

来街者を対象とした津波避難誘導コンセプトの提案

長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 非会員 一瀬恭平
長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 鳩山紀一郎
長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 佐野可寸志
長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 松田曜子
日本工営株式会社 インフラマネジメント事業部 正会員 胡内健一

1. 研究目的と背景

日本は地震の多い島国で、巨大地震が発生した後津波が発生するということがある程度の頻度で生じる。近年では、2011年の東日本大震災によって岩手県、宮城県、福島県等の各地で高さ8m以上の津波が発生し、多くの死者・行方不明者が出た。また、現在においても南海トラフ巨大地震などが発生する可能性があり、地震発生後の津波への避難対策が全国で必要となっている。

これに対して、津波が想定されている各地域では、地域防災計画の策定や津波避難施設の設置、避難訓練の実施等の諸対策が実施されてきているが、これらは主に地域住民を対象とした対策であり、地域住民が避難に関する情報を認知しやすい環境が形成されてきた。一方、観光等の目的で地域を来訪した来街者を対象とした対策は少なく、来街者は自身の地点から最短の避難場所を認知しにくい状況であり、来街者に対しての誘導は依然として大きな課題を擁しているといえる。本研究では来街者を対象として、津波避難誘導を行うアプリケーション等のコンセプトを提案する。

2. 津波避難誘導システムに求められる要件

来街者を対象として想定した場合、避難誘導をする場合に利用しやすいシステムは、不特定多数に情報を知らせ、個人に対応した情報を送ることに適している必要がある。よって、身近に利用しており、災害発生時の情報を確実に届けることが可能であるスマートフォン等の携帯端末から情報を受け取る仕

組みが適していると考えられる。

また、今回はシステムを構築する際には、個々の地域へのカスタマイズに多大な労力と費用を要するものではなく、多少のカスタマイズは必要であっても、多くの地域で比較的容易に適用ができる方が望ましいと考え、システムに汎用性を持たせることでどの地域でも利用できるシステムの構築も目指す。

3. 避難誘導アプリケーションの事例

これまでに、いわゆる避難誘導アプリケーションは様々な形態で多数存在している。

ポケットシェルター株式会社が開発した避難誘導アプリケーションである「ポケットシェルター¹⁾」は、オンライン上で先に自身が住んでいる地域の道路情報をダウンロードし、オフラインでも避難誘導が可能となるアプリケーションである。また、位置情報はGPSから受け取り、移動した経路の表示、避難方向の表示などを全国規模で行っている。

一般社団法人全国防災共助協会が配信しているアプリケーション「みたちょ²⁾」では、避難情報をあらかじめアプリケーションに反映させており、AR機能を利用しておおまかな避難所の方向を示すことで直感的な誘導をする。現在は約50自治体と共同で行っている。

図-1にポケットシェルターとみたちょの避難時の動作画面を示す。

以上のアプリケーションに共通している機能としては、どれにおいても事前に避難情報や道路情報をスマートフォン等の携帯端末にダウンロードすることでオフラインでも避難経路情報が提供可能である

点がある。また、GPSを利用して現在位置の提供を行い、避難所への直感的な誘導を行っている点も挙げられる。ここから、災害時における電話回線、インターネット回線等の切断や避難者の混乱などを想定し、オフラインでも分かりやすい誘導が可能である点は避難誘導アプリケーションの設計の上で重要であることが分かる。



図-1 避難誘導アプリケーション例
(左:ポケットシェルター, 右:みたチヨ)

4. 避難誘導アプリケーションのコンセプト

(1)使用するデータ

本研究では、道路情報、避難所の位置・容量などの情報、人口データ、津波到達時間、避難速度のデータを使用してアプリケーションの構築を試みる。以下にそれぞれのデータについて述べる。

道路情報とは、地域の生活道路を含めた道路マップのことを示す。本研究では、フリーの地理情報である「OpenStreetMap(以下:OSM)」を使用する。OSMはOSM財団が運営している地理情報データベースである。ライセンスを持っていれば誰でも編集可能であり、自由に利用することができる。また、この自由度によって、地域住民の意見などに基づいてリンクを追加したり道路属性を変更したりしやすい環境になっている。

避難所の位置・容量などの情報は、各自治体が所

有している避難所の容量を参考にする。これは、容量の小さい避難所やおおくを住民が占有するような避難所に来街者を積極的に誘導してしまわないようにするためである。

人口データには、国勢調査の人口データを用いる。ただし、これは夜間の人口として利用し、昼間の人口については別途データを用意することを考える。これは、昼間と夜間では地域内の住民の分布状況が異なることが考えられるため、昼間に津波が生じたときに誤った誘導をしないためである。

津波到達予想時間は、内閣府より公表された南海トラフ巨大地震の被害想定における都道府県別市町村別津波到達時間一覧表に記載されている最短津波到達時間から数値を選出する。実際には津波が地域内の各地点に到達するには時間を要するため、それらを考慮した津波到達時間を用いるのが望ましい。しかし、現時点でそのような津波到達時間は各地ですぐに利用可能な状況にはないため、本研究では上記の到達時間を用いる。

避難速度は、津波から避難するときの人の歩行速度を表す。今回は畑山らの論文³⁾と鳩山らの論文⁴⁾を参考に避難速度を決定した。

(2)本提案の基本的機能

避難誘導のアプリケーションを開発する場合、そのシステムは非常に重要なものになる。本項では避難誘導のための機能について述べる。

本研究では他のアプリケーションとの相違点として、避難所の空き容量を考慮したシステムを提案する。理由は前項でも述べたが、特に来街者の規模を想定できない場合において、避難所の容量を超えた来客数が地域にいるとき、最短経路を表示する手法では容量を超えた避難者が1ヶ所に集中してしまう可能性があり、非常に危険である。そのために容量を考慮した避難誘導が必要であると考えられる。

空き容量を考慮するためには、まず前提として避難施設の位置情報とともに、その施設の計画避難容量を入力する必要がある。また、その施設が地域住民にとって計画されている避難所である場合、地域住民が大勢避難してくることを考慮する必要がある。したがって、地域住民が避難する場所であると計画された避難所であるかの判定も属性データとして入

力する必要がある。

避難誘導システムの機能の流れとしては、道路情報と避難所位置情報を組み合わせて避難地図をネットワーク内に作成し、人口データから地域住民が災害発生時に避難する避難所の空き容量を算出する。これによって地域住民のみで避難所の容量が埋まり、来街者が避難できないという状況を誘導の時点で回避することが可能である。

(3)システムフロー

図-2 に本アプリケーションのシステムフロー図を示す。以降にフローを順に説明する。

まず、避難所の位置と容量の情報を、道路情報と連携させる。その後、地域住民の避難をした結果の状態を先に設定する。それにより、地域住民のみでどの避難所がどの程度埋まるのかを予測することができる。

予測の手法としては、津波到達予想時間と避難速度から避難可能な距離を算出し、避難所から避難可能距離内で移動できる範囲を決定する。これを避難可能範囲と呼ぶものとする。来街者の避難者がいる地点において、避難可能範囲内である施設が1つのみの場合、そこまでの誘導を行う。2つ以上の場合は、距離と空き容量の重みづけの関数を用いて定量的に判定を行う。避難可能な施設が1つもない場合、これは最寄りの避難所を検索し、そこへ避難させるものとする。これを地域住民でシミュレーションを行うことで住民が避難した場合の避難所の残り空き容量を予測する。

次に同じ手法で避難可能範囲とアプリケーションをダウンロードしたスマートフォンから収集したGPSを用いることで、来街者に対しても同様に、容量を考慮した避難誘導配分を行う。

図-2 では、プログラムの処理の大半をサーバ側で行うことを示している。図-2 のデータにおいて動的に変化するものはスマートフォンから収集するGPSのみとなるため、ほとんどのデータ処理は動的に行う必要がない。そのため、事前のデータ処理を行った地域住民の避難予測が動的な誘導をするときのデータ基盤となる。

また、オフライン上でも動く仕様にするために、スマートフォン内でGPSを用いてどの避難所へ避難

するのが良いかの判定を行えるようにする。

以上を実現することができれば、避難所の空き容量を考慮した避難誘導が可能になるものと考えられる。

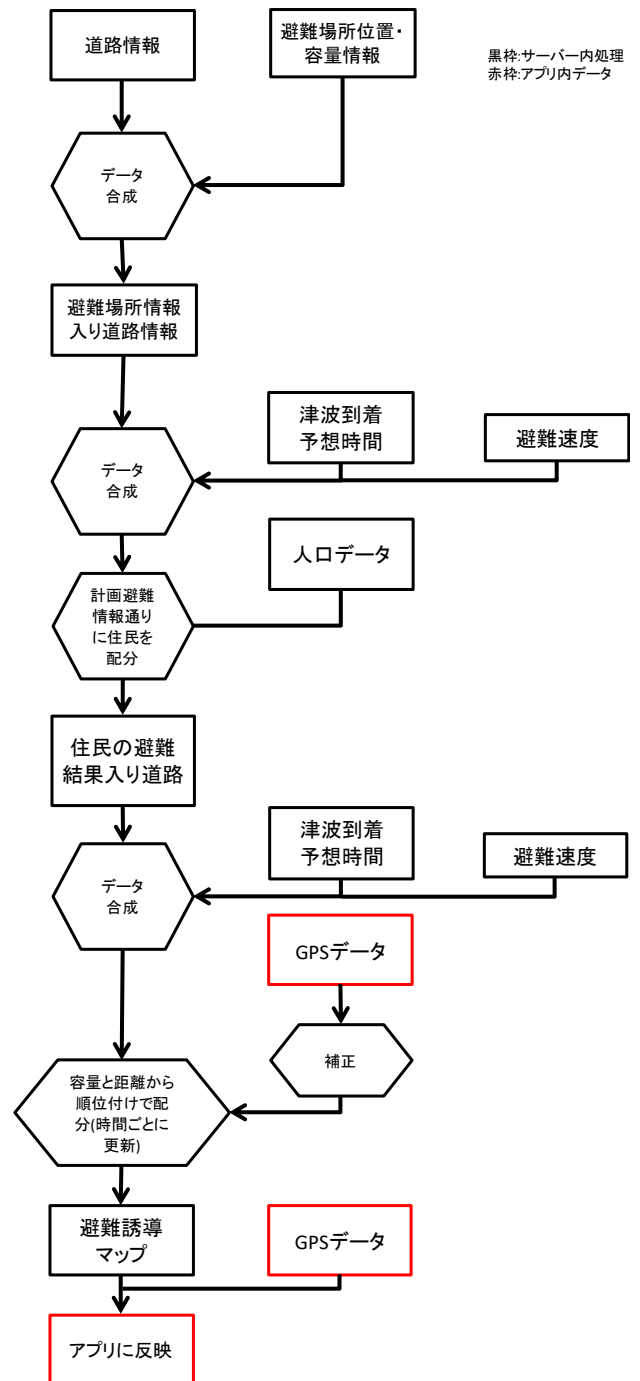


図-2 システムフロー図

5. 具体的なシステムの構築

本アプリケーションはスマートフォンの携帯端末を利用して避難誘導を行うものである。本項ではそ

のシステム構築について述べる。

本研究では、スマートフォンの OS は、Android で開発を行う。

サーバ側では、非同期の通信ができる Javascript 機能の node.js を用いてプログラムを構築する。非同期通信は、その他の処理を止めずに通信できる仕組みである。一方、同期通信では通信時に他の処理が停止してしまうため、今回の様に、複数の地点から送られる GPS データを通信しながらデータ処理を行う場合には、同期通信よりも非同期通信が適していると考えられる。

データ処理については、グラフデータベースの「Neo4j」を使用する。Neo4j は属性を示す node と、node 同士の関係性を示す edge で構成されている。今回の場合であれば、node を交差点や避難施設、edge を道路として設定することで道路情報を形成することができる。

図-3 に本アプリケーションシステムの概略図を示す。図-3 の様に、データの通信は Neo4j のデータ処理をサーバと連携させ、サーバとスマートフォンが非同期通信を行うことで通信をする。スマートフォン側からは GPS の位置情報を送信し、サーバ側は避難情報を送信する。

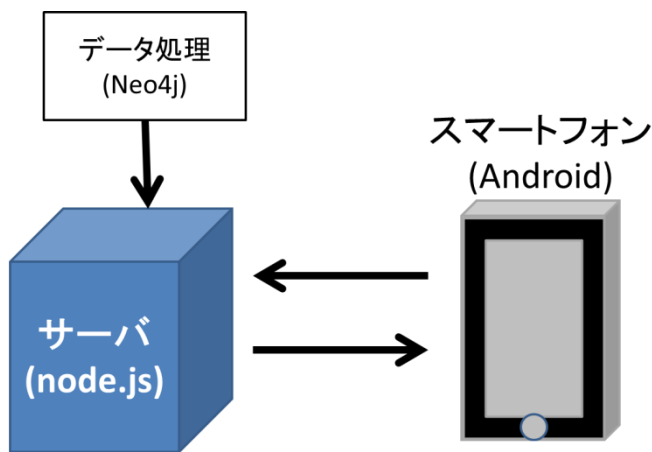


図-3 システムの概略図

6. まとめと今後の予定

来街者を対象とした避難誘導アプリケーションのコンセプトを提案した。避難誘導アプリケーションに求められる要件は以下の2点と考える。

- 1) 身近で利用しやすいスマートフォン等の携帯端末から情報を入手できるシステムの構築を行う。
- 2) 本アプリケーションは汎用的に用いられることも目的とするため、データは利用しやすいデータを用いる。

システムとしては、容量を考慮した避難誘導を行うものとし、避難施設を始点として津波到達時間と避難速度から避難可能範囲を測定する。そして、まずは地域住民の避難結果を予測し、そこから来街者の避難誘導を行う。来街者の避難誘導はスマートフォンの GPS 機能を使い、一度サーバへ収集し、その後容量を考慮した上で最適な避難場所へ誘導を行う。

今後の予定としては、システムの構築を今以上に練り、アプリケーション作成を行う。

また、実際にアプリケーションを作成した後、使用感などの意見を頂くために実地調査を行う。

今回のアプリケーションは来街者を対象としている。よって、来街者にダウンロードを促せるような避難情報提供以外のコンテンツが必要になる。避難情報以外にどのようなコンテンツを提供し、ダウンロードを促せるかも今後の課題となる。

道路情報に関しても現在の OSM では細街路などの地域住民程度にしか知られていない道路があるため、地域住民の意見を取り入れた道路ネットワークの作成を行う。

謝辞

継続的にご指導を頂いている東京大学生産技術研究所伊藤昌毅先生に感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 「ポケットシェルター」 ポケットシェルター株式会社 <http://pocketshelter.jp/#top>
- 2) 「防災・避難誘導アプリ「みたちょ」とは」 一般社団法人 全国防災共助協会 <http://bousai.or.jp/mitacho/>
- 3) 「地域ごとの津波避難計画策定を支援する津波避難評価システムの開発」 2014年2月 畑山満則, 中居楓子, 矢守克也
- 4) 「自動車を利用した津波避難方針設計手法に関する基礎的検討」 2015年2月 鳩山紀一郎, 平松大輝