

D_004

グラフ・マッピングとパッシブ型 RFID タグを用いた避難経路誘導 Evacuation Guide Using Graph Mapping and Passive RFID

濱上 和也†
Kazuya Hamagami

山本 大輔†
Daisuke Yamamoto

石井 悠†
Hisashi Ishii

島川 博光†
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

建物内で災害が発生したさい、建物構造を詳細に把握していない人々は避難すべき方向が分からない。そのため、避難者は現場から逃げ遅れる可能性が高い。建物全体が停電状態に陥った場合、避難者の精神状態は不安定になり、避難誘導者から適切な避難指示を受けることも困難を極める。そこで本研究では、バッテリー駆動の携帯端末と電力供給不要なパッシブ型 RFID タグを用いた避難誘導を提案する。本手法の特徴は以下の3点である。

- 建物内の RFID タグが詳細な位置情報を持ち、その情報をもとに携帯端末は避難経路を決定する。
- 携帯端末による避難経路探索を可能にするため、建物内の経路をグラフ化する。
- 経路グラフから現在位置を葉、出口を根とする木構造のグラフを作成し、避難経路探索を行う。

本手法により、避難者は暗闇でも単独の避難が可能となり、被害を最小限に食い止めることが期待できる。

2. 停電時の避難誘導

災害で死亡に至る原因の多くは、建物内の人々が逃げ遅れたことにある。特に宿泊施設などで災害が発生したさい、建物構造を詳細に把握していない宿泊者などの避難は困難である。停電時は避難者の視界が悪くなり、事態はさらに危機的になる。

現状では、停電のさいに避難を支援するシステムは存在しない[1][2]。建物管理者は電気機器を用いて避難誘導することができないので、避難者は災害箇所に出くわした場合、避難すべき方向を把握することができなくなり、暗闇の中で人は逃げまどう。停電時においても、建物構造を把握していないものが単独で避難することを可能にするシステムが望まれる。

3. グラフを用いた避難経路誘導

3.1 電力供給不要の避難誘導

本研究では、周波数が 13.56MHz の近距離型 RFID リーダを搭載したバッテリー駆動の携帯端末による避難支援を提案する。これは、避難者が携帯端末を所持し、携帯端末から避難誘導の指示を受けるというものである。建物内にパッシブ型 RFID タグが貼りめぐらされた環境を想定する。避難者は携帯端末でタグにかざすことにより、タグの位置情報を読み込み、携帯端末はその情報から避難者を出口まで誘導する。

タグを 10~20 センチメートルほどの等間隔で、廊下の両側の手すりとその下の地面に近い壁の位置に配置する。視界の悪い状況では、避難者は手すり、あるいは地面に近い壁伝いにゆっくりと移動していくと推測されるので、連続的にタグに触れることが考えられる。これにより、

† 立命館大学 理工学部

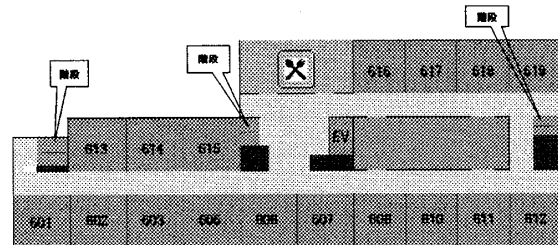


図1 宿泊施設のフロア見取り図

避難者は暗闇でも現在位置をつねに把握しながら避難することが可能となる。パッシブ型 RFID タグは電力供給が不要であるため、建物全体が電力供給のない状況であっても、携帯端末はタグの情報を得ることができる。

3.2 タグ内情報の定義

図1は、宿泊施設のフロア見取り図を示す。タグはこのフロアの廊下の両側に貼りめぐらされている。図2に示すように、各タグはフロアの階数、廊下識別番号、タグの位置情報を持つ。また、タグの位置を表す ID 番号は、南北方向と東西方向に分けられており、タグの詳細な位置情報を表す。携帯端末が、となりあったタグの位置情報を比較し、その変化を検知することにより、避難者の移動方向を把握する。これにより、携帯端末が音声によって避難者を避難すべき方向に導くことを可能にする。

タグの詳細位置を表す ID 番号

フロア 階数	廊下識 別番号	タグの詳細位置を表す ID 番号	
		南北方向	東西方向
0	1	2	3
1	0	2	3
2	3	4	3

図2 タグ内情報

3.3 経路を表すグラフの定義

避難者が現在位置を視覚的に確認するには、携帯端末内に図1のような建物内部のフロアを表す見取り図が必要である。また、携帯端末が最短避難経路を探索するためには、フロアを簡単な点と線で結んだグラフも併せて必要となる。そこで図3に示すように、建物内部の全ての部屋と廊下と廊下の交差点を線分をつないだグラフを考える。図3では、図1で示した宿泊施設のフロア内経路をグラフ化したものを示す。図2で示した廊下識別番号が各線分の識別を表す。グラフには、階段などの避難する上で重要な箇所にあらかじめ目印がつけてある。ここでは、階段 A, B, C と現在位置 S の目印がつけてある。経路探索を行うために、各線分にはその線分間の所要移動時間を表す重みがつけてある。所要移動時間は、距離のみに比例するわけではなく、廊下の幅や段差の有無といった各線分の通りやすさが考慮される。各線分の重みの大きさは、建物の建築のさい、建築者によって定義される。

緊急時に宿泊者がこのフロア見取り図とそのグラフ、グラフの各線分の重み情報を得ることは困難であるため、あらかじめ、これらの情報を携帯端末にダウンロードし

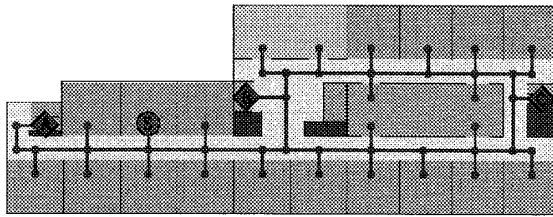


図3 宿泊施設のフロアのグラフ化

ておく。携帯端末の負荷を軽減するため、ダウンロードするグラフは宿泊者自身の宿泊している部屋があるフロアと、そのフロア以下にあるグラフのみとする。

3.4 木構造を用いた経路探索法

避難経路の探索は、避難者が所持している携帯端末によって行われる。携帯端末で、現在位置から出口までの避難経路をすべて求め、各経路上にある重みの和をそれぞれ計算し、最小となるものを最短経路とみなす。しかし、この探索方法では計算が煩雑になり、探索結果を得るまでに比較的時間が掛かる。そこで経路探索には、図4のように、出口を根、現在位置を葉とするような木構造を考える。この木構造の枝は、廊下を表す線分のみで構成され、部屋と廊下を結ぶ線分は省略される。木構造は根から葉に向かう途中に、同じ線分を含まないように作成される。携帯端末は葉から根に向かって、自分の親となる交差点を辿り、通過した線分の重みの和を計算する。出口が複数ある場合、携帯端末はそれぞれを根とした場合の計算結果を比較して、結果が最小となるものを最短経路として決定する。図4では、図3で示したフロアにあるSを現在位置、階段Bを出口にみたした場合の木構造のグラフを示す。この場合、避難経路は2通り存在し、重みの和はそれぞれ40、190となり、経路1が最短経路となる。携帯端末が最短経路を決定すると、携帯端末内のグラフ上にその経路がマッピングされ、避難者はその経路を携帯端末で確認しながら音声で避難指示を受ける。

避難中に災害発生箇所に出くわした場合、避難者は携帯端末上で、その箇所のある線分の重みの大きさを無限大に書き換える。これにより、その場で再計算するとその災害発生箇所を含む経路は除外され、携帯端末は残りの経路から最短経路を決定する。

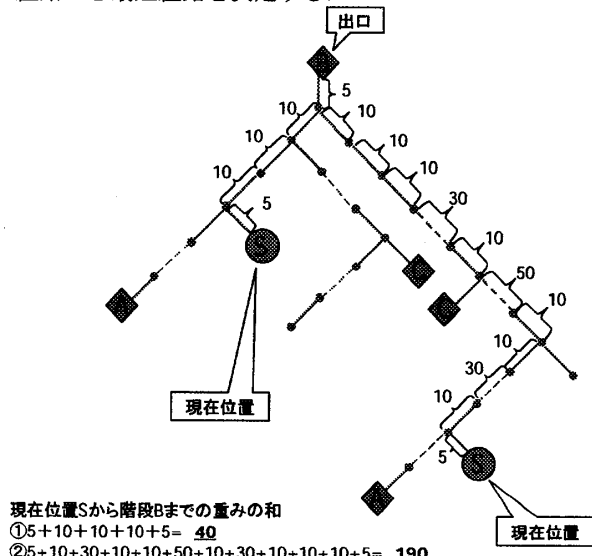


図4 階段Bを根とした木構造のグラフ

4. 既存研究との比較

超越型コミュニケーションによる避難誘導システム[1]と本システムを比較した結果を表1に示す。このシステムは、現地の様子をリアルタイムでシミュレートされた仮想都市空間を第三者が監視しており、対話相手を局所的に選択して、避難者に携帯を使った対話での避難指示を与えるシステムである。

このシステムでは人間が避難誘導者となり、避難者に対して直接指示を与えることができるため、避難者と避難誘導者との意思疎通が可能となる。この仮想都市空間は通常指令室にある監視カメラでの映像と違い、避難誘導者が任意の視点から広範囲を三次元で見渡すことができる。これにより建物構造を考慮した避難指示を与えることも可能となる。

避難誘導者の人数に対して避難者の人数が多すぎる場合、避難途中の災害状況まで考慮した避難指示は困難である。仮想都市空間の生成には監視カメラからのリアルタイムな映像が利用されているため、停電時にこのシステムは機能しない。このシステムの実現には、建物内部に多数の監視カメラの設置が必要となり、平常時でのシステムの運用はプライバシーの侵害になりかねない。また、避難誘導者が避難者の携帯番号をあらかじめ取得していないと避難指示が出せないという問題点がある。

このシステムと比較した本システムの利点は、以下の3点である。第一に、停電時でもシステムが機能する点である。電力供給不要なRFIDタグとバッテリー駆動の携帯端末を用いることにより、災害発生時の建物の電力障害を考慮しなくてすむ。

第二に、避難誘導者を必要としない点である。本システムでは、避難指示を与えるのはすべてシステム側なので、緊急時に特別な避難誘導チームを設ける必要がなく、脱出に至るまで単独での避難を可能にする。

第三に、災害状況を考慮している点である。避難者が災害発生箇所に出くわしても、携帯端末は新たな別の経路を提案する。

表1 既存研究との比較

	本システム	既存のシステム
停電時の避難誘導	◎	△
避難情報の正確さ	△	◎
災害状況の考慮	○	△
プライバシー	○	×

5. おわりに

本論文ではパッシブ型RFIDタグとバッテリー駆動の携帯端末による避難誘導を提案した。この提案手法で、避難者は停電時でも単独で避難することができる。

今後は、停電時の災害発生箇所の特定と避難経路探索の手法を実装し、本手法の有効性を検証する。

参考文献

- [1] 中西英之, 小泉智史, 石黒浩, 石田亭, 市民参加による避難シミュレーションに向けて, 人工知能学会誌, Vol.18, No.6, pp.643-648(2003)
- [2] 石井悠, 山本大輔, 島川博光, 危険領域のリアルタイム提示による避難誘導意思決定支援システム, 第48回自動制御連合講演会予稿集, pp.353-354(2005)