

機関番号：14401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20700160

研究課題名（和文）全方位カメラを用いた複数観測方向に基づく高精度歩容認証に関する研究

研究課題名（英文）Research on multi-view gait recognition using an omnidirectional camera

研究代表者

榎原 靖 (MAKIHARA YASUSHI)

大阪大学・産業科学研究所・助教

研究者番号：90403005

研究成果の概要（和文）：本研究では、歩き方の個性である歩容に基づく個人認証の高精度化を目的とした。歩容は観測方向によって得られる特徴が異なることから、それらを統合することで認証性能が向上する可能性がある。そこで、通常のカメラを用いた単一観測方向による歩容認証に対して、全方位カメラを用いた複数観測方向による歩容認証手法を提案した。屋内に設置した全方位カメラに対して様々な観測方向で撮影した歩行映像を用いて実験を行い、認証性能が向上することを確認した。また、歩行者の動線がある程度規定される場合に、認証率が最大となるようなカメラの最適配置を行うための認証性能モデルを構築した。

研究成果の概要（英文）：This study tried to improve performances of gait recognition; person identification from walking style. Because obtained gait features are different among observation views, it is possible to improve the gait recognition performances integrating the multi-view gait features. While previous approaches use a single-view gait feature with a conventional perspective camera, we propose a method of multi-view gait recognition method by using an omnidirectional camera. We conducted experiments with various observation-view gait image sequences around the omnidirectional camera in the room and confirm the effectiveness of the proposed method. Moreover, we construct a gait recognition performance model to realize the optimal camera arrangement which maximize the recognition performance.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2008年度 | 1,200,000 | 360,000 | 1,560,000 |
| 2009年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 2010年度 | 1,100,000 | 330,000 | 1,430,000 |
| 総計 | 3,300,000 | 990,000 | 4,290,000 |

研究代表者の専門分野：コンピュータビジョン

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：バイオメトリクス，個人認証，全方位カメラ，周波数解析，方向変換，最適配置

1. 研究開始当初の背景

(1) 生体認証における歩容認証の位置づけ

顔が見えない程に離れた場所にいる家族や友人を、その姿や歩き方の癖から識別できたという経験を多くの人が持つことから、人の歩き方(歩容)の個性をバイオメトリクスとした個人認証の可能性が示されている[1]. 実際、歩容のシルエット系列(下図)には多様な個性が現れることから、申請者らは歩容の周期性に着目した周波数領域特徴による個人認証法を提案し、その有効性を確認してきた[2].

また、従来から指紋・虹彩・顔等のバイオメトリクスが研究開発されているが、いずれも認証対象者が意図的にセンサに接触・接近する必要があり、使い勝手の面で問題点が指摘されている. 一方、歩容認証においてはセンサ(カメラ)から遠く離れた場所で、しかも対象者が意識することなく認識可能であることから、広域監視等への応用の期待も高い.

[1] S.V. Stevenage, M.S. Nixon, and K. Vince, "Visual analysis of gait as a cue to identity," Applied Cognitive Psychology, Vol. 13, No. 6, pp. 513--526, 1999.

[2] Y. Makihara, R. Sagawa, Y. Mukaigawa, T. Echigo, and Y. Yagi, "Gait Recognition Using a View Transformation Model in the Frequency Domain," Proc. of the 9th European Conf. on Computer Vision, Vol. 3, pp. 151--163, 2006.

(2) 歩容認証の研究動向

従来の歩容認証は、腕の振りや足の運びといった歩容の特徴の現れやすい側面方向付近の画像を扱っている研究[3]が主であり、複数観測方向を用いた歩容認証の研究は数少ない. また、従来の複数観測方向による歩容認証手法は、複数台のカメラによって観測された歩容画像を用いており[4][5]、実社会へ応用する際のインフラコストの面では問題が有った.

2. 研究の目的

(1) 全方位カメラを用いた複数観測方向に基づく歩容認証

①複数観測方向による歩容認証

従来の通常カメラを用いた単一観測方向

による手法と比べて、全方位カメラを用いた複数観測方向の歩容認証によって、認証精度が向上することを確認する.

②方向変換モデルと複数観測方向の統合による歩容認証

登録時と入力時で観測方向のセットが異なる場合に、方向変換モデルと組み合わせることで、より多くの観測方向間での照合を行い、認証率を向上させる.

(2) 歩容認証のための全方位カメラの最適配置

対象者の動線が限定される場合に、認証率を最大化する全方位カメラの最適配置を求める.

3. 研究の方法

(1) 全方位カメラを用いた複数観測方向に基づく歩容認証

①複数観測方向による歩容認証

5m以上の直線距離が確保されている部屋もしくは屋外の広場に全方位カメラを設置し(図1)、各被験者の直線歩行を撮影することで、複数観測方向の全方位歩容画像シーケンス(図2, 3)を取得する. テスト用の歩容データセットとして、20人程度の被験者に対して、全方位カメラから様々な方向・距離における歩容を撮影する. その際の対象被験者は、研究室内及び学内の学生や職員とする.



図1. 全方位カメラの設置環境

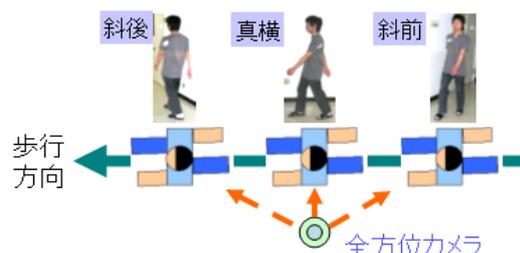


図2. 全方位カメラによる複数観測方向撮影



図3. 全方位カメラの撮影画像例

次に、データセットの各シーケンスよりシルエット抽出・人物追跡・観測方向の推定等を行い、複数方向の周波数領域特徴[2](図4)を取得する。認証時には、登録と入力シーケンスに含まれる複数方向の特徴を統合して評価する必要があるため、方向毎に計算した照合度に対して、正規化や重み付け等のいくつかの手法を評価して、最適な統合方法を選択する。

また、複数方向観測の有効性を確認するために、観測方向が1~5方向程度に増加した場合の認証精度の上昇率を確認する。

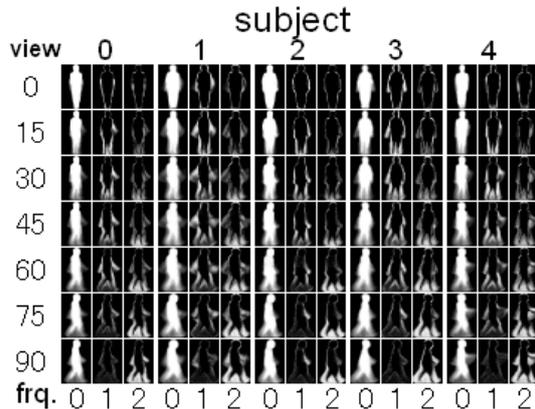


図4. 周波数領域特徴

②方向変換モデルと複数観測方向の統合による歩容認証

認証時には、登録と入力シーケンスに含まれる方位及び俯角方向が異なることがあるため、各方向の変化による特徴変化を考慮した変換手法を提案する。具体的には、比較的小さな変化である俯角変化については、事前学習が不要な矢状面の透視投影による変換を行い、俯角0度のシルエット画像への変換を行う。次に、変化が大きい方位角方向については、申請者が提案した事前学習と因子分解法に基づく方向変換モデル(図5)により登録と入力方向を補間し合うことで、登録と入力の共通方向が少ない場合において、多方向照合を実現する。

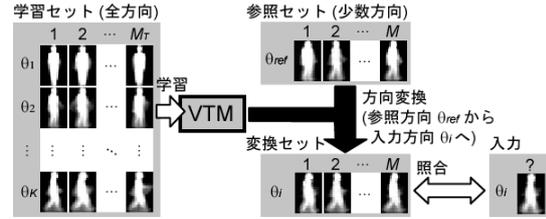


図5. 方向変換モデル

(2) 歩容認証のための全方位カメラの最適配置

対象者の動線が限定される場合に、認証率を最大化する全方位カメラの最適配置に関する研究を行う。

まず、認証性能に影響を与える観測条件として、歩行者の上半身及び下半身の解像度・特徴抽出の安定性に影響する一歩行周期内の観測角変化・特徴の多様性に影響するシーケンス全体の観測角・観測方向の五つの条件に着目する。次に、全方位カメラに対して様々な奥行きや位置での歩行データを収集し、歩容認証実験を行う。これにより、様々な観測条件と認証性能からなる学習セットを生成する。そして、学習セットに対してガウス過程回帰を適用することで、観測条件を入力として認証性能の期待値と分散を出力とする認証性能モデルを構築する。最後に、認証性能モデルを用いて、カメラ配置から認証性能を推定することで、最適なカメラ配置を求める。

実験では、17人の被験者の屋内データセットと13人の被験者の屋外のデータセットを用いて認証性能モデルの構築し、カメラの最適配置を求める。

4. 研究成果

(1) 全方位カメラを用いた複数観測方向に基づく歩容認証

①複数観測方向による歩容認証

複数方向観測の有効性を確認するために、従来の通常カメラを用いた単一観測方向による手法との比較を行った。具体的には、受信者操作特性曲線(ROC Curve)上における1, 3, 5, 10%の他人受入率の下での本人受入率によって評価し、観測方向が1から5方向に増加した場合に3~10%の改善を確認した。

②方向変換モデルと複数観測方向の統合による歩容認証

前述の共通方向のみによる手法と比較して、俯角の正規化と方位角の補間を行った提

案手法により、受信者操作特性曲線 (ROC Curve) 上における他人受入誤り率と本人拒否誤り率の等誤り率 (EER) が 1~2% 程度向上することが確認された (図 6)。この性能向上は、特に共通方向が少ない場合に大きく、また共通方向の照合では扱えなかった、共通方向が存在しない場合においても一定の認証を行えることを確認した。

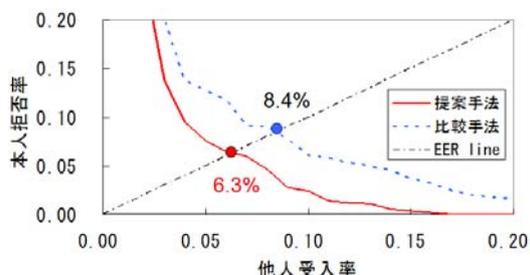
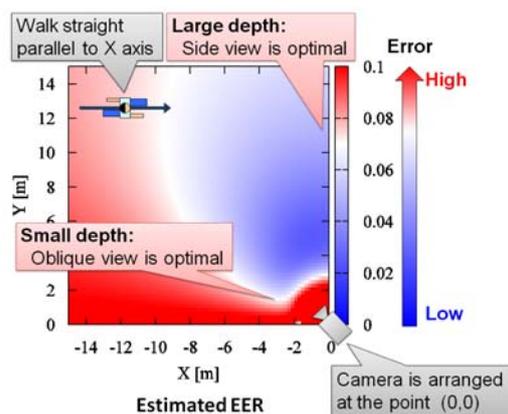


図 6. 方向変換モデルと複数観測方向の統合による認証性能向上

(2) 歩容認証のための全方位カメラの最適配置

実験の結果より、屋内においては、特徴抽出の安定性に影響する一歩行周期内の観測角変化が認証性能に大きな影響を与えることが分かり、側面よりも前方から斜め前方向から歩行者を観測する方が有利であることが確認された。一方、シルエット抽出が不安定になる屋外においては、歩行者の解像度の影響が相対的に大きくなるため、奥行きが大きくなるにつれて、距離の近い側面に近い観測方向の方が有利になることが確認された (図 7)。

図 7. 屋外環境における最適カメラ配置



5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

①杉浦 一成, 榎原 靖, 八木 康史, ``全方

位カメラを用いた複数方向の観測による歩容認証'', 情報処理学会論文誌コンピュータビジョンとイメージメディア, Vol. 49, No. 2 (CVIM 22), pp. 76--85, Jul. 2008, 査読有.

[学会発表] (計5 件)

- ①N. Akae, Y. Makihara, and Y. Yagi, ``The Optimal Camera Arrangement by a Performance Model for Gait Recognition,'', Proc. the 9th IEEE Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 1-6, Santa Barbara, CA, USA, Mar. 22, 2011, 査読有.
- ②赤江 直樹, 榎原 靖, 八木 康史, ``全方位カメラを用いた歩容認証におけるセンサ最適配置手法'', 第13回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2010), pp. 921-926, 釧路, 7月28日, 2010, 査読有.
- ③赤江 直樹, 榎原 靖, 八木 康史, ``全方位カメラを用いた歩容認証におけるセンサ配置に関する検討'', 情報処理学会研究報告, 情報処理学会, Vol. 2010-CVIM-172, 名古屋, 5月27日, 2010, 査読無.
- ④杉浦 一成, 榎原 靖, 八木 康史, ``全方位カメラと方向変換モデルを用いた多方向照合による歩容認証'', 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2009) 論文集, pp. 359--366, 松江, 7月22日, 2009, 査読有.
- ⑤K. Sugiura, Y. Makihara, and Y. Yagi, "Omnidirectional Gait Identification by Tilt Normalization and Azimuth View Transformation," Proc. of the IEEE Workshop on OMNIVIS, Marseille, France, Oct. 27, 2008, 査読有.

[その他]

ホームページ

<http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/~makmakih/index-j.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

榎原 靖 (MAKIHARA YASUSHI)
大阪大学・産業科学研究所・助教
研究者番号：90403005

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし

(4) 研究協力者

杉浦 一成 (SUGIURA KAZUSHIGE)
大阪大学・産業科学研究所・博士前期課程
学生
(2008年4月～2009年3月)

赤江 直樹 (AKAE NAOKI)
大阪大学・産業科学研究所・博士前期課程
学生
(2009年4月～2011年3月)