

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 張 冠文

論 文 題 目

A Study of Real-world People Re-identification

(現実世界におけるカメラでの人物照合)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学准教授	加藤 ジェーン
	名古屋大学教授	間瀬 健二
	名古屋大学教授	石川 佳治
	名古屋大学教授	茂登山 清文

論文審査の結果の要旨

張 冠文君提出の論文「A Study of Real-world People Re-identification (現実世界におけるカメラでの人物照合)」は、実用的な場面において、外観特徴を用いて人物を照合する技術について、一連の研究成果をまとめたものである。「人物照合技術」は、あるカメラで撮影した画像中に現れた人物が、既に同視点または他視点のカメラによっても観測されているかを決定する技術である。論文は7章から構成されている。

第1章は序論である。研究背景、目的、課題および本研究の概要がまとめられている。

第2章は従来研究のレビューである。外観特徴を用いたアプローチを中心に、多くの従来手法が総括されている。特に、外観特徴を用いたアプローチにおいては、カメラ視点・照明の変化、人物姿勢の非剛体変形、オクルージョンの発生によって、同一人物の画像の差異が、異なる人物間の画像の差異よりも大きくなってしまふことが重大な問題となる。この問題は「クラス内／クラス間分散問題」と呼ばれるが、この問題が最も挑戦的な課題であることが指摘されている。

第3章では、複数の画像間におけるマルチショット人物照合のための「局所距離比較アプローチ」を提案した。まず、人物外観の分布がマルチモーダル性をもつことを明らかにし、この性質に適用可能な損失関数を定義した。その上で、損失関数によって測定される画像集合間の類似度を、局所的な尺度である距離メトリックのみによって比較した。その後、本アプローチがクラス内／クラス間問題の解決に効果的で、その性能は従来のマルチショット人物照合手法より優れていることを示した。

第4章では、局所距離比較における距離メトリックを改善するための「適応型メトリック学習アプローチ」を提案した。このアプローチでは従来手法と異なり、目標タスクのデータだけでなく、様々なタスクのデータに含まれている人物照合に役立つ一般知識も、目標タスクの距離メトリックの学習に利用する。このように得た適応型距離メトリックを用いることにより、学習データの不足で起きる過学習を防ぐことができるため、局所距離比較の性能を格段に向上させることができた。

第5章では、人物照合を目的とした「パッチワイズ学習アプローチ」を提案した。人の姿勢には非剛体変形があるため、全体的外観の表現においてクラス内分散が大きいという固有の問題が生じる。すなわち、人の姿勢の非剛体変形による曖昧性が大きい。そこで、本アプローチでは、ハンドクラフト表現方法とメトリック学習方法の長所を結合させ、人物画像を複数の部分画像であるパッチに分割して、パッチごとにセット間で比較するようにした。これにより、最先端の手法と同等の性能を得ることができた。

第6章では、2枚の画像間におけるシングルショット人物照合のための「深層畳み込みニューラルネットワーク(深層CNN)」を提案した。特徴表現に存在するクラス内／クラス間分散問題を軽減するため、入力された生の画像データから特徴情報を直接抽出するアプローチを採用。学習された特徴を、線形サポートベクターマシンに入力することにより、人物照合のための特徴学習及び類似度比較を、1つの枠組みに統合した。提案した深層CNNは、単純なモデルにもかかわらず良い認識性能を達成している。

学位報告1-2

38 字×35 行

第7章では、本研究で得られた結果の総括、残された課題及び将来の展望をまとめている。

以上のように、本論文では4つの人物照合アプローチが提案されている。これらのアプローチは人物照合系において、互いに補完的な構成要素として位置づけられる。例えば、目標タスクに対して得られる学習データの数が十分あるときには「局所距離比較アプローチ」又は「パッチワイズ学習アプローチ」を採用すれば、高い精度を得ることができる。一方、学習データ数が充分でないケースでは、「適応型メトリック学習アプローチ」が有用である。今後はセンサ等の発達により、より多くのデータが利用可能となると考えられるが、そうなれば手動で有用な特徴を設計することが不要な「深層CNN」は大

変有望なアプローチになる。また、これら4つのアプローチの有効性は、すべて実世界データを用いて立証されている。

本研究の成果は、監視カメラシステムをはじめとする、人物照合が必要不可欠な広い分野への応用が見込まれる。学術的、社会的に寄与するところが大きい。よって、本論文提出者張冠文君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。 _