

審査の結果の要旨

氏名 王志鵬

本論文は、コンピュータビジョンの分野における基本的な問題である物体検出という問題に対して、局所特徴量を組み合わせた投票システムによる手法を提案している。具体的には、車載カメラから撮影したトンネル内の映像からの非常電話の検出における時系列情報の利用、高所に設置したカメラによって撮影した屋外映像からの人物と自転車の検出における同じ動きをしているもののグループ化による検出効率の向上、さらに、同じ問題におけるピラミッドマッチングによる高速化などを実現している。以下、詳細を述べる。

まず、第1章においては、物体検出の方法として典型的には移動窓による方法と特徴点による方法があること、これまでの研究がおもに基本的な特徴抽出の方法や分類機や探索アルゴリズムの提案にあったことが説明されている。その上で、本論文の目的が、異なる情報をうまく統合することによって効率や精度を向上する点にあることが説明され、具体的な貢献の概要と本論文の構成が述べられている。

第2章においては、本論文の研究の背景として、コンピュータビジョン分野の概要が述べられている。具体的には、人間の視覚と計算機の視覚の違い、人工知能分野における研究の概要、物体検出手法の概要などについて説明されている。特に物体検出手法については、画像特徴量の計算手法、機械学習手法、解空間の探索手法、近年の動向などが詳しく説明されている。

第3章においては、車載カメラから撮影したトンネル内の映像からの非常電話の検出における時系列情報の利用について述べられている。対象とする問題は、車載カメラから撮影された赤外線画像列（動画）の中から、トンネル内に設置されている非常電話を検出するというものである。提案手法では、まず、明るさについて閾値を利用して候補点を列挙したあと、見えの情報として、周囲のピクセルの輝度の分布（ヒストグラム）を利用して候補を絞っている。その上で、それぞれの候補の動き（軌跡）を調べる。各軌跡において、軌跡上の各点の確からしさを見えと動きの観点から評価して、そのスコアを合計することで、その候補のスコアを計算する。本手法については、実際の映像に対

して適用して有効性を確認している。

第4章においては、屋外映像からの人物と自転車の検出の問題における、動き情報の利用について述べられている。対象としている問題は、高所に設置したカメラによって撮影した屋外映像（大学の敷地）の中から、歩行者および自転車にのっている人物を検出するという問題である。ベースとなっている手法は、一般化ハフ変換というものであり、まず特徴点を抽出し、それらの特徴点からの相対的な位置として候補となる物体の中心点を計算し、その場所への投票をおこなう。投票の結果として得られた確信度マップの中からピークを選ぶことで物体の検出を行う。提案手法は、この投票の際に、同じ動きをしている特徴点からのみ投票を行うようにすることで、より精度よく検出がおこなえるようにするというものである。実際に、既存研究による結果と比較して、精度が向上していることを示している。また、野生動物を映した映像における豹の検出についても適用結果を示している。

第5章においては、物体検出における学習と検出の両方の効率を向上する手法としてピラミッドマッチングによる方法を提案している。各特徴点について、1次元の見えの情報と、2次元の空間中の位置の情報を計算し、解空間を再帰的に分割していくことで、もっとも近い学習データを発見していくというものである。このような方法を取ることで、精度の劣化を最小限に抑えつつ、速度を劇的に向上することが可能となる。実際に、自動車の検出の問題や、4章で対象とした人物と自転車の検出の問題に適用し、精度をあまり落とすことなく、高速に計算を行えることを確認している。

最後に、第6章において、本論文の内容のまとめが述べられている。

以上、本研究は、物体検出という問題に対して、空間情報や時間情報などの各種の情報をうまく組み合わせることで効率と精度を向上する手法を提案し、各種の実問題への適用によってそれらの有効性を示しているものであり、コンピュータビジョン分野における重要な貢献を行っているものと考えられる。

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。