

令和 2 年 5 月 26 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02848

研究課題名(和文) 歩容による年齢推定と経年変化モデリングに関する研究

研究課題名(英文) Research on gait-based age estimation and aging process modeling

研究代表者

榎原 靖 (Makihara, Yasushi)

大阪大学・産業科学研究所・教授

研究者番号：90403005

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：犯罪捜査における年齢(年代)目撃情報に基づく被疑者候補の自動検索や、市場調査における年代別顧客計数等に応用可能なP1) 歩容による年齢推定の手法を開発した。世界最大の年齢データ付きの歩行映像データベースを構築すると共に、年代クラスターと多様体学習による年齢推定手法を開発し、更に、近年の深層学習による手法も取り入れた年齢推定の手法を開発した。また、健康増進や運動促進を動機付ける歩容の経年変化シミュレーションシステム等への応用を目指して、P2) 歩容の経年変化モデリングのベースライン手法や敵対的生成ネットワークを用いた手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で構築したOULP-Age は、2歳から90歳の幅広い年代の男女を含む合計63,846名(男性31,093名、女性32,753)の被験者の歩行映像並びに年齢・性別のラベルを含む、世界最大の歩行映像データベースであり、見えに基づく歩行映像解析の分野で代表的に用いられている歩容エネルギー画像と年齢・性別のラベルのセットとして公開していることから、歩行映像解析の研究分野の発展に貢献しており、学術的意義が大きい。また、世界で初めて歩行映像解析による歩容の経年変化モデリングによる研究を実施したこと、世界に先駆けて深層学習を用いた歩容年齢推定の研究を実施したことも、学術的に意義があると言える。

研究成果の概要(英文)：We developed methods of P1) gait-based age estimation, which have potential applications such as gait video retrieval of suspect candidates by witness on age group for criminal investigation and age group-dependent customer counting in a wide area shopping mall for marketing research. Specifically, we constructed the world largest gait video database with age labels, and developed methods of gait-based age estimation by age group clustering and manifold learning in addition to recent deep learning-based approaches to gait-based age estimation. We also developed a baseline and adversarial generative network-based approaches to P2) gait age progression/regression modelling, which are potentially applied to gait aging simulation systems to promote health and exercise.

研究分野：コンピュータビジョン

キーワード：歩容 年齢推定 経年変化 コンピュータビジョン パターン認識 バイオメトリクス

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人の歩き方の個性に基づく個人認証である歩容認証は、カメラから離れた場所でも唯一利用可能なバイオメトリクスとして注目を集めており、1990年代後半より研究が開始された。以降、2008年には英国で歩容認証が裁判証拠として採用された事例[Bouchrika et al. 2011]、2009年には申請者らが開発した歩容認証技術が日本で初めて犯罪捜査に活用された事例[日本経済新聞2013年7月24日]があり、歩容認証の研究は年々発展を遂げている。特に、2012年度からは、申請者らが開発した捜査員向けの**世界初の歩容鑑定システム**の試験運用が警察庁科学警察研究所において開始され、平成26年警察白書においても防犯カメラ映像に基づく新たな個人識別法として紹介されている。

また、バイオメトリクスの分野では、個人ではなく**年齢**の観点に着目した研究もなされており、その典型例が顔画像を対象とした**年齢推定**[Kwon and Lobo 1999]、**経年変化モデリング**[Suo et al. 2010]、経年変化に頑健な個人認証などの研究である。一方、歩行映像を対象とした年齢に関する研究は限定的であり、数少ない先行研究[Lu and Tan 2010]においても、20・30歳代を中心とした高々100名程度を対象に年齢推定の評価をすることとどまっている。これは、顔画像の場合は、各人が保有している顔写真により比較的容易に経年変化顔を収集でき、公開データベース[Ricanek and Tesafaye 2006]も整備されているのに対して、歩行映像の場合は、そのような経年変化映像を収集することが一般的に困難であり、また歩行映像の撮影自体が手間を要することが一因である。

申請者らは、これまでにアウトリーチ活動と並行した歩行映像データ収集により、1歳から94歳までの幅広い年代層の4,000人以上の被験者を含む**世界最大の歩行映像データベース**を構築してきた(業績[45]、図2)。また、アウトリーチ活動では、歩幅や腕の振りといった歩容個性の計測デモを実施してきたが、体験者から最も多かった質問が歩容の良し悪しに関するものであった。歩容から推定される年齢は、ある種の体力年齢とも考えられ、歩容の良し悪し(若々しさ)に関する有益な指標を与えることから、歩容による年齢推定の研究に取り組むきっかけとなった。

また、歩容認証における経年変化について、1年間では殆ど認証精度に影響がないことを報告する研究例[Matovski et al. 2012]がある一方で、年齢推定がある一定の精度で可能であることは、個人に依らず年代に共通した歩容の特性があり、同一人物の歩容であっても、経年変化の影響を受ける得ることを示唆している。そのため、真に経年変化に頑健な歩容認証の実現に向けて、歩容の経年変化モデリングの研究が必要と考えるに至った。

2. 研究の目的

上記の研究背景の下、本研究では、個人ではなく**年齢**の観点に着目した歩行映像解析の研究を行う。具体的には、犯罪捜査における年齢(年代)目撃情報に基づく被疑者候補の自動検索や、市場調査における年代別顧客計数等に应用可能な **P1) 歩容による年齢推定**の研究を実施する。その一方で、歩容による年齢推定が可能であるということは、同一人物の歩容であっても、経年変化の影響を受けることを示唆している。そこで、経年変化に頑健な歩容認証や、健康増進や運動促進を動機付けるような歩容年齢(ある種の体力年齢)による経年歩容のシミュレーションシステムへの応用を目指して、**P2) 歩容の経年変化モデリング**の研究も実施する。

3. 研究の方法

本研究では、以下の四項目への取り組みを通して、**P1) 歩容による年齢推定**の実現を目指す。

P1-1) 年齢別大規模データベースの構築

機械学習ベースの手法の学習データ用に、大規模な年齢付き歩行映像データを構築する。

P1-2) クラスタリング回帰による年齢推定

性別・年代に依らない全体でのモデリングに対して、年齢の推定精度の向上を目指したデータベースの手法を導入する。

P1-3) スパース正則化による歩容年齢-特徴多様体の構築

実年齢と歩容の見た目の年齢(ある種の体力年齢)の乖離を考慮した多様体を構築することで、年齢推定精度の向上を目指す。

P1-4) オンライン歩容年齢推定システム

アウトリーチ活動等にも活用可能なオンライン年齢推定システムを構築する。

また、以下の三項目への取り組みを通して、**P2) 歩容の経年変化モデリング**の実現を目指す。

P2-1) 歩容の経年変化データベース

経年変化モデリングに必要な、同一人物の経年変化歩行映像データベースを構築する。

P2-2) 歩容年齢-特徴多様体上での遷移グラフ構築による経年変化歩容合成

前述の歩容年齢-特徴多様体を用いることで、歩容の経年変化をモデル化する。

P2-3) 経年変化に頑健な歩容認証

歩容の経年変化をシミュレートすることで、歩容認証の経年変化への頑健性を向上させる。

4. 研究成果

(1) 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【関連：P1-1, P1-4】

一般的に歩行データ収集は、募集した被験者の歩行映像を収集者撮影することで構築される。この場合、被験者募集の困難さ、および収集者の作業量の点から大規模化が実現されておらず、最大でも 4,000 人規模のデータベースにとどまっていた。そこで我々は、歩行映像解析による年齢推定の体験型デモンストレーションシステムを開発し、被験者が当該デモを体験する傍らで、歩行映像データを自動的に収集するシステムを開発した。本システムは、科学館に設置することを想定し、来場者が自身でデモ体験するための仕組みとして、QR コードの発券、光電センサによる歩行路の検知、音声によるガイダンス機能を実装した、歩行によるオンライン年齢推定デモシステムを構築した。また、それと並行してデータ収集する際の、データの研究利用目的に関する電子的な同意取得の枠組みとして、デモブースへの入り口での看板による周知、QR コード発券時の説明の提示とタッチパネルの同意ボタン押下による同意取得、歩行映像解析の印刷結果の受け渡し時のタッチパネルの同意ボタン押下による同意取得を実装した。また、本システムは日本科学未来館のメディアラボ第 15 期展示「アルクダケ 一歩で進歩」にて約 1 年間の常設展示により稼働した。

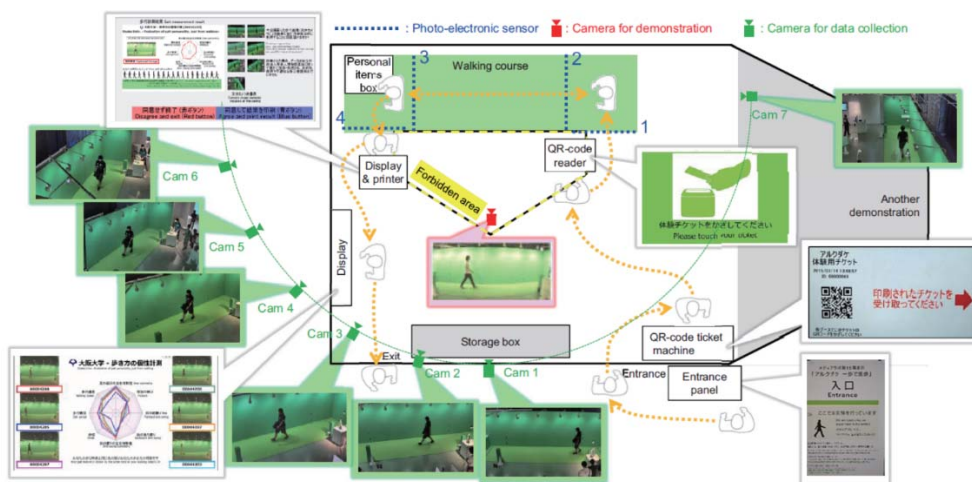


図 1. 科学館における歩行映像解析のデモ展示と並行したデータ収集システムの概要

(2) 大規模歩行映像データベースの構築と既存アルゴリズムの精度評価【関連：P1-1】

上記のシステムの日本科学未来館での展示機会を通して、年齢推定のための**世界最大の歩行映像データベース OULP-Age** を構築した。本データベースは、2 歳から 90 歳の幅広い年代の男女を含む合計 **63,846 名**（男性 31,093 名、女性 32,753）の被験者の歩行映像並びに年齢・性別のラベルを含むデータベースである（図 2）。また、本データベースを用いて、歩行映像解析による年齢推定の従来手法の精度比較実験を実施した。実験では、年齢推定の精度を、推定年齢と正解年齢の平均絶対誤差、及び、推定年齢の誤差の累積スコアにより評価した。また、代表的な手法に対しては、年代毎の平均絶対誤差の解析も実施した。また、本データベースについては、見えに基づく歩行映像解析の分野で代表的に用いられている歩容エネルギー画像と年齢・性別のラベルのセットを、公開することで、歩行映像解析の研究分野の発展に貢献している（2020 年 5 月 6 日現在までの利用申請件数：32 件）。

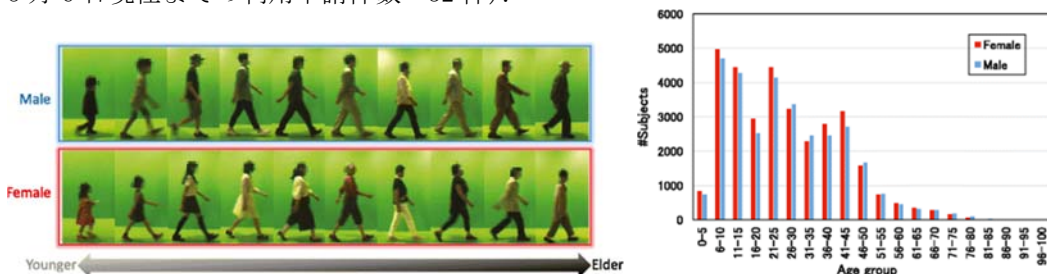


図 2. 大規模歩行映像データベースの被験者の例（左）と被験者統計（右）

(3) クラスタリングと多様体学習による年齢推定【関連：P1-2, P1-3】

経年変化による歩容の変化は一様ではなく、年代毎にその特徴は大きく異なることから、本研究では、歩容を年代毎にクラスタリングし、年代毎の歩容特徴に適した多様体を学習する手法を提案した（図 3）。成人までの歩容変化が大き一方で、成人後の歩容変化が小さいことを考慮して、0～5 歳、6～10 歳、11～15 歳、16～60 歳、60 歳超えの五つの年代クラスタを設定した。各年代クラスタへの識別には、有向非循環グラフ構造に基づくサポートベクトルマシンによる

他クラス識別器を用い、また、各年代クラスタにおける多様体学習には、orthogonal locality preserving projection を利用した。最後に、各年代クラスタの多様体上で、サポートベクトル回帰を適用することで、年齢推定結果を取得した。歩行映像データベース OULP-Age を用いて精度評価実験を実施し、平均絶対誤差の尺度により既存手法との比較を実施した。結果として、クラスタリングを行わずに全年代層に対して一括してガウス過程回帰を適用する従来手法において平均絶対誤差が 7.3 歳となったのに対して、提案手法の平均絶対誤差は 6.78 歳となり、約 0.5 歳の精度改善を達成した。

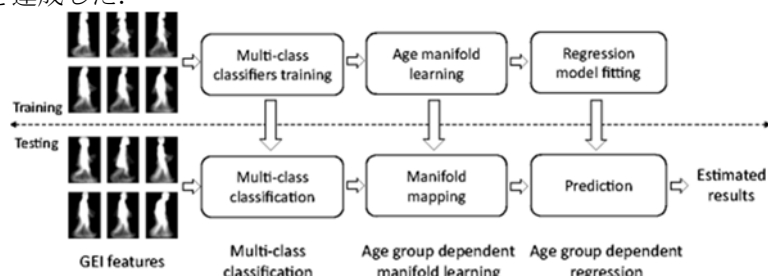


図 3. クラスタリングと多様体学習による年齢推定の枠組み

(4) DenseNet による年齢推定【関連: P1-2, P1-3】

近年の深層学習の発展を考慮して、深層学習を用いた歩行映像解析による年齢推定の研究にも取り組んだ。具体的には、コンピュータビジョン・パターン認識分野のトップ会議である CVPR で 2017 年に発表され、当時の物体認識の標準的なデータベースにおいて最高精度を達成していた DenseNet と呼ばれる手法を、歩行映像解析による年齢推定に適用した (図 4)。実験では、歩行映像データベース OULP-Age を用いて、古典的な機械学習による手法、及び、他の深層学習による手法との比較を行った。結果として、古典的な機械学習による手法の最高精度のもので、平均絶対誤差が 6.78 歳であるのに対して、DenseNet を用いた手法の平均絶対誤差は 5.79 歳となり、約 1 歳の精度改善を確認した。また、他の深層学習による手法として、歩容認証の分野でベースラインとして用いられている GEINet を年齢推定に適用した場合の平均絶対誤差が 6.22 歳であることから、DenseNet のネットワーク構造を用いることによる精度改善があることも確認された。

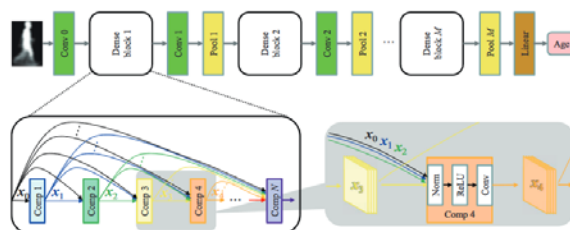


図 4. 歩容による年齢推定のための DenseNet のネットワーク構造

(5) 荷物所持状況変化に頑健な年齢推定【関連: P1-2, P1-3】

見えに基づく歩容特徴に影響を与える荷物所持状況変化に対して頑健な歩容による年齢推定の深層学習手法を開発した。具体的には、荷物所持状況下での歩容特徴を入力して、荷物所持状況下での歩容特徴を出力するようなオートエンコーダ、及びそのオートエンコーダの出力から年齢を推定する深層ネットワークを設計した。また、入力として、荷物所持状況下の歩容特徴、荷物所持状況かの歩容特徴のいずれが与えられるかは事前には分からないことから、学習時には、そのようなオートエンコーダを 2 並列で用意して、荷物所持状況下・荷物所持状況下の歩容特徴に対して一貫性を保つような損失関数を導入して、最適化を図った (図 5)。世界最大の歩行映像データベース OULP-Bag と OULP-Age を用いて精度評価実験を実施し、提案手法の有効性を確認した。

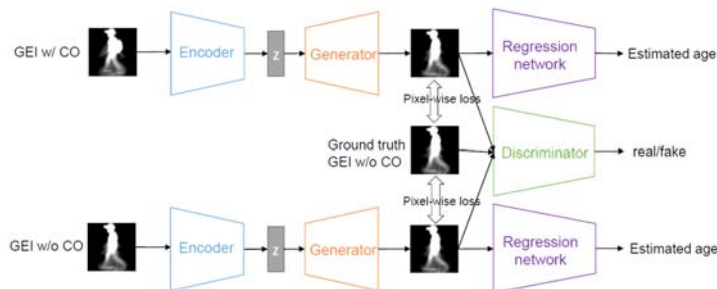


図 5. 荷物所持状況変化に頑健な年齢推定のための並列した敵対的生成ネットワークの構造

(6) 自由変形場を用いた歩容経年変化モデリング【関連: P2-1, P2-2, P2-3】

研究代表者らの知る限り、歩行映像解析による経年変化モデリングに関する研究は世界的にも行われておらず、本研究が世界初の取り組みとなることから、まずは、歩容の経年変化モデリングのためのベースラインとなる手法を開発した。入力には歩行映像解析の分野で標準的に用いられている歩容エネルギー画像 (Gait energy image; GEI) を用いるものとした。次いで、年代クラスタ毎に、そのクラスタに含まれる全被験者の平均 GEI を生成し、それを年代後の GEI プロトタイプと見なして、プロトタイプ間の自由変形場を取得し、その自由変形場を順次適用することで経年変化 (並びに若年化) シミュレーション機能を実現した (図 6)。実験では、経年変化シミュレーションを施した GEI の主観的評価を実施するとともに (図 7)、経年変化後の GEI が当該年齢の特徴を正しく反映しているかを確認するための年代識別の精度評価実験や、経年変化後の GEI が当該人物の個性を保っているかを確認するための個人認証の精度評価実験を実施した。本定量評価実験を通して、顔画像の経年変化シミュレーションの研究分野で用いられている手法を歩容に適用した場合と比較して、提案手法により、年齢・個性をより正しく反映できていることが確認された。

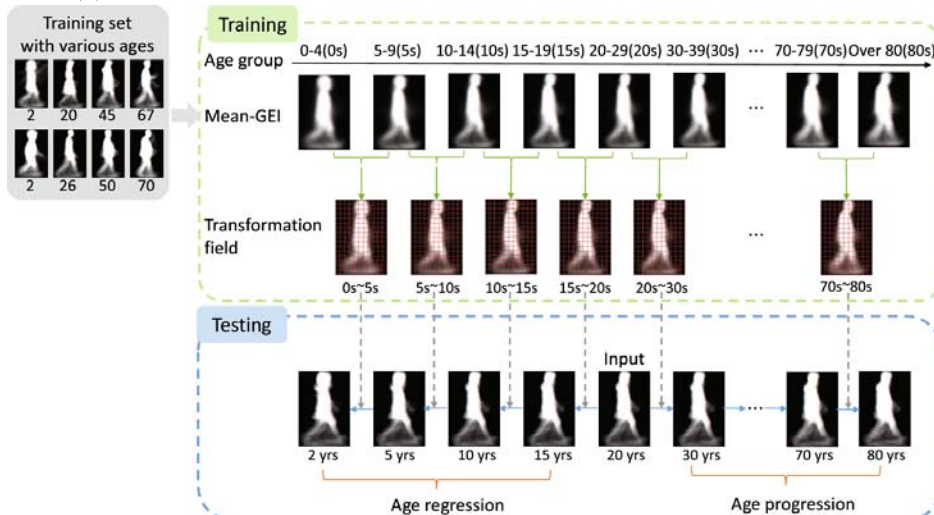


図 6. 自由変形場を用いた歩容経年変化モデリングの枠組み

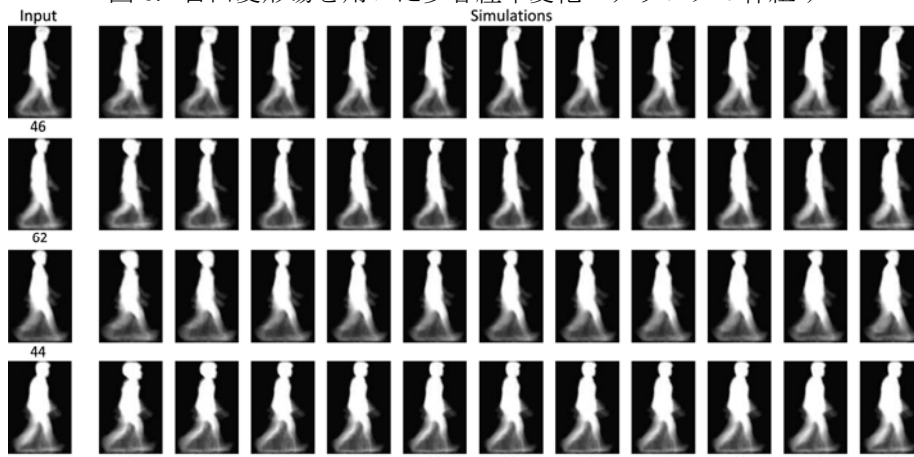


図 7. 歩容エネルギー画像に対する経年変化シミュレーションの結果。各行が各被験者を表し、第一行目と第二行目が男性の被験者を、第三行目と第四行目が女性の被験者である。一番左の列が入力画像であり、各画像の下に伏した数値は、入力に対する実年齢を表す。右側の列は、各被験者の入力を、最下段の画像の下に付した年齢へ変換した結果を表す。

(7) 敵対的生成ネットワークを用いた年代間の歩行映像変換【関連: P2-1, P2-2, P2-3】

一般に、生体情報の経年変化のモデリングには、同一人物の年齢の異なるデータが必要とされる。一方、深層学習の進展により、同一人物の年齢の異なるデータが存在しなくとも、異なる年齢群の学習データを与えるだけで、その間の変換を実現する、Cycle consistency を利用した敵対的生成ネットワーク (Cycle GAN) が開発された。そこで、本研究でも、異なる年齢群のデータを含む OULP-Age を利用して、年齢群間の歩行映像を変換する手法を開発した。具体的には、動きと見え (体型) を表すための motion augmented block や、SlowFast ネットワークを生成器と識別器に各々導入することで、動きと見え両方共を経年変化に応じて反映させる Cycle GAN の枠組みを構築した。実験では、世界最大の歩行映像データベース OULP-Age を用いて歩行映像の年代間の変換を行い、提案手法の有効性を確認した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 6件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 C. Xu, Y. Makihara, G. Ogi, X. Li, Y. Yagi, J. Lu	4. 巻 9
2. 論文標題 The OU-ISIR Gait Database Comprising the Large Population Dataset with Age and Performance Evaluation of Age Estimation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s41074-017-0035-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Li Xiang, Makihara Yasushi, Xu Chi, Yagi Yasushi, Ren Mingwu	4. 巻 77
2. 論文標題 Gait-based human age estimation using age group-dependent manifold learning and regression	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Multimedia Tools and Applications	6. 最初と最後の頁 28333 ~ 28354
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11042-018-6049-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Xu Chi, Makihara Yasushi, Yagi Yasushi, Lu Jianfeng	4. 巻 30
2. 論文標題 Gait-based age progression/regression: a baseline and performance evaluation by age group classification and cross-age gait identification	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Machine Vision and Applications	6. 最初と最後の頁 629 ~ 644
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00138-019-01015-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Ahad Md Atiqur Rahman, Ngo Thanh Trung, Antar Anindya Das, Ahmed Masud, Hossain Tahera, Muramatsu Daigo, Makihara Yasushi, Inoue Sozo, Yagi Yasushi	4. 巻 20
2. 論文標題 Wearable Sensor-Based Gait Analysis for Age and Gender Estimation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 2424 ~ 2424
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/s20082424	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Sakata Atsuya, Makihara Yasushi, Takemura Noriko, Muramatsu Daigo, Yagi Yasushi	4. 巻 1
2. 論文標題 Gait-Based Age Estimation Using a DenseNet	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Prof. of the Int. Workshop on Attention/Intention Understanding (AIU 2018)	6. 最初と最後の頁 55 ~ 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-21074-8_5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ngo Thanh Trung, Atiqur Rahman Ahad Md, Antar Anindya Das, Ahmed Masud, Muramatsu Daigo, Makihara Yasushi, Yagi Yasushi, Inoue Sozo, Hossain Tahera, Hattori Yuichi	4. 巻 1
2. 論文標題 OU-ISIR Wearable Sensor-based Gait Challenge: Age and Gender	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Prof. of the 12th IAPR International Conference On Biometrics (ICB 2019)	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICB45273.2019.8987235	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren	4. 巻 1
2. 論文標題 Make the Bag Disappear: Carrying Status-invariant Gait-based Human Age Estimation using Parallel Generative Adversarial Networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of the IEEE 10th Int. Conf. on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS 2019)	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Y. Makihara, T. Kimura, F. Okura, I. Mitsugami, M. Niwa, C. Aoki, A. Suzuki, D. Muramatsu, and Y. Yagi
2. 発表標題 Gait Collector: An Automatic Gait Data Collection System in Conjunction with an Experience-based Long-run Exhibition
3. 学会等名 The 8th IAPR Int. Conf. on Biometrics (ICB 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Y. Makihara, T. Kimura, F. Okura, I. Mitsugami, M. Niwa, C. Aoki, A. Suzuki, D. Muramatsu, Y. Yagi
2. 発表標題 [Invited] Gait Collector: An Automatic Gait Data Collection System in Conjunction with an Experience-based Long-run Exhibition
3. 学会等名 第6回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 横原 靖
2. 発表標題 歩行映像解析とその応用
3. 学会等名 第105回ロボット工学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横原 靖
2. 発表標題 大規模歩行映像解析による個人認証
3. 学会等名 第23回画像センシングシンポジウム講演論文集, 画像センシング技術研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横原 靖
2. 発表標題 歩容認証：歩き方の個性に基づく個人認証
3. 学会等名 国際画像機器展示展 2017（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横原 靖
2. 発表標題 歩行映像解析とその応用：犯罪捜査から医療診断支援まで
3. 学会等名 第63回日本新生児成育医学会・学術集会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Makihara
2. 発表標題 Gait-based Age Analysis
3. 学会等名 The 8th Int. Conf. on Informatics, Electronics, and Vision (ICIEV 2019)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横原 靖
2. 発表標題 歩行映像解析とその応用
3. 学会等名 日本電気計測器工業会 第89回先端技術調査委員会 技術講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Makihara
2. 発表標題 On Gait Attributes: Age, Gender, and Attractiveness by Video-based Gait Analysis
3. 学会等名 22nd Int. Conf. on Computer and Information Technology (ICCI 2019)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横原 靖
2. 発表標題 並列した敵対的生成ネットワークを用いた荷物所持状況変化に頑健な歩容による年齢推定
3. 学会等名 第9回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Sakata, Y. Makihara, N. Takemura, D. Muramatsu, Y. Yagi
2. 発表標題 Gait-based Age Estimation using a DenseNet
3. 学会等名 The Int. Workshop on Attention/Intention Understanding (AIU 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T.T. Ngo, M.A.R. Ahad, A.D. Antar, M. Ahmed, D. Muramatsu, Y. Makihara, Y. Yagi, S. Inoue, T. Hossain, Y. Hattori
2. 発表標題 OU-ISIR Wearable Sensor-based Gait Challenge: Age and Gender
3. 学会等名 The 12th IAPR International Conference On Biometrics (ICB 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 X. Li, Y. Makihara, C. Xu, Y. Yagi, M. Ren
2. 発表標題 Make the Bag Disappear: Carrying Status-invariant Gait-based Human Age Estimation using Parallel Generative Adversarial Networks
3. 学会等名 The IEEE 10th Int. Conf. on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Makihara, T. Kimura, F. Okura, I. Mitsugami, M. Niwa, C. Aoki, A. Suzuki, D. Muramatsu, Y. Yagi
2 . 発表標題 Gait Collector: An Automatic Gait Data Collection System in Conjunction with an Experience-based Long-run Exhibition
3 . 学会等名 The 11th International Workshop on Robust Computer Vision (IWRCV 2016) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 A. Sakata, Y. Makihara, N. Takemura, D. Muramatsu, Y. Yagi
2 . 発表標題 Gait-based Age Estimation using a DenseNet
3 . 学会等名 The 13th International Workshop on Robust Computer Vision (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 A. Sakata, Y. Makihara, N. Takemura, D. Muramatsu, Y. Yagi
2 . 発表標題 Gait-based Age Estimation using a DenseNet
3 . 学会等名 The 1st International Symposium on Symbiotic Intelligent Systems (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 C. Xu, Y. Makihara, G. Ogi, X. Li, Y. Yagi, J. Lu
2 . 発表標題 The OU-ISIR Gait Database Comprising the Large Population Dataset with Age and Performance Evaluation of Age Estimation
3 . 学会等名 The 13th International Workshop on Robust Computer Vision (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 C. Xu, Y. Makihara, G. Ogi, X. Li, Y. Yagi, J. Lu
2. 発表標題 The OU-ISIR Gait Database Comprising the Large Population Dataset with Age and Performance Evaluation of Age Estimation
3. 学会等名 The 22nd SANKEN International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T.T. Ngo, M.A.R. Ahad, A.D. Antar, M. Ahmed, D. Muramatsu, Y. Makihara, Y. Yagi, S. Inoue, T. Hossain, Y. Hattori
2. 発表標題 OU-ISIR Wearable Sensor-based Gait Challenge: Age and Gender
3. 学会等名 The 23rd SANKEN International Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪田 篤哉, 西川 博文, 武村 紀子, 榎原 靖, 村松 大吾, 八木 康史
2. 発表標題 歩容による推定年齢と健康年齢に関する考察
3. 学会等名 2018年10月バイオメトリクス研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阪田 篤哉, 西川 博文, 武村 紀子, 榎原 靖, 村松 大吾, 八木 康史
2. 発表標題 歩容による推定年齢と健康年齢に関する考察
3. 学会等名 第8回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阪田 篤哉, ホサイン シャヘラ, 村松 大吾, 横原 靖, 八木 康史
2. 発表標題 様々な観測視点歩行映像からの人物属性推定
3. 学会等名 2019年10月バイオメトリクス研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 横原 靖, 村松 大吾, 八木 康史	4. 発行年 2019年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 76-82
3. 書名 よくわかる生体認証, 2章 生体認証技術, 2.9節 歩容	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----