CG の照明効果表現

Lighting Simulation Technology by Computer Graphics

正会員 平田 貢
Mitsugu Hirata

1959年生, 1977年水島工業高校電気科卒, 現在, 松下電工(株)中央照明エンジニアリングセンター勤務, 照明計算, CGなどのコンピュータソフト開発に従事, 日本照明委員会会員。

◀キーワード：CG, 照明計算, 相互反射, シミュレーション, プレゼンテーション, 照明計画

1. はじめに

CG (コンピュータグラフィックス) は, 映画やテレビ番組などの映像制作の主要な手段になっており, 日常, 頻繁に目にするようになった。最近では, 家庭用のゲーム機でも非常にきれいなグラフィックで臨場感のあるゲーム (自動車レースゲームなど) を楽しむことができる。

CG を実際の照明効果の検討に用いる試みは, 1987年ごろから始まった。当初は, 非常に高価なハード (コンピュータ) とソフトを必要としていたが, 現在では市販のパソコンと比較的安価なソフト (インテリアデザインソフト) で照明効果を表現することができる。

そのため, 今後益々CGを照明計画に活用するケースが増えていくと予想されることから, 本文では, これからCGを使ってみたいと考えている読者を想定して, CGで照明効果を表現するための基礎的な方法を述べる。

2. CG 制作に必要なデータ

様々なCGソフトがあるが, いずれのソフトでも3次元形状 (床, 壁, 天井, 家具など) とそれぞれの色彩データをコンピュータに入力しなければならない。

図1に住宅のリビングの3次元形状を線画 (ワイヤーフレーム, 隠れ線は消去) で表示した例を示す。

3次元形状は, 住宅の室内であれば平面図 (間取り図) を入力して天井高さを指定する方法が一般的である。家具などの什器やインテリア小物は, CGソフトに付属す

る形状データ集, 単独でCD-ROMとして販売されているものの他, インターネットのホームページで公開されているものが活用できる。形状データの形式としては, 米 Auto DESK 社の CAD ソフト (Auto CAD) の DXF 形式が有名であるが, 他にも様々な形式があるので, 使用するCGソフトで読み込める形状データ形式を確認してから探す必要がある。欲しい形状がない場合は, 自分で作成することになるが, 3次元の形状入力には手間がかかることを覚悟しなければならない。

物体の色彩データは, 通常 R (赤), G (緑), B (青) の比を入力するが, CGソフトではディスプレイに表示される色見本 (カラーパレット) を選択できるようになっているものが多い。また, マンセル記号で指定できるものもあるが, パソコンのディスプレイやプリンタによって色が変わることがあるので微調整が必要になることが多い。

ほとんどのCGソフトは, テクスチャマッピングと呼ばれる機能がある。これは床材や壁紙の模様をカラースキャナやデジタルカメラで取り込んで3次元形状にスケールを調整し貼り付ける機能で, 取り込んだ画像の色を各部分の色彩データとして設定してくれるため, 比較的簡単に見栄えのよい画像を計算できる。

図2 (口絵参照) に色彩データを加えて計算した画像を示す。木製のテーブルや石の床材にテクスチャマッピングを施している。この時点では, まだ照明効果は表現できていない。

図1 CG制作のための3次元形状

図2 色彩を表現したCG

図3 照明効果を表現したCG

図4 相互反射計算のための分割

3. 照明器具の配光を考慮

図3（口絵参照）に照明効果を表現した画像を示す。図2と図3を比べると照明効果を表現することで、格段にリアルなCGを制作できることが理解できると思う。このため、照明計画ではなく、インテリアデザインを目的に制作するCGでも（正確ではなくてもよいから）照明効果の表現が要求されている。

照明効果をCGで表現する第一歩は、実際の照明器具の配光を考慮することである。図3では照明器具の配光と光源の位置をデータとして与え、それぞれの場所の照度計算を行ってCG画像に反映させることで、スポットライトが壁面に作る光のパターンやグラデーションが表現できている。

照度計算の結果は、物体の反射率から輝度に変換し、さらに色彩データと掛け合わされて、ディスプレイに送る色、明るさの情報に変換される。この過程において明るさ順応、光源の分光分布、物体の反射特性、ディスプレイ（ハード）の特性などを考慮しなければならないが、長くなるので説明は省略する。ここでは、照明設計において一般的に利用されている照度計算が、CG画像計算に組み込まれていることを理解して欲しい。なお、物体の影は照度計算の過程で計算している。図3の例ではテーブルの影が2列のダウンライトによって2重にできている。また、植物の葉による複雑な影が表現されている。

4. 相互反射を考慮

屋外照明では、さほど問題にならないが、屋内では天井、壁、床、家具からの反射光が他の物体へ影響することを考慮する必要がある。特に間接照明では重要である。

図3では相互反射が考慮されており、収納壁の上の蛍

光灯から天井への間接光による室内の明るさが表現できている。

相互反射は、照明設計の古くからのテーマであり、屋内の平均照度計算では直方体の室内を天井、壁、床の3面または4つの壁を別々にした6面の間で光の伝達を計算する手法（光束伝達法）が用いられてきた。

CGソフトの相互反射も同じような計算手法であるが、3面とか6面ではなく、天井、壁、床や家具の表面を細かく分割し、それらの間で影を考慮しながら反射光による照度（光束伝達）を計算している。図4に分割のようすを示す。この例では約13万個の微小三角形に分割している。

詳細は省略するが、相互反射の計算方法をCGソフトでは、計算手法の違いで「ラジオシティ法」、「モンテカルロ法」や「双方向レイトレーシング法」と呼ぶ。

いずれの方法も前述のように表面を分割しており、粗く分割すると計算結果が速くなるが精度が悪くなるため、明るさの変化が大きい部分は細かく、均一な部分は粗く分割するなど最適化を指向したCGソフトもある。

相互反射の計算精度の設定のひとつに計算を終了する条件がある。相互反射の計算は簡単にいうと反射光束を反射回数ごとに計算しているわけで、反射率は100%ではないから反射のたびに反射光束は減少するが、反射率が0%の面に当たらない限り計算は終了しない。そのため、終了条件の設定が必要で反射回数を指定するタイプや反射光束の総和を指定するタイプがある。

ソフトによる計算時間を比較するときには、相互反射の終了条件をそろえておく必要がある。

5. CGアニメーション

現在のパソコンには3次元表示のためのハード（3Dグラフィックボードなど）が組み込まれており、コン

コンピュータの CPU から 3 次元座標数値を受け取って非常に高速にディスプレイへ透視図を表示することができる。このハードを利用すると視点を変更したときの再表示が 0.1 秒程度で可能になり、キーボードやマウスで視点を動かすことで室内を歩き回っているように見える、ウォークスルーアニメーションを実現できる。

相互反射計算の過程で、図 4 の三角形個々の明るさが計算できているので、三角形単位で明るさを変化させれば、照明効果を表現したアニメーションも実現できる。ただし、図 3 の木の葉の影などの表現は図 4 の分割では表せない。図 3 は 1280×1024 個のディスプレイ上のすべての点の照度計算を行って計算している（レイトレーシング法）。現在のところ、三角形単位に明るさを設定する

ウォークスルーアニメーションの照明効果表現は図 3 のような静止画には及ばない。

6. おわりに

CG を照明計画に活用することで照度計算や図面だけでは伝えることが難しい、間接照明や複雑な形状の影などの照明環境を分かりやすく表現できる。プレゼンテーションに活用すれば、計画の早期の段階でオーナーと照明設計者が照明環境の認識を共有することができ、よりよい照明環境の創出につながる。コンピュータの性能向上やソフトの進化もあり、今後益々、照明計画に CG が活用されていくと推察される。

図 1～図 4：©松下電工(株)2002

研究報告書頒布のお知らせ

報告書名：オフィス照明の質的評価研究調査委員会 JIER-067

第 1 部、オフィス照明の質の考え方

- 1. はじめに
- 2. デザインとオフィス照明の質
- 3. 研究とオフィス照明の質
- 4. 統合とオフィス照明
- 5. まとめ

第 2 部 オフィス照明の質に関する調査

- 1. はじめに
- 2. オフィス照明の認識に関する面接調査
 - 2.1 調査の背景と目的
 - 2.2 面接調査の概要
 - 2.3 オフィス照明の位置づけ
 - 2.4 被験者間差異と属性間差異
 - 2.5 ネットワーク図の作成
 - 2.6 カテゴリーに見る属性間差異
 - 2.7 まとめ
 - 2.8 資料
- 3. オフィス照明の質的評価のためのアンケート調査
 - 3.1 はじめに
 - 3.2 コンジョイント分析による調査
 - 3.3 順位付けによるオフィス照明構成項目に対する重要度評価
 - 3.4 オフィス照明の質の評価式
- 4. まとめ
- おわりに

編集：平成12年 9 月
印刷：平成12年 9 月
発行：平成12年 9 月
A 4 判 83ページ（2 色刷）

頒布価格：会員価格：2000円（税別）
非会員価格：2500円（税別）
送料 170円

申込方法：必要事項（書籍名、部数、住所、氏名、電話番号、FAX 番号）をご記入の上、事務局へお申し込み下さい。

社団法人 照明学会 事務局
〒101-0048 東京都千代田区神田司町2-8-4
電話 03-5294-0101 FAX 03-5294-0102