

高臨場感 VR 自転車による自転車ドライバ心理評価

2014 年 10 月 30 日

研究代表者 大分大学工学部 福祉環境工学科 准教授 菊池 武士

【まとめ】

我々はこれまで機能性流体の一種である MR 流体（磁気粘性流体）を応用して円筒型 MR 流体ブレーキを開発し、これを応用した VR 自転車システムを開発してきた。本発表では自転車と自動車との擦れ違いの際に感じる心理に注目し、VR 自転車のペダル負荷制御、音響効果の変化が VR 自転車運転者の心理的負担・危険認識への影響について実験を行った。本研究では、人が車と擦れ違う際の危険認識を仮想空間内における位置データより解析した。

1 はじめに

平成 25 年の自転車乗用中の交通事故件数は 12 万 1,040 件で、交通事故件数に占める自転車事故の割合は 2 割程度と高い水準を推移している。このうちの約 2 割を高齢者、4 割を若者や子供で占めている。また、自転車事故の 8 割以上が対自動車による事故であり、その事故原因は交通ルールの違反から起きているものが多い。事故防止として交通ルールを徹底する必要もあるが、交通環境の改善も必要となってくる。このような問題がある中で、交通環境開発の応用に役立てるために、自転車走行時の人の心理的負担や危険回避行動に着目しているさまざまな研究がある。心理的負担は心拍変動から、ドライバのストレスを評価するものが数多く行われている。危険回避行動は人や車とのすれ違いで、ドライバがとる回避行動を評価している研究がある。これまで我々は、VR 自転車システムの開発を進めてきたが、VR 自転車を用いて人の心理についての評価は十分に行われていない。また、従来の VR 自転車でのサイクリングでは、実際のものと比較しても臨場感を感じるものではないため、VR 自転車を用いて教育や交通環境開発の場に役立てるようにするには、これらをより現実のものに近づける必要がある。

そこで本研究では、VR 自転車を用いてドライバの心理的負担・危険認識についての評価を行いながら、より人がリアリティを感じられるシステムの向上を行う。本研究により、現実のような危険を伴う中での実験を行わずに済むという利点から、交通環境開発に大いに役立つことが考えられる。また、教育の面においても、さまざまなシチュエーションで事故防止の対策を行えるようになる利点が挙げられる。

2 VR 自転車

本研究で使用している VR 自転車システムを図 1 に示す。本システムは大きく 5 つの構成要素（各種センサ付自転車、MR 流体ブレーキ（MRB）、画像制御用 PC、機器制御用マイコン回路、表示装置（スクリーンもしくはヘッドマウントディスプレイ））に分けられる。自転車は市販のベルト式自転車を改造したものであり、タイミングベルトを介して MR

流体ブレーキに連結される。MR 流体ブレーキは外部信号によってブレーキトルクを高精度に制御可能であり、VR 自転車のペダル負荷を仮想環境内における自転車の挙動に合わせて調整することができる。これらのセンサ入力、負荷出力の信号処理のために dsPIC（Microchip, dsPIC33FJ128MC204）を基本とした制御回路を開発した。また、仮想都市データを CG モデルとして成形するためのソフトウェアとこれを VR 自転車用仮想都市としてインポートし、物理シミュレーションによって自転車挙動とペダル負荷を計算・出力可能なソフトウェアを開発した。これらの処理は画像処理用の PC によって実施される。計算されたグラフィックスはスクリーンもしくはヘッドマウントディスプレイに出力される。

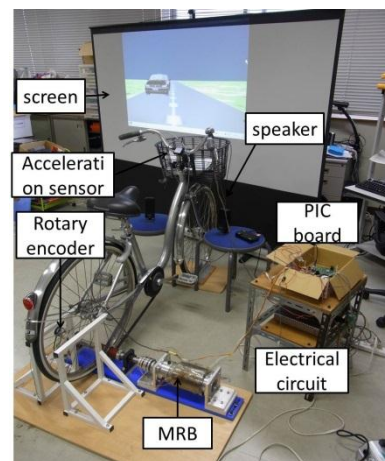


Fig.1 VR bicycle system

3 実験

3.1 目的

自転車では仮想空間を走行中に、車との擦れ違いで感じる心理について理解するために、自転車走行条件の変化とそれ際の心理的負担・危険認識の評価を行った。

3.2 方法

図 2 にテストコースを示す。被験者は自転車を漕いで、開始点からゴールラインまでの 60m を走る。自動車は被験者が白線（開始点から 10m）を越えた瞬間から時速 60km で走り始める。自動車の走行音の音量は、自転車と自動車との距離の 2 乗に反比例させた。これによりドライバは、自動車との距離感を認識しやすくなった。実験前にサドルの高さを調節し、ウェアラブル心拍センサ（UNION TOOL, myBeat）を取り付け、まず練習として通常走行を行った。そのあと以下の条件を 1 セットとし、それを 3 セット行った。

- (i) 通常走行
- (ii) スマートフォンを操作しながらの走行

- (iii) ヘッドホンでホワイトノイズを聴きながらの走行
 - (iv) (ii), (iii)を同時に行いながらの走行
- 実験の様子を図2に示す。被験者は成人男性5人(21~22歳)であった。

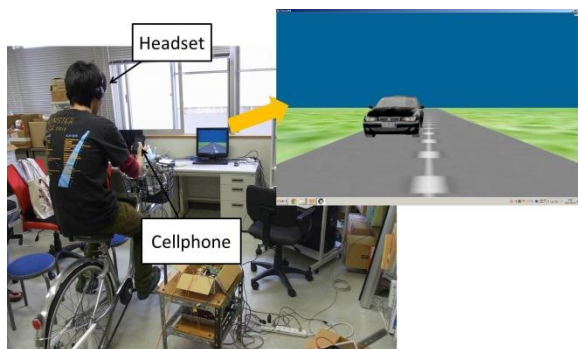


Fig.2 Experiment scenery

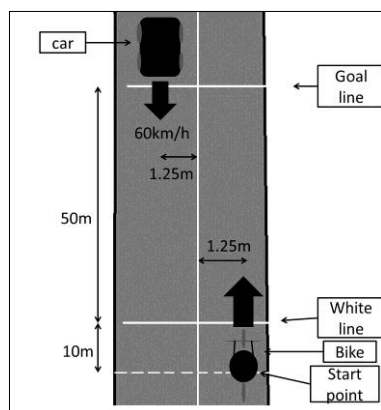


Fig.3 Test course

臨場感を測定する方法に主観評価, 心理物理評価, 脳活動計測, 生体信号計測, 行動計測の5つが考えられる. 本実験では心理的負担・危険認識の測定方法として, その中から生体信号計測, 行動計測を行った. また, 被験者は実験後アンケートを行い, それぞれの質問に対して5段階評価(1:よく当てはまる, 2:当てはまる, 3:わからない, 4:当てはまらない, 5:全く当てはまらない)をしてもらった. 以下に質問の内容を示す.

- (イ) 普段自転車に乗っているか?
- (ロ) 車道を右側走行したことあるか?
- (ハ) 音楽を聴きながら走行したことはあるか?
- (ニ) 携帯等を見ながら走行したことはあるか?

生体信号計測は心拍センサにより, RRI (R-R Interval)²⁾を計測した. 行動計測では, VR空間内の自転車の位置を記録した. 記録したデータから, ドライバが車の接近に伴いどのような行動を取ったのか確認した.

3.3 結果・考察

行動計測に関して, 一人の被験者の位置データを図4に示す. この被験者はアンケート結果より, 普段自転車にも乗る機会があり, 携帯やスマホを操作しながらの走行経験があった. それにも関わらず, 図4の(b), (d)のように走行に左右のふらつきが大きかった. また5人中3人が, 条件(ii)の場合で自動車の軌道上に飛び出していた. しかし, 条件(iv)の場合は5人中1人も自動車の軌道に侵入すること

はなかった. これは聴覚が遮られることにより音情報に依存できなくなったため, スマホを見る時間が短くなったことが原因だと考えられる. これらの結果から視覚・聴覚ともに, 危険認識に大きく影響し, スマホ操作時は聴覚に頼るために危険認識能力が低下することがわかった.

次に, 条件(i)に比べ, 条件(ii), (iv)は5人中4人が回避後のふらつきが大きいこともわかった. また, アンケートの結果より, 普段自転車に乗り慣れている, 携帯・スマホを操作しながらの走行経験があるということが, 回避後のふらつきの有無と関係しているわけではなかった.

VR自転車での被験者の行動は, 実際の自転車の行動と同様の傾向があり, その心理作用にも類似性があると考えている.

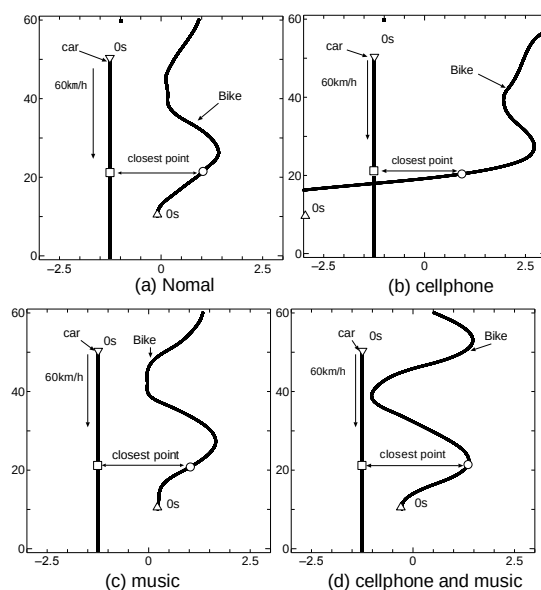


Fig.4 Relationship between bike and car

4 今後の課題

本実験では評価方法として生体信号計測, 行動計測を行ったが, 生体信号計測に関しては心拍データの変化に一定の傾向がみられなかったため, 今後は脳波での計測を検討している.

研究成果

- [1] Takehito Kikuchi, Framework and Software to Build Large Scale Digital City for Virtual Walking / Cycling System, Proceedings of 2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp.33-36 (2014.10, Tokyo)
- [2] 森啓介, 菊池武士, VR自転車を用いた心理的負担・危険認識の評価に関する基礎研究, 2014年日本機械学会九州支部大分講演会予稿集, 3F3 (2014.9, 大分市)
- [3] 菊池武士, 酒井紘平, 仮想空間ウォーキング・サイクリングシステムのためのソフトウェア構築と応用, 日本機械学会 2014年ロボティクス/メカトロニクス講演会講演論文集 (DVD), 1P1-A04 (2014.5, 富山)..