

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 4 月 1 日現在

機関番号：13801

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2012

課題番号：22651064

研究課題名（和文） 時空間連携解析による低解像度広域上空画像からの道路閉塞自動検知に関する研究

研究課題名（英文） Study on Automatic Detection of Road Blockages by Time-Space Cooperative Analysis of Low Resolution Aerial Images on Wide Areas

研究代表者

佐治 斉 (SAJI HITOSHI)

静岡大学・創造科学技術大学院・教授

研究者番号：10283334

研究成果の概要（和文）：

本研究は、広域が撮影されている低解像度の上空画像を用いて地上の詳細な情報を自動検知する手法を考案し、大規模災害時の救助活動に必要な広域道路状況の把握に役立てることを目的とするものである。そのため、低解像度の上空画像から道路周辺の変動情報を連携して解析することで、道路閉塞領域を自動検知する手法を考案し、試作システムを構築した。また、大規模災害時に撮影された実画像を活用した実験と評価により、瓦礫と浸水による道路閉塞領域の自動検知の実現性を示した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of our study is to consider the automatic detection method of detailed information on the ground using low resolution aerial images on wide areas and to apply the method for obtaining the road information on wide areas required for the rescue activities in the large-scale disaster. For this purpose, we considered the automatic detection method of road blockages by cooperative analysis of varying information around the road areas from low resolution aerial images, and we built the trial system. Furthermore, we experimented and evaluated the method using the real images obtained in the large-scale disaster. In the results, we showed the realization of automatic detection of road blockages caused by the rubbles and floods.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	0	1,100,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	570,000	3,570,000

研究分野：社会システム工学・安全システム

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：安全情報・環境整備

1. 研究開始当初の背景

大規模災害時に、被災地周辺の広域道路状況を短時間に正確に把握することは、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、多くの人が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。

このような事態に対し、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得ることはできず、日常的に車両の通行量が少ない道路についての情報は特に得られにくい。

一方、上空から撮影された画像を利用して被災地状況を一括自動把握する研究が、理工学の研究者を中心に国内外で広く行われている。しかし、既存研究では、被災地検知を主目的とし、画像内の注目領域を局所的に解析し直接的に得られた結果のみを出力しているものが多い。このような手法では、建物倒壊や土砂崩れのような大きな変化であれ

ば検知可能であるが、通行可否の判断に影響を及ぼす道路上の小さな障害物の有無を自動検知することは困難である。また、航空レーザ測量や車両測量により、道路上の正確な凹凸情報を計測することは可能ではあるが、あらかじめ決められた狭い地点（コース）のみしか計測できず、広域の道路情報を一括把握することは困難である。そのため、このような手法を災害後の救助活動に役立てることは難しい。

以上を踏まえ、本研究では、衛星画像を例とした低解像度広域上空画像を用い、注目領域（道路領域）内外の時間変化を解析することで、低解像度画像における不足した情報を補いつつ道路閉塞領域を広域において自動検知する手法を考案することとした。

2. 研究の目的

本研究は、衛星画像を代表とする低解像度で広域が撮影されている画像を用い地上面の詳細な情報を自動検知する手法を考案し、さらに、その手法を大規模災害時の救助活動に必要な広域道路状況の把握に役立てるものである。具体的には、衛星画像情報に対し、注目領域（道路領域）の時間変化情報と周辺領域の時間変化情報を連携解析することで、道路閉塞領域を自動検知する手法を考案し試作システムを構築する。本手法により、局所的・直接的な解析法では上空画像から得られなかった”見えない”あるいは”見えにくい”情報の検知が可能となり、さらに、これまで短時間に生成することが困難でなおかつ消防・救急車両や被災者にとって障害となっていた道路閉塞情報を、広域において一括自動生成することが可能となり、実用上意義のあるシステムの構築が可能となる。

3. 研究の方法

(1) 解析手法全体の検討と試作システムの設計：上空画像を用いた解析手法全体の検討と、構築する試作システム全体の設計を行った。また、上空画像撮影に関係する企業や道路閉塞検知に関わる組織などの意見を集約し、実応用を踏まえた手法を考案した。

(2) 基盤情報自動構築処理手法の検討：平常時に撮影された衛星画像とデジタル地図データを位置合わせして統合することで、後の解析につながる基盤情報を自動生成する手法を考案し、そのシステム部位を計算機上に構築した。ここでは、画像や地図内に登録されている緯度経度情報や、画像内のエッジやコーナーなどの形状特徴情報を用い、各種データを自動位置合わせし自動統合する手法を考案した。

(3) 基盤情報構築処理基礎実験：ここで作成したシステム部位の評価のために、実データ（衛星・航空画像やデジタル地図）を用いた基礎実験を行った。画像内の領域の高低差により各情報間の位置ずれが大きくなる箇所が見られた。そのため、次年度以後の解析において、位置ずれを考慮した情報解析方法を検討することとした。

(4) 自動時間連携解析処理手法の検討：デジタル地図などの基盤情報と災害時に得られた画像情報を自動照合し、その差分を解析することで、道路内領域と道路外領域の変化情報を自動検知する手法を考案し、また計算機上に試作システム部位を構築した。ここでの道路内領域の変化情報とは、道路閉塞箇所や車両などであり、道路外領域の変化情報とは、倒壊家屋などの被害箇所である。

(5) 自動空間連携解析処理手法の検討：個別に検知された道路内・外の変化情報を、空間的に連携して解析することで道路内・外の被

害情報を自動検知する手法を考案し、試作システム部位を構築した。ここで考案する手法は、画像上の道路内・外における領域を、テクスチャやエッジなどの画像特徴を利用して初期分割すると同時に、各領域における被害確率を計算し、領域の隣接関係や類似度によって、被害確率を隣接領域間で遷移させ、道路内・外の被害の度合いを自動計算したものである。

(6) 総合実験・評価：計算機上で構築したシステムの各部位を活用し、実データを用いた実験・評価を行った。具体的には、大規模地震災害時に撮影された衛星画像（GeoEye-1 ©GeoEye）とデジタル地図情報（仙台市都市計画基本図1/2500）を活用し、実験と評価を行った。その結果、約84%の道路上の瓦礫による閉塞領域と、約83%の道路上の浸水による閉塞領域の自動検知が実現できた。

(7) 画像補完方法検討：障害物などの影響で、個々の衛星画像からの情報解析が不可能となる場合に備え、上空画像とは異なる性質を持つ情報（3次元建物地図情報）を統合して補完する手法を検討した。これにより、画像内に生じる陰影や遮蔽の影響を除去できることが予想できた。

(8) 応用システムの検討：ここまでの成果を踏まえ、研究分担者などからの交通管理や救助・防災についての意見に基づき、上空画像の新たな応用分野を検討した。

4. 研究成果

低解像度の上空画像から道路周辺の変化情報を解析し道路閉塞領域を自動検知する手法の考案と、試作システムの構築、及び実験・評価を行った。実データを用いた実験の結果、約84%の道路上の瓦礫による閉塞領域と、約83%の道路上の浸水による閉塞領域の自動検知が実現できた。これにより、画像入力から

出力までの自動処理がほぼ実現可能であり、また、災害の概要を把握する目的に使える可能性は見出せた。

ただし、瓦礫に関して約23%、浸水に関して約28%の誤検知領域が生じた。これらは、建物による陰影や遮蔽、及び道路上の表示や車両など、道路閉塞とは無関係な情報により生じたものである。本研究にて考案した手法を実社会で利用するためには、これら様々な雑音を低減し、検知精度を高めるための検討が必要となる。

応用システムの検討においては、交通管理や救助・防災に関わる意見に基づき、上空画像から得られる道路閉塞情報の精度を改善する方法を検討した。特に、上空画像情報と車両感知器やプローブカーなど地上における各種センサから得られる情報との統合により、高い精度で結果が得られるシステムの構築が可能であることが判明した。

なお、本研究の内容についてさらに学術的評価を得るため、今後、道路交通や救助・防災、及びリモートセンシングに関連する学会での発表を増やす予定である。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計1件)

(1) Keishi Yamaguchi and Hitoshi Saji, Analysis of road damage after a large-scale earthquake using satellite images, SPIE Asia-Pacific Remote Sensing 2012, in Proceedings CD (2012年10月31日), 京都大学 (京都府) .

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐治 斉 (SAJI HITOSHI)

静岡大学 創造科学技術大学院・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