

小型 GPS ロガーによる二輪車の運動センシングと走行技量の自動評価

青山 桃奈[†] 南雲 修一[‡] 品川 晃徳[‡] 安間 仁保[‡] 綱川 隆司[†] 西村 雅史[†]静岡大学[†] ヤマハ発動機株式会社[‡]

1 はじめに

二輪車の運転は、ライダー自身がバランスを取って乗る乗り物であり、ライダーには運転技術が求められる。現在、二輪車免許保有者向けの安全走行技術向上を目的としたライディングスクールにおいては、走行軌跡の前後・横加速度を色分けしプロットしたもの(図1)とライダーの乗車姿勢を撮影した画像を参考にして運転特性を理解し、受講者とインストラクタのデータを目視で比較することでフィードバックコメントを作成している。ここでは、赤と青の切り替えのタイミングや色の濃さ、インストラクタとの走行軌跡のズレ具合などについてのコメントがされている。ただし、人がこれらのデータを見て判断し、フィードバックコメントを作成するにはデータ分析力に加え、時間と労力を必要とするため、自動化が望まれている。

受講者に走行技量を簡潔にフィードバックすることを目的とし、二輪車に容易に搭載可能な小型 GPS から得られるデータのみを用いて走行技量を自動評価する方法を検討する。ここでは先行研究 [1]と同様に、GPS ロガーから得られる位置情報と速度から前後加速度と横加速度(中心方向の加速度)を推定する。

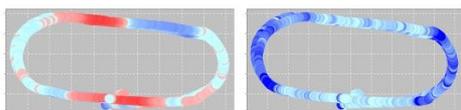


図1 前後加速度/横加速度走行軌跡グラデーション
(赤:減速 青:加速 濃淡:加速度の強さ)

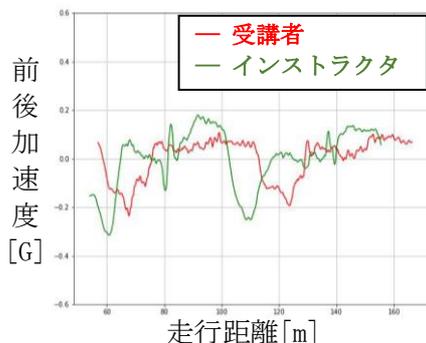


図2 横軸を走行距離とした場合

Motion Sensing of Motorcycles by Compact GPS Logger and Automatic Evaluation of Driving Skills

Mona Aoyama[†], Shuichi Nagumo[‡], Akinori Shinagawa[‡], Hitoyasu Anma[‡], Takashi Tsunakawa[†], Masafumi Nishimura[†]
[†]Shizuoka University
[‡]Yamaha Motor Co., Ltd.

2 提案手法

2.1 軸の正規化

受講者の走行技量を評価するため、インストラクタの走行データを理想的なものとみなして、受講者との差分を測ることで走行技量を可視化する。図2に横軸を走行距離、縦軸を前後加速度とした場合、受講者とインストラクタの走行データを示す。受講者の方がオーバルコースを大回りしたため、インストラクタと受講者ではコーナリング位置での走行距離が一致していないことが分かる。この問題を解決するため、二輪車の走行軌跡上の位置を軌跡全体の重心位置からの水平角として推定し(図3)、この角度を新たな軸として、インストラクタと受講者の前後・横加速度を比較する。重心と各走行軌跡上の位置に対しアークタンジェントを用いて角度を推定した。なお、走行軌跡のオーバルが緯度・経度に対して傾いていた場合は、コースの直線が横方向に水平になるよう回転させた。

図4は提案手法を用いて軸を水平角に変更したものである。図2と比較するとグラフの端も合い、適切なタイミングでの比較が可能になったことが分かる。水平角を新たな基準にすることで速度や走行軌跡の大きく異なるライダー間でも、コーナリング開始位置のずれなどをより適切に比較できる。

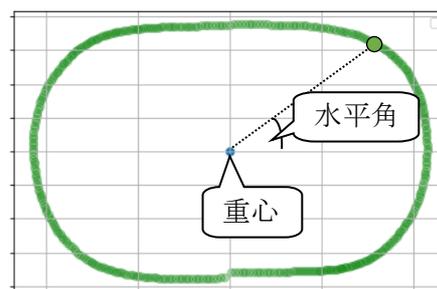


図3 水平角の求め方

2.2 差分の数値化

図4における受講者とインストラクタの走行データの差異は、前後加速度の絶対誤差の累計、すなわち2本の線で囲まれた青で示した面積で表される。また、走行軌跡を示した図5においても差異は同様に青で示した面積で表されると仮定できる。本研究ではこれらを走行技量の差として評価する。これによって、コーナリング時の加減速のタイミングや強度に加え、適切なコース

取りなどについて数値化が可能になる。前後加速度からは走行時の加減速の度合いを、また、横加速度からはコーナリング時の車両傾斜の度合いを見ることが出来る。さらに、走行軌跡からはコースに沿った走行ができていっているかどうかを判断することができる。

また、使用するデータは、工学的に設定されたコース[1]で2周走行したものである。コースを走行するにあたり、始めと終りは発進と止まる準備に入り正確なデータが得られないことがあるため、分析においては1周目後半から2周目前半の1周分のデータを切り取り使用した。インストラクタと受講者は同じ日、同じコースを走行したデータを使用することで、比較の際に天候による影響やコース状況の違いの影響を受けないようにしている。

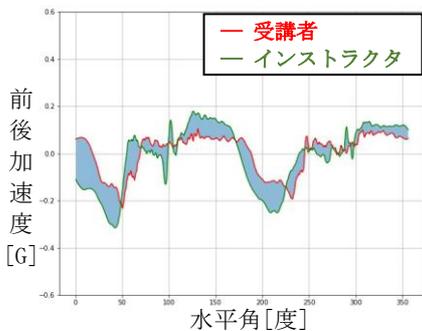


図4 前後加速度の差の面積(青い部分)

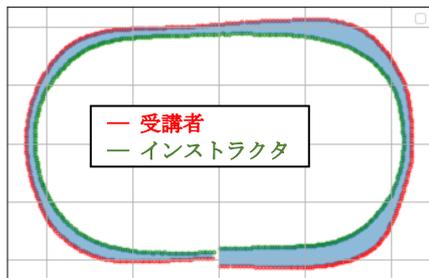


図5 走行軌跡の差の面積(青い部分)

3 収集データと分析結果

15人の受講者が、受講前に指定されたオーバルコースを2周走行した。その後、1日の講習受講後にもう一度同じコースを走行して収集したデータを用いる。なお、対比するインストラクタについては1回分の走行データを用いた。

図6にインストラクタと受講者のデータ間の差の面積を分布図で示す。横軸に前後加速度の差、縦軸に走行軌跡の差を取り、1回目の計測データを青、2回目のデータをオレンジで表した。全体的に2回目の方がよりインストラクタに近づいたことが分かる。この数値化により受講者ごとの走行の違いを数値から見て取ることがで

き、技量の定量化が見込まれた。

また、前後加速度と走行軌跡の差分の数値と実際のフィードバックコメントを要約したものを表1に示した。横加速度のコメントは今回使用したデータでは触れられていなかったため除いた。受講者Bは前後加速度について「メリハリがあるが、インストラクタと比較しやや強い」とコメントされている。このデータは図6のB示した点であり、今回使用したデータの2回目の計測の中で最も前後加速度の差分が大きくなったデータでもある。また、受講者Cは前後加速度について「2回目の加減速のメリハリが良い」とコメントされているのに対し、図6においてCで示した点は走行1回目と比べ、走行2回目がよりインストラクタに近づいたということが数値からも分かった。

表1 コメントとデータ間の差の数値

	前後加速度		フィードバックコメント	走行軌跡		フィードバックコメント
	1st	2nd		1st	2nd	
受講者A	33.96	21.74	2回目では加減速が行われている コーナー前に減速完了 メリハリを心掛けてください	263.38	221.85	2周走行したライン整っている
受講者B	28.56	38.91	メリハリ○ インストラクタと比較しやや強い	535.11	237.58	
受講者C	30.43	16.74	2回目では加減速メリハリ○	272.22	123.50	走行ライン安定

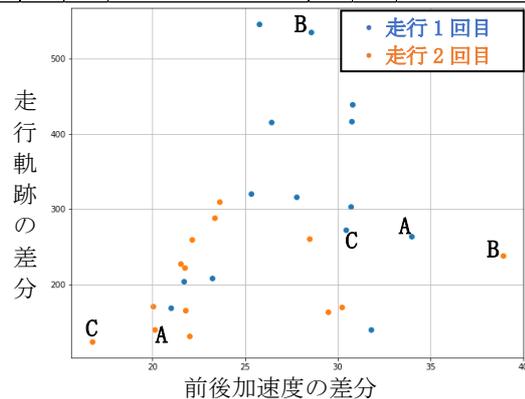


図6 データ間の差分の分布図

4 おわりに

前後・横加速度、走行軌跡について、水平角を軸とする軸の正規化等を行い、インストラクタと受講者の技量差をデータ間の差の面積として数値化した。その結果、各受講者の傾向が分布図等から見て取ることができ、自動評価の指標となりうることを確認した。

細かいタイミングの遅れなどの分析など、より詳細な分析を今後進め、最終的にはフィードバックコメントの自動生成に繋げていきたい。

参考文献

[1] 品川晃徳, 小林寛, 小島儀隆, “二輪車・車両運動の簡易的な計測・解析技術の活用と開発”, ヤマハ発動機技報, No56(2021), pp. 131-136.