

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350451

研究課題名(和文) 時空間的異種情報の統合・連携予測による災害時変動下の道路交通情報解析

研究課題名(英文) Analysis of road traffic information under disaster change using integration of different types of time-space information and cooperative prediction

研究代表者

佐治 斉 (Saji, Hitoshi)

静岡大学・情報学部・教授

研究者番号：10283334

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、大規模災害時における広域道路交通情報の収集方法を考案し、救助活動に必要な情報の生成に役立てることを目的とするものである。そのため、上空から収集された広域情報とプローブカーにより道路上から収集された動的情報をもとに、大規模災害時の変動下における道路周辺の詳細情報を収集する新たな手法を考案し、ソフトウェアを実装し試作システムを構築した。また、実画像や地図を用いた実験も行い、手法の有効性を示した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of our study is to consider the collection method of detailed road traffic information on wide areas under the large-scale disaster situation and to apply the method for generating the information required for the rescue activities. For this purpose, we considered the new collection method of detailed information around road areas under the large-scale disaster change using wide area information, such as aerial images, and dynamic information, such as probe car information from the road areas. Then, we implemented the software and built the trial system. Furthermore, we experimented and evaluated the method using real images and maps.

研究分野：社会システム工学・安全システム

キーワード：安心の社会技術 災害時道路交通情報

1. 研究開始当初の背景

地震災害を代表とする大規模災害時に、被災地周辺の広域道路交通情報を短時間に詳細に把握することは、一般ドライバーの支援だけでなく、消防・救急・物資輸送車両の通行路や被災者の避難経路を確保するために必要不可欠である。しかしこれらの情報を、道路上に設置された機器による観測だけで把握することは困難であり、人の力で調査することは時間がかかり危険もともなう。これまでの大規模災害において、交通観測機器が設置されていない道路での閉塞箇所が散在し、機器が設置された道路であっても破損や停電により使用できず、多くの人自力で現地を調査し、手間と時間をかけ危険を冒して情報を収集する場面が数多くあった。これらの状況を踏まえ、道路に設置された交通観測機器に依存しない、衛星画像や航空画像などの上空画像を活用した研究や、プローブカーを活用した研究がなされるようになった。

上空画像を活用した研究は、リモートセンシング分野を中心に国内外の様々な組織においてなされてきた。特に、計算機上での画像処理により、撮影時点での被災地状況(道路閉塞、家屋倒壊、土砂崩れ等)の自動判定がある程度の精度で実現可能となった。しかし現状では、上空から広域での車両の走行情報を長時間連続で得ることは困難である。(一般の高解像度画像撮影衛星では、同一領域の長時間連続撮影が困難であり、航空機やヘリコプターなどでは広域を一度に撮影することができない。)また、上空画像情報には様々な雑音が含まれ、そのみで高精度な解析結果を得ることが困難である。

一方、プローブカーを災害時の道路交通情報把握に活用した事例が、近年見られるようになった(新潟中越沖地震や東日本大震災後の通行実績情報など)。プローブカー情報は、センサを付けた車両から得られる情報であり、各車が検知した様々な情報を収集し解析することで、道路交通情報の把握に役立てることができる。特に、車両の走行軌跡を利用することで、通行可能路の把握が可能となる。しかし、車両が通行していない道路の情報を直接は得られず、通行可能路が把握できたとしても、道路周辺の危険(建物倒壊、崖崩れ、浸水など)を予測することはできない。

つまり、上空からは、空間的に広域な情報を一括して得ることができるが、連続時間での交通情報の取得は困難であり、プローブカーからは、走行車両の連続時間情報が得られるが、車両が通行していない道路区間や道路外の情報把握が困難であるという時空間的に異なる特徴がある。

したがって、個々の情報のみでは、広域かつ

詳細な道路交通情報を自動生成することはできず、他手法により収集・判断した結果と手動照合しない限り、その活用が困難であった。また、上空画像とプローブカー情報は、その収集時刻や収集環境が異なるため、2つのデータを単に重ね合わせただけでは、データの取得時刻や取得位置のずれ、及びデータ内の雑音により矛盾した情報が生成され、道路周辺の変動状況(災害変化など)に追従した詳細情報の提供は実現できない。

2. 研究の目的

本研究は、大規模災害時における広域道路交通情報の詳細な情報把握を可能とし、円滑・安全な救助活動に貢献することを目的とした。そのため、道路に設置された交通観測機器に依存せず災害の影響を受けにくい情報(衛星画像など上空から収集された広域情報とプローブカーにより道路上から収集された動的情報)をもとに、変動状況下における道路周辺の詳細情報を自動生成する新たな手法を考案し、システムを構築するものである。

ただし背景で述べたとおり、上空画像とプローブカー情報は時空間的に特徴が異なるため、これらに対し新たな解析手法を考案することとした。そして、異種データにより道路交通に関わる矛盾・不足情報を修正・補完することで、広域かつ詳細な道路交通情報の一括自動解析を実現し、大規模災害時に各種車両(消防・救急・物資輸送車両や一般車両など)が必要とする災害時変動に追従した道路交通情報の一括生成を可能とすることを研究の目的とした。

3. 研究の方法

上空映像やプローブカー情報、およびデジタル地図といった、時空間的に特徴の異なる情報の統合と、統合された情報からの災害により変動した領域の抽出と解析に関わる手法を画像処理技法やデータ統合技法等を活用して考案し、大規模災害時の対応に極めて有効となる道路交通情報の解析手法を検討した。そして、検討した手法に基づき、コンピュータ上でプログラムを実装し、実データを用いた評価を行った。

具体的には、以下の順で研究を遂行した。

- 1 解析手法の検討と試作システムの設計
- 2 異種情報統合処理の検討
- 3 統合処理基礎実験
- 4 局所変動情報抽出処理の検討
- 5 変動情報解析処理の検討
- 6 実データを用いた実験
- 7 社会応用の検討

また、学会等で研究成果を広く発信することも目標とした。

4. 研究成果

まず、提案手法の詳細検討と、試作システムを構築するための検討を行った。地元消防局などの意見を参考に、活用する計算機環境と、入力できる情報、出力すべき情報、および解析に費やせる時間などを検討した。

次に、平常時において撮影された上空画像とデジタル地図、およびプローブカー情報を統合する手法を検討した。ここでは、上空画像として、ヘリコプターに搭載されたビデオカメラにより撮影された画像を活用することとした。そして、ヘリコプターの位置情報と画像内の情報変化に基づき、自動的に画像と地図を位置合わせする手法を考案した。一方、プローブカー情報は、既存のソフトウェアを用いて地図と位置合わせすることとした。

次に考案した手法に基づいて位置合わせを実現するソフトウェアを作成した。そして、そのソフトウェアを用い、上空画像と地図との位置合わせに関する評価を、実際に撮影された上空画像（ヘリコプター画像）とデジタル地図との間の位置ずれの長さを計測することにより行った。その結果、データ間の位置合わせがおおむね正しく（約20mの位置ずれ）行われ、データの統合ができることを目視で確認した。

次に、大規模災害により生じた地上における局所的な変化情報を抽出する手法を考案した。そしてその抽出情報と広域にわたる被災状況や道路状況などの変化情報を、その領域を撮影したヘリコプター画像や衛星画像などの上空画像の解像度に適合した画像処理手法により、画像から認識し解析する手法を考案した。また、車両が保持しているプローブカー情報により、道路区間ごとの局所的な車両の混雑度を算定する手法も考案した。

なお、従来のカラー可視画像を利用する手法では、災害発生時の雲量等の天候の状況により、データの撮影内容が影響を受けたり、データの入手時間がかかるという問題点があった。そのため本研究では、雲量等の天候に左右されず広域の地上解析が可能なSAR（合成開口レーダー）による衛星画像も用いることで、即時性や汎用性をより高める手法も検討した。またSAR画像を用いることで、可視画像の活用では困難であった津波や豪雨等による浸水地域の判別がより確実に容易になった。

さらに、データのサンプリング間隔の粗いプローブカーデータを用いることで、短時間での解析の実現と、提供される個々の車両の匿名性を維持しつつ、検出精度の向上を目指した。そのため、連続しているが一定距離離れているプローブカーデータのサンプリング地点間を結んだ線分を中心とする楕円領域を作成し、その領域の重なり具合により車両の混雑度の概算を求める手法を考案した。この手法により、プローブカーの詳細な経路が識別できなくても、一定領域内の車両の混雑具合が判定できることとなった。

次にこれまでに検討した手法と試作したソフトウェアシステムを用いて、総合実験を行った。上空映像として、東日本大震災時に6箇所撮影された5km×5kmの範囲の低解像度の衛星画像（SAR画像、筋赤外線画像、RGB画像）を用い、プローブカーデータと統合して、道路区間ごとの通行可否の判定を行った。実際の処理においては、色補正やノイズ除去等の前処理、水領域と植生領域の抽出、エッジ抽出、抽出されたエッジの長さや角度の解析等の多くの画像処理手法を適用した。その適用結果と目視により求められた各道路区間の通行可否情報と比較した結果、検出率は約81%、誤検出率は約19%となった。また、1つの画像の処理にかかる時間は約45秒であった。同じような仕様の衛星画像を用いた既存研究では、処理時間が分単位を超え、また検出精度も70～80%であり、本研究の手法の方が、より短い処理時間で、より高い検出精度が実現できることがわかった。

次に、これまでの検討に基づき、防災に関わる部署で災害時に応用可能なシステム作成の方向性を検討した。実験で活用した衛星画像は、衛星の軌道や天候により撮影日時が限定され、災害直後に容易に入手できるものではない。そのため、実際の災害時直後に情報を入手し災害救助活動等に活用することは難しいことが推測された。以上を踏まえ、衛星画像に代わる上空画像として、撮影時の機動性がより高い航空機により300mほど上空から撮影された1m程度の解像度の画像を用いた実験も行った。なお、衛星画像とは異なり、航空画像は、撮影高度が低いいため、画像内に写されている地形や建物の影響が大きい。そのため、道路上で遮蔽されて解析できない領域が多くなり、また画像と地図の位置合わせのずれも増えた。その結果、遮蔽のない道路区間では衛星画像を活用したときとほぼ同じ検出率であったが、遮蔽により通行可否がまったく判断できない道路区間が多くなった。この結果から、建物や地形等で高低差が多く存在する領域を低空から撮影した画像を活用する場合は、同じ場所を多方向から撮影する必要があることが判明した。なお多方向からの撮影手法やデータ統合手法についての検討は、今後の検討課題である。

さらに、全体の成果を踏まえ、実社会で活用可能なシステムの具体的な要求仕様を検討した。また、消防防災組織や道路交通管理組織から意見を伺ったところ、汎用のパソコン上で、専門家でなくても簡単に操作や更新ができ、特別な機材を必要としないシステムが望ましいとのことであった。

なお、以上の研究成果について研究期間中に国内外の学会で発表したが、さらに今後は国際論文誌に投稿するとともに、消防防災や道路交通管理にかかわる組織等を通じ、研究成果をより広く社会に発信する予定である。

5 . 主な発表論文等

〔学会発表〕(計6件)

(1) Tomoya Hasegawa and Hitoshi Saji,
Method for facilitating extraction of
areas of vegetation using satellite images
& 3D map, 22th World Congress on ITS, 2015
年.

(2) Megumi Hoshino and Hitoshi Saji,
Registration of aerial images before and
after a disaster, 22th World Congress on ITS,
2015 年.

(3) Rei Kojima and Hitoshi Saji,
Registration of consecutive heli-tele
images to digital map by focusing on
roads, 22th World Congress on ITS, 2015 年.

(4) 伊田浩貴, 佐治 齊, 交差点監視カメラを
用いた進行方向別車両追跡, ITS シンポジウ
ム 2014, 2014 年.

(5) 小島 怜, 佐治 齊, ヘリテレ映像とディジ
タル地図の位置合わせ, ITS シンポジウム
2014, 2014 年.

(6) 長谷川友弥, 佐治 齊, 衛星画像と三次元
地図を用いた植生領域抽出支援手法, ITS シ
ンポジウム 2014, 2014 年.

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

佐治 齊 (SAJI, Hitoshi)
静岡大学・情報学部・教授
研究者番号: 10283334

(2) 研究分担者

田村 裕之 (TAMURA, Hiroyuki)
総務省消防庁消防大学校(消防研究センタ
ー)・技術研究部・大規模火災研究室長
研究者番号: 70358795

(3) 連携研究者

なし