

M-054

## 走行コンテキスト抽出による自転車の快走支援地図の設計と実装

## The Design of A Comfortable Cycling Map based on Extracted Riding Context

菅生 啓示†  
Keiji Sugo中田 龍太郎‡  
Ryutaro Nakata石塚 宏紀§  
Hiroki Ishizuka戸辺 義人\*  
Yoshito Tobe

## 1. はじめに

近年、都市部において、移動の柔軟性や環境の保全の目的により、自転車を利用する人が増加してきている。しかし、都市部では、自転車が走行可能な車道の左端もしくは、路側帯に路上駐車車両や多数の歩行者など、多くの障害物が存在するため、自転車は快適に走行できない。そこで、我々は、自転車に3軸ジャイロセンサとGPS受信機を設置し、ハンドル操作やブレーキングなどの走行状態をモニタリングすることで、走行時の地理位置における快走性を評価する。さらに、我々は、評価結果を快走度として地図上に表示することで、自転車の快走支援地図を作成する。本論は、自転車の走行コンテキスト抽出アルゴリズムを解説し、プロトタイプ実装を用いたアルゴリズム検証実験の結果を示す。

## 2. 研究背景

交通事情が複雑な都市部では、移動の柔軟性により、自転車の利用者が増加する傾向がある。また、日本政府は、平成14年3月に発行された地球温暖化対策推進大綱[1]では自転車利用環境整備の推進を位置付け、自転車の利用増進を呼び掛けている。しかしながら、日本の都市部において自転車利用者は、路上駐車車両や多数の歩行者など障害物が多数存在する道の走行を余儀なくされる。そこで、我々は、自転車の走行を妨げるハンドル操作と地理位置条件などから走行コンテキストを抽出することによって自転車の快走支援地図の設計と実装を行った。

## 3. システム設計

提案システムは、自転車の走行情報取得部と走行コンテキスト抽出部、快走支援地図描画部の3部で構成され、以下で各部の詳細を述べる。

## 3.1 走行情報の取得

本システムにおける走行情報は、ハンドル操作情報と走行時の路面勾配情報と自転車の位置情報の3つである。ハンドル操作情報と走行中の路面勾配情報の取得には、ハンドル回転度数と自転車の上下角度が緩やかに測定できる3軸ジャイロセンサを利用する。3軸ジャイロセンサは、ハンドルの付け根部分に取り付け、ハンドル操作である yaw, 自転車の進行方向に対して左右の傾きである roll, 自転車の前後の傾きである pitch をそれぞれ 100ms 間隔で取得した。位置情報取得には、自転車後輪部分に取り付けた GPS セン

† 東京電機大学 工学部 情報メディア学科

‡ 東京電機大学大学院 工学研究科

§ 東京電機大学大学院 先端科学技術研究科

\* 科学技術振興機構 CREST

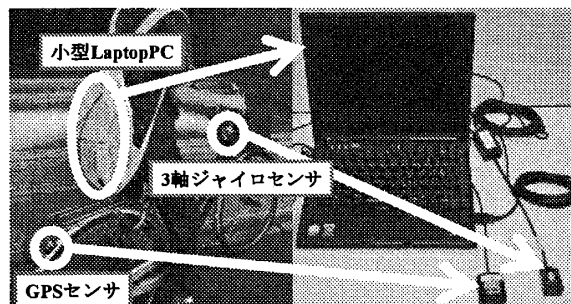


図1: データ取得部のプロトタイプ

サを利用する。図1に実際にセンサを装着したプロトタイプを示す。走行情報取得部は、クライアントとして動作し、取得したデータから走行コンテキストを抽出するサーバへとデータを転送する。

## 3.2 走行コンテキスト抽出

走行コンテキスト抽出部は、クライアントから転送されてきた走行情報から、以下の3つの走行コンテキストを抽出する。

## (1) 障害物回避による蛇行走行の抽出

我々は、ハンドル操作情報である3軸ジャイロセンサの yaw 情報から、通常走行、障害物の回避のための蛇行走行(2段階)、方向転換による右左折走行の4つのコンテキストを抽出する。まず、走行情報を周波数成分として取り出すためにFFT(高速フーリエ変換)を用いる。本論では、走行情報取得後に静的にFFTを適用する。蛇行運転を数秒間の短い間隔で行われるハンドル操作であると定義する。このハンドル操作を捉えるため、FFTは、3.2s毎にyaw情報を分割して行った。FFT解析の結果を図2に示す。図2より蛇行走行期間中は、周波数帯1Hzから5Hz間に大きな変化が見られた。そのため、我々は、計算を高速かつ効率的に行うために1Hzから5Hzの平均値を取り、閾値以上であれば蛇行走行と判断した。利用した閾値は、25回の蛇行走行実験から強蛇行走行の閾値( $TS_{high}$ )として80、弱蛇行走行の閾値( $TS_{low}$ )として45とした。また、yaw情報を3.2s毎に分割し、FFTを行うことを $f(x)$ とした。強蛇行走行、弱蛇行走行、通常走行の判定はそれぞれ式(1)、(2)、(3)を用いる。また、右左折走行は、蛇行走行情報とyaw情報を用い抽出した。蛇行走行が抽出された場合、蛇行走行状態の1番初めのyaw情報と6.4s後のyaw情報の差分が、+50度以上あった場合は右折、-50度以下あった場合は左折と判断する。

$$TS_{high} \leq \frac{\sum_{t=1}^5 f(x)_t}{5} \dots (1) \quad TS_{low} \leq \frac{\sum_{t=1}^5 f(x)_t}{5} < TS_{high} \dots (2) \quad TS_{low} > \frac{\sum_{t=1}^5 f(x)_t}{5} \dots (3)$$

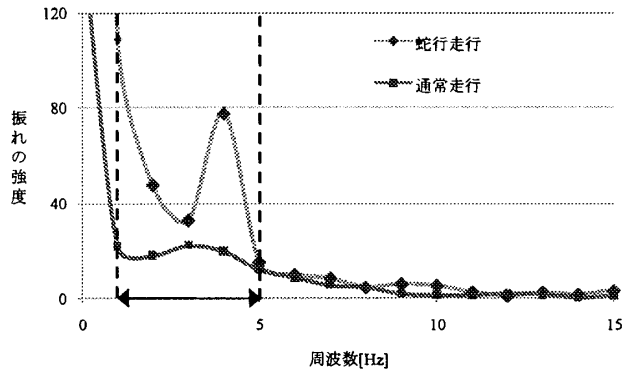


図2: FFTによる走行情報の周波数解析結果

## (2) 走行速度変化の抽出

走行速度は、GPS センサによって取得した位置情報を用いて単位時間当たりの移動距離を算出することで求める。我々は、3.2秒間の平均速度を求め、前後の速度データの差分から減速と加速の抽出を行った。走行速度変化から我々は、3 km/h 以上減速した場合を減速状態、3 km/h 以上加速した場合を加速状態とした。

## (3) 路面勾配率の抽出

路面勾配率は3軸ジャイロセンサから取得した進行方向に対して自転車の前後の傾きである、pitch 情報を用いる。我々は、平坦な路面を基準とし、道路勾配が3.5%以上の場合は上り坂、-3.5%以下の場合は下り坂と判定した。

## 3.3 快走支援地図の描画

我々は、快走支援地図を作成するために、抽出した3つの走行コンテキストをそれぞれ記号化した。我々が定義した記号が、Web上の地図に描画されユーザへ提供される。以下に走行コンテキストの記号化の定義と Mapping 手法について述べる。

### (1) 走行コンテキストの記号化

我々は、快走支援のために走行コンテキストを記号化し、地図上に Mapping した。まず、通常走行、弱蛇行走行、強蛇行走行はそれぞれ、青、黄色、赤と3色で表現した。次に、路面勾配率である、平坦な路面、上り坂、下り坂はそれぞれ、○、△、▽と記号で表現した。最後に、加速と減速はそれぞれ、記号の大、小関係で表現した。

### (2) Mapping 手法

我々は、WebAIPを用いて地図上の道路に記号化された走行コンテキストを配置した。走行コンテキストが視覚化されたことにより簡単に認識可能であり、多くのユーザが利用できる。

表1: プロトタイプに使用したデバイス

デバイス名	製品名	製造社名
3軸ジャイロセンサ	Inertia Cube 3	InterSense
GPS センサ	CFGPS	I-ODATA
小型Laptop PC	ThinkPad X61	Lanovo

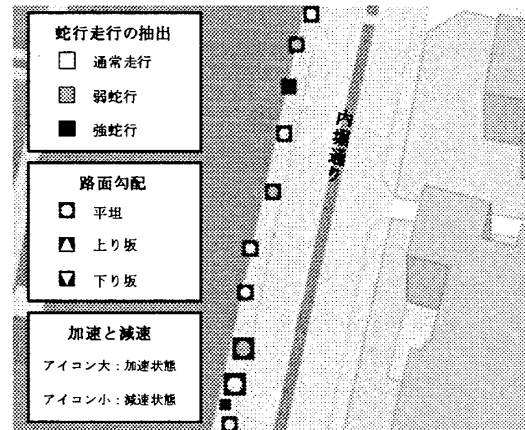


図3: 実験時の快走支援地図

## 4. プロトタイプ実装と検証実験

我々は、クライアントおよびサーバのプロトタイプを作成した。クライアントの構成機器を表1に示す。

また、走行コンテキストが提案アルゴリズムで正しく判定できるかの検証実験を行った。実験は、2008年6月4日正午から3時間にわたって千代田区内堀通りの二重橋前交差点から気象庁前交差点の500mの道路で実施した。実験では、自転車を実際に走らせ、走行情報を取得すると同時に、走行時の様子をビデオカメラで撮影した。その後、サーバにて走行コンテキストを抽出し、撮影した映像と比較して、通常走行、障害物を回避する蛇行運転、右左折、減速、加速、道路勾配といった走行コンテキストが正しく抽出されたかの検証を行った。検証実験の結果、走行コンテキストと撮影されたハンドル操作は一致した。その後、サーバにて抽出した走行コンテキストを記号化し、図3のように結果を Mapping した。

## 5. 関連研究

BikeNet[2]では自転車に、GPS センサ、速度計、傾斜計、CO<sub>2</sub> センサ等、複数のセンサを取り付け、走行データと環境データの収集・分析を行っている。BikeNetは環境が人間に与える影響を地図上に表示し、生活をより良くするため役立てられている。しかし、我々が提案するハンドル操作を利用した走行コンテキストの抽出は行っていない。

## 6. まとめ

我々は、自転車に3軸ジャイロセンサとGPSセンサを設置し、ハンドル操作やブレーキングなどの走行状態をモニタリングすることで、走行時の地理位置における快走性を評価し、結果を自転車快走支援地図として表現した。さらに、我々は、プロトタイプを作成し、検証実験を行った結果、正しく走行コンテキストが抽出可能であることがわかった。

## 参考文献

- [1] 地球温暖化対策推進本部：地球温暖化対策推進大綱。  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/2002/0319ondant aikou.html>
- [2] Eisenman, S. B., Miluzzo, E., Lane, N. D., Peterson, R. A., Ahn, G-S., Campbell, A. T.: The BikeNet mobile sensing system for cyclist experience mapping, ACM SenSys 2007, pp87-101, (2007).