

## レンズレス全方位センサによる装着型アンビエント監視 と児童防犯への発展

Ambient Surveillance using a Wearable Lensless Omnidirectional  
Sensor - Prevention of Crimes against Children -

八木 康史 (YASUSHI YAGI)

大阪大学・産業科学研究所・教授



### 研究の概要

本研究課題では、装着者自身の本人認証・行動予測による異常事態の発見という機能を持つ、子供でも違和感なく装着できるウェアラブル防犯センサシステムを提案し、アンビエント監視による児童防犯の確立を目指す。モデル小学校の協力のもと、児童ボランティアによる有用性評価、社会実装を意識した地域社会との連携に関する検討を実施する。

研究分野：総合領域

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：パターン認識、画像情報処理、コンピュータビジョン

### 1. 研究開始当初の背景

附属池田小学校でおきた異常者による殺傷事件、神戸の幼児殺人事件、レイプなどの性犯罪、そしてニューヨーク世界貿易センタービルに代表されるテロ事件など、世の中には危険が溢れている。これらの危険を防止する手段の一つが、環境埋め込み型の監視システムである。環境埋め込み型は、人が沢山集まる場所で犯罪の解決に効果を発揮するが、危険は必ずしも人が沢山集まる場所だけではない。例えば、神戸の幼児殺人事件やレイプ事件などは、人気のない場所が犯罪現場となる。このような犯罪現場に対応するためには、従来型の環境埋め込み型だけでなく、各種防犯グッズのように各人が携帯し、近寄る危険を自ら発見できる監視システムを考えていく必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、各人が装着することで、常にその人物の周囲状況を実時間監視することのできる装着型センサとそのセンサを用いたアンビエント監視を提案する。本研究期間内には、装着型センサとしてレンズレス全方位センサの設計・試作に加え、学童というターゲットを設けた上で、通学防犯を対象に社会実装を目標に掲げる。

### 3. 研究の方法

本研究では、以下に挙げるセンサならびに手法の開発を行う。

- P1) レンズレス全方位センサ
- P2) 相互遮蔽が起きる人が往来する状況下での安定な人物検出・個人識別

- P3) 動的背景、動的カメラのもとでの人物領域セグメンテーション手法
- P4) 服装変化に対応した歩容認証手法
- P5) 速度変化に対応した歩容認証手法
- P6) 装着者自身の本人認証・行動予測による異常事態の発見
- P7) 携帯型システムの消費電力軽減から低フレーム映像列からの歩容認証
- P8) モデル小学校の児童ボランティアによる有用性評価、社会実装を意識した地域社会との連携に関する検討

### 4. これまでの成果

- P1) レンズレス全方位センサ  
水平視野176度の三回反射光学系を設計した(図1)。本設計では、主鏡と副鏡を一体成形することで、部品点数を減らし、ミラー間のアライメントを最小限にした。約5立方センチの試作機を通じ、光学系の有用性を確認した。
- P2) 相互遮蔽が起きる人が往来する状況下での安定な人物検出・個人識別  
時空間勾配ヒストグラムによるSTHOG特徴とAdaBoostによる歩行者検出手法を提案した。公開データベースPETS2006、PETS2009 View01、View02に対して、HOG、HOGHOF、HOG3D特徴を用いた歩行者検出の従来手法との比較を行い、提案手法の有効性を確認した。
- P3) 動的背景、動的カメラのもとでの人物領域セグメンテーション手法  
部分的に欠けのある初期人物領域に対して、歩容標準モデルとDynamic Time Warping(DTW)を適用することで、人物領域の追跡及びセグメンテーションを行った。また、小領

域のパッチに基づく追跡及びセグメンテーション手法、連続フレームにおける形状の連続性を利用した追跡及びセグメンテーション手法を開発した。

#### P4) 服装変化に対応した歩容認証手法

服装変化の影響を受けにくい部分空間を服装タイプ毎に構築し、認識対象の服装を判断することで適切な部分空間において照合する手法を提案し、EERを6%に低減した。

#### P5) 速度変化に対応した歩容認証手法

下半身リンクの関節角を特徴量として、速度変換モデルを学習する手法及び歩容シルエット画像復元手法を構築し、EERを従来手法の12.5%から9.0%に低減した。

#### P6) 装着者自身の本人認証・行動予測による異常事態の発見

予め登録しておいた本人の動き情報と実際に計測された動き情報を安定に照合するために、照合の曖昧性を低減できる位置合わせ手法を開発した。さらに、路面の違いによっても歩行動作が異なることに着目し、歩行動作から平坦部の通常歩行、階段の上り下り、坂の上り下りの5パターンを認識する問題にも取り組み、97名の被験者による実験では90%以上の認識率を達成した。

#### P7) 携帯型システムの消費電力軽減から低フレーム映像列からの歩容認証

標準フレーム登録映像と低フレーム入力映像を共に固有空間に投影し、位相同期により歩容認証を行う手法を構築した。185名の被験者に対して1fpsから60fpsの様々な映像を用い、EER1%以下を達成した。更に、フレームレートが極めて低い場合には、ワゴンホイール現象やストロボ効果によって位相推定や多様体復元が不安定になることがあるため、学習用被験者の通常フレームレートの歩容画像列を事前知識として導入することで、1fps同士の歩行映像の照合実験において、EERを従来手法の14%から3.5%に低減し、Rank-1 認証率を従来手法の52%から87%に改善した。

さらに、登下校時の小学生を対象とした実証実験を想定して、インターネットに常時接続可能なAndroidスマートフォンによるシステムの検討・実装を行った。本システムでは、スマートフォン内蔵のモーションセンサにより本人認証を行うため、これまでに開発したソフトウェアをAndroidに移植し、その動作を確認した。

本研究を通じて、736名の被験者からなる世界最大の慣性センサによる歩行運動データベース、被験者数4007名(男性2135名、女性1872名)の世界最大の歩行映像データベースも構築した。

## 5. 今後の計画

24年度以降は、23年度にシステム実装した、スマートフォンをベースとするシステム

を完成させ、モデル校において実証実験を実施する。そのための登下校緊急時映像配信ソフトとして、「録る、送る、知る」の3つのモードを持つ装着システム用ソフトを開発する。「録る」では、通学時の映像を位置情報と共に記録する。「送る」では、児童が指定場所を通過した場合に、保護者に対し、その場の映像を送信する。また保護者のリクエストに対し、いつでも、位置、映像等を保護者のメールアドレスに送信する。「知る」では、本人認証手法により、本人以外または非日常行動と判断された場合に、「送る」機能により保護者に連絡する機能を実現する。

登下校実証実験は、3ヶ月を1期として、H24、H25の2年間を6期に分けて、各期10名の児童ボランティアを募り、実証実験を行う。

## 6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

[1] K. Shiraga, N. T. Trung, I. Mitsugami, Y. Mukaigawa and Y. Yagi, "Gait-based Person Authentication by Wearable Cameras" Proc. of the Ninth Int. Conf. on Networked Sensing Systems (2012, Accepted)

[2] Y. Makiyama, H. Mannami, A. Tsuji, M. A. Hossain, K. Sugiura, A. Mori and Y. Yagi, "The OU-ISIR Gait Database Comprising the Treadmill Dataset" IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications (2012, Accepted).

[3] Y. Makiyama, A. Mori and Y. Yagi, "Periodic Temporal Super Resolution based on Phase Registration and Manifold Reconstruction" IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications, vol. 3, pp. 134-147, 2011.

[4] N. T. Thanh, Y. Kojima, H. Nagahara, R. Sagawa, Y. Mukaigawa, M. Yachida, Y. Yagi, "Real-time Estimation of Fast Egomotion with Feature Classification using Compound Omnidirectional Vision Sensor" IEICE Trans. on Information and Systems, vol. E93-D, no. 01, pp. 152-166, 2010

[5] J. Wang, Y. Yagi, "Tracking and segmentation using Min-Cut with consecutive shape priors", Paladyn. Journal of Behavioral Robotics, Versita, co-published with Springer-Verlag GmbH, vol. 1, no. 1, pp. 73-86, 2010.

[6] M. A. Hossain, Y. Makiyama, J. Wang, Y. Yagi, "Clothing-invariant gait identification using part-based clothing categorization and adaptive weight control", Pattern Recognition, vol. 43, no. 6, pp. 2281-2291. 2010.

ホームページ等

<http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/>