーダからなる。本研究では、フラグメントシェーダによってピクセルの色決定を行う際に、光源の明るさを考慮する計算を行うことで、多光源環境を実現している。

#### 4 立体視

人間の目は左目と右目では得られる視覚情報が異なる。この両目から得られる情報の違い(視差)によって物体までの距離を認識し、立体的にとらえることができる。現在一般的に使用されている 3D ディスプレイや映画ではこのような視差画像を出力し、左目と右目に異なる情報を与えることで立体視としている。本研究でも 2 枚の視差画像を用いて立体視シミュレータを生成する。目的のシーンを水平に少し距離を空けて並べた 2 つのカメラによって描画し、得られた 2 つシーンを同時に出力することで立体視化する。

#### 5 提案システムの評価

##### 5.1 提案システム概要

OpenGL を用いて、光源が多数存在する空間の光環境をリアルタイムに描画できる CG シミュレータを実装した。実行結果を Fig.2 に示す。モデルは香知館の知的オフィス環境創造システム実験室としたため、光源の数は 29 個である。

##### 5.2 リアルタイム性の評価

はじめにリアルタイムレンダリングについての評価を行う。実行環境は Table 1 の通りである。ポリゴン数約 3 万のモデルを用いた場合の光源の数と描画速度の関係を fig.3 に示す。光源 29 個までの場合において 30fps を

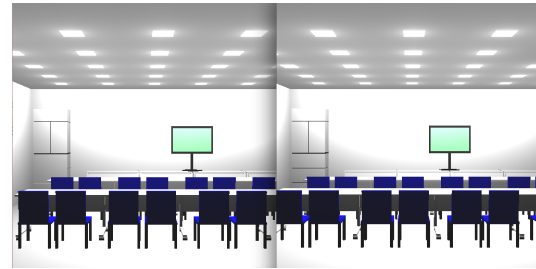


Fig. 2 提案システムの実行例

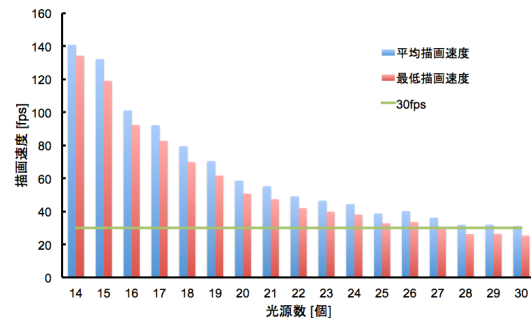


Fig. 3 光源数と描画速度の関係

上回っているため、リアルタイムレンダリングができていると言える。また、実際に動作させたところ特に違和感や不快感は感じなかった。

##### 5.3 立体視の評価

偏光ディスプレイを用いて立体視を行ったところ立体的に見ることが出来た。立体視に用いる視差画像は、出力の方式やユーザの個人差によって変化するため、カメラの配置を必要に応じて変化させる必要があると考えられる。

##### 5.4 まとめ

本研究では立体視可能な知的照明システムの光環境シミュレータの開発を行った。多数の光源を用いた場合でもリアルタイムレンダリングは可能であり、また立体視によるリアリティの向上も行えた。

#### 参考文献

- 1) 小林弘造, 北村規明, 田辺新一, 西原直枝, 清田修, 岡卓史. コールセンターの室内環境が知的生産性に与える影響. 空気調和・衛生工学会学術講演大会論文集, pp. pp2053-2056, 2005.
- 2) 三木光範, 廣安知之, 戸松祐太, 吉形允晴, 田中慎吾. 知的照明システムを用いた実務環境における最適な照度. 情報科学技術フォーラム講演論文集, pp. pp491-492, 2008.
- 3) 中嶋正之. Cg 領域の動向: Siggraph2011 を振り返る (感性とメディア及び一般). 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 35, No. 39, pp. 25-32, oct 2011.
- 4) Mark Segal, Kurt Akeley. Opengl graphics system:a specification, 2012.

Table 1 実験環境

OS	Windows7 64-bit
CPU	Intel corei5-2400 3.1GHz
GPU	GeForce450
OpenGL version	4.3.0
GLSL version	4.30