

# 論文審査の結果の要旨

氏名 栗原 恒弥

本論文は、コンピュータアニメーションにおけるキャラクターの変形方法について事例ベースの方法を提案している。本論文は6章から成り立っており、第1章は本論文のテーマである、コンピュータアニメーションにおけるキャラクターの変形方法に関する背景および目的が述べられている。第2章では、キャラクターの変形方法に関する従来手法の紹介がなされている。第3章では、双対四元数補間法を拡張し、拡大縮小を可能とする方法を提案している。さらに双対四元数補間法を用いた事例ベースの変形方法を提案している。第4章では、複数姿勢のCT画像から手の変形モデルを生成する方法について述べられている。さらに、比較的少数のサンプル形状から、自然な変形が得られる方法を提案している。第5章では、法線マップ補間を用いた高速な変形の表示方法を提案している。最後に第6章において、本研究のまとめと今後の課題について述べられている。以下で各章の内容について述べる。

コンピュータグラフィックスの分野において、人間や架空の動物などを表現するキャラクターアニメーションは重要な課題である。本論文では、特にキャラクターの変形に関して論じている。キャラクター変形のモデル化には、アニメータによる対話的な指定や、筋肉変形シミュレーションなど様々な方法がある。さらに、近年の計測技術の進歩に伴い人体などの詳細形状を計測することが可能となっている。そこで、本論文では上記の方法によって得られた様々な姿勢における形状データを入力とする事例ベースのキャラクターの変形方法を提案している。

第3章では、双対四元数補間法を用いたキャラクターの変形方法について述べられている。本論文で提案する変形方法は様々な姿勢におけるサンプル形状から、アニメーション中の目標姿勢の形状を求めるものである。提案法はスケルトンを用いた幾何変形と、サンプル形状の補間を融合したものである。先行技術である PSD 法 (Pose Space Deformation) は、スケルトンを用いた変形には SSD 法 (Skeletal Subspace Deformation) を用いていた。しかし SSD 法には、関節部分で形状がつぶれるなどの問題があった。このため、PSD 法においても変形が不自然になるという問題があった。そこで、PSD 法におけるスケルトンベースの変形として、新たに双対四元数補間法 (dual quaternion linear blending : 以下 DLB 法) を用いる方法を提案している。DLB 法を用いることにより変形がより自然になることが確認されている。しかしながら、DLB 法は剛体変換だけを扱い、拡大と縮小を扱えないという問題があった。このため、DLB 法を、拡大・縮小が扱えるように拡張する DLBNT (Dual quaternion Linear Blending with Non-rigid Transformation) 法を提案している。

第4章では、医用画像（CT画像）を用いた事例ベースの「手」の変形モデルについて述べている。提案法では複数姿勢における手のCT画像を撮影する。複数の姿勢における骨格形状を比較することで、関節位置の推定を行っている。さらに、複数姿勢の手の表面形状に対して対応付けを行うことで、事例ベースの変形方法のサンプル形状を得ている。得られた表面形状をPSD法を用いて変形することで、手の自然な変形が可能となっている。さらに、本章では、比較的少数のサンプルを用いた場合にも自然な変形が得られるWPSD法(Weighted Pose Space Deformation)を提案している。

第5章では、WPSD法によるキャラクタの変形を高速に表示する方法について述べられている。WPSD法は各頂点において形状補間の重みを求めるために計算量が大きいのという問題がある。この問題を解決するために、法線マッピングを用いた高速な変形の実現方法を提案している。WPSD法に法線マッピングを適用するために、WPSD法で形状を補間すると同時に法線マップを補間する。さらに、特徴点および特徴線を用いてサンプル形状の対応付けを精密に行っている。以上により、法線マップ補間を用いない方法と比較して、10倍以上の高速な変形の実現が可能となっている。

なお、本論文第3章、第5章は東京大学の西田友是教授との共同研究、第4章、第5章は産業技術総合研究所の宮田なつき氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって開発、分析、検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。したがって、博士(科学)の学位を授与できると認める。