

ユビキタス環境における緊急避難経路提示システムの提案*

別所 正博[†] 鶴坂 智則[‡] 越塚 登[§] 坂村 健[¶]

東京大学大学院情報学環[†] 東京大学総合研究博物館[‡] 東京大学情報基盤センター[§]

YRP ユビキタス・ネットワークング研究所[¶]

1 はじめに

阪神淡路大震災や9.11の同時多発テロ事件を挙げるまでもなく、災害被害の極小化は今なお人類共通の課題である。被害を抑えるためには、被害を正確に把握し被災者に対する確かな情報を提供することが鍵であり、防災を目的とした情報技術の研究開発が多く取り組まれている[1]。典型的な防災システムとしては建造物内の火災報知システムがある。これは火災検知センサを設置し、得られた情報を専用通信設備により集約する。こういったシステムは専用システムとなり、他の情報通信システムとのインターオペラビリティに欠けること、コストが高いことが課題である。

近年、ユビキタスコンピューティングのための情報基盤の整備が進み、インテリジェントビルなどの建造物では隅々まで通信ノードや配線が張り巡らされつつある。(図1) これらの基盤をうまく利用することができれば、低コストでインターオペラビリティの高い防災システムが期待できる。

本研究の目的は、こうしたユビキタス環境の情報基盤である汎用的な通信ノードや配線・情報端末を最大限利用し、建造物火災時の避難誘導を行うシステム、UBESC (ESCAPE navigator for UBiquitous environment) を提案することである。UBESCの特徴は第一に、火災被害により通過できない場所ではノードや配線も同時に破壊される事を利用し、ネットワークの通信到達性情報から建物内の残存する避難経路を把握することである。第二に、ドアに設置されている端末が経路情報の交換によって避難経路を自律分散的に計算することである。

2 前提

本システムは、ユビキタス環境の整備された建造物において、汎用的な通信基盤に若干の調整を加えた上での応用を想定している。ここでは具体的な前提を挙げる。

建造物の構造 物理的位置を考慮しないゾーンモデル[2]により、部屋・廊下・階段といった、壁等で排他的に区

*Emergency Escape Navigator Using Existing Infrastructure in Ubiquitous Environment

[†]Masahiro Bessho, Ken Sakamura: Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo

[‡]Tomonori Usaka: The University Museum, The University of Tokyo

[§]Noboru Koshizuka: Information Technology Center, The University of Tokyo

[¶]Noboru Koshizuka, Ken Sakamura: YRP Ubiquitous Networking Laboratory

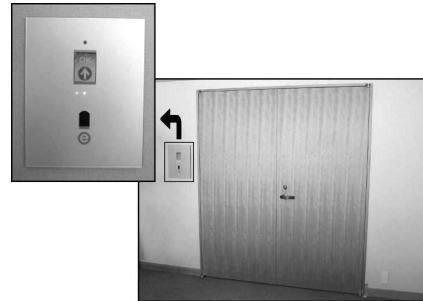


図1: インテリジェントビルのドアに埋め込まれた端末

切られた多数の小空間から構成されるとみなす。部屋は互いにドアなどによって接続されるものとする。

火災の性質 被害に合った部屋にある端末・配線は焼失し、機能停止するものとする。

計算資源 全てのドアには端末が埋め込まれているものとし、非常時には非常電源で作動し経路を計算・表示する。またこの端末間の通信状況をセンサとして用いる。各ドア端末は、同じ部屋の端末との距離データを持つ。また部屋内のその他の端末との通信状況も付加的なセンサとして用いてもかまわない。

通信資源 各部屋において、ドア端末・センサ端末は物理的にその部屋内部の配線のみを経由して互いに通信可能とする。その結果ドア端末はドアの両サイドの部屋のネットワークに属す事になる。(図2)

3 UBESC

本システムは、ドア端末と付加的なセンサ端末、及びそれらを接続する通信路からなる。(図2) ここでは建造物を、各ドアを頂点とし同じ部屋のドア間が接続された

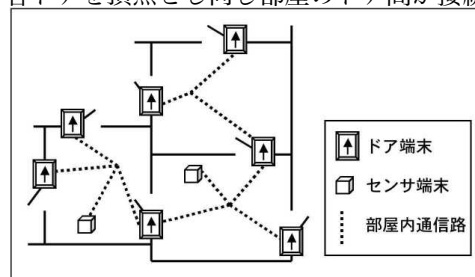


図2: 部屋内の端末と通信経路

グラフ構造とみなす。このグラフの辺のコストを実際のドア間の距離とすることでグラフ上での最短避難経路を分散的に計算し、各ドアに進行方向を提示する。

ドア端末は通過の二方向・停止・不定の4状態を持つ。このうち停止状態は、例えば燃焼による破壊により既に通信を行なう事ができない。また、通過状態はドアに表示される「進め」「入るな」というメッセージと対応する。各ドア端末はこれらの状態とそこから最短避難経路長を近隣のドアと交換し、状態を更新する。

状態を近隣ドアと交換する過程では、その通信状況を監視することで被害状況を推定する。もしあるドアとの通信が途切れたならばその端末もしくはその端末への配線が焼けた事が分かる。この配線はそのドアのある部屋のみを経由するためその部屋は危険と推定できるので、その部屋を通る経路は用いない。(図3)

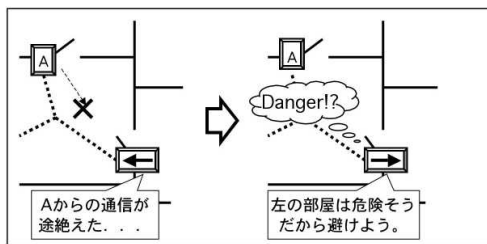


図 3: 被害の推定

各ドア端末の動作の具体的な手順は以下の通りである。

1. 出口ドアの状態を外向き・距離0に、その他のドアの状態を不定に初期化する。
2. 各ドアは、その状態とコストを、そのドアと同じ部屋にある全てのドアに定期的に通知する。
3. 各ドアは、近隣ドアからの通知をもとに、状態を更新する。(図4) 即ち、通知された距離とそのドアまでの距離との和が最小となるドアのある方向およびその最小値に更新する。ここで、一定期間通知のないドアがある場合はそのドアのある部屋への経路は用いない。

また、部屋内の端末をセンサとして用いる場合、センサ端末は定期的に信号をその部屋のドアに通知する。ドアはその通知を監視し、通知が一定期間途切れた場合、その部屋を通じる経路は用いない。

4 実装に関する考察

建造物の汎用のLANは通常は上で仮定した通信環境を満たさないため、必要に応じて補助的なネットワークを付加する必要がある。端末同士が交換する情報は端末の状態とコストのみであり通信容量はあまり要求されない。補助通信路の実装方法として、例えば補助的なLANを組む・無線近接通信を用いる・USB/シリアル通信を用いるなどが挙げられるが、T-Engine[3]など規格化された端末には使用されない通信資源が残っている場合が多い。従ってそれらを利用する事が望ましい。

また、本システムは本来別の役目を果たすべき端末を、非常時に限り防災用途に用いる。この仕組みは、T-Kernel[3]の様なリアルタイムOSを用いれば、非常時用

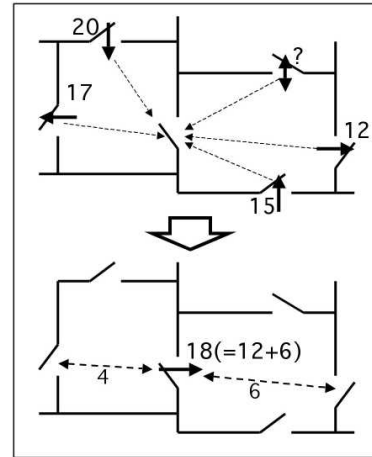


図 4: 更新状況

タスクを低優先度で実行し非常時に限り優先度を高く切り替えることにより実現される。

5 まとめ

本論文では、ユビキタス環境における汎用計算・通信資源を最大限に利用する分散緊急避難経路提示システムを提案した。

本システムは、ユビキタス環境における既存の汎用的な情報端末と通信資源を用いることにより、従来の専用システムと比較して大幅なコスト削減及び高いインターオペラビリティの実現が見込まれる。また、建物全体の構造を考慮せず各ドア毎に近隣ドアとの距離と通信路を指定するのみでよいという、設置の容易さも大きな利点である。さらに、各端末が分散的に機能するため、集中管理型のシステムと比較すると被害に対する耐性も非常に高いと考えられる。

今後は実装・実用によりさらにシステムの有用性を検証したい。

謝辞

本研究の一部は、通信・放送機構(TAO)からの援助を受けました。

参考文献

- [1] Saikat Ray, Rachanee Ungrangsi, and Francesco De Pellegrini. Robust location detection in emergency sensor networks. In *Proceedings of IEEE INFOCOM 2003*, 2003.
- [2] Svetlana Domnitcheva. Location modeling: State of the art and challenges. in: *Workshop on location modeling for ubiquitous computing, UBI-COMP 2001*, 2001.
- [3] K. Sakamura and N. Koshizuka. T-engine: The open realtime embedded systems platform. *IEEE MICRO*, 22(6), Dec. 2002.