

審査の結果の要旨

氏 名 陶 砺

本論文は、「Video Representation Learning for Action Recognition and Retrieval (行動認識・検索のための映像表現学習)」と題し、英文より書かれており5章よりなる。深層学習の発展に伴い、映像処理の研究の重要性が増しつつあるが、映像は時間方向の情報も持つため、データ量や学習データ作成のコストが問題になるだけでなく、その特徴表現手法の難しさにも技術的な課題があった。そこで本論文では、映像の時間方向の情報を表現するための新たな計算方法を提案し、また、より良い映像特徴表現のための自己教師あり学習手法を複数提案した。映像認識における標準的なデータセットを用いた認識および検索実験により、提案手法の有効性を確認した。さらに、提案する計算手法が映像データのどのような特徴に注意を払っているのか、どのような映像の認識・検索を得意・不得意とするかなどについても考察を行った。

第1章は「Introduction (序論)」であり、映像データに対する表現学習の定義と関連研究のまとめ、課題の定義を行っている。

第2章は「Residual Frames with 3D ConvNets (残差フレームを用いた3次元畳み込み)」と題し、残差フレームを用いたtwo-pathアーキテクチャによる新しい動き特徴表現手法について論じている。これまでの教師あり学習による映像の認識・処理には、オプティカルフローが一般的に用いられてきたが、莫大な処理コストという課題があった。それに対し、隣接するフレーム同士の絶対差分をとった残差フレームを用いる手法を提案し、オプティカルフローを用いた場合と比べて同等かそれ以上の認識・検索性能が達成できることを実験的に示した。また、詳細な解析により、RGBフレームに対して3次元畳み込みを行った場合とは異なった情報に注目していること、特に動きの情報に強く注目していることなどを明らかにした。逆に、ヨガのように動きに一貫性がなく多様性が大きな動きに対しては、動きよりも見かけの情報の方が優位で、提案手法は苦手であることも明らかにした。

第3章は「Inter-Intra Contrastive Learning for Self-Supervised Video Representation (自己教師あり学習による映像分散表現のためのInter-Intra Contrastive Learning)」と題し、対照学習において同一映像サンプル内からネガティブサンプル (intra-negative)を作るという新しい自己教師あり学習手法について論じている。先行手法では、同一映像サンプル内から作るポジティブサンプル (intra-positive)と、異なる映像サンプルから作るネガティブサンプル (inter-negative)を用いるのが一般的で、本論文で提案するintra-negativeは新たなモダリティを提供している。様々なバックボーンネットワーク、データセットを用いた実験により、提案するInter-Intra Contrastive Learningが一般性をもって優れた映像表

現学習方式であることを示した。

第4章は「**Pretext-Contrastive Learning for Self-Supervised Video Representation (自己教師学習による映像分散表現のためのPretext-Contrastive Learning)**」と題し、**Pretext task**と呼ばれる疑似タスクを事前に解く自己教師あり学習、及び自己教師あり距離学習の一種である対照学習を組み合わせた新たな学習手法について論じている。**Pretext task**や対照学習はそれぞれ独立して研究が進んできたもので、どのような組み合わせがどのような理由で最適なのかについては議論がなされてこなかった。効果的な組み合わせにより、非常に少ないデータのみを用いた事前学習でも最新手法を上回る認識・検索性能を実現できることを実験的に確認した。

第5章は「**Conclusions, Limitations, and Future Directions (結論、手法の限界、および残された課題)**」であり、本論文の成果、手法の限界、残された課題をまとめている。

以上これを要するに、本論文は近年研究が進む映像処理に向けた新たな動き特徴表現手法と、よりよい映像特徴表現のための新たな自己教師あり学習手法という基礎的なアルゴリズムを複数提案し、性能や有用性・実用性、更には限界について大規模な実験によって検証したものであり、電子情報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。