

3K-2

## オペレーションルーム仮想試作 — 映り込みリアルタイムシミュレーション —

村田 克之 加藤 伸子 岡崎 彰夫 土井 美和子

(株)東芝 研究開発センター

### 1.はじめに

VR( Virtual Reality )の産業的応用を目指したオペレーションルーム仮想試作システムは、設計・デザインの段階で室内環境の評価・検証を、コンピューター上でインタラクティブに行なうものである。

実世界で起こる現象を仮想空間内で評価・検証するためには、対象とする物理現象を記述するシミュレーション技術が必要である[1]。特に、発電所のオペレーションルームのようなCRTを多用する室内設計では、CRT管面への光源の映り込みが重要な検証対象であり、インタラクティブに映り込みを検証できるシミュレーションが望まれる。

そこで今回、映り込みをリアルタイムにシミュレートする簡易的なモデルを開発し、実際にオペレーションルーム仮想試作システム[2]にインプリメントしたので報告する。

### 2.映り込みモデル

一般に、CG( Computer Graphics )における映り込みの表現は、レイ・トレーシング法[3]によって実現されている。しかし、この手法はピクセル単位に計算を行なうので計算量が膨大になるという問題点がある。

今回の目的がリアルタイム性を要求するものであるので、レイ・トレーシング法とは異なる、高速なシミュレーションモデルを開発することにした。

モデル開発に当たって、次の3点を念頭においた。

1) 映り込みの位置が物理的に正しいこと。

2) シミュレーションがリアルタイムであること。

3) ルーバーの効果をシミュレート出来ること。  
まず、1)を保証するために、光の反射法則に従った物理シミュレーションを行い、2)のリアルタイム性を満足するために、以下の単純化を行なった。

- 光源、映り込み面(CRT管面)、及び映り込みを凸型ポリゴン(多角形)で現す。
- 反射計算は光源ポリゴンの各頂点についてだけ行なう。
- 映り込み面での反射は鏡面反射とする。
- 映り込み面は平面か球面とする。ただし球面の場合は、球面として計算した後、平面に投影したものを表示する。

最後に、CRTを多用する室内では、照明器具にルーバーを取り付けてCRTに直接光が映り込むのを防ぐようにしている。そこで、パラメトリックにルーバーの性能を表せるモデルを作ることにした。

図1はルーバーを2次元的に示したものである。

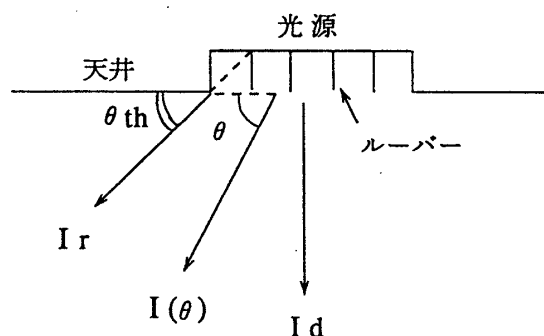


図1 ルーバーの概略図

Virtual Prototyping for Operation Room - Real-time Simulation of Reflection -  
Katsuyuki Murata, Nobuko Kato, Akio Okazaki and Miwako Doi  
Research and Development Center, Toshiba Corporation

ここで $\theta$ は光の放射角で、放射される光の強さはこの放射角によって決まる。そこで放射角 $\theta$ の光の強さ $I(\theta)$ を、図2に示すような関数で表すことにする。

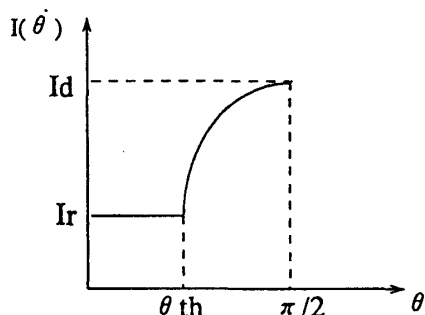


図2 ルーバー効果のモデル化

ここで、 $\theta_{th}$ は放射角の閾値で、 $I_r$ はルーバーの「羽」で弱められた光の強さである。また、 $I_d$ は光源からの直接光の強さである。

### 3. シミュレーション方法

シミュレーションのフローチャートを示す。

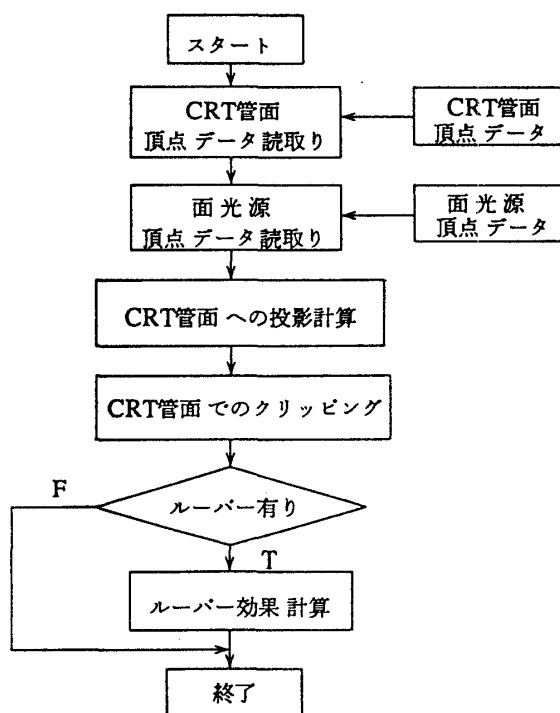


図3 フローチャート

### 4. シミュレーション結果

以下にシミュレーション画像の一部を示す。ここでは、長方形の光源が10個天井に配置してあり、CRT管面が3個並んでいる。一枚の作画時間は約0.03秒で、これは映り込み面が平面、球面、そしてルーバー効果の有る無しには、ほとんど関わらないことが確かめられた。

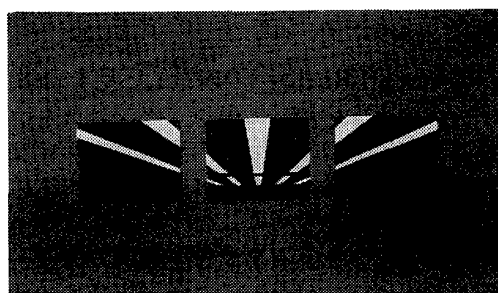


図4 映り込みシミュレーション

### 5. アプリケーション例

映り込みのリアルタイムシミュレーションをオペレーション・ルーム仮想試作システムにインプリメントした。このシステムでは、リアルタイムにCRT管面を動かしたり、光源を動かしたりすることで、インタラクティブな映り込みの検証が可能である。同時に、ルーバーの効果も確かめることが出来る。下図はその画像の一部である。

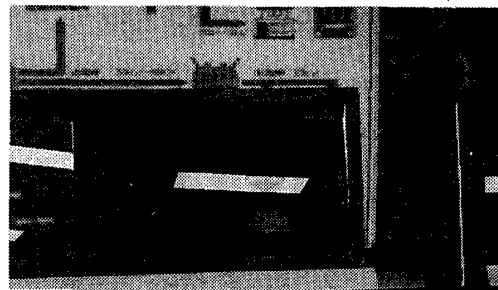


図5 仮想試作システムへの適用

### 6. まとめ

リアルタイムな映り込みシミュレーションモデルを開発し、オペレーションルーム仮想試作システムに実装した。システム上での速度は秒7枚程度で、インタラクティブな検証が可能である。

### 7. 参考文献

- [1] 館、廣瀬：「バーチャル・テック・ラボ」, 工業調査会, 1992
- [2] 加藤 他：「オペレーションルーム仮想試作システム概要」, 情報処理学会第46回全国大会, 1993
- [3] T.Whitted : "An Improved Illumination Model for Shaded Display" Comm.ACM, Vol.23, No.6,1980