

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 徐 建鋒

本論文は「Time-Varying Mesh Processing for Segmentation, Summarization, Interpolation and Composition (3次元ビデオ処理:分節化, 要約, 補間, 編集)」と題し, 英文で書かれており, 7章よりなる. 3次元ビデオとは, 時間的に変化する3次元メッシュ系列であり, 動く実物体を対象に多数カメラで取得した映像から生成する. そのメッシュの頂点数, トポロジーも動的に変化するため, 本論文では TVM (Time Varying Mesh)と称している. TVMは, 人物などの動きや形状を3次元で取得し, その再生においては, ユーザの視点を自由に変えることができ, 新しい映像メディアとしての期待が高まっている. 従来より TVMの取得法を中心とした研究が進められてきた. これに対して, 本論文は, その利活用のための処理手法(分節化, 要約, 補間, 編集)という新しい課題に着目し, それぞれの技術的な提案を論じたものである.

第1章は, 「Introduction (序論)」であり, 研究の目的, 背景, 本論文の構成について述べている.

第2章は, 「Similarity Measures in Time-Varying Mesh(TVMの類似尺度)」と題し, 3次元のメッシュ系列のフレームごとの類似尺度について論じている. この類似尺度は, 分節, 要約, 編集などの処理にて重要な役割を果たす. 類似尺度として, 距離ヒストグラム, 極座標ヒストグラム, 相互情報量の提案を行い, その比較評価実験を行っている. 計算量と性能のトレードオフを評価し, 極座標ヒストグラムを特徴量として以降の章において用いている.

第3章は, 「Motion Segmentation (動きの分節化)」と題し, TVMのメッシュ系列をその動きの類似性による分節化について論じている. 分節化により人物の舞踊などの一連の動きを適切な単位で切り分けまとめることができる. 極座標ヒストグラムに基づく特徴量の時間的な変化に対して, 突発的な変化と緩やかな変化の検出を行った. その評価としては, 実験データに対して, 8人の評価者による主観的な文節位置を求め, ばらつきを考慮して, 正解の分節位置を導出し, 提案手法の評価を行った. 適合率と再現率の調和平均である F-measure にて, 0.85と良好な結果を得ている. さらに, 歩行動作など周期的な動きの検出についても検討を行い, 繰り返す動きの単位の検出についても論じている. 時間方向に階層的な処理を行い, 極座標ヒストグラム変化を一定時間でまとめた Motion Atom を定義し, 繰り返す動きの単位である Motion Texton を検出し, そのつながりを Motion Cluster として検出している.

第4章は, 「Key Frame Extraction(キーフレーム抽出)」と題し, TVM系列の要約のためのキーフレーム抽出について論じている. キーフレーム抽出においては, 最適なキーフレーム数を求めるとともに最適なキーフレーム位置の決定を行う必要がある. それらは, 動きの大小に応じて, 異なる値をとらねばならない. 本論文では, レート歪のトレードオフ関係を利用し, その最適化を行う手法を提案した. レートは分節区間におけるキーフレーム数, 歪がその位置により定まる累積的な誤差とモデル化した. レートと歪によるコスト関数の最小化を行い, 最適値を求めている. なお, 線形近似を導入することで, 解析的に最適値を求めることができることを示した. 複数の系列に対する評価を行い, 合理的な結果を得ることができた.

第5章は, 「Motion Editing (動きの編集)」と題し, 動きを考慮した TVMの編集合成手法について論じている. これにより, 既存の TVM系列を用いて新しい系列を生成することができる. 3章で導いた周期的な動き単位である Motion Texton をベースとした Motion Graph を利用する. 指定したフレームから探索を始め, 十分なめらかに最適な箇所異なる Motion Texton へ遷移するための手法を導き, 実験により評価を行っている.

第6章は, 「Motion-Compensated Frame Interpolation(動き補償フレーム補間)」と題し, フレームレートを変化させるための TVMの補間を論じている. 本論文では, 頭部, 胴体, 腕, 足に応じて, 10区間の接続構造を仮定し, TVMの表現する人の動きを区分ごとに推定する. 初期区分はユーザが与え, 以降のフレームにおいては, 自動的に区分を剛体とみなした動きの推定を行う. さらに, その推定した動きに基づき, メッシュを変形させ, 補間を行い, TVM系列のフレームレート向上の実験で評価を行っている.

第7章は, 「Summary of Thesis(論文のまとめ)」であり, 本論文での成果をまとめるとともに, 今後の課題について言及している.

以上これを要するに, 本論文では, 新しい映像メディアとして期待される3次元ビデオに対し, その利活用につながる処理技術として必要とされる, 分節化, 要約, 補間, 編集という新しい課題に対しての提案, 検証を行ったものであり, 画像工学上貢献するところが少なくない. 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.