

オープンデータとジオフェンシングを用いた 災害時避難支援アプリケーションの開発

陶山 聖[†] 井上 潮[‡]

[†] 東京電機大学 工学研究科 情報通信工学専攻 〒120-8551 東京都足立区千住旭町 5 番

[‡] 東京電機大学 工学部 情報通信工学科 〒120-8551 東京都足立区千住旭町 5 番

E-mail: [†] 16kmc16@ms.dendai.ac.jp, [‡] inoueu@mail.dendai.ac.jp

あらまし 日本では毎年様々な災害が発生し、多大な被害に遭っている。現在、災害時の危険地域の情報や防災情報を住民に知らせる手段としてハザードマップが用いられているが、この利用状況は低く、災害に関する情報は十分に活用できていない。本研究では住民に災害情報を適切に提供し、避難支援を行うためのアプリケーションを開発する。具体的には、政府・自治体が提供しているオープンデータを情報源とし、ジオフェンシング技術の活用により住民の行動を検知することで、情報が必要となる場面で情報提供を可能とする災害時避難支援システムを開発する。システムの実現性を確認する目的で、設定した危険地域に対する出入りの検知動作の実装と評価を行った。

キーワード ジオフェンシング, 位置情報サービス, swift, iOS アプリケーション, オープンデータ, 災害時支援システム, 避難支援

1. はじめに

日本は地形や気象などの条件から様々な災害が発生し、毎年多大な被害に遭っている。災害が発生したとき素早い避難が重要となるが、平成 22 年に行われた内閣府によるアンケート調査[1]によると、対象地域全域で発令された避難勧告または避難指示を見聞きしてとった行動として「自宅にとどまった」が 68.9%となっている。この自宅にとどまった理由として「夜間・大雨の中、避難を選択するほうが危険と判断した」と同じ割合で「自分が被害を受けるとは思わなかった」が上位を占めていた。こうした結果から災害が発生した際に発信された情報が住民の周りで起きていることだと認識しない現状がある。

現在、災害時の危険地域や避難情報を知らせる手段として、ハザードマップが存在する。ハザードマップは一般的に災害による被害が想定される地域の表示や、避難場所など防災関係施設の位置が表示された地図である。しかし現状では様々な課題が存在する。それはハザードマップに対する認知度と活用状況である。平成 22 年度に内閣府が行った調査[2]によると、ハザードマップで防災情報を確認したことがある人は 31%であった。この現状からハザードマップの情報は人々に十分に認知されていないと考えられる。また活用状況として、茨城県常総市の住民を対象とした平成 27 年関東・東北豪雨に関するアンケート調査[3]より、ハザードマップを見たことがあると答えたのは 3 割程度であった。さらに水害発生時にハザードマップを見たのは全体の 5%という結果となった。この結果から、現状ではハザードマップは災害時に十分に活用されていないことがわかった。

こうした現状から、普及が進んでいるオープンデータから防災関連の情報を集め、その中から必要な情報を人の行動に対応させて提供する避難支援システムを考えた。このシステムを活用することにより、利用者は滞在している場所で起きている災害による危機的状況の認識と防災関連施設の把握が可能となる。よって住民への情報提供の強化に繋がり、災害の被害を減らせると考えた。

2. 関連研究

濱村らの研究[4]では、災害時支援システムとして市や自治体が提供している避難所や AED などの避難支援情報をベースに、利用者から投稿された避難支援情報により、充実した情報の地図システムを開発した。また、ゲーミフィケーション機能を用いることで平時からのシステム利用の促進を実現している。

渡辺らの研究[5]では、モバイル端末を活用し、災害時における最短避難経路提示システムの開発として、ダイクストラ法を用いた最短経路探索を行っている。またこの研究では、GPS 付き携帯電話が使用できない場合を想定し、Wi-Fi で代替することにより避難経路と移動経路を継続して表示することを可能としている。

天野の研究[6]では、オープンデータである国土数値情報を用いた、スマートフォン上に洪水ハザードマップの表示を可能とするアプリケーションを開発している。この研究では浸水想定区域と避難施設の表示に加え、情報の検索や避難所へのルート検索など、災害時に必要となる機能を検討し実装している。

3. 提案手法

本研究では個人に対して情報を提供することから、人々が普段から手元に持ち情報のやり取りをするスマートフォンを利用する。そしてスマートフォンのアプリケーションとして以下の動作を実現させる。

- ① オープンデータを基に危険地域を地図上に描画、防災関係施設の表示。
- ② 利用者の行動を監視し、危険地域、また防災関係施設への接近を検知。

使用するオープンデータとして、国土交通省国土政策局国土情報課の国土数値情報を用いる。その中から浸水想定区域データ[7]と避難施設データ[8]を用いる。浸水想定区域データは各河川管理者が浸水想定区域図のデータを浸水深ごとのポリゴン形式の GML 形式およびシェープファイル形式で都道府県別に作成されたものである。これを危険地域の描画データとする。浸水想定区域データを構成するデータを表 1 に示す。

表 1. 浸水想定区域データ

属性名	内容
範囲	浸水想定区域の範囲
浸水深	当該浸水想定区域図に示されている浸水深から得られた浸水深のランクコード
作成種別	当該浸水想定区域図を作成した自治体の都道府県、機関等を表すコード番号
作成主体	当該浸水想定区域図を作成した機関名
指定年月日	当該浸水想定区域図を指定した年月日
告示番号	当該浸水想定区域を告示した際の告示番号
対象となる河川	当該浸水想定区域の指定の対象となる河川の名称と実施区間
指定の前提となる計画降雨	当該浸水想定区域の指定の前提となる計画降雨
関係市町村	当該浸水想定区域に関係する市区町村名
備考	浸水想定区域図の説明。また注意事項

次に避難施設データの内容を表 2 に示す。

表 2. 避難施設データ

属性名	内容
位置	避難施設の位置
行政区	避難施設の所在する行政区を特定するコード
名称	避難施設の名称
住所	避難施設の住所
施設の種類	避難施設の種類
収容人数	避難施設の形態ごとの収容可能人数
施設規模	避難施設の形態ごとの面積
災害分類	当該施設が対象とする災害の分類

避難施設データは地域防災計画より避難施設に関する情報から作成されたリストである。こちらも GML 形式データおよびシェープファイル形式データである。これを防災関係施設として地図上に表示する。

そして、人々の行動に合わせて情報を提供するためにジオフェンシング技術を用いる。ジオフェンシングは特定のエリアに仮想的な「フェンス」を作る仕組みである。このフェンスにシステムの利用者がスマートフォンを持って出入りすると、それを検知し適切な情報を送ることができる手法である。この手法を用いて利用者のフェンスの出入りから行動を検知する。

以上の内容を図 1 にまとめる。

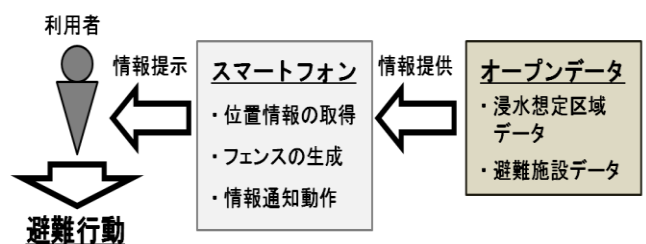


図 1. システムの提案

オープンデータから情報を収集することで地図上に災害・防災情報の表示を可能とする。そしてスマートフォンを用いて、災害・防災情報とユーザの行動の検知により、必要に応じて情報の提供を可能とする。これにより利用者は自身のいる場所で必要となる情報を受け取ることができるため、災害による被害を受けないよう素早く避難行動に移ることができる。

4. 開発環境

ユーザへの情報の提示、また位置情報を取得する必要があることから、スマートフォンの中でも利用者が多いとされる iPhone を対象としたアプリケーションを開発する。そのため、開発アプリケーションには Xcode7、言語は swift2、アプリケーションの実行・テストは iOS シミュレータを利用する。

5. システム概要

5.1. システム構成

システムの構成を説明する。スマートフォンには防災情報を管理するデータベースと、情報を利用者に伝えるアプリケーションが存在する。危険地域を表す浸水想定区域データと避難施設を表す避難施設データといった防災情報はシステムの基盤となるデータであるため、スマートフォンにアプリケーションを導入する際に端末のデータベースに格納する。そしてスマートフォンのアプリケーションは位置情報を定期的に取得

する。また保存されている防災情報から危険地域と避難施設に対するフェンスの設置と、位置情報からユーザの行動を検知し、情報の通知動作を行う。これにより利用者の避難行動を促進する。

そしてサーバは、アプリケーションが機能すべき機会を把握するため、インターネット上から警報・注意報といった情報を取得する。その情報から災害が発生しているかを判断し、災害が発生している、また発生のおそれがある場合はスマートフォンに対して災害の情報を送信し、アプリケーションの機能を動作させる。

これらの動作を図2に示す。

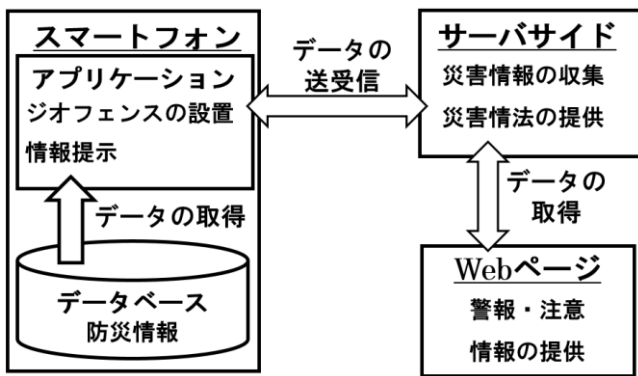


図2. システムの構成

5.2. システムの動作

次に具体的なシステムの動作として、平時における動作と災害発生時の動作を説明する。

平時では、スマートフォン内に格納されている防災データの閲覧を任意に可能とすることで、利用者が災害に備えるための情報を提供する。

災害発生時はサーバから発生している災害の情報をスマートフォンのアプリケーションが受け取り、そこから災害が発生しているものとして、利用者の行動の検知を開始する。

アプリケーションが行動の検知を開始してからは、利用者の行動に合わせて必要となる防災情報を提示するための動作を行う。それは情報を提示する機会は利用者が危険地域に進入した場合、災害発生時に利用者が危険地域に滞在している場合を想定する。また避難支援として、利用者周辺の避難施設を提示することで、利用者の避難行動に対して指針を与える。そして、避難施設を中心にフェンスを設定することで、利用者が避難施設に接近しているとき通知を行い、速やかな避難行動を促進させる。以上の内容を踏まえ、図3ではアプリケーションの表示画面と利用者の行動を想定した。図中の番号に従ってシステムの動作を説明する。

- ① 利用者が危険なエリアに近づいたと想定する。このとき危険なエリアをフェンスと設定する

ことで、利用者が危険地域に進入したことを検知・情報提示を行う。また利用者がフェンスから出れば、危険地域から脱したとして、そのことを通知する。

- ② 利用者が危険地域に滞在している場合、位置情報から危険地域にいることを検知し情報を提示する。同時に利用者の近くの避難所を提示し避難を促す。
- ③ 避難施設に対してフェンスを設定することで、利用者が接近した際に避難を促す。



図3. システム動作例

以上のように、利用者に対して必要な情報を提供することが可能となれば、速やかな避難が可能となり、災害による被害の軽減につなげることが可能であると考える。

5.3. ジオフェンスの動作

利用者の行動を検知、情報の提示を行うため、スマートフォンに導入されたアプリケーションは保存されているデータから危険地域と避難施設に対してフェンスを設置する。そして利用者がフェンスに出入りしたとき、利用者に対して避難支援となる情報の提供を行う。

危険地域と避難施設に対するフェンスについてそれぞれ説明する。

危険地域のフェンスは地図上にポリゴンを生成し、それをフェンスとする。これは危険地域を表す浸水想定区域データが、地図に対して浸水が想定される区域を覆う形でポリゴンが生成されているためである。このポリゴンを構成する座標データからフェンスを生成する。そしてフェンスに対する出入りの検知は、フェン

に設定されているポリゴンの座標と利用者の座標を比較することで出入りの判定を行う。利用者の位置がポリゴンの内側であれば、フェンスに侵入したと判断する。また利用者がフェンスの内側にいる状態から、フェンスの外側の座標に変わればフェンスから出たと判断する。これによりフェンスの出入りを判定し、利用者の行動を検知する。

避難施設のフェンスは避難施設の座標を中心とした円形のフェンスを設置する。これは利用者が避難施設に接近したことを検知するため、避難施設の周囲をフェンスでカバーすることで利用者の接近を検知する。避難施設データには避難施設の位置情報が保存されているため、座標データから iOS の Core Location フレームワークを用いることでフェンスを設定する。これにより避難施設の座標を中心に、周囲の指定した範囲を円形のフェンスとして生成することができる。このフェンスを用いることで利用者の行動を検知する。

6. 予備実験

6.1. 実験内容

オープンデータをフェンスとして活用できるか検証するため、3つの予備実験を行った。

- ① 利用者に対して危険地域を提示するための実験として、危険地域を地図上に表示できるかを検証する。
- ② 行動検知の実験として、浸水区域データを想定した4点の座標から長方形のポリゴンを生成し、そのポリゴンに対する利用者の行動の検知を検証する。
- ③ 避難施設を想定した座標を中心とした円形のフェンスを設定し、そのフェンスに対する利用者の行動の検知を検証する。

実験環境は swift2 で作成した iOS アプリケーションを iOS シミュレータ上で動作させた。端末の位置情報は GPX 形式で作成したデータを利用者の行動と設定して座標データを取得する。

予備実験①では浸水想定区域データより、荒川水系芝川・新芝川を対象とした浸水想定区域の中から、足立区の六町駅近辺の範囲を利用する。

利用者の行動の検知を判定する場合、利用者の行動から随時位置情報を取得し、実験内容②と③ごとに利用者のアプリケーションが行うフェンスの出入り判定の動作を確認した。

6.2. 実験結果と課題

予備実験①の結果について述べる。図4では地図上に危険地域をポリゴンとして表示した画面である。このポリゴンは浸水想定区域データから任意の一箇所の

エリアの座標を取得し、その座標を元に出力したものである。図のように危険地域を地図上に出力することで、一目で危険な地域を確認することができる。

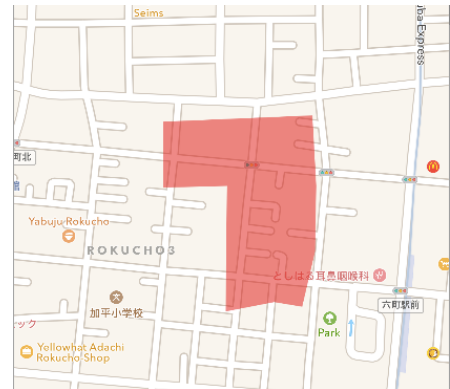


図 4. 予備実験①の動作画面

予備実験②の結果について述べる。図5はアプリケーションの動作画面であり、生成したポリゴンをフェンスとしてユーザの出入りを判定した。結果は、アプリケーションは位置情報を得るたびにフェンスと位置座標を比較することでフェンスに出入りしているか判定を可能としたため、ユーザの行動を検知することができた。

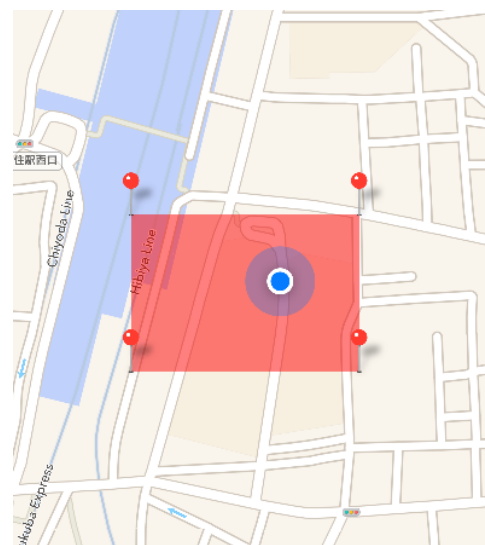


図 5. 予備実験②の動作画面

予備実験③の結果について述べる。図6はアプリケーションの動作画面である。避難所と設定した座標を中心にフェンスを設置し、フェンスへの出入りを判定した。結果は利用者の行動を検知し、動作したことを確認した。



図 6. 予備実験③の動作画面

今後の課題として、予備実験では一箇所のフェンスに対する判定であるため、実データを想定した大量の座標データを効率的に判定する方法の検討が必要である。また予備実験①のような複雑な形のエリアに対する正確な行動の判定方法を検討する必要がある。さらに予備実験②と③のフェンスを共存させて、安定した動作が可能か検証する必要がある。

7. まとめ

本研究ではオープンデータの情報を基にして、ジオフェンシング技術を活用した災害情報を提供するアプリケーションの提案と予備実験を行った。実験結果から危険地域を表示する手法の確認、ポリゴンによるフェンスと位置座標を中心として生成したフェンスが動作することを確認した。

今後はこの提案を実現するため、ジオフェンシングによる行動検知の精度の検証と、ポリゴンで生成したフェンスの効率的な判定方法の検討を行う。またオープンデータの取り込み方法について検討する。

参 考 文 献

- [1] 中央防災会議「災害時の避難に関する専門調査会」第6回資料「災害時の避難に関する検討課題避難の考え方の明確化」,平成24年1月31日,内閣府
- [2] 防災に関する特別世論調査,平成22年1月21日,内閣府政府広報室
- [3] 水害ハザードマップ検討委員会第1回資料「ハザードマップと洪水時の避難に関する現状と課題」,平成27年12月14日,国土交通省
- [4] 濱村朱里,福島拓,吉野孝,江種伸之:「災害時支援システム”あかりマップ”の地域住民による防災マップ作成への適応」,第97回GN・第15回CDS・第12回DCC合同研究発表会, No.38, 2016
- [5] 渡邊博之,成田祐一,大山勝徳,加瀬澤正,武内惇,竹中豊文:「モバイル端末を活用した災害時最短避難経路提示システムの開発」,情報処理学会論文誌, vol.53, No.7, pp.1768-pp.1773, 2012

- [6] 天野貴文:「オープンデータ・国土数値情報を活用したスマートフォン向け洪水ハザードマップアプリの開発」,GIS—理論と応用, Vol.23, No.2, pp.1-6, 2015
- [7] 国土数値情報「浸水想定区域データの詳細」, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A31.html>
- [8] 国土数値情報「避難施設データの詳細」, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P20.html>