

被災後の避難所間の負荷分散を考慮した 避難誘導方式

Post-disaster Evacuation Guiding Method Considering Load Sharing

Among Evacuation Centers

吉野 智裕[†] 手塚 広太[†] 新津 善弘[†]

Tomohiro Yoshino[†] Kota Tezuka[†] Yoshihiro Niitsu[†]

[†] 芝浦工業大学 システム理工学部

[†] College of System Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

1. まえがき

現在、通信インフラは生活に必要な不可欠なものとなっている。しかし、東日本大震災では、携帯の基地局が被害を受け、通信インフラが断絶する事態が発生した。本稿では、劣悪な通信環境でも通信が可能である遅延耐性ネットワークを用いた端末間通信を用いて、避難所にかかる負荷を軽減する避難先の決定方法を提案し、その有効性を評価する。

2. 従来研究

従来研究[1]として、オフライン地図アプリを利用し、避難所までのナビゲーションを個人の歩行レベルと道路状況に応じて、ユーザの移動を支援する研究がある。この研究では、通信インフラが断絶された状況下で、移動端末の無線通信機能により共有した歩行の際に負担がかかる悪路(瓦礫, 地割れ)の所在を表すバリア情報と GPS トラックを考慮し、安全な避難経路を構築している。しかし、目的地に設定するであろう避難所がわからないという点や、避難所の収容状況や震災で負傷した人を考慮していないという問題点がある。

3. 研究概要

3.1 目的とアプローチ

DTN を用いた端末間通信により、各避難所の収容状況および個人の身体状況の情報を収集し、各避難所にかかる負荷を分散と、迅速な避難先の決定を目指す

3.2 想定環境

本稿では、大規模震災の発生により通信インフラが断絶している状況を想定する。ユーザは地震が収まり次第、本方式が実装されたアプリが予めインストールされたスマートフォンを利用して、避難所への移動を開始するものとする。加えて、ユーザは事前に自身の身体状況を表す歩行レベルをアプリへ入力しておく。歩行レベルは 4 段階に分けるものとし、ユーザの近くには、他の端末保持者が複数いるものし、避難先決定に用いる各避難所の収容状況と、個人の身体状況等の情報を端末間通信により共有をする。

4. 提案方式

4.1 震災発生から避難先決定までの手順

- Step1: 震災によりユーザの歩行レベルに変更が起きていないか確認する
- Step2: 現在地から最も近い避難所までの距離を算出する
- Step3: 端末間通信により周辺ユーザと情報を共有する
- Step4: 自身が避難エリア内にいるか確認する
- Step5: 情報を用いて避難先とする避難所の分散を行い、アプリは避難先を決定する

4.2 方式案

本稿では、提案方式の step5, step6 について、2通りの方式案を考案した。各方式案について以下に示す。

4.2.1 方式案 1

各避難所の現収容率避難を用いて候補先を絞り込み、各避難者の現在地から避難所までの距離の比較によって避難先を決定する。

- Step1: 各避難所の収容率を算出する
- Step2: 1 避難所あたりの平均収容率を算出する
- Step3: 各避難所の収容率と平均収容率を比較する
- Step4: 平均収容率以下の避難所を避難候補先と設定
- Step5: 各避難候補先の収容率と避難先未定者の人数から、各避難先への避難先未定者の配分を行う
- Step6: 各避難候補先と避難先未定者の距離を算出
- Step7: 避難先未定者をリスト化し、このリストを①歩行レベル低、②避難候補先から近い順番に降順で並び替える
- Step8: リスト上部から現在収容可能な避難候補先を

避難先として決定を行う

4.2.2 方式案 2

- 現在地と避難所までの距離を用いて避難候補先を絞り込み、各避難所の収容率によって避難先を決定する。
- Step1: 自身の位置から各避難所までの距離を算出
- Step2: 最も近い避難所 2 つを避難候補先として選出
- Step3: 2 つの避難候補先の収容率を比較
- 収容率の差分によって避難所の避難該当エリアを縮小, 拡大を行い、自身が該当している避難エリアを避難先とする

5. 評価

5.1 評価項目

- 平均避難先決定時間 (ms)
端末間通信終了から避難先が決定するまでの時間
- 避難所の負荷分散率 (%)
各避難所の避難前の収容率の分散から避難後の収容率の分散に変化した際の変化率。

$$100 - \left(\frac{\text{避難前の分散}}{\text{避難後の分散}} \right) \times 100$$

5.2 評価実験

各方式案に対する評価実験として、事前にユーザから共有情報を受信し終えた状態と仮定して実験を行った。今回は、避難先未定者を 50 人から 1000 人まで配置させた状態で避難先決定時間と、避難所の負荷分散率を 20 回計測し、その平均値を用いて評価を行った

5.3 実験結果

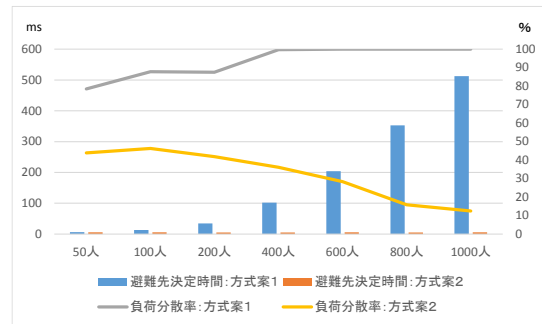


図 1. 避難先決定時間, 負荷分散率

6. 考察

平均避難先決定時間の結果の理由として、方式案 1 では全被災者を考慮して避難先を決定しているため、他の避難先未定者が増えることで避難先の決定に時間がかかっているのに対し、方式案 2 は自身と避難候補の収容率で避難先を決定しているため、他の避難先未定者が居ても避難先の決定にかかる時間は、ほぼ変わっていないと考えられる。

避難所の負荷分散率の結果の理由として、方式案 1 は人数が増えることで収容率の低い避難所に多く人を避難させることができるため、避難先未定者が多いほど、負荷分散率の向上が見込まれるのに対し、方式案 2 は 200 人以降のデータに避難前の収容率の分散より避難後のほうが悪化するという特徴によるものであるといえる。

7. まとめ

本稿では、各自の身体状況と避難所の収容率を考慮した避難誘導方式を提案し、作成した Android アプリによる評価実験を行い、その有効性を評価した。

参考文献

- [1] 長谷川朋哉, 宮木洋, 新津善弘, “個人の歩行レベルを考慮した安全経路確立による移動支援方式”, 信学会東京支部学生会研究発表会, No.61 (2017).