

## BLE 検知による紛失物発見システムの開発

伊藤 清里菜<sup>†</sup> 小山 祐佳<sup>†</sup> 岸田 一希<sup>†</sup> 金谷 咲弥<sup>†</sup> 本田 溪太<sup>†</sup> 長尾 和彦<sup>†</sup>弓削商船高等専門学校 情報工学科<sup>†</sup>

## 1. はじめに

近年、紛失物の件数が増加傾向にある。警視庁によると、平成 30 年度の紛失物は約 400 万点以上、現金は約 38 億円と報告されている。紛失物の多くは証明書類や財布などの貴重品であり、不正利用される危険性が高い。また、子どもやペットなどが行方不明になる事件も多く発生している。平成 30 年の行方不明者数は 87,962 人で、前年に比べ 3,112 年人増加している。災害時や遭難時などは電波が使えない状況での検索が求められる。

現在、複数の紛失物発見システムが提供されている。代表的なものとして、MAMORIO<sup>[1]</sup>や Tile<sup>[2]</sup>がある。MAMORIO は専用の BLE (Bluetooth Low Energy) 端末とスマートフォンをペアリングさせることで利用する。管理下においた端末の BLE を検知している場合、一定時間ごとにスマートフォンの位置情報がサーバに送信される。BLE が検知不可能になった場合には、サーバに記録された最終検知日時と位置情報をユーザに表示する。また、他ユーザに検索を依頼することで、複数人で検索できる機能もある。サーバから検索依頼を受け取ったユーザが対象の端末の BLE を検知した場合、そのユーザの位置情報がサーバに送信される。提供された情報がサーバから紛失したユーザに届くことで検索できる。サーバ上にはユーザ情報と位置情報が紐づいた状態で蓄積されている<sup>[3,4]</sup>。

しかし、既存システムは専用端末が必要であり、サーバに位置情報を蓄積するため、情報漏洩の危険がある。また、電波が使えない災害時などはサーバが使えないため、システム自体を利用することができない。

そこで我々は、BLE を活用し、専用の端末を必要としないサーバレスな紛失物発見システムを開発した。本論文では、開発したシステムの概要及び仕様について説明する。

## 2. BLE の ID 取得に対する計測研究

BLE はセキュリティの観点から、個体識別ができないとされている。我々は BLE を活用し、専用端末を必要としない検知システムを開発する

ため、汎用的に個体識別できる ID がないか実験を行なった。実験には BLE タグやスマートウォッチを 2 台ずつ用いた。電波を計測するために iPhone7 (iOS12.2), iPhoneXR (iOS12.2) を用意した。BLE 端末は存在を認識してもらうため電波を発生続けている。その電波を iPhone で検出し (scan), 対象の BLE 端末と接続し (connect) データを取得する。実験の結果、scan 時と connect 時に取得できる値を組み合わせることで BLE 端末を一意的に識別することができた。また、これらのデータが時間や通信先に関わらず固定であることが確認された<sup>[5]</sup>。

## 3. システム概要

BLE 端末の識別が可能であることに基づき、汎用的な検知システムの開発を行う。図 1 にシステム構成図を示す。

ユーザは所有物に BLE 端末を装着する。BLE 端末は専用の端末に限定されないため、腕時計型のスマートウォッチなども対応可能である。管理したい BLE 端末の電波を本アプリで取得し、その端末 ID をアプリ内に保存することでシステムの管理下に置くことができる。全てのユーザは周辺の BLE 端末の電波を常時検知し、端末 ID、日時、位置情報を自分の端末内にもみ保存している。紛失時にはそれらの情報を D2D (Device to Device) 通信により伝搬させ、検索に用いる。D2D 通信は BLE を用いて行う。D2D 通信を用いて検索を行うため、4G・LTE などの電波が使えない災害時や遭難時でも使用できる。

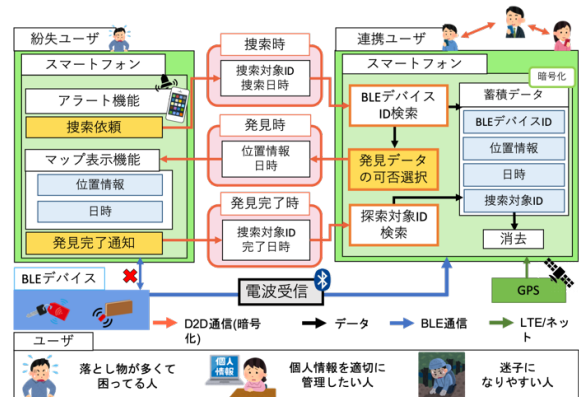


図 1: システム構成図

Development of lost item detection system by BLE detection  
<sup>†</sup>Serina Ito, Yuka Koyama, Kazuki Kishida, Saya Kanaya, Keita Honda  
 National Institute of Technology Yuge College

### 3.1. 紛失の早期検知機能

管理下にある BLE 端末との接続が切れた場合、アラートを発し、紛失を未然に防ぐ。また、アプリのホーム画面で所有物が手元にあるかを確認できる。

### 3.2. D2D 通信による連携検索機能

D2D 通信時のシーケンス図を図 2 に示す。ユーザの所有物が紛失した場合、D2D 通信を用いて他ユーザへ検索依頼（検索対象の端末 ID、紛失日時）を伝搬させる。検索依頼を受けたユーザが対象端末を検知していた場合、日時と位置情報を検索依頼に付加し、発見情報として伝搬させる。発見情報は日時で比較し最新のものに更新する。ユーザからさらに他ユーザへ伝搬させることで検索の範囲を広げる。紛失ユーザは他ユーザから提供された情報を元に検索する。発見時には、対象の BLE 端末をスマートフォンに近づけ、電波を取得する。BLE の電波強度が一定以上の場合、紛失が解消したとみなし、検索終了を D2D 通信を用いて伝える。

検索依頼は状況に応じて 2 種類の方法から選択できる。通常モードでは情報が伝搬してきた際に、紛失物の名前と発見情報を表示しない。公開モードでは緊急性の高い場合に用い、紛失物の名前と発見情報を表示することで警察や消防と協力して検索が行える。

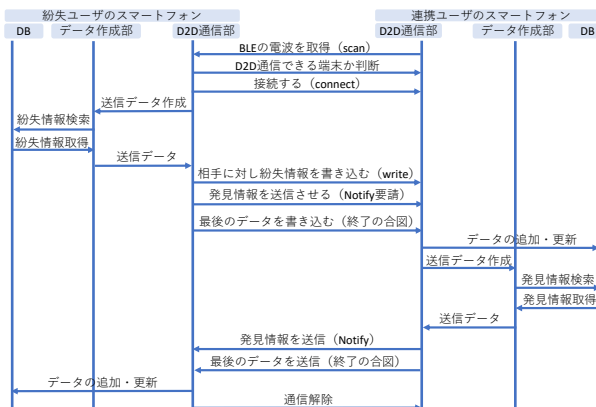


図 2 : D2D 通信時のシーケンス図

### 3.3. プライバシー保護

BLE 端末 ID の検出で取得される情報は適切に取り扱う必要がある。本システムでは、取得したデータは全て端末内のみ保存され、ユーザには表示しない。他ユーザとのデータの送受信は全てスマートフォンが自動的に行なっている（図 2）。そのため、ユーザは通信する情報の内容や、いつ通信したかなどは知ることなくシステムを利用できる。また、ユーザと位置情報、

ユーザと所有物を紐づけないため、個人情報を侵害することがない。さらに、サーバを利用しないため、完全に情報流失を防ぐことができる。

### 4. システム評価

本システムの開発後に地元警察署遺失物係と発達障害者支援ボランティアの方にシステムの評価をいただいた。警察は落とし物をしてからでないと対応できない、位置情報の管理に関して重要な視点であるなどの評価をいただいた。また、認知症の方への応用が可能であるとのアドバイスをいただいた。

### 5. 今後の課題

我々は、紛失物が多いという背景から、BLE を活用した紛失物発見システムを開発した。既存システムとは異なり、専用の端末に限定されない汎用性や、サーバレスなため個人情報が漏洩せず、安全に利用できる特徴を持つ。また、4G・LTE などの電波の状況に影響されないため災害時などでも検索が可能である。

今後は、1 クラス単位（30 人程度）でシステムを導入し、ユーザの紛失が解消するまでの時間や D2D 通信回数、所有物の紛失割合を調査する。その結果から、D2D 通信時の負荷を定式化して D2D 通信の最適化を図り、システム全体の改善につなげていく。また、駅構内や学校内など、人数や人の動きが異なるモデルケースでの D2D 通信回数や紛失が解消するまでにかかる時間なども求めていきたい。

### 6. 参考文献

- [1] MAMORIO 公式ホームページ  
<https://mamorio.jp/> (2019/12/26)
- [2] Tile 公式ホームページ  
<https://thetileapp.jp/> (2019/12/26)
- [3] MAMORIO システム仕様(1)  
<https://blog.mamorio.jp/post/146286234841/mamorio%E3%81%AE%E4%BB%95%E7%B5%84%E3%81%BF%E3%81%A3%E3%81%A6> (2019/12/26)
- [4] MAMORIO システム仕様(2)  
<https://blog.mamorio.jp/post/146531920854/%E3%81%BF%E3%82%93%E3%81%AA%E3%81%A7%E6%8E%A2%E3%81%99%E6%A9%9F%E8%83%BD%E3%81%A3%E3%81%A6%E4%BD%95> (2019/12/26)
- [5] 小山, 長尾:BLE 端末における ID 追跡可能性に関する検討, 2019 電気関係学会四国支部連合大会 (2019/9/21)