

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：62615

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26540048

研究課題名(和文)可視光反射・吸収特性を利用したプライバシーバイザーの研究

研究課題名(英文)Research on Preventing Unauthorized Face Image Detection

研究代表者

越前 功(Echizen, Isao)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授

研究者番号：30462188

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：カメラの写りこみによるプライバシー侵害を、被撮影者側から防止する方式を確立した。カメラ付き携帯端末の普及や、顔認識技術の進展により、無断で撮影・開示された写真を通じて、被撮影者がいつ・どこにいたかという情報が暴露されることになり、被撮影者のプライバシー保護が求められている。本研究では、人間とアルゴリズムによる顔認識の差異に基づいて、可視光を反射する素材を被撮影者が装着することで、人の視覚に違和感を与えずに、任意のカメラによる撮影を経ても被撮影者の同定を不能にする方式を確立した。

研究成果の概要(英文)：A method is proposed for preventing unauthorized face image revelation through unintentional capture of facial images. Methods such as covering the face and painting particular patterns on the face effectively prevent detection of facial images but hinder face-to-face communication. The proposed method overcomes this problem through the use of a device worn on the face that corrupts the Haar-like features through the use of light absorbing materials, which makes faces in captured images mostly undetectable. The device is similar in appearance to a pair of eyeglasses, so face-to-face communication is only slightly hindered, and it does not need a power supply. Testing of a prototype "PrivacyVisor" showed that captured facial images are sufficiently corrupted to prevent unauthorized face image revelation by face detection.

研究分野：情報セキュリティ

キーワード：プライバシー保護 顔認識

## 1. 研究開始当初の背景

ユビキタス情報社会の進展により、コンピュータ、センサおよびそのネットワークがいたるところに存在し、生活のあらゆる時間・空間で有益なサービスが受けられるようになった。一方で、カメラや GPS などのセンサを内蔵した携帯端末の普及により、人間という知的センサによって絶えず監視され、プライバシー情報が容易に開示されるという問題が顕在化している。特にカメラ付き携帯端末や Google Glass などの AR (拡張現実) 型ウェアラブルデバイスにより、当事者に無断で撮影された写真や、意図せず写りこんだ写真が、撮影者により SNS などに開示されることで、当事者のプライバシーが侵害されることが社会問題となっている。撮影時に撮影場所・時間などの撮影情報 (ジオタグ) をメタデータとして写真に付加する携帯端末の普及や、顔認識技術の進展により、公開されている当事者の写真から当事者がいつ・どこにいたかという情報が無断で開示された写真を通じて暴露されることになり、盗撮やカメラの写りこみによるプライバシー侵害を防止する本質的な対策が求められている。上記対策として、研究代表者は、人間の視覚とデジタルカメラの撮像デバイスの感度特性の違いに基づき、顔面に近赤外光源を配置することで撮影時のみ被撮影者の顔検出を失敗させる手法を提案した。しかし、この従来手法は、近赤外線照射のための電源が必要であり、近年普及している近赤外線に反応しない高感度撮像デバイスを持つデジタルカメラに対しては効果がないという問題があった。本研究では、任意のカメラの撮影による人物のプライバシーを保護するために、既存のデジタルカメラに新たな機能を追加することなく、人間とアルゴリズムによる顔認識の差異を利用することで、人の視覚には影響を与えずに、任意のカメラによる撮影を経ても人物の同定を不能にする方式を確立する。

## 2. 研究の目的

[目的 1]人間とアルゴリズムの顔認識の差異を利用したプライバシー保護手法の原理確立

人間とアルゴリズムの顔認識の違いに着目し、人間が顔認識によって得られる“顔の表情からの感情識別 (表情認知)”には影響を与えず、顔認識の前処理となる顔検出アルゴリズムの特徴量に影響を及ぼすように、顔面領域に明暗の特徴を発生させる可視光を反射・吸収するフィルタを貼付することで、実世界における人対人のコミュニケーションに影響を与えず、顔認識を失敗させる手法を確立する。

[目的 2]自然な人対人コミュニケーションを実現するプライバシーバイザーの実現

[目的 1]で検討した手法を市販の眼鏡やゴー

グル上に実装し、視覚上の印象評価および多様な撮影環境に対する撮影画像の顔検出評価を通じて、自然なコミュニケーションを維持しながら、顔認識による個人の同定を被撮影者側から直接的に防止するプライバシーバイザーを開発する。

## 3. 研究の方法

(1) [目的 1]で述べた目的を実現するために、[課題 1-1]人間の表情認知と顔検出アルゴリズムの分析による最適なフィルタ配置の検討に取り組む。また、人間による視覚的な違和感を軽減しながら、撮影後の顔検出を効果的に失敗させるために、上述の可視光反射・吸収フィルタの可視光反射率、可視光吸収率、透過性などの決定が重要な課題となる。そこで、[課題 1-2]フィルタの反射・吸収率の調整による視覚的違和感軽減とプライバシー保護効果の向上に取り組む。

(2) [目的 2]で述べた目的を実現するために、[課題 2-1]プライバシーバイザーの基本実装および[課題 2-2]自然なコミュニケーションとプライバシー保護を両立するプライバシーバイザーの実現に取り組む。

## 4. 研究成果

平成 26 年度は、[目的 1]人間とアルゴリズムの顔認識の差異を利用したプライバシー保護手法の原理確立の 2 つの課題である [課題 1-1]人間の表情認知と顔検出アルゴリズムの分析による最適なフィルタ配置の検討、および [課題 1-2]フィルタの反射・吸収率の調整による視覚的違和感軽減とプライバシー保護効果の向上に取り組み、プライバシーバイザーを実現するプライバシー保護手法の原理を確立した。当該研究成果の概要は以下の通りである。

[課題 1-1]人間の表情認知と顔検出アルゴリズムの分析による最適なフィルタ配置の検討では、撮影した任意の顔写真上に可視光反射フィルタおよび可視光吸収フィルタに対応した明暗のパターンを重畳・合成し、かつ合成した顔写真に顔検出 (OpenCV ライブラリの顔検出 API) を実行して、検出の可否を判定できるシミュレーターを開発し、当該シミュレーターに基づいて、顔面上の最適な明暗パターンを決定した。

[課題 1-2]フィルタの反射・吸収率の調整による視覚的違和感軽減とプライバシー保護効果の向上では、[課題 1-1]で設定した顔面上の明暗パターンをリファレンスとして、実際の可視光反射フィルタおよび可視光吸収フィルタに適用されている可視光反射率、可視光吸収率、透過率のパラメータについてシミュレーター上に機能追加を行い、上記パラメータを含めた最適な明暗パターンを決定した。

平成 27 年度は、[目的 2]自然な対人コミュニケーションを実現するプライバシーバイザーの実現の検討における 2 つの課題である [課題 2-1]プライバシーバイザーの基本実装、および [課題 2-2]自然なコミュニケーションとプライバシー保護を両立するプライバシーバイザーの実現を実施した。平成 26 年度に実施した [課題 1-1]および [課題 1-2]の検討結果に基づいて、可視光反射フィルタおよび可視光吸収フィルタを眼鏡やゴーグルなど人間が通常着用する物に貼付することで、プライバシーバイザーの基本実装を行うとともに、室内および室外などの多様な環境において、プライバシーバイザーを着用した人物が対人のコミュニケーションに及ぼす影響度合いの評価を行うとともに、撮影画像の顔検出に対する妨害度合いについても評価を行った。該研究成果の概要は以下の通りである。

[課題 2-1]プライバシーバイザーの基本実装では、市販の複数種類の眼鏡およびゴーグルに対して可視光反射フィルタおよび可視光吸収フィルタを貼付し、プライバシーバイザーとして実装した (図 1)。プライバシーバイザー着用による視覚的な違和感を低減しながら、顔検出アルゴリズムの妨害度合いを向上させるために、実装時にフィルタ領域や領域内のパターンの調整を行った。



図 1 プライバシーバイザーの着用例

[課題 2-2]自然なコミュニケーションとプライバシー保護を両立するプライバシーバ

イザーの実現では、室内および室外などの多様な物理環境で [課題 2-1]で検討したプライバシーバイザーを評価者に着用してもらい、対人のコミュニケーションに及ぼす影響度合いを評価した。同時に、複数の方向・距離からプライバシーバイザーを着用した人物の撮影を行い、顔検出の妨害度合いを評価した。上記の評価結果に基づいて、対人のコミュニケーションに及ぼす影響度合いが低く、顔検出への妨害効果が高いプライバシーバイザーの再実装を行った (図 2)。再実装にあたって、フロントフレームの傾きを通常的眼鏡のフロントフレーム (前傾) と逆向きとすることで、頭上にある光源をフレームのバイザー部分で効率的に反射し、顔面の明暗特徴の変化をより顕著にすることが可能となった。これにより、着用者の顔検出に対する妨害度合いを高めることを実現した。フロントフレームは専用設計となるため、3D プリントで製作した。



図 2 プライバシーバイザーの改良版

## 5. 主な発表論文等

(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)

山田隆行, 合志清一, 越前 功, “光の反射・吸収特性を利用した撮影画像からの顔検出防止手法”, 情報処理学会論文誌, Vol.55, No. 9, pp. 2104-2119, (2014 年)

[学会発表] (計 1 件)

A. Dabrowski, K. Krombholz, E. Weippl, and I. Echizen, “Smart Privacy Visor: Bridging the Privacy Gap”, Workshop on Privacy by Transparency in Data-Centric Services (PTDCS2015), Proc. of the 18th International Conference on Business Information Systems (BIS2015), Lecture Notes in Business Information Processing (LNBIP), no. 228, Springer, pp.235-247

(2015) (Poznan (POLAND))

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://research.nii.ac.jp/~iechizen/official/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

越前 功 (ECHIZEN ISAO)

国立情報学研究所・

コンテンツ科学研究系・教授

研究者番号：30462188

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし