

博士論文審査報告

(論文題目) Personal Classification Systems aided by Fuzzy Logic

(ファジィ論理による人物分類システム)

(申請者) 武田隆宏

1. 論文内容の要旨

我々が日常的に行っている歩行を代表とする動作は性別、年齢、身長等といった身体的要因や健康状態、精神状態、癖などといった精神的要因により個人によって変化することが知られている。本論文ではこれら要因の計測に基づくファジィ推論を利用した人物の分類法について、①年代に分類する手法、②年齢を推定する手法、③健康状態を推定する手法および④個人を特定する手法について述べた。

第1章では、我々の生活における分類システムの有効性および重要性について述べる。特にセキュリティやヘルスケアシステムにおいて分類対象が人間である場合の現状や課題を述べることにより本研究の序論とする。

第2章では、赤外線距離センサを用いた物体の分類手法について述べる。この手法では、赤外線飛行時間に基づき撮影された距離分布画像に対し背景除去およびファジィ推論を用いたクラスタリング処理を行うことにより検出された移動物体を大人、子供、幼児およびその他の物体に分類を行う。赤外線距離センサにより得られる距離分布画像およびセンサ設置情報を利用することにより物体の高さ、厚み、シルエットの縦横比および外接四角形に対する占有率を特徴量として抽出し、ファジィ推論に基づく分類器を作成し移動物体の分類を行う手法について提案し、その分類精度について述べる。

第3章では、歩行中の足底圧力分布を用いた歩行年齢推定法について述べる。この手法では、歩行時の足裏と地面との間に生じる圧力分布である足底圧力分布をマット型の荷重分布センサを用いて計測を行うことにより、人物の歩行状態の推定を行う。本手法では10～80代の男女225名の足底圧力分布を計測することにより得られた加齢による歩行特徴の変化に基づくファジィ推論により、人物の歩行状態がおおよそ何歳程度の歩行であるかを示す歩行年齢の推定を行う手法について提案する。また推定された歩行年齢と実年齢との比較に基づき歩行状態の改善のための助言を行うシステムについて述べる。

第4章では、足底圧力分布を用いた歩行自立度判定法について述べる。この手法では、歩行時の足底圧力分布を計測することによりリハビリテーション中の患者の歩行能力の定量的評価を行う。患者の歩行能力を知ることはリハビリテーションの進捗に大きく関わるが、医師や理学療法士の主観的かつ経験的な評価にとどまっているのが現状である。本手法では患者と健常者における歩行特徴の差異よりファジィ推論の構築を行い患者の歩行能力の推定を行う手法について提案し、その推定精度について述べる。

第5章では、歩行特微量に基づく生体認証手法について述べる。この手法では、歩行を用いた利便性の高い生体認証の方法として左右一步分の足底圧力分布より抽出された歩行特微量に基づき個人認証を行う。まず、足の形状に基づく特微量および体重移動に基づく特微量の抽出を行い、特微量ごとにファジィ推論の構築を行う。次に学習用の足底圧力分布を使用することによりファジィメンバーシップ関数を各個人に対し最適化を行う。認証では対象とする登録者に対するファジィ所属度を認証スコアとして使用することにより個人認証を行う手法の提案を行い、その認証性能について述べる。

最後に、第6章ではファジィ推論に基づく人物分類法の有効性を述べ、本研究の統括を行う。

2. 論文審査結果の要旨

本論文は、ファジィ推論を利用したヒトの特微量抽出による分類法に関して、①年代に分類する手法、②年齢を推定する手法、③健康状態を推定する手法および④個人を特定する手法について主に述べている。赤外線距離センサを用いた物体分類では、背景除去およびファジィ推論に基づくクラスタリング手法により検出された移動物体の分類を行っている。赤外線距離センサにより得られる距離分布画像およびセンサ設置情報を利用することにより物体の高さ、厚み、シルエットの縦横比および占有率を特微量として抽出し、ファジィ推論に基づく分類器を用いて移動物体を大人、子供、幼児およびその他の物体の4クラスに分類を行う手法について提案し、優れた分類精度を達成した。足底圧力分布を用いた歩行年齢推定法では、歩行時の足裏と地面との間に生じる圧力分布である足底圧力分布をマット型の荷重分布センサを用いて計測を行うことにより、人物の歩行状態の推定を行っている。本手法では10～80代の男女225名の足底圧力分布を計測することにより得られた加齢による歩行特徴の変化に基づくファジィ推論により、人物の歩行状態が何歳程度の歩行であることを示す歩行年齢の推定とその分類を行う手法について提案している。更に、推定された歩行年齢と実年齢との比較に基づき歩行状態の改善のための助言を行うシステムについて述べた。足底圧力分布を用いた歩行自立度判定法では、歩行時の足底圧力分布を計測することによりリハビリテーション中の患者の歩行能力の定量的評価を行った。本手法では患者と健常者における歩行特徴の差異よりファジィ推論の構築を行い患者の歩行能力の推定を行う手法について提案し、高い推定精度を達成した。歩行特微量に基づく生体認証では、左右一步分の足底圧力分布より個人認証を行った。足の形状に基づく特微量および体重移動に基づく特微量の抽出を行い、特微量ごとにファジィ推論の構築を行った後、学習用の足底圧力分布を使用することによりファジィメンバーシップ関数を各個人に対し最適化を行って個人を分類し、認証を行う手法を提案した。最後に、ファジィ論理に基づく分類法をセキュリティやヘルスケアシステムの分野で用いる場合の有効性を示し、本研究の総括を行った。一連の研究成果は、ヒトの特微量評価システム構築に大きく貢献するものと考えられる。

本論文に関する主な公表状況は、学術論文3報、査読付き国際会議論文が11報、投稿中

の学術論文が1報ある。平成 22 年 World Automation Congress において Best Paper 2nd place Award in IFMIP を受賞している。このように同氏の研究活動は極めて活発であり、本研究成果は国内外で学術的、工学的に高く評価されている。

よって本論文は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。

また、平成 26 年 1 月 17 日、論文内容およびそれに関連する事項について試問を行った結果、合格と判定した。

平成 26 年 2 月 19 日

主査 畑 豊 印

副査 松井伸之 印

副査 佐藤邦弘 印

副査 相河 聡 印