

令和 3 年 6 月 27 日現在

機関番号：82505

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K18379

研究課題名（和文）関節位置の確率分布と輪郭動態のトラッキングを用いたモデルベース歩容認証法の開発

研究課題名（英文）Development of Model-based Gait Recognition based on Probability Distributions of Joints' Positions and Continuous Contour Tracking

研究代表者

井元 大輔 (Imoto, Daisuke)

科学警察研究所・法科学第二部・研究員

研究者番号：10760902

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では人物映像解析における低フレームレート、服装及び撮影角度の相違に起因する課題の解決を試みた。まず、高さ制約を仮定した人物映像に適した輪郭動態のトラッキングを新たに開発した（提案手法I）。提案手法Iにより、シルエット映像のフレーム間の情報欠損を補うことができ、歩容解析や3次元人体形状復元への応用において、低フレームレート条件での精度向上が示された。その他、特徴点と動的特徴を用いた解析方法（提案手法II）と3次元カメラ校正に基づく解析方法（提案手法III）において、それぞれ服装及び撮影角度の相違における歩容解析の精度向上を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、低フレームレート、服装及び撮影角度の相違に起因する歩容解析の精度向上が図られ、法科学における応用が期待される。特に、低フレームレートと撮影角度の条件緩和（提案手法I及びIII）については、アルゴリズムの適用における映像としての撮影角度条件の制約が少ない（注：比較映像同士の条件の制約はある）ため、今後の実応用が期待される。また、細胞・流体の解析に用いられてきた既存の輪郭動態のトラッキング（レベルセット法、最小二乗基準による方法）は人物映像に適さないことが明らかになったことで、提案手法Iの高さ制約の仮定の人物映像解析一般への波及が期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, we tried to solve the problems of human footage analysis caused by low frame rate and difference in clothing and viewing directions. First, we developed a novel boundary dynamics tracking algorithm that is suitable for human footage analysis based on height constraint assumption (proposed method I). The proposed method I can successfully compensate the information loss between the two silhouette images, and showed improvement in accuracy under low frame rate conditions in the applications of gait analysis and 3D human body shape reconstruction. In addition, the analysis method using feature points and dynamic shape features (Proposed Method II) and the analysis method based on 3D camera calibration (Proposed Method III) can improve the accuracy of gait analysis under the differences in clothing and viewing directions, respectively.

研究分野：情報学

キーワード：法科学 歩容解析 モデルベース手法 機械学習 輪郭動態トラッキング 高さ制約

1. 研究開始当初の背景

近年、公共空間における防犯カメラの普及により、画像や映像が犯罪捜査において有効となる機会が増している。防犯カメラの性能は日毎に高まっているものの、まだ解像度やフレームレートが低いものがあり、身長や着衣、顔などの情報のみでは個人を特定できない場合が少なくない。特に、大規模なイベントにおける防犯の需要が高まっており、実用的な人物映像の解析技術の開発は急務となってきた。



図 1. 歩容解析

歩容解析は、歩行者の歩き方や姿勢等の情報から、非接触・非侵襲で個人を識別する技術である(図 1)。現在、日本の科学捜査の現場では、歩行者の見え方の類似度により識別を行う手法(以下既存手法)[1,2]が活用されている。しかし、実用的には防犯カメラの低画質や低フレームレート、服装や撮影角度の相違、歩行速度の違い、歩行者の状況や体調の違いなどにより分析が制限される場合があり、現在、分析の適用範囲の拡大が課題となっている。研究代表者は、平成 27~28 年度の科研費(研究活動スタート支援、課題番号: 15H06874)「内部メカニズムの推定に基づくモデルベース歩容認証法の開発」の研究課題で、モデルベース手法を参考に特徴点と形状情報に基づく自動手法(以下、動的特徴法)の提案・評価等を行い、動的特徴法は歩き方(歩容の“歩”)の特徴づけに長けており、横方向から撮影した場合やフレームレートが低い場合に有効であることが分かってきた[3]。このことから、既存手法とともに別のアプローチである動的特徴法のそれぞれの長所を活かし補い合うことが、適用範囲の向上のために有効であると考えられた。

2. 研究の目的

以上の背景を踏まえ、本研究課題では、歩き方は同じだがシルエット(見え方)が異なってくる場合を主対象として、具体的にはフレームレートが低い場合、服装が相違する場合及び撮影角度が相違する場合の 3 つの課題に対応すべく、関節位置の確率分布と輪郭動態のトラッキングを用いた新たな手法を開発・検討する。関節位置の確率分布による記述により関節位置の揺らぎに対する頑健性を向上させ、輪郭動態のトラッキング手法を導入・改良することで個人によって不変な特徴量の抽出を目指し、歩容解析の識別力の向上及び分析の適用範囲を拡大させることを研究の目的とする。

本報告書では、本研究課題において、主要な成果が得られた 3 つの研究内容を記した(それぞれ上記 3 つの課題に対応する)。具体的には、(1) 提案手法 I: 人物映像解析に適した輪郭動態のトラッキング手法の開発(フレームレートが低い場合の精度向上)[4]、(2) 提案手法 II: 動的特徴法の服装相違条件における精度評価(服装が相違する場合の精度向上)[5,6]、及び、(3) 3 次元校正による撮影角度に頑健な歩容解析手法の開発(撮影角度が相違する場合の精度向上)[7]である。なお、上記(2)及び(3)は本研究課題のキーワード(それぞれ輪郭動態のトラッキング及び関節位置の確率分布)と密接に関係している。(2)は(1)以前に研究代表者が提案していたものであるが、(1)の研究成果(後述の高さ制約)により(2)の特徴量抽出方法の妥当性が補強された。次に、(3)の研究の基礎には後述の同一人物の同一姿勢における関節位置の撮影角度に対する依存性から生じる課題があり、関節位置の確率分布を用いた研究において撮影角度依存性に起因する問題の核心に関する気づきがあったからこそ研究成果が得られたものであった。また、関節位置の確率分布の解析は学会発表[8]の成果は得られたが、期間中に顕著な成果(論文)までは至らなかったため本報告書においてはその具体的な内容は割愛し、輪郭動態のトラッキング手法を中心として成果が挙げられた上記 3 つの主要成果を報告する。

3. 研究の方法

(1) 提案手法 I: 人物映像解析に適した輪郭動態のトラッキング手法の開発(フレームレートが低い場合の精度向上)

まず、連続的な変形を示す流体や雲、細胞(連続変形体)への適用例が多々報告されている既存の輪郭動態のトラッキング手法(レベルセット法[9,10]及び最小二乗法に基づく方法[11])を歩行時の人物シルエット映像に適用した(後述の図 5b 既存手法 A・B)。両者とも、隠蔽の影響で腕部や脚部の不自然な生成や消滅が起こり、人物映像へ適用した際には不適切な結果となった。

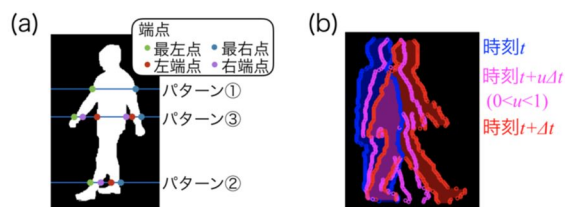


図 2. 提案手法 I の概要: (a) 端点の種類とパターン (Step 2)。 (b) 対応する端点同士の線形補間によるフレーム補間の例 (Step 4)。

そこでまず、人間の歩行特性を調べるため、モーションキャプチャデータを取得した(Not shown)。その結果、関節点の位置は歩行方向に比べ、高さ方向の変動が著しく小さかった。つ

まり、人物映像の場合には連続変形体とは異なり、鉛直方向、前後方向及び左右方向について明確にスケールや動き方の違い（異方性）があり、高さ方向の変動の小ささは一般的な人間の歩行特性の一つであると言えた。そこで本研究では、「(相対的な)高さ方向には関節点の位置は変動しない」という相対高さの制約条件を導入することで新たな輪郭トラッキング手法を開発・提案した（提案手法 I）。

提案手法 I の概要を表 1 及び図 2 に示す。提案手法 I では、連続するシルエット画像 2 つから相対高さの一致する点同士の対応関係を決め、対応する点同士の線形補間により間のシルエットを推定した。提案手法 I を前処理として用いた歩容解析の精度評価には九州大学の歩容データベース [12] 及び独自で取得した評価映像を用い、個人識別及びその評価の具体的方法は文献 [3] に従った。

(2) 提案手法 II：動的特徴法の服装相違条件における精度評価（服装が相違する場合の精度向上）

本研究課題の開始前に研究代表者が開発した動的特徴法（提案手法 II）について、新たに服装が相違する場合（服装相違条件）における提案手法 II の有効性を検証した。提案手法 II では、特徴点 27 点とその近傍の局所的な形状情報を表すベクトル量 27 個をシルエット映像から自動処理により求め、それらを用いて個人識別を行った（図 3、詳細は文献 [3] 参照）。なお、特徴点は、経験的に定められた頭、首、肩、胸、腹、腰、尻、腿、膝、脛といった関節点の典型的な高さに基づき、その高さのシルエット画像における最も左の点、中点、右の点の座標を得ることで特徴点の位置を抽出した。形状特徴量は、各特徴点の周りにおいて重み付き重心がどの程度ずれるかを表すベクトル量として定めた。以下、特徴点と形状特徴量を合わせて特徴量と呼ぶ。特徴量の距離（相違度）は、Dynamic Time Warping を用いて求めた。(1)と同様、個人識別及びその評価の具体的方法は文献 [3] に従った。

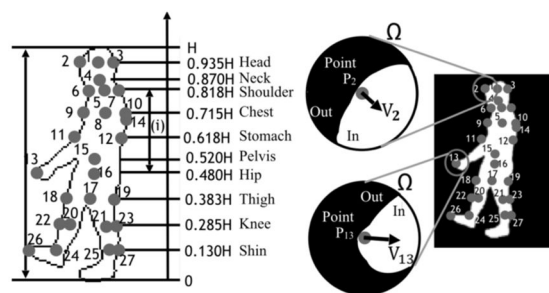
個人識別の評価のため The OU-ISIR Gait Database, Treadmill Dataset B - Clothes variation-) [13] を用いた。本研究では上記データベースの全データについて、元々 32 種類ある詳細な服装条件をより少ない種類の 5 つの服装条件 (I, II, III, IV, V) に分類した（表 2）。そのため、本解析は実際の映像が I~V の 5 つのどの服装条件に当たるかを目視で分類できるか否かが解析の前提条件となる。服装類似条件 5 条件及び服装相違条件合計 10 条件について、提案手法 II の個人識別精度を従来手法 (GEI を用いた方法) と比較した。

(3) 提案手法 III：3 次元校正による撮影角度に頑健な歩容解析手法の開発（撮影角度が相違する場合の精度向上）

提案手法 III の開発は、前述の通り同一人物の同一姿勢における関節位置の撮影角度に対する依存性に起因する問題に端を発する。例えば、撮影距離の遠近の違いがあるだけで、同一人物の同一姿勢であっても、シルエット形状の大きな違いとして現れてしまう (Not shown)。撮影角度の違いに伴うこの同一人のシルエット形状の変化に起因し、撮影距離が近い場合には、撮影角度がわずかに異なるだけで従来手法の同一人の精度が低下してしまうという問題がある。

表 1. 提案手法 I の概要

Step 1	N_p 個の鉛直高さを等間隔にとる
Step 2	各高さにおいて端点をとる (図 3a)
Step 3	対応付けを行う 3-1. 最左点と最右点を各々対応 3-2-1. 端点の個数 (パターン) が一致の場合左端点と右端点を各々対応 3-2-2. 一致しない場合、端点か中点のうち最も近い点に対応付け
Step 4	対応する端点同士の線形補間で、間のフレームの端点を決定 (図 3b)
Step 5	モルフォロジー演算により、ノイズ的な対応ミスを除去する



(a) Definition of Feature Points (b) Definition of Local Shape Features

図 3. 提案手法 II の概要：(a) 特徴点の抽出。(b) 形状特徴量の抽出。

表 2. 服装条件の分類

服装条件	説明
I	長袖及び長ズボンの着用
II	薄手のロングコートの着用
III	短めのズボンの着用
IV	スカートの着用
V	ダウンジャケットの着用

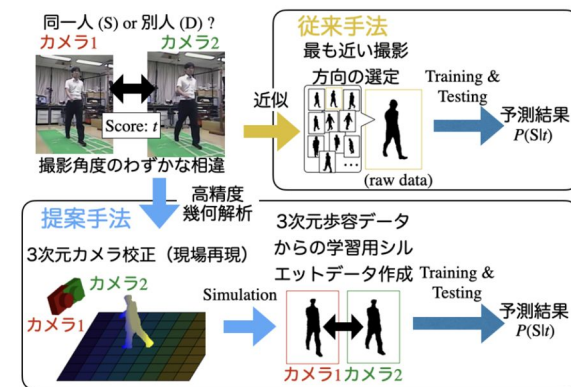


図 4. 提案手法 III の概要

服装類似条件 5 条件及び服装相違条件合計 10 条件について、提案手法 II の個人識別精度を従来手法 (GEI を用いた方法) と比較した。

従来及び提案手法 III の概要を図 4 に示す。従来手法(図 4 右上)では、該当の 2 つのテスト映像について学習データの中から最も類似した撮影角度(離散条件)を近似する方法で、上記の撮影角度の相違を反映できない。この理由の一つは、人的コスト等の制約から高々十数個~数十個の撮影角度しか用意できないためである。一方、提案手法 III(図 4 下)では幾何学的な 3 次元カメラ校正技術の適用により、撮影角度の違いを加味した解析が実行できる。ここで言う 3 次元カメラ校正とは、歩行者の歩行コースに対する、カメラの内外パラメータ(3 次元的位置姿勢など)を求めることである。その後、比較する 2 つの映像について得られたパラメータを用い、4 次元歩容データベースをレンダリングすることで、テスト映像それぞれの撮影角度に合致した学習用のシルエットデータを得た。この学習データに基づき、平面射影変換に基づく画像空間の位置合わせ処理(独自開発、PP-GVTM と略記)等を経て歩容特徴の相違度を算出した。(1)及び(2)と同様、個人識別手法の詳細は文献[3]に従った。

我々はこの校正プロセスを防犯カメラの設置現場で迅速かつ正確に行う方法を定めた他、学習データ(3 次元歩容データ[12])とシルエット品質が異なる可視映像から抽出したシルエット映像(条件 C1~C6, 独自の評価データ, Not shown)を評価映像として用い、上記画像空間の位置合わせ手法等に工夫を加えることで、実用的な解析精度の向上を図った。比較手法としては、従来方法(GEI を用いた手法)、深層学習に基づく手法(GEINet)、3 次元校正のみを用いた手法[17]、3 次元校正と VTM 法による位置合わせを用いた方法[17]、提案手法 III(3 次元校正、PP-GVTM による位置合わせ及び特徴量の回帰を用いた方法)の 5 つの手法を比較した。

4. 研究成果

(1) 提案手法 I: 人物映像解析に適した輪郭動態のトラッキング手法の開発(フレームレートが低い場合の精度向上)

15fps, 7.5fps, 5fps の映像をそれぞれ間の 1, 3, 5 フレームを補間することで 30fps とした際の、提案手法によるフレーム補間結果を図 5a に示す。提案手法では、従来の輪郭トラッキングで見られた不自然な生成や消滅(図 5b 既存手法 A・B)が一切起こらず、良好な補間ができていたことが分かった。7.5fps 以上の場合には比較的良好な補間結果が得られており、明らかに不自然な結果は、確認されなかったが、さらにフレームレートが低下すると(5fps, 図 5a 最下段)、提案手法でも補間結果の不自然さは免れない例が確認できた。以上、概ね 7.5fps 以上の条件において提案手法により良好な補間結果が得られることが分かった。

提案手法の前処理による歩容解析の個人識別結果を図 5c-e に示す。真横方向から撮影した際(図 5c)は、どのフレームレートにおいても提案手法の前処理により識別率の増加が認められた。次に、斜め方向(図 5d)においても同様に提案手法の前処理により識別率の増加が確認できた。一方、正面方向(図 5e)においては、前処理により識別率の若干の低下が認められた。以上から、歩容解析の提案手法 I を前処理として適用することで低フレームレートにおける解析精度が向上することが確認できた。

さらに、服装条件、速度条件及びスポーツ映像(サッカーのキック動作)に対する提案手法 I の精度の検証を行った他、低フレームレート条件での視体積交差法による 3 次元人体形状復元の問題に対する提案手法 I の前処理の有効性の評価を行い、提案手法 I の有効性に関する成果が得られた(本報告書では詳細は割愛)。

(2) 提案手法 II: 動的特徴法の服装相違条件における精度評価(服装が相違する場合の精度向上)

様々な服装条件の組み合わせにおける従来手法(詳細は文献[6]参照)と動的特徴法との誤り率の結果を図 6 に示した。従来手法と動的特徴法の誤り率を比較すると、服装類似条件 5 条件では誤り率が同程度だが、いずれの場合も従来手法のほうが誤り率の値が低くなり、10%を若干下回る程度となった。一方、服装相違条件では 10 通りのいずれの場合においても動的特徴法の誤

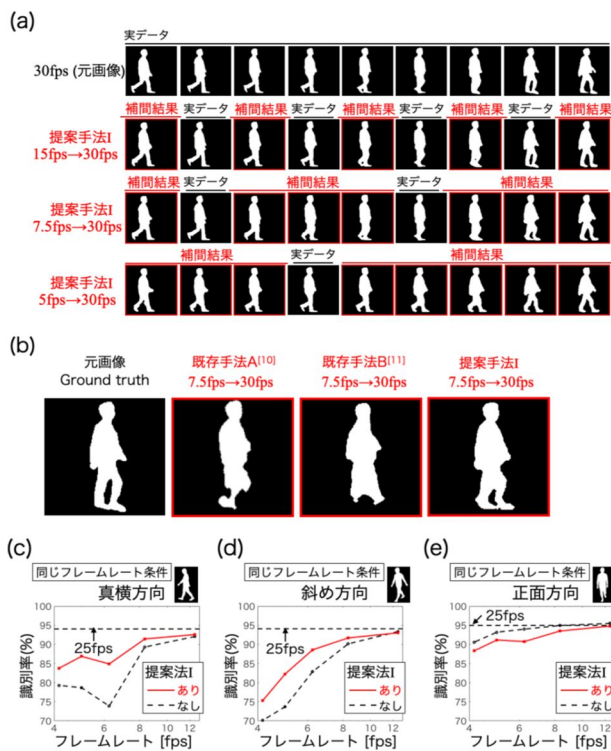


図 5. 提案手法 I の適用結果: (a) 様々なフレームレートにおける提案手法 I の適用結果. (b) 各手法の典型例. (c-e) 同じフレームレートの条件と比較した際の、歩容解析精度のフレームレート依存性. c-e にはそれぞれ正面、斜め及び真横から撮影の場合を示した。

り率のほうが最大で8ポイント程度低かった。総じて、動的特徴法は服装相違条件において有効であることが見出された。

(3) 提案手法 III : 3次元校正による撮影角度に頑健な歩容解析手法の開発 (撮影角度が相違する場合の精度向上)

C1~C6の撮影条件それぞれについて、各手法の正答率を比較した結果を図7に示す。シルエットの品質が異なる独自の評価データを用いた評価結果である。その結果、従来手法(図7黒)ではC5以外のカメラ条件では同一人の解析をほぼ全て誤り結果として正答率が50%となったが、提案手法 III(図7赤)ではC5も含め全てのカメラ条件で大幅な正答率の向上が確認できた。3次元校正のみを用いた手法(図7青)と3次元校正に加えVTMによる位置合わせ手法を適用した場合(図7紫)との比較を踏まえると、3次元校正とPP-GVTMによる位置合わせ手法及び回帰手法それぞれが撮影角度の相違に伴う精度向上に重要であることが分かった。なお、深層学習に基づく解析手法GEINet(図7黄土色)の場合であっても従来手法よりは正答率が高い傾向があるものの、3次元校正のみを用いた手法よりも正答率が若干低くなる傾向があり、さらに提案手法 IIIと比較すると正答率が大幅に低かった。以上、提案手法 IIIを用いることで、撮影角度の相違に伴う同一人の精度低下を緩和できることが確認できた。

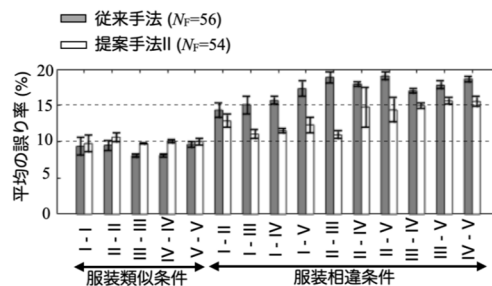


図6. 提案手法 II の評価結果

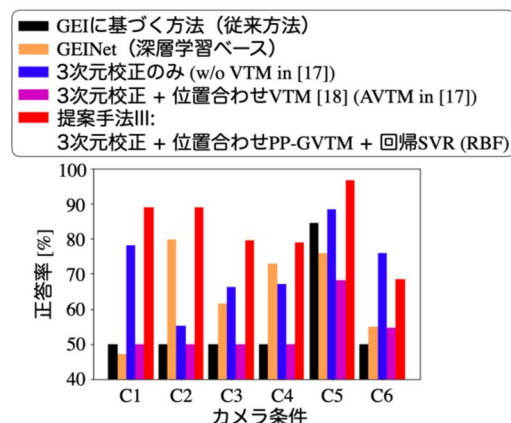


図7. 提案手法 III の評価結果

参考文献

- [1] Y. Makihara *et al.*, "Gait Recognition Using a View Transformation Model in the Frequency Domain", *Computer Vision – ECCV 2006 Lecture Notes in Computer Science*, 3953, pp.151-163, 2006
- [2] 岩間 他, "犯罪捜査支援のための歩容に基づく人物鑑定システム", *研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM)*, pp.1-10, vol.186(3), 2013
- [3] 井元 他, "身体部位の特徴点と形状情報に基づくモデルベース歩容認証の検討", *精密工学会誌*, 83(1), 94-100, 2017
- [4] D. Imoto *et al.*, "Model-Based Interpolation for Continuous Human Silhouette Images by Height-Constraint Assumption", *ICVISIP2020: proceedings of 2020 4th International Conference on Vision, Image and Signal Processing*, 2020
- [5] D. Imoto *et al.*, "A Novel Human Identification Method by Gait using Dynamics of Feature Points and Local Shape Features", *EUVIP2018: proceedings of 2018 7th European Workshop on Visual Information Processing*, 2020
- [6] 井元 他, "特徴点と形状情報の動的特徴を用いた歩容解析手法の服装相違条件における精度評価", *日本法科学技術学会誌*, 24(1), 23-41, 2019
- [7] D. Imoto *et al.*, "Enhancing the Robustness of Forensic Gait Analysis Against Near-Distance View-Angle Differences", revised (2021/5/30)
- [8] 井元 他, SBRA 2017
- [9] D.P. Mukherjee *et al.*, "Contour Interpolation using Level-Set Analysis", *International Journal of Image and Graphics*, 12(1), 1250004, 2012
- [10] 倉爪亮, "レベルセット法とその実装方法について," *コンピュータビジョン最先端ガイド 1*, 八木康史・斎藤英雄 (編), pp.1-38, アドコムメディア株式会社, 2008.
- [11] M.K. Driscoll *et al.*, "Cell Shape Dynamics: From Waves to Migration", *PLoS Computational Biology*, 8(3), e1002392, 2012
- [12] Y. Iwashita *et al.*, "Person identification from spatio-temporal 3D gait", *EST2010: Proceedings of International Conference on Emerging Security Technologies*, 30-35, 2010.
- [13] Y. Makihara *et al.*, "The OU-ISIR gait database comprising the treadmill dataset", *IPSAJ Trans. On Computer Vision and Applications*, 4, 53-62, 2012.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 井元 大輔, 黒沢 健至, 土屋 兼一, 黒木 健郎, 平林 学人, 秋葉 教充, 角田 英俊	4. 巻 24(1)
2. 論文標題 特徴点と形状情報の動的特徴を用いた歩容解析手法の服装相違条件における精度評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本法科学技術学会誌	6. 最初と最後の頁 23-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3408/jafst.745	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 -

1. 著者名 Daisuke Imoto, Kenji Kurosawa, Masakatsu Honma, Ryo Yokota, Manato Hirabayashi, Yoshinori Hawaii	4. 巻 ICVISP2020
2. 論文標題 Model-Based Interpolation for Continuous Human Silhouette Images by Height-Constraint Assumption	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ICVISP 2020: Proceedings of the 2020 4th International Conference on Vision, Image and Signal Processing December 2020	6. 最初と最後の頁 No. 17, pp.1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3448823.3448835	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 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 井元大輔, 黒沢健至, 本間正勝, 横田亮, 平林学人, 羽合佳範
2. 発表標題 高さの制約による連続した人物シルエット映像のフレーム補間手法の開発 ~ 低フレームレート条件における歩容解析への適用 ~
3. 学会等名 信学技報, vol. 119, no. 192, PRMU2019-19, pp. 43-48, 2019年9月.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井元大輔, 黒沢健至, 本間正勝, 横田亮, 平林学人, 羽合佳範
2. 発表標題 動的特徴と相違度の統合による歩容解析の撮影角度に対する頑健性の向上
3. 学会等名 法科学技術学会 第25回学術集会発表要旨集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井元大輔, 黒沢健至, 本間正勝, 横田亮, 平林学人, 羽合佳範
2. 発表標題 相対高さの制約を加味した連続した人物シルエット映像のフレーム補間手法
3. 学会等名 バイオメカニズム学術講演会予稿集 (バイオメカニズム学術講演会講演予稿集)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daisuke Imoto, Kenji Kurosawa, Ken'ichi Tsuchiya, Kenro Kuroki, Manato Hirabayasi, Norimitsu Akiba, Hidetoshi Kakuda, Kosuke Tanabe, Yoshinori Hawaii
2. 発表標題 A Novel Human Identification Method by Gait using Dynamics of Feature Points and Local Shape Features
3. 学会等名 EUVIP 2018: proceedings of the IEEE 7th European Workshop on Visual Information (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井元大輔, 黒沢健至, 土屋兼一, 黒木健郎, 平林学人, 秋葉教充, 横田亮, 角田英俊, 田辺鴻典, 羽合佳範
2. 発表標題 歩容解析における射影歪み除去による撮影角度依存性の改善
3. 学会等名 日本法科学技術学会第24回学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井元大輔, 黒沢健至, 土屋兼一, 黒木健郎, 平林学人, 秋葉教充, 角田英俊
2. 発表標題 特徴点と形状情報の動的特徴を用いた歩容解析手法
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(SBRA)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井元大輔, 黒沢健至, 土屋兼一, 黒木健郎, 平林学人, 秋葉教充, 角田英俊
2. 発表標題 二次元姿勢推定ツールを用いたモデルベース歩容認証法の提案
3. 学会等名 第16回情報科学技術フォーラム (FIT2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井元大輔, 黒沢健至, 土屋兼一, 黒木健郎, 平林学人, 秋葉教充, 角田英俊
2. 発表標題 二次元姿勢推定ツールを用いたモデルベース歩容解析の効率化
3. 学会等名 第23回 法科学技術学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井元大輔, 黒沢健至, 土屋兼一, 黒木健郎, 平林学人, 秋葉教充, 角田英俊
2. 発表標題 特徴点と形状情報を用いたモデルベース歩容認証法の服装相違条件における精度評価
3. 学会等名 第7回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井元大輔, 黒沢健至, 本間正勝, 横田亮, 平林学人, 羽合佳範
2. 発表標題 3次元カメラパラメータの校正に基づく歩容解析の射影歪み頑健性評価
3. 学会等名 画像電子学会第294回研究会(映像学技報, 44(22), p.27-30, 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井元大輔、黒沢健至、本間正勝、横田亮、平林学人、羽合佳範
2. 発表標題 三次元カメラ校正に基づく撮影角度の相違に頑健な歩容解析
3. 学会等名 日本法科学技術学会第26回学術集会(講演要旨集, p.69)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daisuke Imoto, Kenji Kurosawa, Masakatsu Honma, Ryo Yokota, Manato Hirabayashi, Yoshinori Hawaii
2. 発表標題 Model-Based Interpolation for Continuous Human Silhouette Images by Height-Constraint Assumption
3. 学会等名 ICVISIP 2020: the 2020 4th International Conference on Vision, Image and Signal Processing (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Researchmap https://researchmap.jp/read10760902/
--

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
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------