

八木 康史

大阪大学産業科学研究所・教授

## 歩容意図行動モデルに基づいた人物行動解析と心を写す情報環境の構築

### §1. 研究実施の概要

我々は、視線を感じなくとも、仕草や歩く姿を観察するだけで、心の健康状態、人の感情や意志・意図を察知することができる。本研究では、歩き方を中心とする行動観測から行動者の意図理解、そして、その心的活動情報の呈示を目指すというグランドチャレンジに立ち向かう。

歩容意図を考えるに当たり、歩容における意図とは何かを検討する必要がある。そこで、初年度は、歩容を表現し得る、すべての語句の洗い出しを行い、その中より、意図が表出しやすい語句を、様々な実写映像、実シーンを通して検討し、語句の絞り込みを行う。そして、その語句の絞り込み結果を生かし、意図表出しやすい語句から連想される場面設定のもとシナリオを検討する。

さらに、個人の行動特徴センシング手法として、

P1-1-1 視線と頭部方向の対応の統計的データの取得

P1-2-1 映像解析による歩行者検出

の 2 点に焦点を当てた研究を実施する。

### § 2. 研究実施体制

(1) 八木グループ

① 研究分担グループ長: 八木 康史 (大阪大学産業科学研究所、教授)

② 研究項目

- ・P1-2-1 映像解析による歩行者検出
- ・P1-2-2 行動軌跡抽出
- ・P2-1 場のシナリオ検討／セット試作
- ・P2-2-1 歩行時の注意-視線-頭部運動
- ・P3-1 歩容意図を表す語句検討

(2) 木戸出グループ

① 研究分担グループ長:木戸出 正継 (奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科、教授)

② 研究項目

- ・P2-1 場のシナリオ検討／セット試作
- ・P3-1 歩容意図を表す語句検討

(3) 塩入グループ

① 研究分担グループ長:塩入 諭 (東北大学電気通信研究所、教授)

② 研究項目

- ・P1-1-1 視線と頭部方向の対応の統計的データの取得
- ・P2-1 場のシナリオ検討／セット試作
- ・P3-1 歩容意図を表す語句検討

### § 3. 研究実施内容

(文中に番号がある場合は(4-1)に対応する)

#### A. 八木グループ

##### P1-2-1 映像解析による歩行者検出

時空間の画像輝度勾配に基づく STHOG (Spatio-Temporal Histogram of Oriented Gradient) 特徴を用いて、歩行者と非歩行者の2クラス識別器を AdaBoost により学習した。現在、この STHOG 特徴による歩行者検出手法を、公開データベース PETS2009 の歩行者映像等に適用して、既存手法との性能比較を実施中である。

##### P1-2-2 行動軌跡抽出

歩行者の軌跡の獲得のために、Microsoft 社の Kinect を用いた。これは、シーンのカラー画像と、センサから約 5cm~600cm の範囲のシーンの三次元的な奥行き情報が得られるセンサである。この Kinect を実環境に対してキャリブレーションした上で、その奥行き情報から人物箇所を検出し、そこに円筒モデルを当てはめ、その中心位置として人物位置を推定する処理を実装した(図 1)。

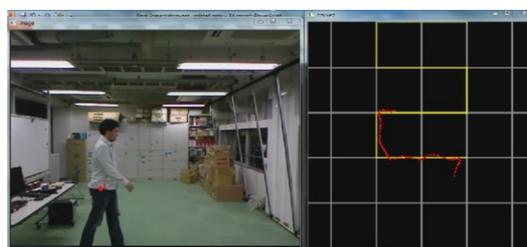


図 1 人物歩行軌跡の獲得

研究室内で同処理の精度評価実験を行った結果、上記観測範囲内における推定誤差 8cm で歩行者軌跡を獲得できることを確認した。また、シーン中で3名が頻繁に相互遮蔽するように歩行をした場合にも、正確に各歩行者の軌跡を獲得できていることを確認した。

##### P2-1 場のシナリオ検討/セット試作

下記 P3-1 の検討結果を踏まえ駅や商業施設などの複数の場面を想定し、それらを模した環境下でゲーム性を持たせた被験者実験を行う方針を定めた。そして、提示映像の切り替えによってそれらの複数の場面を容易に切り替えることが可能な模擬環境を大阪大学産業科学研究所共同実験棟内に構築した(図 2)。模擬環境は、外壁 14.1m×9.0m、内壁 4.6m×1.1m のドーナツ型の歩行路を有する。歩行路幅が 4.0m あるため、直線歩行に限定されない自由な歩行が可能である。また、歩行路の両側には 82.5 インチの大型スクリーンと超短焦点プロジェクタを配備し、これによって映像提示を行う。

一方、歩行器を用いた環境の構築も行った。歩行者を 360 度取り囲むように 6 面の大型スクリーンを配備し、様々なシーン映像を提示することで、歩行者にその場面にいるような没入感を与えることができる。本年度は、この映像撮影のために PointGrey 社製全方位カメラ Ladybug3 を搭載した電動カートを構築し(図 3)、5,400×2,700 ピクセルの高精細パノラマ映像撮影を可能にした。



図 2 模擬環境



図 3 全周録画システムとその撮影画像例

#### P2-2-1 歩行時の注意-視線-頭部運動

歩行時の視線方向と人物各部位運動の関係について調査した。7名の被験者について、それぞれ11の関節部位(頭部、胸部、腰部、両腕の上腕部と手首、両足の太もも部と足首)の運動をZMP社のIMU-Zによって計測した。IMU-Zは、三次元の加速度・ジャイロ・地磁気センサを搭載したモーションセンサであり、Bluetooth通信によってPCにデータを伝送し蓄積することが可能なセンサである。これらのデータを分析した結果、以下の知見が得られた。

- ① 注視方向の変化は頭部方向の変化に最も大きく現れる
  - ② 注視方向の変化は歩行速度には影響しない
  - ③ 注視方向の角度が左右に大きくなるにつれて、その方向と反対側の腕の振りが小さくなる
- 特に、③については、歩行者の歩行の様子からその注意方向を推定できる可能性を示唆するものであり、重要な知見である。今後さらに詳しい分析を行う予定である。

#### P3-1 歩容意図を表す語句検討

歩容意図の語彙を検討するにあたり、万引き・盗撮・痴漢等の軽犯罪に着目し、以下の機関を訪問し、ヒアリングを実施した。

- 2010年12月2日(木) 9:00-12:00 警視庁 鉄道警察隊
- 2010年12月2日(木) 13:30-16:00 神奈川県警察 鉄道警察隊
- 2010年12月15日(水) 9:30-12:00 日本警備通信株式会社

その結果、ベテラン捜査員、警備員は、歩き方、目配り等から、犯罪をしそうな人物を見分けていることが分かった。次年度以降の構築する模擬環境の場面・意図設定に活用する。

### B. 木戸出グループ

#### P2-1 場のシナリオ検討/セット試作

八木グループと協力して人の意図が表出しやすい場のシナリオの検討を開始した。集団歩容意図の立場からは、以下のP3-1項で述べる通り、主従関係の有無が集団意図を理解する手がかりとなると考えられるため、主従関係が現れやすいシナリオが望ましい。例えば、子供連れの親子や、展示会などで案内される人とされる人などが考えられる。次年度はこれら検討結果を踏まえたセット試作を行っていく。

### P3-1 歩容意図を表す語句検討

(集団歩容特徴解析のためのデータ収集)

集団意図歩容モデルを表現する語句の抽出や検討に必要な映像蓄積システムの整備を行い、大学のオープンキャンパスで来訪者の様子を長時間にわたって撮影した。撮影した映像の中には、来訪者(家族連れや高校生グループ等)とスタッフ(教員や学生)が含まれている。

(目視によるデータ解析)

収集した映像を人の目で解析したところ、まず、集団歩容は集団の中に主従関係がある場合とない場合に大きく分類でき(例:親子連れ(図 4)や教員の指示に従う学生)、さらに、「主」の立場にある方が「従」のものに比べてより強い意図を持っていることが多い(例:図 4では母親が行き先を決めて父親や子供が従っている)傾向があることが分かった。これから、例えば、集団内での主従関係が分かれば個々人の意図や集団としての意図の理解につながることを示唆される。



図 4 展示物を観て回る  
子供連れ

これら研究計画で予定した事項に加えて、P1-3 の群行動特徴の抽出に応用可能なステレオカメラ校正法<sup>(B-2)</sup>や P4-1 の行動意図の可視化に利用可能な要約映像生成法<sup>(B-1)</sup>の検討を行った。早期にこれら基盤技術を確立することで今後の計画達成を着実なものできると考えている。

## C. 塩入グループ

### P1-1-1 視線と頭部方向の対応の統計的データの取得

実験室での制御された環境での眼球運動の特性(注視時間、視線移動距離、サッカードと追従眼球運動の速度など)を考慮することで、行動時の限られた精度の眼球運動データから視線位置を推測することを目標に以下の進捗を得た。視線は頭部固定の眼球運動測定装置により、頭部運動は頭部に固定したカメラ映像の中心からの推定と姿勢角センサによる頭部方向の測定を利用して測定するシステムを構築した。頭部運動が誘発される広い視野の視覚探索課題遂行時に、視線運動と頭部運動を測定し、視線と頭部方向の間の関連について予備的実験を行った。その結果、探索ターゲットが画面中央から視角 4 度以内に提示されると、頭部は動かず、眼球のみが動くことが見出された。しかし、探索ターゲットが画面中央から視角 12 度付近に提示されると、眼球が頭部よりも先行して動き、探索ターゲットが画面中央から視角 34 度付近に提示されると、頭部が眼球よりも先行して動くことが示された。これらの結果は、頭部運動と視線の間には課題や刺激に依存した統計的な関係があり、それを利用することで頭部運動から視線を推測できる可能性を示唆する。

また、刺激画像からの注意位置の推測のために注意モデルの構築においては、画像の大域特徴とターゲット位置の関係を EM(期待値最大化)アルゴリズムを用いて推測する方法について検討した。この手法により観察者の視線位置の予測が大きく向上することを明らかにした。ただしこの手法を用いると周辺視特性を考慮することの効果は見られなくなることから、大域情報の性質および周辺視特

性について今後さらなる検討が必要である。

#### P2-1 場のシナリオ検討／セット試作

P3-1 歩容意図を表す語句検討結果より、意図表出しやすい語句から連想される場面設定のもと、本研究で実証実験等としてあげる、高齢者の自立度評価、駅構内等における軽犯罪予防を意識した場のシナリオについて、歩行時の注視の観点から検討した。基礎的な実験のために「向う、探し廻る、近づく」という意図を含む実験条件について検討し、注意制御の関わる課題として視覚探索課題を修正して利用することとした。通常の視覚探索課題は、多くの刺激要素の中からターゲット刺激を探索するものであるが、それに 2 つの条件を付加することを想定する。まず、歩行を伴う状況として、商店街やスーパーの店内を歩きながら体や頭部も動かしてものを探すこと、次に[近づく]／[避ける]といった意図と関連する条件として監視者に視線の有無の効果を入れることである。この実験は、まず歩行なしで体を動かし視覚探索を行うものであり、360 度の視野を持つディスプレイの構築を進めている。また、そこに必要な刺激として文字を利用する古典的な刺激と日常シーンからターゲットを決める日常刺激を利用することを決め準備を進めている。監視者の視線として、古典刺激では単純な視覚刺激による合図、日常刺激では映像中の人物を用いることにする。

## §4. 成果発表等

### (4-1) 原著論文発表

#### ● 論文詳細情報

(B-1) 波部齊, 牧山彰太, 木戸出正繼: 動画像からの対象物体の情報を多く含む合成画像の生成, 電気学会論文誌, Vol. 131, No.4, Sec. D, 2011.4(採録決定)

(B-2) Hitoshi Habe, Yasutoshi Nakamura: Appearance-based Parameter Optimization for Accurate Stereo Camera Calibration, Machine Vision and Applications, 2011(Accepted)

### (4-2) 知財出願

- ① 平成22年度特許出願件数(国内 0 件)
- ② CREST 研究期間累積件数(国内 0 件)