

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

## 主論文の要旨

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)
氏名	ZHANG Guanwen

## 論文内容の要旨

本論文では、実世界の人物照合(人物再同定)における問題を扱う。人物照合は、あるカメラ視点に現れた人物が、既に観測されているのかを決定する際に用いられている技術である。人物照合は、多くの広域監視システムで使用することができる。例えば、カメラ・ネットワークの時空間情報から関心のある人を見つけることや、複数のカメラ間でグローバルに特定の人を追跡することなども可能である。カメラの視点・照明の変化、姿勢の非剛体変形、部分的なオクルージョンの発生により、人の外観は著しく変化する。そのため、異なる画像において、同じ人であっても違う人に見えたり、また、違う人であっても非常に類似しているように見えたりすることがある。つまり、外観のクラス内分散は、クラス間分散よりもさらに大きいことを意味している(クラス内/クラス間分散問題という)。この問題は、人物照合をより困難なものにしている。

本論文では、第一に、マルチショット(複数の画像間における)人物照合のための局所距離比較アプローチを提案した。我々は、まず人物の外観の特徴空間における分布が特定のセマンティックな意味をもつ複数のグループに分けられ、マルチモーダル性があることを確認した。このマルチモーダル分布に対応するために、エネルギーに基づく損失関数を導入した。従来の一対距離比較とは異なり、画像集合間の類似度を局所的な尺度のみによって比較している。この局所距離比較アプローチの性能が、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。

第二に、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。すなわち、既存データに含まれている人物照合のための一般知識を、目標

タスクのメトリック学習に利用する。従来のアプローチとは異なり、提案する適応型メトリック学習は、一般的なメトリックだけでなく目標タスクのメトリックも反映している。取得された適応型距離メトリックを用いると、学習データの不足で起きる過学習を防ぐことができる。適応型メトリック学習によって、局所距離比較の性能を格段に向上させることができた。

第三に、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。人の姿勢に非剛体変形があるため、全体的外観の表現に固有のクラス内分散が大きいという問題が生じる。そのような分散を抑えるために、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た。具体的には、非剛体の姿勢変形による曖昧さを減らすために、人物画像を複数のパッチ(部分画像)状に分割する。パッチごとのセット間の比較により、パッチワイズ学習は最先端の手法と同等の性能を得ることができた。

最後に、我々は、シングルショット(2枚の画像間における)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。従来のアプローチでは外観表現にハンドクラフト特徴か既存の特徴を使用していた。我々は、特徴表現に存在するクラス内/クラス間分散問題を重視して、入力された生の画像データから直接特徴情報を抽出するアプローチを採用。線形サポートベクターマシンに、学習された特徴を入力することにより、人物照合のための特徴学習と類似度比較を、1つの枠組みに統合した。提案した深層 CNN は単純なモデルではあるが良く認識性能を達成している。

上記4つのアプローチは人物照合の認識系において互いに補足的な構成要素として位置づけられる。目標タスクに対する十分な学習データがあるときには、局所距離比較アプローチ及びパッチワイズ学習アプローチは人物照合において高い精度を得ることができる。特にパッチワイズ学習は多少計算コストがかかるが、局所距離比較よりも姿勢の非剛体変形に対してロバストである。一方、人物照合においてはよくあることだが、目標タスクに対する学習データが充分でない場合がある。そのような場合は、複数のタスクから得た一般知識と目標タスクにおける特定の情報を関連付け、人物照合の性能を高め合うことができる適合型メトリック学習アプローチが有用である。さらに、莫大なデータが利用できる場合には(今後この傾向はますます強くなる)、手動で有用な特徴を設計することが不要な深層 CNN は有望なアプローチになる。深層 CNN は、重要な特徴情報を失うことなく生の画像データから直接特徴表現を学習することが期待できる。