

# 集合知としての走行軌跡により地図を更新するカーナビゲーション

菅原弘光<sup>†</sup> 佐藤永欣<sup>†</sup> 高山毅<sup>†</sup> 村田嘉利<sup>†</sup>

<sup>†</sup>岩手県立大学ソフトウェア情報学部

## 1.はじめに

現在普及しているカーナビゲーションシステムの地図は、新道路開通後に、測量、地図データ作成・編集を経て、物理メディアの形でユーザに配布され、更新されている[1][2]。オンラインでの地図更新サービスも始まっているが、人手による地図測量が必要な点は変わらず、高速道路のみが比較的短時間で更新されている。

それゆえ、GPS によって得られる多数の車両の走行軌跡を集合知として用い、新道路開通を検出し、新道路の位置、形状などを走行軌跡に基づき推定することにより、地図を自動更新しオンラインで配布することで、新道路開通にも即時に対応できるシステムを提案する。

## 2.関連研究

新道路が完成してから地図に反映されるには時間がかかる。新道路が開通すると、地図会社が位置や形状などを測量する。その後、地図データの編集を経てカーナビ用地図は完成するため、どんなにはやくても1週間ほどかかってしまう。更新された地図の配布方法は様々で、HDD ナビでは更新データ入り DVD による更新、HDD ユニットを取り外してサービスセンターに預けるといった方法や、インターネット回線を通して更新する方法が存在する。いずれの方法でも更新頻度は高くなく、最長で道路開通後1年待つ必要がある。

集合知を用いたカーナビの情報サービスはいくつか提供されている[3][4]。走行軌跡は通信機器経由で収集され、蓄積されている過去のデータと共に渋滞情報の提供やルート計算などに用いられている。しかし、走行軌跡を基に地図を更新するサービスは、まだ提供されていない。

## 3.提案システム

本稿では走行軌跡などの情報を基に新道路開通を検出し、地図を更新するシステム(図 1)を提案する。本システムは GPS による各車両の走行軌跡を軌跡データサーバに収集する。収集された走行軌跡を分析し、地図上の道路が無い場所に、ある日以降多数の走行軌跡が出現していた場合、新道路が開通したと判断する。その後、多数の走行軌跡の座標データから新道路の位置、幅、形状などを推定する。推定結果を基に数値地図を改変し、推定された新道路のデータと既存の地図データの併合を行う。更に併合された地図データをネットワークで配信し、ユーザへ最新の地図を提供する。

### 3.1. 数値地図の改変

本システムでは数値地図 25000 (空間データ基盤)を用いている。手始めに、道路中心線を改変、地図に表

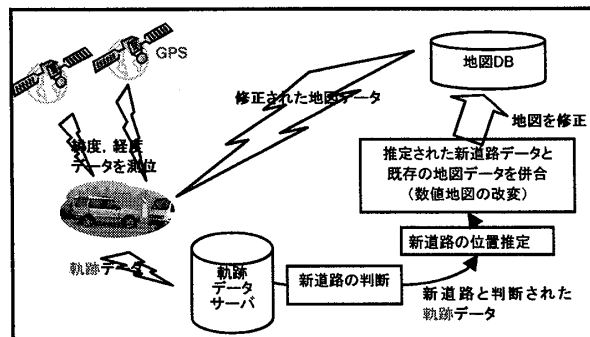


図 1 システムの概略図

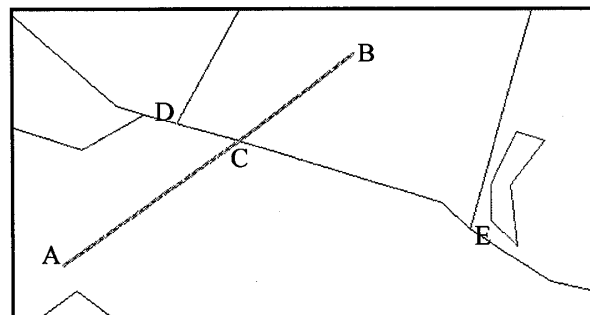


図 2 数値地図で既存道路と接続される直線道路データを作成した結果(太い直線が新道路)

示される形式に変換し、改変部分が反映されていることを確認した。改変した数値地図を変換するソフトとして、GPSTrackMaker, GPSmapper, GPSTMapEdit 等を用い、変換方法は[5]を参照した。

地図を改変する際は、新道路が既存の道路と接続するように注意する必要がある。数値地図では、交差点をノード、道路をエッジとするグラフで道路が表されている。したがって、新道路と接続する交差点で既存道路のエッジを分割し、新たにノードを設け、新道路のエッジを接続する。

### 3.2. 新道路の位置推定アルゴリズム

本アルゴリズムの入力データは、マップマッチングの処理でも補正されなかった多数の軌跡データ、出力データは推定される新道路の座標を想定している。また、緯度経度の単位は「秒」であり、軌跡の進行方向(往復)によって別々のファイルにデータが格納されている。

#### 3.2.1. アルゴリズムの概要

新道路の位置推定にはグリッドを用い、グリッドを通過した軌跡のカウント数と各座標の方向データが必要になる為、まず軌跡データを読み込み、各座標の前後関係から軌跡の進行する方向を求める。そのために、当該座標と1つ先の座標との緯度経度についてそれぞれ変化量  $dif_{lat}$ ,  $dif_{log}$  を求める。ここで、 $tra_{data}[x][y]$  は各軌跡の座標などを格納している。

A Car Navigation System Which Updates Maps by Using Trajectory as Collective Intelligence

Hiroimitsu Sugawara<sup>†</sup>, Nobuyoshi Sato<sup>†</sup>, Tsuyoshi Takayama<sup>†</sup> and Yoshitoshi Murata<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

$$dif_{lat} = tra_{data}[x][y+1].latitude - tra_{data}[x][y].latitude \quad (1)$$

$$dif_{log} = tra_{data}[x][y+1].longitude - tra_{data}[x][y].longitude \quad (2)$$

次に、移動方向を求める。

$$dif_{lat} \leq -0.1 \ \& \ dif_{log} \leq -0.1 \text{なら「NW」}$$

$$dif_{lat} \leq -0.1 \ \& \ dif_{log} \geq 0.1 \text{なら「NE」}$$

$$dif_{lat} \geq 0.1 \ \& \ dif_{log} \geq 0.1 \text{なら「SE」}$$

$$dif_{lat} \geq 0.1 \ \& \ dif_{log} \leq -0.1 \text{なら「SW」}$$

といったように、8 つの方角のうちどの方角に当てはまるかを調べる。また、各軌跡の始点及び終点には *START* 及び *END* を方角データに加え、求められた方角は、2 次元配列の各軌跡の座標等を格納している集合 *tra<sub>data</sub>* の *direction* に格納される。

更に軌跡データから生成するグリッド幅を算出する。グリッド幅を算出するためにまず全ての軌跡の座標値から、緯度、経度について最大値、最小値を探索し、以下の対応する変数に格納する。

$$\text{緯度の最大値: } lat_{max} \quad \text{緯度の最小値: } lat_{min}$$

$$\text{経度の最大値: } log_{max} \quad \text{経度の最小値: } log_{min}$$

そして以下の式により新道路を含む軌跡が存在する範囲を覆うグリッドを作成する。なお計算式中の「10」は 1 グリッドの大きさを 0.1 秒四方にしたためである。

$$\text{グリッド縦幅} = (lat_{max} - lat_{min})10 \quad (3)$$

$$\text{グリッド横幅} = (log_{max} - log_{min})10 \quad (4)$$

以下、作成したグリッドを用いて、片側車線の位置推定を行う過程を示す。

1. グリッド内を通過した全ての軌跡をカウントし、同時に方角データを格納する。
2. 全てのグリッドを探索し方角データ内の *START* 及び *END* が最大のグリッドをそれぞれ始点及び終点として推定する。
3. 始点・終点間の座標を推定する。

3.a. 探索中のグリッドに格納されている方角データのうち、どの方角が最も多く格納されているかを調べ、最も多く格納された方角をグリッド上で探索する方角とする。

3.b. 3.a. で調べた方角に加え、両隣 2 方角の隣接グリッドのうちカウント値が最大のものを新道路として推定しさらに探索していく。

例えば、現在のグリッドの位置で最も格納されている方向が「北」と仮定する、この場合隣接グリッドのうち「北西」「北」「北東」の 3 つでカウント値が最も多いグリッドが新道路として推定される。

$Grid[temp_{lat} - 1][temp_{log} - 1].count$  : 北西の隣接グリッド

$Grid[temp_{lat} - 1][temp_{log}].count$  : 北の隣接グリッド

$Grid[temp_{lat} - 1][temp_{log} + 1].count$  : 北東の隣接グリッド

$temp_{lat}$  : グリッド上で探索中の緯度についての添字

$temp_{log}$  : グリッド上で探索中の経度についての添字

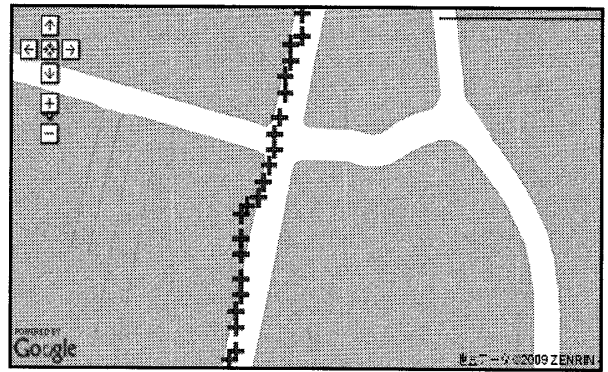


図 3 軌跡データを取得した県立大学構内の道路とアルゴリズムでの推定結果(+印が推定結果)

4. 3.を始点から終点まで繰り返す。

その後、反対側の車線も同じように位置推定を行う。

最後に、推定された往復 2 本分の新道路の位置から各座標について平均をとり新道路の座標として出力する。

### 3.2.2. アルゴリズムの検証

走行軌跡からの道路位置推定アルゴリズムの評価を行った。岩手県立大学構内の直線道路をハンディ GPS が搭載された車で往復し、軌跡データを取得し、この軌跡データを用いて前述の軌跡推定を行った。推定結果として得られた座標列を新道路と想定し、Google map 上に座標データをプロットできる GIS サービス[6]を利用して確認した。その結果を図 3 に示す。最低限の位置推定はできている。ジャギーが現れているが、これは 0.1 秒単位のグリッドを用いたためである。また一部で推定位置が大きく道路外に飛び出しているが、これは他の軌跡の位置から大幅に外れた軌跡が複数あったためでありアルゴリズム中の探索手法が適切ではなかったためだと考えられる。

### 4. 結論と今後の展望

本論文では集合知としての走行軌跡により地図を更新するカーナビゲーションを提案した。また数値地図の改変及び走行軌跡から新道路の位置などを推定するアルゴリズムの実装を行い、システムが実現可能であることを示した。今後は多数の走行軌跡を基に、新道路の位置だけでなく、道路の幅員や、道路の種別、信号の位置などを判断できるようにアルゴリズムを考案する。

#### 参考文献

- [1] Honda, Navigation & Audio, バージョンアップ インフォメーション, <http://www.honda.co.jp/navi/versionup/>
- [2] カーナビ Labo 最新カーナビを動画でガイド カーナビ比較, <http://www.carnavi-labo.net/index.html>
- [3] internavi Premium Club インターナビ交通情報—フローティングカーシステム—, [http://www.premium-club.jp/technology/tech1\\_2.html](http://www.premium-club.jp/technology/tech1_2.html)
- [4] carrozzeria, スマートループ, プローブ情報システム, <http://pioneer.jp/carrozzeria/smartloop/system/01.html>
- [5] Garmin 用の地図を作る, <http://koblab.cs.chime-u.ac.jp/kob/GPS/MAP.html>
- [6] GIS ツール.com, <http://www.gis-tool.com/index.html>