

# 匿名カメラ - 監視におけるプライバシー問題の根本的解決と病院内実証実験 - (121810005)

Anonymous Camera - Privacy preserving camera for surveillance in hospital -

## 研究代表者

谷口 倫一郎 九州大学大学院システム情報科学研究院

Rin-ichiro Taniguchi Faculty of Information Science and Electrical Engineering,  
Kyushu University

## 研究分担者

倉爪 亮<sup>†</sup> 内田 誠一<sup>†</sup> 金子 邦彦<sup>†</sup> 諸岡 健一<sup>†</sup> 長原 一<sup>†</sup> 馮 堯楷<sup>†</sup> 岩下 友美<sup>†</sup> 辻 徳生<sup>†</sup>

Ryo Kurazume<sup>†</sup> Seiichi Uchida<sup>†</sup> Kunihiko Kaneko<sup>†</sup> Kenichi Morooka<sup>†</sup>

Hajime Nagahara<sup>†</sup> Yaokai Feng, Seiichi<sup>†</sup> Tomomi Iwashita<sup>†</sup> Tokuo Tsuji<sup>†</sup>

<sup>†</sup>九州大学大学院システム情報科学研究院

<sup>†</sup>Faculty of Information Science and Electrical Engineering,  
Kyushu University

研究期間 平成 24 年度～平成 26 年度

## 概要

本課題は、「匿名カメラのハードウェア開発」と「その有用性の実証実験」の2つを柱とする。前者については、特定部位（特に顔）の像のみを歪ませるべく、これまで培ったコンピューショナルフォトグラフィ技術を発展させ、新たな光学系をデザイン・実装する。その際、無駄のない開発のために、光学シミュレーションを援用する。後者については、数々の病院内情報環境構造化プロジェクトでの実績を活かし、これまでカメラの導入が難しかった病院内の各種シーンにおいて、匿名性を維持したままでの人物行動解析を行う。

### 1. まえがき

映像に対する従来のプライバシー保護手法は、完全ではない。Google street view などで用いられているプライバシー保護手法は、普通のカメラで撮影した画像について、その顔部分などプライバシー性の高い箇所を自動（もしくは手動）で検出・隠蔽している。ここでの問題は、プライバシー保護の対象も一旦は完全に画像化されている点である。この事実は、心理的抵抗を産むだけでなく、プライバシー情報流出といったリスクを孕んでいる。そしてこの不完全さが、カメラを含めたセンサネットワークによる見守り社会の発展を阻害しており、本研究が対象とした病院がその好例である。現在、病院にもカメラは導入されつつある。しかし、それは不審者対策など一般ビルと同様の目的である。一方で、患者の倒れ込みや転倒、待合混雑、道に迷った患者といった、病院独特の異常、状況の検出のためには依然カメラは利用されていない。病棟の共同浴室やトイレホールも、非常用押しボタンはあっても、カメラはない。いずれもプライバシーに配慮した結果である。

これに対し、本申請研究では、プライバシー問題の抜本的解決を目指し、顔のような特定対象のみを光学的に排除するカメラ「匿名カメラ」を世界で初めて開発した。このカメラは、反射型液晶素子(LCoS)を用いることで、撮影前すなわち CCD などの撮像センサ上に結像する像を光学的に劣化・隠蔽させることで、個人を特定できる情報をそもそも撮影しない（できない）という、全く新しいアプローチに基づくカメラである。提案する匿名カメラにより、映像による見守りの対象が格段に広がり、ICT による安心・安全社会に寄与できる。すなわち、匿名カメラは、個人を特定できる情報を光学的に排除でき、それ以外の人の情報や、人を取り巻く環境が織り成す実世界情報の取得を可能とする。これにより、病院内で「（誰かはわからないが）人が倒れている」といった、匿名性を確保した上での

異常状況検出が可能となった。実際に顔隠蔽画像から行動認識が行えることを実証実験により示した。

### 2. 研究開発内容及び成果

研究期間内に合計 4 台の匿名カメラの試作を行った。図 1 に試作した匿名カメラの外観を示す。図 1 のように、匿名カメラは赤外線画像を撮影する赤外線カメラと可視画像を撮影する LCoS カメラがビームスプリッタを介して直交に配置された構成である。環境からの入射光をビームスプリッタで赤外光と可視光に透過および反射により分離することで、同一視野のシーンを赤外画像と可視光画像として同時取得することができる。この匿名カメラに搭載される LCoS カメラは、コンピュータの信号に基づいて CCD の各画素の露光時間を反射型液晶素子(LCoS)でコントロールすることで、撮影画像の画素毎の光学的マスキングを可能とする。

また、監視カメラを想定して実時間で光学的隠蔽を行う手法の提案とソフトウェア実装を行った。まず、赤外画像を赤外カメラで USB インターフェースを通じて計算機に取り込む。この赤外画像を用いて LCoS に入力するためのマスク画像を同計算機により生成する。シーン中の顔部分は、体温により環境よりも高い温度として赤外画像に表れる。人の体温はおおよそ 30-40 度付近であることから、この事前知識を用いて顔領域を 2 値化処理により初期検出する。顔の温度は外気温により変動をするため、この初期検出顔画像のヒストグラム分布に基づき、顔の温度領域のしきい値を更新することで顔領域をリファインしマスク画像を得る。HDMI インターフェースを通じて生成された顔マスクを LCoS に与え、LCoS カメラに入射する可視光画像の顔領域部分を光学的に隠蔽する。その結果 CCD 上には、マスクされなかった領域が画像として集光する。最終的に CCD により USB を通じて同計算機に可

視光画像を取り込むことで、顔隠蔽画像を得る。これらの一連の処理を 33ms の実時間で行えるソフトウェアの実装をノート PC 上で実現した。図 2 に、匿名カメラで得られた顔隠蔽画像を例として示した。



図 1：匿名カメラの外観



図 2：プライバシー隠蔽画像

匿名カメラで撮影される図 2 に示した様なプライバシー隠蔽画像を用いて、撮影画像内に存在する人物の異常行動を認識する手法の開発を行った。提案手法は、病院内でを使用することを想定し、対象とする動作は通常歩行と 4 種類の異常行動（座り込み・転倒・胸を押さえる・頭を抱える）である。5 名を被験者として行動データベースを構築、各動作に対して 4 シーケンスずつの計 100 シーケンス、合計約 8,000 枚の画像を撮影した。図 3 に、通常歩行と、異常行動の一つである胸を押さえる動作の画像の一例を示す。



図 3：通常歩行と胸を押さえる動作の画像例

具体的に提案手法では、まず、学習用の画像から、背景差分法により対象人物領域を抽出する。次に抽出された人物領域から、歩容認証や物体識別などで用いられる 2 次元アフィンモーメント不変量の特徴として計算する。これらの処理を、学習用の全画像に行い、2 次元アフィンモーメント不変量からなる行動データベースを構築する。このデータベースを使った行動識別は、未知の入力画列が与えられると、まず、各画像でアフィンモーメント不変量を抽出する。識別手法の一つである k-Nearest Neighbor 法 (kNN) を用いて、それぞれの特徴に対して最近傍の特徴を持つデータベース内の動作へ投票を行う。最後に投票の結果を統合し、最も多くの票を得た動作を識別結果とする。提案手法を用いて、通常歩行と異常行動の識別実験を行った。通常歩行と異常行動のそれぞれの識別率は、90.0%と 97.5%であった。

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

匿名カメラは、通常避けるべき監視カメラにおける被撮影者のプライバシーの問題に逆に積極的に解決しようとする新しいアプローチと解決策を提案したものであった。この研究プロジェクトの実施中においても、マスコミによ

って監視カメラによるプライバシー問題が取材され、問題提起がなされてきた。さらには、近年のビッグデータへの期待から、カメラ映像による人流解析や行動認識の重要性がますます注目されてきている。この様に、プライバシー問題とカメラ映像利用とバランスや両立が、研究プロジェクト提案時よりもますます注目されてきている。今後とも、プライバシー問題の解決として本プロジェクトで行った匿名カメラによる社会や企業に周知を続けることで、新たなプライバシー概念やカメラ監視の問題提起と実現手法を模索していく予定である。

本研究において、匿名カメラの試作によるハードウェアの実現、匿名カメラによるプライバシー保護画像による異常行動認識を実現した。また、TMS を用いた匿名カメラネットワークシステムの実証を行った。本研究プロジェクトにより、匿名カメラや異常行動認識、センサネットワークの実装など技術的な課題は実証できた。しかしながら、特にカメラシステムにおいて、現在は LCoS を用いた光学的なマスクにより匿名カメラを実現しているため、カメラのコストやカメラの小型化に限界がある。本質的な匿名カメラの実現には、LCoS による露光制御に代わって、画素毎に露光制御可能な CMOS センサによる実現が理想的には考えられる。このような CMOS センサは現在、市販はおろか試作すらされていない状態である。また、大学による撮像センサの試作は、その数千万円におよぶ試作コストや技術的な問題から現実的ではない。そのため、カメラの実用化には、カメラやセンサ企業の協力が必要であるため、即時の実用化は難しいと考える。今後とも、試作匿名カメラによるデモにより、企業を巻き込んだ実用化の実現に向けて働きかける予定である。

### 4. むすび

本課題の目標は、カメラを含めたセンサネットワークにおけるプライバシー保護問題の抜本的解決にある。これに応じ、具体的目的を次の 2 点に設定した。(1)顔のような特定対象のみを光学的に排除できる(すなわち正しく結像しない)カメラ「匿名カメラ(anonymous camera)」を世界で初めて開発した。そして(2)その効果を病院という極めて高い秘匿性が必要とされる場において実証した。

#### 【誌上発表リスト】

- [1] Yumi Iwashita, Shuhei Takaki, Ken'ichi Morooka, Tokuo Tsuji, Ryo Kurazume, "Abnormal behavior detection using privacy protected videos", 2013 4th Int. Conf. on Emerging Security Technologies, pp. 55-57, (Cambridge, United Kingdom) (2013 年 9 月).
- [2] Yupeng Zhang, Yuheng Lu, Hajime Nagahara, and Rin-ichiro Taniguchi, "Anonymous camera for privacy protection", the 22nd International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2014), pp.4170-4175, (Stockholm, Sweden)(2014 年 8 月)
- [3] Kohei Inai, Mårten. Pålsson, Volkmar Frinken, Yaokai Feng, Seiichi Uchida, "Selective Concealment of Characters for Privacy Protection", the 22nd International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2014), pp. 333 - 338, (Stockholm, Sweden)(2014 年 8 月)

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

[http://limu.ait.kyushu-u.ac.jp/project/project\\_anonymity.html](http://limu.ait.kyushu-u.ac.jp/project/project_anonymity.html)