

大阪大学工学部	学生員	○平井 利枝
大阪大学大学院工学研究科	フェロー	矢吹 信喜
大阪大学大学院工学研究科	正会員	福田 知弘

## 1. 背景と目的

犯罪の発生や犯罪に対する不安感是人々の生活の質に大きく影響を与えるため犯罪予防が重要である。しかしながら、大都市において街頭犯罪の割合は高く、大阪府の被害状況を参考にすると夜間に女性が多く被害に合っていることが分かる。犯罪予防の理論のうち、近年、場所や状況に着目した防犯環境設計と呼ばれる防犯理論に関して、国内外で多くの研究がなされている。防犯環境設計には「監視性の確保」「領域性の強化」「接近の防御」「被害対象の強化」の4つのアプローチがあり、これらを環境設計に取り入れることで防犯効果が期待できる。街頭犯罪に防犯環境設計を当てはめると夜間は周囲の人の目が少ないため「監視性の確保」と「領域性の強化」を行い人の目を確保することが必要であり、女性は犯罪不安による影響が大きいため「被害対象の強化」を行い、犯罪不安を減少させることが必要であると考えられる。

一方、情報通信技術の大幅な進歩により無線センサネットワークに関する研究も多くなされている。防犯環境設計と無線センサネットワークを組み合わせられた研究も行われているが、実際の街路に導入できるデバイス設計には至らなかった。デバイスの設計・試作に至らなかった理由の一つとしてセンサノードのコストの問題が挙げられる。研究段階で用いられているセンサ機器類は総じて高価な場合が多く、屋外で広範囲に無線センサネットワークを構築する際のハードルとなっている。

そこで本研究では安価で、センサや部品が多数存在する Arduino をセンサノードとして利用することを考えた。街頭犯罪のうち、特に路上強盗とひったくりを対象とした監視性の確保と領域性・被害対象の強化を行うため、Arduino と通信モジュールを用いて無線センサネットワークを構築し、屋外で広範囲に通信可能なデバイスの設計・システムの開発を行った。

## 2. Arduino と通信モジュールを用いた防犯システム

本システムはコーディネータ端末、回転灯付ルータ、Web サーバ、クライアントの4つの構成要素から成る。通信には都市部において人口カバー率がほぼ100%の3G通信と、センサノードの複数同時接続が可能な ZigBee 通信を利用した。コーディネータ端末は Arduino・3G シールド・XBee・スイッチ等(図

1)、回転灯付ルータは Arduino・XBee・回転灯等(図2)で構成した。Web サーバには、メールの送信やクライアントからコーディネータ端末を制御する PHP ファイル群を配置し、データの保存やコーディネータ端末とクライアント間を繋ぐ役割を行う。クライアントには主に Android 端末を使用し、コーディネータ端末を制御するための Android アプリケーションを実装した。



図1 コーディネータ端末 図2 回転灯付ルータ

本研究では、街頭犯罪のうち路上強盗とひったくりを防止することに焦点を当て、コーディネータ端末を路上強盗遭遇時とひったくり遭遇時で異なる2通りの方法で使用することを想定した。

図3に路上強盗遭遇時のシステム作動の様子を示す。路上強盗に遭遇した際、被害対象者は携帯しているコーディネータ端末のスイッチを押す。すると ZigBee 通信でルータに信号を送信し「回転灯の制御」を行い、警告灯と警告音で周囲の人の目を集める。同時にコーディネータ端末は GPS 情報を取得し、3G 通信で Web サーバを介して指定したメールアドレスへ「GPS 情報付メール送信」を行う。このメールによってメール受信者(警察・警備員等)は被害対象者の異常事態と位置情報の把握が可能となる。

次に、図4にひったくり遭遇時のシステム作動の様子を示す。被害対象者がコーディネータ端末の入った鞆等をひったくりに遭ったと想定する。被害対象者はクライアント端末を操作することで Web サーバを介してコーディネータ端末を制御し、GPS 情報の取得及び送信を行い、クライアント端末上でひったくりに遭った鞆の「GPS 情報を地図表示」が可能となる。また複数の回転灯付ルータを設置し、コーディネータ端末から最寄りのルータへ信号を送信することで鞆及び犯罪企図者が移動する先々で各回転灯を作動させる「複数回転灯の点灯」を行う。これらの機能により鞆や犯罪企図者の早期発見や犯罪企図者の逮捕に繋がることを期待する。

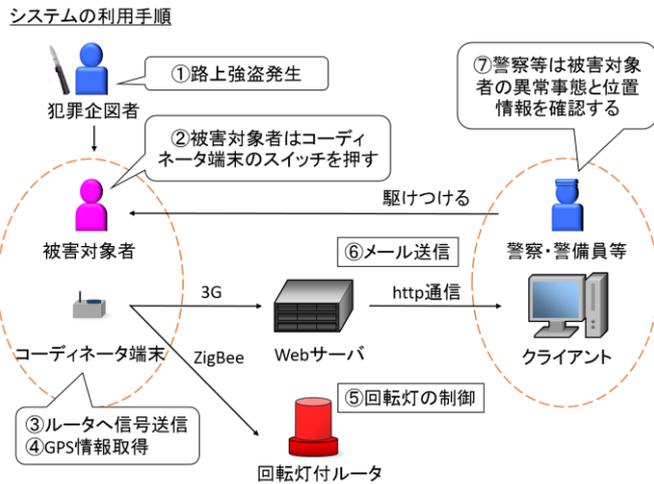


図3 路上強盗遭遇時のシステム作動イメージ

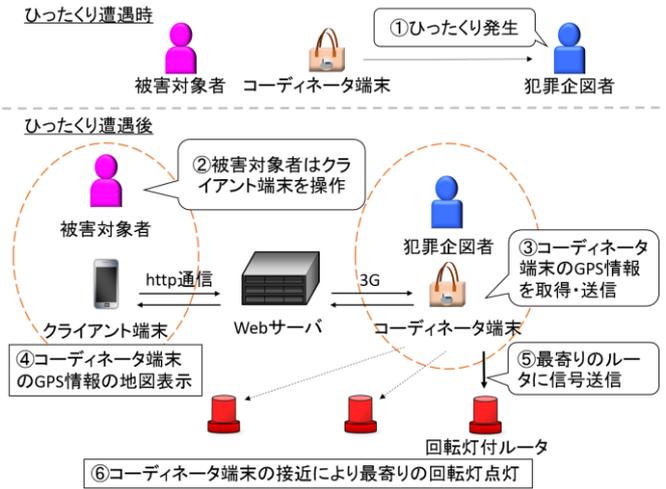


図4 ひったくり遭遇時のシステム作動イメージ

### 3. 屋外検証実験

大阪大学吹田キャンパス S4 棟駐車場にて屋外検証実験を行った(図5)。屋外検証実験では、設計したデバイスを実際に屋外に設置し、作成したシステムの機能が正常に作動するかを確認した。本検証実験では器材の都合のため、「複数回転灯の点灯」に関しては屋外に回転灯付ルータを1台設置して検証実験を行った。被害対象者役に女子学生1名、犯罪企図者役に男子学生1名、図3の警備員役として1名、実験記録に1名の計4名で検証実験を行った。

検証実験の結果、ZigBee通信による回転灯の制御に遅延はほぼなく、スイッチを押して1秒以内で回転灯は作動し、GPS情報付のメールはスイッチを押して10秒以内にクライアント側でメール受信が可能であることを確認した。被害対象者が携帯するAndroid端末からコーディネータ端末を制御してGPS情報の取得・地図表示が可能であることを確認した。また、同時にZigbee通信で最寄りの回転灯付ルータの作動が可能であることを確認した。



図5 検証の様子

### 4. 総括

本研究での結論を以下に示す。

- ・ コーディネータ端末、回転灯付ルータ、Webサーバ、クライアントから構成される無線センサネットワークを構築し、路上強盗やひったくり等街頭犯罪を対象とした防犯システムを開発した。
- ・ Arduino と 3G シールド・XBee 等の通信モジュールを使用することでコーディネータ端末やルータ等のセンサノードを安価に作成することが可能であった。
- ・ 屋外検証の結果、システムが屋外で作動可能で、遅延もほぼないことが確認された。

今後の課題として、本システムを一般的に実用化する場合、コーディネータ端末の小型化・軽量化や、ユーザビリティや耐久性等を考慮したコーディネータのデザインや携帯方法を考えていく必要がある。また、本論文の屋外検証実験では器材の都合の為、ひったくり遭遇時の複数回転灯の作動確認を1台のみで行ったが、今後は複数台設置して検証を行う予定である。

本研究の応用例として、ルータにカメラを取り付けることで犯罪企図者の写真を撮影する機能や犯罪企図者の写真やGPS情報をクライアントから警察などに送信する機能の追加を現在構想している。また、今後はスター型やクラスターツリー型、メッシュ型のトポロジーを作成することで広範囲での無線センサネットワークが構築でき、応用の幅も広がると期待される。

### 参考文献

- 1) 矢吹信喜, 福田知弘, 吉田善博: 夜間住宅街路の領域性・監視性強化のための照明手法の開発, 日本建築学会環境系論文集, 第75巻, 第650号, pp.321-329, 2010.4.