

戦略的創造研究推進事業 CREST

研究領域

「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」

研究課題

「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」

研究終了報告書

研究期間 平成22年10月～平成29年3月

研究代表者：八木 康史
(大阪大学、理事・副学長)

§ 1. 研究実施の概要

(1) 実施概要

我々は、人が歩く様子(以下、「歩容」)を観察するだけでも、その人の感情や意志・意図、健康状態などといった内的状態を察することができる。本研究課題では、歩容と内的状態の関係を明らかにすることで、歩行の様子から意図や心身状態、人間関係を読み取る技術を構築することを目指す。意図等の内的状態のバリエーションは多岐に渡り、それらの複合的に作用して歩行に現れる。そこで本研究課題では、いくつかの場面を定め表出される意図が限定される状況を作り、そのもとでの歩容と意図の関係について解析した。また、本研究課題のアドバイザーからの助言により、場と意図を規定した中での歩行の達成度が人の認知能力と関係を持つことから、歩行観測による高齢者認知能力の推定についても、本研究課題の場面の1つとして取り扱うこととした。

各場面での意図と歩容の関係が明らかでないところからのスタートであるため、本研究課題では、まず実際に場面を定め、そのもとで歩行者が様々な意図で歩行したデータを収集しなければならない。しかし、将来的な実応用を考えると、わざとらしい意図歩行を行ったデータを収集するのは無意味である。一方で、人の自然な意図表出を行う日常の様子を捉える方法も考えられるが、そのような実シーンの映像を撮影する際のプライバシー情報の取り扱いや実験協力同意取得に関する難しさがああり、また、そこで得られた歩容に対して意図の正解ラベルを付与することも不可能である。このような難しさがある中で、被撮影者に我々が想定する意図を表出してもらいながらも、わざとらしさのない自然な振る舞いをしてもらうかという環境設計は極めて難しい。本研究課題の実施期間の前半は、警察・警備会社・商業施設・高齢者施設等、さまざまな現場でのヒアリングやディスカッションを重ね、また試行錯誤的な環境設計やデータ収集を重ねながら、有意義な解析を行うことのできるデータセット(コーパス)を得る方法論について模索しながら研究を行った。また、その過程で、カメラ・レンジセンサ・モーションセンサ・モーションキャプチャシステム等、さまざまなセンシング技術を導入し、それに関連する基礎要素技術の開発を進めた。実施期間後半に入ると、本研究課題で取り扱う場面やその具体的な実施方法や研究課題が整理され、最終的に「安心安全」・「商業利用」・「高齢者支援」という3つの応用場面を取り上げることとなった。

「安心安全」では、テロリストや痴漢、万引き犯等の犯罪者をカメラ映像などから検出・識別する技術を取り扱った。すなわち、「悪いこと(犯罪)をしよう」という意図を、その歩行行動から推定する技術である。パターン認識の分野において不審者・不審行動の検出に関する研究が多く行われているが、その多くは人の頭や手足の動作に着目したジェスチャー認識的アプローチなのに対して、我々は人の注視行動に着目し、注視の推定や注視行動の解析に関する研究に注力した。初期段階としては、塩入グループが全方位ディスプレイや大型ディスプレイでの視覚探索タスクの中での人の頭部方向と注視方向の関係について調べモデル化し、八木グループがそれを歩行時に拡張した。さらに、このモデルを実環境で評価・改良することを目的として、2014年9月に実際の商業施設(大阪大学の生協店舗)で実験を行い、自然に振る舞う購買客と万引き犯の様子をアイトラッカーやカメラで観測し、データセットを構築した。そして、実際にこのデータセットを用いて、購買客と万引き犯で注視行動が異なることや、人の頭部・胸部の方向から注視方向が推定可能であることなどを実験的に示した。また、万引き犯の検出技術技術だけではなく、万引き犯の未然抑止に関する研究を行った。具体的には、塩入グループにおいて、視覚探索タスクにおいて、「頭部を向けてはいけない領域(禁止領域)」を設けた課題を行った結果、禁止領域がない場合に比べて禁止領域に頭部が向かないようになった。これは、万引き犯が行為を行おうとするたびに特定の音が鳴るなど周囲の人も本人すらもその因果関係を意識していないアラートを与えることで、万引き行為を抑止することができる可能性を示唆している。これは、「心を写す情報環境」すなわち人へのフィードバックをデザインする上で非常に興味深い知見である。

「商業利用」においても、上述の「安心安全」と同様に、歩行者の注視情報が有益な情報である。商業施設に設置されているような防犯カメラ映像やさらに低解像度の映像からでも、歩行者が進行方向に対して前方・斜前方・側方のいずれを向いているかを推定する技術などを開発した。また、商業施設でよく見られる、親子や友人等の複数人によるグループについて、グループのセグメンテ

ーションやグループ内における人間関係・役割の推定にも研究を行った。これは、八木グループと波部グループが密に連携を取りながら実施した。さまざまな種類のシーンを扱うために、2011年の日本科学未来館でのイベント展示のデータ収集や2014年に大阪大学構内で実施した集団歩行実験、さらには研究参加者である鷺見和彦教授の協力により青山学院大学のオープンキャンパス等でのデータ収集実験等により、多くのデータセットを構築した。さらに、CREST 神田チームの協力により、大阪府の大規模商業施設 ATC 内の歩行人データの一部分も本研究課題の対象として用いた。これらのデータセットを活用し、個人属性(性別)推定・個人間の相互作用を表す動作(指示など)を検出等、集団歩容解析のための要素技術を開発した。

「高齢者支援」では、高齢者の認知機能の推定を目指した。八木グループでは、高齢者施設の協力を得て、通常収集が困難な介護や支援が必要もしくはそれに準ずる高齢者のデータを収集し、この収集したデータを用いて技術開発と解析を進めた。その結果、歩行や足踏み(運動)をしながら認知機能を使う課題(認知課題)を行うデュアルタスクを課すことで、その運動や認知課題の結果、もしくはその組み合わせから認知機能を一定の精度で推定できることを確認したため、この成果を特許出願した。その後、得られた知見を踏まえ、日本科学未来館で約1年間の展示を行い、約95,000名の体験者の映像・センサデータを収集した。さらに、そこでの動作実績を踏まえて、同デモ装置を高齢者施設に常設し定期的に計測して貰うことで、高齢者の身体・認知機能の推移や、リハビリ効果の確認などの情報を、本研究課題終了後も計測し続けることができる体制を整えた。

(2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1. 歩容から視線を推定するモデル

まず、非歩行時における視線・頭部姿勢と、歩行時の頭部姿勢・歩容についてモデル化を行った。注視方向と頭部姿勢・歩容のモデル化のために構築した没入型歩行環境にて眼球計測装置・モーションキャプチャシステムを用いて、歩容データを取得・分析した。その結果、注視方向と頭部方向・胸部方向に線形の関係が得られた。この結果は、非歩行時の視線予測モデルと整合しており、このモデルが歩行時にも素直に拡張できることが確認できた。

2. 1fps 歩容認証

「P1-2 歩行映像データの解析—個人歩容特徴の抽出」に関連して、一般的な防犯カメラ映像のような低フレームレートの映像から歩容認証を行う手法を提案した。この提案手法は、再構成型の時間超解像と事例に基づく時間超解像を組み合わせ、低フレームレートの歩容映像から高フレームレートの歩容映像を生成することで、照合を可能としている。実際の犯罪捜査における人物鑑定においてはこのような低フレームレートの映像しか存在しないことが多く、この技術は実用上大変有用である。

3. 総合的歩容データベースの実現

本研究課題では、さまざまな場面における歩行者データを収集した。2011年の日本科学未来館でのイベントで収集した、各歩行者が「逃げる」「ついていく」「向かう」などの複数の意図で歩いた歩行映像データは、世界初の「意図を含んだ歩容データベース」であり、その意義は大きい。2014年の大阪大学生協店舗で行った実験でも、非常に現実の状況に近い購買客と万引き犯の歩行の様子を、一人称的にも三人称的にも撮影した映像データを取得しており、これも本研究課題での活用も然ることながら、将来的なさまざまな研究への活用が期待できる。2015-2016年に日本科学未来館で実施したメディアラボ展示では、約8万名の直線歩行データおよび約7.3万名のデュアルタスクのデータを収集した。これは歩行データセットとして、他の追従を許さない圧倒的な規模の貴重なデータセットである。しかも、これらのデータを収集するにあたっては、ELSIに十分に配慮しており、被撮影者からデータの研究目的での利活用について同意を得ておくことに加えて、法律家との入念な打合せを行った上で独立行政法人等個人情報保護法に従い実施した。

<科学技術イノベーションに大きく寄与する成果>

1. 高齢者の認知機能の推定

高齢者に、歩行や足踏みといった運動タスクと、100 から 1 ずつ引くや“か”から始まる言葉を挙げるといった認知機能を使う認知タスクを同時に行って貰った。そして、この結果を既存の口頭試問式の認知機能推評価手法と比較した。その結果、認知タスクの結果や、認知タスクの違いによる運動タスクの歩容の変化、デュアルタスクの安定性から、高齢者の認知機能を推定することができた。本手法は、既存の評価手法と比較し、ひとりで短時間に計測することができる。

§ 2. 研究実施体制

(1) 研究チームの体制について

① 八木グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
八木 康史	大阪大学 産業科学研究所	教授/大阪大学 理事・副学長	H22.10～H29.3
槇原 靖	同上	助教/准教授	H22.10～H29.3
満上 育久	同上	助教	H22.10～H29.3
山添 大丈	同上	特任助教	H23.4～H24.8
王 君秋	同上	特任助教	H23.4～H25.12
波部 斉	同上	特任講師	H23.12～H24.3
青木 工太	同上	特任講師	H28.5～H29.3
木戸出 正継	同上	特任研究員	H23.12～H24.3
中澤 満	同上	特任研究員	H23.4～H27.4
丹羽 真隆	同上	特任研究員	H25.4～H29.3
Hazem El-Alfy	同上	特任研究員	H25.6～H27.3
Li Wei	同上	特任研究員	H26.7～H27.6
田川 聖一	同上	特任研究員	H27.4～H27.9
周 成菊	同上	D1/D2/D3	H24.4～H29.3
廖 若辰	同上	D1	H27.4～H29.3
武村 紀子	同上	特任助教	H28.2～H29.3
中島 秀真	同上	M1/M2	H23.4～H25.3
小川 卓也	同上	M1/M2	H24.4～H26.3
岡田 典	同上	B4/M1/M2	H24.4～H27.3
梶原 光平	同上	B4	H24.4～H25.3
池田 太郎	同上	B4/M1/M2	H25.4～
柴田 健作	同上	B4	H26.4～H27.3
木村 卓弘	同上	M2	H27.4～H28.3
生熊 沙絢	同上	M1	H27.4～H29.3
鈴木 温之	同上	M1	H27.4～H29.3
羅 爵函	同上	M1	H28.1～H29.3
沖中 大和	同上	B4	H28.1～H29.3
李 想	同上	外国人招へい研 究員	H28.9～H29.3
山添 大丈	大阪大学 大学院国際 公共政策研究室	助教	H24.8～H27.3
山添 大丈	立命館大学 情報理工学部	講師	H27.4～H29.3
越後 富夫	大阪電気通信大学 情報通信工学部	教授	H22.10～H29.3
鷺見 和彦	青山学院大学理工学部	教授	H24.4～H28.3
青木 菜々美	同上	B4	H24.4～H25.3
荻野 洋夢	同上	M1/M2	H26.4～H28.3
山田 花穂	同上	B4	H27.4～H28.3

島田 洋一	警察大学校警察情報 通信研究センター	室長	H22.10～H24.3
谷 尚澄	同上	室長	H24.4～H25.3
堀内 雄人	同上	室長	H25.4～H26.1
末澤 洋	同上	室長	H26.2～H27.3
塚本 雅人	同上	教授	H22.10～H23.3
齋藤 文信	同上	教授	H23.3～H24.3
野口 雄一郎	同上	教授	H25.4～H27.3
中田 光一	同上	教授	H25.6～H27.3
木島 雄一	同上	教授	H24.6～H25.3, H27.4～H28.3
山田 雄一郎	同上	助教授	H22.10～H28.3
加藤 圭一	同上	助手	H22.10～H24.3
笹川 大介	同上	助手	H24.4～H26.2
宇山 幸平	同上	主任助手	H26.3～H26.6
手塚 隼人	同上	助手	H26.7～H28.3

研究項目

- ・ 人物行動解析と心を写す情報環境の構築

② 塩入グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
塩入 諭	東北大学 電気通信研究所	教授	H22.10～H28.3
栗木 一郎	同上	准教授	H22.10～H28.3
松宮 一道	同上	助教/准教授	H22.10～H28.3
徳永 留美	同上	助教	H22.10～H25.3
中島 亮一	同上	産学官 連携研究員	H23.5～H26.3
羽鳥 康裕	同上	産学官 連携研究員	H26.5～H28.3
方 昱	同上	M2/D1	H23.4～H27.3
土合 大河	同上	M2	H23.4～H24.3
平谷 皓倫	同上	M2	H24.4～H25.3
小林 正幸	同上	M2	H26.4～H27.3
西川 遼太	同上	M2	H27.4～
石井 慧	同上	M2	H27.4～
袁 正雄	同上	M2	H27.4～

研究項目

- ・ 頭部と注意

③ 波部グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
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/博士研究員	H22.10～ H23.11
波部 斉	同上	助教	H22.10～ H23.11
岩崎 剛士	同上	M2	H22.10～H23.3
松田 昂	同上	M2	H22.10～H23.3
波部 斉	近畿大学理工学部	講師	H24.4～H28.3
木戸出 正継	同上	研究支援者	H24.4～H28.3
園部 信隆	同上	B4	H24.10～H25.3
畦地 弘樹	同上	B4	H25.4～H26.3
奥田 祐也	同上	B4	H25.4～H26.3
岸本 奈美子	同上	B4	H25.4～H26.3
宮田 和也	同上	B4	H25.4～H26.3
音川 拓哉	同上	B4	H25.4～H26.3
山下 成邦	同上	B4	H25.4～H26.3
兵頭 俊紀	同上	B4	H25.4～H26.3
岸田 真依	同上	B4	H25.4～H26.3
大和 賢也	同上	B4	H25.4～H26.3
渋谷 壮太	同上	B4	H25.4～H26.3
飯坂 瑞生	同上	B4	H26.4～H27.3
篠原 秀彦	同上	B4	H26.4～H27.3
谷内口 翔吾	同上	B4	H26.4～H27.3
中村 貴一	同上	B4	H26.4～H27.3
岩竹 隆志	同上	B4	H26.4～H27.3
森崎 友規	同上	B4	H26.4～H27.3
相原 和紀	同上	B4	H26.4～H27.3
西田 莞大	同上	B4	H26.4～H27.3
寺田 和晃	同上	B4	H26.4～H27.3
松岡 高輝	同上	B3/B4	H26.4～H28.3
藪内 絵理奈	同上	B3/B4	H26.4～H28.3
三宅 正敬	同上	B3/B4	H26.4～H28.3
栗野 雄元	同上	B3/B4	H26.4～H28.3
溝口 拓也	同上	B3/B4	H26.4～H28.3
森本 涼太	同上	B3/B4	H26.4～H28.3
佐藤 僚太	同上	B3/B4	H26.4～H28.3
本郷 昂貴	同上	B3/B4	H26.4～H28.3
下野 祐斗	同上	B3/B4	H26.4～H28.3

研究項目

- ・ 集団歩容意図

§ 3. 研究実施内容及び成果

3.1 人物行動解析と心を写す情報環境の構築(大阪大学 八木グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

本グループは以下の項目について研究を実施した。

P1 行動情報のセンシング

P1-1-4 頭部姿勢の推定(レベル C)

P3-1 で述べる「歩行ゲーム体験」で収集した被験者データに対して、手作業で前方・側方という頭部方向を与えた。この頭部方向と歩容特徴の関係を学習し、テスト用歩行者映像に対する頭部方向推定を行った結果、91.2%の推定精度を示した[原著論文[10],[52]]。これにより、一般に側方を向くことにより、歩行がある傾向を持って変化することが確認された。ただし、頭部方向を前方(0度)・斜め前(45度)・側方(90度)という3クラスに分けた場合は、推定精度は67.9%まで低下した。

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。そして、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行った。

P2-1 で作成した模擬環境で撮影した被験者 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、既存手法に比べ誤検出・未検出を共に十分小さく抑えられることを確認した[原著論文[18]]。

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 5 cm から 600 cm 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)。

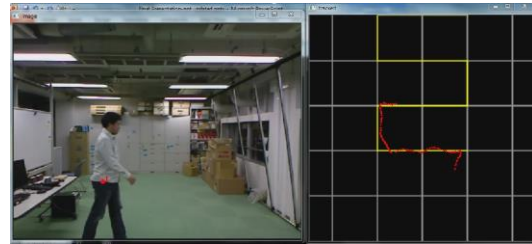


図 1 人物歩行軌跡の獲得

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 8 cm 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。

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。

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(レベル B)

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動的な時間伸縮(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[原著論文[9]]、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。

そして、この自己動的時間伸縮による位相揺らぎの解析に基づいて、複数の歩容ゆらぎ特徴を抽出した。具体的には、線形位相進行からの時間伸縮関数の偏差の自乗和を位相揺らぎとして抽出した。また、周期間で位相合わせされた歩容画像の差を取り一周期で平均することで、空間揺らぎ画像として抽出した。さらに、観測方向が逐次変化する歩行に対しては空間揺らぎ画像が利用できないため、代わりに足下点と頭頂点の軌跡の揺らぎを空間揺らぎとして抽出した。

P1-2-4 定常歩容パターンによる個人識別・性別・年代識別(レベル B)

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、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 2)。

さらに、上記 6 種類の歩容特徴の組み合わせや、複数観測方向の統合による個人識別の性能評価を行った[原著論文[12],[15]]。また、これら 6 種類の歩容特徴を用いた年齢推定の基本有用性の評価を行った。加えて、年代層毎の成長度合いを考慮して、複数クラスタに基づく回帰モデルを構築して年齢を推定する手法を開発し、その有効性を確認した。

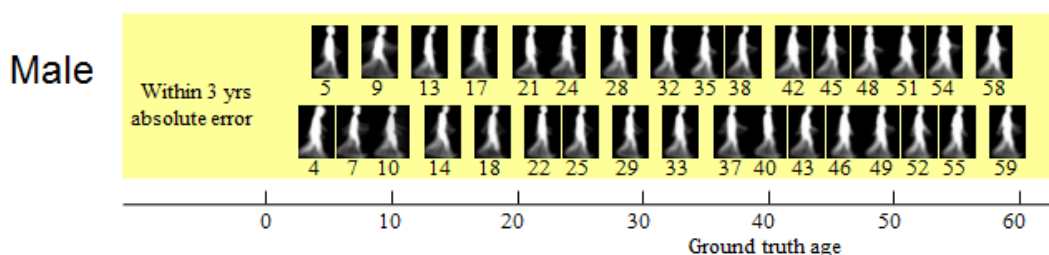


図 2 年齢推定の結果の例

P1-2-5 視点変化に対応した歩容認証(レベル B)

登録特徴と入力特徴の間で、歩行者に対するカメラ映像の視点が異なる場合、そのまま照合すると識別率が低下することが考えられる。そこで、研究代表者らが提案した離散的な方向変換モデルを拡張して、3次元歩容データに基づく任意視点変換モデルを構築した。

具体的には、まず、100名以上の学習被験者に対して、高品質なシルエットの多視点歩容画像を作成した。次いで、多視点画像に対するカメラキャリブレーションを行い、視体積交差法により3次元歩容データを作成した。さらに、作成した3次元歩容データに基づいて任意視点変換モデルを学習し、照合対象の歩容特徴を同一方向に変換してから照合することで、認証精度を向上させた[原著論文[19]]。

また、任意視点変換モデルの更なる拡張として、近接方向の直接照合によるスコアレベル統合[原著論文[7]]、視点変換の信頼度[原著論文[16]]、中間視点への投影[原著論文[14]]、各特徴からの変換の一貫性尺度[原著論文[17]]等を導入することで、更なる認証精度向上を確認した。

P1-2-6 非定常歩容個人・性別・年代識別(レベルC)

歩容の非定常性は、歩容認証性能を低下させる要因である一方、子供の歩行の未熟性を表す特徴として考えられることから、個性や性別・年代の識別に積極的に活用できる可能性がある。

まず、本グループで所持する約4,000人の大規模歩容データに対して、位相ゆらぎや軌跡ゆらぎといった特徴を抽出し、年齢や性別との関連を解析し、歩行が未熟な子供の年代層においてゆ

らぎが大きくなることを確認した。また、ゆらぎ特徴を信頼度としてスコアレベル統合の枠組みに取り入れる手法を提案し、個人認証精度が向上することを確認した[原著論文[13]]。

さらに、位相ゆらぎや軌跡ゆらぎといった非定常性に加えて、加減速による非定常性をモデル化した。具体的には、加減速は、歩幅(ストライド)と位相の進行速さ(ピッチ)によって表現できることから、方位方向を位相、高さ方向を歩幅とする円筒多様体を考え、円筒多様体上の各点から歩容シルエットへの写像関数を被験者毎に設定する多様体モデルを定式化した。また、各被験者のストライドとピッチに関する選好モデルを導入することで、ピッチとストライド、及び写像関数を安定に推定する最適化手法を開発した。これにより、入力データの非定常歩行を登録データの定常歩行と同一速度の定常歩行に変換して照合することが可能となった。実験では、延べ179人の被験者による個人認証を行い、従来手法と比較して精度が向上することを確認した。

P1-2-7 歩行者の3次元計測(レベルB)

環境中にMicrosoft社の奥行きセンサKinectを複数台配置することでその環境全体を三次元形状復元するシステムを構築した(図3)[原著論文[24],[47]]。通常、環境中に歩行者などの動的な対象を含む場合は、Kinect間で撮影の同期を取ることができないため、復元結果にズレを生じるが、本システムでは奥行き画像に関するモーフィング手法を開発した。これによって擬似的に撮影同期のとれた奥行き画像を生成することが可能となり、歩行者もズレなく形状復元できるようになった。また、これに関連して、Kinectのキャリブレーション手法[原著論文[49]]や、カラー画像と奥行き画像を利用した安定なシルエット抽出手法も開発した。

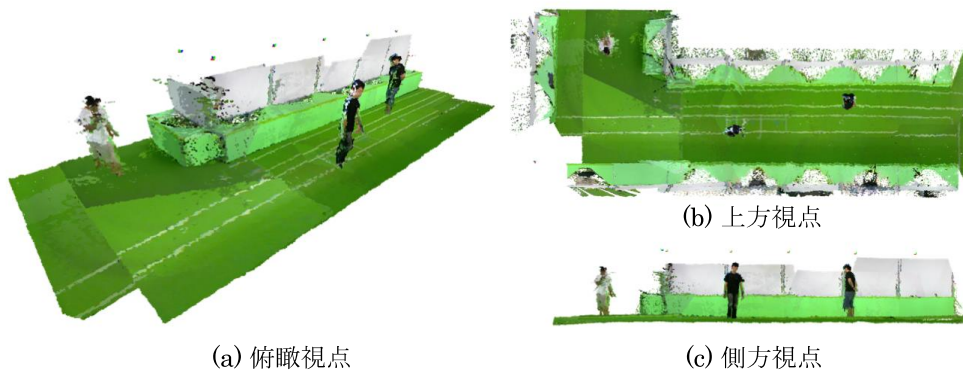


図3 歩行者を含む環境全体の三次元形状復元

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

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4)。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。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5)、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 4 模擬環境



図 5 全周録画システムとその撮影画像例

H.23年には、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、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 6)。

「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 7)。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。

また、このアウトリーチ活動をはじめ、本研究課題におけるコーパス作成を通じて、表 1 に示すような歩容などに関係する一連のデータベースの拡張および整備を行うことができた。さらにその一部を CREST 期間中公開することができた[原著論文[6],[11]]。



図 6 歩行ゲーム体験



図 7 高齢者体験歩行

P2-2-1 歩行時の注意-視線-頭部運動(レベル A)

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[原著論文[41],[42]]。

- 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。そこで、この傾向について、さらに被験者数や計測精度を向上させるため、P2-1で整備した高臨場感全方位VR環境(図 8)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。

表 1 本研究課題によって得られたデータベース一覧

歩容の種類	データの種類	人数・公開の有無	計測情報
直線歩行 [原著論文[6],[11]]	2次元映像 (斜め前から側方, 側方から斜め後ろの 計2台)	4016人(公開, 利用申請件数42件)	日本科学未来館 2009年度, 2011年度 地域防災防犯展 @インテックス大阪 2010年度 大阪大学 オープンキャンパス 2010年度, 2011年度
意図歩容(「向かう」・ 「ついていく」・「逃げる」)	2次元映像, 2次元レンジデータ, 3次元レンジデータ	約900人	日本科学未来館 2011年度
高齢者擬似体験歩行	2次元映像, 2次元レンジデータ, 3次元レンジデータ, 3軸加速度, 3軸角加速度	約800人	日本科学未来館 2011年度
非歩行時における視 覚探索	磁気センサ (頭部・胸部方向) 眼球方向(視線)	8人(視覚探索課題), 228人(自然画像)	塩入研究室内および 日本科学未来館 2011年度
トレッドミル上歩行の 歩行者三次元形状デ ータ	2次元映像 (25台カメラ), 仮想3次元データ	約100人	八木研究室内 2013年度(仮想レンジ データ作成)
集団歩行1	2次元映像	約140人	大阪大学構内 2014年度
集団歩行2	2次元映像, 2次元レンジセンサ	約70名	青山学院大学構内 2014年度, 2015年 度
実店舗内での購買行 動・万引き行動	2次元映像 (店内, 頭部, 胸部), 眼球方向	36人 (眼球方向12名)	大阪大学生協店舗内 2014年度
高齢者のシングル・ デュアルタスク中の 歩行・足踏み	2次元映像, 3次元レンジデータ, 3次元骨格情報, 3軸加速度, 3軸角加速度, 認知タスクの回答 MMSEスコア	約200人	みささぎ会, 川北会館 2014年度, 2015年 度
直線歩行 (荷物の有無)	2次元映像 (側方から前方までの 7台)	約8万人	日本科学未来館 2015年度~2016年 度
デュアルタスク中の足 踏み	2次元映像, 3次元レンジデータ, 3次元骨格情報, 床圧力センサ, 認知タスクの回答	約7.3万人	日本科学未来館 2015年度~2016年 度

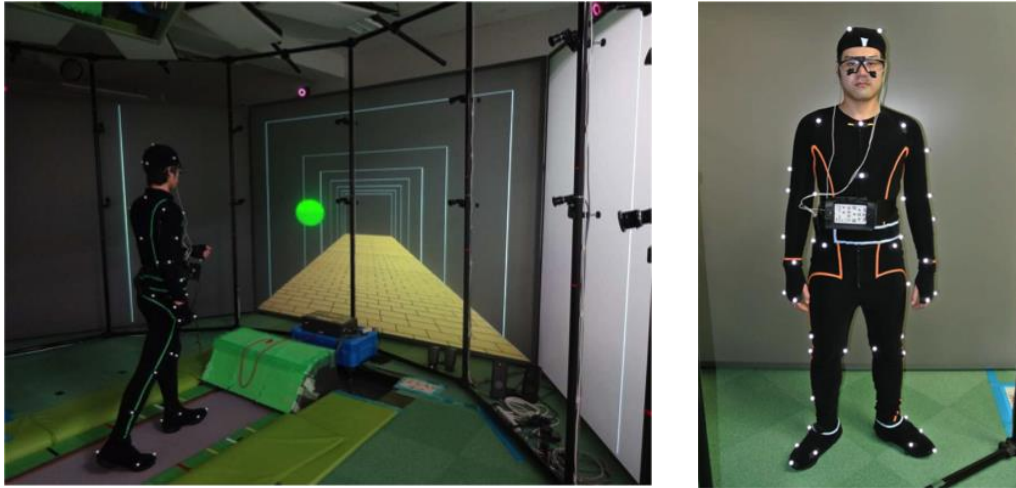


図 8 没入型歩行環境

P2-2-2 視線・頭部・歩容・行動軌跡(レベルA)

本研究課題では、研究成果を実応用する場面として「商業利用」・「安心安全」・「高齢者支援」を取り上げ、これらの場面に対して「P4. 心を写す情報環境の構築」に向けた研究開発に取り組んだ。ここでは、そのために必要となるコーパスを以下のとおり作成した。

「商業利用」については、商業施設にて買い物客の興味関心の対象を推定し、その推定結果に対して時空間的な統計処理を施すことで、商業施設側が買い物客の意図を把握できるように可視化することが目標である。

CREST 神田チームの協力の元、大阪府大阪市の商業施設 ATC で撮影・計測されたカメラ映像やレンジデータ、およびそこから抽出される歩行者の軌跡情報を共有させてもらい、そこにアノテーションを付与することでコーパス化することとした。

通行客の興味関心の傾向を明確に捉えるよう、統計処理、可視化に必要なコーパスデータを数百人分作成した。まず、カメラ映像をもとに目視で、年齢・性別・来館目的といった属性を歩行者に対して付与した。そして、通行客の注視方向に興味関心の対象があるという前提の下、我々が提案した「歩行者の注視分布を進行方向に対する胸部方向から推定するモデル(歩行者胸部-注視モデル)」を用いて通行客数名の注視分布を推定し、商業施設内の注視存在分布を生成した。

「安全安心」では、犯罪の中でも万引き犯を想定しており、万引き行為が行われる前に不審な行動をする人物を検出し、その人物へ警鐘を与えることが目標である。

我々は、まずP2-1の述べたように、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。

しかし、「歩行ゲーム体験」では、会場の大きさや実施形態の制約から、自由な歩行軌跡を許すような環境は用意していなかった。そこで、コンビニエンスストアにおける万引き犯の検出を目標に、一般客と万引き犯を識別するモデルの検討を進めた。警察大学から提供された万引き犯の行動事例を踏まえて議論した結果、一般客と万引き犯では注意を向ける対象や履歴が異なるという仮説が得られた。この仮説を基に「商業利用」の場面でも活用できるコーパスとして、大学生協にて36名の被験者に通常の買い物と万引きを実演してもらい、その様子を、各種センサを用いてデータ計測した。具体的には、一般的な監視カメラと同様に被験者の様子を定点観測するために、店舗内に固定カメラを複数台取り付け、動画を撮影した。また、被験者の歩容を捉えるため、および『歩行者胸部-注視モデル』を用いて注視分布を推定することを踏まえ、頭部と胸部にウェアラブルカメラを取り付け、動画を撮影した。更に被験者のうち12名は、眼球計測装置も併せて装着し、注視方向の真値を取得した。

この計測データをコーパスデータとして一般公開するために、計測データに演者の属性情報などを付加した。

「高齢者支援」では、高齢者の歩容などから身体機能や認知機能を推定することを目指している。我々は、まずP2-1の述べた「高齢者体験歩行」について、約800名分のデータを収集した[原著論文[23],[63]]。それに加えて、本物の高齢者の歩容データを収集するために、大阪府藤井寺市に本部を持つ社会福祉法人みささぎ会の協力を得てデータの収集を行った。

介護や支援を必要とする、もしくはそれに準ずる高齢者の歩容を計測するためには、高齢者施設や地域の高齢者の集会へ計測装置を持ち込む必要がある。そこで、持ち運びが容易で、マーカなどの装着が不要となるように、1台のカメラでカラー画像、奥行き情報、骨格情報が取得可能なKinectとPCのみで計測可能となる装置を構築した(図 9) [国内発表(ポスター)[9],国際発表(ポスター[44],[47])。また、介助者が横についた状態や手すりを利用した歩行を想定し、介助者や手すりが計測対象と重ならないように正面から計測を行った。被験者のプライバシー情報保護のためにICカードのIDを用いて被験者のデータを管理し、大阪大学側で被験者の個人情報管理しないようにした。

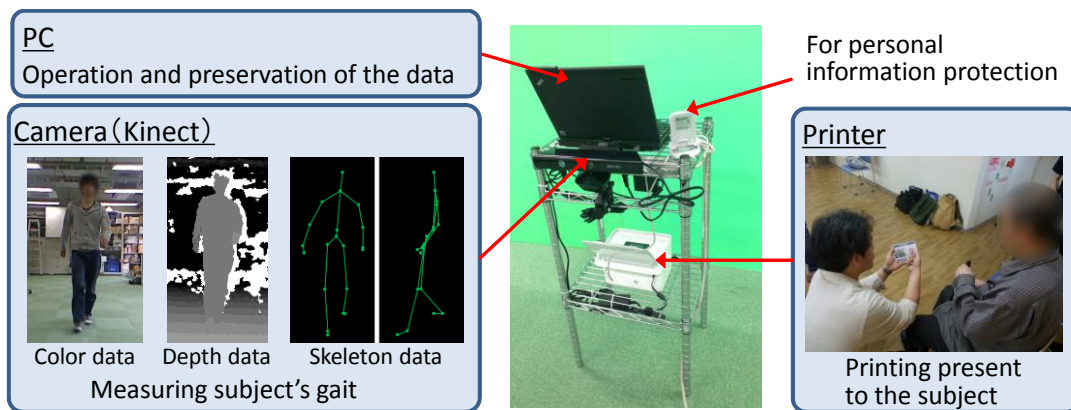
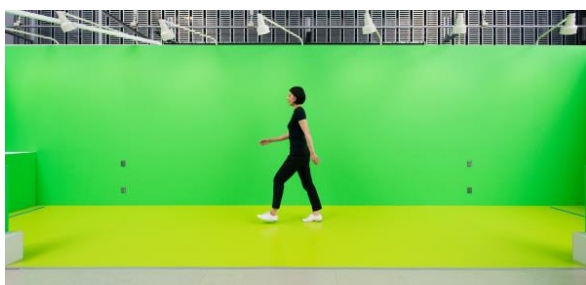


図 9 高齢者用歩容計測装置

この計測装置を用いて、まず大阪府の高齢者施設、社会福祉法人みささぎ会の要介護1-4の高齢者13名の歩行と足踏みの歩容計測を行い、その歩容データと各高齢者の属性データを収集した。その結果を踏まえ、デイケアで高齢者施設に通っている約50名、高齢者の集まる集会に参加されている地域高齢者約40名のデータ計測を行った。この計測では、歩行や足踏み(運動タスク)を単体で行うシングルタスクだけでなく、認知機能を利用するタスク(認知タスク)、また運動タスクと認知タスクを同時に行うデュアルタスクを実施し、歩容と認知タスクの結果に関するデータを収集した。認知タスクは、“100から1ずつ引く”というタスクや、“「か」から始まる言葉を思いつく限り挙げる”というタスクを行った。さらに、これらの収集したデータと比較するために、被験者の年齢や既存の認知症診断テスト(MMSE:Mini-Mental State Examination)のスコアなどの属性データも収集した。

また、これと同等の条件で日本科学未来館およびグランフロント大阪でアウトリーチ活動を行い、全年齢層の200名弱の被験者のデータを収集した。

さらに、上記のデータ収集をで得られたノウハウを踏まえて、日本科学未来館でのメディアラボ常設展示を2015年7月から2016年6月27日までの約1年間実施した。この展示では、図10に示すように、(a)歩容個性計測と(b)認知機能計測という2種類の体験型デモを展示しており、(b)が上述のノウハウを踏まえたデュアルタスクを計測するシステムとなっている。図11に参加者数の累積数の推移および年代別分布を示す。夏休みなどの繁忙期には特に増加率が高いがそれ以外の時期でもコンスタントに累積参加者数は増加しており、最終的に約95,000名の来場があった。一部、入館はしたが体験をしなかった人や、こちらが意図したとおりの動作をしなかった人がいるため、研究に利活用可能なデータ規模は(a)が約80,000名、(b)が約73,000名であった。

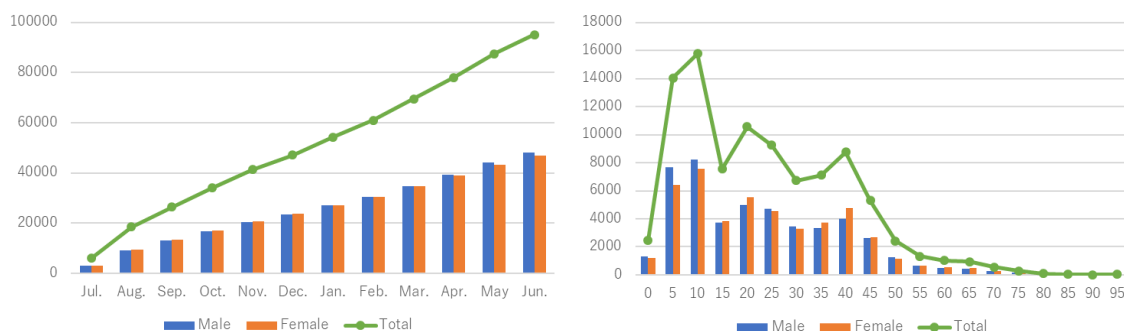


(a) 歩容個性計測



(b) 認知機能計測

図 10 日本科学未来館メディアラボ展示



(a) 累積参加者数の推移

(b) 年代別分布

図 11 日本科学未来館メディアラボ展示の参加者統計

一方、みささぎ会についても、これまでの実験や成果報告の経緯を踏まえて、高齢者の認知能力の長期的な時間変化を扱うために、みささぎ会が運営する3施設に常設型のデュアルタスク計測システムを設置し、年オーダーの長期的なデータ収集を行うことが決定した。利用者が認知機能の低下した高齢者であることを考慮し、安全性に十分に配慮し、図 12に示す手摺り部を設計・製作した。この手摺り部を含む高齢者向けデュアルタスク計測システムをH28年7月に各施設に構築した。その後、各施設において高齢者やその保護者に対する説明会を複数回開催し、実験の趣旨やプライバシーに考慮したデータの管理等について入念な説明を行った上で、本研究に協力して下さる高齢者を募った(図 13)。H29年3月までに、デイサービス利用者と施設周囲の地域高齢者を合計して約100名の高齢者が研究協力を同意し、システムの利用を開始している。今後、継続して参加高齢者の人数を増やすとともに、各高齢者のシステムに対する慣れや長期的な推移の分析を目的に、少なくとも3年の計画でデータ収集を続ける。また、その過程でシステムの改良を行うとともに、デュアルタスクにおける認知タスクの選択やその難易度の設定などについて、体験高齢者や現場スタッフの声や認知機能推定性能を踏まえながら、継続的に検討・改良を続ける。ここで得られた知見は、将来的なシステムの実用化の際に非常に有用である。

なお、H28年末に仙台市科学館からデモ出展に関する相談があり、H29年7月～8月の特別展にデュアルタスク計測システムを展示することが決まっている。特別展終了後も同科学館内にシステムが常設される予定であり、その設備を利用して将来的には仙台市周辺の高齢者についても同様にデータ収集を行うべく調整を進めているところである。

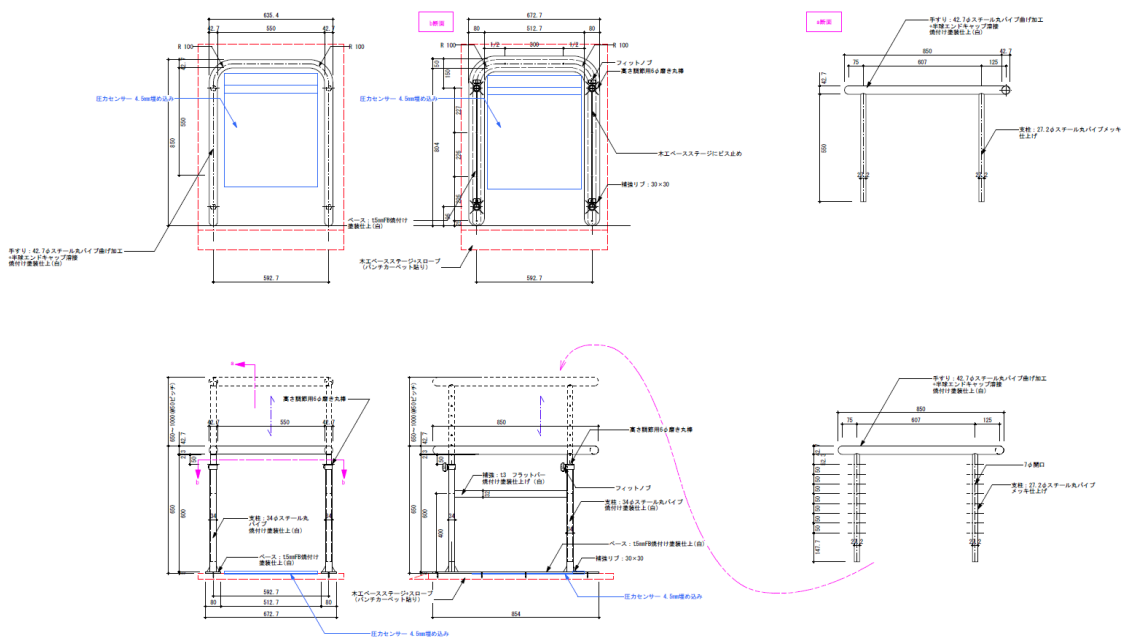


図 12 みささぎ会に設置する計測システムの設計図



図 13 高齢者・保護者を対象とした説明会の様子

P2-3 集団における歩容意図行動コーパス(レベル A)

本項目は波部グループと連携して研究に取り組んだ。詳細については波部グループの同項目で記載する。

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

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、警視庁 鉄道警察隊、神奈川県 警察鉄道警察隊、日本警備通信株式会社を訪問し、ヒアリングを実施した。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。

この結果を基に、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。

P3-2-1 視線・頭部姿勢・歩容からの個人モデル(レベル B)

非歩行時における視線・頭部姿勢については塩入グループがモデル化を行い、歩行時の頭部

姿勢・歩容については P1-1-4 で述べたとおり八木グループがモデル化を行った。

注視方向と頭部姿勢・歩容のモデル化のために構築した没入型歩行環境(図 8)にて眼球計測装置・モーションキャプチャシステムを用いて被験者 12 名分の視線、歩容データを取得・分析した。その結果、注視方向と頭部方向・胸部方向に線形の関係が得られた(図 14) [原著論文[54]]。この結果は、塩入グループがこれまでに確認した非歩行時の視線予測モデルと整合しており、このモデルが歩行時にも素直に拡張できることを示唆している。

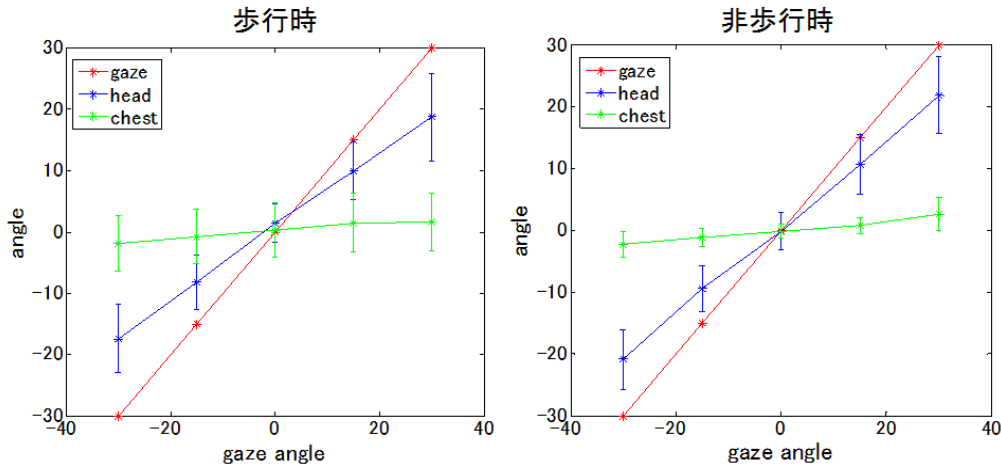


図 14 注視方向と頭部方向・胸部方向の関係

P3-2-2 歩容-行動軌跡からの個人モデル(レベル B)

P2-2-2 で述べた 3 つの場面について、P4 心を写す情報環境の構築に向けて必要となるモデル化を行った。各場面における具体的な実施内容は以下のとおりである。

「商業利用」では買い物客の興味関心の対象が彼らの注視方向の先にあることが一般的であること、また「安全安心」では万引き犯が犯行前に店員や他の買い物客など店内の状況を確認することが多いという知見から、我々は双方の場面で歩行者の注視方向を推定し、その推定結果に基づき心を写す情報環境の構築を目指すというアプローチを取っている。

注視方向と頭部姿勢・歩容のモデル化のために、P2-2-1 で述べたトレッドミルとマルチスクリーンからなる没入型歩行環境において、眼球計測装置・モーションキャプチャを用いてデータを取得し、分析を進めた。

まず、注視対象が移動する場合において被験者 12 名のデータを取得・分析した。その結果、注視方向と頭部方向・胸部方向に線形の関係が得られることがわかった(図 15)。この結果は、塩入グループがこれまでに確認した非歩行時の視線予測モデルや、静止対象注視時の結果とも一致するものであり、このモデルが歩行の有無や注視対象の動きに関わらず適用可能であることを示唆するものといえる。さらに P2-2-2 で取得したウェアブルカメラの映像と眼球計測装置の計測データを活用し、トレッドミル上ではなく、一般環境である大学生協において歩容から注視分布を推定するモデル化にも取り組んだ。具体的には、まず頭部と胸部に装着されたウェアブルカメラの映像から頭部・胸部の位置姿勢を推定した。そして、頭部・胸部の姿勢と眼球計測装置で計測された注視の関係性を回帰分析した結果、一般環境でも注視方向と頭部方向・胸部方向の関係性に線形性があることを確認できた。また、このような高精細な観測ではなく、低解像度の映像に映る歩行者について、その注視方向を正面・斜め前方・側方という粒度ながらも推定可能であることが確認できた。

この結果を基に、「商業利用」では、通行客の注視方向の先に興味関心の対象があるものとし、『歩行者胸部-注視モデル』より推定された歩行者の注視分布より商業施設内の注視存在分布を生成した。

「安全安心」では、万引き犯がよく取る行動パターンの中に「犯行前に防犯ミラーを見て店内の状況を確認する」や「店員の位置状態を確認する」があることから、万引き犯の検出には歩行者の注視対象の時系列推移が有効であると考え、それに基づくモデルを構築した。具体的には、まず P2-2-2 で述べた模擬一般客・万引き犯の計測データから『歩行者胸部-注視モデル』を用いて注

視分布の時系列推移を取得した。次に、一般客・万引き犯という役割によって注視分布の時系列推移の違いがあるかを確認した。そして、万引き犯役の演者を犯行に及ぶ前に検出できるよう、注視対象の時系列推移に基づく検出モデルを構築した。

「高齢者支援」においては、認知機能を推定するためのモデルの確立に向けて、P2-2-2 で述べた、運動タスクおよび認知タスクの計測データを解析した。その結果、運動タスクにおいては、デュアルタスクとのシングルタスクの歩容の変化を比較することで、認知症の疑いや認知機能の衰えを推定できることを確認した。また、デュアルタスク中の認知タスクの回答数や回答の時間間隔のばらつきを解析したところ、認知機能の衰えの程度を多段階に推定できることを確認した。さらに、デュアルタスクにおいて運動タスクもしくは認知タスクをタスク終了時間まで継続できたか否かを確認することにより、認知症の疑いを推定できることが確認できた。これらの結果から、歩容や認知タスクから認知機能を推定するモデルを構築した[国際発表(招待)[28], 知財出願(国内)[1]]。

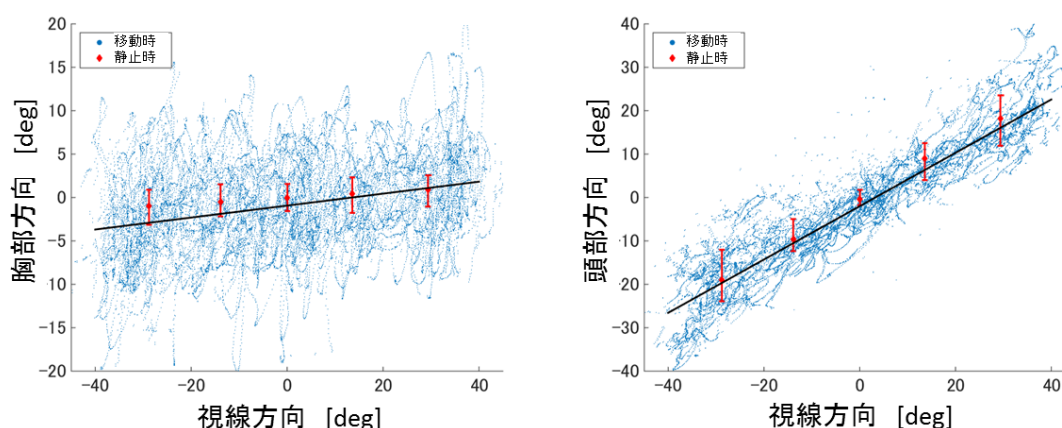


図 15 注視方向と頭部・胸部方向の関係

P3-2-3 ハイブリッド型個人モデル(レベル C)

意図と歩容の関係は場面によって変化し一意に定めることができないため、本研究では予め場面を規定しその中で表出される数種類の意図と歩行の関係をモデル化してきた。もし、これらのモデルから、場面を問わずに意図推定の決めてとなる要素因子を抽出することができれば、我々が着手している場面だけでなくそれ以外の場面で歩容意図を推定する際に活用できる可能性がある。

3-2-1 で述べた視線予測モデル自体は、場面に依らず歩行者の姿勢情報から注視方向分布を推定するものである。これは、注視方向と直接対応付けられる意図に限れば、場面に依らず推定可能であるということの意味しており、本研究課題で目指している普遍性のある(場面非依存な)個人歩容意図行動モデルのひとつであると言える。

そこで、P2-2-2 で示した大学生協の環境で、商業利用および安心安全の場面での胸部方向や頭部方向、歩行軌跡、注視方向などの情報を計測し、両場面でも共通のモデルが使用できるかどうかを検証するためのデータ収集を行った。歩行者の興味関心や注意警戒を理解するために『歩行者胸部-注視モデル』を用いて歩行者の注視分布を推定する。そして、得られる結果を「P4-2 実証実験」を通して評価することで注視分布の共通要素因子としての有用性を確認した。

P3-3 集団における歩容意図行動モデル(レベル B)

本項目は波部グループと連携して研究に取り組んだ。詳細については波部グループの同項目で記載する。

P4 心を写す情報環境の構築

P4-1-1 行動分析のための要因の可視化(レベル B)

施設の利用者の行動を蓄積し、それを統計処理・可視化することで、それらの人々の意図を施

設側が捉え安全性や利便性を向上させる可視化技術について研究を行う。各場面における具体的な実施内容は以下の通りである。

「商業利用」と「安全安心」では、P3-2-2 より推定された注視分布を環境へ時々刻々に投影した結果、ならびにその投影された注視分布の累積結果を提示するシステムを構築した。このシステムを用いることで「商業利用」では、買い物客の興味関心の傾向を捉えるために、特定の曜日や時間など施設管理者が注目したい観点で注視分布の累積結果を表示することが可能となった。これより、店舗毎の人気度合いや、時間や曜日による客層の変化などが獲得できるようになった。

また「安全安心」では、買い物客ごとの時系列注視分布推移を表示することで、買い物客と万引き犯それぞれの注視分布の推移の傾向を捉えやすくなった。具体的な買い物客・万引き犯の検出モデル化を進めるにあたり有益なシステムを構築できたといえる。また、模擬一般客・万引き犯の計測データから P3-2-2 のモデル化をすることで、演者を万引き犯と判断する決め手となる行動やその場所を抽出することが可能となった。それらに統計処理、可視化をすることで、万引きを事前予防するのに有益な情報が収集できるようになった。

「高齢者支援」では、収集したデータから高齢者の認知機能を推定するために、歩行や足踏みの映像や、骨格の動き、足が地面に着くタイミング、認知タスクの回答のタイミングなどの情報を一覧できるシステムを構築した。そして、このシステムを用いて認知機能の推定に繋がる特徴をいくつか特定し、この結果を用いて高齢者施設と認知機能推定に適したタスクに関する議論を行うことができた。

また、高齢者施設に常設し日々計測して貰い各高齢者の機能の時系列推移や、全高齢者の分布を容易可視化できるシステムの実現を目指している。そのために、日本科学未来館での常設展示でこのシステムの耐久性を確認した。また、この結果を踏まえ、高齢者施設みささぎ会と密に連携し、施設や高齢者などのニーズを踏まえ、どのような情報を可視化するかなどの検討を行い、システムの設計を行った。

P4-1-2 即時フィードバック(レベル C)

歩容意図行動を分析した結果は、施設側に提示するだけでなく、歩行者本人にフィードバックすることで有益な情報を提供できることが期待される。これを実証するために、各場面で以下のような即時フィードバックを計画し、実施した。

「商業利用」においては、波部グループと連携して研究に取り組んだ。詳細については波部グループの同項目で記載する。

「安全安心」においては、P3-2-2 のモデルより不審と判断された人物に対して、即時に局地的に警鐘を与えるシステムを設計した。警鐘を与える方法としては、塩入グループと検討したスピーカーアレイによる局所的な警告音を再生する方法を中心に、商業店舗といった実場面を想定した際に他の買い物客の妨げにならないながらも不審者へ適格に警鐘を与えられるシステムを警察大学校・警備会社と密に連携しつつ設計した。

「高齢者支援」については、日々の計測結果を高齢者に即時に提示し、リハビリテーションに対するモチベーションなどへの影響を確認することを検討している。高齢者施設に装置を常設する前に、まず日本科学未来館にて展示を行い、耐久性やタスクの妥当性などを確認した。この結果を基に、高齢者施設に常設するシステムについて、何をフィードバックすればリハビリテーションへの意識向上や、健康増進、症状の改善に繋げることに有益か検討を行った。そして、検討結果を基にシステムを構築した。

また、高齢者の歩容計測を行った際、その歩容から、背筋ののびや、手足の振りの大きさなどといった特徴をグラフ化したものを印刷し提供している。高齢者施設内での計測においては、計測終了後施設内の他の高齢者に印刷した結果を見せたことにより、本来対象となっていない高齢者から測らせて欲しいという要望があった。また、地域の高齢者の計測に置いては、1年後また測って貰って経過が見たいという要望があった。これらのことから、このような結果を見せることで、高齢者のやる気の向上だけでなく、通常データ収集が困難である高齢者のデータを計測するのに役立つと考えている。

同様に、日本科学未来館において高齢者の歩行計測を行った際にも、結果の提示および装置

の利用に関するアンケートを実施した。その結果 90%を超える高齢者の方から、印刷した結果がもらえることが嬉しい、この装置を利用して定期的に計測したいという回答が得られた(図 16)。この様な結果から、提案しているコンビニ健康管理システムが、高齢者施設での常設に留まらず、地域の施設に設置することにおいても需要がある可能性を示している。また、結果を良くするために、練習してきたという被験者の方もおり、スコアが可視化されることにより、日頃のトレーニングやリハビリなどのモチベーションの向上につながる可能性も期待できる。

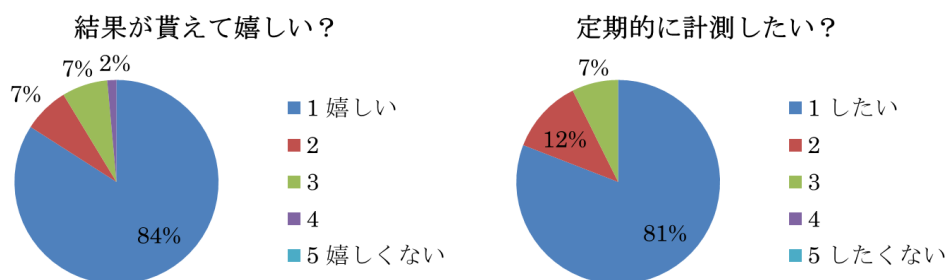


図 16 計測結果の提示と定期的な計測に関するアンケート結果

P4-2 実証実験

「商業施設」・「安心安全」については、一般人を含む実環境でのデータ収集が困難という判断から、P2-2-2 で述べた生協店舗内映像を用いて擬似的に実証実験を行った。

「高齢者支援」については、P4-1 でも述べたシステムを高齢者施設に持ち込み、計測結果を高齢者および施設スタッフにフィードバックし、計測精度ややる気の向上など、その効果についてヒアリングを行った。

P5 デュアルタスクによる認知機能の推定

P5-1 高齢者施設常設用コンビニ健康管理システムの開発

健康管理システムを開発する上で、高齢者のデュアルタスクの観測データから認知機能を推定する機能が必要となる。ここでは、これまでに収集した 2 種類のデュアルタスクデータについて、それぞれ、デュアルタスク観測から得られた特徴と MMSE スコアの対応について、機械学習のアプローチを用いて分析を行い、認知機能推定性能を調査した。

まず、P2-2-2で述べたみささぎ会での収集データについて述べる。ここでは、歩行や足踏み(運動タスク)を単体で行うシングルタスク、認知機能を利用するタスク(認知タスク)、また運動タスクと認知タスクを同時に行うデュアルタスクを実施し、歩容と認知タスクの結果に関するデータを収集した。認知タスクは、“100から1ずつ引く”というタスクや、“「か」から始まる言葉を思いつく限り挙げる”というタスクを行った。さらに、これらの収集したデータと比較するために、被験者の年齢や既存の認知症診断テスト(MMSE:Mini-Mental State Examination)のスコアなどの属性データも収集した。

図 17 は、ある高齢者が足踏み(運動タスク)をしながら『か』からはじまる言葉を挙げるというタスク(認知タスク)を行った際の関節座標値の推移を示している。手首や足首の座標値の変位量に注目すると腕振りや足上げの運動の大きさや速さを捉えることができ、また、頭や肩の座標値の変位量から上半身のぶれの大きさを測ることができる。時間やタスクの内容によって運動が変化する様子を観察できることから、関節座標値の時系列データを解析することによって、運動タスクの遂行に対する認知タスクの影響、ひいては認知機能の推定に有効な特徴を抽出できる。

運動タスクを計測することで得られる関節座標値の時系列データは非定常性や非線形性を示すことから、時間周波数解析が有効である。特に、ヒルベルト・ホワン変換と呼ばれる解析手法を用いた。従来の時間周波数解析手法である短時間フーリエ変換やウェーブレット変換は周波数分解

能と時間分解能がトレードオフの関係にあるが、ヒルベルト・ホワン変換にはそういったことがない。また、ウェーブレット変換などとは異なり、基底関数を用いずに信号を分解するデータ駆動型の手法であることから、運動の個人差に対応できると考えられる。関節座標値の時系列データそれぞれについてヒルベルト・ホワン変換を適用し、得られるスペクトルを任意の解像度に量子化したものを直線的に連結して、運動に関する特徴ベクトルとした。認知症の判定には、シングルタスクとデュアルタスクにおけるこれら特徴ベクトルの差分ベクトルを用いた。図 18 にスペクトルの例を示す。

認知症テスト MMSE のスコアによって被験者を 2 つのグループに分け、スコアの低いグループを認知症の疑いあり(正例)とし、運動に関する特徴による識別を行った。ここでは、計測エラーや不規則な行動を含まない被験者 103 名を対象として、26 点未満(正例、22 人)と 26 点以上(負例、81 人)のグループに分けた。識別アルゴリズムには linear SVM (support vector machine) を使い、交差検証により性能評価を行った。図 C に ROC (受信者動作特性) 曲線を示す。デュアルタスクを用いた場合の Equal Error Rate が 0.25 となっており、これは他のシングルタスクでの識別性能に比べて良好な結果であり、デュアルタスク利用の有効性が確認された。また、この性能は、医療分野で用いられる「感度+特異度」で表現すると 1.52 となる。一般にパーキンソン病のスクリーニングに用いられる診断手法が 1.56 というスコアであることから、このデュアルタスクによる診断は早期認知障害のスクリーニング技術として実用的な性能を有するといえる。

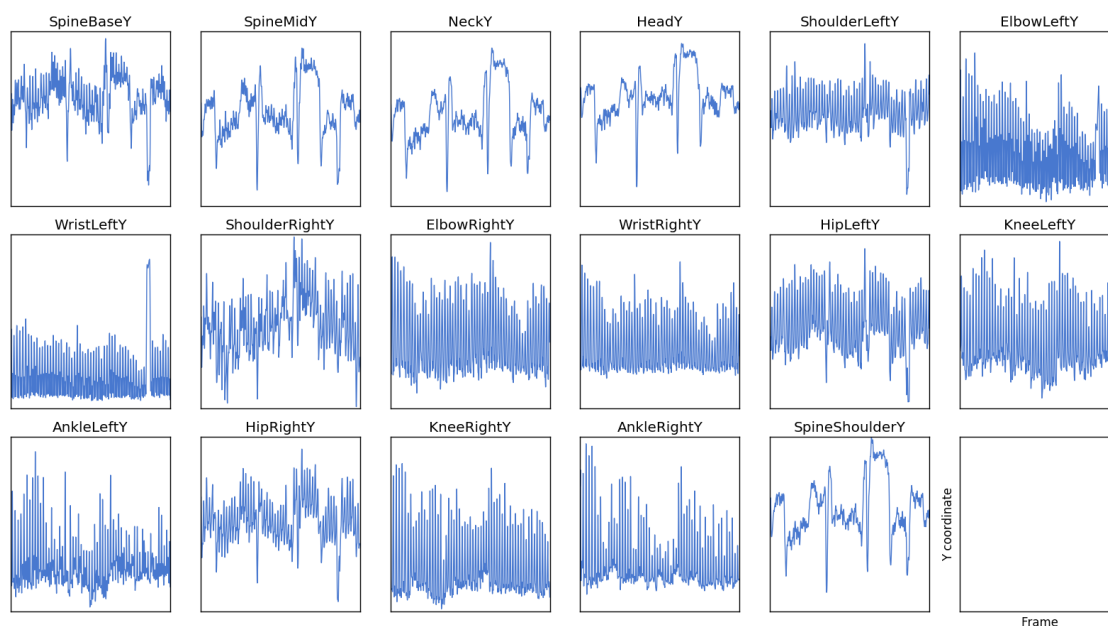


図 17 デュアルタスク(足踏みしながら言葉を挙げる)を実施中の高齢者を計測して得られた各関節の座標値(時間的な変化)。

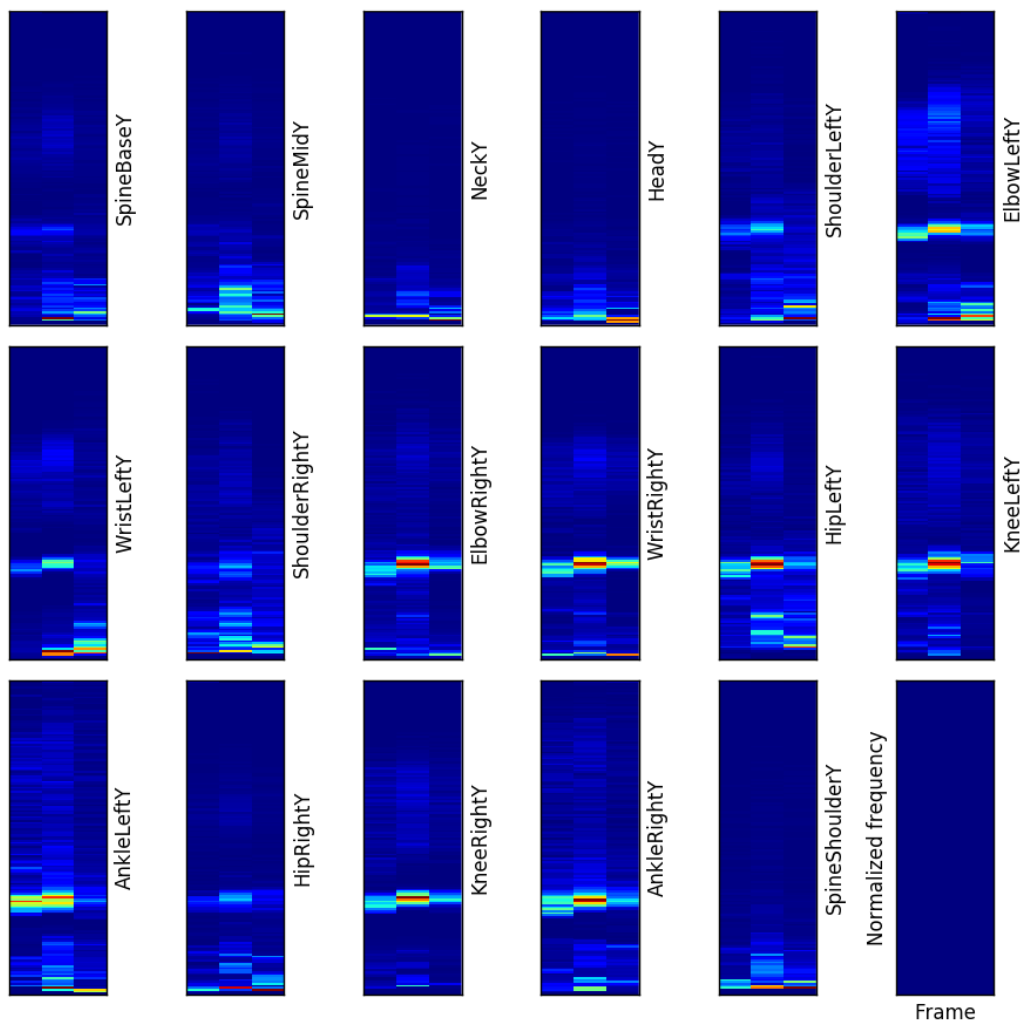


図 18 図 16 に示した関節座標値の時系列データをそれぞれヒルベルト・ホワン変換して得られたスペクトル。ここでは、時間方向 3 段階、周波数方向 160 段階で量子化した。

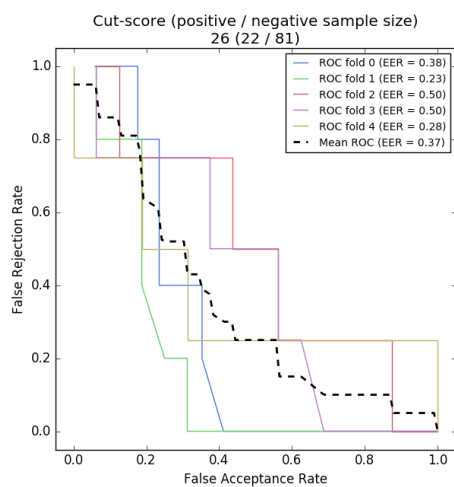


図 19 運動に関する特徴による認知症判定の性能評価(ROC 曲線)。

一方、P2-2-2 で述べた日本科学未来館での常設展示の期間中に、関東エリアで活動をされている健康歩行サークルであるウォーキング研究所の協力を得て、のべ 200 名を超える高齢者の方にデュアルタスクデモを体験してもらい、そのデータを収集した。この被験者に対しても、認知症診断テスト(MMSE: Mini-Mental State Examination)を実施しており、上述のみささぎ会のものとはタスクが異なるものの、同様に MMSE スコア付きのデュアルタスク観測データとなっている。

このデータから、2 つの難易度における、シングルタスクとデュアルタスク時の運動タスクと認知タスクの特徴量を求めた。運動タスクでは、身体各関節や頭の位置などの 21 カ所の点の 3 軸方向の運動の振幅と周期を、認知タスクでは、回答にかかった時間の平均と分散を特徴量とした。そして、g これらの特徴量から、MCI(MMSE スコアが 27 点以下)の被験者とそうでない被験者を分類できるかどうかを調べた。分類器として、ランダムフォレストを利用した。また、MMSE の点数が 27 点以下と 28 点以上の被験者数を揃えるために、多い方の被験者からランダムに少ない方と同数になるように選び、これを 10 パターン用意して、その結果の平均を求めた。

その結果、を図 x に示す。図中右図は MMSE の点数が 28 点以上の被験者が 28 点以上と正しく判別できたか否かの割合、中央の図は 27 点以下の被験者が 27 点以下と判別されたか否かの割合、左図は全被験者において正しく判別されたか否かの割合を示している。現段階での MCI 推定率はチャンスレベル(50%)を超えているもの推定率が高いとは言えない。しかし MMSE の点数が 27 点以下と 28 点以上共にチャンスレベルを超えるていることから、今後のパラメータチューニングや、時系列情報の特徴を追加することなどによる推定率の向上や、他の手法と組み合わせて利用できる可能性が期待される。また、来年度以降も計測を続ける高齢者施設に設置しているコンビニ健康管理システムのプロトタイプでは、同様の装置や運動タスクを利用しているため、この手法を利用して同様の結果が得られることが期待できる。

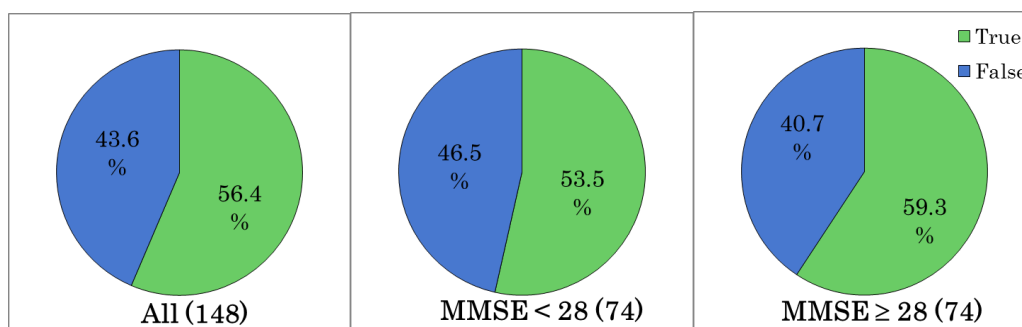
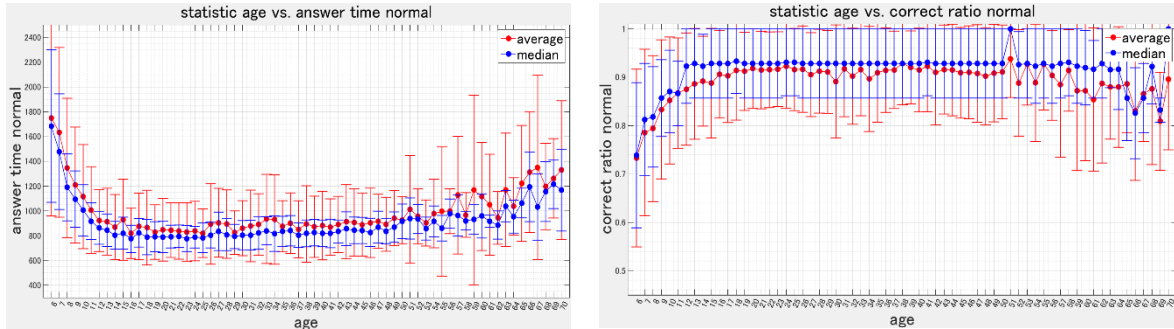


図 20 ランダムフォレストによる識別精度(カッコ内は被験者数)

P5-2 デュアルタスク観測による子供の知能発達推定

デュアルタスクは元来、認知症高齢者のリハビリテーションや診断に用いられていたが、日本科学未来館での展示を通じて、健常な児童においても、年齢に応じた挙動の違いが見られたことから、これを定量的に評価した。デュアルタスク観測データについて、足踏み運動および認知タスクに関する様々な特徴量の年齢による違いを調査した結果の一部(平均回答時間と正答率)を図 21 に示す。これらのグラフから、20 歳未満すなわち未成年の年齢層において、年齢の上昇に伴い、平均回答時間が短くなり、正答率が上昇する様子が確認できる。一方、高齢者においては年齢の増加にともなって平均回答時間が長くなるとともに、正答率が低下することが確認できるが、未成年層における傾向は、高齢者層における傾向よりもはっきりと表れていることがここから確認できる。これらの結果は、子供の知能発達度をデュアルタスクの実施状況を捉えることによって推定可能であることを示唆していると考えられる。



(a) 平均回答時間 (b) 正答率

図 21 デュアルタスクにおける各特徴量の年齢傾向

P6 インテリジェント犯罪捜査支援技術構築

P6-1 強度計量学習による荷物変化に頑健な歩容認証

荷物や服装による変化に頑健な従来の歩容認証では、荷物や服装による影響を受ける位置に対する重み付けを計量学習する手法が主流であったが、様々な荷物や服装変化を扱う場合には、その影響が現われる位置は実に様々であることから、従来の位置による計量学習のみでは対応が困難である。そこで、本項目では、見えに基づく歩容特徴を対象として、例えば、動きを表す強度の違いは強調して、動きのない背景と前景の差は抑制するといったような、位置ではなく、特徴の強度に着目した計量学習手法を開発し、荷物変化及び服装変化に頑健な歩容認証へ適用した。

まず、従来の強度変換に基づくアプローチである歩容エントロピー画像(Gait entropy image: GEnI)[Bashir et al. 2009]を一般化した歩容エネルギー応答関数(Gait energy response function: GERF)を導入して、学習データを用いて識別に最適な GERF を解析的に求める手法を提案した(図 6-1(左))。実験では、服装変化に頑健な歩容認証に適用し、従来手法の等価誤り率 10.26% に対して、提案手法では等価誤り率を 6.19% に低減した。

加えて、上記の考え方を更に拡張して、入力特徴と登録特徴の強度共起に対する計量学習手法も開発した。具体的には、本人同士・他人同士に対する強度共起の確率密度分布を学習データを用いて構築し、それらの尤度比を求めておく(図 6-1(右))。これにより、本人同士でも荷物の影響を受けやすい強度共起による影響を抑制し、他人同士で現れやすい動きの差による強度共起を強調するような相違度尺度とすることが可能である。実験では、日本科学未来館のメディアラボ第 15 期展示にて収集した多様な荷物変化を伴うデータベースに対して性能評価を行い、従来手法の等価誤り率 27.1% に対して、提案手法では等価誤り率を 18.8% に低減した。

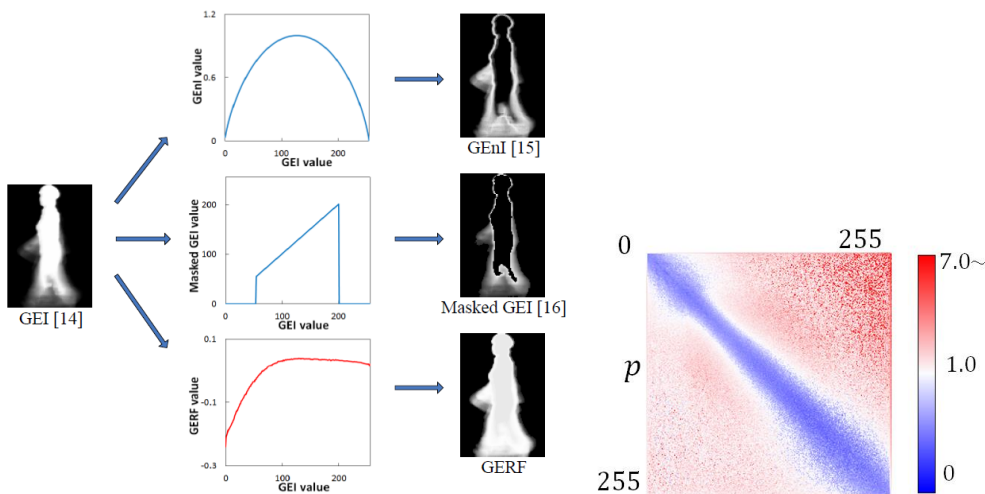


図 6-1. 歩容エネルギー応答関数の概要(左)と強度共起に対する本人・他人の尤度比(右)

P6-2 超大規模歩容データベースを用いた深層学習による頑健な歩容認証

深層学習は、一般物体認識を始めとして、コンピュータビジョン・パターン認識分野の各種認識問題において大幅な性能向上を達成している有望な認識手法である。本項目では、歩容認証の分野で標準的に用いられている平均シルエット(Gait Energy Image: GEI) [Han and Bhanue 2006]を入力とする畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network: CNN)をGEINetとして学習する。具体的には、一つのGEIを入力して、各学習被験者らしさを表すノードを出力とするような1in-GEINet、及び、照合ペアの二つのGEIを入力して、それらが同一人物か別人物かを出力する2in-GEINetを提案した。予備実験では、従来の歩行映像データベースThe OU-ISIR Gait Database, Large population dataset [Iwama et al. 2012]を用いて、登録観測角が被験者毎に異なる非協力的なシナリオの下での歩容認証の性能評価を行い、個人識別において、従来手法の1位認証率が71.5%に対して、提案手法1in-GEINetの1位認証率が89.7%、本人認証において、従来手法の等価誤り率が4.0%に対して、提案手法2in-GEINetの等価誤り率が1.0%となり、精度改善が確認された。

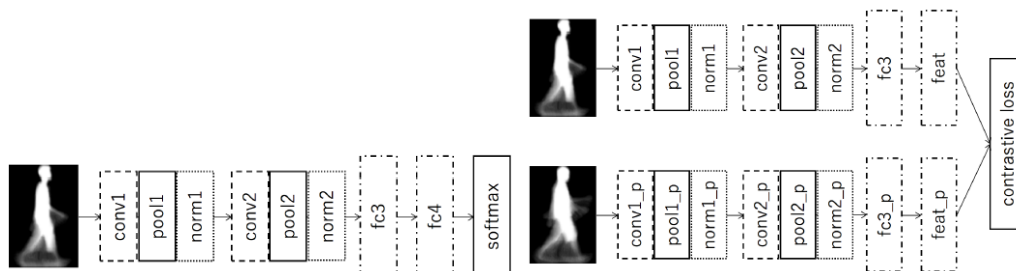


図 6-2. 1in-GEINet(左)と2in-GEINet(右)の構成

3.2 頭部と注意(東北大学 塩入グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

P1-1-1 視線頭部対応

頭部方向から視線を予測するための基礎的なデータ取得を目的とし、頭部と眼球の協調運動を検討した。従来の研究では、一回の視線移動のみに着目し、頭部と眼球の協調運動の分析が行われていた。しかし、日常環境においては、視線を連続的に動かすのが普通であり、そこには頭部運動と眼球運動が含まれる。そこで、我々は日常環境において直面する課題を設定し、頭部と眼球の協調運動を検討した。

はじめに、視覚探索課題を行う際の頭部と眼球の運動を検討した。観察者を 360° 囲むようにディスプレイを 6 枚配置し、3 台のセンサを用いて観察者の頭部・胸部・眼球を同時に計測する実験環境を構築した(図 22)。頭部と胸部の姿勢は磁気センサを用いて計測し、眼球運動はモバイル型アイマークレコーダを用いて計測した。その環境内で、心理学実験で用いられる視覚探索課題(Lの中からTを探す課題;L/T探索課題)を行い、その時の実験参加者の頭部・胸部・眼球運動を計測した。その実験で得られたデータから、頭部が胸部に対して左(右)に向く場合、視線は頭部方向からさらに左(右)方向に偏ることを発見した(図 23)。

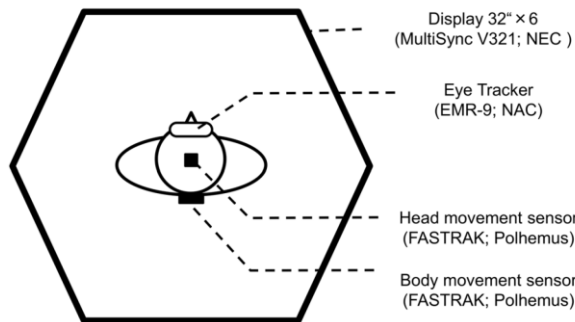


図 22 構築した実験環境。実験参加者を360°囲むようにディスプレイを6枚配置する。実験参加者の頭部・胸部・眼球運動は磁気センサとモバイル型アイマークレコーダにより計測する。図は原著論文[25]より引用。

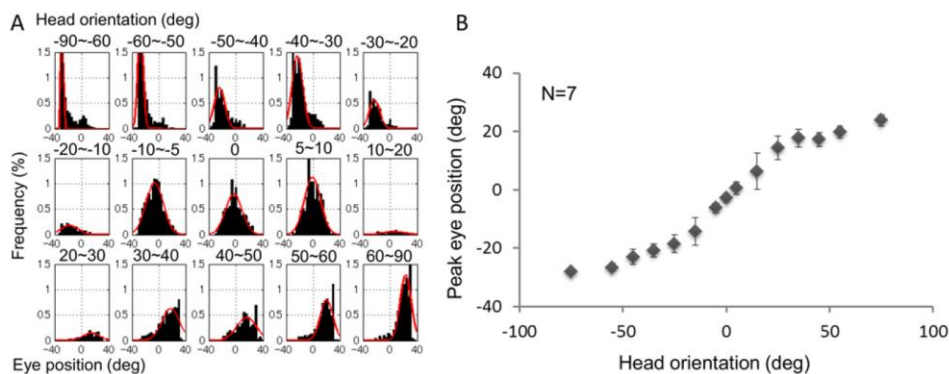


図 23 (A)頭部に対する眼球位置の偏り。頭部方向毎に、頭部に対する眼球位置の頻度をプロットしている。正(負)の値は頭部より右(左)を向いていることを示す。(B)頭部方向毎に求めた眼球位置分布のピーク位置。頭部方向と同じ方向に眼球位置も偏る。図は原著論文[25]より引用。

次に、より日常的な視覚情報として自然画像を用いて実験を実施した。具体的には、広視野のスクリーンに自然画像を呈示し、画像観察中の頭部運動と眼球運動を同時に計測した。その結果、6面ディスプレイを用いた視覚探索課題と同様に、頭部が左(右)に向くと、視線は頭部方向からさ

らに左(右)方向に偏る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、そのような偏りは特に見られなかった。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るという傾向が見られた。

これらの結果はいずれも、頭部と眼球の協調運動を示すものである。従って、頭部と眼球の協調運動を定式化することができれば、頭部方向から視線を予測する上で有益な情報をもたらすと考えられる。

頭部と眼球の協調的運動の基礎過程を理解するために、頭部方向が視覚処理に与える影響について検討した。視覚課題を用いて、刺激正面に視線を向けた状態で、頭部方向を正面、右、左(正面から 30°ずれた向き)に向けた条件を設定し、その際の課題遂行成績を比較した。実験刺激は図 24(A)に示す通り、難易度の低い条件(妨害刺激 O の中から T を探す条件)から高い条件(妨害刺激 L の中から T を探す 16 刺激条件)まで 6 条件を設定した。探索に要した時間、反応時間を分析した結果、LT 刺激の 16 刺激条件においてのみ、正面条件で有意に反応時間が短いことが示された(図 24(B))。

このことから、視覚的注意が必要で、かつより複雑な課題の場合に、頭部方向が横向きの場合、すなわち横目状態で対象を見ると、視覚課題への阻害効果あると考えられる。この原因として、(1)頭部方向に依存して注意状態が変化する、(2)横目観察を維持することが負荷となる、(3)横目観察では眼球運動の効率が低下するなどが考えられる。それぞれについて検討した結果、横目観察において視覚的注意が阻害される可能性が支持された。つまり、頭部正面で対象を捉えることが、視覚認識に対して有益であると考えられる。

P1-1-2 視覚的注意モデル

頭部と眼球は協調運動することから、頭部方向の情報は視線予測に有効であると考えられる。そこで、前述の実験データに対して、頭部と眼球の協調運動を定式化した。具体的には、頭部方向を説明変数、眼球分布のピーク位置を従属変数とする回帰分析を行った。これにより、頭部方向から視線位置分布を算出することが可能となる。求めた視線位置分布は、既存の視覚的注意モデルから求めた誘目性地図の重み付けに用いた。誘目性地図は、方位や色といった視覚特徴から注意を引きやすい領域を算出するモデルである。視線位置分布を重み係数として誘目性地図に掛け合わせることで、画像中の注意を引きやすい領域を、頭部方向情報に基づいて絞り込むことが可能となる(図 25 左)。

P1-1-3 視線移動推定

提案した注意モデルの有効性を示すために、提案手法と既存の誘目性地図の視線予測精度を

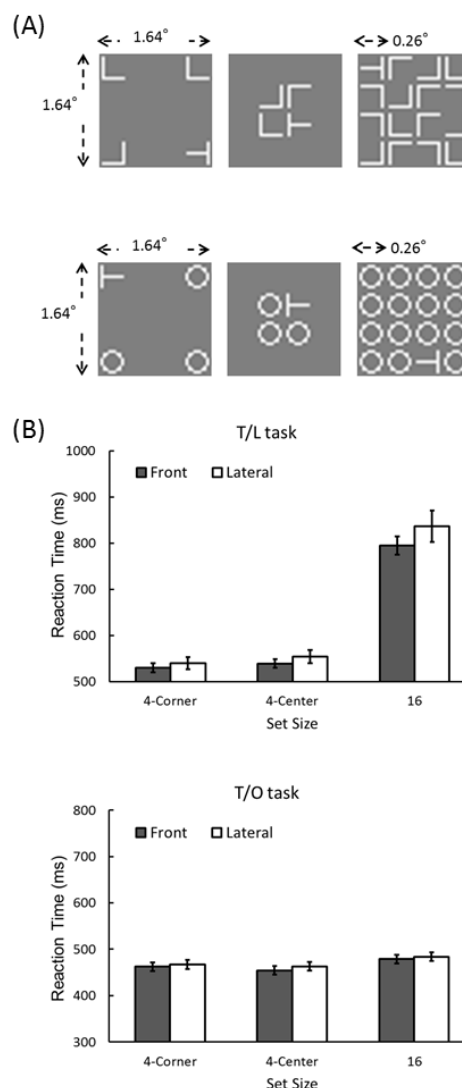


図 24 頭部方向が視覚処理に与える影響。詳細は本文を参照。図は原著論文[21]より引用。

比較した。視線位置のデータは前述の自然画像を観察する実験で取得したものをを用いた。提案手法の視線予測精度は、誘目性地図のみのモデルよりも高かった(図 25 右)。これは、頭部方向の情報を考慮することで、視線予測の精度を向上させることができることを意味する。

従来の研究から、画面中央に視線が偏りやすいことが報告されている。頭部方向に基づく視線位置分布の代わりに、画面中央に対する視線の偏りを誘目性地図の重み付けに用いることで、頭部位置に依存する眼球位置の偏りが重要であるか、画面中央への偏りが重要であるかを検討することができる。視線予測精度を評価した結果、頭部位置に基づく視線位置分布を重み付けに用いた方が予測精度は高かった。従って、視線予測には頭部方向の情報が効果的であるといえる。

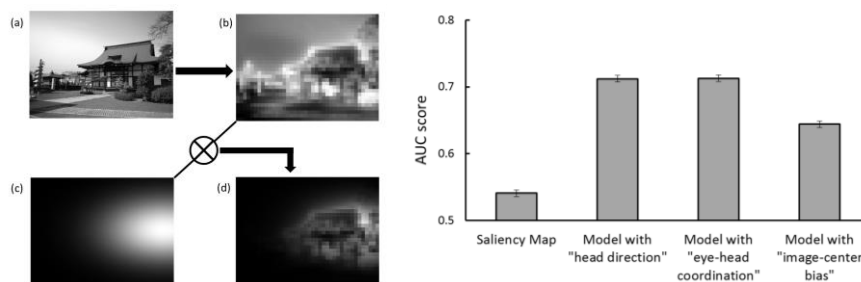


図 25 (左)頭部方向を考慮した視線分布地図。(右)視線予測精度。提案した手法(グラフ中、右から 2 番目)は高い視線予測精度を示した。図は原著論文[31]より引用。

P2-2-1 歩行時の注意—視線—頭部運動—歩容

歩行時には、自己運動により視野全体に運動信号が生成される。自己運動が含まれる動画に対して誘目性地図を算出すると、視野全体の誘目度が高くなるという問題がある。この問題を解決するために、自己運動により生成される大域的な運動信号を抑制するモデルを構築した。提案したモデルと大域的な運動信号を補正しないモデルの視線予測精度を評価し、大域的な運動信号の抑制により予測精度が改善することを示した。従って、自己運動が含まれる動画から誘目性地図を算出する場合には、運動信号を適切に制御することが重要である。頭部方向を考慮した視線予測については、P3-2-1 に記述する。

P3-2-1 視線—頭部姿勢—歩容からの個人モデル

自然環境には運動する物体が多数含まれている。そのため、視覚探索課題や自然画像観察実験で見られた頭部と眼球の協調運動が、動画観察時においても存在することを検討することは重要である。スーパーハイビジョンディスプレイに自然動画を投影し、それを観察する時の頭部運動と眼球運動を計測した(図 26)。その結果、頭部が左(右)方向を向いた場合に視線は頭部に対して左(右)側に偏る傾向が見られた。また、上下方向についても同様の傾向が見られた。すなわち、頭部が上(下)方向を向く場合、視線も頭部に対して上(下)側に偏っていた。これは、頭部と同じ方向に視線が偏ることを意味する。

次に、上述の実験データから頭部方向に基づく視線方向の分布を算出した。P1-1-2 で構築したモデルと同様に、頭部方向から推定した視線分布を誘目性地図の重み付けに用いた。頭部方向を考慮したモデルの視線予測精度は、誘目性地図を単独で用いる場合よりも高かった。これは、動画観察時の視線推定においても、頭部-眼球の協調運動を用いることで予測精度が向上することを意味する。

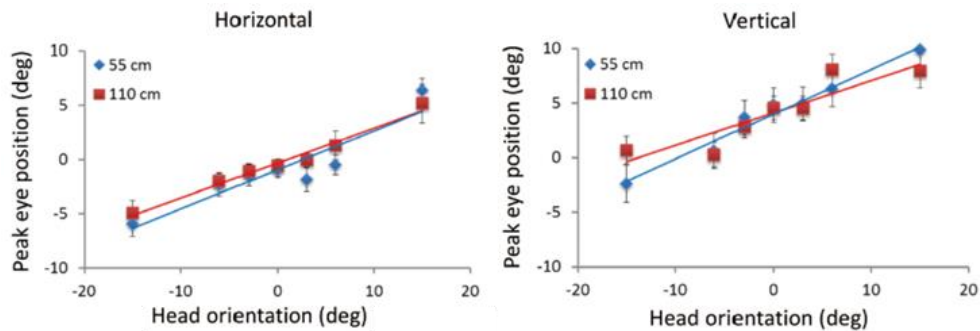


図 26 動画観察時の頭部と眼球の協調運動。(左)水平方向。(右)垂直方向。頭部方向と同じ方向に視線位置が偏る傾向がある。図は原著論文[26]より引用。

P4-1-2 意図に基づく情報呈示

歩容から推定した意図に基づいたフィードバックを行うための手法を検討した。特に、対象者のみに気付かせるための即時フィードバック手法の開発を目的とした。対象者のみに気付かせる手法の一つとして、行動とフィードバックの因果関係に着目し、因果関係を知覚するための情報提示条件を実験室環境で調査した。実験参加者を360°囲むようにディスプレイを6枚配置し(図 11)、視覚探索課題を課した(L/T 探索課題)。実験参加者の頭部運動が少ない場合(1秒間に45°以下)に800Hzの純音を呈示した。音呈示後の頭部運動が少ない場合には、ペナルティとして試行を強制的に終了した(図 27)。音の呈示条件やペナルティの発生条件に関する教示を参加者に行わず、特定の行動に対して繰り返し呈示されるフィードバックのみで、行動とフィードバックの関係を学習できるかどうかを検討した。フィードバックが呈示された経験が増えるに従って、実験参加者はペナルティを回避できるようになった(図 28)。ペナルティ回避率が向上した要因を分析したところ、音呈示後の頭部運動の平均速度が上昇していた。この結果は、実験参加者が自身の行動とフィードバックの関係を学習し、頭部運動速度を上昇させたことを示唆する。実験後、意識的に行動を変化させたかどうかの聴取を実験参加者に対して実施した。その結果、いずれの参加者も意識的に行動を変化させていなかった。このことから、学習は無意識的に行われたと考えられる。

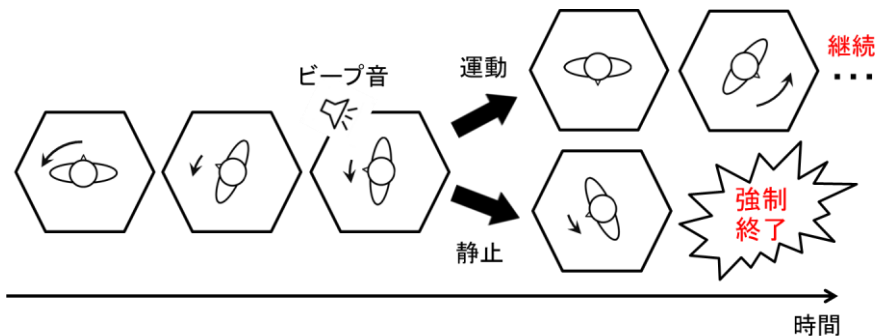


図 27 実験手順の模式図。実験参加者の頭部運動が小さい場合にビーブ音を呈示する。音呈示後も頭部運動が小さい状態が続く場合、ペナルティとして試行を強制終了する。頭部運動が大きくなった場合、試行をそのまま継続する。

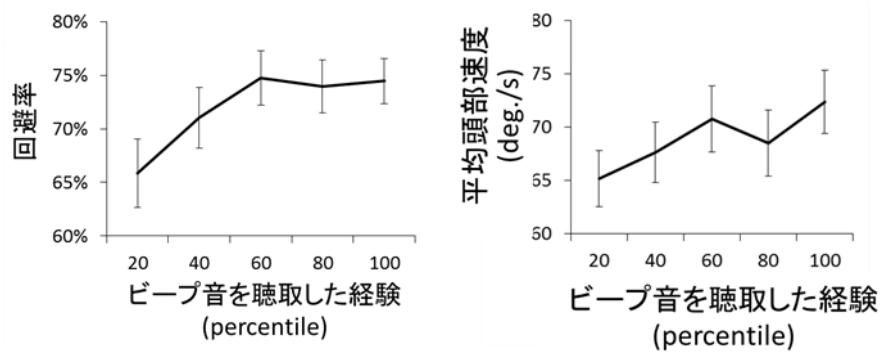


図 28 ビープ音の聴取が実験参加者の行動に与える影響。(左)ペナルティの回避率の変化。実験参加者は、ビープ音を聴取する経験が増えるに従って、ペナルティを回避できるようになった。(右)ビープ音呈示後1秒間の頭部運動速度の平均。ビープ音を聴取する経験が増えるに従って、ビープ音呈示後の頭部運動速度が上昇した。

3.3 集団歩容意図(近畿大学 波部グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

本グループは以下の項目について研究を実施した。

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

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集団としての意図を推

定手法の流れは図 29 のようになる。移動軌跡・注視方向・動作など個人の歩容から社会的なつながりを持つ集団を検出し、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。

このうち、特に集団歩容意図に関連する群行動特徴として、人物の注視方向とインタラクション動作に着目した。前者は、お互いに向き合って会話をする、共通の目標物を注視する、など集団を特徴付ける動作の抽出に利用できる。後者のインタラクション動作も同様である。

前者については、防犯カメラ映像を用いた注視方向推定も行われているが、集団の様子を観測する際には人数が多くなるため人同士の重なりが発生し、映像ベースの注視方向推定は困難になる。そこで、人間の胸部高さに設置したレーザーレンジセンサを利用して人物の検出とその胸部方向推定を行うシステムを開発した[国際発表(招待) [23]]。

図 30 は開発したシステムで計測した結果の例を示している。図はT字路を上から俯瞰している。

図 30 (a) はレーザーレンジセンサでの計測結果を統合したもの(点群が物体の表面を示す)であり、それに対して人物モデルを当てはめた結果を図 30 (b) に示している。

次に、インタラクション動作は図 31 に示すような指差し動作や顔向き変化を指す。

友人・知人が一緒に会話をしながら歩いているときには、互いに顔を見合わせたり、何を話題に上がっているものを指差しすることがよく見られる。このような動きを抽出することができれば、インタラクションを行っている人物同士は同じ集団に属していると判断する材料とすることができ、さらには、集団に属する人物のうち、集団行動をリードしている人物を推定する手がかりとすることもできる[原著論文[55], 国内発表(ポスター)[13],[14],[19]]。

本項目においては、上記のような群行動特徴を抽出する手法を開発し、その有効性を検証した。

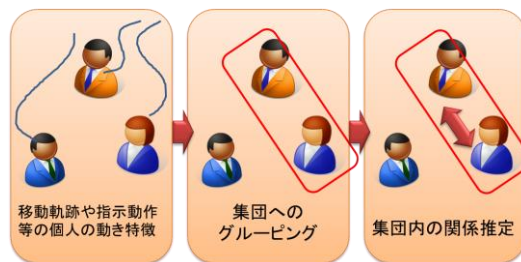
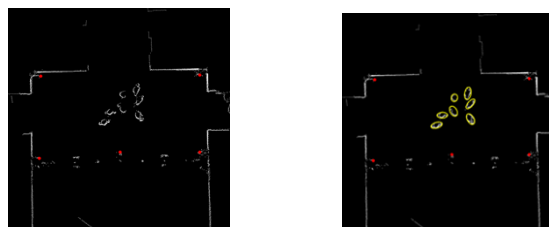


図 29 集団歩容意図解析の流れ



(a) 計測結果 (b) 人物検出結果
図 30 レーザーレンジセンサを用いた人物検出



図 31 指差しによるインタラクション

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

集団歩容解析は、集団に属する人が何らかの目的を共有しながら行動する場所を対象とすべきである。我々の日常生活の中では、駅・空港・公共施設や、テーマパーク・商業施設などが考えられる。その中でも、商業施設や公共施設を訪れた集団が目的地に向かう、または、何かに興味をもってそれを手にとる、などの動きをする場面を取りあげ、具体的なシナリオを作成することにした。具体的な内容は以下のとおりである。

(A) 大勢の人々が歩いている中を集団が歩いている。

(B) 集団の中の一部の人がイニシアティブをとって次の行動を提案・相談・指示する。

これらのシナリオに沿った動きを様々な環境(場)で獲得することとした。なお、環境における制約条件のため、シナリオの実現方法は環境によって異なる。それはP2-3において詳述する。

P2-3 集団における歩容意図行動コーパス

P2-1 における検討の結果を踏まえ、以下の環境(場)において「集団における歩容意図行動コーパス」作成のためのデータを取得した。

(1) 日本科学未来館におけるアウトリーチイベント(2011年8月)

2011年8月に日本科学未来館において実施したアウトリーチイベントにおいて来場者が複数の研究デモを見て回る様子をビデオで撮影した(図 32)。

このイベントでは、すべての参加者に対して属性(年齢・性別など)をアンケート調査しているため、それらを真値として様々な推定に利用することができる。

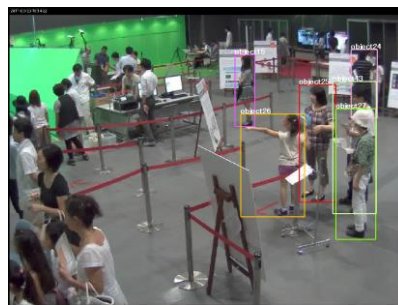
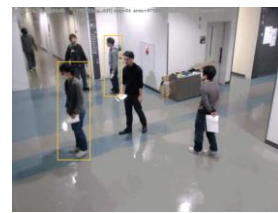


図 32 日本科学未来館のアウトリーチイベント

(2) 大阪南港ATCにおける来訪者データ(神田CRESTより提供)(2012年)

神田CRESTが大阪南港の商業施設ATCに設置している計測装置によって記録された来訪者データ(図 33)の貸与を受けることができたので、そのデータもコーパス化して集団歩容解析に利用できるようにした。



(a) 大阪南港ATC (b) 青山学院大学
図 33 集団歩容意図コーパス化対象データ

ATCは平日と休日では来訪者の目的・属性が大きく異なるため、様々なバリエーションを対象とした行動解析に利用できる。

(3) 青山学院大学学内での被験者実験(2014年)

青山学院大学で、研究室所属学生などを被験者として、様々な集団行動を模擬してその様子をセンサで撮影した(図 33)。

ここでは、P1-3で述べたレーザーレンジセンサによる人物検出・胸部方向推定システムを設置することで人物の注意方向を同時に測定した。

(4) 大阪大学学内での被験者実験 (2014年)

屋外での集団歩行の様子をコーパス化するために、2014年9月に大阪大学吹田キャンパスにおいて被験者実験を実施した(図34)。この実験では100名以上の被験者に対して行動を指示してその様子をビデオカメラで撮影した。



(a) 集団での探索 (b) 会話しながらの歩行
図34 大阪大学での被験者実験の様子

このように多くの意図を含んだ歩容データは我々が知る限り世界でも例がなく、集団歩容意図行動モデルの検証において貴重なコーパスとなっている。

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

P2 にあげたような集団歩容意図コーパスの獲得やその予備実験を踏まえて、集団歩容意図モデルを表現する語句の抽出や検討を行った。

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場合が多い(例: 図35では母親が行き先を決めて父親や子が従っている)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事が示唆される。



図35 展示物を見る親子連れ

このような検討を踏まえ、P1-2 で挙げたような集団歩容意図行動解析の枠組みを決定した。

P3-3 集団における歩容意図行動モデル

P1-2 であげた集団歩容意図解析の流れは、(1) 個人の歩容などの動き解析、(2) 人物の注意方向を考慮した集団の検出、(3) 集団の中の役割推定から構成されている。(1)についてはP1-3で述べた人物検出と胸部方向推定システムを開発しおよびインタラクション動作検出手法を提案した。本項では(2)と(3)について述べる。

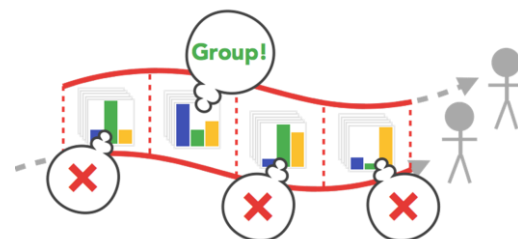


図36 局在する特徴に着目する集団検出

(2)については、すでに人物の注意方向を考慮した集団検出手法が提案されているが、そこでは、対象になる人物が現れてから居なくなるまでの全区間で、集団を特徴づける特徴が存在するかどうかを判定していた。それに対して我々は、図36のように、観測区間の中で一部でも集団を特徴づける動きがあれば、それに着目して集団と判定する手法を提案した[国際発表(招待)[29], 国内発表(口頭)[42]]。

歩容意図行動コーパスに現れる典型的な集団行動では、集団のメンバーがそれぞれ違うものを眺めていてその後に合流して立ち去る、などの動きがみられる。この場合は、先行研究のように全区間を等しい重要性として扱うと「集団らしい」行動を抽出できなくなる。この点に対して我々は MIL (Multiple Instance Learning) を適用して解決することにした。MIL はいくつかのデータ (Instance) のうち少なくとも一つが Positive (この場合は集団にあたるペア) ならばデータ全体を Positive とみなすものである。図のように時系列を一定区間に分割してそれぞれを Instance とみなすことで、Instance のうち少なくとも一つに集団らしい動きが見られれば全体を集団らしいとみなすことにした。

P2-3 の (3) に示した青山学院大学で収集したコーパスを用いて性能評価を行ったところ、真陽性率が 96.7%、偽陽性率が 4.4%となり、先行研究より良い精度となることが確認された。

次の集団の役割推定については、役割の中でも集団の行動決定のイニシアティブをとる「リーダー」に注目して、人物の指示動作とそれによる他のメンバーの動きからリーダーを推定する手法を検討した[国内発表(ポスター)[13]]。

本手法では、図 37 のようにある人物(図では母親)が指差しなどの指示動作を行った時刻のあとで、集団内の他のメンバー(図では子ども)がその動作に従って動いたかどうかによって「リーダーらしさ」を定量化する。P2-3 の(1)の日本科学未来館アウトリーチイベントのコーパスを用いて基本的な有効性の確認を行った。

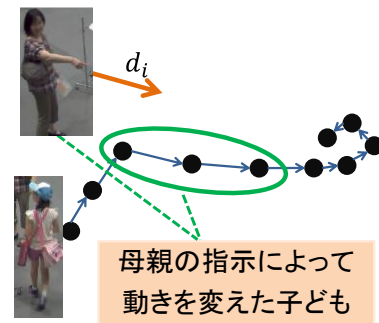


図 37 指差しによるリーダーらしさの推定

P4 心を写す情報環境の構築

P4-1-2 即時フィードバック

P4-2 実証実験

大学内案内システムをテストベッドとし、学内の実環境で人物の

検出・注意方向の推定・集団の検出を行うシステムの開発を行った。P1-3 に述べた、レーザーレンジセンサを用いて人物位置の計測と、注意方向の推定を行うシステムを基本とし、そこから、歩容意図行動モデルを用いた集団検出や意図推定を行う流れを想定している。

平成 27 年度にはそのプロトタイプとして、オープンキャンパス来場者の顔画像を検出・解析して、そのときの来場者の様子にあった動物を表示するシステムを開発した(図 38)。この即時フィードバックによって、来場者の興味や関心を集めることに成功したが、現段階では歩容意図行動モデルの統合には至っていない。それらは今後の課題となる。



図 38 即時フィードバックシステムのプロトタイプ

§ 4. 成果発表等

(1) 原著論文発表 (国内(和文)誌 7 件、国際(欧文)誌 65 件)

- [1] 波部齊, 牧山彰太, 木戸出正繼, “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, pp. 557-564, Sec. D, 2011.4 (DOI: [10.1541/ieejias.131.557](https://doi.org/10.1541/ieejias.131.557)).
- [2] H. Habe and Y. Nakamura, “Appearance-based Parameter Optimization for Accurate Stereo Camera Calibration,” *Machine Vision and Applications*, Vol. 23, Issue 2, pp. 313-325, 2012.3 (DOI: [10.1007/s00138-011-0333-0](https://doi.org/10.1007/s00138-011-0333-0)).
- [3] T. Tsuchiai, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, “Implicit learning of viewpoint-independent spatial layouts,” *Frontiers in Psychology*, Vol. 3, No. 207, pp. 1-10, 2012.6 (DOI: [10.3389/fpsyg.2012.00207](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00207)).
- [4] Y. Kashiwase, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, “Time courses of attentional modulation in neural amplification and synchronization measured with steady-state visual evoked potentials,” *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 24, Issue 8, pp. 1779-1793, 2012.8 (DOI: [10.1162/jocn_a.00212](https://doi.org/10.1162/jocn_a.00212)).
- [5] 中島秀真, 満上育久, 波部齊, 山添大丈, 榎原靖, 八木康史, “カメラとレンジセンサの疑似時刻合わせによる前景領域抽出,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌(【実世界イメージング】特集), Vol.17, No.3, 2012.9.
- [6] 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, 2012.10 (DOI: [10.1109/TIFS.2012.2204253](https://doi.org/10.1109/TIFS.2012.2204253)).
- [7] D. Muramatsu, Y. Makihara, and Y. Yagi, “Gait Recognition by Fusing Direct Cross-view Matching Scores for Criminal Investigation,” *IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications*, Vol. 5, pp. 35-39, 2013.7.
- [8] H. Nakajima, I. Mitsugami and Y. Yagi, “Depth-Based Gait Feature representation,” *IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications (CVA)*, Vol.5, pp. 94-98, 2013.7 (DOI: [10.2197/ipsitcva.5.94](https://doi.org/10.2197/ipsitcva.5.94)).
- [9] Y. Makihara, M. R. Aqmar, T. T. Ngo, H. Nagahara, R. Sagawa, Y. Mukaigawa, and Y. Yagi, “Phase Estimation of a Single Quasi-periodic Signal,” *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 62, No. 8, pp. 2066-2079, 2014.4.
- [10] M. Nakazawa, I. Mitsugami, H. Yamazoe and Y. Yagi, “Head Orientation Estimation using Gait Observation,” *IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications*, Vol.6, pp.63-67, 2014.
- [11] T.T. Ngo, Y. Makihara, H. Nagahara, Y. Mukaigawa, and Y. Yagi, “The Largest Inertial Sensor-based Gait Database and Performance Evaluation of Gait Recognition,” *Pattern Recognition*, Vol. 47, No. 1, pp. 228-237, 2014.1.
- [12] T. Kimura, Y. Makihara, D. Muramatsu, and Y. Yagi, “Quality-dependent Score-level Fusion of Face, Gait, and the Height Biometrics,” *IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications*, Vol. 6, pp. 53-57, 2014.7.
- [13] M. R. Aqmar, Y. Fujihara, Y. Makihara, and Y. Yagi, “Gait Recognition by Fluctuations,” *Computer Vision and Image Understanding*, pp. 38-52, Vol. 126, 2014.9.
- [14] 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, “中間方向への方向変換モデルを用いた歩容認証,” 電子情報通信学会論文誌 A バイオメトリクス小特集, Vol. J97-A, No. 12, pp. 749-752, 2014.12.
- [15] 木村 卓弘, 榎原 靖, 村松 大吾, 八木 康史, “複数品質尺度・複数モダリティの生体認証スコアデータベースの構築とスコアレベル統合手法の性能評価,” 電子情報通信学会論文誌 A バイオメトリクス小特集(研究会推薦論文), Vol. J98-A, No. 12, 2015.12.
- [16] D. Muramatsu, Y. Makihara, and Y. Yagi, “View Transformation Model

- Incorporating Quality Measures for Cross-view Gait Recognition,” *IEEE Trans. on Cybernetics*, Vol. 46, No. 7, pp. 1602-1615, Jul. 2016.
- [17] D. Muramatsu, Y. Makihara, and Y. Yagi, “Cross-View Gait Recognition by Fusion of Multiple Transformation Consistency Measures,” *IET Biometrics*, Vol. 4, No. 2, pp. 62-73, 2015.6.
- [18] C. Hua, Y. Makihara, Y. Yagi, S. Iwasaki, K. Miyagawa, and B. Li, “Onboard Monocular Pedestrian Detection by Combining Spatio-Temporal HOG with Structure from Motion Algorithm,” *Machine Vision and Applications*, Vol. 26, No. 2-3, pp. 161-183, 2015.4.
- [19] D. Muramatsu, A. Shiraishi, Y. Makihara, M.Z. Uddin, and Y. Yagi, “Gait-based Person Recognition Using Arbitrary View Transformation Model,” *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol. 24, No. 1, pp. 140-154, Jan. 2015.
- [20] S. Shioiri, T. Yamazaki, K. Matsumiya and I. Kuriki, “Rotation-independent representations for haptic movements,” *Scientific Reports*, 3, 2595, 2013. (DOI: 10.1038/srep02595).
- [21] R. Nakashima and S. Shioiri, “Why do we move our head to look at an object in our peripheral region? Lateral viewing interferes with attentive search,” *PLoS ONE*, 9(3): e92284, 2014. (DOI: 10.1371/journal.pone.0092284).
- [22] T. Ikeda, I. Mitsugami and Y. Yagi, “Depth-based Gait Authentication for Practical Sensor Settings,” *IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications (CVA)*, 2015.
- [23] C. Zhou, I. Mitsugami and Y. Yagi, “Detection of Elderly Gait Impairment by Patch-GEI,” *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, Vol.10, No.S1, 2015.
- [24] M. Nakazawa, I. Mitsugami, H. Habe, H. Yamazoe and Y. Yagi, “Calibration of Multiple Kinects with Little Overlap Regions,” *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, Vol.10, No.S1, 2015.
- [25] Y. Fang, R. Nakashima, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri. “Eye-head coordination for visual cognitive processing”, *PLoS ONE*, 10(3): e0121035, 2015 (DOI: 10.1371/journal.pone.0121035).
- [26] Y. Fang, M. Emoto, R. Nakashima, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, “Eye-position distribution depending on head orientation when observing movies on ultrahigh-definition television,” *ITE Transactions on Media Technology and Applications*, 3(2), pp.149-154, 2015 (DOI: 10.3169/mta.3.149).
- [27] R. Nakashima and S. Shioiri, “Facilitation of visual perception in head direction: Visual attention modulation based on head direction,” *PLoS ONE*, 10(4):e0124367, 2015. (DOI: 10.1371/journal.pone.0124367).
- [28] K. Matsumiya and S. Shioiri, “Smooth pursuit eye movements and motion perception share motion signals in slow and fast motion mechanisms,” *Journal of Vision*, 15(11):12, 1-15, 2015 (DOI: 10.1167/15.11.12).
- [29] K. Matsumiya, M. Takahashi, I. Kuriki and S. Shioiri, “Active movements generate rotation-independent representations for haptic movements,” *Interdisciplinary Information Sciences*, 21(2), 115-123, 2015 (DOI: 10.4036/iis.2015.A.02).
- [30] S. Shioiri, M. Ogawa, H. Yaguchi and P. Cavanagh, “Attentional facilitation of detection of flicker on moving objects,” *Journal of Vision*, 15(14):3, 1-11, 2015. (DOI: 10.1167/15.14.3).
- [31] R. Nakashima, Y. Fang, Y. Hatori, A. Hiratani, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, “Saliency-based gaze prediction based on head direction,” *Vision Research*, 117, 59-66, 2015 (DOI: 10.1016/j.visres.2015.10.001).
- [32] I. Kuriki, N. Omori, Y. Kashiwase, K. Matsumiya, R. Tokunaga and S. Shioiri, “Measurement of object-based attention using steady-state visual evoked potentials,” *Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology* (in press).

- [33] 武村 紀子, 白神 康平, 槇原 靖, 村松 大吾, 越後 富夫, 八木 康史, “畳み込みニューラルネットワークを用いた視点変化に頑健な歩容認証,” 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J99-A, No. 12, pp.440-451, Dec. 2016.
- [34] 佐藤 僚太, 波部 斉, 満上 育久, 佐竹 聡, 鷺見 和彦, 八木 康史, “行動の一部に見られる特徴に着目する歩行者グループ検出,” 知能と情報(日本知能情報ファジイ学会誌), Vol.28, No.6, pp.920-931, 2016.
- [35] T. Ogawa, H. Yamazoe, I. Mitsugami, Y. Yagi, “Analysis of Gait Changes Caused by Simulated Left Knee Disorder,” EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies, Vol.3, No.9, e1, 2016.
- [36] 波部 斉, 橋本 知典, 満上 育久, 鷺見 和彦, 八木 康史, “人物のジェスチャーを加味した歩行者グループ検出,” 知能と情報(日本知能情報ファジイ学会誌), Vol.--, No.--, pp.--, 2017.
- [37] H. El-Alfy, I. Mitsugami, Y. Yagi, “Gait Recognition Based on Normal Distance Maps,” IEEE Transactions on Cybernetics, Vol.--, pp.--, 2017.

[proceedings(査読審査の入るものに限る)]

- [38] 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, 2011.10 (DOI: [10.1109/IJCB.2011.6117531](https://doi.org/10.1109/IJCB.2011.6117531))
- [39] Y. Makihara, M.A. Hossain, D. Muramatsu and Y. Yagi, “Score-level Fusion based on the Direct Estimation of the Bayes Error Gradient Distribution,” Proc. of the International Joint Conference on Biometrics (IJCB2011), Paper ID 197, pp. 1-8, 2011.10 (DOI: [10.1109/IJCB.2011.6117532](https://doi.org/10.1109/IJCB.2011.6117532))
- [40] N. T. Trung, Y. Makihara, H. Nagahara, R. Sagawa, Y. Mukaigawa and Y. Yagi, “Phase Registration in a Gallery Improving Gait Authentication,” Proc. of the International Joint Conference on Biometrics (IJCB2011), Paper ID 178, pp. 1-7, 2011.10 ([10.1109/IJCB.2011.6117527](https://doi.org/10.1109/IJCB.2011.6117527))
- [41] I. Mitsugami, Y. Nagase and Y. Yagi, “Primary Analysis of Human's Gait and Gaze Direction Using Motion Sensors,” Proc. of the 1st Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR2011), pp.540-544, 2011.11 (DOI: [10.1109/ACPR.2011.6166649](https://doi.org/10.1109/ACPR.2011.6166649))
- [42] T.T. Ngo, Y. Makihara, H. Nagahara, Y. Mukaigawa, and Y. Yagi, “Performance Evaluation of Gait Recognition using the Largest Inertial Sensor-based Gait Database,” Proc. of the 5th IAPR Int. Conf. on Biometrics (ICB 2012), Paper ID 182, pp. 1-7, New Delhi, India, 2012.3.
- [43] N. Akae, A. Mansur, Y. Makihara, and Y. Yagi, “Video from Nearly Still: an Application to Low Frame-rate Gait Recognition,” Proc. of the 25th IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 1537-1543, Providence, RI, USA, 2012.6.
- [44] D. Muramatsu, A. Shiraishi, Y. Makihara and Y. Yagi, “Arbitrary View Transformation Model for Gait Person Authentication,” Proc. of the IEEE 5th Int. Conf. on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS 2012), Paper ID 39, pp. 1-6, 2012.9 (DOI: [10.1109/BTAS.2012.6374561](https://doi.org/10.1109/BTAS.2012.6374561))
- [45] Y. Makihara, Y. Fujihara and Y. Yagi, “Can Gait Fluctuations Improve Gait Recognition?,” Proc. of the 21st Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR 2012), pp. 3276-3279, 2012.11
- [46] H. Nakajima, Y. Makihara, H. Hsu, I. Mitsugami, M. Nakazawa, H. Yamazoe, H. Habe and Y. Yagi, “Point Cloud Transport,” Proc. of the 21st Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR2012), pp.3803-3806, 2012.11.
- [47] M. Nakazawa, I. Mitsugami, Y. Makihara, H. Nakajima, H. Yamazoe, H. Habe and Y. Yagi, “Dynamic Scene Reconstruction using Asynchronous Multiple Kinects,” Proc. of the 21st Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR2012), pp. 469-472,

2012.11

- [48] H. Yamazoe, H. Habe, I. Mitsugami and Y. Yagi, "Easy Depth Sensor Calibration," Proc. of the 21st Int. Conf. on Pattern Recognition (ICPR2012), pp. 465-468, 2012.11
- [49] Y. Makihara, D. Muramatsu, H. Iwama and Y. Yagi, "On Combining Gait Features," Proc. of the 10th IEEE Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition (FG 2013), 2013.4 (DOI: [10.1109/FG.2013.6553797](https://doi.org/10.1109/FG.2013.6553797))
- [50] D. Muramatsu, Y. Makihara, H. Iwama and Y. Yagi, "Multi-view Multi-modal Person Authentication from a Single Walking Image Sequence," Proc. of the 6th IAPR Int. Conf. on Biometrics (ICB 2013), Paper ID 92, pp. 1-8, 2013.6
- [51] D. Muramatsu, Y. Makihara, and Y. Yagi, "Quality-dependent View Transformation Model for Cross-view Gait Recognition," Proc. of the IEEE 6th Int. Conf. on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS 2013), Washington D.C., USA, Paper ID: 12, pp. 1-8, 2013.9.
- [52] M. Nakazawa, I. Mitsugami, H. Yamazoe and Y. Yagi, "Distinguishing Pedestrians Facing to the Front and the Side by Gait Observation," Proc. of the 2nd IAPR Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR2013), 2013.11
- [53] A. Hiratani, R. Nakashima, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, "Considerations of self-motion in motion saliency," Proceedings of 2013 Second IAPR Asian Conference on Pattern Recognition, pp.783-787, 2013.
- [54] T. Okada, H. Yamazoe, I. Mitsugami and Y. Yagi, "Preliminary Analysis of Gait Changes that Correspond to Gaze Directions," Proc. of the International Joint Workshop on Advanced Sensing / Visual Attention and Interaction -Toward Creation of Human-Harmonized Information Technology- (ASVAI2013), 2013.11
- [55] H. Habe, K. Kajiwara, I. Mitsugami and Y. Yagi, "Group Leadership Estimation Based on Influence of Pointing Actions," Proc. of the International Joint Workshop on Advanced Sensing / Visual Attention and Interaction -Toward Creation of Human-Harmonized Information Technology- (ASVAI2013), 2013.11
- [56] C. Zhou, I. Mitsugami and Y. Yagi, "Which Gait Feature Is Effective for Impairment Estimation?," 20th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV2014), 2014.2.
- [57] H. El-Alfy, I. Mitsugami and Y. Yagi, "A new gait-based identification method using local Gauss maps," Human Gait and Action Analysis in the Wild: Challenges and Applications (in conjunction with ACCV2014), 2014.
- [58] D. Muramatsu, Y. Makihara, and Y. Yagi, "Are Intermediate Views Beneficial for Gait Recognition using a View Transformation Model?," Proc. of the 20th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV 2014), pp. 222-227, Nago, Japan, 2014.2.
- [59] D. Muramatsu, Y. Makihara, and Y. Yagi, "View transformation-based Cross View Gait Recognition Using Transformation Consistency Measure," Proc. of the 2nd Int. Workshop on Biometrics and Forensics (IWBF 2014), Paper ID: 40, pp. 1-6, Valetta, Malta, 2014.3
- [60] A. Mansur, Y. Makihara, M.R. Aqmar, and Y. Yagi, "Gait Recognition under Speed Transition," Proc. of the 27th IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2014), pp. 2521-2528, Columbus, Ohio, USA, 2014.6.
- [61] A. Mansur, Y. Makihara, D. Muramatsu, and Y. Yagi, "Cross-view Gait Recognition using View-dependent Discriminative Analysis," Proc. of the 2nd IEEE/IAPR Int. Joint Conf. on Biometrics (IJCB 2014), No. O20, pp. 1-8, Clearwater, Florida, USA, 2014.9.
- [62] Y. Makihara, D. Muramatsu, M.A. Hossain, H. Iwama, T.T. Ngo, and Y. Yagi, "Score-Level Fusion by Generalized Delaunay Triangulation," Proc. of the 2nd IEEE/IAPR Int. Joint Conf. on Biometrics (IJCB 2014), No. O18, pp. 1-8, Clearwater, Florida, USA, 2014.9.

- [63] H. Yamazoe, T. Ogawa, I. Mitsugami and Y. Yagi, "Gait Analysis of Simulated Left Knee Disorder," 9th International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies, 2015.
- [64] Y. Makihara, A. Mansur, D. Muramatsu, M.Z. Uddin, Y. Yagi, "Multi-view Discriminant Analysis with Tensor Representation and Its Application to Cross-view Gait Recognition," Proc. of the 11th IEEE Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition (FG 2015), Paper ID: 126, pp. 1-8, Ljubljana, Slovenia, 2015.4.
- [65] T. Kimura, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi, "Single Sensor-based Multi-quality Multi-modal Biometric Score Database and Its Performance Evaluation", In Proc. of the 7th IAPR Int. Conf. on Biometrics (ICB 2015), Paper ID 61, pp.1-8, Phuket, Thailand, 2015.5.
- [66] D. Muramatsu, Y. Makihara, Y. Yagi, "Gait Regeneration for Recognition," Proc. of the 7th IAPR Int. Conf. on Biometrics (ICB 2015), Paper ID 60, pp.1-8, Phuket, Thailand, 2015.5.
- [67] Y. Makihara, T. Kimura, F. Okura, I. Mitsugami, M. Niwa, C. Aoki, A. Suzuki, D. Muramatsu, Y. Yagi, "Gait Collector: An Automatic Gait Data Collection System in Conjunction with an Experience-based Long-run Exhibition," The 9th IAPR International Conference on Biometrics (ICB2016), 2016.6.
- [68] X. Li, Y. Makihara, C. Xu, D. Muramatsu, Y. Yagi, and M. Ren, "Gait Energy Response Function for Clothing-invariant Gait Recognition," Proc. of the 13th Asian Conf. on Computer Vision (ACCV 2016), pp.-, Taipei, Taiwan, Nov. 2016.
- [69] M. Hasan, Y. Makihara, D. Muramatsu, and Y. Yagi, "Gait Gate: An Online Walk-through Multimodal Biometric Verification System using a Single RGB-D Sensor", Proc. of Workshop on Human Identification for Surveillance (HIS): Methods & Applications (in conjunction with ACCV 2016), pp.-, Taipei, Taiwan, Nov. 2016.
- [70] I. Mitsugami, Y. Okinaka, Y. Yagi, "Gaze Estimation Based on Eyeball-Head Dynamics," The 1st International Workshop on Human Activity Analysis with Highly Diverse Cameras (HDC2017), Santa Rosa, USA, 2017.
- [71] K. Yamada, T. Yoshida, K. Sumi, H. Habe, I. Mitsugami, "Spatial and Temporal Segmented Dense Trajectories for Gesture Recognition," 13th International Conference on Quality Control by Artificial Vision (QCAV2017), Tokyo, Japan, 2017.
- [72] Y. Makihara, A. Suzuki, D. Muramatsu, X. Li, and Y. Yagi, "Joint Intensity and Spatial Metric Learning for Robust Gait Recognition," Proc. of the 30th IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2017), pp. -, Honolulu, Hawaii, USA, Jul. 2017. (Accepted)

(2) その他の著作物(総説, 書籍など)

- [1] 奥村麻由, 榎原靖, 八木康史, "ガウス過程回帰を用いた歩き方の個性に基づく年齢推定," 画像ラボ, Vol.22, No.12, pp. 15-20, 2011.12
- [2] D. Muramatsu, Y. Makihara, Y. Yagi, "Cross-View Gait Recognition Using View Transformation Framework," Josai Mathematical Monographs, vol.7, pp.3-13, 2014.3.
- [3] 村松大吾, 榎原靖, 岩間晴之, 八木康史, "歩行者認証におけるマルチモーダルバイオメトリクス," 自動認識, Vol. 27, No. 7, pp. 21-25, Jun. 2014.
- [4] 榎原靖, 木村卓弘, 村松大吾, 八木康史, "防犯カメラ映像の品質を考慮した歩容・頭部・身長による個人認証," 画像ラボ, Vol. 26, No. 3, pp. 37-42, Mar. 2015.
- [5] 榎原 靖, 大倉 史生, 満上 育久, 丹羽 真隆, 村松大吾, 八木康史, "大規模歩行映像データベースの構築に向けて", バイオメカニズム学会誌, Vol. 40, No. 3, pp. 37-42, Aug. 2016.

- [6] 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, “歩行映像解析システム”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 70, No. 5, pp. 10-13, Sep. 2016.
- [7] Y. Yagi, I. Mitsugami, H. Habe, S. Shioiri, “Behavior Understanding based on Intention-Gait Model,” Human-Harmonized Information Technology, Vol.2, Springer, 2017. (to appear)

(3) 国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 15 件, 国際会議 17 件)

<国内>

- [1] 八木康史, “歩容認証技術の最先端,” 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究発表会, 仙台, 2010.12.1
- [2] 八木康史, “歩容映像解析の最前線-過去・現在・未来-,” 視覚情報基礎研究施設学術講演会-最先端領域に挑む視覚情報技術-, 寝屋川, 2010.12.3
- [3] 八木康史, “歩容認証技術の現状とその将来展望,” 警察庁最先端技術講演会, 東京, 2011.2.24
- [4] 八木康史, “歩き方で犯人を特定! 歩容映像解析の最前線,” 日本笑い学会 オープン講座, 大阪, 2011.3.13
- [5] 八木康史, “歩き方で犯人を特定! 歩容映像解析の最前線,” Handai-Asahi 中之島塾, 大阪, 2014 年 4 月 19 日.
- [6] 八木康史, “映像監視システムの有効活用と歩容認証の組み合わせによる可能性,” 防犯防災総合展 in KANSAI 2014, 大阪, 2014 年 6 月 12 日.
- [7] 八木康史, “歩容映像解析とその科学捜査応用,” バイオメトリクスセキュリティコンソーシアム JAISA バイオメトリクス部会, 東京, 2014 年 6 月 13 日.
- [8] 八木康史, “コンピュータビジョン,” 鳥取大学情報エレクトロニクス特別講義Ⅲ, 鳥取, 2014 年 6 月 20-21 日.
- [9] 八木康史, “コンピュータビジョン最前線 -機械の目-,” 京都府立洛北高等学校特別講義, 京都, 2014 年 9 月 30 日.
- [10] 満上育久, “身の回りの光沢物体や人物の三次元計測,” 精密工学会 大規模環境 3 次元計測モデリング専門委員会 第 14 回定例研究会, 大阪, 2014 年 10 月 10 日.
- [11] 八木康史, “歩容映像解析と高齢者の健康管理,” 戦略的イノベーション創出推進プログラム「高齢社会を豊かにする科学・技術・システムの創成」シンポジウム, 東京, 2014 年 12 月 2 日.
- [12] 八木康史, “歩容映像解析とその科学捜査応用,” 国際画像機器展 2014 国際画像セミナー, 横浜, 2014 年 12 月 3 日.
- [13] 八木康史, “「歩き」をみる,” 第 46 回大阪大学公開講座テーマ B「いま、世界を視る」, 大阪, 2014 年 12 月 12 日.
- [14] 八木康史, “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,” 東北大学通研共同研究プロジェクト発表会, 仙台, 2015 年 2 月 23 日.
- [15] 満上育久, “身の回りの物体や人物の三次元形状計測と解析,” 機械学会 ロボメカ部門 第一地区 特別講演会, 仙台, 2015 年 3 月 27 日.

<国際>

- [16] I. Mitsugami, “3-D Measurement and Analysis of Walking Person by Range Sensing,” GRASP Special Seminar, Philadelphia, 2014.03.13.
- [17] Y. Yagi, “Gait Video Analysis and Its Applications,” 3rd International Conference on Informatics, Electronics & Vision, Dhaka, 2014.05.23-24.
- [18] I. Mitsugami, “3-D Measurement and Analysis of Walking Person by Range Sensing,” 3rd International Conference on Informatics, Electronics & Vision, Dhaka, 2014.05.23-24.
- [19] Y. Yagi, “Gait identification and its application to criminal investigation,” Chinese

Computer Foundation Visual Information Processing Summer School, Beijing, 2014.07.13.

- [20] Y. Yagi, "Human Motion Sensing and Behavior Analysis," Summer School in Peking University, Beijing, 2014.07.14.
- [21] Y. Yagi, "Behavior Understanding Based on Intention-Gait Model," 4th International Conference on Informatics, Electronics & Vision, Fukuoka, 2015.6.16.
- [22] I. Mitsugami, "3-D Gait Measurement and Analysis," 4th International Conference on Informatics, Electronics & Vision, Fukuoka, 2015.6.16.
- [23] K. Sumi, "Time-series Range Data Analysis for Pedestrian Group Segmentation", 4th International Conference on Informatics, Electronics & Vision, , 2015.6.16.
- [24] S. Shioiri, "Eye-head coordination for visual perception and attention," 4th International Conference on Informatics, Electronics & Vision, 2015.6.16.
- [25] H. Yamazoe, "Analysis of Gait Changes Caused by Gaze Direction Changes," 4th International Conference on Informatics, Electronics & Vision, 2015.6.16.
- [26] Y. Yagi, I. Mitsugami, "Gait Video Analysis and Its Application," International Workshop on Human Behavior Analysis in the Real World (in conjunction with 3rd Asian Conference on Pattern Recognition), 2015.
- [27] C. Zhou, "Detection of Gait Impairment in the Elderly Using Patch-GEI," International Workshop on Human Behavior Analysis in the Real World (in conjunction with 3rd Asian Conference on Pattern Recognition), 2015.
- [28] M. Niwa, "Estimating the Elderly People's Cognitive Functions from the Dual Task Gait," International Workshop on Human Behavior Analysis in the Real World (in conjunction with 3rd Asian Conference on Pattern Recognition), 2015.
- [29] F. Okura, "Automatically Acquiring Walking-Related Behavior of 100,000 People," International Workshop on Human Behavior Analysis in the Real World (in conjunction with 3rd Asian Conference on Pattern Recognition), 2015.
- [30] H. Habe, "Relevant Feature Extraction for Social Group Segmentation in the Real World," International Workshop on Human Behavior Analysis in the Real World (in conjunction with 3rd Asian Conference on Pattern Recognition), 2015.
- [31] I. Mitsugami, "Human Motion Analysis for Intention-Gait Modeling," The International Conference of Information and Communication Technology for Embedded Systems, 2016.
- [32] I. Mitsugami, Y. Okinaka, Y. Yagi, "Gaze Estimation Based on Eyeball-Head Dynamics," 4th Conference of SANKEN Core to Core Program, 2016.

② 口頭発表 (国内会議 53 件, 国際会議 11 件)

<国内>

- [1] 榎原 靖, チュンタンゴ, 長原 一, 佐川 立昌, 向川 康博, 八木 康史, "自己動的時間伸縮を用いた単一準周期信号の位相合わせ," 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-CVIM-173, No. 39, pp. 1-8, 福岡, 2010.9.
- [2] 白石 明, 榎原 靖, 八木 康史, "3次元データに基づく任意視点変換モデルを用いた歩容認証," 大阪大学産業科学研究所第66回学術講演会, 茨木, 2010.11.
- [3] 奥村 麻由, 榎原 靖, 八木 康史, "大規模歩容データベースを用いたガウス過程回帰による年齢推定の評価," 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-CVIM-175, No. 33, pp. 1-8, 草津, 2011.1.
- [4] 白石 明, 榎原 靖, 八木 康史, "三次元歩容データによる任意視点変換モデルを用いた歩容認証," 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-CVIM-175, No. 34, pp. 1-8, 草津, 2011.1.
- [5] 松田 昂, 波部 齊, 木戸 出正 繼, "特徴空間の相互関係に着目した視点横断型動画検索," 電子情報通信学会 総合大会, 東京, 2011.3.14-17
- [6] 岩崎 剛 士, 波部 齊, 木戸 出正 繼, "多重解像度識別による効率的な顔認識," 電子情報通信

- 学会総合大会, 東京, 2011.3.14-17
- [7] 方昱, 中島亮一, 松宮一道, 徳永留美, 栗木一郎, 塩入諭, “眼球方向分布の頭部方向依存性,” 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会(HIP), 仙台, 2011.11.10-11
 - [8] 中島秀真, 満上育久, 山添大丈, 波部斉, 榎原靖, 八木康史, “Kinect による安定な動物体領域抽出のためのカラー画像とデプスマップの時刻合わせ,” 情報処理学会 CVIM 2012 年 1 月研究会, 寝屋川, 2012.1.19-20
 - [9] 藤原 雄介, 榎原 靖, 八木康史, “位相正規化画像列とゆらぎ特徴量を用いた歩容認証,” 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2012-CVIM-182, No. 23, pp.1-7, 豊田, 2012.5.
 - [10] 中島亮一, 塩入諭, “横目観察は視覚的注意を要する視覚探索を阻害する,” 日本視覚学会 2012 年夏季大会, 米沢, 2012.8.6-8
 - [11] 方昱, 中島亮一, 松宮一道, 徳永留美, 栗木一郎, 塩入諭, “眼球位置は頭部方向と胸部方向に依存する,” 日本視覚学会 2012 年夏季大会, 米沢, 2012.8.6-8
 - [12] 中島亮一, 塩入諭(東北大学), 横目観察は視覚的注意を要する視覚探索を阻害する、日本視覚学会 2012 年夏季大会、米沢、2012.8.6-8.
 - [13] 榎原靖, 赤江直樹, アルモンズール, 八木康史, “1fps 歩容認証,” 第 15 回 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012), OS2-1, pp. 1-8, 2012.8.
 - [14] 榎原靖, モハマドアルタブホサイン, 村松大吾, 岩間晴之, チュンタンゴ, 八木康史, “ドロネー三角形分割を用いた確率密度推定に基づくスコアレベル統合,” 情報処理学会 CVIM 2012 年 9 月研究会, 小金井, 2012.9.2-3.
 - [15] 榎原 靖, モハマド アルタブ ホサイン, 村松 大吾, 岩間 晴之, チュン タン ゴ, 八木 康史, “ドロネー三角形分割を用いた確率密度推定に基づくスコアレベル統合”, 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2012-CVIM-183, No. 25, pp. 1-8, 小金井, 2012.9.
 - [16] 中澤満, 満上育久, 波部斉, 山添大丈, 八木康史, “人物行動解析のための複数 Kinect を用いた広域三次元計測システム,” 電子情報通信学会クラウドネットワークロボット研究会(CNR), 国頭, 2012.10.11-12.
 - [17] 中島亮一, 方昱, 松宮一道, 徳永留美, 栗木一郎, 塩入諭, “頭部方向は注視点分布を偏らせる,” 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会(HIP), 仙台, 2012.11.14-15.
 - [18] 八木康史, 榎原靖, ラシッドアクマル, 藤原雄介, “ゆらぎを考慮した歩容解析,” 第 16 回日本統合医療学会 (WMJ2012) 大阪大会, 吹田, 2012.12.8-9.
 - [19] 波部斉, 木戸出正継, 鷺見和彦, 八木康史, 満上育久, 梶原光平, 青木菜々美, 園部信隆, “集団行動解析のための歩容意図コーパス”, HCG シンポジウム 2012, 熊本, 2012.12.11.
 - [20] 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, “歩行者認証におけるマルチバイオメトリクス,” 電子情報通信学会総合大会講演論文集, No. AS-4-2, pp.1-2, 岐阜, 2013.3.
 - [21] 塩入諭, “注意予測への頭部方向の利用 —歩容意図理解に向けて—,” 情報処理学会第 75 回全国大会, 仙台, 2013.3.6-8.
 - [22] 中島亮一, 方昱, 平谷皓倫, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入諭(東北大学), 頭部運動情報を考慮した視線予測地図による視線位置推定、日本視覚学会 2013 年夏季大会、札幌、2013.7.24-26.
 - [23] Hozuma Nakajima, Ikuhisa Mitsugami and Yasushi Yagi, “Depth-Based Gait Feature Representation,” 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013), 東京, 2013.7.29-8.1
 - [24] T. T. Ngo, Y. Makihara, H. Nagahara, Y. Mukaigawa, and Y. Yagi, “Evaluation of Gait Authentication using a Large-scale Inertial Gait Database,” 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU 2013), OS5-18, pp.1-2, 東京, 2013.8.
 - [25] D. Muramatsu, Y. Makihara, and Y. Yagi, “Gait Recognition by Fusing Direct Cross-view Matching Scores for Criminal Investigation,” 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU 2013), OS5-4, pp.1-2, 東京, 2013.8.
 - [26] 村松 大吾, 白石 明, 榎原 靖, 八木 康史, “任意視点方向変換モデルを用いた歩容認

- 証,” 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU 2013), SS6-13, pp.1-2, 東京, 2013.8.
- [27] 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, “任意視点変換モデルを用いた歩容認証における変換視点の考察,” 電子情報通信学会 バイオメトリクス 8 月研究会予稿集, No. BioX2013-14, pp.1-4, 茨木, 2013.8.
- [28] 山添大丈, 満上育久, 八木康史, “映像からの歩行者の意図推定に必要な要因の検討,” 情報処理学会 CVIM2013 年 9 月研究会, 鳥取, 2013.9.2-3.
- [29] 村松 大吾, 岩間 晴之, 榎原 靖, 八木 康史, “単一歩行映像からの多視点マルチモーダル個人認証,” 第 3 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, pp. 118, 東京, 2013.11.
- [30] 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, “変換精度依存視点変換モデルを用いた異なる視点間の歩容認証,” 第 3 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, pp. 65, 東京, 2013.11.
- [31] 廖若辰, 榎原靖, 村松大吾, 満上育久, 八木康史, 吉山顕次, 数井裕光, 武田雅俊, 「特発性正常圧水頭症患者に対する髄液排除試験前後歩行映像解析」, 第 15 回日本正常圧水頭症学会, 2014.2.
- [32] D. Muramatsu, Y. Makihara and Y. Yagi, “Cross-view Gait Recognition Using View Transformation Framework,” Annual Workshop on Mathematics and Computer Science, 2014.3.
- [33] 木村 卓弘, 榎原 靖, 村松 大吾, 八木 康史, “歩容・顔・身長によるマルチモーダル個人認証のための時空間解像度に適応的なスコア統合,” 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア, Vol. 2014-CVIM-192, No. 12, pp. 1-8, 東大阪, 2014.5.
- [34] 榎原 靖, “歩容認証 -歩き方の個性に基づく個人認証-,” 第 20 回画像センシングシンポジウム, 新鋭研究者スポットライトセッション, 横浜, 2014.6.
- [35] T. Kimura, Y. Makihara, D. Muramatsu, Y. Yagi, “Quality-dependent Score-level Fusion of Face, Gait, and the Height Biometrics,” 第 17 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU 2014), 岡山, 2014.7.
- [36] 木村 卓弘, 榎原 靖, 村松 大吾, 八木 康史, “状況変化に適応的なスコア統合のための歩容・頭部・身長によるマルチモーダルスコアデータベース,” 第 4 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, No. O-1-2, pp. 1-6, 東京, 2014.11.
- [37] 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, “変換一貫性指標を用いた異なる視点間の歩容認証,” 第 4 回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, No. S-1-4, pp. 1, 東京, 2014.11.
- [38] 榎原 靖, 村松 大吾, モハマト アルタブ ホサイン, 岩間 晴之, チュン タン ゴ, 八木 康史, “一般化ドローネー三角形分割によるスコアレベル統合”, 東北大学電気通信研究所・大阪大学産業科学研究所 共同プロジェクト(タイプ S)研究会, 池田, 2014.12.
- [39] 羽鳥康裕, 方昱, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入諭(東北大学), 視線位置予測における頭部位置情報の寄与, 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会, 仙台, 2014.12.1-2.
- [40] 岩竹隆志, 波部斉:多方向人物画像での性別推定のための効率的な学習, 電子情報通信学会総合大会, 草津, 2015.3
- [41] 木村 卓弘, 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, “歩行者マルチバイオメトリクスにおける防犯カメラ時空間解像度設定に関する検討,” 電子情報通信学会 バイオメトリクス 3 月研究会予稿集, No. BioX2014-50, pp. 65-70, 2015.3.
- [42] 佐藤僚太, 酒井美沙紀, 飯坂瑞生, 波部斉, 鷺見和彦, 満上育久, 八木康史:時系列上に局在する相互関係特徴を用いた歩行者グループの発見, 情報処理学会関西支部支部大会, 大阪, 2015.9.
- [43] 方昱, 江本正喜, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入諭, “Multiple saccades in natural viewing,” 日本視覚学会夏季大会, 東京, 2015.7.27-29.
- [44] 羽鳥康裕, 方昱, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入諭, “頭部方向情報に基づく大画面観察時の視線予測,” 第 25 回インテリジェント・システム・シンポジウム, 仙台, 2015.9.24-25
- [45] 木村 卓弘, 榎原 靖, 大倉 史生, 満上 育久, 丹羽 真隆, 青木 千尋, 鈴木 温之, 村松 大吾, 八木 康史, “大規模歩行データベースのための自動歩行計測システム”, 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア, Vol. 2016-CVIM-200, No. 18, pp.

1-8, 吹田, Jan. 2016.

- [46] 橋本知典, 波部齊, 満上育久, 鷺見和彦, 八木康史, “ジャスチャータイミングを用いたグループ検出精度の向上,” 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-CVIM-200, , 大阪, 2016.1.
- [47] 荻野洋夢, 吉田武史, 鷺見和彦, 波部齊, 満上育久, “低解像度からの性別推定,” 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-CVIM-200, , 大阪, 2016.1.
- [48] 山田花穂, 吉田武史, 鷺見和彦, 波部 齊, 満上育久, “集団検出のためのジェスチャーコミュニケーションの認識,” 情報処理学会全国大会, 2M-06, 横浜, 2016.3
- [49] 白神康平, 榎原 靖, 村松大吾, 越後富夫, 八木康史, “畳み込みニューラルネットワークを用いた異なる視点間での歩容認証”, 電子情報通信学会 バイオメトリクス3月研究会予稿集, No. BioX2015-57, pp. 87-92, 東京, Mar. 2016.
- [50] 満上 育久, 周 成菊, 丹羽 真隆, 大倉 史生, 八木 康史, “高齢者認知機能推定のためのデュアルタスク解析”, 第60回システム制御情報学会研究発表講演会 オーガナイズドセッション「ICTを利用した高齢者支援」, 5月, 2016年.
- [51] 鈴木 温之, 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, “輝度値の共起に対する計量学習による荷物所持に頑健な歩容認証”, 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア, Vol. 2016-CVIM-203, No. 6, pp. 1-8, 富山, Sep. 2016.
- [52] 鈴木 温之, 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, “輝度値共起の計量学習による荷物所持に頑健な歩容認証”, 電子情報通信学会 バイオメトリクス 3月研究会予稿集, No. 2017-03-PRMU-BioX, pp. 1-6, Mar. 2017.
- [53] 武村 紀子, 榎原 靖, 村松 大吾, 越後 富夫, 八木 康史, “多視点大規模歩容データベースの構築と異なる視点における歩容認証の性能評価”, 電子情報通信学会 バイオメトリクス3月研究会予稿集, No. 2017-03-PRMU-BioX, pp. 1-6, Mar. 2017.

<国際>

- [54] S. Shioiri, T. Mano, K. Matsumiya and I. Kuriki, “Eye movement differences between implicit and explicit contextual cuing effects,” The 15th annual meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC), Kyoto, Japan, 2011.6.9-12
- [55] S. Shioiri, T. Mano, K. Matsumiya, and I. Kuriki, “Eye movement differences between implicit and explicit contextual cuing effects,” The 15th annual meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC), Kyoto, June 9-12, 2011.
- [56] S. Shioiri, T. Mano, K. Matsumiya and I. Kuriki, “Eye movement differences between implicit and explicit contextual cuing effects,” The 15th annual meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness, Kyoto, 2011.6.9-12.
- [57] I. Mitsugami, H. Nakajima, Y. Yagi, “Depth-based Gait Feature for Personal Authentication,” The 8th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV2014), Daejeon, 2014.11-12.
- [58] S. Shioiri, Y. Kashiwase, K. Matsumiya and I. Kuriki, “Correlation between amplitude and phase of SSVEP as an attention measure,” The 10th Asia-Pacific Conference on Vision, Takamatsu, 2014.7.19-22.
- [59] Y. Fang, R. Nakashima, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, “Multiple gaze saccades during unrestrained eye-head movement in visual search,” The 10th Asia-Pacific Conference on Vision, Takamatsu, 2014.7.19-22.
- [60] R. Nakashima, Y. Fang, A. Hiratani, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, “Head direction information improves the accuracy of gaze estimation,” The 10th Asia-Pacific Conference on Vision, Takamatsu, 2014.7.19-22.
- [61] H. El-Alfy, I. Mitsugami, Y. Yagi, “A Contour-Based Approach for Human Gait Identification,” The 9th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV), Tokyo, 2014.12.6-7.

- [62] S. Shioiri, H. Honjyo, Y. Kashiwase, K. Mastumiya and I. Kuriki, "Different spatial tunings of visual attention with different EEG measures," The 11th Asia-Pacific Conference on Vision, Singapore, 2015.7.10-12.
- [63] T. Ikeda, I. Mitsugami, Y. Yagi, "Depth-based Gait Authentication for Practical Sensor Settings," The 10th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV2015), Beijing, 2015.11.21-22.
- [64] X. Li, Y. Makihara, C. Xu, D. Muramatsu, Y. Yagi, and M. Ren, "Gait Energy Response Function for Clothing-invariant Gait Recognition," Proc. of the 11th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV 2016), Daejeon, Korea, Dec. 2016.

③ ポスター発表 (国内会議 32 件, 国際会議 34 件)

<国内>

- [1] 長瀬義大, 満上育久, 八木康史, "注視方向変化に起因する歩行特徴変化に関する基礎検討," 情報処理学会 CVIM2011 年 5 月研究会, 吹田, 2011.5.19-20
- [2] 藤原雄介, 榎原靖, 八木康史, "位相正規化画像列とゆらぎ特徴量を用いた歩容認証," 情報処理学会 CVIM2012 年 5 月研究会, 豊田, 2012.5.23-24
- [3] 小川拓也, 山添大丈, 満上育久, 波部斉, 八木康史, "膝関節固定による歩容の時間的変化の解析," 情報処理学会 CVIM2012 年 5 月研究会, 豊田, 2012.5.23-24
- [4] 中島亮一, 方昱, 松宮一道, 徳永留美, 栗木一郎, 塩入諭, "自然情景観察における頭部方向に基づく眼球位置分布の偏り," 日本認知科学会第 29 回大会, 仙台, 2012.12.13-15
- [5] 波部斉, 木戸出正継, 鷺見和彦, 八木康史, 満上育久, 梶原光平, 青木菜々美, 園部信隆, "集団行動解析のための歩容意図コーパス," HCG シンポジウム 2012, 熊本, 2012.12.18-20
- [6] 方昱, 中島亮一, 松宮一道, 徳永留美, 栗木一郎, 塩入諭, "視覚探索時の視線移動に対する頭部運動の関与," 日本視覚学会 2013 年冬季大会, 東京, 2013.1.23-25
- [7] 岡田典, 山添大丈, 満上育久, 八木康史, "注視歩行解析のための没入型歩行環境の構築," 情報処理学会 CVIM2013 年 5 月研究会, 小金井, 2011.5.30-31
- [8] 中澤満, 満上育久, 山添大丈, 八木康史, "歩容特徴による歩行者の側方注視の有無推定," 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013), 東京, 2013.7.29-8.1
- [9] 丹羽真隆, 中澤満, 満上育久, 山添大丈, 八木康史, "歩行自立度定量化のための計測システム," 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013), 東京, 2013.7.29-8.1
- [10] Chengju Zhou, Ikuhisa Mitsugami, Yasushi Yagi, "Performance Evaluation of GEI for Impairment Detection," 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013), 東京, 2013.7.29-8.1
- [11] 小川拓也, 山添大丈, 満上育久, 八木康史, "膝関節固定による歩容変化の運動学的分析," 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013), 東京, 2013.7.29-8.1
- [12] 岡田典, 山添大丈, 満上育久, 八木康史, "没入型歩行環境を用いた注視と歩行の解析," 第 16 回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2013), 東京, 2013.7.29-8.1
- [13] 梶原光平, 波部斉, 満上育久, 八木康史, "人物歩行軌跡と指差し動作タイミングを用いた集団リーダーの推定," 画像の認識・理解シンポジウム MIRU2013, 東京, 2013.7.31
- [14] 橋本知典, 波部斉, 満上育久, 八木康史, グループ内インタラクション解析に向けた非定常歩行動作の検出, 情報処理学会研究報告 CVIM 192, 大阪, 2014.5.
- [15] 池田太郎, 満上育久, 八木康史, 「人物全身ボリュウムデータを用いた Depth-based Gait Feature の認証性能評価」, 情報処理学会 CVIM 研究会, 5 月, 2014 年.
- [16] T. Hashimoto, H. Habe, I. Mitsugami and Y. Yagi, 「グループ内インタラクション解析に向けた非定常歩行動作の検出」, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2014), 7 月, 2014 年.
- [17] H. El-Alfy, I. Mitsugami, Y. Yagi, "Gazect: Depth Estimation Using Binocular Gaze Information," 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2014), 7 月, 2014 年.

- [18] M. Nakazawa, I. Mitsugami, H. Yamazoe, Y. Yagi, "Head Orientation Estimation using Gait Observation," 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2014), 7月, 2014年.
- [19] 橋本知典., 波部 斉., 満上育久, 八木康史., "グループ内インタラクション解析に向けたジェスチャーの検出," 第18回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2015), 大阪, 2015.7.
- [20] H. Habe ., M. Sakai., M. Iisaka, R. Sato., K. Sumi ., I. Mitsugami and Y. Yagi ., "Time-series Range Data Analysis for Pedestrian Group Segmentation," 第18回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2015), 大阪, 2015.7.
- [21] C. Zhou, I. Mitsugami and Y. Yagi ., "Assessing Cognition Level of Elderly Using Dual-task Stepping," 第18回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2015), 大阪, 2015.7.
- [22] 池田太郎, 満上育久, 八木康史., "ゲートでの歩容認証を想定した歩容評価手法の性能調査," 第18回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU 2015), 大阪, 2015.7.
- [23] 羽鳥康裕, 方昱, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入諭(東北大学), "頭部方向を考慮した顕著性マップによる視線予測," 日本視覚学会夏季大会, 東京, 2015.7.27-29.
- [24] 荻野洋夢, 吉田武史, 鷺見和彦, 波部 斉, 満上育久, "低解像度画像からの人物属性推定," 第5回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム, 東京, 2015.11.12-13.
- [25] 羽鳥康裕, 方昱, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入諭, "高精度な視線予測を実現する頭部-眼球の協調運動の定式化," 日本視覚学会 2016年冬季大会, 東京, 2016.1.20-22.
- [26] 山田花穂, 吉田武史, 鷺見和彦, 波部 斉, 満上育久, "時空間限定 Dense Trajectories によるジェスチャー認識," 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-CVIM-202, 2016.5
- [27] 沖中大和, 満上育久, 八木康史, "人の眼球と頭部の協調運動を考慮した視線推定," 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-CVIM-202, 2016.5
- [28] 佐藤僚太, 波部 斉, 満上育久, 鷺見和彦, "行動の一部に見られる特徴に着目する歩行者グループ検出," 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-CVIM-202, 2016.5
- [29] M. Hasan, Y. Makihara, D. Muramatsu, and Y. Yagi, "An Online Walk-through Multimodal Biometric Verification System using a Single RGB-D Sensor", 第6回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2016), 東京, Nov. 2016.
- [30] 鈴木 温之, 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, "輝度値の共起に対する計量学習による荷物所持に頑健な歩容認証", 第6回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2016), 東京, Nov. 2016.
- [31] X. Li, Y. Makihara, C. Xu, D. Muramatsu, Y. Yagi, M. Ren, "Gait Energy Response Function for Clothing-invariant Gait Recognition", 第6回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2016), 東京, Nov. 2016.
- [32] 村松 大吾, 榎原 靖, 八木 康史, "歩容らしさを考慮した別視点歩容特徴生成", 第6回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA 2016), 東京, Nov. 2016.

<国際>

- [33] Y. Kashiwase, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, "Attention boosts neural population response via neural response synchronization," Vision Sciences Society (VSS) 11th Annual Meeting, Naples, Florida, USA, 2011.5.5-11
- [34] T. Tsuchiai, K. Matsumiya, I. Kuriki, and S. Shioiri, "Contextual cuing effect with self motion," The 15th annual meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC), Kyoto, Japan, 2011.6.6-12
- [35] Y. Fang, R. Nakashima, K. Matsumiya, R. Tokunaga, I. Kuriki and S. Shioiri, "Eye position distribution depends on head orientation," Vision Sciences Society (VSS) 12th Annual Meeting, Naples, Florida, USA, 2012.5.11-16
- [36] R. Nakashima, Y. Fang, K. Matsumiya, R. Tokunaga, I. Kuriki and S. Shioiri, "Eye position distribution depending on head orientation in natural scene viewing," Asia-Pacific Conference on Vision (APCV) 2012 Annual Meeting, Incheon, Korea,

2012.7.13-15

- [37] Y. Fang, R. Nakashima, K. Matsumiya, R. Tokunaga, I. Kuriki and S. Shioiri, "Contribution of head movements to gaze shift during visual search in a large visual field," Vision Sciences Society (VSS) 13th Annual Meeting, Naples, Florida, USA, 2013.5.10-15
- [38] M. Nakazawa, I. Mitsugami, H. Yamazoe and Y. Yagi, "Observation of Gait Changes Associated with Human Intentions," International Society for Posture and Gait Research (ISPGR) World Congress 2013, Akita, Japan, 2013.6.22-26
- [39] T. Ogawa, H. Yamazoe, I. Mitsugami and Y. Yagi, "The Effect of the Knee Braces on Gait -toward Leg Disorder Estimation from Images-," International Society for Posture and Gait Research (ISPGR) World Congress 2013, Akita, Japan, 2013.6.22-26
- [40] Y. Fang, M. Emoto., R. Nakashima, K. Matsumiya, I. Kuriki, and S. Shioiri, "Eye position distribution depending on head orientation in watching Ultra High Definition Television," Asia-Pacific Conference on Vision (APCV) 2013 Annual Meeting, Suzhou, China, 2013.7.
- [41] C. Zhou, I. Mitsugami and Y. Yagi, "An Attempt to Detect Impairment by Silhouette-based Gait Feature," The 22nd Annual Meeting of the European Society for Movement Analysis in Adults and Children, Glasgow, Scotland, 2013.9.
- [42] I. Mitsugami, H. Nakajima and Y. Yagi, "Depth-based Gait Feature for Personal Authentication," The 8th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV2014), 2014.1.
- [43] Y. Makihara, M.R. Aqmar, Y. Fujihara, Y. Yagi, "Gait Recognition by Fluctuations," Proc. of the 8th Int. Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV 2014), Daejeon, Korea, Jan. 2014.
- [44] M. Niwa, I. Mitsugami, M. Nakazawa, H. Yamazoe and Y. Yagi, "The Gait Measuring System and Environment for the Elderly People Needing Nursing Care," The 17th SANKEN International Symposium, 2014.1.
- [45] M. Nakazawa, I. Mitsugami, H. Yamazoe and Y. Yagi, "Gait-Based Distinction of Pedestrians who Face to the Front and the Side," The 17th SANKEN International Symposium, 2014.1.
- [46] H. El-Alfy, I. Mitsugami and Y. Yagi, "A Contour-Based Approach for Human Gait Identification," The 9th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV), 2014.12.
- [47] M. Niwa, I. Mitsugami, M. Nakazawa, H. Yamazoe and Y. Yagi, "The Gait Measuring System for Estimating Elderly People's Physical and Cognitive Functions," The 9th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV), 2014.12.
- [48] M. Nakazawa, I. Mitsugami, H. Yamazoe and Y. Yagi, "Gait-based Estimation of Pedestrian Head Orientation," The 9th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV), 2014.12.
- [49] Y. Makihara, D. Muramatsu, M.A. Hossain, H. Iwama, T.T. Ngo, and Y. Yagi, "Posterior Distribution Estimation by Generalized Delaunay Triangulation for Score-level Fusion," Proc. of the 9th Int. Workshop on Robust Computer Vision, Tokyo, Japan, Dec. 2014.
- [50] M.R. Aqmar, Y. Makihara, Y. Fujihara, and Y. Yagi, "On Suppressing and Utilizing Fluctuations for Gait Recognition," Proc. of the 9th Int. Workshop on Robust Computer Vision, Tokyo, Japan, Dec. 2014.
- [51] H. El-Alfy, I. Mitsugami and Y. Yagi, "Investigating Silhouettes Boundaries for Recognizing People from their Gait," The 18th SANKEN International Symposium, 2014.12.
- [52] S. Shioiri, H. Honjo, K. Matsumiya and I. Kuriki, "Different spatial attention for different stages of visual processing," Vision Sciences Society Meeting 14th Annual

- Meeting, Florida, USA, 2014.5.16-21
- [53] R. Nakashima and S. Shioiri, "The visual processing facilitation by the head direction," The 10th Asia-Pacific Conference on Vision, Takamatsu, 2014.7.19-22.
- [54] S. Shioiri, M. Kobayashi, K. Matsumiya and I. Kuriki, "Contextual cueing for targets in the rear," Vision Sciences Society Meeting 15th Annual Meeting, Florida, USA, 2015.5.15-20
- [55] Y. Hatori, I. Kuriki, K. Matsumiya and S. Shiori, "Study on Image Statistics When Color Attracts Human Attention," Interim Meeting of the International Colour Association 2015, Tokyo, 2015.5.19-22.
- [56] Y. Hatori, Y. Fang, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, "Estimation of gaze shifts based on head orientation during watching a movie sequence," The 11th Asian-Pacific Conference on Vision, Singapore, 2015.7.10-12.
- [57] K. Miyamoto, Y. Hatori, K. Matsumiya, I. Kuriki and S. Shioiri, "Implicit learning of association between feedback and action in visual search," The 11th Asian-Pacific Conference on Vision, Singapore, 2015.7.10-12.
- [58] C. Zhou, I. Mitsugami, Y. Yagi, "Which Gait Feature Is Effective for Impairment Estimation?," The 10th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV2015), Beijing, 2015.11.21-22.
- [59] I. Mitsugami, C. Zhou, F. Okura, M. Niwa, Y. Yagi, "Large-Population Dual-Task Dataset for Physical/Mental Condition Estimation," The 10th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV2015), Beijing, 2015.11.21-22.
- [60] C. Zhou, I. Mitsugami, Y. Yagi, "Which Gait Feature Is Effective for Impairment Estimation?," The 19th SANKEN International Symposium, Osaka, 2015.12.7-9.
- [61] Y. Makihara, T. Kimura, F. Okura, I. Mitsugami, M. Niwa, C. Aoki, A. Suzuki, D. Muramatsu, Y. Yagi, "Gait Collector: An Automatic Gait Data Collection System in Conjunction with an Experience-based Long-run Exhibition," 11th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV2016), 2016.
- [62] I. Mitsugami, Y. Okinaka, Y. Yagi, "Gaze Estimation Based on Eyeball-Head Dynamics," 11th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV2016), 2016.
- [63] X. Li, Y. Makihara, C. Xu, D. Muramatsu, Y. Yagi, and M. Ren, "Gait Energy Response Function for Clothing-invariant Gait Recognition," Proc. of the 20th Sanken Int. Symposium, Osaka, Japan, Dec. 2016.
- [64] M. Hasan, Y. Makihara, D. Muramatsu, and Y. Yagi, "Gait Gate: An Online Walk-through Multimodal Biometric Verification System using a Single RGB-D Sensor," Proc. of the 20th Sanken Int. Symposium, Osaka, Japan, Dec. 2016.
- [65] D. Muramatsu, K. Shiraga, Y. Makihara, T. Echigo, and Y. Yagi, "GEINet: View-Invariant Gait Recognition Using a Convolutional Neural Network," Proc. of the 11th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV 2016), Daejeon, Korea, Dec. 2016.
- [66] Y. Makihara, T. Kimura, F. Okura, I. Mitsugami, M. Niwa, C. Aoki, A. Suzuki, D. Muramatsu, and Y. Yagi, "Gait Collector: An Automatic Gait Data Collection System in Conjunction with an Experience-based Long-run Exhibition," Proc. of the 11th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV 2016), Daejeon, Korea, Dec. 2016.

(4) 知財出願

① 国内出願 (1 件)

- [1] "精神障害評価方法、及び精神障害評価システム", 八木康史, 満上育久, 山添大丈, 中澤満, 丹羽真隆, 2015.3.16, 特願 2015-052205.

② 海外出願 (1 件)

- [1] “MOVING OBJECT DETECTION DEVICE,” Y. Yagi, Y. Makihara, and C. Hua, Jun. 20, 2011, US Patent Application 20130094759.

③ その他の知的財産権
該当なし

(5) 受賞・報道等

① 受賞

- [1] * 榎原靖, 赤江直樹, アルモンスール, 八木康史, “1fps 歩容認証,” 第 15 回 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012)優秀論文賞, 8 月, 2012.
- [2] 中島亮一, 塩入諭 第 32 回日本基礎心理学会 優秀発表賞
- [3] 羽鳥康裕, 方昱, 松宮一道, 栗木一郎, 塩入諭, 第 25 回インテリジェント・システム・シンポジウム 優秀論文賞
- [4] 羽鳥康裕, 第 25 回インテリジェント・システム・シンポジウム FAN プレゼンテーション賞
- [5] K. Shiraga, Y. Makihara, D. Muramatsu, T. Echigo, and Y. Yagi, The 9th IAPR Int. Conf. on Biometrics (ICB 2016), Honorable Mention Paper Award, Jun. 16, 2016.
- [6] D. Muramatsu, K. Shiraga, Y. Makihara, T. Echigo, and Y. Yagi, “GEINet: View-Invariant Gait Recognition Using a Convolutional Neural Network,” Proc. of the 11th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV 2016), Daejeon, Korea, Dec. 18, 2016. (Best Poster Honorable Mention Award)

② マスコミ(新聞・TV等)報道

- [1] 47NEWS「最先端技術で暮らしに安全を」,
http://www.47news.jp/movie/general_topics/post_5057/, 2011 年 8 月 31 日.
- [2] JST サイエンスポータル「『流し目は駄目よ』の理由を発見」,
http://scienceportal.jst.go.jp/news/newsflash_review/newsflash/2014/03/20140324_04.html, 2014 年 3 月 24 日
- [3] 東北大学プレスリリース「人が横目でものを見ようとしめない理由を発見—横目観察が視覚的な情報処理を妨害している—」,
<http://www.tohoku.ac.jp/japanese/2014/03/press20140320-01.html>, 2014 年 3 月 20 日
- [4] 共同 47 ニュース 他 40 件「歩き方から年齢推定, 大阪大 - コンテンツ開発」,
<http://www.47news.jp/CN/201507/CN2015071301001849.html>, 2015 年 7 月 13 日
- [5] JapanTimes 「Osaka University team estimates a person's age from their gait」,
http://www.japantimes.co.jp/news/2015/07/14/national/science-health/osaka-university-team-estimates-persons-age-gait/#.VajHHfl5_CY, 2015 年 7 月 13 日
- [6] NHK 総合 ニュースウオッチ 9 「“歩き方”で個人特定 警察も採用」, 2015 年 7 月 14 日
- [7] NHK 総合 首都圏ネットワーク 「癖から個人を特定する技術『捜査に活用』」, 2015 年 7 月 14 日
- [8] テレビ東京 ワールドビジネスサテライト 「<トレンドたまご>歩き方の特徴を判定!」,
http://www.tv-tokyo.co.jp/mv/wbs/trend_tamago/post_93684/, 2015 年 7 月 14 日
- [9] NHK WebNews 「癖から個人を特定する技術『捜査に活用』」, 2015 年 7 月 14 日
- [10] ねとらぼ 他 2 件 「あなたの『歩き方年齢』は何歳? 日本科学未来館の新展示を体験してきた科学捜査への活用もはじまっている」,
<http://nlab.itmedia.co.jp/nl/articles/1507/14/news124.html>, 2015 年 7 月 14 日
- [11] 日本経済新聞 「歩き方で年齢が分かる? 阪大が体験型コンテンツ開発」,
http://www.nikkei.com/article/DGXLASDG13HC5_U5A710C1000000/, 2015 年 7 月 14 日

- [12] マイナビニュース 他 2 件 「歩き方で誰かがわかる時代が到来!? - 未来館、メディアラボ第 15 期『アルクダケ 一歩で進歩』の展示を開始」,
http://news.mynavi.jp/articles/2015/07/15/miraikan_medialab15/, 2015 年 7 月 15 日
- [13] NHK NEWSweb EASY 「歩き方を調べて犯人を見つける」,
<http://www3.nhk.or.jp/news/easy/k10010150521000/k10010150521000.html>, 2015 年 7 月 16 日
- [14] Excite Bit 他 3 件 「自分の“歩き方”は何歳? どんな個性がある? 科学的に調べてきた」,
<http://www.excite.co.jp/News/bit/E1437033431302.html>, 2015 年 7 月 16 日
- [15] 毎日放送 サタデープラス 「歩行とデュアルタスクで若返り」,
<http://www.mbs.jp/saturday-plus/archive/20151031/>, 2015 年 10 月 31 日
- [16] NHK おはよう関西 「認知症の早期発見へ実証実験」,
<http://www3.nhk.or.jp/kansai-news/20170228/4217011.html>, 2017 年 2 月 28 日

③ その他

- [1] 八木康史, “人映像解析とその応用,” , 東京大学メディアコンテンツ特別講義 II, 2010.12.17
- [2] 八木康史, “歩容映像解析とその応用,” , 鳥取環境大学「情報システム特論 B」特別講義, 2011.1.12

(6) 成果展開事例

① 社会還元的な展開活動

- ・ 本研究で得られた画像解析基礎技術を利用して、警察防犯カメラ映像鑑定に協力した。

(7) その他の重要な成果

特になし

§ 5. 研究期間中の活動

5. 1 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2011年8月 27～31日	人映像解析の最先端	日本科学未来館	2691人 (撮影に関する同意書に記入した人数。参加者数はこれ以上。)	成果発表とデータ収集を目的としたアウトリーチ活動
2013年11月 5日	International Joint Workshop on Advanced Sensing / Visual Attention and Interaction - Toward Creation of Human--Harmonized Information Technology- (ASVAI2013)	ロワジュールホテル那覇	約80名 (見込み)	同じ研究領域の6つのCRESTチームが合同で実施。チーム間の意見交換および国内外への情報発信。
2015年11月 3日	International Workshop on Human Behavior Analysis in the Real World	Aloft Kuala Lumpur Sentral Hotel	約80名	研究成果発表
2014年7月 15日～2016年4月11日 (延長予定)	日本科学未来館 第15期展示 「アルクダケ 一歩で進歩」	日本科学未来館	120,000名(予定)	成果発表とデータ収集を目的としたアウトリーチ活動