

氏名	みやもと りゅう すけ 宮 本 龍 介
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学位記番号	情 博 第 270 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 通 信 情 報 シ ス テ ム 専 攻
学位論文題目	画 像 処 理 に 基 づ く 歩 行 者 認 識 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主査) 教授 中村行宏 教授 美濃導彦 教授 中村裕一

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、画像処理に基づく歩行者認識を実現するために必要な要素技術である候補領域抽出における利用を目的としたステレオマッチングを高速に処理する専用プロセッサ、追跡処理を高精度に行うスケルトンに基づく確率的歩行者追跡手法および夜間における歩行者認識を実現するための遠赤外画像における歩行者認識手法についてまとめたものであり、以下に述べる6章から構成されている。

第1章は序論である。研究の背景として、近年の半導体技術の進歩によって組込みシステムにおける画像認識処理が要求されていることを述べている。そして、特に組込み分野において実現が望まれている画像認識処理の1つとして、歩行者認識処理があることを述べている。

第2章は関連研究についてまとめた章である。画像処理に基づく歩行者認識を実現するに際して用いられている要素技術である、ステレオマッチング、機械学習および物体追跡に関する研究の最新動向をまとめている。

第3章では、可視画像を用いた歩行者認識において候補領域抽出処理に用いられるステレオマッチングの処理を高速化するための専用プロセッサについて述べている。本論文では、ステレオマッチングを行う際に入力画像間の相関計算において利用するウィンドウの大きさを最適化しマッチング精度を向上させる可変ウィンドウ手法に着目し、この手法の固定小数点実装による精度劣化の調査および処理解析を行い、この処理に適したプロセッサのアーキテクチャの提案を行っている。ベンチマーク画像に対してステレオマッチングを実行することにより、固定小数点実装によっても高精度な処理が可能であることが示されている。また、提案アーキテクチャをFPGA上に実装することにより、QVGA解像度の画像を1秒あたり30フレーム以上処理可能であることが示されている。

第4章では、歩行者認識における追跡過程で用いられるスケルトンに基づく確率的歩行者追跡手法について述べている。この手法は、物体追跡の分野において近年注目されている粒子フィルタを用いた追跡手法に基づいている。粒子フィルタによる物体追跡は高精度な追跡が可能だけでなく本質的な並列性を有しているため、専用ハードウェアや並列計算機を利用することにより高速化が可能である。粒子フィルタによって物体追跡を行う場合は、状態空間、状態遷移の方式、尤度推定手法等を規定する必要がある。そこで、このような条件における追跡を適切に行う手法として、人をモデル化したスケルトンを表現するパラメータを状態空間として採用し、追跡対象を歩行者に限定することによる制約を加えた状態遷移を行い、距離変換画像を用いた尤度推定を行う確率的歩行者追跡手法を提案している。PETSから提供されている実画像を用いて実験を行うことにより、提案手法によって複雑なシーンにおいても歩行者の追跡が高精度に行えることが示されている。

第5章では、夜間における歩行者認識を目指した遠赤外画像における歩行者認識を提案している。夜間における歩行者認識は、一般にナイトビジョンシステムと言われる自動車の運転補助装置の構築に不可欠な要素であり、特に遠赤外画像を用いた手法が注目されており、高精度な歩行者認識手法の実現が望まれている。本論文では、候補領域抽出を行わず、ブースティングによって構築された分類器を用いることにより、従来の手法と比較し、非歩行者を歩行者として検出する誤検出の

少ない検出が可能であることを示している。また、この検出手法と上述のスケルトンを用いた追跡手法を組み合わせるために必要な初期値の自動設定手法の提案を行い、これらを組み合わせた歩行者認識手法の提案を行っている。この手法においては、検出過程において歩行者でない対象を次段において追跡した場合には、予測されたスケルトンを表現するパラメタの分散が大きくなる性質を利用し、明らかな誤検出を追跡過程において排除することにより、認識性能の向上を図っている。この歩行者認識手法を遠赤外カメラを用いて撮影した実画像に適用することにより、高精度な歩行者認識が可能であることが示されている。

第6章では、本論文の研究成果のまとめと、今後の展望について述べている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、画像処理に基づく歩行者認識を実現するために必要な要素技術である候補領域抽出における利用を目的としたステレオマッチングを高速に処理する専用プロセッサ、追跡処理を高精度に行うスケルトンに基づく確率的歩行者追跡手法および夜間における歩行者認識を実現するための遠赤外画像における歩行者認識手法についてまとめたものであり、得られた主な成果は以下の通りである。

1. 可視画像における候補領域抽出において利用されるステレオ視による距離情報の取得を高精度に行う可変ウィンドウステレオマッチング手法が固定小数点実装を行っても精度の劣化が少ないことを示した。また、処理解析の結果、ウィンドウサイズの最適化を行う際のコスト演算ならびにコスト更新処理が支配的であることを示し、メモリアクセスの工夫を行うことによりこれらを効率的に並列処理可能なプロセッサアーキテクチャの提案を行った。

2. 車載や監視用途において要求される解像度があまり高くなく、さらに画像中における歩行者が小さいという条件において適切に動作する、並列処理を用いた高速化が可能であり高精度な物体追跡が可能な粒子フィルタに基づく追跡手法を、歩行者を表現するスケルトンを用いることで実現した。この手法を実画像に適用することにより、高精度な歩行者追跡が可能であることが示された。

3. 遠赤外画像においては可視画像とは異なり、ブースティングを用いた分類器を用い候補領域の抽出を行うことなく画面全体を検索することによって、高精度に歩行者検出が行えることを示した。また、上述の追跡手法をこの検出手法と組み合わせるための初期値の自動設定手法を提案した。さらに、追跡過程における予測されたスケルトンの分散を用いることによって、検出過程において明らかな誤検出の追跡を打ち切る方法を提案した。これらを組み合わせた歩行者認識手法を遠赤外画像に適用することにより、高精度な歩行者認識が可能であることが示された。

以上、要するに本論文は画像処理に基づく歩行者認識に関する知見を深めた上で、画像処理に基づく歩行者認識システムを構築する上で要求される機能を実現し、これらの有効性を明らかにしたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成19年2月23日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。