

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20310094

研究課題名（和文）

情報統合による大規模災害時救助支援用道路交通情報解析システム

研究課題名（英文）

Road Traffic Information Analysis System for Rescue Support in Large Scale Disasters by Information Integration

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、地震をはじめとする大規模災害時において、被災地状況とその周辺の広域道路状況などを一括把握でき、円滑・迅速な救助活動に供することを目的とするものである。そのため、画像情報や地図情報を統合活用し、被災地周辺の個別特徴情報をそれぞれ抽出し、さらにそれらを連携して解析をすることで、大規模災害時での救助活動に必要な被災地周辺情報を自動生成できる画像解析手法を検討し、試作システムを構築した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study is to grasp the damaged areas and road information in wide areas and to support the smooth rescue activities in the large scale disaster, such as an earthquake. For this purpose, we considered the image analysis methods. In this method, we integrate and use the image and map information, and we extract feature information around the damaged areas, and then, we relate and analyze the feature information to produce the damaged areas information automatically. Furthermore, we built the trial system.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2009年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2010年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
年度			
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究代表者の専門分野：情報科学

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：社会の防災力

## 1. 研究開始当初の背景

地震災害を代表とする大規模な災害時に、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、消防・救急車両の通行路や被災者の避難経路を確保し、救助活動を迅速に行うために必要不可欠である。しかし現状では、災害現場の位置については特定できても、現場周辺の道路情報や交通情報などの広域周辺情報を、災害直後に迅速に収集・解析することは困難である。

例えば、兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）や新潟県中越地震においては、被災地域に消防・救急車両が向かうおり、通行可能な道路状況の正確な把握がまず必要であったが、道路上に配置されていた車両感知器や交通観測用カメラのほとんど全てが地震の影響で破損あるいは停電により使用不可能となった。その結果、多くの人々が歩いて道路を調査し、かなりの手間と時間をかけ危険を冒して情報を収集していた。このような事態に対し、被災地周辺状況を一括・迅速に把握するため、上空から撮影された画像を利用した研究がなされるようになった。上空から撮影された画像の災害救助への利用において、衛星画像やヘリコプター、あるいはセスナなどから撮影された画像を活用する研究が、これまでも理工学の研究者（例：国公私立大学、国立研究所）を中心に国内外で数多く行われてきた。また近年は、画像情報を計算機で自動解析するシステムも種々提案されている。しかし、これまで提案されてきた解析システムは、被災箇所の状況検知など個別の情報収集を目的としたものが多く、得られた情報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。例えば、衛星・航空画像中の画素値の変化から被災地を検知する研究がその典型例である。しかし、この方法を道路

交通状況の解析に直接適用することはできない。なぜなら、道路領域内の画素値に変化が生じて、それが通行に支障のある瓦礫や土砂なのか、あるいは支障のない薄い砂埃なのかは、道路領域内だけでなく、道路周辺の建築物や地形の変動状況と統合解析しない限り判断できないからである。このような統合解析を実現するためには、種々の情報の統合利用が不可欠であり、空間的にも時間的にも広く情報を収集し、相互に補完しつつ解析する必要がある。そのためには、被災地周辺を様々な位置・高度で撮影した画像群と、デジタル地図情報などを統合し、解析する必要がある。また、災害の進行や人・車両の流れにより、特定地点の状況が、他の周辺地域に及ぼす影響も考慮する必要があり、得られた情報からの直接的な解析だけでなく、得られた解析結果をさらに連携させて解析し、その結果が、異なる地域や時刻に対して間接的にどのような影響を及ぼすかまでも求める必要がある。

以上を踏まえ、本研究では、大規模災害前後に撮影された上空画像群やデジタル地図情報などの情報を統合利用するとともに、抽出された被災地周辺状況を解析することで、救助活動に必要な道路交通情報を中心とした多様な情報を自動生成するシステムの構築を目指すものである。

## 2. 研究の目的

本研究では、大規模災害時において、被災地状況のみならず、その周辺の広域状況を迅速に把握でき、円滑・迅速な救助活動を可能にすることを目的とする。そのため、複数情報を統合して活用し解析することで、大規模災害時での救助活動に必要な道路交通情報などの被災地周辺情報を生成する手法を検討し、システムを構築するものである。

### 3. 研究の方法

本研究の方法を以下に列記する。

- ・試作システム全体の設計：衛星画像やデジタル地図等の各種情報の統合から、被災地周辺情報の抽出を経て、救助活動支援用の情報を出力するに至るまでのシステム全体の設計を行った。なおここでの設計において、災害時救助や道路交通情報管理に関係する各方面からの意見をうかがい参考とした。
- ・平常時多視点情報自動統合処理部の構築：平常時において異なる時刻に異なる高度や位置から異なるセンサーを用いて撮影された航空・衛星画像群を位置合わせして統合し、基盤情報を生成する手法を検討し、システム部位を構築した。なお、ここでの画像の位置合わせにおいては、画像内の長いエッジやコーナーの情報を、画像処理手法を駆使して抽出し活用することで、画像間の明るさや色、及び局所的な形状の変化に対処した。次に、統合された画像情報にデジタル地図情報を統合する手法を検討しシステム部位を構築した。ここでは、画像撮影時点の位置情報を利用し、また基準となる対応点を画像と地図双方から抽出し、幾何学変換を用いることで画像情報とデジタル地図情報を関連づけた。
- ・被災地周辺情報自動抽出処理部の構築：平常時において収集され統合された情報と災害時に得られた情報とを照合比較することにより、被災地周辺情報を自動抽出する手法を検討し、システム部位を構築した。具体的には、山間部や都市部の災害前後に撮影された衛星画像と航空画像を用い、それぞれの画像内でエッジ情報や色情報に変化している領域を自動的に抽出する部位を計算機上に構築した。なお、画像の撮影位置によらず高速に高精度に領域を自動抽出するため、画像間での輝度や形状の時間・空間差分情報だけでなく、すでに統合されているデジタル地図上の街区情報や道路情報も活用した。

- ・自動連携解析処理部の構築：個別に抽出された被災地周辺情報（変化領域）を連携解析し、救助活動に必要となる種々の情報を生成する手法を検討しシステム部位を構築した。具体的には、山間部においては、植生領域、土砂崩れ領域、及び浸水領域などを、都市部においては、建物倒壊領域、道路閉塞領域、及び渋滞領域などを段階的に抽出する手法を考案し実装した。特に、道路閉塞領域の抽出においては、先に抽出された変化領域のみならず、その周辺領域間の様々な関係について解析することで、変化領域が通行可能な領域か、そうでないかの詳細な判定を実現した。

- ・最適撮影手法検討：災害時に被災地情報を効率良く習得するための最適な空撮画像撮影方法を検討した。センサー特性、撮影範囲、画像の解像度、撮影時間、及び入手時間の状況を考慮して検討したが、衛星画像や航空画像それぞれに利害得失があり、地上情報との効率良い統合が必要との結論に達した。

- ・画像補完方法検討：異なる種類の複数画像やデジタル地図情報を統合し、相互に利用することで、単体画像だけでは抽出が困難となる情報を容易に抽出するための補完手法を検討した。

- ・応用システムの検討：ここまでの検討と試作を踏まえ、統合情報の解析手法が実際の救助活動に役立てられる応用システムを検討した。また、研究協力者からの交通管理や救助・防災についての意見も踏まえ、各種の災害救助活動や防災活動に効率良く利用できるような情報入力方法や生成方法を検討した。

### 4. 研究成果

計算機上でシステムの各部位を構築し、さらに実データを用いた実験・評価を行った。

まず、自動統合処理部においては、航空・衛星画像やデジタル地図情報として、すでに

所有しているものと本申請で購入したものを活用した都市部における衛星画像（1m解像度）と航空画像（25cm解像度）を活用して実験を行った結果、最大3メートル以内の誤差での自動位置合わせが可能であった。

また、統合情報から被災地周辺情報を抽出し、さらに連携解析する部位について、衛星画像やデジタル地図情報、及び数値標高データを用い実験・評価を行った。被災箇所や道路閉塞箇所などの各種情報の抽出率は70%程度であるが、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は使える可能性は見出せた。

さらに、本研究で得た研究成果は、国内外の学会で発表し、災害や道路交通関連の分野において、学術的な評価を受けた。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計1件）

- ① 佐治 齊, 田村 裕之, 小林真紀, 被災前後に撮影した都市域空撮画像の位置合わせ手法, 日本地震工学論文集, 査読有, 第10巻, 2010年, pp. 119-122.

〔学会発表〕（計9件）

- ① Fumito Shinmura, Sumio Ogawa, and Hitoshi Saji, Collection of road traffic information from satellite images and digital map, SPIE Remote Sensing Europe International Symposium, 2010年9月21日, Centre de Congrès Pierre Baudis (フランス・ツールーズ) .
- ② 井坂 彰太, 佐治 齊, 確率的手法を用いた航空画像からの地震被災領域検出, 第17回リモートセンシングフォーラム, 2010年3月1日, 首都大学東京 (東京).
- ③ Yuri Harada and Hitoshi Saji, Extraction of Corresponding Points from Stereo Road Images, The Sixteenth Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers

of Computer Vision, 2010年2月5日, 安芸グランドホテル (広島).

- ④ 井坂 彰太, 佐治 齊, 航空画像を用いた地震被災後の被災領域の抽出, 2009年度空間情報科学研究センターシンポジウム CSIS DAYS 2009, 2009年11月13日, 東京大学 (柏).
- ⑤ 佐藤 史耶, 佐治 齊, 空撮画像を用いた車線境界線抽出, 2009年度空間情報科学研究センターシンポジウム CSIS DAYS 2009, 2009年11月13日, 東京大学 (柏).
- ⑥ Fumito Shinmura, Sumio Ogawa, and Hitoshi Saji, Computation of vehicle density on roads from satellite images, ITS World Congress, 2009年9月22日, Stockholm International Fairs (スウェーデン・ストックホルム).
- ⑦ 丸地 絢子, 田村 裕之, 佐治 齊, 衛星画像とデジタル地図を用いた道路閉塞領域の自動検出, MIRU2009 第12回画像の認識・理解シンポジウム, 2009年7月20日, くにびきメッセ (松江).
- ⑧ 小林 真紀, 田村 裕之, 佐治 齊, 地震災害前後の空撮画像の自動位置合わせ, ITSシンポジウム2008, 2008年12月4日, 日本大学 (習志野) .
- ⑨ 丸地 絢子, 田村 裕之, 佐治 齊, 空撮画像と三次元データを用いた道路閉塞領域の自動検出, ITSシンポジウム2008, 2008年12月4日, 日本大学 (習志野) .

#### 6. 研究組織

- (1) 研究代表者  
佐治 齊 (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

市川 朗 (ICHIKAWA AKIRA)

南山大学・情報理工学部・教授

研究者番号 : 00115437