

光線追跡木を用いたレンダリング方式

4Q-5

広田 克彦, 村上 公一, 佐藤 弘幸, 柿本 正憲, 太田 雅明

(株)富士通研究所

1. はじめに

レイトレーシングを映像生成方式として使うと、高度な質感表現が可能となる反面、膨大な処理時間を必要とする。

このような特徴を持つレイトレーシングの映像生成システムで、デザイナーはモデルを造形し、その後、所望の質感（モデルの色、属性、マッピング等）を持った映像を、修正を繰り返しながら作り上げる。しかし、質感の変更に対してもレイトレーシングを再度実行しているため、会話的な操作ができなかった。我々は、レンダリング処理をレイトレーシングから分離して、高速に映像生成を行う方式を実現した。本レンダリング方式では、レイトレーシングの実行時に生成される拡張光線追跡木を使って輝度計算を行う。この時、交差計算をせずに映像の生成を行うため高速な質感変更を行うことができる。モデルの変更、視点の移動に対しては、光線追跡木の情報が変るので本方式では扱わない。しかし映像生成において、工数の必要となるレンダリング処理に対しては、本方式は有効である。

2. 質感の変更

本システムでは固定されたモデルに対して、色、周囲散乱光、拡散反射係数、鏡面反射係数、鏡面反射べき乗値、屈折率、反射率、透過率、光源の色の変更ができる。テクスチャ・マッピングとしてソリッド・テクスチャ

[1, 2]を採用した。テクスチャ関数によってノーマル・パターン、木目模様、フラクタル模様などをマッピングできる。

3. レンダリング方式

輝度値は、法線ベクトルと視線ベクトルの交差データと、物体の属性データから決定される。光線追跡木 [3] の各ノードは、光線と物体の交点を表しており、これに交差データを付加し記録したものを、拡張光線追跡木と呼ぶ。各ノードは表1のデータを持つ。

表1. 拡張光線追跡木の各ノード

- ・ 交点座標値 (マッピングに使用)
- ・ 交点法線ベクトル
- ・ 視点ベクトル
- ・ 交点物体内部通過距離
- ・ プリミティブ識別子
- ・ 交点における入・出射フラグ
- ・ このノードにおける輝度値

本方式の処理フローを図1に示す。

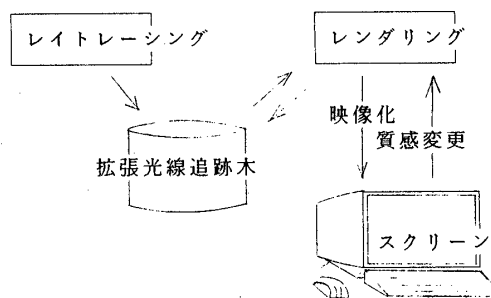


図1. レンダリング処理フロー

まずレイトレーシングを実行して拡張光線追跡木を作成する。質感の変更処理では、拡張光線追跡木をトラバースしながら、プリミティブ識別子から属性データを参照する。

Interactive 3-D Rendering with Extended Intersection Tree

Katsuhiko HIROTA, Kouichi MURAKAMI, Hiroyuki SATO, Masanori KAKIMOTO, Masaaki OOTA
Fujitsu Laboratories, LTD.

もしこのデータに変更がない場合はノードに保持された輝度値をこのノードの輝度とする。質感の変更がある場合、ノード内の交差データを使って輝度値を再計算する。この処理を再帰的に全ノードに対して行い、積算した輝度値を画素の輝度とする。

4. インプリメンテーション

セルラアレイプロセッサCAPに、このレンダリング方式をインプリメントした。1画像の拡張光線追跡木のデータ量は、反射および透過の分岐レベル、すなわち光線数に比例する。分岐レベル5のモデルではデータ量は24.3 Mbytesとなった。我々の開発した並列レイトレーシング[4]では、画面の部分領域をセルと呼ぶプロセッサに担当させて並列化を行っている。このため、セル当りの光線数はセル台数で分割される。64台セルで構成されるCAPでは、1セル当りのデータ量が390 Kbytesである。CAPの1セルはローカルメモリを2 Mbytes実装しており、拡張光線追跡木をメモリに格納、それを直接使ってレンダリングできる。

5. レンダリングによる映像生成時間

表2に、プリミティブ数が144個、反射レベルが3の質感変更による映像生成時間を示す。色、属性の変更はレイトレーシング処理の24.7倍の処理速度で行うことができた。また、テクスチャAとBは、それぞれ17.6倍および21.7倍の速度で表示できる。写真1、写真2に本方式のソリッド・テクスチャで生成した映像例を示す。

6. まとめ

光線追跡木を用いた映像生成方式をCAP上に実現した。レイトレーシングの20倍程度の処理速度で質感変更が可能となり、会話的なレンダリングができるようになった。

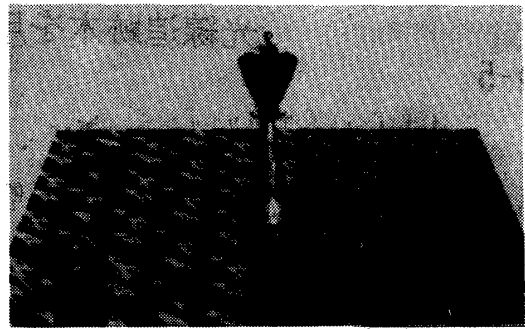


写真1. Normal perturbation の例 (21 sec)

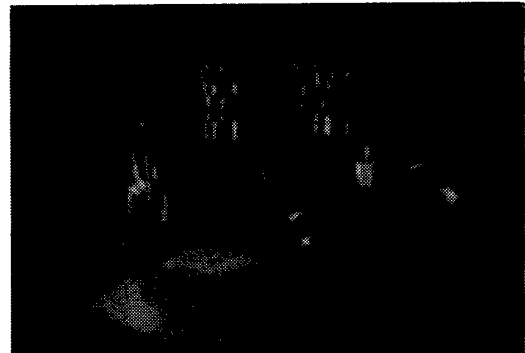


写真2. Color perturbation の例 (7 sec)

表2. 映像生成時間の比較

		映像生成時間 [sec]
レイトレーシング		370
レンダリング	色	15
	属性	15
	テクスチャA	21
	テクスチャB	17

テクスチャA : Normal perturbation
 テクスチャB : Color perturbation

今後は、さらに多種多様な質感を表現できるよう、各種のテクスチャ関数を用意し、よりリアルな映像生成ができるシステムにしたい。

[謝辞] 本研究に議論等で御援助して下さいました石井システム研究部長に感謝します。

[参考文献]

- [1] Peachey, D. R. : "Solid Texturing of Complex Surfaces", C. ACM, Vol. 19, No. 3, pp. 279-286, July, 1985
- [2] Perlin, K. : "An Image Synthesizer", C. ACM, Vol. 19, No. 3, pp. 287-296, July, 1985
- [3] Whitted, T. : "An Improved Illumination Model for Shaded Display", C. ACM, Vol. 23, No. 6, pp. 343-349, June, 1980
- [4] 村上 : "セルラアレイプロセッサCAPによるレイトレーシング", 情処研報, 86-CAD-22-2, Vol. 86, No. 43, July, 1986