

# 地震災害発生時に特化した 歩行者用経路案内システムに関する検討

吉川 友啓 加藤 誠巳  
(上智大学 理工学部)

## 1. まえがき

近年、災害発生時における帰宅支援情報に注目が集まっており、様々なメディアで建物の倒壊や火災等の予測される危険性に関する情報が提供されている。しかしながら、多くのものは注意喚起に留まり最終的な経路決定は各人の判断に委ねられるが、全ての人々が状況に応じた的確な判断を下すのは困難である。

そこで本稿では刻一刻と変化する状況下においてユーザからの提供情報を活用することによって、危険性の高い地区を回避し、歩行者にとって“安全”かつ“わかりやすい”経路を提供することを目的とするシステムについて検討を行った。

## 2. 研究の背景

### 2.1 地震災害発生時における帰宅支援情報

2006年3月に東京都防災会議地震部会が「首都直下地震による東京の被害想定」を公表した。この中で震度5強の地震でほとんどの交通機関は使用不能となり、そのため東京都全体で外出者約1,144万人のうち、約392万人(約34%)の帰宅困難者が発生すると予想されている。

東京都では定期的に「地震危険度測定調査」を実施して建物倒壊危険度、火災危険度、総合危険度などを公表しており、これを基本とした「帰宅支援対象道路」を指定している。しかし、予想外の事態が発生した場合は対応できないため、この様な事前情報のみによる経路案内では不十分であると考えられる。

### 2.2 歩行者用経路案内システムの課題

歩行者にとってよりわかりやすい経路案内を行うためには経路全体の長さだけでなく、経路が複雑でないことが重要となってくる<sup>[1]</sup>。すなわち地理に不案内な人に対して経路案内を行う場合、その経路は説明しやすく、覚えやすく、また間違えにくいものが好ましい。

本稿では経路決定を自動化する際に最短経路を求めるのではなく、複雑な交差点を避けるような経路を算出する方法を採用した。これにより経路そのものを単純化し、わかりやすい経路案内が行える。

## 3. システムの概要

地震災害発生時における帰宅支援情報としては予測される危険性といった事前情報だけでなく、リアルタイムでの被害情報も必要となる。そこで本システムでは実際に被災状況下にあるユーザから提供された情報を利用することによって、変化する被害状況に応じたより安全な経路を提供することを可能にした。

### 3.1 システムの構成

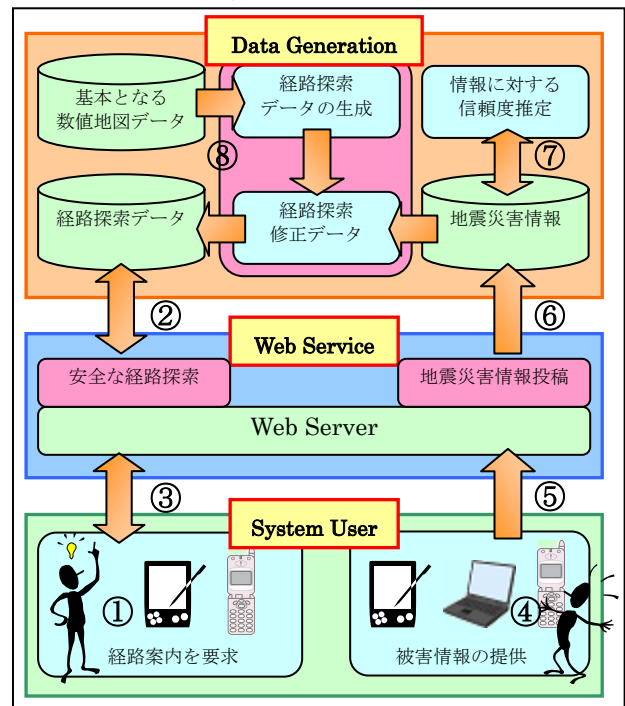


図1 システムの流れ

- ① ユーザはGPSにより現在地を取得・送信
- ② 現在の被災状況を考慮した経路を生成
- ③ ユーザに経路案内や被災情報を配信
- ④ 提示した経路が通行不能(建物の倒壊、火災等)
- ⑤ 被災情報の提供と別の経路案内の要求
- ⑥ 被災状況のデータベースを更新
- ⑦ 同一の被災通報数より信頼度推定
- ⑧ 経路探索データを更新
- ⑨ 以下、目的地に到着するまで③～⑧を繰り返す

### 3.2 ユーザの情報提供を反映させた経路

まず地震災害が発生した場合、ユーザには予測される危険性を考慮した経路案内が提示される。これ

は 2.1 で取り上げた調査結果を基に経路探索データの重み付けを変更したものであり、予め危険度の高い地区は避けるような経路となっている。

さらにユーザが建物の崩壊、火災などによって提示された経路が通行不能となった場合、遭遇した被害情報をデータベースに追加し、サーバは新たな経路案内をユーザに提供する。この際にユーザからの情報提供に対して信頼度推定(同一の被害通報の有無)を行い、これを経路探索に反映することでより安全で確かな経路を得ることが可能となる。

### 3.3 被害状況を考慮した経路探索データの作成

データベースの負荷や処理時間を考慮して経路探索処理時に直接データベースにアクセスするのではなく、一定間隔毎に提供情報を考慮した経路探索用データを作成した上で経路探索を行う。また被害状況は随時更新・修正されるが、基本となる経路探索データは保持しておく。別途修正用データを作成し、これを組み合わせることによってその時の状況に対応した経路探索データを作成する。

表 1 被害状況に対応した経路探索データの作成

link no.	node no.	cost	修正箇所を指定
10001	812 802	24	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リンク X のレコードを消去 (リンク X は通行不能)</li> <li>・ノード Y を含むレコードのコストを増加 (ノード Y は火災発生地区内)</li> </ul>
10002	802 798	<del>37</del> 87	
10003	798 778	<del>19</del> 69	
<del>10004</del>	<del>778 777</del>	<del>56</del>	
10005	777 771	72	

※X=10004、Y=798 の場合

### 3.4 歩行者向けのわかりやすい経路

最短経路ではノード間の距離情報のみを利用するが、本システムでは経路を単純化するために距離情報だけではなくリンクが接続される交差点の複雑さも反映させた。具体的には図 2 のような交差点パターンを用意し、より複雑な交差点ほど高く重み付けを行う(但し、 $\deg(v)$ は交差点  $v$  に接続されるリンク数)。

	直進	1 point
	曲り角	4 points
	交差点の右左折 (T 字路の場合)	6 points
	交差点の右左折 (その他の場合)	$5 + \deg(v)$ points

図 2 交差点形状による重み付け

但し、この際に最短経路ではないことから距離が全体で約 10%程度増加し、さらにノード間の関係だけではなくリンク同士の接続関係を考慮に入れるこ

とから平均処理時間が約 7 倍に増加した。

しかしながら経路探索に交差点形状を考慮に入れることによって複雑な交差点を避ける経路となり、その結果経路は図 3 のように単純化される。

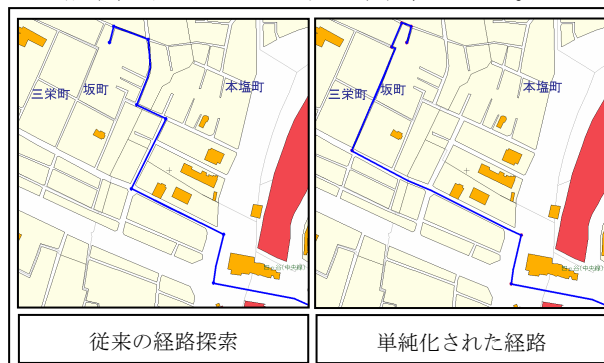


図 3 単純化された経路

### 3.5 システムの実行例

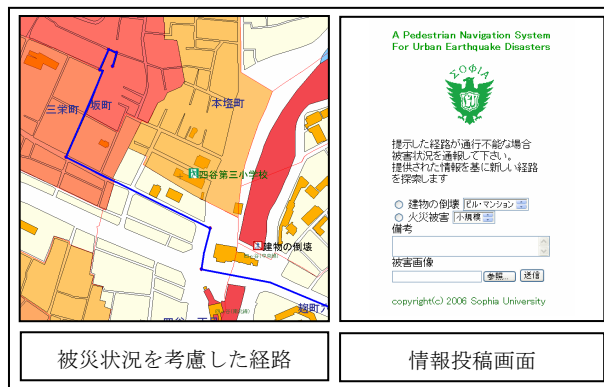


図 4 システムの実行例

## 4. 検討

本稿ではユーザの提供情報を利用することにより安全な経路案内を実現するシステムを提案した。しかし、単に自宅や帰宅困難者支援施設へ誘導するだけではなく、その後適切な行動を選択するためにユーザの状況を十分に考慮した総合的な支援も検討する余地がある。

## 5. むすび

予測される大規模な地震災害に対し、様々な分野で災害対策システムに注目が集まっており、そのシステムの一環として本稿で述べた概念が有効に利用されることが期待される。

最後に、有益な御討論を戴いた本学 e-LAB/マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表する。

## 参考文献

- [1] M. Duckham, L. Kulik: “ ‘Simplest’ Path: Automated Route Selection for Navigation,” Conference on Spatial Information Theory, Foundations of Geographic Information Science, vol.2825, pp. 182-199, September 2003.