

豊橋技術科学大学長 殿

平成 25 年 2 月 22 日

審査委員長 栗山 繁






論文審査及び最終試験の結果報告書

このことについて、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	立間 淳司	学籍番号	第 109301 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	電子・情報工学専攻
論文題目	特徴抽出と線形次元削減による三次元物体の形状類似検索		
公開審査会の日	平成 25 年 2 月 13 日		
論文審査の期間	平成 25 年 1 月 24 日～平成 25 年 2 月 22 日	論文審査の結果	合格
最終試験の日	平成 25 年 2 月 13 日	最終試験の結果	合格

論文内容の要旨  
 本論文は、製造業、医療、建築など多様な分野で使用される三次元物体のデジタルアーカイブから、形状が類似する物体を高精度に検索できる新規な特徴量抽出法と、線形次元削減技術を含む形状類似検索技法とその適用結果を述べたものである。第1章では、形状類似検索システムの概要を述べている。第2章では、検索に不可欠な特徴量を述べている。特に、4種類の新規な特徴量(多重フーリエスペクトル特徴量, ボクセル空間稠密特徴量, 奥行視覚単語特徴量, 局所相関特徴量)を提案し、従来の特徴量と提案特徴量との定量的比較実験を、各種ベンチマークデータを用いて行い、それらの有効性を実験的に示し、個々の特徴量が得意な形状の分析を行っている。形状を表す特徴量は、一般に検索精度を追求すると高次元になる傾向がある。第3章では、高次元の特徴量空間を低次元に次元削減する新規手法を述べている。特に、高次元空間に潜む非線形構造を捉えられる線形次元削減手法を述べており、結果として未知データに頑健で、同時に検索性能のよい線形次元削減手法を述べている。第4章では、検索結果を表示する最終段階で必要となる相違度計算と順位づけに関して述べ、特に、順位づけに多様体ランキング手法を導入することで検索精度の更なる向上が可能であることを示している。第5章では、本論文のまとめと今後の課題を述べている。

審査結果の要旨  
 デジタル三次元物体に対する形状類似検索技術は、Google 3D Warehouse など大規模な三次元データ・アーカイブサイトの台頭で近年その重要性を増している。世界的には、プリンストン大学で2000年頃に開始された形状類似検索研究やその際公開されたベンチマークデータの影響で、形状類似検索の研究が世界的に広まった。本論文は、形状類似検索で重要となる位置不変・サイズ不変・傾き不変な特徴量を複数考案し、その中で成功した4種類の性質の異なる特徴量を取り上げ、客観的な評価を行い、それらの有効性を示している。一般に高性能な検索をもたらす特徴量ほど特徴量次元は肥大化し、高次元の特徴量には潜在的に非線形構造を内在する傾向がある。筆者はこの問題に対し、非線形構造を捉えることができ、同時に未知データに頑健な2種類の線形次元削減技術(線形拡散射影法, 局所計量保存射影法)の開発に成功した。また、次元削減した提案特徴量のほうが、検索精度が向上することを示した。更にこれらの次元削減技術は、画像やテキスト文書など幅広いメディアに適応可能であることを示した。一方で検索結果のランキングを行う段階でフィードバックをかけることで更なる性能向上が可能であることが知られているが、この問題に関しても大域的な情報を含む多様体ランキング手法を開発し、検索性能を更に向上できることを示した。なお、論文で提案された特徴量で、3D 検索の国際コンペティション(SHREC2012)で検索精度世界第2位の成績を獲得した経験と、国際会議でベストペーパー賞にノミネートされた経験を有する。総じて、審査付学術雑誌論文7報、審査付国際会議3報を有し、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

審査委員  
 栗山 繁  三浦 純  青野 雅樹   
 \_\_\_\_\_ 印 \_\_\_\_\_ 印 \_\_\_\_\_ 印