

# 歩容特徴による歩行者の側方注視の有無推定

中澤 満<sup>1,a)</sup> 満上 育久<sup>1,b)</sup> 山添 大丈<sup>2,c)</sup> 八木 康史<sup>1,d)</sup>

## 1. はじめに

我々の生活空間には、防犯や計測、記録を目的に多くの監視カメラが設置されている。このような監視カメラの映像から歩行者の注視方向が進行方向に対し側方を向いているのかどうか推定できると、歩行者の内的心意を理解するための手がかりを得ることができる。例えばマーケティングの分野では、ショッピングモールを行き交う歩行者の側方注視を推定することで彼らが店舗や広告に関心を持ったかどうか判定することが可能となる。

監視カメラの映像から歩行者の注視方向を推定する手法には、まず顔画像を元に頭部方向を推定し、その結果から注視方向を推定する Smith ら [1] や Benfold ら [2] の手法が挙げられる。しかし、これらの手法は、監視カメラから頭部方向推定に必要な解像度で顔画像が取得できない場合には適用できない。そこで我々は、低解像度映像から個人認証 [3] や年齢推定 [4] をする際に用いられている歩容に注目し、人物シルエット画像列から歩行者の注視方向が前方か側方か推定する手法を提案する。本稿では、実環境で撮影されたのべ 100 人を超える歩行者の低解像度映像から注視方向を推定した結果を報告する。

## 2. 側方注視の有無推定手法

まず、監視カメラで撮影された時系列画像から人物のシルエット画像列を抽出する。次に、抽出された人物シルエットに対して位置合わせ・大きさの正規化を行い、時間軸方向に積み重ねた Gait Silhouette Volume (GSV) を生成する。そして、Makihara らの手法 [5] と同様に GSV の時間軸方向において正規化自己相関を最大化する周期を算出することで歩行周期を推定し、1 歩行周期分の GSV を抽出する。最後に、GSV の各画素に対しフーリエ解析を行うことで周波数成分を取得する。以後、この周波数成分を歩



図 1: 歩行体験ゲームの様子

容特徴ベクトルと呼ぶ。

歩行者の注視方向が前方か側方か推定するために、歩容特徴ベクトルを注視方向クラスで分離する特徴空間へ射影する。具体的にはまず歩容特徴ベクトルを Principal Component Analysis (PCA) より次元圧縮し、そして Linear discriminant analysis (LDA) より注視方向のクラス間分散とクラス内分散の比を最大にする特徴空間へ射影する。

## 3. 実験

### 3.1 実験概要

前方、または側方に注視しながら歩行する被験者を数多く撮影するために、図 1 に示すような 18m のワイドスクリーンと歩行路から構成される環境下でゲームを実施し、被験者のデータを収集をした。この環境中で被験者が側方に映るゲームのキャラクタを探し、共に歩けるようにゲーム設計がされている。被験者を歩行路に対して側方から撮影するべく、ワイドスクリーンの上部に Microsoft 社のレンジセンサ Kinect を複数取り付け付けた。撮影されたレンジデータを用いることで背景差分といった簡単な画像処理より人物シルエットを抽出することが可能である。低解像度の人物シルエット画像列からでも注視方向が推定できることを確認するために、2 章の手法より取得された人物シルエット画像列に対して複数種類ダウンサンプリングした画像列を用意し、それぞれに対し注視方向を推定した。被験者の注視方向は、Kinect で撮影されたカラー画像列より目視で頭部方向が前方、側方のどちらかを向いているのか判定し、その結果が注視方向と一致しているものとして正解を与えた。

<sup>1</sup> 大阪大学産業科学研究所 〒 567-0047 大阪府茨木市美穂ケ丘 8-1

<sup>2</sup> 大阪大学大学院国際公共政策研究科 〒 560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-31

a) nakazawa@am.sanken.osaka-u.ac.jp

b) mitsugami@am.sanken.osaka-u.ac.jp

c) yamazoe@osipp.osaka-u.ac.jp

d) yagi@am.sanken.osaka-u.ac.jp

表 1: 注視方向の判別率の混同行列 (GSV の解像度: 128×88 pixel)

|      | 前方注視  | 側方注視  |
|------|-------|-------|
| 前方注視 | 87.0% | 13.0% |
| 側方注視 | 7.2%  | 92.8% |

### 3.2 実験結果

2章で説明した手法を用いて、被験者の注視方向を Leave-one-out Cross-Validation で判別した結果を表 1 に示す。結果、約 90% の正判別率が得られており、歩容特徴から注視方向を十分推定することが可能であるといえる。次に、GSV をダウンサンプリングしたときの注視方向の正判別率を図 2 に示す。GSV を解像度 128×88 pixel から 23×16 pixel までダウンサンプリングした場合には正判別率に大きな変化が見られないが、それ以降解像度を下げていくと正判別率が緩やかに低下していく傾向が見てとれる。これより、GSV が 23×16 pixel 以上の解像度で取得できれば、本手法より歩行者の注視方向を推定することが可能であるといえる。

図 3 に LDA より得られた特徴空間の頻度分布を示す。更に、注視方向の違いによって歩容変化がどのように現れるのか捉えるために、LDA 特徴空間中の点 A, B から逆射影することで得られた歩容特徴ベクトルを併せて図中に示す。ここで図 3 は、点 A, B の歩容特徴ベクトルを容易に比較できるように、高解像度 (128×88 pixel) の GSV より得られた結果を用いている。点 A, B の歩容特徴ベクトルを比較すると、側方を注視することで頭部だけでなく、肩部の上がり方や臀部の見え方にも違いが現れていることが確認できる。これより側方注視の有無推定には、頭部領域だけではなく全身の歩容変化を用いることが有効であるといえる。

### 4. おわりに

本稿では、低解像度映像からでも取得可能である歩容変化に注目し、歩行者のシルエット画像列から注視方向が側方に向いているかどうか推定する手法を提案した。実験では、歩行体験ゲームで撮影されたのべ 100 人を超える被験者に対して注視方向を推定した結果、23×16pixel とした低解像度の人物シルエット画像列からでも約 90% の正判別率が得られることを確認した。

今後は、視線計測装置を用いて、注視方向が既知である実験環境下で歩容特徴ベクトルと注視方向の回帰分析を行う。

### 謝辞

本研究は、科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 (CREST) の支援のもとに推進された。

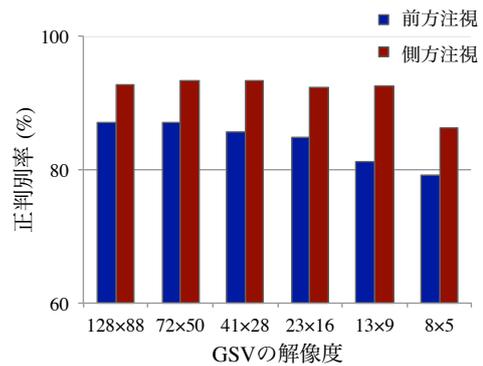


図 2: GSV をダウンサンプリングしたときの注視方向の正判別率

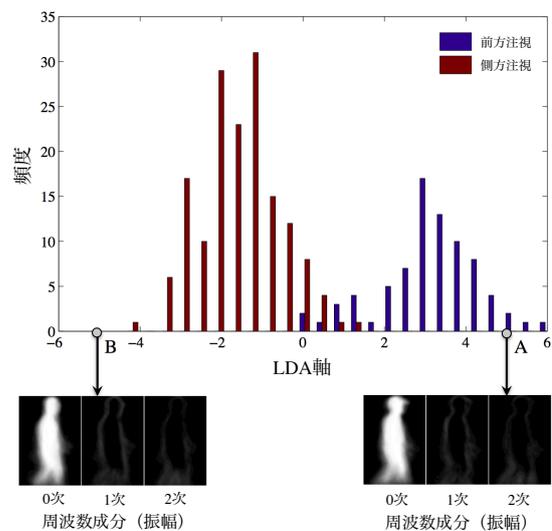


図 3: LDA より得られた特徴空間の頻度分布と点 A, B から逆射影された歩容特徴ベクトル

### 参考文献

- [1] K. Smith, S.O. Ba, J.-M. Odobez, D. Gatica-Perez, "Tracking the visual focus of attention for a varying number of wandering people," IEEE Trans. on Pattern Analysis Machine Intelligence (PAMI), vol. 30, no. 7, pp. 1212–1229, 2008.
- [2] B. Benfold and I. Reid, "Guiding Visual Surveillance by Tracking Human Attention," Proc. of British Machine Vision Conference (BMVC) 2009, London, UK, Sept. 2009.
- [3] H. Iwama, M. Okumura, Y. Makihara, and Y. Yagi, "The OU-ISIR Gait Database Comprising the Large Population Dataset and Performance Evaluation of Gait Recognition," IEEE Trans. on Information Forensics and Security, vol. 7, no. 5, pp. 1511–1521, Oct. 2012.
- [4] Y. Makihara, M. Okumura, H. Iwama, and Y. Yagi, "Gait-based Age Estimation using a Whole-generation Gait Database," Proc. of the International Joint Conference on Biometrics (IJCB2011), Paper ID 195, pp. 1–6, Washington D.C., USA, Oct. 2011.
- [5] Y. Makihara, R. Sagawa, Y. Mukaigawa, T. Echigo, and Y. Yagi, "Gait Recognition Using a View Transformation Model in the Frequency Domain," Proc. of the 9th European Conference on Computer Vision (ECCV2006), vol. 3, pp. 151–163, Graz, Austria, May 2006.