

画像の質感・実在感表現における 構造ネットワーク

6K-7

宮本 泰秀 猪野 広紀 守屋 洋 村尾 洋 榎本 肇

芝浦工業大学

1. はじめに

質感・実在感をもつ画像モデルの生成に必要な主要要因を、光と照明・影・明暗・材質と考え、物体に光が当たった時に生じる現象を反射・屈折等の見地から光線追跡法を使用しない描画の容易な画像のモデル化を行い、並行実行型画像描画システム記述言語^[1]で定義された要素ネットワーク^[2]、更にそれを拡張した構造ネットワークを用いて高速に処理することが可能であるアルゴリズムを提案する。

2. 質感・実在感表現のための構造ネットワーク

要素ネットワークで描出された要素画像に対し、前後関係をもたせ、質感・実在感表現を施すと共に、動画処理をも行うために構造ネットワークを用いる。(図1参照)この構造ネットワーク上の処理は、ユーザーにとってプログラムレスで行われる。また主要時点での動画像を静止画像と考え、ある主要時点での静止画像を描出し、その静止画像を動画像部にデータ転送をすることにより動画像を生成する。よって構造ネットワークでは、各要素画像の位置関係を定義する際、静止画像、動画像^[3]をユーザーに意識させることなく描出・描画することができると共に、複数の静止画像における画像合成、静止画像描出と動画像描出等を同時に行うことができることから並行処理が可能となる。

要素ネットワークでは、環境に依存していない要素画像のデッサンを行うのに対し、構造ネットワークでは光と照明等のような光源と、物体の位置関係・材質等による反射・屈折現象のように環境依存の処理を主に行う。これらの処理は、必要に応じて要素ネットワークを参照することができる。

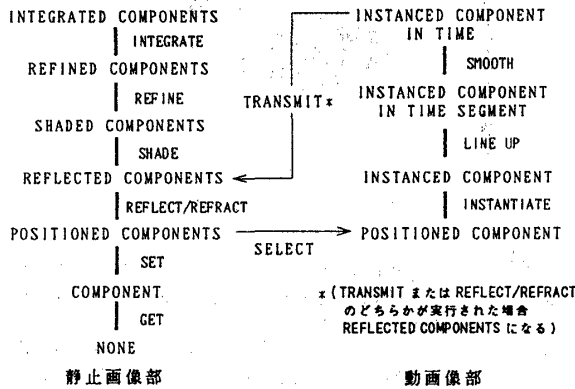


図1 構造ネットワーク

3. 静止画用構造ネットワークによる描画操作

静止画用構造ネットワークは、描出された要素画像に対し、構造キャンパス上の要素画像間の位置関係を定義し、それに位置関係・前後関係^[4]を与え、その要素画像関係に基づいて反射・屈折・影生成などの処理を行う描画ネットワークである。名詞オブジェクトのクラスをノードで示し、そのノードどうしは方向性のあるブランチで接続されている。このようなブランチは関数であり、動詞オブジェクトである。

・NONE

構造ネットワークにおける初期状態を示す。

Structure Network for a Picture Model Representing Material and Reality Effects.

Yasuhide MIYAMOTO, Hiroki INO, Yo MORIYA, Yo MURAO, Hajime ENOMOTO.

Shibaura Institute of Technology.

・COMPONENT

要素ネットワークにおいて描出された、またはデータベース上に存在する参照すべき要素画像が要素キャンパス上に表示された状態を示す。関数 GET により要素画像を表示する。(写真1参照)

・POSITIONED COMPONENTS

要素キャンパスで表示された要素画像が、構造キャンパス上に載せられた状態を示す。サブネットで作成された関数 SET(COPY, SCALE, ROTATE, MOVE) の操作によって、基本的な前後関係を持たせ、構造キャンパス上に載せる。マトリックスの定義上 COPY, SCALE, ROTATE は、並行的に行われると考えられる。

・REFLECTED COMPONENTS

光の強弱、入射角、反射・屈折等の見地から、光が物体表面に当たるときに起こる現象が表現された状態を示す。サブネットで作成した REFLECT, REFRACT によって表現し、これらの処理は並行的に行われる。

・SHADED COMPONENTS

光と照明等の見地からユーザーによって指定された影多角形を定義し、影生成された状態を示す。反射・屈折現象に比べ環境依存が大きいため付影処理はその後に行われ、関数 SHADE によって影生成をする。

・REFINED COMPONENTS

構造ネットワーク上で処理された要素画像に対して、周囲環境との矛盾といったハイライト線等の相互関係の矛盾が修正された状態を示す。関数 REFINE によって相互関係の修正をする。

・INTEGRATED PICTURE

一枚の画像が完成された状態を示す。合成実行時に定義される前後関係も含め、関数 INTEGRATE によって合成する。

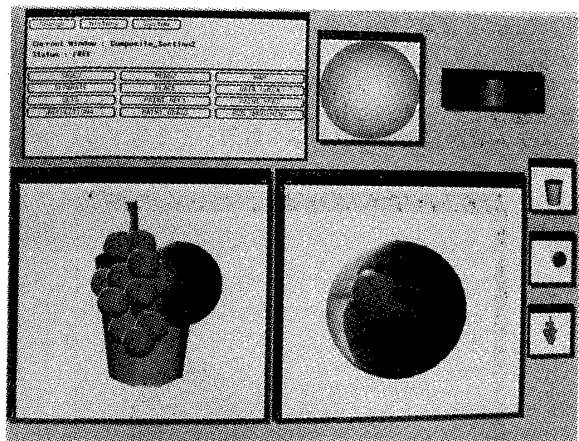


写真1 要素キャンパスと構造キャンパス

4. 反射・屈折の原理^[5]

媒質の境界面は光を反射の法則に従って反射する性質があり、同時に屈折の法則に従って光を屈折する性質がある。つまり光は媒質の境界面に達すると、その一部は反射光となってその媒体側にもどり、残りは屈折光となって境界面を通過し、次の媒体中に入る。

5. 反射・屈折原理に基づいた位置関係^[6]

視線、オブジェクト間関係による1次反射、2次反射の反射像の相対位置 α 、 β は、図3のように

$$\alpha = \frac{bx}{2b+a}, \beta = c \times \tan r$$

となる。

反射像の相対位置関係が定義された後、その位置に主要点情報だけを移動させ、入射角に対する反射率（素材に依存）を求め、主要点に対する輝度・色度値を計算し、それに基づいてヘルムホルツ補間を行い、反射物体を生成する。

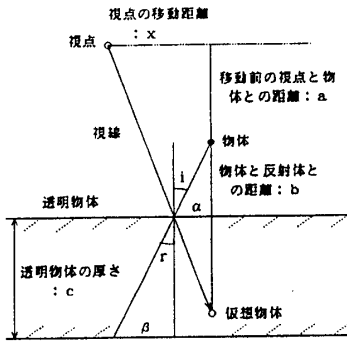


図3 反射と屈折

6. 透明物体の入射角と反射率の関係

光が境界面に対して斜めに入射する場合、光の反射は、入射光の偏光状態からs偏光の場合とp偏光の場合とに分かれる。そのおのおのについて、入射光側の屈折率を n_a 、屈折光側の屈折率を n_b 、入射角を i 、屈折角を r とすると、

$$A_{\text{反射}} = \frac{n_a \cos i - n_b \cos r}{n_a \cos i + n_b \cos r} \times A_{\text{入射}} = r_s \times A_{\text{入射}}$$

$$A_{\text{反射}} = -\frac{\frac{\cos i}{n_a} - \frac{\cos r}{n_b}}{\frac{\cos i}{n_a} + \frac{\cos r}{n_b}} \times A_{\text{入射}} = r_p \times A_{\text{入射}}$$

反射率は、それぞれ

$$R_s = |r_s|^2, R_p = |r_p|^2$$

となる。通常の光については、s偏光とp偏光が同じ割合で含まれているとして、反射率Rは、

$$R = \frac{1}{2}(R_s + R_p)$$

となる。

反射物体生成は、主要点での輝度・色度をユーザーが反射率を考慮してデータとして与えるか、または上記の関係からシステム側が自動的に反射率を計算して生成する。

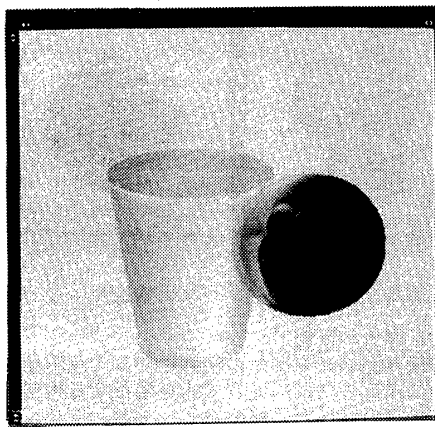


写真2 面反射率による反射現象処理

7. 光源の種類とそれによって生成される影⁽⁷⁾

影の表示といった立場から光源を考えると、光源は次の2種類に分類できる。そのひとつは平行線や点光源のように光

源の大きさを考慮しないもので、影の境界が判然としている。すなわち、影は本影のみで構成される。本影とは、光源からの直射光が全く当たらない部分である。もうひとつは、線光源、面光源のように、長さ、面積をもつ光源である。これらによる影は濃い影から徐々に明るくなり、影の境界がはっきりしない。すなわち、この場合の影は本影と半影から成り立つ。なお、半影とは、光源からの直射光の一部が遮られてできる影である。

8. 影多角形生成による付影処理

人が絵画に影をつける際、絵画上のある特徴主要点に対応して影の輪郭の主要点を設定し、それに基づいて輪郭を生成し描画する手法が存在する。よってカラー画像処理・描画システムにおいても、ある画像中の主要点に対し、その点がどれだけ移動するかを指定し、その主要点を基に影多角形の輪郭を生成することとする。この指定された主要点数によって光源を判別する。また生成する影多角形に関する環境光の大きさが、本影の値となる。生成された影どうしは、相加合成される。

影多角形生成のための画像変換は、せん断、スケーリング、平行移動の基本変換を複合的に組み合わせて行われる。

各主要点の新座標値

$$= \text{各主要点の座標値} \times \text{統合変換マトリックス}$$

- せん断
- スケーリング
- 平行移動

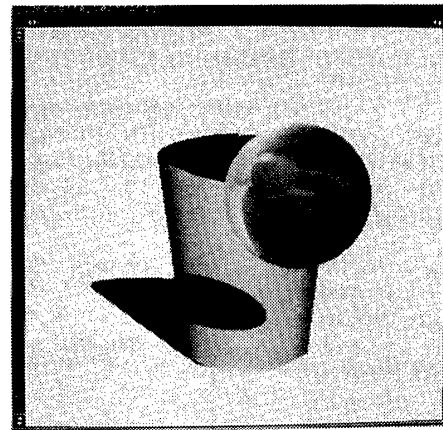


写真3 影多角形による付影処理

9. まとめ

本論文では、静止画用構造ネットワークの定義を行い、それを用いて反射・屈折現象処理、付影処理を行い、質感・実在感のある画像モデルを生成した。

従来の陰影処理では、光線追跡法等のように処理時間が膨大にかかる。また数多くの投影パラメーターの設定など、必ずしも効率が良いとは言えない。本論文の構造ネットワークを用いた反射像・影生成では、画像データの主要点をおさえ、その主要点に対応する輝度・色度情報を計算し、ヘルムホルツ補間を行うので視線を追う必要がない。またパラメーター設定も、ある程度システム側がユーザーに提案し、自由にそして自然に描画することができると考えられる。

文献

- [1] 丹羽、守屋、関、村尾、榎本 並行実行型画像描画システム記述言語の実現 1993. 3 情報処理学会第46回全国大会
- [2] 守屋、丹羽、村尾、榎本 協調型画像描画システムの並行図式 1993. 3 情報処理学会第46回全国大会
- [3] 猪野、宮本、守屋、村尾、榎本 動画表現における構造ネットワーク 1993. 3 情報処理学会第46回全国大会
- [4] 宮本、関、鶴志田、榎本 前後関係束構造によるキー抽出描画 1992. 3 情報処理学会第44回全国大会
- [5] 山口重雄 屈折率 1989. 8 共立出版
- [6] 水上孝一 コンピューター・グラフィックス 1991. 2 朝倉書店
- [7] 中前、西田 3次元コンピュータグラフィックス 1988. 5 昭晃堂