

車体傾きを許容した自転車シミュレータの提案

石田雄紀[†] 島田哲哉[†] 植田晃一朗[†] 金田重郎[‡]

同志社大学 理工学部[†] 同志社大学大学院 理工学研究科[‡]

1. はじめに

著者らは、自転車の実道路における走行状態をセンシングし、得られた走行データから、ハザードを自動検出する手法を提案している[1][2]。しかし、実際の危険箇所を何度も自転車走行する事は、安全性に問題がある。また、同じ経路で走行データを計測する場合、同一の状況を作り出すことが困難である。これらを解決する為に、傾きを許容することにより現実の走行感覚に近づけ、室内で走行データを取得できる自転車シミュレータを開発した。

2. シミュレータの概要

提案シミュレータの概要を図1に示す。

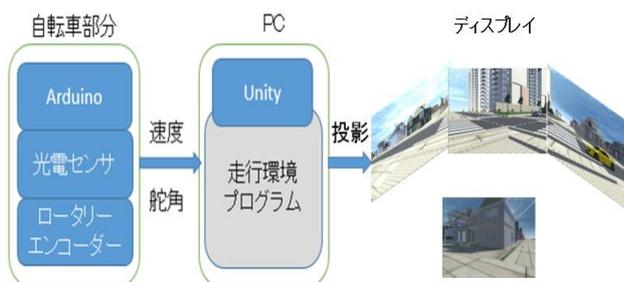


図1 自転車シミュレータのシステム構成

シミュレータは、1)室内に固定接地した自転車から、速度・ハンドル舵角をセンシング、2)その値から、自転車の前進速度・左右の方向転換状況を生じ、3)それを Unity 内の走行環境プログラムに適用、4)運転者から見た画像をディスプレイに描画している。なお、当初、自転車は固定し、ハンドルのみを操作可能としていた。しかし、曲がる際の利用感に問題があった、そこで、自然な操作感を実現する為、車体に傾きを与えることができる構成としている。

2.1 走行環境プログラムの構成

シミュレータでは、走行環境（道路、自動車、歩行者）を自由に設定できる必要がある。描画にはUnityを用いた。Unity内の走行環境プログラム構成を図2に示す。走行環境内のオブジェクトにはそれぞれ、物理判定が設定されており、自動車や人などが自動で移動する様に、それぞれにスクリプトを適用した。

移動障害物のスクリプトには、ある目標地点に向かって動き出すものと目標地点に運転者が到達した時に動き出すものを組み合わせている。これにより運転者が近づくと動き出す、一定のルートを周回するなどの動作を実現した。Unityを用いることにより、物理演算を容易に実装できる。また、光源処理の計算の手間も省略できる。Arduinoとの連携が容易であることもUnityを利用する利点の一つである。

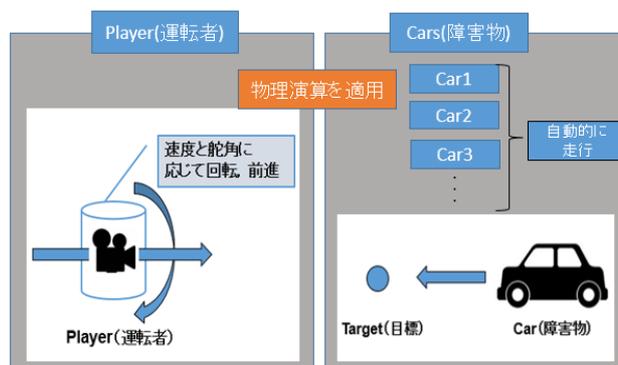


図2 走行環境プログラムの構成

2.2 シミュレータ車体部の概要

車体部では、光電センサを用いて後輪のスポークを検出し、速度を計算している。これは、タイヤが一周する間における速度変化まで計測しないと、シミュレーションが難しいからである。ハンドル舵角は、ロータリーエンコーダを用いて取得している。

車体部の後輪は、2本のローラー上に設置することで、回転可能としている。また、後輪部分の左右にバネを取り付け、後輪を支点に車体が左右に傾く機構を導入した。これにより運転者が左右に体重を掛けることにより車体を傾かせることが可能になった。図3は後輪支持部の様子である。

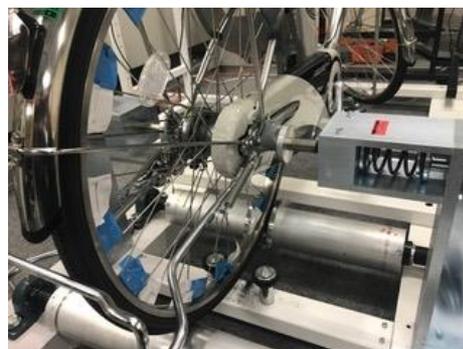


図3 シミュレータ後輪支持部

Proposal of bicycle simulator allowing body inclination
[†]Yuki Ishida, Tetsuya Shimada, Kouitirou Ueda : Faculty of Science and Engineering, Doshisha University
[‡]Shigeo Kaneda : Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

3. 評価

3.1 評価概要

シミュレータの妥当性を検証するため、先行研究の社会実験[3]から得られている走行モデルを、観測できるか否かを検証した。具体的には、静止障害物(図4)と高速移動障害物(図5)に対する回避の走行モデルを用いた。静止障害物は停車した自動車であり、高速移動障害物は、すれ違う自動車である。

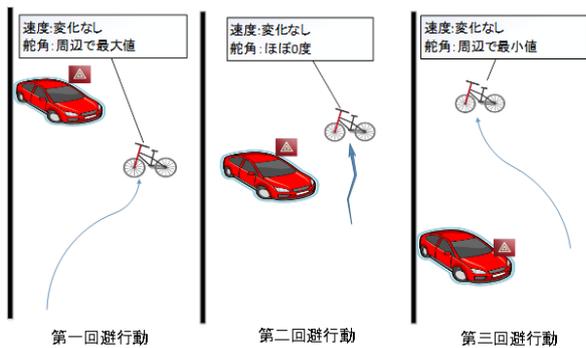


図4 静止障害物の回避モデル

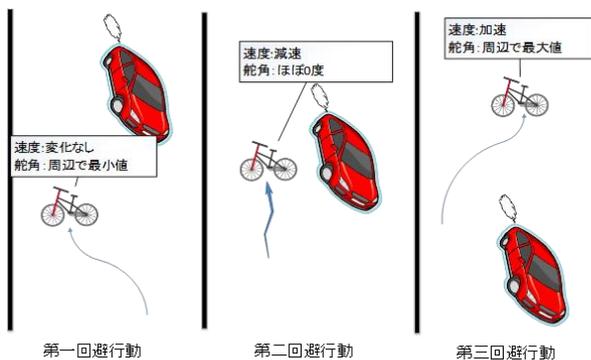


図5 高速移動障害物の回避モデル

3.2 走行モデルとの比較

本提案のシミュレータによる、静止障害物と高速移動障害物に対する回避時の速度と舵角の推移を以下の図6、図7に示す。



図6 静止障害物回避時の速度と舵角



図7 高速移動障害物回避時の速度と舵角

回避行動は第一回避行動、第二回避行動、第三回避行動の3つがある。シミュレータでもこの3つの回避行動は現れた。ただし、静止障害物ではどの回避行動においても速度はほとんど一定である。先行研究では、高速移動障害物では第二回避行動では速度が減少、第三回避行動では速度は加速することが分かっている。しかし、シミュレータでは、第三回避行動で速度が減少して(図7)おり、社会実験時の走行モデルと異なる。これは、車体部の後輪がローラーに接地しているため、摩擦が大きくなり、ブレーキをかけると速度の減少率が大きくなり過ぎることが原因と考えられる。今後の改善が必要である。

4. 終わりに

本稿では、車体傾きを許容する自転車シミュレータを提案した。現実世界での自転車実験は安全性の確保が困難である。シミュレータを作成することで安全にデータを収集できる。シミュレータ内の環境を現実世界に近づける為に人や車などの障害物に物理演算を実装し、衝突判定が行われるようにした。また、シミュレータ乗車時の視界が確保できるように4面のディスプレイを利用した。今後の課題としては、シミュレータ車体部の傾きを運転挙動に反映させる機構を実装し、現実世界の再現性の向上を図って行きたい。

参考文献

[1] 浅田翔平, 田端佑介, 河内雄太, 山本光, 金田重郎, “自転車の走行状態推定を加味したハザードマップの提案”, 第9回情報システム学会全国大会・研究発表大会, 2013年11月
 [2] Shigeo Kaneda, Shohei Asada, Akira Yamamoto, Yuta Kawachi, Yusuke Tabata, “A Hazard Detection Method for Bicycles by using Probe Bicycle”, Proc. of CDS2014 (The 2nd IEEE International Workshop on Consumer Devices and Systems), pp.547-551, 2014, July
 [3] 佐野俊太, “自転車連続走行データに対する障害物検出法の提案”, 同志社大学理工学部卒業論文, 2015