

D-012

# 電子タグへの書き込みによる停電を想定した避難支援

Guidance of Safe Way using RFID Tags without Power Supply

石井 悠† 原田 史子‡ 島川 博光‡  
Hisashi Ishii Fumiko Harada Hiromitsu Shimakawa

## 1. はじめに

災害が発生したさい、建物内にいる人々は逃げ遅れる可能性がある。その原因として、建物構造を把握していない人々がいる場合や、館内放送などの避難指示を正確に聞き取れない状況が考えられる。また、火災・煙発生探知機を管理しているサーバが、突如停電や故障のため不稼動におちいったさい、避難者は建物内の災害発生箇所を把握することができない。

本研究では、停電時などのサーバが不稼動の状況下での安全な個別避難誘導の実現を目指す。そこで、RFID と携帯端末をもちいた電力供給不要の避難誘導を提案する。パッシブ型 RFID タグを建物内の手すりや壁などに 4~5m 間隔ではりつけておく。各避難者は、周波数が 13.56MHz である近接型 RFID リーダを搭載したバッテリー駆動の携帯端末を所持する。避難者がタグに携帯端末を近づけると、携帯端末はタグに書き込まれている位置情報を記録する。その履歴を参照することにより、携帯端末は避難者の移動方向を把握し、音声避難ガイドをおこなう。

本論文では、建物見取り図から作成された木構造上で、経路を探索する手法を説明する。そして、先に避難完了した人々が通った経路を安全経路とし、携帯端末間通信とタグへの書き込みによって、他者に安全経路情報を伝達していく手法を提案する。

## 2. 災害発生時の避難支援

### 2.1 現状の問題点

災害発生時、建物内にいる人々は逃げ遅れて死に至る危険性がある。建物構造を把握していない人々は、脱出経路を把握することができない。また、避難者は、館内放送などの避難指示を聞き逃す可能性がある。そのため、各避難者に個別避難指示を与えることが必要となる。さらに、真夜中に災害が発生し、建物内で停電が起きたさい、避難者にとって暗闇での避難はきわめて困難となる。特に、火災・煙発生探知機を管理しているサーバが稼動しない状況下では、避難者は建物内における危険経路を把握することができない。

### 2.2 既存研究

災害発生時の避難支援の既存研究には、避難状況と危険領域を RFID とサーバを用いて、リアルタイムに同定する研究がある[2]。また、CCD カメラの映像をサーバに転送し、背景差分法を用いて人間の避難状況を把握する研究もおこなわれている[1]。しかし、これらの研究では、サーバやセンサが不稼動におちいったさい、避難者の避難状況を把握できない。さらに、突如発生する火災・障害物を考慮した避難誘導をすることができない。

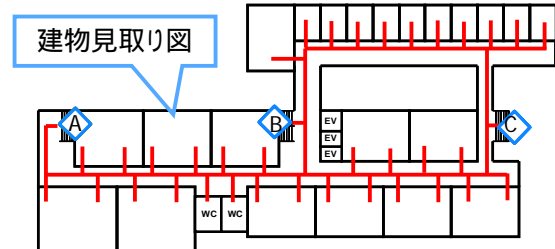


図 1: 建物見取り図のグラフ化

### 2.3 電力供給不要の避難誘導

本研究では、建物内において電力供給不要の避難支援を実現するために、パッシブ型 RFID タグと周波数が 13.56MHz である近接型 RFID リーダを搭載したバッテリー駆動の携帯端末を用いる。タグには、フロア番号、廊下番号、東西南北の座標を表す ID 番号が書き込まれている。避難者が所持する携帯端末をタグに近づけると、タグに書き込まれている情報から、現在位置を把握する。東西南北の座標の変化により、避難者の移動履歴を同定することができる。したがって、避難指示は携帯端末の音声で、各避難者に対して個別におこなうことができる。

## 3. 携帯端末上での避難誘導

### 3.1 建物見取り図のグラフ化

災害発生の際、建物内で安全な避難誘導をおこなうためには、携帯端末上で経路探索をおこなう必要がある。そこで、建物見取り図のグラフ化を考える。建物見取り図のグラフ化の例を図 1 に示す。建物見取り図上の避難経路となる箇所を線分で描く。さらに、経路と部屋、経路と階段といったオブジェクト間のつながりを線分をつなぐ。作成したグラフの線分のつながる点をノードとする。ノード間となる各線分に対して、避難コストの重みづけをすることにより、避難経路の通りにくさを考慮にいった経路探索を可能とする。重みづけの初期設定は、各線分の移動所要時間により決定する。

### 3.2 木構造をもちいた経路探索法

携帯端末は処理能力が低いので、現在位置からの経路探索の計算負荷を軽減する必要がある。作成した線分グラフを、目的地を根とする木構造であらわす。ループを切断することにより、同じノードを通る経路は省く。フロアごとに、目的地となるそれぞれの階段を根とする木構造をあらかじめ作成し、各線分の避難コストを設定し、携帯端末にダウンロードする。経路探索の際、現在位置となる木構造上のノードから目的地となる根までのパスをたどるさいに通過した線分の重みの総和をとる。出口が複数存在する場合、それぞれの出口への避難コストの総和のみを算出・比較する。最小の避難コストの経路を、避難経路として選定する。

† 立命館大学大学院 理工学研究科

‡ 立命館大学 情報理工学部

### 3.3 安全経路の特定

本研究では、過去一定期間内に、避難者が避難完了できた経路を安全経路とみなす。その経路の避難コストの重みを減算することにより、携帯端末上で安全な避難誘導を可能とする。避難者がある経路を避難できたとき、携帯端末は安全経路情報として、経路 ID、避難者 ID、経路を通過した時刻を記録する。これらの情報を収集することにより、過去一定期間内にどの経路を何名の避難者が通過したかを把握することができる。

### 3.4 先駆者知識を利用した安全経路の把握

本研究では、サーバが稼動しない状況下で、安全経路を避難者に伝達する 2 点の手法を提案する。

#### (1) 携帯端末間通信

本研究では、各避難者が所持する携帯端末間通信をおこなうことにより、安全経路情報を他の避難者に伝播していくことを提案する。携帯端末間通信は、携帯端末の無線通信エリア内に、他の携帯端末が存在するとき、相手の携帯端末との通信が可能となる。安全経路 ID のみを伝達する場合を、例に挙げて説明する。図 2 に示すように、避難者 A が所持する携帯端末の無線通信エリア内に、避難者 B, C がいる場合、端末間通信により、各々の避難者が把握している建物内の安全経路 ID を互いに伝達・共有する。これにより、安全経路の特定が可能となる。このように、アドホックネットワークを用いて、後続の避難者に、安全経路情報を伝達していくことが可能となる。しかし、図 2 の避難者 D のように、無線通信エリアに他の携帯端末が存在しない場合、あらたに安全経路情報を獲得することはできない。

#### (2) RFID タグへの書き込み

安全経路情報の獲得を支援するために、各避難者が把握している建物内の安全経路情報を、避難者の近辺にはりめぐらされている RFID タグに書き込んでいく。避難者がタグを読み込んださい、タグに書き込まれている安全経路情報を、避難者自身の把握している安全経路情報に追加する。図 3 に示すように、避難者 A が把握している安全経路 ID を 5,15、避難者 B が把握している安全経路 ID を 70 とする。タグには、安全経路情報は何も書き込まれていないものとする。このような状況下で、まず避難者 A がタグに携帯端末を近づけて通過したあとに、避難者 B が同一のタグに携帯端末を近づけたとする。避難者 A がタグを読み込むと、位置情報を把握するとともに、タグに書き込まれている安全経路 ID ( ) を読み込む。さらに、避難者 A が把握している安全経路 ID(5,15)を、タグに書き

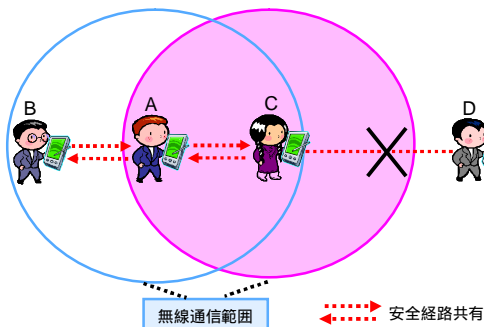


図 2: 携帯端末間通信

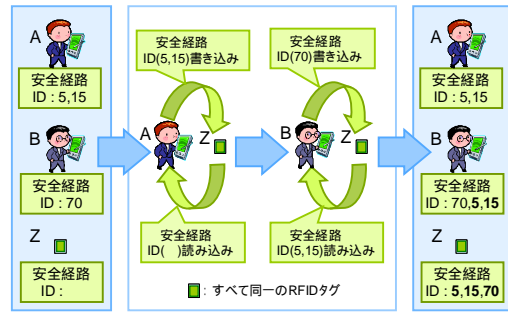


図 3: 安全経路情報共有タグ

込んでおく。その安全経路 ID が書き込まれたタグを、避難者 B が読み込んだ場合、先述と同様の処理をおこなう。その結果、避難者 A が把握している安全経路 ID を、避難者 B に伝達することができる。したがって、端末間通信がおこなえない状況下であっても、タグを読み込むことにより、建物内の安全経路情報を避難者に伝達できる。

## 4. 実験

### (1) 実験内容

本稿で提案するタグへの書き込みの実用性を検証するための実験をおこなった。被験者に携帯端末を所持してもらい、タグに携帯端末をかざしてもらった実験を実施した。これにより、各タグの読み込みと各タグへの書き込みを完了するまでの時間を検証した。さらに、読み込むタグのデータ量と書き込むデータ量による、読み書きを完了する時間への影響度合いを検証した。被験者には、6 バイトの情報と 108 バイトの情報がそれぞれ格納されている 10 枚のタグを読み込んでもらった。さらに、被験者に 6 バイトの情報と 108 バイトの情報を書き込んでもらった。

### (2) 結果と考察

実験結果は、6 バイトのタグ読み込み平均速度は 0.064 秒となり、108 バイトのタグ読み込み平均速度は 0.191 秒となった。6 バイトのデータを書き込む平均速度は 0.212 秒となり、108 バイトのタグ書き込み平均速度は 0.599 秒という結果になった。これにより、データ量による影響度は、タグ読み込み速度よりもタグ書き込み速度に表れた。タグ書き込み速度は、タグに書き込むデータ量に大きく依存することが示された。災害発生時、避難者達は迅速に出口に向かうことから、タグに携帯端末を長時間かざすことは不可能と考えられるため、膨大な安全経路情報はタグに書き込めないことが推測される。

## 5. おわりに

本稿では、停電を想定した電力供給不要の避難誘導の提案をした。停電時のサーバ停止時における安全経路の伝達を目的として、端末間通信とタグへの書き込みを提案した。今後は、タグに書き込む情報の明確化をおこない、大規模実験をおこなう予定である。

## 参考文献

- [1] 中西英之, 小泉智史, 石田 亨, 伊藤英明. 超越型誘導のための仮想都市シミュレータ, The 18th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2004
- [2] 石井悠, 山本大輔, 島川博光. 変化していく危険領域と避難状況を可視化した避難誘導, 第 5 回情報科学技術フォーラム, 2006