

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：53203

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350462

研究課題名(和文)高精度位置情報・ハザードマップ連携の危険情報通知モデルの開発と実証

研究課題名(英文) Development of the hazard-map utilization support system with precision positioning information

研究代表者

小熊 博(Oguma, Hiroshi)

富山高等専門学校・電子情報工学科・教授

研究者番号：40621909

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：近年、東日本大震災、関東・東北豪雨、熊本地震など大規模災害が発生しており、我々の災害に対する危機意識は非常に高まっている。このような大災害を教訓とし、災害対策が急がれている。災害対策のシステムとして我々は災害危険度について把握することのできるハザードマップと高精度位置情報を組み合わせ、携帯端末から容易に危険度を知ることのできるハザードマップデータベース化システムを構築した。

研究成果の概要(英文)：The preparations for disasters are expected based on the lessons of large-scale disasters such as the Great East Japan Earthquake, Kanto and Tohoku Heavy Rain, and the Kumamoto Earthquake often occurred in Japan. We propose the hazard map utilization support system for flooding with precision positioning information, hazard information and database system. We develop a new system which allows the server to gather and register hazard information. The hazard map utilization support system is effective in minimizing damage caused by disasters.

研究分野：社会安全システム

キーワード：高精度位置情報 ハザードマップ SDN

1. 研究開始当初の背景

近年、準天頂衛星の打ち上げなど、高精度位置情報の活用が期待されている。しかしながら、実際に、どのような場所で、どのくらいの位置捕捉精度が得られるかの設計指針が明らかになっていない。また、高精度位置情報の活用応用として、地震や豪雨災害などへの耐災害システムへの応用が期待されている。災害対策には時間軸上で災害発生前と災害発生後を想定する対策がある。前者は堤防や災害の予知、ハザードマップなどが挙げられ事前に災害規模を予測し、物理的・人的被害を軽減する。ハザードマップは各自治体が洪水用、地震用、津波用、土砂崩れ用等様々な用途のマップを管理されている。事前に人的被害を抑える対策の一つとして居住地区の災害危険性について把握できるため被害の減少が期待でき国土交通省はハザードマップポータルサイトを設置し啓発を進めている。しかしながら、ハザードマップの活用の点では、例えば旅行者などのその土地のものでない人の使用を想定した場合、サイトからハザードマップをダウンロードし、現在地を確認、現在地から危険度を確認と普段居住していない地域の災害リスクを手軽に把握することは難しい。ハザードマップの情報をより活用するためには、誰でも容易に危険位置を把握できる必要がある。さらに、システム実現には切断されにくい堅牢なネットワークである必要がある。

2. 研究の目的

ハザードマップと高精度位置情報とを連動した危険情報通知モデルの開発と実証を行う。高精度位置精度が期待されている準天頂衛星システム QZSS や GLONASS 等の測位衛星システムの建築環境と位置捕捉精度の定量化をし、ハザードマップと高精度位置情報を紐付けしたモデルを開発し衛星系/地上系ネットワークを統合した堅牢な通信ネットワーク化を図る。

3. 研究の方法

本研究は(1)天空率の定量化手法の開発と天空率と測位衛星システムの位置捕捉精度のグラフ化、(2)ハザードマップ活用支援システムの開発、(3)(2)を実現するための堅牢な衛星系と SDN (Software Defined Network) 融合ネットワークの構築から構成される。

4. 研究成果

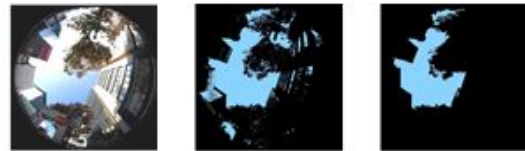
(1) 天空率の定量化手法の開発と天空率と測位衛星システムの位置捕捉精度のグラフ化

図1に画像処理を用いた天空率の定量化手法を示す。魚眼レンズで天空画像を撮影し、2値化処理を行う。その後、ラベリング処理を施すことで、天空割合を推定し、天

空率を算出する。

図2に天空率と種々の測位衛星システムの位置捕捉精度の平均値について定量化した結果を示す。

GPS, QZSS, GPS+GLONASS および DGPS + GLONASS を対象に天空率が約 10%から約 90%の範囲において、天空率から位置捕捉精度を推定することができるようになった。



(a) 原画像 (b) 2 値化 (c) ラベリング

図1 天空率の定量化手法

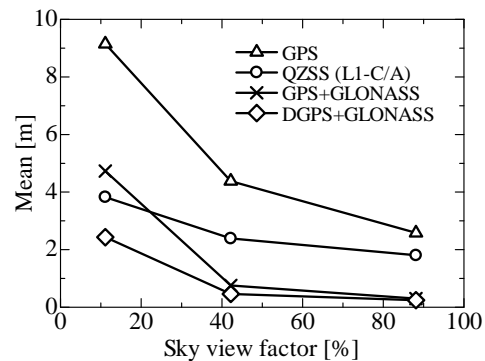


図2 天空率と位置捕捉精度

(2) ハザードマップ活用支援システムの開発

図3に今回構築したハザードマップ活用支援システムの概要を示す。本システムの流れとして、まずあらかじめサーバのデータベースに pdf 等で得られるハザードデータとその地点に対応した位置情報をメッシュ化し登録する。使用者はモバイル端末を用いて衛星から位置情報を測位し、サーバに即位した位置情報を送信する。サーバは受け取った端末の位置情報をデータベース内にあるハザードデータを照合した結果を端末に送信する。本システムを運用するに当たり、データベースに如何に容易にハザードデータを登録すること及びモバイル端末とサーバ間の連携が非常に重要である。

ハザードマップをメッシュ状に分けデータベース登録する際に文字や地図記号などが障害となりハザードデータが不明であるデータが登録されるという問題が発生した。

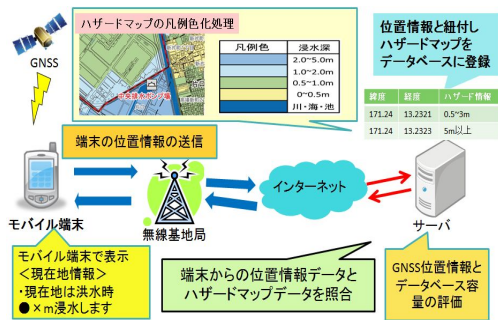


図3 ハザードマップ活用支援システム

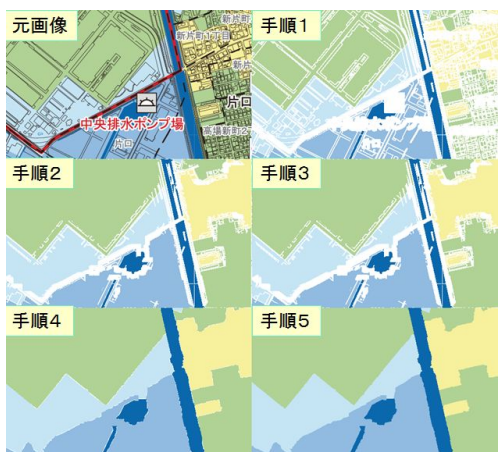


図4 各処理後の画像

図4にハザードマップにある文字や地図記号の下部の情報を補間する手法を示す。ハザードデータの判例色化アルゴリズムは5つの手順に分けて行う。段階的に画像処理することにより、地図としての形を崩さずすべての地点にハザードデータが代入された。

(3) 衛星系とSDN融合ネットワークの構築

SDNを実現する技術としてOpenFlowがあり、そのシステム構造はネットワーク制御を担当するOpenFlowコントローラ(以下コントローラ)とデータ転送を担当するOpenFlowスイッチ(以下スイッチ)で構成される。衛星回線へのOpenFlowの適用における課題として衛星回線の高遅延・狭帯域環境下におけるOpenFlowネットワークの運用が挙げられる。衛星回線へのOpenFlow適用方法としてスイッチ間のデータチャンネルおよびOpenFlowチャンネルを想定し、OpenFlowネットワークの実装及び評価方法及び衛星回線エミュレータを用いたネットワーク評価を行った。

図5のようにコントローラ1台、スイッチ4台、ホスト2台のネットワークトポロジを構築した。衛星回線エミュレータとしてApposite Technologies社製Linktropy Mini2、

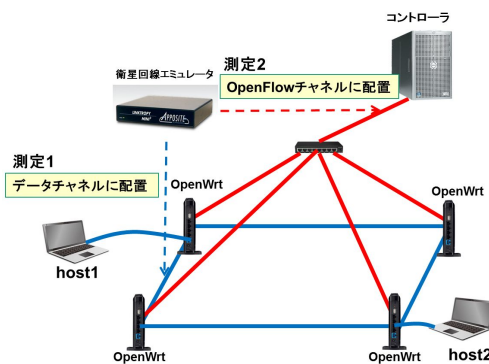


図5 衛星回線ネットワーク評価

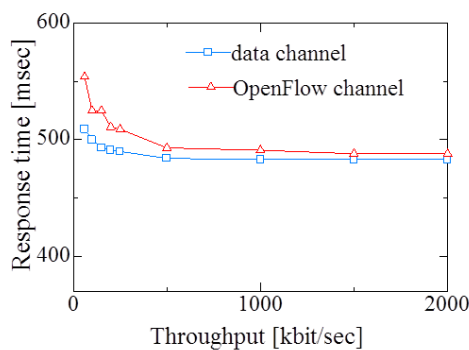


図6 測定結果

スイッチにはOpenWrtスイッチを使用した。ホスト間のpingコマンドによる応答時間を測定し評価を実施した。

測定1ではデータチャンネルに衛星回線エミュレータを配置した場合、測定2ではOpenFlowチャンネルに衛星回線エミュレータを配置した。衛星回線エミュレータの設定値は遅延240[msec]、帯域を60~2000[kbit/sec]の間で変化させ、ネットワーク評価を行った。

図6にデータチャンネル、OpenFlowチャンネルの測定結果を示す。図6のデータチャンネルのグラフより応答時間には衛星回線の経路遅延による約480[msec]の遅延が確認できる。さらに特に厳しい条件を付加した場合の検証を行う。帯域が60[kbit/sec]~200[kbit/sec]の区間で応答時間が増加を確認した。帯域が60[kbit/sec]の時には最大で25[msec]の帯域制限による遅延が確認できた。しかし、応答時間の割合として衛星回線の経路遅延が多く占めていることと、狭帯域でも応答時間の大きな変化は確認できなかったためデータチャンネルへの配置方法は有用であると考えられる。図6のOpenFlowチャンネルのグラフからはフローエントリ送信までの応答時間においてデータチャンネルと同様に約480[msec]の経路遅延が確認できる。また帯域制限による応答時間の増加はデータチャンネルのグラフと比較すると傾きが

大きく、帯域が 60[kbit/sec]のとき帯域制限による遅延時間の差は 45[msec]である。この要因として OpenFlow チャンネルによるスイッチの集中制御が考えられる。OpenFlow チャンネルにはネットワークポロジを把握するための LLDP (Link Layer Discovery Protocol) や Echo メッセージなどが定期的を送受信されているため帯域制限の影響を受けやすいことが挙げられる。しかし、フローエントリ送信後は衛星回線を経由しないため衛星回線に依存しないことが確認できている。衛星回線を想定した OpenFlow ネットワークの実装方法の確立およびネットワーク評価を行った。実装方法に関しては起動時処理、定期処理、非同期処理についてスイッチ種類別の検証を行った結果、比較的安価で入手が容易である OpenWrt スwitch の有用性を確認し実装方法の確立に至った。実際に衛星回線エミュレータを配置した測定ではデータチャンネルおよび OpenFlow チャンネルの両配置においても衛星回線による遅延・狭帯域環境の影響をほとんど受けないことが確認できた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4 件)

N. Yoshino, H. Oguma, S. Kameda, N. Suematsu, Feasibility study of expansion of OpenFlow network using satellite communication to wide area, Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2017 Ninth International Conference on, pp. 647-651, 2017, DOI: 10.1109/ICUFN.2017.7993871 (査読有)

H. Oguma, S. Matsuura, K. Suehiro, Yuta Oshima, S. Tatsuguchi, A. Koizumi, Development of the hazard-map utilization support system for flooding with location information, Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 2016 International Conference on, pp. 350-355, 2016, DOI: 10.1109/ICTC.2016.7763494 (査読有)

H. Oguma, K. Norishima, K. Suehiro, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, K. Tsubouchi, Measured Evaluation of Positioning Accuracy on GNSS for Heterogeneous Wireless System, Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 2016 International Conference on, pp.442-445, 2015, DOI: 10.1109/ICTC.2015.7354581 (査読有)

H. Oguma, A. Koizumi, K. Norishima, J.

Kuboniwa, Y. Miyake, S. Kameda, A. Taira, N. Suematsu, T. Takagi, K. Tsubouchi, Studies in Science and Technology, pp.83-90, 2015, DOI: 10.11425/sst.4.83 (査読有)

[学会発表](計 14 件)

吉野長浩, 小熊博, 亀田卓, 末松憲治, SDN の広域無線通信網への展開の検討, 電子情報通信学会技術研究報告 117(11(RCS2017 1-29)) pp. 71 75, 2017.

中野湧希, 松浦草太, 小熊博, 射水市全体に適したハザードマップの凡例色化アルゴリズム, 電子情報通信学会大会講演論文集, 2017.

辰口尚, 小熊博, 亀田卓, 末松憲治, 低天空率環境下におけるマルチ GNSS の位置捕捉精度, 電子情報通信学会大会講演論文集, 2017.

小熊博, 松浦草太, 末広小夏, 川田悠太, ハザードマップデータベース化システムの開発 ~位置精度とデータ登録時間の推定~, 電子情報通信学会総合大会, 2016.

小熊博, 松浦草太, 射水市における洪水用ハザードマップ活用支援システムの試作, 信学技報 116(92) pp. 51-55, 2016.

山形文啓, 小熊博, 亀田卓, 末松憲治, 釧路地域における BeiDou システムによる測位精度, 電子情報通信学会大会講演論文集 2016.

H. Oguma, A. Koizumi, S. Matsuura, Y. Kawada, S. Kameda, N. Suematsu, Evacuee Information System on Lessons from the Great East Japan Earthquake, 9th International Conference on Software, Knowledge, Information Management & Applications, pp.392-396, 2015.

H. Oguma, I. Mizumoto, S. Kameda, N. Suematsu, Research and Development of IT and Power Supply Technology on Lessons from The Great East Japan Earthquake, IEICE Technical Committee on Information Networks, 2015. (招待講演)

6. 研究組織

(1)研究代表者

小熊博 (OGUMA, Hiroshi)

富山高等専門学校・電子情報工学科・教授
研究者番号: 4 0 6 2 1 9 0 9

(2)研究分担者

亀田卓 (KAMEDA, Suguru)

東北大学・電気通信研究所・准教授
研究者番号: 1 0 3 4 3 0 3 9

山形 文啓 (YAMAGATA, Fumihiro)
釧路工業高等専門学校・創造工学科・
准教授
研究者番号：40596243