

速度予測モデルを組み込んだ知的制御の提案

Intelligent Control System to Fuel Consumption Examination of Car

櫻井 敬紹 安信 誠二

Takatsugu Sakurai Seiji Yasunobu

筑波大学 システム情報工学研究科

Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

1 はじめに

現在日本で行われているのは10・15モード燃費とJC08モード燃費の2種類の燃料消費試験 [1] であり、その全てが試験の熟練者によって行われている。そして、開発段階ではロムやギアの設定を変更する度に試験を行うので、熟練者が何度も集中して走行することになりかかる負担が大きい。そこで試験の無人化が試みられている [2]。

我々も今まで熟練者の運転知識を考慮した、燃料消費試験における省エネ運転の研究を行ってきた [3][4]。これまでは、熟練者が試験走行時に用いている3つの知識、与えられた速度で走行、ゆるやかに加速、惰性走行を組み込み、燃費への影響を確認してきた。

しかし熟練者は上記の3つの知識だけでなく、走行パターンの現時点から数秒先の近未来の基準車速と許容誤差範囲があたえられた状況で、先の速度変化を予測しながら走行している。

本論文では人間の考えを柔軟に取り込むことができ、かつ人間による予測動作を取り入れることが可能な予見ファジィ制御 [5] を用いることを考えた。そして、燃料消費試験への適用を考えた熟練者の速度予測動作のモデルを組み込んだ知的制御システムを提案する。

2 10・15モード燃料消費試験

燃料消費試験はシャシーダイナモのローラーの上でタイヤを回転させ、実際の走行を模擬して行われる [1]。試験には細かい規定が定められているが、大まかには、暖機運転を行った後に市街地を想定した10モードと、郊外を想定した15モードの走行をそれぞれ3サイクルと1サイクル、計4サイクルを連続で行って燃費を計測するのが10・15モード燃料消費試験である。この燃費計測では、速度は上下2km/h、時間は上下1秒以内の許容範囲が設定されている。試験自体は屋内

で行われるが、空気抵抗等はシャシーダイナモのローラーの抵抗として考慮されている。

3 予見ファジィ制御

予見ファジィ制御は制御対象をモデルとして組み込み、将来状態を予見することにより対象に応じた制御系を設計し、最適な制御指令を決定する制御方式である。具体的には「もし (*If*) この時点で制御指令 u を C_i とした場合、評価指標 x は A_i であり、評価指標 y は B_i であるならば、(*Then*) 制御指令 u として C_i を採用する」というように、その時点で制御指令の候補値に対するシステム状態を予見し、システム状態について制御目的をもとに評価し、最適な制御指令を決定していく。

4 速度予測モデルを組み込んだ知的制御

4.1 速度予測

走行試験熟練者が走行試験を行う時は数秒先の基準車速と許容誤差範囲がわかって走行している状態であり、さらにこれからどの程度のアクセル開度を与えたらどの程度の速度になるであろうということが経験から予測できる。これを速度予測とする。

4.2 速度予測モデル

MATLAB/simulink(TheMathWorks Inc.) にて提供されている自動車シミュレータ `sf_car` をギア比などのパラメータは変えずに用いて、10%ごとのアクセル開度 (%) と現在の速度上昇 (km/h) から1秒後の速度が求まるように設定し、以下の図1のような1秒後の速度予測モデルを作成した。

4.3 予見制御部

予見ファジィ制御方式を取り入れて走行知識と速度予測知識を基に予見制御部を作成した。まず、許容範囲上下2km/hを守って走行させるために、以下の図2

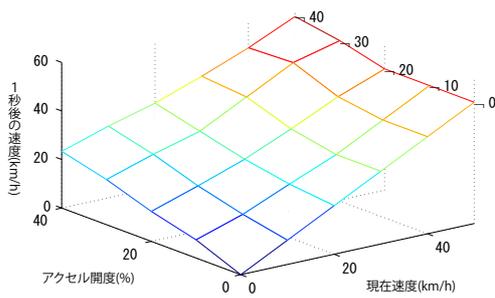


図 1: 速度予測モデル

のように速度偏差 $Verr$ (km/h) の $[as, az, bs, bz, cs, cz] = [-0 \ 0 \ 2.5 \ 2.5 \ -1.5 \ 1.5]$ を good、 $[as, az, bs, bz, cs, cz] = [-0 \ 0 \ 2.5 \ 2.5 \ -0 \ 0]$ を accurate、 $[as, az, bs, bz, cs, cz] = [-100 \ -10 \ -1 \ 5 \ -100 \ -10]$ を low とし、それぞれのファジィ集合を定義する。

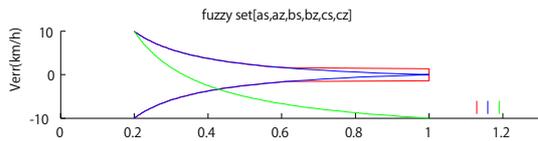


図 2: ファジィ集合

そして、前回の制御指令のアクセル開度に対し 2.5、5、-2.5、-5 を加えた値を候補値として、100msec 毎に速度予測モデルを用いて 1 秒後の速度の予測値を算出する。さらに、現在の目標速度 (km/h) と 1 秒後の速度の偏差を取り、候補値それぞれに対して設定したファジィ集合に候補値と共に入力して度合いを計算し、評価値の最も高い制御指令を選択してアクセル開度を出力することで、熟練者の近未来を予測しながら走行するという操作を取り入れている。以下の図 3 に予見制御部の推論過程を示す。

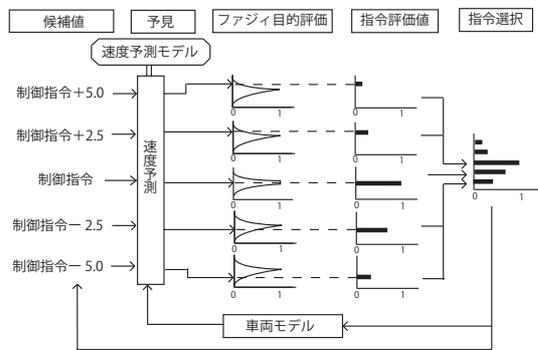


図 3: 予見制御部

5 シミュレーション

速度予測モデルを組み込んだ知的制御を適用し、10・15 モード燃料消費試験のうち市街地を想定した 10 モードを 1 サイクル取り出してシミュレーション実験を行った。結果を図 4 に示す。

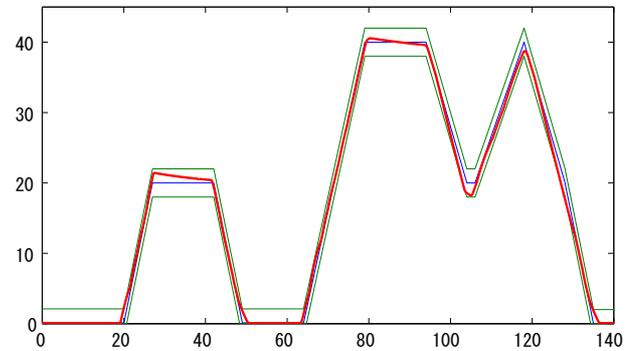


図 4: シミュレーション結果

6 おわりに

本論文は速度予測モデルを組み込んだ知的制御の提案を行った。今後は速度予測と候補値選択の精度を高め、ブレーキに対しても同様の速度予測モデルを作成する。そして燃費の良さを考慮したシミュレーション実験として、人による走行と知識を考慮しない PID 制御による走行の両者と、本システムを比較して燃料消費試験のシミュレーション実験を行い、本システムが有効であるか確認を行っていく。

参考文献

- [1] 国土交通省自動車交通局技術安全部、独立行政法人・交通安全環境研究所監修、「新型自動車審査関係基準集」, 交文社
- [2] 菅家正康「非ガスモード走行試験における運転ロボットの車速追従制御」, 24th Fuzzy system symposium pp411-412 (2008)
- [3] 櫻井敬紹, 安信誠二, 「車両特性に基づく知的制御を用いた省エネ運転の提案」, 第 54 回知的制御研究会 pp.4-5
- [4] 櫻井敬紹, 安信誠二, 「自動車の燃料消費試験への知的制御の適用」, 25th Fuzzy System Symposium(予定)
- [5] 安信誠二, 「ファジィ工学」, 昭晃堂, 1991.