

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00322

研究課題名(和文) 自転車協調型ハザード情報共有システムの研究

研究課題名(英文) Hazard information sharing system by cooperation among bicycles

研究代表者

金田 重郎 (Kaneda, Shigeo)

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号：90298703

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：観光地等のハザード箇所の情報を、自転車により自動検出し、更に、この情報を、自転車で共有するシステムに関する研究を行った。特に、ハザード検出手法の開発、及び運転者のスキルの自動判別には力を入れ、プローブ自転車、および、スマートフォン装着自転車を用いた検出手法を提案した。ただし、データ取得のために危険箇所を実走行することは危険である。そこで、研究後半では、3Dグラフィックスにより合成された仮想都市内を走行する自転車シミュレータを開発した。自転車の傾斜制御にはACサーボモータを採用した。今後は、制御モデルの改良を行い、高齢者の自転車操縦能力の判別手法の研究に発展させたい。

研究成果の概要(英文)：The target of this research is to detect and share the information on hazards among the bicycles running in the sight-seeing spots. Some new algorithms have been developed to detect the hazard points and evaluate the bicycle rider's skill automatically. A probe-bicycle and a smartphone attached bicycle were employed for these research. However, to evaluate the candidates of hazard area, the human subjects have to run on the dangerous spots. It is a very dangerous and severe problem. Therefore, in the latter half of this research, we developed a specially designed bicycle simulator that runs in a virtual city synthesized by 3D graphics. An AC servomotor was adopted for the tilt control of the bicycle. In the future, I would like to improve the simulation model and develop it into research on discrimination method of bicycle maneuverability of the elderly.

研究分野：情報工学

キーワード：自転車 ハザード 自動検出 プローブ自転車 スマートフォン 回転中心 高齢者 操縦能力

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究は、地磁気・加速度等のセンサーを複数の自転車に装着、各自転車が道路状況を検出し、自転車相互にフィードバックして情報共有する技術を確認することを目的とする。特に、研究立案時点では、以下の方法論を採用予定であった。センサーとしては、市販のスマホを利用する。実用性が高いと判断したためである。ハザード等の道路状況を、自転車相互で情報共有するため、すれ違い時に、情報交換するアドホックネットワークを利用する。これにより、サーバ設置を不要として、スマホアプリのみで実現できると考えたためである。

(2) しかし、助成期間1年目(平成27年度)における研究の進展、即ち、京都の東山地区の地図データ(国土院のマップデータを利用)を利用したマルチエージェントシミュレーションの結果から、現実性を重視した自転車走行台数等の設定条件を用いる限り、情報共有の効率は高く取ることが難しく、携帯電話経由のWebサーバとの通信による情報共有が望ましいとの結論を得た。

(3) 更に、スマホのセンサーを用いた道路状況の自動判定についても、特に加速度センサーの衝撃受信時に伴う整流ドリフト現象を解消・補正することが難しく、ロータリエンコーダ等の各種センサーを自転車に装着した、プローブ自転車の採用が望ましいことが明らかとなった。

(4) もう一点、問題となったのは、ハザード等を判別するために用いた機械学習固有の問題である。即ち、決定木等の判別関数を機械学習より生成するためには、多数の走行データを必要とする。このため、実際に被験者が、危険箇所を何度も走行して、学習用データを集める必要がある。これは、モラル的にも、許容できるものではない。

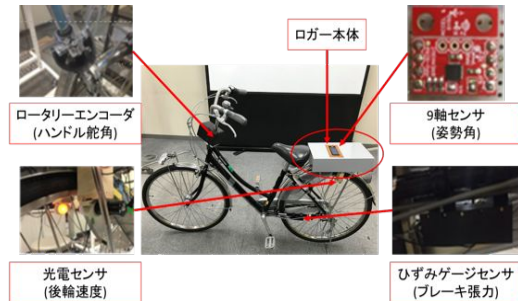
2. 研究の目的

(1) 以上の初期検討結果から、ハザード等の情報の共有は、携帯電話を経由した、Webサーバを前提とした。このため、具体的な研究テーマを以下に再設定した。

(2) データ収集には、各種のセンサーを装着した、プローブ自転車を利用する。プローブ自転車は市販されておらず、自主開発する必要がある。これにより、道路状況の自動判別や、運転者のスキルの評価を実現する。

(3) 被験者の安全性の担保については、研究室で実空間での自転車走行を模擬できる、自転車シミュレータが必要である。しかし、市販の自転車シミュレータ(ホンダ社製)は、車体に傾斜がなく、三輪車の様の乗り心地であり、ハザード自動検出に利用できるもので

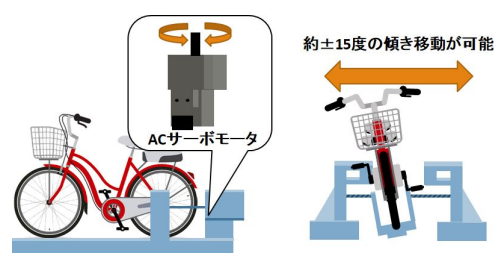
はない。このため、運転者が体重を左右にかけることで、操舵可能な、「傾きを許容する自転車シミュレータ」が必要となる。市販製品には、その様なものはなく、一種のロボット装置となるが、これを開発する他に、被験者の安全性を担保する方法はない。



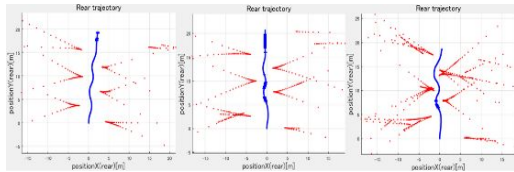
3. 研究の方法

(1) 第一の成果は、プローブ自転車である。上図には、その構成を示す。具体的には、ハンドル舵角を測定するロータリエンコーダ、車速をスポークの通過から検知する光電センサー、車体の傾きを測るための9軸センサー、そして、ブレーキ操作を検出するひずみゲージを装着した。ロガーは、市販の超小型コンピュータを用いて、自作している。

(2) プローブ自転車では、測定装置を小型に作らないと、重くなり、自転車の走行に影響する。このため、開発に際しては、電子部品を装着するプリント基板を自主開発する等の工夫を行っている。以上の構成とすることにより、10m程度の走行距離で、実走行距離とセンサーから計算された移動距離の誤差は、1割以下に抑え得るとの見通しを得た。

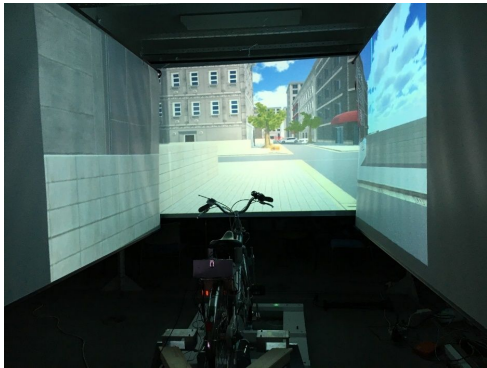


(3) 第二の成果は、自転車シミュレータである。そのイメージを上図に示す。自転車は基本的に、前述のプローブ自転車と同一である。ただし、ロガーは装着しない。上図に示した様に、自転車には外部からの制御で傾斜を与えることができる。これは、本研究の独自性となっている。システム全体は、一種のアクチュエーターであり、ロボット制御と同様に、ACサーボモータで制御する。自転車シミュレータは、助成期間3年目に第一フェーズの試作が完了し、実際に人間が乗って走行可能となっている。



4. 研究成果

(1) プローブ自転車による成果はいくつかあるが、一つは、プローブ自転車による曲率中心軌跡の利用である。上図は、スラロームコースを走行した際の、前輪の走行軌跡の回転中心のプロット結果である。図が小さくて分かり難いが、3名の被験者の結果の比較である。明らかに、右端の高齢者の実験結果は、回転中心軌跡に乱れがある。このように、走行軌跡の回転中心を用いることで、運転者のスキルを可視化できることを確認した。



(2) 自転車シミュレータについては、人間が乗って、仮想空間の街中を自由に走行できるフェーズ1のシミュレータを開発できた。上図は、仮想空間を投影している状態を示す。ただし、現状では、体を左右に傾けて体重移動させた際の、自転車走行へのフィードバックができていない。このため、走行に不自然さが残る。今後は、体の傾きを用いた走行実験を通じて、ハザード検出手法の研究、および、特に高齢者や神経疾患患者の運転能力の評価の可能性を追究したい。

(3) 以上のプローブ自転車、自転車シミュレータは、少なくとも、国内の大学等を見る限り、ほとんど類例を見ないものである。3年間の助成により、ささやかなものかも知れないが、他研究機関との差別化ができたと考える。今後は、この種類のツールを生かして、自転車走行の本質に迫って行きたい。

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)

〔雑誌論文〕(計5件)

H. Kato, Y. Sakajyo, S. Kaneda,
Visualization Method for Bicycle Rider

Behavior Analysis Using a Smartphone ,
IEEE Compsac2017, Consumer Device and
Systems (CDS) Workshop, (査読有)Vol.2,
pp. 354-359, 2017
DOI: 10.1109/COMPSAC.2017.262

R. Takahashi, K. Miki, S. Kaneda ,
Visualization Method Using Probe
Bicycle to Analyze Bicycle Rider's
Control Behavior , IEEE Compsac2017,
Consumer Device and Systems (CDS)
Workshop, (査読有), Vol.2, pp.360-365,
DOI: 10.1109/COMPSAC.2017.263

Seiya Tanaka, Nobuo Fukujyu, Shigeo
Kaneda , Configurations of Micro EV
Quick-Charging System with EDLC
Storage ,2016 IEEE 40th Annual Computer
Software and Applications Conference
(COMPSAC) (査読有) Vol.2, pp.294-299,
2016 , DOI: 10.1109/COMPSAC.2016.84

Naoya Tsujita, Masato Mitsuno, Yoshiki
Usui, Shigeo Kaneda ,Remote-Controlled
Micro EV System Using Downward-Facing
Wide-Angle Video Camera ,2016 IEEE 40th
Annual Computer Software and
Applications Conference (COMPSAC) (査
読有), Vol.2, pp.300-305, 2016,
DOI: 10.1109/COMPSAC.2016.178

Jun Iwasaki, Akira Yamamoto, Shigeo
Kaneda, Road Information-Sharing
System for Bicycle Users Using
Smartphones, Proc. of IEEE 4th Global
Conference on Consumer Electronics,
(査読有) Vol.1, pp.674-678, 2015
DOI:10.1109/GCCE.2015.7398521

〔学会発表〕(計10件)

高橋遼一, 金田重郎, 曲率中心を用いた
自転車走行状況の数値化とスラロームコ
ースへの適応, 電子情報通信学会・知能
ソフトウェア研究会, 信学技報 117(465),
pp.37-42, 2018

三木和輝, 高橋遼一, 金田重郎, プロ
ーブ自転車による自転車状況の可視化,
2017年・電子情報通信学会総合大会,
D-13-6, 2017

石田雄紀, 島田哲哉, 植田晃一郎, 金田
重郎, 車体傾きを許容した自転車シミュ
レータの提案, 情報処理学会・第79回全
国大会, 3T-05, 2017

加藤一, 坂上友都, 高橋遼一, 金田重郎,
スマートフォンを用いた若者・高齢者に
対する自転車運転時の相違分析, 情報処

理学会・第79回全国大会, 3V-05, 2017

坂上友都, 高橋遼一, 金田重郎, 曲率中心を用いた自転車走行状態の可視化手法, 情報処理学会・第79回全国大会, 3V-04, 2017

高橋遼一, 坂上友都, 加藤一, 金田重郎, スマートフォンセンサを用いた自転車挙動表示法の提案, 情報処理学会, 研究報告コンシューマ・デバイス&システム (CDS) Vol.2017-CDS-18, No.30, pp.1-7, 2017

織邊大輝, 高橋遼一, 坂上友都, 加藤一, 金田重郎, スマートフォンを用いた自転車走行状況の可視化, 電子情報通信学会, 知能ソフトウェア工学研究会, 信学技報 117(295), pp.31-36, 2017

三木和輝・高橋遼一・金田重郎, 自転車走行軌跡による走行状況の可視化, 電子情報通信学会, 知能ソフトウェア工学研究会, 信学技報 117(295), pp.25-30, 2017

加藤一, 山本光, 河内雄太, 金田重郎, スマートフォン内蔵センサを利用した自転車走行状態推定環境の提案, 電子情報通信学会, 信学技報, vol.115, No. 231, KBSE2015-29, pp.7-12, 2015

Hajime Kato, Shigeo Kaneda, Hazard Detection Method for Bicycles using Probe Bicycle, The 9th Joint Symposium between Doshisha University and Chonnam National University, 2015

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金田 重郎 (KANEDA, Shigeo)

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号: 9 0 2 9 8 7 0 3