

Title	人間の身体部位の時間幾何学的特徴による監視映像の多視点歩様分析
Author(s)	Pattanapisont, Thanyamon
Citation	
Issue Date	2024-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/19389
Rights	
Description	Supervisor: 長谷川 忍, 先端科学技術研究科, 博士

氏名	PATTANAPISONT THANYAMON		
学位の種類	博士（情報科学）		
学位記番号	博情第 531 号		
学位授与年月日	令和 6 年 9 月 24 日		
論文題目	Multi-View Gait Analysis in Surveillance Scenes by Temporal Geometric Features of Human Body Parts		
論文審査委員	長谷川 忍	北陸先端科学技術大学院大学	教授
	池田 心	同	教授
	白井 清昭	同	准教授
	阿部 亨	東北大学	准教授
	Waree Kongprawechnon	SIIT, Thammasat University	准教授

論文の内容の要旨

A gait is a walking pattern that can be used to identify a person. Walking involves changing the whole body's joints and initiating postures. Humans have individual walking postures that depend on their velocity, arm swing, foot placement, etc. It can represent personality, identity, and health conditions that affect walking, such as pain, injuries, and neurological diseases. Understanding the human gait improves an analysis system for clinical, psychological, security, and more. Recently, gait analysis has incorporated a vision-based method, using a camera as a tool to access the gait information. Accordingly, it is a non-complicate, flexible, and cost-effective system. However, it suffers from a view-variation issue that reduces the reliability of a vision-based gait analysis, especially for identification tasks.

The surveillance scenario is crucial as it is included in a real-world situation. It can be applied in general for various purposes, such as security purposes. The reliable identification of video surveillance cameras is essential to improving security. We can identify suspicious individuals through their gait when they appear on the surveillance cameras because the gait is difficult to pretend or change, unlike appearance.

This research aims to propose a method for handling identification in a multiple surveillance camera environment using pattern matching based on the distance calculation method and voting. We apply a majority vote to integrate the information from multiple perspectives to overcome the view-variations problem. Notably, it is not a cross-view recognition, as in the previous studies.

Because the surveillance scenario is uncontrollable, markers cannot be attached to the walker's body. This research implements vision-based human pose estimation algorithms to solve this problem. We applied these algorithms to the human joints on sequences and extracted the features. We propose two approaches according to the features. Approach 1 & 2 are a pattern matching based on Dynamic Time Warping (DTW) with time-dependent features (joint angles and time-dependent correlation), and approach 3 is a pattern matching based on Euclidean distance (EU) with a time-independent correlation feature. We extract the joint angles and correlation as features based on a skeleton landmark from vision-based pose estimation.

This experiment used the CASIA-B dataset to represent the eye-level scenario and the OUMVLP-Pose dataset to represent the surveillance scenario. Furthermore, we adjust parameters by separating features into three parts, i.e., whole, upper, and lower body, to study the impact of different body parts on gait, and remove each joint one by one to study its importance to the gait analysis. Moreover, we separate the number of subjects in the CASIA-B and OUMVLP-Pose datasets into three cases to study the effect of the data amount on the gait analysis.

For approach 1, the whole body feature (excluding the back ankle) is essential for the eye-level scenario and surveillance scenario when using AlphaPose as a pose estimator, but the lower body feature is sufficient for the surveillance scenario when using OpenPose as an estimator. However, the whole body feature is critical for approach 3. Furthermore, approach 1 is the most suitable to apply with gait because it maintains time information and DTW allows time warping. This makes approach 1 better at handling a situation when the same person is walking at a different speed. We found that approach 2 is unable to be employed for identification due to insufficient data variations.

In addition, we determined the significance of each joint and found that the back ankle is a noise (for the eye-level scenario). We can increase the accuracy by removing it from a feature vector. We conducted the experiment by using weighted voting instead of majority voting. The results prove that a majority vote improves the view-variation issue by integrating different perspectives, which is better than a weighted vote.

Compared with the existing studies, our approaches produce a competitive result, especially for the surveillance scenario that is our main focus. Furthermore, the results indicate that pattern matching can perform the identification task on a small database and provide flexibility when

changing the database's quantity. It suggests that pattern matching is an alternative method for accessing human gait.

Keywords: multi-view gait analysis, joints feature, distance calculation, pattern matching, voting algorithm

論文審査の結果の要旨

本研究は、複数のカメラ環境における歩行者識別のための手法を提案するものである。歩行動作は個人を識別するための有効な手段であり、速度、腕の振り、足の配置などの要素により個人で異なる特徴を持つ。本研究では、カメラに映る人物を識別する手法として、距離計算に基づくパターンマッチングと投票アルゴリズムを提案している。特に、複数のカメラ視点から得られる情報を統合することで、視点変動問題を克服することを目指している。

識別シナリオは現実の環境を想定しており、対象者にマーカーを付けることはできない。そこで本研究では、姿勢推定アルゴリズムを利用して、関節角度やそれらの相関を特徴量として抽出し、それらを基にした2つのアプローチを提案した。アプローチ1は、時間依存の特徴量（関節角度と時系列相関）を用いた動的時間伸縮（DTW）に基づくパターンマッチングであり、アプローチ2は、時間非依存の相関特徴量を用いたユークリッド距離（EU）に基づくパターンマッチングである。

実験では、CASIA-B データセットを用いて目線レベルのシナリオを、OUMVLP-Pose データセットを用いて上方からの監視シナリオを表現し、異なる身体部位の影響を分析するために、特徴量を全身、上半身、下半身に分け、各関節を一つずつ除去してその重要性を調査した。また、データ量の影響を調べるために、被験者数を3つのケースに分けて実験を行った。アプローチ1では、目線レベルのシナリオにおいて後部足首を除く全身の特徴量が重要であることが示された。監視シナリオでは下半身の特徴量で十分であることが確認された。一方、アプローチ2では、全身の特徴量が重要であることが示された。また、アプローチ1は時間情報を保持し、DTW が時間差を許容するため、異なる速度で歩行する同一人物を識別する場合に適していることが示された。加えて、多数決投票ではなく重み付け投票を用いた実験も行い、多数決投票が視点変動問題の解決に寄与し、複数の視点を統合することで精度が向上することが示された。既存の研究と比較して、本研究のアプローチは特に監視シナリオにおいて競争力のある結果を生み出しており、少量のデータベースでも識別タスクを実行できる柔軟性を持つことが示唆された。

以上、本論文は、複数の監視カメラ環境における歩行者識別手法について提案・検証したものであり、博士（情報科学）の学位論文として学術的に価値あるものと認めた。