

審査の結果の要旨

氏名 金森 由博

陰関数曲面は、曲面の滑らかさや数学的に扱いやすいなどの利点により、CADやコンピュータグラフィックスの分野において、幅広く利用されてきた。この陰関数表現の中に、陰関数を点群ベースで表現する手法があり、最近の3D計測や物理シミュレーションの分野で利用される場合が多くなってきている。本論文は、これらの点群ベースの陰関数表現を効率的かつ高品位に描画する手法を研究したものであり、「A Study on efficient sampling and fast rendering of point-based implicit surfaces (点群ベース陰関数曲面の効率的なサンプリングおよび高速な描画についての研究)」と題され、6章からなり英文で書かれている。

第1章は、「Introduction (序論)」と題され、研究の背景や動機、本論文の構成について述べている。引き続き、第2章は、「Fundamentals and Related Work (基本用語と関連研究)」と題され、点群ベースの陰関数表現の分類、点群ベースの陰関数表現の表示法、関連研究、ならびに、関連研究における問題点などを整理している。

第3章は、「Efficient Sampling of Points on Surface Implicit (面表現陰関数のための点群の効果的サンプリング)」と題され、高速なレンダリングのための面表現陰関数のための点群を描画ハード (GPU) を用いて高速にサンプリングする手法を提案している。手法は、陰関数表現のための点群を入力として、これらのなかからランダムに点を選びだし、この選びだされた点を中心にSurfelと呼ばれる円盤を敷き詰め、これらの円盤で面が覆われるかをチェックし、隙間を検出し、隙間なく曲面上をカバーするために円盤を追加するという手法をGPUの上で実装し、高速なレンダリングを可能とした。

第4章は、「High Quality Ray Casting of Metaballs (メタボールの高精度レイキャスト法)」と題され、高精度に陰関数表現を描画する手法を提案している。第3章の手法が主に、3D計測で得られるような表面データを主に対象としていたのに対し、本章の手法は、物理シミュレーションなどでえられるボリュームの可視化に的をしぼり、この高精度な描画法を提案したものである。ボリュームを表現する粒子をメタボールと名づけ、これを可視化のために使用することで、高精度な手法を達成している。

第5章は、「Fast Rendering of Metaballs using Dynamic Slicing (動的スライスを用いたメタボールの高速レンダリング)」と名づけられ、インタラクティブな使用のために、高速にメタボールを表示する手法を提案している。前章の手法においては、多数のメタボールを繰り返し処理するため、高精度ではあるものの時間がかかるという欠点があった。本章の手法では、メタボールを空間中において階層的に表現することで、現在の可視化に必要なメタボールを階層構造を利用して効率的に選択できるようにすることで高速化を達成している。

第6章は、「Conclusions and Future Work (結論と残された問題)」と題され、本論文のまとめと今後の研究の方向性について述べている。

以上これを要するに、本論文は、3D計測などで得られるデータなど面に重点がある点群データの陰関数表現をサーフェルという表現を効率的に敷き詰めることで高速に描画する手法、物理シミュレーションの可視化など内部の粒子にも重点があるような点群データの陰関数表現のためのメタボールを高精度に描画する手法、インタラクティブシステムなどのためにメタボールを高速に描画する手法を提案したもので、コンピュータ科学上貢献するところが少なくない。よって本論文は博士 (情報理工学) の学位請求論文として合格と認められる。