5ZC-01

初心者運転手向けの振動フィードバックによるMT車用クラッチシステム

井口大輔† 田村 仁† 檜山 正樹‡ 入江 俊‡ 仲田 仁‡

日本工業大学創造システム工学科† 工学研究科機械システム専攻‡

1. はじめに

自動変速機(以下 AT)搭載車が主流の現在でも,手動変速機(以下 MT)搭載車は操縦の楽しさを理由に根強い人気がある.しかし自家用車が AT で MT のレンタカーを運転する場合や,AT 限定免許から限定解除する場合は教習所で 10 時間程度の技能講習で終了してしまうため,操縦に不安のあるまま公道で運転することになることが多くある.また MT 車の方が比較的事故率が低い記録[1][2]もありペダル踏み間違いによる事故防止にも有効であるが,現状安全に MT 車を練習する場所は教習所しかないため家庭で気軽に練習できるシミュレータが求められる.

2. 関連項目

類似シミュレータとして,ハシラス制作のハシラス VR ドライブシステムと,レースシム専門店 D.D.R の rFactor 及び FREX 製 SimConMotion 筐体を用いたシミュレータがある.

前者は前後移動を伴う筐体であるため加減速の体感に優れ,公道運転に特化しているが MT 車には対応していない.後者はクラッチやエンストの再現がされているが,エンジン出力が高い設定のためエンストも起こしにくく,サーキット走行を重視したシミュレータのため一般車の運転に必要な操作の練習には向かない.また両者とも筐体自体が 2 畳程の大きさと量産品でないため非常に高価な価格であり一般家庭への導入が難しく,家庭で練習する面では適さないと考えられる.

3. 目的

MT 車で一般道の発進・停止を練習するシミュレータにおいて振動フィードバックの有無で車両の操作に差が出るかを検証する.本研究では実車の挙動に限りなく近づけるのではなく,コストの低い簡単な装置でも効果が得られるかを重視し,最重要な項目としてブレーキ操作時のエンスト回避の再現を目指す.

4. 装置の構成

Clutch system for MT car by vibration feedback for beginner driver

†Daisuke Iguchi, †Hitoshi Tamura
‡Masaki Hiyama, ‡Suguru Irie, ‡Hitoshi Nakata
†Nippon Institute of Technology Innovative Systems Engineering
‡Nippon Institute of Technology Mechanical Systems Engineering Major

4.1 ハードウェアの選定と設置箇所の検証

家庭での導入を前提にしているため使用機材は市販品に限定し,実際にセットアップした写真を図 1 に示す.振動フィードバック装置は XBOX360 ゲームパッドを内部のバイブレータによる振動機能をフィードバック発生装置として用いる.これを用いて最も座席の振動のように感じる箇所を 6 名で検証したところ,腰骨・臀部が同率で一番強く,次点で背中が効果的であると判明したため,設置場所は固定式の椅子の座面奥に置き,使用者はゲームパッドに軽く触れるように座ることとする.

入力装置は MT 車の操作に必要なクラッチペダルと H 型シフターを備えた安価なステアリングコントローラが望ましいため,国内版 Logicool G29 の同等品である Logitech G920 と同シフターを使用する.G920 はハンドルを切った際に生じる反発力を再現する Force Feedback(以下 FFB)が搭載されており,命令がない状態でも通電時は一定の力でセンター位置に保持しようとする.今回はこの機能をシステム側から変更を与えずに実験を行う.

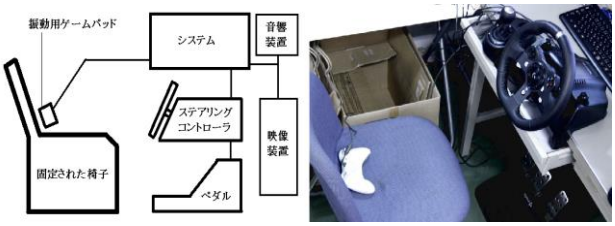

図 1 セットした実験装置類

4.2 システムの構築

本研究の制作環境は Unity(5.6.0)を利用した.これは Unity 上で仮想車両を製作するために,タイヤとなる WheelCollider や Asset が用意されており,ゲームパッド等への互換性があるため,今回の製作に適していると判断し選定した.

想定の自動車は一般的な乗用車であるため,詳細な数値はトヨタカローラアクシオの主要諸元表[3]を参考に製作を行った.

以下に今回実装した内容と実機画面(図 2)を記す.

(1).ブレーキ・ステアリングの他,エンジン回転数を上げるためのアクセル等の自動車の基本となる操作,エンジン音・舗装路や車体の実装.

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

(2).クラッチを踏みながらボタン操作で振動・音を伴いながらエンジンを始動させる.
(3).ギアがニュートラルであるかクラッチが踏まれていれば,アイドリング振動を伴いながらエンジン回転数を 800rpm 程度に保つ.
(4).ギアがニュートラル以外であるなら,エンジン回転数とクラッチペダルの踏み込み量に応じてタイヤを回転させようとする.
(5).クラッチペダルの踏み込み量に応じてエンジンとタイヤの回転数の値を擦り合わせ,両者の回転数に大きな差があれば振動する.
(6).エンジンがアイドル回転数以下になると大きく振動し,さらに低下するとエンストを起こす.
(7).加減速に応じて仮想車両が前後に傾く.

図 2 制作したシステムの実機画面

5. 実験方法

MT 車の運転経験のある複数の人を対象に,本装置にて Unity 上の仮想車両を運転させる.実験中に振動フィードバックの作動の可否を切り替え,使用者に操作した感触を聞く形で結果にまとめることとする.実験手順を以下に記す.
(1) 対象者はゲームパッドに軽く触れるように座り,クラッチスタートシステムの要領でエンジンを始動する.フィードバックの有無によって体感に違いがあるかを確認する.
(2) 1 速から発進し,任意の速度まで加速した後ブレーキペダルで急ブレーキをかけ,回転数が落ちた際の振動を感じてクラッチを踏みエンストを回避できるかを検証する.これを振動の有無を切り替え 1 人につきそれぞれ 10 回試行する.

6. 実験結果

10 人の対象者に実験を行ってもらったところ,全員が振動フィードバックのある方が現実味のある体感ができると回答した.エンジンブレーキを伴う停車時におけるクラッチペダルを踏むタイミングは総試行回数 100 回のうち振動なしの状態では 47%がエンストを起こし,振動ありの状態では 91%がエンストを起こすことなく停止させることができた.両者のエンスト回避率には 38%の差があり, エンストを起こさなかった試行は振動なしが実験開始の後半に,振動ありは試行一回目から問題なく停止することができていたため,慣れによってエンストを回避したのではないと考えられる.

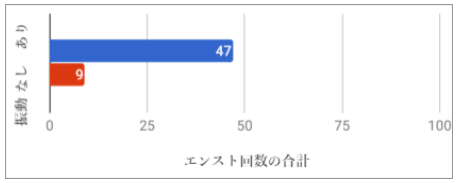

図 3 ブレーキを用いた停止時のエンスト率

7. 筐体の設置コスト

ハードウェアの導入費用は,SimconMotion 筐体が約 20 万円,ハシラス VR ドライブシステムは受注生産品で 1200 万円が目安であるのに対し,使用した機材は合計 4 万円程度であるため非常に安価である.シフターレス 2 ペダルの旧型に変更することで 1 万円程度に抑えることができ,コントローラの性質上,非使用時は収納も可能であるため家庭への導入は非常に容易である.

	費用	占有範囲
SimconMotion	20万円	2畳
ハシラスVRドライブシステム	1200万円	2畳
本機材	4万円	1畳(収納可)

図 4 筐体のコスト表

8. まとめ

大掛かりな装置を使用しなくとも,ゲームパッド程度の振動装置単体で現実味のある振動を再現することが可能であり,この振動によってエンジンブレーキを用いた停車時のエンスト回避に効果があることを確認できた.既存のシミュレータで使われている視覚・聴覚だけでなく,触覚を加えることで没入感が大きく増すと感じられた.XBOX360 ゲームパッドを振動装置に使用したが,入力した数値に比例した体感振動量にならなかった.動作が不安定になることもあったため,安定した振動を得るには複数種の振動装置から選定が必要であると考えられる.

今回はシミュレータとして実験を行ったが,2040 年以降各国ではガソリン車の販売を禁じる見通しで MT 車が生産されなくなる可能性があるが,EV 車であってもシートへ本実験の振動装置を応用することでガソリン車の操作感再現に繋がると考えられる.今後はシステムの再現度の向上,VR デバイスを用いた場合の没入感の検証,実車への応用実験の検討等を行う予定である.

参考文献

[1]篠原 一光,アクセルとブレーキの踏み間違いに関係する高齢者の認知・行動特性の分析, 国際交通安全学会平成 27 年度研究調査報告書,H2757,pp1-2,(2015)
[2]鷲野 翔一,事故原因に関する交通心理学的考察と追突防止システムの試作,情報処理学会研究報告高度交通システム(ITS),60 号,p1-8,(2014)
[3]トヨタ自動車,トヨタカローラアクシオ主要諸元表,“https://toyota.jp/pages/contents/corollaaxio/002_p_004/pdf/spec/corollaaxio_spec_201503.pdf”,(cited 2018-01-11)

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.