401 運転習熟度を考慮したドライバーモデルによる車両運動解析

A study on motion analysis using a model vehicle drivers considered driving skills

○学 加藤史恭 (金沢工大) 正 瀬戸雅宏 (金沢工大)
正 山部 昌 (金沢工大)

Fumiyasu KATO, Kanazawa Institute of Technology, Yatsukaho3-1, Hakusan, Ishikawa
Masahiro SETO, Kanazawa Institute of Technology, Yatsukaho3-1, Hakusan, Ishikawa
Masashi YAMABE, Kanazawa Institute of Technology, Yatsukaho3-1, Hakusan, Ishikawa

1. 緒言

本研究では、運転習熟度を考慮したドライバーモデルを考案し、車両運動解析に用いることで、運転習熟度の違いによる車両運動をシミュレーションする。そして、運転習熟度の影響が車両走行に与える影響を検証し、習熟度の違いによるドライバーの運動動向を予測することを目的としている。

自動車の運転は認知・判断・操作という3つの作業をドライバーが繰り返すことで成り立っており、これらのどれか一つでもミスが起こると事故に起因してしまう。このことから現在、事故低減効果を高めるうえで、ドライバーの運動動向の研究は重要視されている¹⁾。ここで、当研究室で用いている車両運動解析シミュレーションは、ドライバーの習熟度は考慮されていない。しかし、実際に自動車の運転には人それぞれ個人差があり、運転習熟度の違いにより車両運動にどの程度の影響があるのかは把握できていない。そこで、実験によりさまざまなドライバーの運転操作から、運転習熟度に関係のあると考えられるハンドル操作の操舵遅れおよび先読み時間を検証し、これらの結果を車両運動解析ソフト CarSim のドライバーモデルに反映させることで、運転習熟度の違いによるシミュレーションを行うことを考えた。このシミュレーションにより習熟度の違いによるドライバーの認知・判断における運動動向を予測できると考えられる。

本報では、ドライバーモデルを構築する上での実験と結果及び考察、そしてドライバーモデルの構築について報告する。

2. 実験

各被験者の運転習熟度の違いによる運転傾向を確かめるため、実車を使用して実験を行った。解析シミュレーションには車両運動解析ソフト CarSim8.0 を使用した。

2・1 実験方法 実験は八束穂キャンパス内の学生駐車場で行った。車両は一般的に普及している車両を想定し、FF 駆動の小型乗用車を使用した。試験は各項目3回ずつ行い、被験

者は運転初心者から運転に慣れた熟練者まで計6人の20代男性を被験者とした。

試験項目は、運動特性を確認するための加速円旋回試験と被験者の運転傾向を把握するためのスラローム試験を行った。スラローム試験に関しては、視界の変化による運転傾向も調査するため、視界上部を隠した状態で試験も行った。図1にスラローム試験方法、図2に定常円旋回試験方法、表1に定常円旋回試験とスラローム試験の条件をそれぞれ示す。

Fig 1 Slalom examination

Fig 2 Circle acceleration examination

Table 1 Examination Condition

circle acceleration examination	initial turning radius [m]	15
	speed [km/h]	8~48 (Slow acceleration)
slalom examination	pylon interval [m]	10
	speed [km/h]	15, 20

2-2 実験結果と考察

加速円旋回試験の結果と解析結果を比較したものを図3に示す。グラフは車両の運動特性を表す値であるスタビリティファクターを比較したものである。

Fig. 3 Circle acceleration examination result

図3より、低速においては実際の数値に大きくバラツキがあるが、これは低速走行ではどうしてもノイズが入ってしまうためである。後半の値はおおよそ実験結果と解析結果お近似しており、解析の信頼性を確認できる。

次に一例としてスラローム試験の20km/hにおける運転熟練者と運転初心者のハンドル操作を比較したものを図4に示す。

Fig. 4 Slalom examination result

図4から、ハンドル操作において、運転熟練者と運転初心者では操作に大きな違いがあることが分かる。熟練者は旋回時の最大ハンドル操舵角各パイロンにおいてはほぼ一定であるのに対し、初心者の操舵角ははじめの方は小さく後半になるに連れて大きくなっていることが分かる。これは、熟練者は次のパイロンの操舵を考えて操舵しているのに対し、初心者は各パイロンに対しての操舵を考えているためと考えられる。この違いは視線が関係していると考え、車両のフロントウインドウ上部を隠し同じ実験を行った。結果を図5に示す。

Fig. 5 Slalom examination (View change)

図5より、熟練者と初心者共にハンドル操舵は同じ傾向を示していることが分かる。これは視界上部を隠したことで先の状態を把握できなくなるために、先読み時間が短くなり、操作の遅れが生じたものと考えられる。

3. ドライバーモデルの構築

実験より得られた結果を元にドライバーモデルを構築する。

習熟度に合わせたハンドル操舵の操作遅れ及び操作の先読み時間をモデルに反映させていく。

車両運動解析ソフト CarSim のドライバーモデルは (1) 式より定義されている。

$$u_1 = \frac{\sum_{i=1}^m \{y_{target_i} - F_i x_0 - g_{2i} u_2\} g_{1i}}{\sum_{i=1}^m g_{1i}^2} \quad (1)$$

ここで u_1 は目標操舵、 u_2 はコンプライアンス起因による後輪操舵、 g は制御応答配列、 y は目標出力関数、 F は自由応答配列、 x_0 は初期条件の配列をそれぞれ示す。また、各項目の添え字 i は時間依存項を示しており、(2) 式より定義される。

$$t = iT/m \quad (2)$$

ここで、 m はプレビュー時間内の時間区間を表現する整数で、CarSim では 10 と定義されている。また、 t は時間、 T はプレビュー時間をそれぞれ示す。ハンドル操舵の遅れは時間 t に直接関与するため操作遅れ時間を Δt とすると $t + \Delta t$ と置き換えられる。また、先読み時間はプレビュー時間のことであり T となる。この操舵の遅れや先読み時間は習熟度によってどの程度の値となるか分からないため、実験より得られた結果から算出することで定義する。

4. 結言

本報では、実車による実験を行い、ドライバーの習熟度における運転の違いを見出し、ドライバーモデルの構築を行い、以下の結論を得た。

- ・ 加速円旋回試験により、解析の信頼性を確認した。
- ・ 初心者は、視界が手前寄りで先読み時間が短い傾向にある。
- ・ 操作遅れおよび先読み時間から運転習熟度を考慮したドライバーモデルの構築過程を示した。

今後は、シミュレーションにより車両運動への影響を予測し、習熟度の違いによるドライバーの運動動向を予測する。

文献

- (1) Yoshimi Furukawa., Review of Status and Future Prospect of Active Safety Technology, Society of Automotive Engineers of Japan, Vol. 63, No.1 (2009), p.58