

# 被災者心理を考慮した被災地のルート推薦システム

小野 一樹<sup>\*1</sup> 泉 朋子<sup>\*2</sup> 仲谷 善雄<sup>\*2</sup>

## Route recommendation system in the disaster area in consideration of preference of victims

Kazuki Ono<sup>\*1</sup>, Tomoko Izumi<sup>\*2</sup> and Yoshio Nakatani<sup>\*2</sup>

**Abstract** - This paper proposes a route recommendation system for disaster situations with consideration for the preferences of victims. Although routes to a destination and traffic information such as congestion can be obtained easily, there are routes which disaster victims will wish to avoid. For example, when a tsunami warning has been made, it is necessary to avoid routes near the sea, and to take a safe route which is higher in elevation than the height of the tsunami. Accordingly, our proposed system searches for routes in consideration of the psychology of victims. By searching for an optimal route for evacuating drivers, it is expected that smooth road traffic can become a reality without causing road congestion.

**Keywords:** traffic information, route recommendation, navigation system

### 1. はじめに

本研究は、災害発生時に、被災地の人々がどのような車のルートをお好むかという傾向を考慮してルートを推薦するシステムを提案するものである。ルートの好みとは、例えば、津波被災時には海岸線から離れた小高い場所を通るルートが好まれる、土砂災害発生時には山側のルートは避けられるなどの選好を指す。本研究は、高度道路情報システム (ITS) と防災の両分野の融合を図るものとして位置づけることが可能である。

#### 1.1 高度道路交通システム

自動車交通の効率化や安全性・サービス性の向上などを目的とする高度道路情報システム (Intelligent Transport Systems : ITS) が実用段階を迎え、日常的な利用が進展してきている。その中でも、渋滞などの交通情報を提供するとともに、目的地への最短経路探索や迂回ルート探索を行うカーナビゲーションの分野が、現在注目されている。我々はすでにこれらの技術の恩恵を日々の生活で受けている。しかし、災害時の交通問題の解決にその技術が生かされることは少ない。災害という非日常の事態にこそ、ITS による支援が問題解決に効果を発揮するのではないかと考える。

#### 1.2 地震と道路の関係

日本は地震大国であり、毎年数多くの地震が発生している。地震により交通網は大きな打撃を受け、支援物資

の運搬や復興活動の妨げとなる[1]。2004年に発生した新潟県中越地震では、上越新幹線が不通、北陸自動車道・関越自動車道や、国道8号、17号、116号の直轄国道など12箇所でも全面通行止めとなり、被災地への物流が停止してしまっただけでなく、直轄国道の通行の確保、迂回路の確保などを早急に行うことで、緊急物資や人的応援など、復旧・復興に道路が重要な役割を果たすことになった。また、2011年に発生した東日本大震災においては、ドライバーは余震による津波の再来を恐れ、海に近い道を避けたルートを取るようになった。もちろん津波の被害を受けて海沿いの道路が寸断された影響も大きいですが、津波の影響が小さかった地域や、海から一定距離離れた地域でも、同様の選好が見られた。その結果、普段交通量の少ない山側の道に多くの車が通るようになり、渋滞が発生してしまうというケースも見受けられた。

本研究では、主に被災地を通るドライバーを対象とした、災害後の道路状況や被災者心理を考慮したナビゲーションシステムを提案する。

### 2. 研究動向

ITS 技術の発展により、渋滞などの交通情報を提供するとともに、目的地への最短ルート探索や迂回ルート探索を行うナビゲーションの分野が注目されている。地図検索サイトとして、NAVITIME や MapFanWeb などのサービスが提供されており、我々は手軽に目的地までのルートを知ることができる。

#### 2.1 自動車・通行実績情報マップ

2011年3月11日に発生した東日本大震災後には、Google が、被災地内での移動、および被災地への救援・支援活動に向かう方の参考として使えるように、被災地

\*1: 立命館大学大学院情報理工学研究所

\*2: 立命館大学情報理工学部

\*1: Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

\*2: College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

周辺の道路の通行実績を Google マップ上で見ることができる、「自動車・通行実績情報マップ」を提供した[2]。

Google の地図情報サービス「Google マップ」上で、前日の0時から24時のあいだに通行実績のあった道路を青色、同期間中に通行実績のなかった道路を灰色で表示し、24時間ごとに更新するサービスである(図1)。



図1 自動車・通行実績情報マップ

## 2.2 プロブカーシステム

プローブカー(probe car)システムとは、自動車をセンサとしてとらえ、車両の速度、路面形状、温度計、ブレーキ、ヘッドライト・ワイパーの ON/OFF、カメラの動画像などのセンシングデータを GPS の位置情報とともに無線通信モジュールを使ってセンターに送信し、センター側ではそのデータから交通状況、道路状態、天候などを判断し、再利用するシステムである[3]。例えば、ワイパーの作動状況と GPS データから現地のスポット的な天候データを取得することができる。実際に走っている車の速度などの情報が得られるため、渋滞状況の的確な把握ができる。一般に道路は長い線形を持つため、詳細な道路情報を収集するためには多数のセンサを路側に密に設置する必要がある。プローブカーであれば、移動しながらセンシングするため、路側へのセンサの設置を少なくできるため、設備投資のコストが低くてすむ。また、起動性にすぐれるため、これまでは設備投資コストの点から路側センサの設置を見送ってきた地域についても、情報を得ることができる。最近急増しているゲリラ豪雨などのローカルなデータを収集できるメリットもある。

## 2.3 フローティングカーデータ

フローティングカーデータとは、Honda が世界で初めて実用化したインターナビ・フローティングカーシステムに利用されている走行データである。インターナビは、VICS 情報の対象である主要な幹線道路や高速道路だけでなく、インターナビ装着車が実際に走った詳細な道路情報も利用して、ルート案内を行うことができ、ルートの最新の状況に即したルート案内を可能にする。また、フローティングカーデータから、交通情報をつくるのが可能である。例えば、A 地点から B 地点まで毎日 1 台

ごとに、所要時間を収集し蓄積することによって、曜日や時間帯によって所要時間の予測ができ、「いつごろ、どこが混む」といったことが分かる。

## 2.4 災害時のルート選好

宮城県多賀城市周辺の地図を図2に示す。2011年3月11日に発生した東日本大震災による津波の影響で、宮城県の主要道路である国道45号線(図2で丸で囲った部分下側2つ)、県道23号線、県道10号線は一時通行できないほどの被害を受けた。約1カ月後には、普段通りに通行できるよう復旧したが、ドライバーは再び津波が来るのを恐れ、そこから3km内陸にある利府バイパス(図2で丸で囲った部分上側)を通行するようになった。その結果、普段よりも交通量が増え、そこで大きな渋滞が発生した。



図2 宮城県多賀城市周辺の地図

災害時には、平常時とは異なる、災害の種類によって特徴的なルート選好が出現する。現状のカーナビにはそのようなニーズを満足する機能は備わっていない。これは今後の重要な開発課題であり、本研究の目的である。

## 3. 提案手法

### ① 通行できない道路をルート検索の対象としない

普段ナビゲーションシステムを利用し目的地までのルート検索を行った場合、最短ルートや渋滞を避けた時間優先のルートなど、さまざまな条件を満たすルートが表示される。しかしこれは災害が起こっていない状況でのことである。実際災害が起こると、普段通行可能であった道が日常のように通れる保証はない。そのような情報を表示しているのが上記の2.1で述べた、自動車・通行実績情報マップである。このマップ上では青色で表示されているような、実際に通れる道だけをルート検索の対象とし、通行できない道はルート検索の対象とせず、目的地までのルートを計画することとする。

### ② 災害の種類に応じた適切なルート(迂回路)を推薦

災害には土砂崩れ、津波、洪水などと多くあるが、それぞれの災害ごとに通るべき道は異なる。例えば、土砂

崩れが起こる危険性があるときは、山沿いの道やその危険性のある場所を避けた安全な道を表示し、津波の危険性があるときは、海から近い道を避け、津波よりも高さのある安全な道を表示することである。これによりドライバーが安全に目的地に到着できることが期待できる。

また、ユーザにとって通りたくない道があれば、ユーザに通りたくない道を選ばせてからルート案内する。

## 4. システム概要

### 4.1 開発環境

実装は、Windows パソコン上で行い、プログラミング言語は Java を用いた。ルートを表示する地図には JavaScript を利用し Google マップを用いた。

本システムは、任意の地域を対象とすることが可能であるが、必要なシステム機能を検討するために、下記のように実在する道路をモデル地区として実装した。

### 4.2 システム対象地域

本システムでは、南は三重県四日市市貝塚町南の国道 23 号線と県道 502 号線の交わる交差点から、北は三重県四日市市富田浜町の国道 23 号線と県道 401 号線の交わる交差点までの南北約 7km の範囲にある、国道と県道（Google マップ上では、黄色で表示される道路）を対象地域とする。図 3 に対象地域を示す。



図 3 対象地域

東海・東南海・南海地震は、100～150 年周期で繰り返し発生しており、今世紀前半には必ず起きるといわれているが、東海地震に関しては、1854 年以降、150 年以上地震が発生していないため、いつ発生してもおかしくない状況である。また、この 3 つの地震は、これまでに、同時、あるいは時間的に接近して発生している。

本システムの対象地域である四日市市は、近い将来起こると予想されている、東南海・南海地震により大きな被害を受ける恐れがある地域である。東は伊勢湾に面しており、地震によって発生する津波による被害を受ける恐れがあり、地震防災対策推進地域に指定されており、

大地震に対する危機感から防災に非常に力を入れている市である。

### 4.3 システムの詳細

対象地域内でルート検索を行うことができる。ユーザが出発地、目的地、避けたい災害(津波、土砂災害、洪水)を選択すると、システムはそれらの条件を考慮した最適な迂回路を提案する。

例えば、災害が津波の場合には、海岸線から離れた場所を通るルート进行提案する。具体的には、ハザードマップ上で、津波の被害を受ける危険性のないルートを対象とする。ただし、海岸から離れすぎている道路は時間を要するので、津波の被害を受けないルートの内、目的地までの距離が最短のルートを選択する。

提案したルートの情報を XML データに記録し、このデータを基に Google マップ上に安全なルートを表示する仕組みとなっている。ユーザにとって、通りたくない道路があれば、その道路をルート検索の対象から外した上でルート検索を行うことも可能である。例えば、ハザードマップ上では津波の被害を受けないルートでも、被害を受ける心配がある場合には、提案されたルートを通りたくないルートとして指定した上で、再度検索を行うことができる。対象地域内のすべての交差点には番号がふられており、道路は交差点と交差点を繋ぐものとしてモデル化している。

本システムは 5 つの Java クラスで構成され、それらを実行することによって生成される XML データを、JavaScript を用いて Google マップに表示する。本システムの遷移図を図 4 に示す。

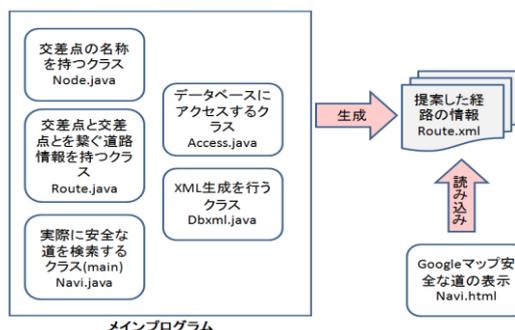


図 4 システムの遷移図

## 5. 評価

普段我々が使用しているナビゲーションシステムと、本システムに、同じ出発地と目的地を設定し、どのようにルートが異なるのかを検証した。普段我々が使用しているナビゲーションシステムには、第 2 章で述べた NAVITIME と、MapFanWeb を使用する。

### 5.1 それぞれのシステムでルート検索

図5は、ナビタイムを青、ManFanWebを赤、本システムを緑として検索した結果である。3つの実行結果を比較すると、NAVITIMEとMapFanWebはどちらも、国道23号線を北上し、目的地に到着している。本システムは、国道23号線よりも内陸にある国道1号線を北上し、目的地に到着している。



図5 それぞれのシステムでのルート検索結果

### 5.2 ハザードマップ上での比較

NAVITIMEやMapFanWebで表示されているルートは、どちらもハザードマップ上において黄色で塗られた地域を通過している。黄色で塗られたところは、津波浸水予想0m~0.5mとされていて、少なくとも津波の影響を受ける場所である。本システムのルートはハザードマップ上では、津波の影響を受けない地域を通過しているため、他のルートと比較すると目的地まで安全に到着できることが分かる。

本システムで提案されたルートでは、国道23号線を通る代わりに、約1km内陸にある国道1号線が迂回路として推薦されている。

四日市に実家のある立命館大学学生の意見を聞いたところ、国道1号線は片側2車線で道幅も広く、運転しやすい道路なので、迂回路としての問題はないが、普段からの交通量が多く、国道23号線の交通量と合わせると、渋滞する可能性があるため、他のいくつかの安全な道(迂回路)に分散させた方がよいという意見を得た。

### 5.3 今後の展望

本システムは、地域のハザードマップを利用し、災害の影響のない道路をルート検索の対象としている。しかし、あくまでもハザードマップ上では影響がないというだけで、実際に災害が起こると、ハザードマップの示すとおりに災害の影響が及ぶとは限らない。そのため、ハザードマップ上では、影響がない場所でも、実際の災害後は何らかの影響が及んでいる可能性がある。そのようなことをなるべく起こさないために、第2章で述べた「自動車・通行実績情報マップ」のような、道路情報が

更新されていくようなシステムが必要である。

また、本システムでは迂回路に、すべての車が集まると渋滞が発生するといった、交通量を考慮しておらず、すべての車が本システムの推薦するルートに集まると、渋滞が起こる可能性がある。しかし緊急車両などがスムーズに通るためには渋滞はなるべく起こさず、安全でより早く目的地までのルートを表示する必要がある。そのため、交通量に応じてルートを推薦し、渋滞を起こさないようにすることが、今後の改善点である。

## 6. あとがき

本研究では、災害発生時に、住民などがどのようなルートをおむかという傾向を考慮してルートを推薦するシステムの提案を行った。ハザードマップ上で、危険とされている場所を避け、安全な迂回路を提案する機能の有効性は示せた。今後は、リアルタイムの交通量を考慮したルートを推薦できるよう、また災害や工事で新たに通行できない道路の情報をリアルタイムに更新できるシステムの実装を目指し、システムとしてさらなる向上を目指す予定である。

## 7. 参考文献

- [1] 2005 予防時報 220 災害時の道路交通 pp64-69
- [2] 被災地で「車が通れた道」  
<http://www.its-jp.org/saigai/> (2012.07.04).
- [3] 日本地震工学会論文集 第9巻,第2号2009 新潟県中越沖地震における通れた道路マップの提供とプローブカー情報の減災利用現実に向けた課題と展望 pp148-158