

モーションセンサを用いた自転車の違反運転検知システムの基礎検討

大井 将徳[†] 中村 嘉隆[†] 高橋 修[†]

[†]公立はこだて未来大学 システム情報科学部

1. はじめに

近年、自転車による交通事故が問題となっている。警察庁交通局が発表している平成 25 年の交通事故の発生状況によると、平成 24 年よりも減少しているものの、交通事故全体構成率は 15.3% で前年比の -0.6% に留まっている。また、自転車乗車中の法令違反別死傷者の 64.0% が法令違反運転中に交通事故に遭っている[1]。

平成 25 年 6 月には道路交通法が改正、同年 12 月に施行されたことにより、自転車は路側帯では必ず左側走行をすることが徹底され、右側走行は違反対象となった[2]。そのほかにも、都道府県によってはイヤホンやヘッドホンを装着して自転車運転することを条例によって規制している[3]。このように、自転車運転者の交通マナー改善及び自転車が関与する交通事故減少のために規則が増えているが、大きな効果はいまだ見られていない。そのため、自動的に自転車違反運転を検知し、運転者に通知することで違反運転を減少させるようなシステムが必要であると考えられる。

2. 関連研究

関連研究として、自転車にセンサを取り付けて危険な振る舞いを検出する研究[4]や、Webカメラを用いて歩行者と自転車の衝突を防止する研究[5]がある。前者は自転車にセンサ類を取り付けることによって自転車が重くなってバランスが悪くなり、運転に支障が出る可能性がある。後者は人の顔を捉えてしまうことによるプライバシーの侵害の可能性や、人と自転車を判別する精度を上げるために精度の高いWebカメラを選ぶとコストが増えてしまうデメリットがある。

3. アプローチ

関連研究で挙げた問題点は、モーションセンサを利用することによって解決できる可能性がある。近年のセンサ技術の発展に伴って、モーションセンサは安価で購入可能となっており、

腕や体などの骨格位置のトラッキングや深度情報によるフィルタを用いることでプライバシーに配慮しながら違反運転の検知が可能である。

4. 自転車の違反運転検知システム

本研究では、自転車自体にセンサ類を取り付けないことを前提として、モーションセンサを用いて自転車違反運転を検知することを目的とする。

4.1. モーションセンサによる検知と自転車運転者の検出

自転車の違反運転はモーションセンサによって運転者を検知し、その状態を検出する。モーションセンサは Kinect for Windows v2 を使用する。検出する情報はスケルトン・トラッキング(骨格検出)による運転者の骨格位置と深度情報から得られる距離情報とする。これらの情報から検知可能であると考えられる二人乗り、自転車スマホ、傘さし運転、手放し運転、路側帯での右側走行を本研究で検知する違反運転とする。

4.2. 違反運転判断方法

二人乗りはトラッキング人数及び運転者の背骨付近の距離情報と同乗者の頭付近の距離情報の近似によって違反運転と判断する。自転車スマホと手放し運転は推定される違反運転のモーション(首、腕、手首の位置や角度などから作成)の検出から違反運転と判断する。傘さし運転は推定される違反運転のモーションの検出及び傘の面の位置と背骨付近の骨格位置の距離情報の近似によって違反運転と判断する。路側帯での右側走行は骨格位置の移動が通常走行と逆向きの場合に違反運転と判断する。

5. 基本評価実験

本研究の実験を行うために屋内かつ障害物のない環境で 2 つの基本評価実験を行う。

5.1. スケルトン・トラッキングが可能な自転車の速度とトラッキング時間の調査実験

最初に、Kinect のスケルトン・トラッキングが可能な自転車運転者の速度の調査を行う。自転車の進行方向から見て正面、真横に Kinect を配置し、日本成人の平均自転車速度である 14.6km/h[6]を基準とする。

“A study about detection system of bicycle's traffic violation using motion sensor”

Masanori Ooi[†], Yoshitaka Nakamura[†], Osamu Takahashi[†]

[†]School of System Information Science, Future University Hakodate

正面からの検知の結果を表 1 にまとめる. 自転車の速度が 14.6km/h のとき検出率 90%で平均トラッキング時間が約 0.7 秒, 18.0km/h に速度を上げると平均トラッキング時間が約 0.5 秒になったが検出率は 80%であった. さらに速度を上げ 20km/h と 22km/h ではトラッキング時間の減少幅が僅かとなり、大きな変化は見られなくなったため実験を終了した. また、真横からの検知では自転車の速度を 8.0km/h まで落としても全く検知できなかったため、結果は省略する.

表 1. 正面からの検知結果

速度(km/h)	平均トラッキング時間(s)	検出率(%)
14.6	0.7323	90
18	0.5171	80
20	0.3295	70
22	0.3031	80

5.2. 自転車違反運転判断精度の検証実験

次に、違反運転を正確に判断可能か検証するために通常走行及び違反運転を行い、判断精度の評価を行う. 自転車の速度は 14.6km/h とする. 5.1 節の実験により、真横では自転車運転者を検出できないことがわかったため、Kinect は正面に配置する. 判断精度の評価は違反運転を正しく判断した場合 2 点, 正しく判断したが他の違反運転も判断した場合 1 点, 間違えて判断した場合や未検出は 0 点とする.

結果を表 2 にまとめる. 違反運転判断率は正しく違反運転と判断した割合のことである. 自転車スマホ, 手放し運転の検知については他の違反運転と判断することもあったが、全てを判断することができた. しかし、二人乗り, 傘さし運転, 路側帯での右側走行は誤判断, もしくは検出できない場合が多かった. 特に、二人乗り, 路側帯での右側走行の検知ではスケルトン・トラッキングが難しく、判断すること自体が難しかった. また、通常走行であっても違反運転と判断することが多く見られた.

表 2. 判断精度結果

	合計点数 (結果/合計)	違反運転 判断率(%)	違反運転平均 トラッキング時間(s)
自転車スマホ	21/24	100	0.32
傘さし運転	0/20	0	0
手放し運転	17/18	100	0.589
二人乗り	0/20	0	0
右側走行	2/20	10	-
通常走行	12/20	60	-

5.3. システム評価と考察

実験結果より、本システムは自転車の進行方

向から見て正面に Kinect を配置することで、平均トラッキング時間と違反運転平均トラッキング時間より 18km/h までの自転車の自転車スマホと手放し運転についての判断が可能であることがわかった. また、これらの自転車違反運転検知システムとして有効に動作させるためには、通常走行時の判断の精度向上を図る必要がある.

現状ではこれら二つ以外の違反運転の判断には問題があるため、二人乗り及び傘さし運転に関しては判断アルゴリズムの再検討が必要だと考える. また、実験結果から Kinect は正面に立っている人間の骨格検出が有用であることがわかった. そのため、路側帯での右側走行は自転車運転者の正面とその反対方向を検知することで、自転車運転者を常に正面から検知可能になるため、判断可能になると考える. 屋外での検知に関しては Kinect を屋根などで光を遮った屋内に近い環境下に設置することで検出可能になると考えられる.

6. おわりに

本研究はモーションセンサを用いて自転車の違反運転検知システムの基礎検討を行った. 実験として屋内かつ障害物のない環境下で Kinect のスケルトン・トラッキングが可能な自転車速度とトラッキング時間の調査と違反運転検出精度の評価、システム評価を行った. 実験の結果、Kinect を自転車運転者の正面に配置することで、日本成人の自転車の平均速度以上を検出できた. また、自転車スマホと手放し運転は高い違反運転判断率を得ることができたが、二人乗り, 傘さし運転, 路側帯での左側走行の判断はほとんどできなかった. 今後は他センサを組み合わせた検出精度の向上, 屋外での検知を行う予定である.

7. 参考文献

- [1] 警察庁交通局, 平成 25 年中の交通事故の発生状況, 入手先 <<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Pdfdl.do?sinfid=000023626210>>, 2014.
- [2] 総務省法令データ提供システム, 道路交通法, 入手先 <<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S35/S35HO105.html>>, 2014.
- [3] 東京都公安委員会東京都道路交通規則, 入手先 <http://www.reiki.metro.tokyo.jp/reiki_honbun/ag10121991.html>, 2009.
- [4] 松井賢太, 森博彦, “自転車の危険な振る舞いの検出,” 全国大会講演論文集, 2011(1), pp.121-123, 2011.
- [5] 永後光一, 亀田弘之, 服部峻, 久保村千明, “歩行者と自転車の衝突防止システム実現に向けた移動物体の検知プログラムの精度評価実験,” 第 3 回 大学コンソーシアム八王子学生発表会 要旨集, pp.76-77, 2011.
- [6] 岸田真, “日本の自転車交通の現状と改善への取り組み,” 第 20 回 日・韓建設技術セミナー開催報告, 入手先 <http://www.jice.or.jp/international/nikkan/pdf/nikkan2009_05.pdf>, 2009.