

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 高橋時市郎

本論文は「**Spatial Data Structures for Photorealistic and Non-photorealistic Rendering** (写実的・非写実的画像生成のための空間データ構造に関する研究)」と題し、英文でかかれており、8章よりなる。本論文は、新しい空間データ構造の導入を行い、コンピュータグラフィックスにおける写実的画像生成、非写実的画像生成における新しい展開を行ったものである。写実的画像生成技術に関しては、光源空間における新しいデータ構造を考案し、線光源、面光源に対する効率の良い付影技術を確立した。さらに、スクリーン平面データ構造での操作により、イラストや油絵のような画像を生成する非写実的画像生成と呼ばれる分野を開拓し、NCマシンでの3次元モデルの加工技術へも応用を行った。

第1章は、「**Introduction**」であり、本論文の目的と位置づけ、および論文の構成について述べている。

第2章は、「**Related works**」と題し、関連研究についてのサーベイを行い、本論文での提案の詳細な位置づけを行っている。写実的画像生成にて重要な様々な光源に対するレンダリングの手法、レンダリングのための中間バッファの応用に関してまとめている。

第3章は、「**Ray-oriented buffer for linear light sources**」と題する。光源を中心に放射状に空間を分割する **ray-oriented buffer** 法を考案し、線光源に対する効率のよい付影処理を提案した。従来、膨大な計算量を必要とした処理を、空間データ構造を工夫することにより、影に関与するか否かを調べる物体の数を大幅に減少させ、大幅な高速化を実現し、従来法の5-10倍の高速化を実現した。

第4章は、「**Extended ray-oriented buffer for area light sources**」と題し、前章で提案した付影手法を面光源に拡張した。このために、面光源の4辺を線光源と見なし、それぞれ放射状の空間分割を導入することにより、より詳細な空間分割を行い、付影処理の対象となるポリゴンを削減した。従来の付影処理で対象となったポリゴンの99%以上を削減でき、大幅な高速化が実現できた。

第5章は、「**G-buffers for non-photorealistic rendering**」と題する。レンダリングに用いる中間バッファである **geometry buffer (G-buffer)** に対して、画像処理を施す新しいレンダリング手法を示した。**G-buffer** には、奥行きや法線ベクトルなどの幾何特性が格納される。**G-buffer** への画像処理により、イラストや油絵のような非写実的な画像を生成できることを示した。現在、このような手法は非写実的画像生成と呼ばれる新しいCGの技術分野となっている。本論文に纏めた仕事は、その端緒である。

第6章は、「G-buffer application for NC machining of 3D models」と題する。Geometry buffer に対する画像処理を応用し、NC マシンの切削加工による3次元モデルの生成技術を展開している。従来のNC マシンのカッターパスの生成では、加工対象と工具の干渉に膨大な計算が必要であった。これに対して、レンダリング処理の結果得られる幾何学情報を画像として扱うことで、均一な画像処理により効率よくNC マシンのカッターパスを生成できることを示した。

第7章は、「Cross scan buffer for interactive photorealistic rendering」と題し、インタラクティブなグラフィックスに必要とされる高速な拡大縮小処理について論じている。従来手法の中間バッファを用いるグラフィックス処理では、インタラクティブな操作においてズームアップした細部を描く場合には、画像生成を最初からやり直す必要があった。これに対し、画素を小領域に分割して物体の稜線を記憶し、陰面消去結果を蓄積する cross scan line buffer を提案し、拡大縮小に対して、画質劣化なく従来より3.5 - 5.7倍高速な再レンダリング処理を実現した。

第8章は、「Conclusion」であり、本論文の成果をまとめている。また、G-buffer を用いた手法の産業での実用例を挙げている。

以上これを要するに、本論文では、データ構造の工夫による効率的な写実的コンピュータグラフィックス手法を論じるとともに、イラストや油絵といった非写実的な画像生成という新しいコンピュータグラフィックス技術を開拓したものであり、画像工学上貢献が大きい。よって本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認められる。