

審査の結果の要旨

氏名 ジャムウェイハー イサラン

本論文は「Social Group Analysis from Surveillance Video using Attention-Based Cues」（人物の注意を手掛かりとしたサーベイランスカメラ映像における集団の解析）と題し、サーベイランスカメラ映像中に映る人物群から、互いに関係を有する人物のグループを発見し、その属性に応じて分類するという問題に対し、人の注意を手掛かりとした一連の技術を新たに考案し、その有効性を示したものであり、英文で記され全体で5章により構成される。

第1章「Introduction」（はじめに）では、まず画像解析による人物行動理解において、複数人物がさまざまな行動を通じて構成するグループを発見し、分類することの重要性について述べている。その上で、複数人物により形成されるソーシャルグループの捉え方の多面性について論じた後、本研究で対象とするソーシャルグループを定義している。さらに、人の注意を手掛かりとしたグループ発見と分類に関連する技術、具体的には、サーベイランスカメラをもとに人の注意を推定しようとする際に必要となる低解像度画像からの顔向き推定に関する技術、人物トラッキングにより得られる軌跡群からグループを発見する技術、グループ行動の認識技術の各々について、既存研究の概要と問題点をまとめている。

第2章「Unsupervised Head Pose Estimation with Scene Adaption」（シーン適応可能な教師無し学習による頭部姿勢推定）では、サーベイランスカメラから得られる低解像度画像のみから人の注意方向として顔向きを推定する手法を提案している。低解像度画像からの顔向き推定では、顔向きの正解ラベルが付与された大量の顔画像を学習データとして用いるアピアランスベースのアプローチが有効であることが示されているが、カメラの設置条件により顔画像の見えが大きく異なるため、十分な精度を得るためにはシーンごとに大量の学習画像を準備しなければならないという問題が存在した。これに対し、本論文では、歩行中の人物は高い確率で進行方向を向くという観察に基づき、人物の移動方向を手掛かりに顔向き推定のための学習データを自動的に蓄積し、顔向き推定器を学習するという手法を提案し、シーンによらず高い精度での顔向き推定を実現した。

第3章「Social Group Discovery using Attention-based Cues」（人の注意を手掛かりとしたグループの発見）では、サーベイランスカメラ映像から、人の注意がどのよう

に向けられているかを手掛かりとして、互いに関係を有する人物のグループを自動的に発見する手法を提案している。提案手法は、各人物をノードとし、ノード間のリンクの重みを人物間の関係の強さとするグラフ構造を考え、そのクラスタリングによりグループを発見するというアプローチにもとづいている。具体的には、人物間の時空間的な近接関係を表現する位置に基づく特徴に加え、前章で提案した手法により得られる顔向き情報をもとに、人が互いにどのようにして注意を向けているかを表現する注意に基づく特徴を定義し、予めグループの正解ラベルが付与された学習データを用いた教師付学習により、人物間の関係の強さを表すノード間の重みを求めている。複数のサーベイランスカメラ映像データベースを用いた評価実験により、人の注意に基づく特徴を考慮する提案手法の有効性を確認した。

第4章「Unsupervised Social Group Type Discovery」（教師無し学習によるグループの分類）では、前章の人の注意を手掛かりとしたグループ発見に加え、人物間の関係の属性の違いによりどのような関係のグループであるかを分類する手法を提案している。具体的には、前章と同様に人の注意に基づく特徴と位置に基づく特徴を考え、物体認識の主要アプローチであるBag of Words表現を適用することにより、人物間の関係の属性の違いを表現した形でグループを分類している。評価実験によりこのような考え方にもとづくグループの分類の有効性を確認した。

第5章「Conclusions」（まとめ）では、本論文における主たる成果をまとめるとともに、今後の課題と展望について述べている。

以上、これを要するに、本論文は、サーベイランスカメラにより撮影された映像をもとに、互いに関係を有する人物のグループを自動的に発見し、分類するという課題に対し、人物の注意が重要な手掛かりとなるという着想に基づき、サーベイランスカメラ映像から人物の注意の方向を簡便にかつ精度良く推定する手法、人物間の時空間的近接関係と注意の向け方を手掛かりにグループを発見する手法、さらに、人物間の関係の属性の違いによりグループを分類する手法を提案し、評価実験によって有効性を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。