

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24年 6月25日現在

機関番号：13501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22760342

研究課題名（和文） 地震災害時の走行車情報を用いた道路被害推定システムの構築

研究課題名（英文） Study on Road Damage Estimation Using Probe Vehicle Data

研究代表者

秦 康範 (HADA YASUNORI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・准教授

研究者番号：70360849

研究成果の概要（和文）：

本研究の目的は、地震災害時における走行車情報（主に、車両の緯度経度、進行方向など）に着目し、この情報を使用して道路被害を推定するシステムを構築することである。GPS センサーを搭載した車載器から得られる走行車両のデータから道路被害（主に土砂災害により道路が全面または片側車線が閉塞された場合、道路に大きな段差が生じた場合を対象）を推定するアルゴリズムを構築した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study is to develop road damage estimation system using probe vehicle data in earthquake disasters. Algorithm is developed to be able to detect damage types and sites of those occurrences using probe vehicle data getting from a sensor with GPS, installed to a vehicle.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学，構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：地震防災

1. 研究開始当初の背景

(1) 災害時における道路情報の共有

災害時における救援活動、消火活動、復旧活動は、基本として車両を使って被災地に向かう必要があり、そのため被災地内の道路情報は、災害時において最も重要な情報の1つである。以下に実際に発生した事例について紹介する。2004年新潟・福島豪雨水害では、刈谷田川が決壊し、見附市ならびに中之島町（現長岡市）に大きな浸水被害が発生した。見附市では、刈谷田川上流の遠隔地の住民救

出のため、自衛隊に派遣要請したが、見附市が道路被害情報を十分把握できておらず、自衛隊に適切なルートを指示できなかったため、派遣された自衛隊は何度も迂回を余儀なくされ、目的地への到着が大幅に遅れた。2004年23号台風では、高松市では至る所で浸水被害が発生した。浸水被害が一気に多くの地点で発生したので、高松市は被害箇所の把握ができず、通行止めの措置など災害対応が十分にできなかった。2004年新潟県中越地震においては、280カ所に及ぶ全面通行止が発生した。国土交通省道路局国道・防災課

は、北陸地方整備局や新潟県から送られてくるメールやファックスの整理に迫られ、中越地方の通行止めや被災状況を地図上に落とし込んだのは、地震発生から3日後のことであった。2005年の冬に発生した新潟下越地方の塩雪害による停電においては、東北電力が仙台から福島経由で新潟に復旧隊を派遣したところ、進行途中で通行している道路が通行止めであることが判明し、大きく迂回せざるをえなかった。2005年台風16号では宮崎県椎葉村の連絡道路全てが被災を受け、一時孤立する事態となった。各道路管理者間での情報の共有や連携した災害対応がとれておらず、椎葉村の孤立についてはマスコミ等の報道が先行し、道路管理者が椎葉村の孤立化の情報を確認するのに時間を要した。

このように、ICTが飛躍的に発展した今日においてもこの課題は依然として解決されていない。

(2) プロブカー

走行車両をセンサーとして活用するプロブカーに関する研究は、交通工学の分野で多数の研究蓄積がなされている。例えば、異常渋滞を検出するアルゴリズムの開発や冬季の路面凍結で発生するスリップをABSの作動や加速度の変化から判定する技術開発などがなされている。このように今後プロブカーの様々な利活用の展開が期待されているが、これまで地震のような大規模災害時における道路状況の把握を目的とした研究は、まったく行われてこなかった。

(3) プロブカーの活用

災害時における救援活動、消火活動、復旧活動は、基本として車両を使って被災地に向かう必要があり、そのため被災地内の道路情報は、災害時において最も重要な情報の1つである。しかしながら、ICTが進展した今日においても依然として災害時における迅速な道路情報の収集と提供は大きな問題となっており、被災地に向かう緊急車両、ボランティア等の一般車両、それぞれに適切な情報が提供されていないばかりか、大きな災害に際しては道路管理者自身も被災するためパトロールもままならない事態が発生し、警察は人命救助など優先順位の高い業務が発生するため交通に専念できなくなるなど、結果として道路情報の集約には時間がかかることが応募者の研究で明らかにされている。

そこで応募者は、被災内を走行している多数のGPS内蔵カーナビゲーションシステムを内蔵した一般車両に着目し、災害発生直後の異常な車両走行データから直接道路被害を推定することを着想し、車両の走行パターン、道路基盤情報や道路ハザード情報と道路被害の関係を整理した。その結果、災害時の

走行パターン(異常走行)から道路被害の推定が可能であるとの考えに至った。

2. 研究の目的

本研究では、災害時にもっとも重要な情報である道路被害情報を迅速に把握する仕組みとして、GPS内蔵カーナビゲーションシステムを搭載した被災地内を走行する車両に着目し、それらの情報から被災地内の道路被害箇所を推定するアルゴリズムの開発と、このアルゴリズムを搭載した道路被害推定プロトタイプシステムの構築を行う。



図1 本研究の実施概略図

3. 研究の方法

本研究では、災害時における最も重要な情報である道路情報を迅速に収集し、提供することを最終的な目的としている。まず、迅速に道路情報と道路被害情報を収集する手段として、被災地内を走行するプロブカーの活用を想定し、走行パターンから道路被害を推定するアルゴリズムを開発する。次に、地理情報システム(GIS)と連動したコンピュータシミュレーション環境を構築し、開発したアルゴリズムを実装した道路被害推定システムのプロトタイプを構築する。

(1) 研究計画

① 平成22年度の計画

平成22年度は、道路被害と車両走行パターンの分析を行う。想定される道路被害と車両走行パターンについて、既往の研究をベースに分類し、走行パターンからどのような被害の抽出が可能なのか整理し、自動抽出が可能なアルゴリズムについて検討を行う。

次に、車両走行データの計測・分析を行う。上記のパターンを分類できる適切な車両走行データが得られるような計測・分析方法について検討する。GPS/ジャイロ/加速度センサーからなる計測装置を用いて、様々な走行パターンについてデータを収集し、分析する

【道路状況判別アルゴリズムの開発】

得られたプロブカーデータ(緯度経度、時間、方向、速度、加速度など)を使って、

通行可能な道路、道路被害が推定される箇所の判別を行うアルゴリズムの開発を行う。

② 平成23年度の計画

道路状況判別アルゴリズムの開発を行う。平成22年度から引き続きアルゴリズムの開発、改良を行う。

次に、道路被害推定システムのプロトタイプを構築する。地理情報システム(GIS)と連動したコンピュータシミュレーション環境を構築し、開発したアルゴリズムを実装した道路被害推定システムのプロトタイプを構築する。

4. 研究成果

(1)道路被害と走行パターン

まず、本研究で想定している道路被害と車両特性について整理した。

① 災害時における発生する道路被害

災害時に発生する道路被害としては、盛土が完全に崩壊して前方道路が途絶してしまうケース、がけ崩れによって道路が道路閉塞(全面または片側車線)するケース、地震によって切土、盛土境界付近や橋梁の橋台部付近で段差が発生するケース、豪雨などにより切土が湧水とともに崩落するケースなど、様々なハザードとそれに対する道路被害の形態が考えられる。これらの被害が発生する場所のハザード情報としては、軟弱地盤、液状化危険箇所、土砂災害危険箇所、低地やアンダーパス(冠水しやすい)が挙げられた。

② 走行パターン

①で述べたような道路被害に遭遇した場合に、平常時と異なるどのような走行パターンを車両が行うか整理した。その結果、Uターン、徐行・低速蛇行、一時的な速度低下、停止(通信途絶)などに分類した。ここでいう停止は、車両が衝突等の事故のために雨後各なったり、通信が途絶したケースを想定している。

(2)対象とする道路被害

本研究では、災害で発生頻度が比較的高いと考えられる、道路が閉塞又は寸断された状況下に行うUターンと地震等により大きな段差が発生したケースを対象とすることとした。

(3)道路被害の抽出

①Uターン

自動車会社から提供された、過去の災害時における地震直後のプローブカーデータを用いて、Uターン走行車両の抽出を試みた。道路被害が発生した場合、通行が困難になる場合はUターンをして危険を回避し、元来た

方向に戻ることは極めて自然な走行パターンと考えられる。対象とする地震災害は、2004年新潟県中越地震、2007年新潟県中越沖地震、2008年岩手宮城内陸地震である。

Uターンは、プローブカー情報が有する方位の情報が短時間でかつ、移動距離がほとんどない条件で、約180度変更する場合として抽出した。解析に当たっては、ESRI社のArcGIS10.0を使用した。その結果、すべての地震に際して、Uターンする車両が抽出された。

次にUターンが行われた箇所と警察が発表した交通規制箇所との照合を実施した。その結果、Uターンがなされた場所は、後に又はその時間帯に交通規制がなされている場所と一致するケースと、そうでないケースの2通りあった。これは、道路被害や交通規制によりやむを得ずUターンするケースの他に、対向車線の店舗に用事がある場合や走行中に得た情報(携帯電話やラジオ等など)により、目的地の変更が行われた場合などのためと推測される。

従って、Uターンの抽出箇所は可能になったが、Uターン箇所が道路被害が必ず発生したとは言えないことから、事前のハザード情報をしっかりと整備し、道路被害の発生しやすさを考慮した上で、被害の可能性を評価することが必要であると言える。ただし、プローブカーデータが増えて、Uターン車両が多数存在する場合などについては、道路被害や交通規制の可能性が高まることは言うまでもなく、データ数量を増やすことにより信頼性が高まるので、この問題は解決される可能性が高いと言える。

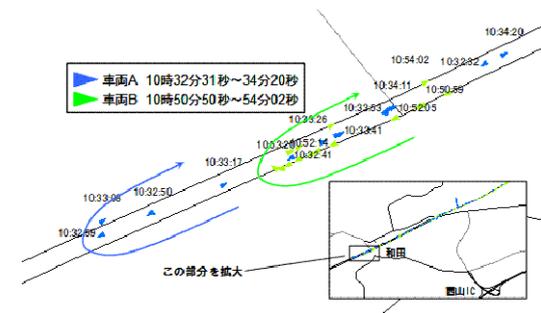


図2 抽出されたUターン車両
(2007年新潟県中越沖地震)

②段差

段差走行時に得られる車載器のデータを観測するために、学内およびその周辺で段差の走行実験を行った。走行実験では、車両のタイヤ径の条件として54cm・61cm・63cm・65cmの4種類、段差の高さの条件として4cm・8cm・10cmの3種類、走行方法の条件として「乗り上げ走行」「乗り降り走行」の2種類の条件を変化させ、全24ケースを2

回ずつ、計 48 走行データの収集を行った。

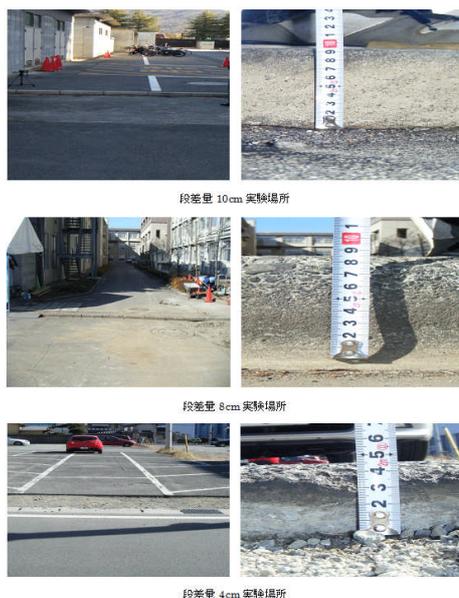


図 1 段差実験の様子

次に、段差抽出として、段差直前の速度の減速（速度変化量の負のピーク）、段差を走行する際に速度変化量が 0 に近い速度となる、段差通過後に速度変化量の正のピークが存在する、といった特徴が得られた。そこでこれらの特徴を検知するアルゴリズムを構築し、観測データに適用した。一部のドライバーを除いて、段差が適切に抽出できることが確認された。誤検知率をできるだけ小さくすることが重要であるため、検知率は 7 割程度が得られれば十分であると言える。

(4) まとめ

本研究により、道路が全面または片側車線が閉塞された場合を想定した Uターン走行、ならびに道路に大きな段差が生じた走行箇所を抽出するアルゴリズムを構築し、過去の実災害のプロブカーデータならびに走行実験の観測データに適用し、その有効性を検証した。本研究によりプロブカーデータを活用することで、Uターン走行や段差走行箇所をある程度抽出できることが示された。

現在、官民連携でプロブカーデータをクラウド上で共有するシステムが実用化に向けて検討が進められている。精緻なプロブカーデータがリアルタイムに共有される環境が整いつつあり、道路被害推定アルゴリズムがこのようなクラウドシステムに実装されることにより、確度の高い迅速な道路被害の推定が可能になるであろう。

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)

[学会発表] (計 1 件)

瀬尾浩幸, 鈴木猛康, 秦康範: 車両走行データに基づいた道路段差走行アルゴリズムの開発, 土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集, 2010 年 9 月 1 日

[その他]

ホームページ等

<http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~yhada>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

秦 康範 (HADA YASUNORI)

山梨大学・大学院医学工学総合研究部・准教授

研究者番号: 70360849

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし