

災害時避難における経路誘導システムの開発
愛知工科大学工学部情報メディア学科 小沢 慎治

1 研究背景と目的

地震、大雨、津波など災害時には、住民はあらかじめ指定された避難所へ移動する。しかし、避難所への経路について不慣れなことも多い。さらに、災害時には経路上の道路の通行が不可能かまたは困難になることが想定されるが、避難する住民はそれを予測することができない。

一方、IT 技術の進展により、避難しようとする住民(以下災害避難者と呼ぶ)は携帯電話、スマートフォンなど携帯機器を常に所持していることが期待され、インターネットは災害時においても利用可能であることが期待される。

したがって、住民が携帯電話等の機器を用いて要求することにより、適切な避難所およびそこまでの安全な経路を提示する経路誘導システムは、災害避難者や帰宅困難者に有用と考えられる。

ただし本研究では、

- ・基本的な機能を持つクライアントサーバーシステムのプロトタイプを作成する。
- ・プロトタイプシステムを試用することにより、実運用に向けて必要な事項を考察する。

ことまでを目的とする。

2 研究方法

本研究で作成するシステムにおける情報収集・処理・提示には災害の発生する以前に行うものと、災害発生期間に行うものがあり以下のように整理できる。

表 1 調査・研究の内容

	事前	災害時
情報収集	① 避難所の位置の決定	⑥ 携帯電話による問合せ者の位置情報 ⑦ 携帯電話等による道路状況の通知
情報処理	② 道路データベースの作成 ③ 道路ごとの平常時移動容易度を算出 ④ 経路誘導システムの作成	⑧ ⑦に対応して道路ごとの避難容易度を更新 ⑨ ⑥に対応して最適経路探索
情報提示	⑤ 本システムの周知	⑩ 避難経路を携帯端末へ表示

これらについて研究を行う。

3 システムの構成と概要

図 1 は本研究の成果であるプロトタイプシステムの構成である

実用化システムにおいてはサーバーはセンター機能を持つ場所におかれインターネットに接続
携帯端末は DOCOMO、AUT 等の端末にすることが必要である

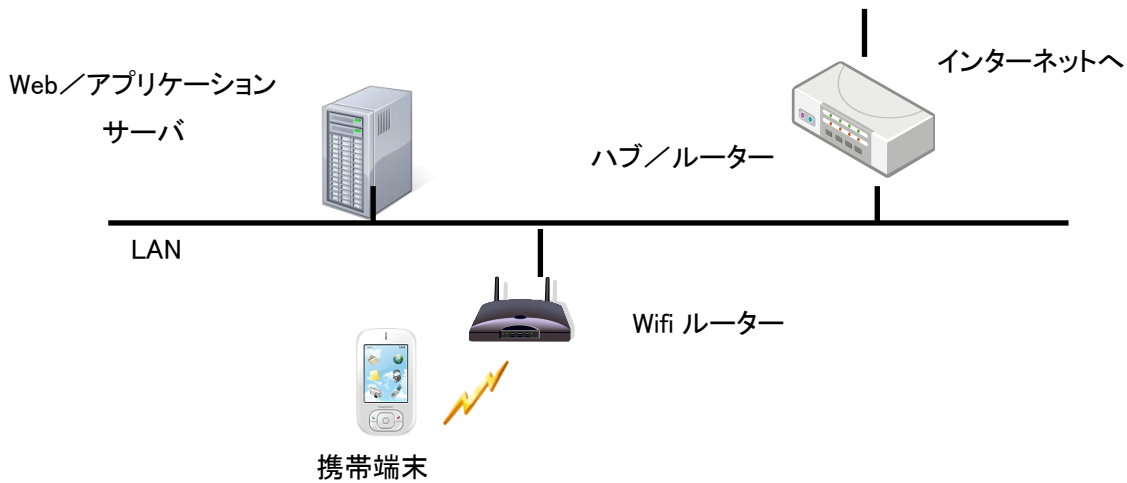


図 1 ハードウェア構成

ソフトウェア構成は図 2 の通りである。

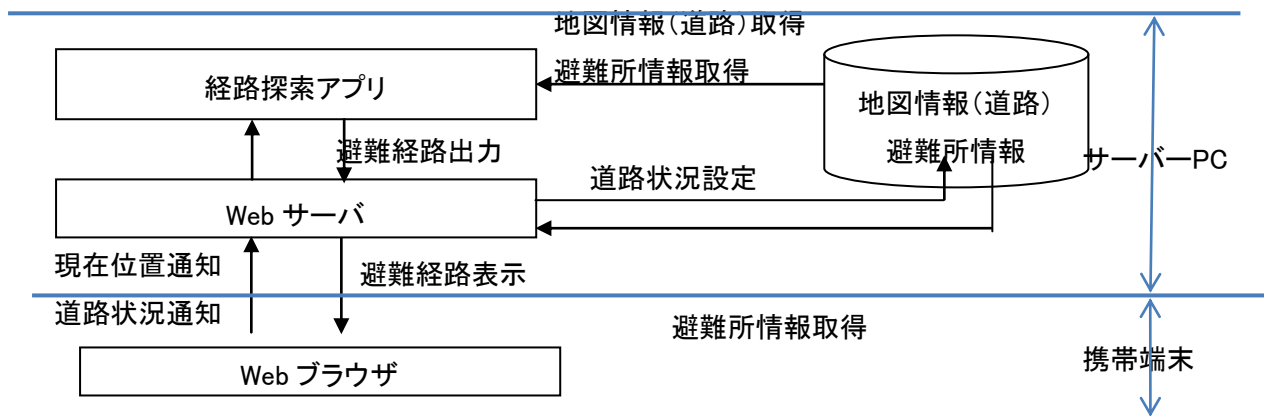


図 2 ソフトウェア構成

本システムの機能のイメージは図 3 の通りである。



図 3 災害避難者の要求と最適経路の表示画面

避難者はこの画面で最適経路探索と、道路状況の通知ができる。表示画面では・Google Map 上に「現在位置」が緑色の○印で、「避難所位置」が赤色の○印で、「避難経路」が赤色の線で表示される

4 データベースの作成

道路データベースは交差点の情報として（緯度、経度、高さ）、道路の情報として、両端の交差点番号、長さ、高度差、移動容易度<問題なく通れる／通過が困難／通れない>、避難所データベースは(最も近い交差点番号)、を持つこととする。

道路データベースの属性の内、緯度・経度は google map を用いて道路ごとに手作業で作成する。この段階で作成されるのは道路に沿ったデータであるから、同じ交点を複数の道路が通る。そのような交点を統合して交差点とする。高さ情報取得ツールは国土地理院のデータを用いてプログラムで得る。また隣り合う交点の間が道路片である。このように作成した道路データベースは図 4 に示すように交差点を頂点として、道路片を枝とするグラフ構造となる。

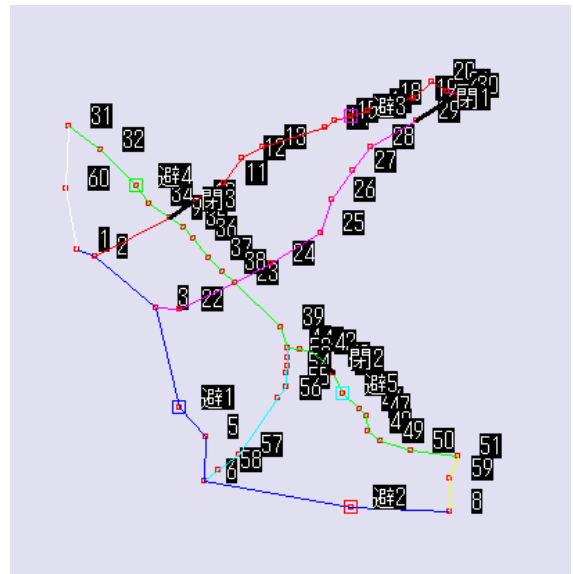


図 4 道路データベース

5 移動容易度の算出

平常時のコストは道路片ごとに、長さ(歩く距離)と勾配から求める。道路片には長さ $l(e)$ と高度差 $d(h)$ が与えられており、 d は方向に依存する。災害時においては移動容易度は(0.0: 通行不可能~1.0: 平常時)、困難の程度をその中間の値として、距離勾配から得られたコストに重みづけをする。本システムでは携帯端末からこの値を通知可能なところに特徴がある。

また津波・豪雨など水害の場合には、道路の標高情報と津波の程度・降雨量から道路ごとに、水面上昇の予測が可能と考えられる。したがって予測値に従ってサーバー側で更新することも可能としている。

6 最適経路決定アルゴリズムとプログラム

本研究においては、交差点を頂点集合 $V\{v_i\}$ 、道路を枝集合 $E\{e_j\}$ 、交差点(頂点) v_i から隣接する交差点(頂点) v_j の移動に要する最小コストを $d\{d_i, d_j\}$ としてコストの総和が最小となる経路を最適経路と定義した。最適経路決定アルゴリズムとプログラムはダイクストラのアルゴリズムに基づいて新たに作成した。

7 実験結果

実験では道路データベースを図 5 のように設定した。交差点番号の内、分岐がある交差点には交差点番号が緑色の文字で記入されている。また避難所の交差点番号が赤色の文字で記入されている。さらに通れない道路辺が黒色の太線で記入されている。

避難経路探索要求への応答において、プロトタイプでは最適なものだけを表示しているがすべての避難所への距離の小さい順に青、赤、桃色、緑、淡青の線で経路を示している。一例として交差点12からの要求への応答を図6、図7に示した。

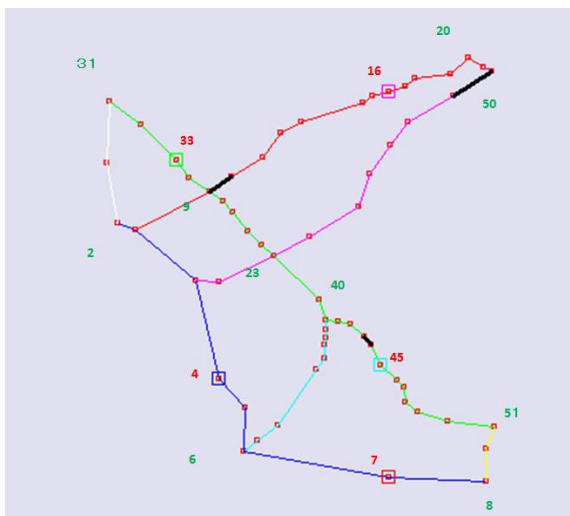


図5 実験に用いた道路例

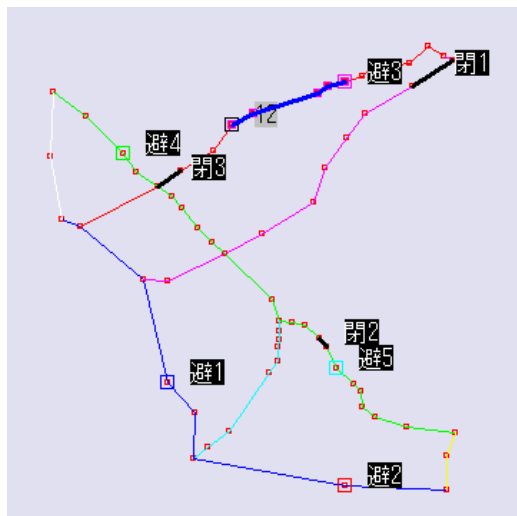


図6 最適経路グラフ表示

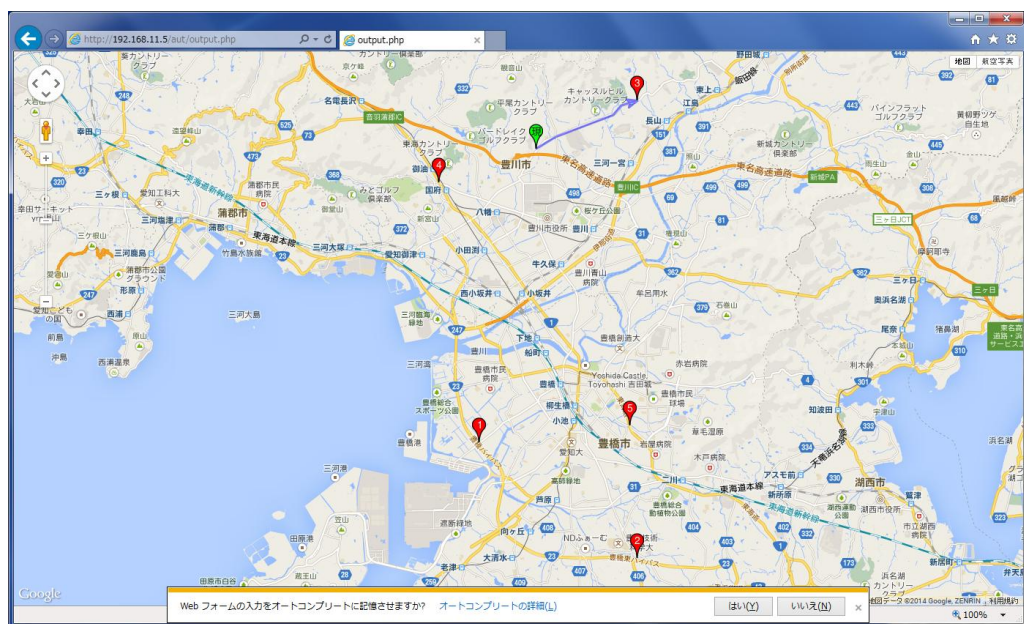


図7 最適経路 Web 表示

8 考察

開発したシステムは、本研究の目的を十分に達成したと考えられる。加えて、本システムを用いて佐々マナシミュレーションが可能であり、以下に述べるような結果が得られることが判った。

- ① 交差点ごとに平常時の最適避難所が得られる。
- ② 各避難所ごとに当該避難所が最適な交差点のリストが得られる。
- ③ クリティカルパス、すなわち多くの避難者が通過する道路辺リストが得られる。
- ④ 避難所へ行くことができない交差点のリストが得られる。