

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. 研究実施体制

(1) 八木グループ

- ① 研究代表者: 八木 康史 (大阪大学産業科学研究所、教授)
- ② 研究項目
 - P1 行動情報のセンシング
 - P1-2-1 映像解析による歩行者検出
 - P1-2-2 人物追跡による行動軌跡抽出
 - P1-2-3 歩容特徴の抽出
 - P1-2-4 定常歩容パターンによる個人識別・性別・年代識別
 - P2 歩容意図行動コーパス作成
 - 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
 - P2-2-2 視線・頭部・歩容・行動軌跡
 - P3 歩容意図行動のモデル化
 - P3-1 歩容意図を表す語句検討

(2) 波部グループ

- ① 主たる共同研究者: 波部 斉 (H23.12～H24.3 大阪大学産業科学研究所、特任講師)
(H23.4～H23.11 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科、助教)
- ② 研究項目
 - P1 行動情報のセンシング
 - P1-3 集団行動画像データの解析・群行動特徴の抽出
 - P2 歩容意図行動コーパス作成
 - P2-1 場のシナリオ検討／セット試作
 - P3 歩容意図行動のモデル化
 - P3-1 歩容意図を表す語句検討

(3) 塩入グループ

① 主たる共同研究者: 塩入 諭 (東北大学電気通信研究所、教授)

② 研究項目

- P1 行動情報のセンシング
 - P1-1-1 視線と頭部方向の対応付けの統計的データの取得
 - P1-1-2 注意モデルを活用した頭部方向からの視線の推定
 - P1-1-3 頭部運動からの視線の移動の推定
- P2 歩容意図行動コーパス作成
 - P2-1 場のシナリオ検討／セット試作
 - P2-2-2 視線・頭部・歩容・行動軌跡

§ 2. 研究実施内容

(文中に番号がある場合は(3-1)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

本年度試作したセットと同様の環境において撮影した被験者 364 人の歩行映像(計 10,865 フレーム)に対して、STHOG 特徴による歩行者検出手法を適用した。歩行者に対する検出スコアの分布を解析し、適切な閾値を設定することで、誤検出・未検出を共に十分小さく押さえられることを確認した。

P1-2-2 人物追跡による行動軌跡抽出

色や形状特徴を適応的に選択する追跡手法をさらに改良し、カメラと空間との幾何情報の制約に基づいて安定に観測方向を推定する手法を開発した。また、抽出された軌跡に基づいて、定常歩容区間を抽出する手法を検討した。

P1-2-3 歩容特徴の抽出

歩行中の脇見による一時的なゆらぎ等による非定常な周期信号から自己時間伸縮(Self Dynamic Time Warping: Self DTW)によって位相(歩行姿勢)を推定する手法を開発し、推定された位相に基づく位相合わせを行うことで歩容認証性能が向上することを確認した。また、推定された位相から得られる時間伸縮関数の歪具合を非定常性として抽出する手法を開発した。

P1-2-4 定常歩容パターンによる個人識別・性別・年代識別

歩容による個人認証の性能向上のため、平均シルエットや歩行周期といった複数の特徴からのスコアレベル統合手法を開発し、公開データセットBiosecure DS2に対して有効性を確認した。また、本年度のアウトリーチ活動において収集したデータを含め、4,007人の被験者からなる歩容データベースに対して、平均シルエット、周波数特徴量、Gait Flow Image、Gait Chrono Image、Gait Entropy Image、Masked Gait Energy Imageの6種類の歩容特徴による個人認証の評価を行い、平均シルエットおよび周波数領域特徴によりRank-1 認証率92%、等価誤り率(EER) 1.5%の性能を達成した。更に、平均シルエットとガウス過程回帰による年齢推定手法を開発し、同データベースを用いて評価し、平均絶対誤差8歳の性能を達成した(図1)。

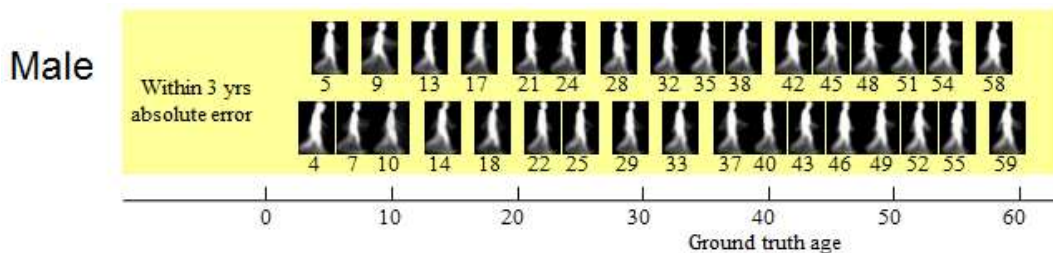


図1 年齢推定の結果の例

P2-1 場のシナリオ検討/セット試作

本プロジェクトの情報発信と大規模被験者データ収集を目的に、H23年8月27日から31日の5日間、日本科学未来館でアウトリーチイベント「人映像解析の最先端」を開催した。本イベントでは「歩行ゲーム体験」と「高齢者体験歩行」という2種類の体験型ブースを設けた。「歩行ゲーム体験」は、スリ・痴漢などの犯罪の場面を意識し、18m×1.2mという横長のディスプレイ上で左右に動く多

数のキャラクターの中から特定のキャラクターを探し追従しながら被験者が直線路を歩行する(図2)。「高齢者体験歩行」は、教材用として販売されている高齢者疑似体験キットを身につけた被験者が、直線路・ジグザグ路・階段・斜面を歩行する(図3)。各被験者には、イベント会場入場時にカメラ等での撮影に関する同意を取っており、その人数は合計2,691名であった。



図2 「歩行ゲーム体験」



図3 「高齢者体験歩行」

P2-2-1 歩行時の注意・視線・頭部運動

昨年度、当該項目で得られた「直進歩行時において、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」という傾向について、さらに被験者数や計測精度を向上させるため、同じく昨年度P2-1で整備した高臨場感全方位VR環境(図4)での実験を行った。まず、この実験のために、歩行器の速度を正確に計測するための光学式のエンコーダを開発するとともに、そこから得られる速度に応じてスクリーンの映像を再生するシステムを開発した。実験においては、新たに6名の被験者について、自然な歩行速度およびその80%、60%の速度での歩行データを収集した。



図4 高臨場感全方位 VR 環境

P2-2-2 視線・頭部・歩容・行動軌跡

P2-1で述べたように、犯罪場面を意識して「歩行ゲーム体験」というゲーム型環境を構築した。環境中には、カメラ・レーザレンジスキャナ・Microsoft Kinect等のセンサを多数配置し、歩行者の2Dシルエットや3D形状などを観測した。5日間で約900名分の被験者データを収集した。「高齢者体験歩行」についても同様に、約800名分のデータを収集した。

P3-1 歩容意図を表す語句検討

P2-1で述べた「歩行ゲーム体験」では、ゲームのルールを単純化し各被験者に自然な意図表出をさせることを目指して、「探す」・「向かう」・「ついていく」・「逃げる」という4つの意図に限定し、ゲームを設計した。

B. 波部グループ

P1-3 集団行動画像データの解析—群行動特徴の抽出

個人の位置・歩容情報をボトムアップに解析して、集団のグルーピングや歩容特性情報を獲得する手法の設計および基礎実験を実施した。考案した手法は、図 5 のような流れになっており、最終的には集団内の関係(親子・友人)や役割分担(行動をリードする人)を表現・推定することを目指している。

本年度はその基礎実験として、P2-1で述べる日本科学未来館でのアウトリーチイベントで収集した来場者映像を用いた集団へのグルーピングを試みた。図 6に示すのはその一例であり、来場者グループが概ね正しくグルーピングできていることが分かる。この手法をさらに改良させてグルーピング精度の向上、および、集団内関係推定を行っていく予定である。

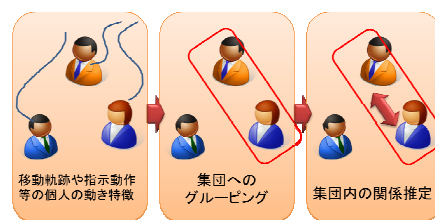


図 5 集団歩容意図解析の流れ



図 6 集団グルーピング結果例

P2-1 場のシナリオ検討／セット試作

集団歩容解析のデータ収集のため、日本科学未来館でアウトリーチイベントを開催し、そこでの来場者映像を収集した。来場者は親子・友人などのグループで来場することが多いため、イベント会場内での集団行動をカメラで撮影した。会場入り口では、年齢・性別・一緒に来場した人などの情報をアンケートで収集しているため、より信頼度の高い属性情報を得ることも可能になっている。

P3-1 歩容意図を表す語句検討

P2-1 で撮影した映像からサンプリングして調査したところ、半数以上が親子であり、次いで、男女カップル、同性友人が多いことが分かった。また、それら集団行動の中では、ある人物の行動に他の人物が引っ張られるような場面や、目的地を探してうろろする場面が見られた。これらが集団歩容意図を表現する「語句」であるため、それを踏まえたコーパス設計・コーパス構築を次年度実施する。

(注)平成23年12月からは波部グループの研究参加者は八木グループに統合され、上記研究内容も八木グループで継続して行うこととなった。

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

頭部方向視線同時測定装置を用いて、観察者の頭部方向(さらに胸部方向も計測するようにした)、視線方向のデータを取得できる環境を整えた。また、観察者を囲むようにそれらのディスプレイを配置することによって、360度の方向に視覚刺激を呈示できる環境を作製した。測定装置では、頭部と胸部方向を、頭部・胸部それぞれに装着した磁気センサによって、眼球運動をメガネ型の眼球運動測定装置によって計測し、計測データを一括処理することで同時計測を達成している。また、360度視野は、32インチディスプレイ6台を、被験者を取り囲むように六角形にして並べ、1台のコンピュータによって制御することで実現した。

その環境内で、心理学実験で用いられる典型的な視覚探索課題(Lの中からTを探すという比較的単純な課題)を行い、その時の観察者の胸部、頭部方向、眼球位置を計測した。

その実験で得られたデータから、胸部に対する頭部方向、頭部に対する眼球方向(視線方向)を計算した。その結果、頭部が左に向く場合、視線は頭部方向からさらに左方向に偏りやすいことが明らかになり、同様に、頭部が右に向く場合も視線は右方向に偏りやすいことが明らかになった。また、頭部が胸部に対して正面を向いている場合、視線方向も正面に集中する傾向が見られた。つまり、頭部の向きによる視線方向へのバイアス効果があることが示された。この結果は、頭部方向と視線位置が密接に関連していることを示しており、これを発展させると、頭部方向のみから視線位置を大まかに予測できる可能性が示唆される。

P1-1-2 注意モデルを活用した頭部方向からの視線の推定

ここで得られた知見に基づいて、精度のより高い視覚的注意モデルの提案を行った。本研究では、水平方向に頭部が動く場合に、頭部が左右に向くと眼球位置も頭部方向に偏ることが示されたため、それを従来の視覚的注意モデルに組み込む。具体的には、まず頭部方向に基づき見ている映像を取得する。それに対して従来と同様の方法を用いて誘目性マップ(映像が持つ特徴情報から、目立ちやすさを計算したマップ)を作成する。その誘目性マップに、頭部方向に基づいた眼球位置の偏りの分布を誘目性の重み付けフィルターとして掛け合わせることで、より精度の高い視覚的注意モデルができると考えられる。

注意モデルに時間特性を導入するための基礎研究として、脳波を用いた注意のダイナミクスの計測を行った。注意状態を連続的に追跡するために定常的視覚誘発電位(SSVEP)という手法を用いて、ある位置から別の位置に注意が移動する時の時間特性の計測を実現した。注意の移動には数百ミリ秒かかること、またその過程では神経細胞の同期発火による位相同期が関与していることなどを明らかにした。¹⁾

P1-1-3 頭部運動からの視線の移動の推定

頭部の運動と視線の移動の関連についての検討を開始した。予備実験により、頭部移動を伴う大きな視線移動時の視線、頭部の協調運動を確認した。従来の研究から知られているように頭部と視線の協調的な運動を確認したが、視線と頭部のいずれが先行して移動するかについては、個人間、個人内で大きな変動があることを見いだした。今後上記の実験のデータを、頭部運動の速さ及び方向に依存した視線方向を統計的に解析する予定である。

P2-2-1 歩行時の注意-視線-頭部運動

視覚探索実験で利用した実験室的な単純な視覚刺激ではなく、より日常的な視覚情報として自然画像を用いて、多人数のデータを収集した。具体的には、広視野のスクリーンに自然画像を呈示し、頭部方向視線同時測定装置を用いて、観察中の頭部運動と眼球運動を計測した。その結果、6面ディスプレイを用いた実験と同様に、頭部が左(右)に向くと、視線は頭部方向からさらに左(右)方向に偏りやすいことが明らかになった。一方で、頭部が上下に向いた場合には、特に眼球位置がそちらの方向に偏りやすいという傾向は見られなかった。つまり、頭部が水平方向に動く場合には、眼球位置も水平方向に偏りやすいという傾向が頑健に見られた。この結果も、前述の実験結果同様、頭部方向のみから視線位置を大まかに予測できる可能性を示唆している。

§3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

●論文詳細情報

1. Yoshiyuki Kashiwase, Kazumichi Matsumiya, Ichiro Kuriki, and Satoshi Shioiri: Time courses of attentional modulation in neural amplification and synchronization measured with steady-state visual evoked potentials, *Journal of Cognitive Neuroscience*. (in press).