

可視光を利用した盗撮防止システムの開発 ～スマホ等による被害を防ぐために～

1. 技術概要

最近、スマートフォンや携帯電話が幅広く普及し、一人一台は当たり前になってきました。これらの端末は安価で小型ながらパソコン並みの性能になってきており、通信速度の向上やメモリカードの大容量化に加えて、カメラやセンサの搭載で通話だけでなく、音楽や画像を誰もが簡単に取り扱えるようになってきております。しかしながら、便利さの半面、問題になってきているのが、携帯機器に搭載されているカメラ機能を用いた、盗撮^{*1}やデジタル万引き^{*2}等の犯罪（図1）であり、年々増加傾向にあります。更にカメラ機能とインターネットとの連携で新たな社会問題となってきたのが、アルバイトや客が店内で悪ふざけをしている姿を撮影し、ツイッターやフェイスブック等のSNSにアップロードして企業側に甚大な被害を与える行為です（図2）。これらの犯罪は携帯機器の進歩により手軽に多くの写真を撮影できるようになった事で、加害者に罪の意識が芽生えづらいのも重要な点と言えます。また、将来的にはゴーグルグラスを始めとするウェアラブル端末時代が到来する事から、カメラを用いた犯罪行為は巧妙に、かつ増加の一途をたどるものと推察されます。そこで我々は、スマホを始めとするカメラ搭載端末の撮影行為を制限する仕組みの必要性に注目して、簡易かつ低コストで実現するための技術開発に着手しました。

これまで加害者による撮影行為を制限するための手法としては、撮影時にシャッター音を鳴らす、端末の角度を検知して撮影できなくする、撮影禁止区域では撮影防止シールをレンズ部に貼る [3]等がありました。どれも一定の効果はあるものの直接的な対策には至っておりません。本技術は、周囲で普及し始めているLED照明を利用して可視光ビーコン^{*3}を発生させ、携帯カメラでそのビーコンを受信したならば、カメラ側の機能を制限するシステムとして開発を進めております（図3）。

この度は、汎用LEDシーリングライトとAndroid端末をベースにした盗撮防止システムのプロトタイプを開発しましたのでご報告申し上げます。

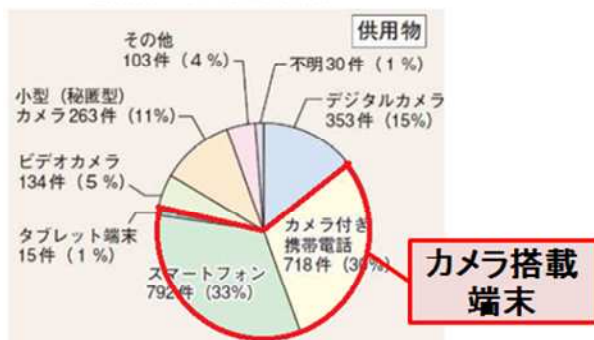


図1 盗撮事犯の供用物別検挙件 [1].



図2 カメラとSNSの連携によるいたづら行為 [2].



図3 本技術を用いた盗撮防止効果のイメージ [4].

2. 基本アイデア：LED照明とスマホカメラの連携による盗撮防止システム

本技術は、可視光ビーコンを送信するトランスミッタ^{*4}とビーコンを受信して処理を行うレシーバ^{*5}から構成されるシステムです（図3）。技術の普及のためには特別な機器を用意する事無く、既存の設備や機器を利用して低コストに実現できることが望ましいと考え、トランスミッタには一般的なLED照明を、レシーバにはAndroid^{*6}やiOS^{*7}を搭載したカメラ搭載スマートフォンを利用します。LED照明は、通常の照明として利用しつつも強い照度と弱い照度を繰り返して、その周期を変える事でビーコンパターンを生成・送信します。そして被写体撮影時に反射光をカメラで取得し、アプリを用いて画像を処理する事でパターンを識別してスマートフォンの画面に警告を表示させたり、カメラ機能自体を停止させる様にします。この技術は、一般的なLED照明を利用してビーコンを生成するため、撮影が可能な空間と制限したい空間を明確に分ける事が可能であり、スマートフォン側では画像の処理によって、様々なパターンを識別する事ができるため、カメラ撮影の制限だけでなく、撮影が必要な場合との併用等、柔軟な運用が可能になると考えております。

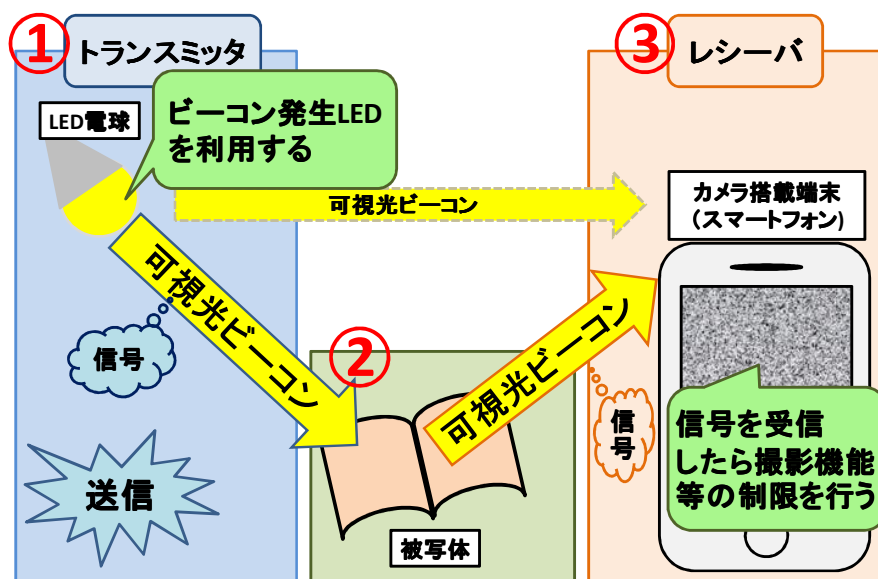


図4 LED照明とスマホカメラの連携による盗撮防止システム。

3. 技術的検討: ちらつきを感じさせない LED の点灯方法と画像処理による信号受信方法

トランスミッタで送信する可視光ビーコンは、汎用の製品に対して簡単な回路の追加によって、人の目で視認できず、カメラで識別できることが重要になってきます。そのために、プロトタイプシステムでは市販されている LED シーリングライト (LED 照明) の配線を変更し、小型のマイコン [5] を組込んだものとししました (図 5)。そして、プログラムでデジタル値を変更する事で電圧を変化させ、LED の照度を変更させています。図 6 に示す用に、人が気づかない様に、通所の照度から徐々に電圧を下げていき、明るさを変え、一定期間その明るさを保持して再び元に戻すことを繰り返します。レシーバでは、レンズに入る照度を画素値^{*8}に変換して、時分割の画像毎に画素値の差分と平均値を計算する事でビーコンパターンを検出します (図 7)。この時、手振れによる画素値の変化を抑える工夫も盛り込みました (図 8)。

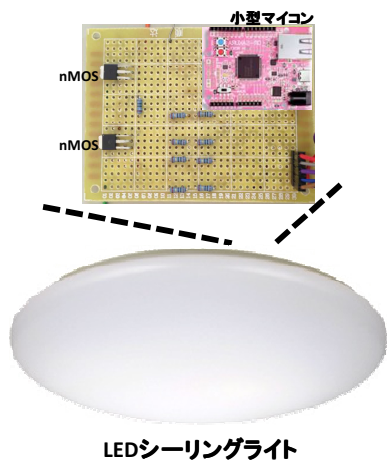


図 5 LED シーリングライトトランスミッタ。

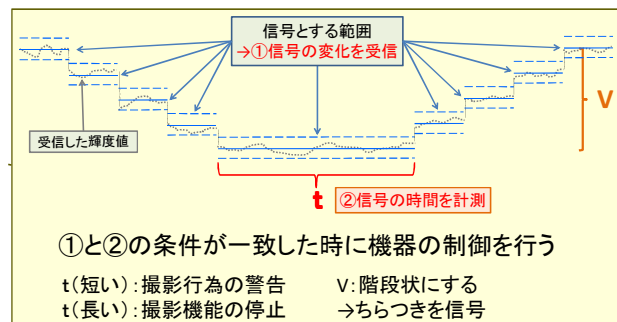


図 6 実装ビーコンパターン。

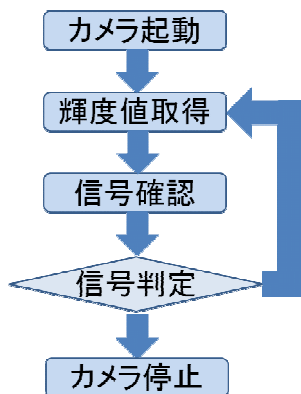


図 7 画像処理フロー。

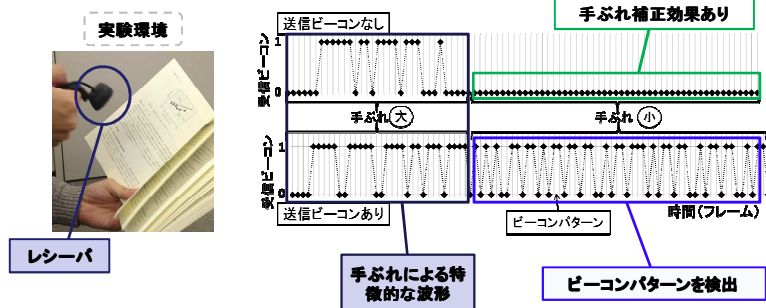


図 8 手振れ補正実験。

4. 評価実験：プロトタイプの開発

可視光を利用した盗撮防止システムのプロトタイプ（図9左）は、LEDシーリングライトに組み込みマイコンと別電源を取りつけ、支柱からつるし、Androidのタブレットに開発アプリを搭載したもので構成されます。このアプリは画像の撮影を行うものであり、通常使用ではカメラによる画像撮影が可能ですが、LED照明による可視光ビーコンが発信されている空間に入ると、カメラで取得した画像からパターンを検出し、撮影機能を停止します。本研究成果を、2014年7月に開催された組み込み総合技術展関西（ETWEST2014）に展示し、好評を得る事ができました（図9右）。また、2014年5月に開催された電子情報通信学会のワークショップでIEEE SSCS Kansai Chapter Academic Research Awardを受賞し、8月22日には、京都産学公連携機構主催の第4回未来技術交流会にて基調講演を行いました。9月19日（金）には、独立行政法人科学技術振興機構（JST）が主催する新技術説明会にて研究発表を行う予定です。



図9 デモンストレーション用プロトタイプと展示の様子。

5. まとめ

本技術は、最近問題となってきたスマートフォン等のカメラ搭載端末を用いた盗撮、デジタル万引きやSNSへのアップロードといった行為を制限するために開発されたものです。今後のウェアラブル端末の普及も考えると撮影行為を何らかの方法で制限する事は必須となると考えており、LED照明の普及がこの技術の発展を後押しするものと考えております。現在は端末側のアプリを開発して、それを利用する仕組みとなっておりますが、将来的にはこの働きを回路化してカメラ装置に組み込むことを目指しております。そして、カラーコピーに搭載が義務付けられている、お札偽造防止機能と同様に、盗撮防止機能の搭載がカメラ搭載端末に求められ、盗撮被害を減少させることができると考えております。

6. 今後の予定・展望

今後は、一部屋にLEDシーリングライトを複数設置し、様々な被写体に対して撮影を制限する事ができるかを検証する予定です。また、ビーコンパターンの送信方法改良とカメラ端末側の画像処理アルゴリズムの検出精度向上も行っていく予定です。

7. 記者発表におけるプロトタイプシステムの展示、及び実演について

発表当日は本技術の説明を行った後、盗撮防止プロトタイプシステムの展示、及びデモンストレーションを行います。LEDシーリングライトを点灯させ、可視光ビーコン発生時と常時点灯時でスマートフォンの撮影機能の停止を実演します。

8. 主な研究成果等

- ・2014年3月 盗撮防止装置：特願 2014-045362
- ・2014年5月 電子情報通信学会技術研究報告“可視光ビーコンを利用した犯罪防止システムの実装及び評価”がLSIとシステムのワークショップでIEEE SSCS Kansai Chapter Academic Research Awardを受賞
- ・2014年7月 組込み総合技術展 (Embedded Technology WEST 2014) 展示
- ・2014年7月 立命館大学 2014年度 実用化・社会実装促進プログラム採択
- ・2014年8月 京都産学公連携機構、第4回未来技術交流会 基調講演
- ・2014年9月 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 新技術説明会にて発表 (予定)

9. 参考文献等

- [1] <http://www.npa.go.jp/hakusyo/h25/youyakuban/youyakuban.pdf>
- [2] <http://enjoyou.net/炎上リスクについて/バイトテロについて/>
- [3] <http://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/0403/17/news001.html>
- [4] <http://www.kinokuniya.co.jp/c/store/Kokubunji-Store/shopinfo.html> (背景画像)
- [5] <http://japan.renesas.com/products/promotion/gr/>
- [6] <http://www.jasa.or.jp/etwest/2014/index.html>

10. 用語説明

- *1 盗撮：撮影の対象者あるいは対象物の管理者に了解を得ることなく隠れて撮影すること。
- *2 デジタル万引き：書籍や雑誌を購入せず、店頭で撮影する行為。
- *3 ビーコン：光や電波を利用した信号を発する固定された装置。
- *4 トランスミッタ：送信機。
- *5 レシーバ：受信機。
- *6 Android：Googleが2007年に発表した携帯電話向けプラットフォームの名称。OSを始め、ユーザーインターフェースやミドルウェア、アプリケーションソフトを広範に含んでいる。
- *7 iOS：Apple社のiPhone、iPad等に組込まれているOSの名称。
- *8 画素値：画像を構成する最小要素であるピクセルの値。