

携帯端末利用者の GPS トレースと OSM データを用いた マップマッチング処理による災害後の経路地図作成

于 文龍*・宋 現鋒**・ベンカテッシュ ラガワン*・吉田 大介*・榎原 博之***

Post Disaster Road Traversability Mapping using Mobile User Generated GPS Traces and OpenStreetMap based on Map-matching

Wenlong Yu*, Xianfeng Song**, Venkatesh Raghavan*,
Daisuke Yoshida* and Hiroyuki Ebara***

*大阪市立大学大学院創造都市研究科 Graduate School for Creative Cities, Osaka City University,
3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-5858, Japan. E-mail: yule_tt@yahoo.co.jp
** 中国科学院大学資源と環境学院 College of Resources and Environment, Graduate University of Chinese
Academy of Sciences, 19A, Yuquan Road, Shijingshan District, Beijing 100049, China.
*** 関西大学システム理工学部 Faculty of Engineering Science, Kansai University, 3-3-35
Yamate-cho, Suita-shi, 564-8680, Japan.

キーワード: GPS, モバイル端末, マップマッチング, 防災
Key words: GPS, Mobile device, Map-matching, Disaster prevention

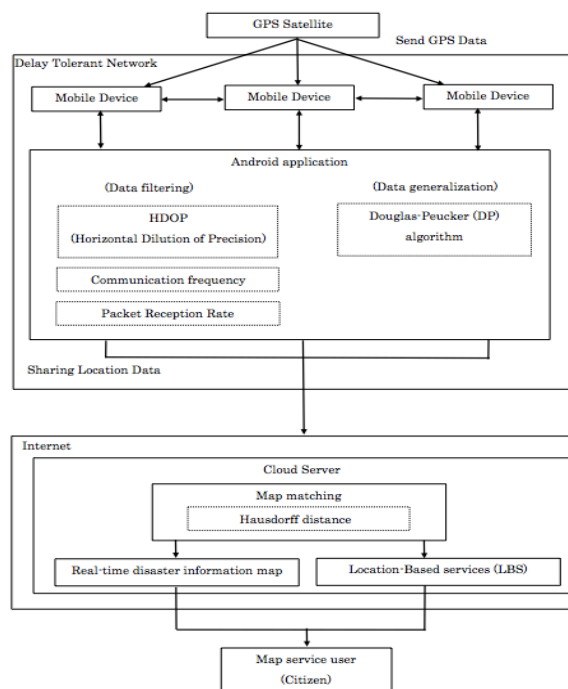
1. はじめに

自然災害大国の日本において、これまでに大地震が度々発生してきた。近年では、2011年に発生した東日本大震災や2016年の熊本地震により、特に多大な被害を被っている。大規模災害が発生し、鉄道等の公共交通機関が復旧の見通しが不透明な中、多くの人が帰宅を開始しようとするれば、普段利用しない経路を徒歩で長距離移動し帰宅しなければならない。また、帰宅途中で火災や建物倒壊等により、二次被害になる可能性がある。災害に巻き込まれた帰宅困難者への災害時帰宅支援が必要となる。著者らは、帰宅困難者を支援するために携帯端末利用者から共有したGPSトレースを用いたリアルタイム地図作成システムを提案している(Yu *et al.*, 2015)。この研究では、無線LANによる遅延耐性ネットワークを介して複数の携帯端末のGPSトレースを共有することで、リアルタイムで災害後の経路地図を作成することができる。しかし、GPSトレースから作成した地図では、実際の地図とマップマッチング処理(Song *et al.*, 2010)を行わないと、地図データと実際の道路形状が異なる可能性があり、帰宅困難者へ正確な情報が提供されない場合がある。

そこで本研究では、携帯端末利用者のGPSトレースとOSM(OpenStreetMap)データを利用し、マップマッチング処理による災害後の経路地図作成システムを提案する。本研究では、オープンデータのOSMを採用し、道路地図などの地理情報データを誰でも利用でき、編集することができる。また、ハウスドルフ距離(Hausdorff distance)アルゴリズムを利用し、携帯端末利用者のGPSトレースとOSMの道路データを比較し、最も適切な経路地図作成し、帰宅困難者を支援するシステムを開発する。

2. マップマッチング処理による災害後の経路地図作成

本研究では、災害発生後に徒歩で帰宅をする帰宅困難者向けの支援システムを提案する。携帯端末利用者のGPSト



第1図 災害後の経路地図作成の流れ

レースを収集し、無線LANによる遅延耐性ネットワークを介して共有し合い、OSMの道路データを用いたマップマッチング処理による災害後の経路地図をリアルタイムで作成することができる。マップマッチング処理による災害後の経路地図作成の流れを第1図に示す。

本研究では、精度の高いデータを選別するため、NMEA形式でGPS衛星の情報を取得し、HDOP(Horizontal Dilution of Precision)とAndroidの位置情報精度と衛星数の3つのパラメータを利用し、フィルタリングを行う。また、本研究では、災害発生時に一時的に構築したネットワークを利用するため、通信量を減らす必要がある。この対応策として、Ramer-Douglas-Peuckerアルゴリズムを用いてデータを選別し、利用者間でデータを共有する際のデータ通信量を抑える。本システムはGPSを利用しているが、GPSトレースから作成した地図では、OSMの道路データとマップマッチングしないと、地図データと実際の道路形状が異なる可能性がある。この問題を解決するために、本研究では、ハウスドルフ距離アルゴリズムを用いたマップマッチング手法を実装した。

3. ハウスドルフ距離によるマップマッチング処理

本システムでは、ハウスドルフ距離アルゴリズムにより、携帯端末利用者のGPSトレースとOSMの道路データを比較し、最も適切な経路地図を作成する。ハウスドルフ距離とは、2点間の距離ではなく、2つの「集合」の間の距離を表すものである。本論文では、GPSトレースを集合A(携帯端末

利用者の移動記録によるバッファ)とし、OSMデータを集合B(道路データ)とする。GPSトレースと隣接した道路を第2図に示す。GPSトレース集合A、OSMデータ集合Bを $A = (a_1, a_2, \dots, a_p)$ 、 $B = (b_1, b_2, \dots, b_q)$ とする。この時、集合Aと集合Bのハウスドルフ距離は以下の式(1)、式(2)、式(3)で定義することができる。

$$h(A,B) = \max_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\| \quad (1)$$

$$h(B,A) = \max_{b \in B} \min_{a \in A} \|b - a\| \quad (2)$$

$$H(A,B) = \max(h(A,B), h(B,A)) \quad (3)$$

$h(A,B)$ を集合Aから集合Bまでの最大最小距離(フォワード距離)、 $h(B,A)$ を集合Bから集合Aまでの最大最小距離(リバース距離)をそれぞれ計算した距離である。それぞれ求めた2方向間の距離から最大値をハウスドルフ距離とする。本システムでは、ハウスドルフ距離により、携帯端末利用者のGPSトレースから、道路が通過したかどうかを判断する。ハウスドルフ距離は大きくなり(20m以上)、非通過経路と判定し、除外することができた。ハウスドルフ距離によるマップマッチング処理を行った後に、災害後の経路地図作成時の非通過経路の誤登録を削減することができる。マップマッチング処理した経路地図を第3図に示す。

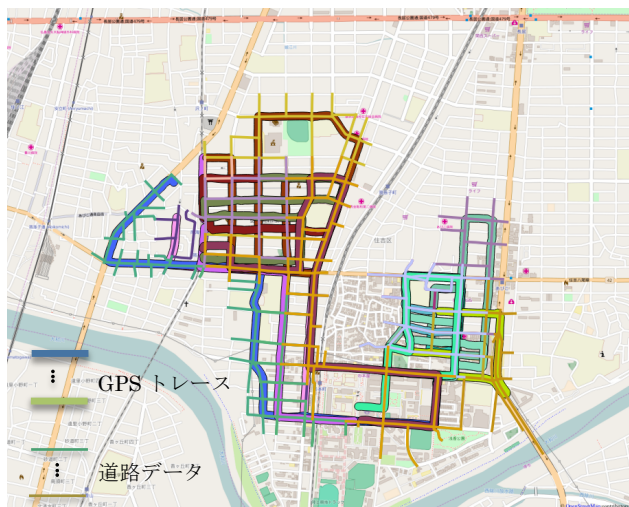
4. おわりに

本研究では、携帯端末利用者のGPSトレースとOSMの道路データを利用し、マップマッチング処理による災害後の経路地図作成を提案した。本システムでは、既存の通信インフラを利用せず、モバイル端末同士で直接通信するため、モバイル端末だけで、システムは動作することができる。これにより、災害で既存のネットワークインフラが停止した際にも、被災地域内の刻々と変化する通行可能な道路を帰宅困難者に伝達することができる。また、精度の高いデータを選別するため、フィルタリングを行い、データ通信量を抑えるため、Ramer-Douglas-Peuckerによるデータの単純化を行った。これらのデータを統合し、ハウスドルフ距離によるマップマッチング処理を行い、最も適切な経路地図を作成し、災害時に帰宅困難者へ迅速な最新の周辺地図を提供することができる。

今後の課題としては、経路地図作成のための実機実験を行うことで、実際に経路地図作成するための人数、時間を把握し、災害時に迅速な経路地図作成を目指す。システムの改良については、最も安全なルートを推薦するために、作成した経路地図上に、帰宅困難者が通行頻度高い道路と通行頻度低い道路を色分けて表示する機能を追加する。また、携帯端末を利用しない帰宅困難者を支援するために、Android端末だけではなく、他の端末(Digital Signageなど)でも、避難情報を提供する仕組みを開発する。

文献

- Yu, W., Ebara, H., Matsuzaki, R., Yoshida, D. and Raghavan, V. (2015) Near Real-time Mapping Using Shared GPS Data from Stranded Commuters. *The Review of Socionetwork Strategies*, vol.9, issue.2, pp.41-57.
- Song, X., Yoshida, D. and Raghavan, V. (2010) Matching of vehicle GPS traces with urban road networks. *Current Science*, vol.98, issue.12, pp.1592-1598.



第2図 GPS トレースと隣接した道路



第3図 マップマッチング処理した経路地図