

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

加藤 一† 坂上 友都‡ 高橋 遼一† 金田 重郎†

同志社大学大学院理工学研究科† 同志社大学理工学部‡

1. はじめに

近年、日本は高齢化が急速に進んでいる。それに伴い、高齢者が絡む事故件数も増加している。警視庁が発表している「平成 27 年中の交通事故死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締状況について」[1]によると、2015 年の自転車乗車中の交通事故死者数は計 572 人で、その内 65 歳以上の高齢者が 372 人と約 65%を占めている。高齢者による事故を未然に防ぐため自動車においては、75 歳以上の高齢者が運転免許を更新する際に認知機能検査を課している。しかし、自転車においては運転免許そのものが存在せず、自転車の運転が危うい状態でも操縦が可能である。また、加齢に伴う操縦能力の低下を手軽に測定する方法は知られていない。

本研究の目的は、自転車の運転を薦められない人物を識別する方法の提案である。本研究では、測定手段として世間に広く普及しているスマートフォンを用いて、運転時の走行軌跡と曲率中心軌跡（ハンドル回転角度）を取得し分析する。実際に、街中での走行を想定した特製のスラロームコースを考案し実験を行った結果、高齢者のハンドル動作が若者より過度になると判明した。

2. 先行研究

先行研究として、エイジングに伴う一致タイミング・スキルの低下について述べた研究[2]がある。一致タイミング・スキルとは、外部刺激に対して身体部位の動作を空間的・時間的に合わせる能力で、自動車運転に必要とされる能力である。例えば、対向車の間を抜けて右折する際に重要となる。先行研究では、一致タイミング課題を用いて大学生と高齢者を比較している。その結果、大学生よりも高齢者の方が大きなタイミング・エラーを示すことが報告されている。

A Steering Characteristic Analysis Approach detecting Response Difference between Young and Aged Bicycle Drivers by using Smartphone

†Hajime Kato, Ryoichi Takahashi and Shigeo Kaneda, Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University

‡Yuto Sakajo, Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

3. 目的

3.1. 自転車運転での一致タイミング・スキル

先行研究から、自動車の運転に必要な一致タイミング・スキルが高齢化で低下することが判明している。自転車において一致タイミング・スキルが最も必要な時は、カーブを曲がったり歩行者の間をすり抜けたる時である。そのため、曲線走行能力を検出すれば、運転が危険かどうか識別可能だと考えられる。

そこで、本研究では運転者の曲線走行能力を調べる方法として、運転時の走行軌跡と曲率中心軌跡を測定し分析する。また、曲線走行能力を測定する環境としては、スキーのスラロームのようなコースが最適だと考えた。従って、曲線走行能力を測定するための特製のスラロームコースを考案した。

3.2. 研究目的

自転車の操縦が望ましくない人物を識別することは、どこでも誰でも出来ることが望ましい。そこで、測定手段として広く普及しているスマートフォンを用いる。そして、若者と高齢者を比較対象としてスラロームコース走行時の走行軌跡と曲率中心軌跡を取得し分析する。また、走行状態を容易に読み取りやすい形で提示する。

4. 分析手法

4.1. 分析手法概要

最初に、街中での走行を想定したスラロームコースにおいて、スマートフォンを取り付けた自転車で被験者に運転をしてもらう。次に、走行時のスマートフォンのセンサデータから走行軌跡を算出する。また、走行軌跡をもとに曲率中心軌跡を算出する。そして、走行軌跡と曲率中心軌跡を同じ平面状にプロットする[3]。

次に、平面状のプロットに対して曲率中心軌跡の V 字角度を測定する。この角度から若者と高齢者におけるハンドル動作の違いを分析する。

4.2. 実験内容

スマートフォンを取り付けた自転車で図 1 のような特製のスラロームコースを走行してもらう。実験コース 1 は自転車初心者の練習向けコ

ース、実験コース 2 と 3 は街中での走行を想定したコースとなっている。被験者は若者と高齢者それぞれ 3 人ずつで、各コース 2 回走行してもらった。

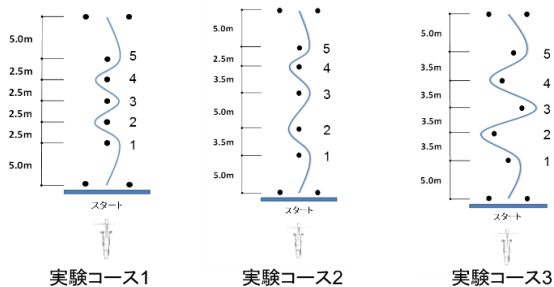


図 1 実験コース

4.3. データ取得と評価

実験に使用したスマートフォンのセンサデータから走行軌跡を、走行軌跡から曲率中心軌跡を算出し図 2 のように同じ平面状にプロットする[3]。そして、平面状のプロットに対して図 3 のように曲率中心軌跡の V 字角度を測定する。

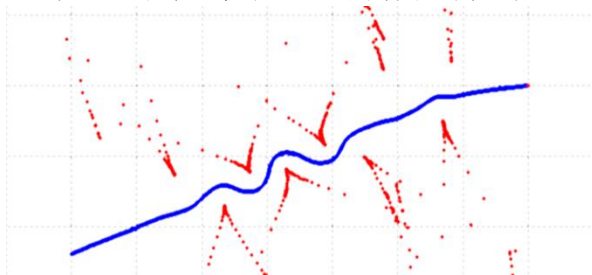


図 2 走行軌跡と曲率中心軌跡のプロット[3]

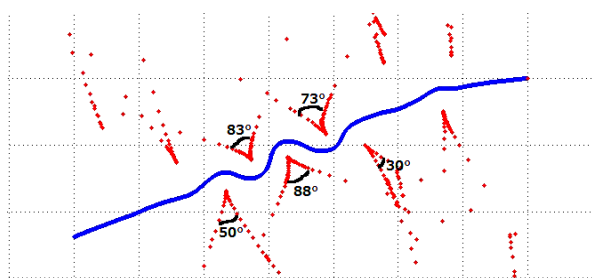


図 3 曲率中心軌跡の V 字角度計測

今回、若者 3 人と高齢者 3 人のコーンを通過した部分の V 字角度を、各コース 1 走行あたり 5 個計測した。よって本実験では、合計 180 個のハンドル回転角度を計測した。評価は、帰無仮説を「若者と高齢者のハンドル角度に差は無い」と設定し、各コースのコーン通過部分の V 字角度を標本とした片側の T 検定を行い、若者と高齢者の角度の差について分析した。

5. 実験結果

若者と高齢者の曲率中心軌跡の V 字角度をそ

れぞれ計測し分析したものが表 1 である。

表 1 若者と高齢者の V 字角度分析

コース1	V字平均	最大角度	最小角度
若者	59.7°	90°	13°
高齢者	60.8°	100°	25°
コース2	V字平均	最大角度	最小角度
若者	36.2°	63°	13°
高齢者	47.7°	101°	22°
コース3	V字平均	最大角度	最小角度
若者	73.6°	150°	15°
高齢者	90.7°	155°	38°

表 1 から、コース 2 と 3 において若者と高齢者の V 字の平均角度に大きな差があることが分かる。また、全 3 コースについて片側の T 検定を行ったところ、コース 1 の P 値が 0.4232、コース 2 の P 値が 0.0075、コース 3 の P 値が 0.0204 となり、コース 2 と 3 において片側 5% 水準で有意な差が見られた。

以上の結果より、規則的なコースにおいては若者と高齢者の間に運転の大きな違いは見られなかった。しかし、不規則なコースになると高齢者の方がハンドルの操作が過度となり、運転の際の曲率中心軌跡にも混乱が見られることが判明した。

6. まとめ

本研究では、自転車の運転を薦められない人物を識別するため、測定手段としてスマートフォンを用い、運転時の走行軌跡と曲率中心軌跡（ハンドル回転角度）を取得し分析した。スラロームコースで実験を行い得られた曲率中心軌跡の V 字角度を測定した結果、不規則なコースにおいて、高齢者の方がハンドルの操作が過度となることが確認できた。また、T 検定とプロット図によって若者に比べ高齢者は自転車走行が不安定であることも確認できた。

参考文献

- [1] 警視庁：「平成 27 年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締状況について」
- [2] 田島 誠：一致タイミング・スキルに対するエイジングの影響，川崎医療福祉学会誌，Vol.17, No.2, 2008 年，381-387
- [3] 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・CDS 研究会，CDS-20, 2017 年 1 月