

2.1 既存のハザードマップ

熊本県熊本市による白川が洪水した場合の洪水被害を予測して作成した白川洪水避難地図 [4] や、奈良県生駒市によるため池が決壊した場合の浸水被害を予測して作成した生駒市高山ため池ハザードマップ [5] など、現在日本では市町村ごとにハザードマップを作成し、公開している。しかし、市町村ごとに公開方法は異なっており、住民が住んでいる場所のハザードマップや、現在発生している災害のハザードマップを自分で探す必要がある。住民がハザードマップを探す負担を軽減するために、国土交通省はハザードマップ検索システム「わがまちハザードマップ [6]」を公開している。わがまちハザードマップは各市町村が作成したハザードマップを国土交通省が各都道府県ごとにまとめることで、誰でもどこからでも日本中のハザードマップを丸ごと閲覧することができる。ユーザは自分が望むハザードマップをすぐに検索し閲覧できるが、これらのハザードマップはリアルタイムな状況を地図上に表示するものではない。そのため、一章で述べたようなハザードマップの問題を解決することができない。

2.2 GIS を利用したハザードマップ

国土交通省は、各市町村のハザードマップを提供しているだけでなく、独自のハザードマップシステム「重ねるハザードマップ [7]」を公開している。重ねるハザードマップは“各種ハザード情報”、“災害時に役立つ情報”、“防災に役立つ地理情報”の三つに情報を分け、それぞれ任意の情報を日本地図上に重ね合わせることでユーザの求める情報のみで構成されたハザードマップを作成することができる。既存のハザードマップは、基本的には災害の種類ごとに一つのハザードマップが作成されている。重ねるハザードマップの強みは、一つのハザードマップで複数の災害に対応することを想定しているという点である。しかし、重ねる災害情報が過去の状況から想定されたものであるため、現在の状況と関係がない。そのためユーザが自分の状況をしっかりと把握していないと活用出来ないという問題点がある。

2.3 GIS を利用したリアルタイムハザードマップ

本稿が提案するような、実時間に沿った災害情報を図示するリアルタイムハザードマップを提案している研究がいくつかある。佐藤らが作成したリアルタイムハザードマップ [8] は WebGIS である Google Maps API と、危険区域の登録・閲覧のためのインターフェースや、機能の提供を行う災害情報サーバを用いて PC クライアントとモバイルクライアントに災害発生前から発生後までユーザにリアルタイムな情報提供を行う。これはユーザーや自治体の災害担当者が入力した情報を、Google Maps

API などを用いて地図上にマッピングしていくものであるが、手入力された情報であるため、自治体が把握できている災害情報しか反映できない。また、自治体の災害担当者が情報を収集し、入力するまでに災害被害は拡大している可能性がある。このシステムは、今後の被害予測情報などが取り扱っていないため、ユーザがどれだけのリスクに巻き込まれているのかをどのように把握・自覚させるのか、という本稿で提起したハザードマップの問題点を解決するようなシステムではない。

2.4 提案による問題解決

これまでに挙げた先行研究や既存技術の問題点を解決するために、時々刻々と変化する状況や、災害被害予測などを反映できる動的ハザードマップを提案する。本稿で提案する動的ハザードマップは、雨量情報を用いて降雨情報を分析し、処理した情報をマップに重ね合わせる。さらに分析した情報からシミュレーションを行い、将来の危険度をハザードマップに表示することで、ユーザにリスクの自覚を促し、より効率的に減災行動へ誘導することが可能となる。

3. 提案手法のシステム要件

本章では、3.1 節で動的ハザードマップを利用する想定環境について述べ、3.2 節で想定環境から考えられる動的ハザードマップ作成に必要なシステム要件について述べる。

3.1 シナリオ

本研究では、豪雨によって都市機能が低下していく過程で住民に迅速に自身のリスクを理解させ、避難活動へ誘導する動的ハザードマップシステムの構築を目的としている。本システムの想定環境下におけるシナリオを示す。

1. ある都市を中心として、豪雨が発生
2. 時間経過により浸水・冠水などの水害が発生し、避難するのが困難になることが予想される
3. ユーザは動的ハザードマップを閲覧し、予測される被害範囲に自分が含まれていることで自身の災害リスクを理解し、避難する

3.2 システム要件

本節では、3.1 節にてあげた本システムの動作シナリオから考えられる本システムの要件について述べる。図 1 に本システムが活用される動作シナリオを示す。シナリオから考えられる本システムの動作は、リアルタイムで降雨を検知、降雨量から水害被害範囲を予測、ユーザに現在の雨量情報と水害予測を知らせることの三つである。本システムの目的である動的ハザードマップシステ

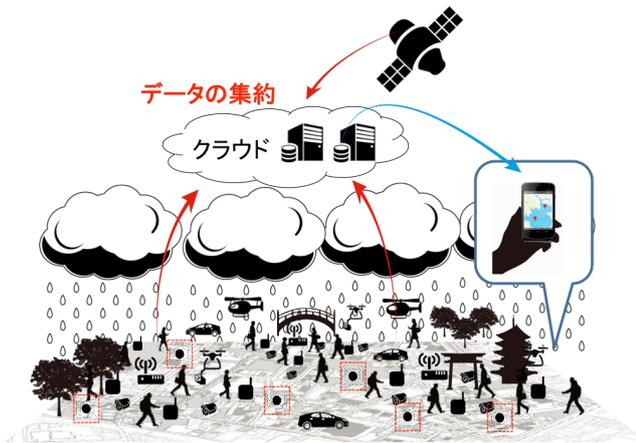


図 1: 動作シナリオ

ムを構築し、住民を避難行動へと誘導するために以下のシステムを実装する。

- (1) サーバへとデータを送信するセンシングシステム
- (2) クラウド上に構築される浸水被害予測システム
- (3) スマートフォン用の情報を表示する可視化システム

センシングシステムは現在の降雨量情報を収集し、サーバへとデータを送信する。浸水被害予測システムは(1)にて収集した雨量情報から計算し、浸水被害を予測する。可視化システムは、(2)にて計算した水害被害予測を、ユーザの置かれた状況と災害リスクをわかりやすく可視化する。また、リアルタイムな情報提供は、実時間から5分程度の誤差で情報を提供できることと想定する。4章では、これらの実装方法について検討する。

4. 提案する動的ハザードマップ

本章では、4.1節にて提案する動的ハザードマップの全体構成について述べる。4.2節ではセンシング、4.3節では浸水予測、4.4節では浸水予測可視化と動的ハザードマップを構成するシステムについて述べる。最後に、4.5節にてシステムの評価手法に述べる。

4.1 全体構成

3.2節にあげたように、動的ハザードマップを構築する際には、センシングシステムと浸水被害予測システム、インタフェースを実装する。センシングシステムは、すでに提供されているサービスや、雨量センサなどを用いることで実装し、浸水被害予測システムは、既存の洪水シミュレーションを採用し、インタフェースはArcGISを用いて作成した地図情報と、解析した水害予測を重ね合わせることで実現する。

4.2 センシング

日本国内ではすでにリアルタイムな降雨情報を提供するサービスが公開されている。DIASが公開する

AMeNOW!リアルタイム降雨情報 [9] は、国土交通省が運用する Xバンド MP レーダ (XRAIN) の合成雨量データを PC, スマートフォン, タブレット等でリアルタイムに表示するサービスである。このサービスは収集した情報を可視化し、ユーザへと提供するものだが、降雨量を数値として取得することはできない。しかし、ユーザが雨量情報のみを取得するサービスもすでに公開されている。DIASが公開する XRAIN 原データダウンロードシステム [10] は、配信される XRAIN のオリジナルデータを検索、ダウンロードすることができ、日本国内の雨量情報ならば自由に取得できる。そのため、浸水被害予測をするための雨量データを収集し、使用することが日本国内では容易であることがわかっている。また、Leijnseらが提案するマイクロ波の変化から雨量情報を取得する雨量センサ [11] や、Markoらが提案する音響から雨量情報を取得する音響降雨センサ [12] などを用いるならば、XRAIN データを使えない場合や、国外を考慮したシステムを構築することも可能である。

4.3 浸水予測

木村らは、下水道施設や地表面流出のモデル化、浸水解析を実施し、リアルタイム浸水予測を行う上で浸水現象の精度確保に求められるモデル化の要件を検討している [13]。また、天口らは、地物 GIS データを用いてモデル化し、GIS の特性を考慮に入れた地物指向分布型都市洪水流出解析モデルの提案を行っている [14]。しかし、これらの研究はある雨量の場合に、どの程度の浸水・冠水の被害があるかをシミュレーションするものであり、実時間の雨量とその変化を考慮していない。本研究では、実時間の雨量情報から浸水被害予測をリアルタイムでユーザに表示するシステムであるため、検討する浸水被害予測システムは、地物 GIS データを用いて下水道施設や、地表面流出のモデル化を行い、現在の雨量情報をパラメータにしてリアルタイムから未来までの浸水未来予測を行う。

4.4 浸水予測可視化の手法

本稿で検討するシステムは浸水を対象にしているため、外出中の人でも簡単に利用できるように、近年普及している Android 端末に対応するアプリケーションとして開発する。図 2 に想定するシステムの実行画面を示す。ユーザは自由に画面下の時間バー操作することができ、指定した時間に応じて画面上の地図上に浸水の被害予測範囲を表示する。図 2 画面左は実時間の雨量によって起きた浸水被害をマップに図示しており、画面右は 1 時間後の浸水被害予測をマップに図示している。マップ上にはユーザの位置も表示されており、現在はユーザが被害に巻き込まれていないが、1 時間後は水害被害予測範囲

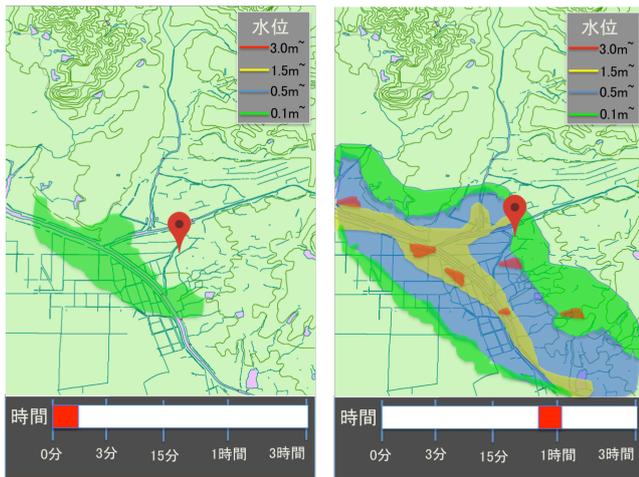


図 2: 実行画面 (左:現在の状況, 右:1 時間後)

に入っていることが図 2 を見ることで視覚的にわかる。このように、地図上に現在の雨量情報から予測される浸水被害を図示することで、住民が自身の災害リスクを把握・自覚できない、という本稿で提起した問題を解決できる。本システムで使用する地図データは、国土地理院が提供する GIS ファイルを使用する。GIS ファイルは地図情報のみでなく、避難所などのユーザを避難すべき場所も取り扱うことができるため、自身の災害リスクを把握、自覚したユーザを避難所へ自主的に向かう、という減災行動へと誘導できると考えられる。

4.5 システムの評価方法

本稿で提案したシステムを評価するために、本システムを利用するユーザの現在位置から避難所までの避難行動と、浸水被害範囲などをシミュレーションし、シナリオ分析を行う。本システムのシミュレータは、避難行動シミュレーション、浸水被害シミュレーションの各要素技術の結果を統合して取り扱うことで、その結果を元にシナリオ分析を実施する。避難行動シミュレーションは、パラメータとして与えたユーザの災害情報取得時刻以降、ユーザは避難の意思決定を行うとともに、避難を開始するなど、ユーザの避難行動を予測する。浸水被害シミュレーションは、与えられた雨量パラメータと、下水や河川情報から浸水状況を予測する。浸水被害シミュレーションを用いて、過去の被害とシミュレーション結果と比較することで、シミュレータの正当性を評価し、避難行動シミュレーションを用いて、人的被害が発生した数をカウントし、実際に水害被害に遭った人数と比較することで本システムの正当性を評価する。

5. おわりに

本稿では、減災行動誘導のための実時間雨量情報に基づく動的ハザードマップについて検討した。検討する手

法では、静的な情報しか取り扱わないことによる現在のハザードマップの問題点を、リアルタイムに情報を更新することで解決することができると考えられる。今後はスマートフォンのアプリケーションとしてシミュレーションを行い、シミュレーション結果からシステムの課題を見つけることで、システムの有用性について評価していく。

参考文献

- [1] 国土交通省 国土地理院 ハザードマップ <http://www.gsi.go.jp/hokkaido/bousai-hazard-hazard.htm>
- [2] 一般財団法人消防防災科学センター 季刊 消防科学と情報 1. 洪水ハザードマップの効果と今後の課題 http://www.isad.or.jp/cgi-bin/hp/index.cgi?ac1=IB17&ac2=69summer&ac3=1842&Page=hpd_view
- [3] 大規模災害から学ぶ: 東日本大震災からの教訓 <http://www.worldbank.org/ja/news/feature/2012/10/02/gfdrr-knowledge-notes> (2016.07.12)
- [4] 熊本市ハザードマップ白川洪水避難地図 http://www.city.ikoma.lg.jp/cmsfiles/contents/0000003/3269/10597_file1.pdf (2016.7.29)
- [5] 生駒市高山ため池ハザードマップ http://www.city.ikoma.lg.jp/cmsfiles/contents/0000003/3269/10597_file1.pdf (2016.7.29)
- [6] 国土交通省 わがまちハザードマップ <http://disaportal.gsi.go.jp/hazardmap/>
- [7] 国土交通省 重ねるハザードマップ <http://disaportal.gsi.go.jp/maps/>
- [8] 佐藤瞳, 柴田義孝, 内田法彦: GIS を利用したリアルタイムハザードマップシステム, 情報処理学会研究報告, pp.597-599, 2012
- [9] DIAS 地球環境情報統合融合プログラム AMeNOW!リアルタイム降雨情報 <http://rain.diasjp.net/>
- [10] DIAS XRAIN 原データダウンロードシステム <http://xrain.diasjp.net/original/>
- [11] H Leijnse, R Uijlenhoet and J. N. M. Stricker, "Rainfall measurement using radio links from cellular communication networks," Water Resources Research, vol. 43, no. 3, 2007.
- [12] E M Trono, M L Guico, R Labuguen, et al., : Design and development of an integrated web-based system for tropical rainfall monitoring. Procedia Environ. Sci. 20, 305 - 314, 2014
- [13] 木村誠, 城戸由能, 中北英一: 都市内水域における局所集中豪雨に対応したリアルタイム浸水予測手法に関する基礎的検討, 水工学論文集, Vol55, pp.931-936, 2011
- [14] 天口英雄, 河村明, 高崎忠勝: 地物データ GIS を用いた新たな地物指向分布型都市洪水流出解析モデルの提案, 土木学会論文集 B, Vol.63, No.3, pp.206-223, 2007.