

ユーザ参加型センシングを利用した災害後情報収集と 安全性を加味した経路地図作成

池田 幸恵[†] 井上 雅裕[†]

芝浦工業大学 システム理工学部

1. はじめに

1.1 背景

日本国は自然災害が発生しやすい国土であり[1], 災害発生前や直後に対する研究・対策が数多く存在するが, 一時避難後に指定された避難所への避難に対しての研究・対策は進められていない. また, 大規模災害発生時は道路の破壊・閉塞などが起こり得る為, 災害前に提供される地図情報だけでは安全に避難することが困難であると考えられる.

1.2 先行研究

先行研究ではユーザの持つ携帯情報端末をセンサとして利用し, 安全な避難経路を推定, 提供するシステムを提案している[2]. 携帯情報端末から GPS・加速度データを取得することで, 避難経路を推定し, 通行回数や歩行速度から経路の安全性評価を行う. 歩行者の移動は自由度が高く道路ではない場所を通る可能性がある為, 災害前の情報としては避難所の位置情報のみ利用し, 道路情報は利用しない. さらに上記の研究をもとに, 通行回数に対して時間情報を付与して経路評価を行う事で, 道路の開通・閉塞状況に対応した地図表示を可能にするアルゴリズムの提案[3]が行われている.

1.3 先行研究の課題

安全性の評価値については通行回数が急激に減った場合に値が下がりづらいという課題がある. また地図を表示する際, 安全性評価値を色によって表示するだけであるので, ユーザがどの経路を通ったら良いのかが分かりづらい. また, 研究ごとに部分的な実装・評価が行なわれており, システム全体としての妥当性が確認できていないということも課題としてあげられる.

1.4 本研究の目的

先行研究に加え, 現状を反映することのできる安全性評価式の提案・評価とユーザの目的にあった避難経路の表示を可能にするシステムの設計・実装・評価を行う.

2. システム概要

2.1 システム構成

本研究で提案するシステム構成を図1に示す. 歩行者の持つスマートフォンから GPS・加速度データを取得しクラウドサーバに保存する. クラウドサーバでは取得情報をもとに, ユーザが通った経路同士の交差点の特定や各経路の通行回数の計算を行い, 経路の安全性を評価する. 被災者が実際に通った経路を表示するとともに, 被災者の現在位置から目的地までの最適な避難経路を決定しスマートフォンに表示することでフィードバックを行う.

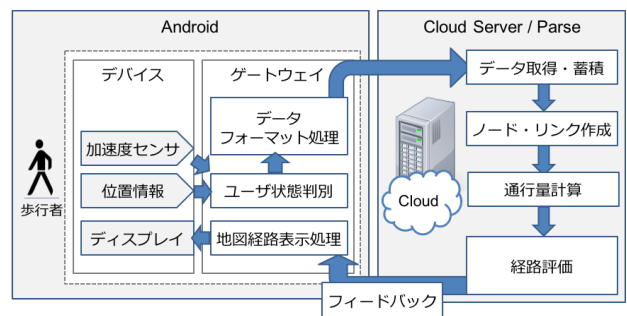


図1. システム構成図

3. 避難経路探索手法

3.1 先行研究での経路評価とその問題点

先行研究では歩行速度が速く, 通行回数が多いほど安全として経路の安全性を評価し, その結果を色によって地図に表示した. しかし, 現在位置から目的地までどの経路を通ったら良いかを示した方がユーザにとって利便性が高いが, 評価値をもとに目的地までの避難経路をどのように探索するかは検討されていない. また, 安全性だけではなく目的地までの距離や時間を重視するユーザも存在することが考えられる.

3.2 多目的遺伝的アルゴリズム

互いに相反するトレードオフの関係にある複数の目的関数を最適化する問題を多目的最適化問題と呼ぶ. 遺伝的アルゴリズムは一度の探索で複数の解を導出でき, 遺伝的アルゴリズムを多目的最適化問題に適応した多目的遺伝的アルゴリズムでは一度の探索で目的関数のそれぞれを最適とする解を同時に求めることができる.

3.3 本研究の経路探索手法

本研究では避難経路の探索を避難距離、避難時間、安全性の3つを目的関数とした多目的最適化問題として多目的遺伝的アルゴリズムを用いることで、それぞれの目的関数に対して最適な経路を同時に求め、ユーザに提供する。

3.4 安全性評価式

目的関数の一つある安全性については以下の計算式によって求めた評価値 P を利用することで最適な経路を求める。評価値は一時間ごとに計算する。一時間前の評価値との比を利用して評価値を変化させることで急激に通行人数が下がった場合にも対応することが可能になる。

ノード間平均歩行速度 $V[m/s]$ ノード間距離 $d[m]$
1 時間前のノード間通行回数 $N[回]$

$$P(t+1) = \frac{100 \times V[m/s] \times N}{d[m]} + 0.8 \times P(t)$$

$$\frac{P(t+1)}{P(t)} < 0.9 \text{ の場合}$$

$$P(t+1) = 0.5 \times P(t+1)$$

4. 実験

4.1 想定環境

図2のように形成された経路に対して、避難経路探索を行う。基本的な平均歩行速度は $1[m/s]$ とするが、最短経路に含まれる経路 a はシステム開始時から $0.8[m/s]$ であったとする。システム開始から5時間後に道路環境が変化したとし、経路 b, c が閉塞、歩行速度が $0.8[m/s]$ まで下がり通行人数が急激に減少したとする。



図2. 実験経路

4.2 結果と評価

道路環境が変化する直前、道路環境変化後6時間経過後に得られた避難経路の一部をそれぞれ図3,4に示す。図3,4より、変化する通行可能経路を反映した複数の避難経路の表示ができていることが確認できる。これによってユーザは複数の経路から自分の目的にあった経路を選択して

避難することが可能になる。また図4より、先行研究の安全性評価式を利用した場合には安全性の一番高い経路に閉塞した経路 c が含まれているが、本研究の評価式を利用した場合には含まれていない。これは、安全性評価値の見直しによって、過去の評価値に影響されず、通行回数の急激な減少を反映しやすくなった為だと考えられる。



図3. 道路環境変化直前

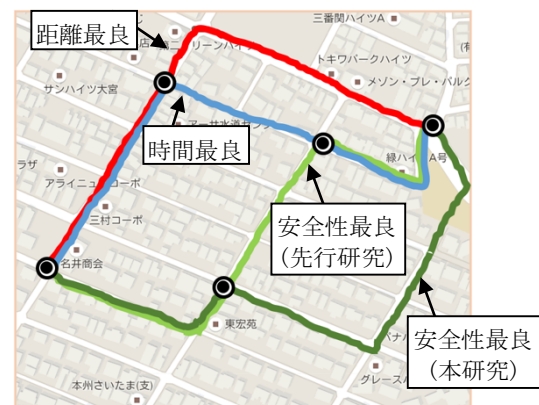


図4. 道路環境変化後6時間経過

5. まとめ

本研究では、多目的遺伝的アルゴリズムを用いて複数の避難経路を提案することで、ユーザが自分の目的にあう経路を選択して避難することを可能にした。また、安全性評価式の見直しを行い、通行回数の変化をより反映できるようになったことを確認した。

参考文献

- [1] 内閣府, 平成25年度防災白書, 2013
- [2] Shuhei Kusano and Masahiro Inoue, Safety Route Guidance System Using Participatory Sensing, IEEE Global Conference on Consumer Electronics, GCCE2013, Proceedings, pp.363-364, Oct.3, 2013.
- [3] 古山大貴, ユーザ参加型センシングを利用した災害後情報収集と避難誘導システム, 芝浦工業大学システム理工学部電子情報システム学科総合研究論文, 2014.