

学位論文の審査結果の要旨

本論文は、人の歩行動作からパターンを抽出し、個人認証を実現する歩容認証について検討したものである。歩容認証は、従来の指紋や網膜認証などと異なり、離れたところから個人を特定できる新たなバイオメトリクスとして注目されているが、服装や持ち物の変化によって歩容特徴の抽出が困難になり、認識精度が大きく低下する課題がある。本論文では、服装等の変化に対して頑健に歩容認証を実現するために、歩容ダイナミクスの解析と条件変化の影響低減、特徴パラメータの選択法、深層学習（ディープラーニング）を導入した認証法について提案し、SOTON、CASIA-B、OU-ISIRなど複数の歩容動作データベースを用いた実験により、それぞれの手法の有効性を明らかにしている。

まず、第1章では、人間の身体的特徴を利用するバイオメトリクス認証における歩容認証の位置付け、克服すべき課題について先行研究を概観しながら明らかにし、本論文の研究目的と貢献内容を示している。第2章では、人の歩行動作を側面から撮影した動画像から人のシルエット部分を切り出し、臀部、膝、踝などの位置関係を用いた複数の特徴量とそれらの軌跡、サポートベクトルマシン（SVM）などの学習モデルを用いて分類を行うアルゴリズムを構築し、SOTONデータベースを用いてこの方法の分類精度を検証し、先行研究との比較により提案方式の有効性を示している。

次に第3章では、服装や所持品などにより特徴抽出が困難な状況下で分類精度を向上するために、多数の特徴量から分類に有効な特徴量だけ選び出すとともに、冗長な特徴量を削除する特徴選択法について検討し、その効果をCASIA-Bを加えたより多くのデータベースを用いた検証を行い、先行研究との比較により提案法の有効性を明らかにしている。

さらに第4章では、近年人工知能研究などで注目されている深層学習（CNN）を歩容認証における特徴抽出に利用し、分類精度をさらに高めることを検討している。服装等の変化に不変な特徴を学習させる積み上げ式段階的自動符号化器を構築して利用し、実験ではSOTON、CASIA-BにOU-ISIRを加えたデータベースを用いた検証を行い、従来方式よりも安定して高い分類精度を達成できることを示している。最後に第5章で本論文をまとめ、残された課題について言及している。

得られた研究成果は、2件の学術誌論文と4件の国際会議論文として発表しており、画像処理・コンピュータビジョンの専門分野において新規性と有用性が認められている。これらを総合的に考慮し、審査委員会全員一致で、本論文は博士の学位に値するものと判断した。

公表主要論文名

論文発表（1）（レフェリー制のある学術雑誌）

- (1) Tze Wei Yeoh, Fabio Daolio, Hernan E. Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “On the effectiveness of feature selection methods for gait classification under different covariate factors”, Journal of Applied Soft Computing, Vol. 61, pp.42-57, 2017.

- (2) Tze Wei Yeoh, Youhei Akimoto, Hernan E. Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “A gait-based human identification method under various covariate factors, IIEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing, Vol. 3, No. 2, pp.193-205, 2015.

論文発表（2）（レフェリー制のある国際会議議事録）

- (1) Tze Wei Yeoh, Hernan E. Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “Stacked Progressive Auto-encoders for Clothing-invariant Gait Recognition”, Proc. of International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP2017), pp.151-161, 2017.
- (2) Tze Wei Yeoh, Hernan E. Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “Multi-view Gait Recognition based on Convolutional Neural Network”, Proc. of IIEEJ International Workshop on Image Electronics and Visual Computing, in CD-ROM (5 pages), 2017.
- (3) Tze Wei Yeoh, Hernan E. Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “Clothing-invariant Gait Recognition Based on Human Silhouette Body Joint Identification”, Proc. of IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS2016), in CD-ROM (5 pages), 2017.
- (4) Tze Wei Yeoh, Saul Zapotecase Martinez, Youhei Akimoto, Hernan E. Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “Feature Selection in Gait Classification Using Geometric PSO Assisted by SVM”, Proc. of International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP2015), pp.566-578, 2015.