



Title	Computer Vision Techniques for Gait-based Visual Surveillance
Author(s)	Iwama, Haruyuki
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/24551
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【2】

氏 名	岩間晴之
博士の専攻分野の名称	博士（情報科学）
学 位 記 番 号	第 2 5 6 1 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 24 年 9 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 情報科学研究科コンピュータサイエンス専攻
学 位 論 文 名	Computer Vision Techniques for Gait-based Visual Surveillance (歩容認証に基づく映像監視のためのコンピュータビジョン技術)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 八木 康史 (副査) 教 授 増澤 利光 教 授 楠本 真二 教 授 竹村 治雄

The importance of automated visual surveillance in public space has been increased in response to the recent rising concerns about safe and security, and computer vision-based person identification techniques play a key role in it. Gait as a biometric cue has received much attention in recent years due to the ability of identifying individuals at a distance, and gait-based person identification technique could contribute much to crime investigation and safety confirmation through wide-area surveillance. Although gait-based person identification has such a promising ability, several critical issues need to be sufficiently considered when applying it to real visual surveillance tasks. Among them, this thesis addresses following three issues, each of which is corresponded to a primal step in gait-based person identification: i) accuracy of foreground segmentation in preprocessing step, ii) robustness to intra-subject variations in identification step, and iii) statistical reliability in performance evaluation step.

First, a research for the first issue is described. We propose a method for accurate foreground segmentation in the presence of strong shadow. For the separation of foreground and shadow, the homography constraint in binocular system is used. In addition, while existing homography-based methods often suffer from the occlusion relationship, the proposed method takes such relationship into account explicitly by using a homography correspondence pair-based symmetric labeling scheme. The scheme is formulated in the form of energy minimization problem and optimized by graph-cut algorithm. The experimental results demonstrate that the proposed method realizes more accurate segmentation than the existing methods in the presence of strong shadow and occlusion.

Next, we propose a novel person identification framework where the identification performance could be enhanced against intra-subject variations. We pay attention to the fact that people often act in groups such as friends, family, and co-workers in social living and we utilize this as a cue for identifying individuals to improve the identification performance. The individual cues and the group cue are integrated in the form of conditional random field model, and the identities of individuals are optimized via belief propagation algorithm. The comparison experiments with the straightforward identification scheme show the effectiveness of the proposed method.

Finally, we construct the world's largest gait database. The database includes 4,007 subjects (2,135 males and 1,872 females) with ages ranging from 1 to 94 years. The database enables the statistically reliable performance comparison among state-of-the-art gait features for person identification. Also, we investigate the dependences of the identification performance on gender and age group, and several novel insights are provided such as the gradual change in identification performance with human growth.

Together with the considering of these issues, this thesis could make a large contribution to the development of more accurate and practical gait-based visual surveillance.

論文審査の結果の要旨

本研究は、広域監視カメラ分野における、歩き方からの個人認証技術（歩容認証）に関してまとめたものである。歩容認証は、遠隔から個人を識別できるバイオメトリクス技術として、近年注目されているが、実環境下においての利用を想定した場合、解決しないといけな課題がある。本研究では、3つの課題について研究したものである。

成果としては、

第一に、日射による影が強くて屋外環境において、人物のシルエット像を影と分離し正確に領域分割する手

法を提案している。本手法は、2台のカメラ映像に対して、Homography 制約に基づき対応する領域ペアへのラベル付けから、全体の整合性を効力することで、影だけでなく、他の人物により遮蔽がおきるシーンに対しても、領域分割が精度よく行える手法で、小学校に設置した防犯カメラの映像に対して評価実験を行い、集団登校時の児童に対しても提案手法が有効に働くことを示した。

第二に、本論文では、グループを基準とした個人認証を提案している。学校における集団登校、工場等における集団行動、遊園地等における友人や家族など、人は、グループ単位で行動する機会が多い。このことを利用し、個人としての認証結果を、グループに反映させることで、認証精度を高める手法を提案している。提案手法は、様々な場面（グループの大きさ等）を想定してのシミュレーション実験と、実環境下での認証実験を通じて、その有用性を確認している。

第三に、本論文では、世界最大の歩容データベースの構築と世界のメジャー 手法の性能評価を実施している。一般に、パターン認識では、精度評価のためにデータベースが必要となる。歩容認証分野においても、様々な研究機関が、歩容データベースを構築し、評価実験を実施している。しかし、データベースの大きさは、高々数百名程度であり、十分な評価が行えていないのが実情であった。そのような中で、4000名を超える世界最大の歩容データベースを構築し、手法間の評価を実施し、性能の違いを明らかにした。また、データベースには、児童から高齢者まで幅広い年代を、男女ほぼ同数で含むことから、これまで評価できなかった、年代の違い、性別の違いによる歩容認証の解析を実施できている。

以上のように、本論文はコンピュータビジョンの基本問題の一つである歩容認証技術の進展に重要な成果を挙げた研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。