

審査の結果の要旨

氏名 道川 隆士

道川隆士（みちかわたかし）提出の本論文は「多重解像度表現に基づく高品質な形状補間手法」と題し、全 7 章よりなり、メッシュモデルに対するモーフィング(形状補間) に関する問題を扱っている。

第 1 章では、コンピュータアニメーション分野における形状モデリングの密接な関係を示し、形状モデリング分野の一つであるメッシュモーフィングの重要性について論じた。そして、従来手法におけるメッシュモーフィングの問題点を指摘し、本研究の目的を示した。その後、多重解像度表現に基づく手法の枠組みを提案した。

第 2 章では、本研究の背景を示した。はじめに、形状モデリングにおけるデータ表現、多重解像度表現、メッシュの幾何処理、メッシュの変形技術など、本研究で必要となる技術について、各種手法を紹介した。また最後に、メッシュモーフィングについて、既存研究を紹介し、手法の特徴および問題点を指摘した。

第 3 章では、高品質な形状補間を実現するための多重解像度表現に基づく補間メッシュ表現(多重解像度補間メッシュ)について提案した。手法は、ユーザが入力メッシュを近似したような粗いメッシュ(ベース補間メッシュ) を構築することから始まる。ベース補間メッシュによって粗いレベルにおける一対一対応を構築した後は、ベース補間メッシュを繰り返し細分割して、新規にできた頂点を入力メッシュに近似させることで補間メッシュを構築する。構築された補間メッシュは、あくまでも入力メッシュの近似であるものの、視覚的には十分な精度を持ったメッシュを従来手法よりも少ない面数で表すことを可能にした。また法線マップや 3 つ以上のモーフィングなど従来困難であった様々なモーフィング手法が可能であることを示した。

第 4 章では、第 3 章で提案した多重解像度補間メッシュを用いた近似剛体補間手法を提案した。手法は、3 段階からなる。始めに、多重解像度補間メッシュからベース補間メッシュを取り出し、四面体メッシュの位相を持った四面体補間メッシュを構築する。次に四面体補間メッシュに対して近似剛体補間を計算して、粗いレベルにおける大まかな補間形状を計算する。このとき、ソース、ターゲットともに裏返りの無い四面体補間メッシュが必要とされるが、そのようなメッシュを構築することは難しい。そこで、四面体補間メッシュに裏返りがある場合でも近似剛体補間が計算できるように手法を拡張した。最後に、多重解像度表現に基づく再構築により、詳細レベルにおける補間形状を計算する。以上の手法は、多重解像度表現を利用したことで、従来の補間メッシュでは困難であった近似剛体補間手法を実現した。

第 5 章では、第 3 章、第 4 章で提案した手法に関する実験を行い、品質、データ量、計算時間についてそれぞれ評価を行った。多重解像度補間メッシュについては、十分な細分割により、入力メッシュに十分な近似精度を持った補間メッシュが得られることを確認した。また、そのときのデータ量は、従来手法と比較してコンパクトであることを確認した。また、近似剛体補間手法については、大域のおよび局所的な観点からの評価を通して、高品質な補間が行われていることを確認した。計算時間は、従来手法より数倍高速であることを確認した。データ量もコンパクトであることも確認した。

第 6 章では、第 4 章で提案した近似剛体補間手法の枠組みを基に、ユーザによる制御を加える手法を提案した。第 4 章における粗いレベルに対する近似剛体補間を計算した後にユーザによる制御を加える。あとは、多重解像度表現に基づく再構築により、詳細なレベルにおける補間形状を計算する。第 6 章では、この枠組みを利用した補間形状制御手法として、補間経路編集による手法、変形情報転送手法に基づく手法、非一様補間手法をそれぞれ提案し、従来手法では困難であった補間形状とユーザによる制御を両立させた形状補間手法を実現した。

第 7 章では、本研究の成果をまとめ、今後の展望に関して論述した。

以上を総括すると、本研究は、既存手法では困難であった、歪みのない高品質な補間形状の計算を可能にした。更に、補間形状の品質を保持しながらユーザによる制御を可能にした。特に、本論文で提案した多重解像度表現に基づく枠組みは、ゲームのような対話性を要求するアプリケーションから、形状デザインのような品質を要求するアプリケーションまで幅広い分野に応用できる可能性を持っている。このことから本論文は、形状モデリング分野において大きな貢献を行ったといえる。

よって本論文は博士（工学）学位請求論文として合格と認められる。