

M-30

キャリアモードファジィコントローラを用いた自動車のプログラム速度制御  
 Vehicle Program Speed Control based on Career Mode Fuzzy Controller

○倉谷浩一<sup>1</sup>, 涌井文雄,  
 \*Koichi Kuraya<sup>1</sup>, Fumio Wakui<sup>2</sup>

Abstract: This paper shows a Vehicle Program Speed Control based on Career Mode Fuzzy Controller. We have reported the front vehicles rear-end collision prevention system which already used the career mode fuzzy controller. However, since loop gain was high, it was unsuitable for rate control in this system. Then, we examine the new system which can control the speed of a car, and report the result.

1. はじめに

筆者らは従来から、キャリアモードファジィコントローラ(Career Mode Fuzzy Controller : 以下 CMFC)を用いた前方車両追突防止システムを報告してきた。しかし、同システムでは、最大加速と最大減速の条件に基づいて入力偏差は最大となる。このため、前方車両追従走行などの速度制御では、制御パラメータの大幅な改善が必要であった。

本稿では、入力偏差が小さい速度制御システムを開発するため、前方車両に相当するプログラム速度に対する近似速度を差分入力として、制御条件を緩和させている。これより、プログラム速度変動などに対しても、正確な追従制御が実現できることを報告する。

2. 速度制御システム

本システムでは、仮想前方車両速度をプログラム速度として、同速度の近似値に相当するアクセル量を制御車両に供給し、制御入力偏差を削減させている。これにより、目標値付近でのファジィコントローラの制御精度を改善している。Figure 1 は速度制御システムのブロック図である。架空車両との相対速度  $V_R$ 、相対距離  $D_R$  を 50ms 毎に取得し、 $V_R$  と  $D_R$  を CMFC に入力し、アクセル・ブレーキ補正量  $A_{DS}$  を推論する。さらに、プログラム速度をアクセル量  $A_{fs}$  に変換し、 $A_{DS}$  と  $A_{fs}$  の加算より制御車両のアクセル操作量  $A_C$  を算出する。

[ 1 ]アクセル量  $A_{fs}$  について

アクセル量  $A_{fs}$  はプログラム速度で走行できるアクセル量にしている。Figure 2 の例では、プログラム速度が 50km/h の場合  $A_{fs}$  は 0.0669 という値をとり  $A_{DS}$  は 0 となる。プログラム速度が 10~100km/h まで 10km/h ごとに 10 個の値を取った。アクセル操作量  $A_{fs}$  は、プログラム速度で走行をするためのアクセル

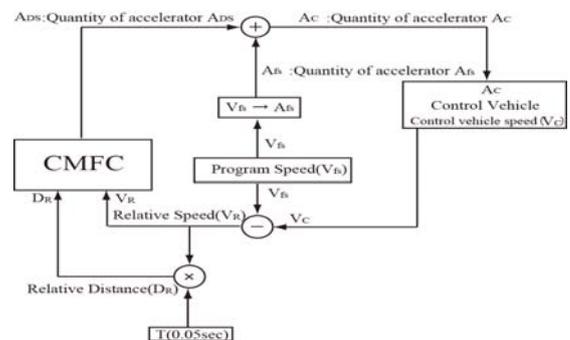


Figure 1. Speed control system

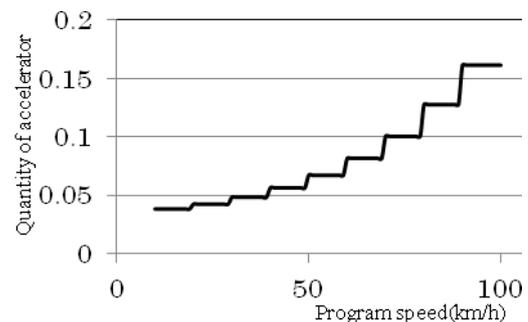


Figure2. Quantity of accelerator  $A_{fs}$  for the program speed

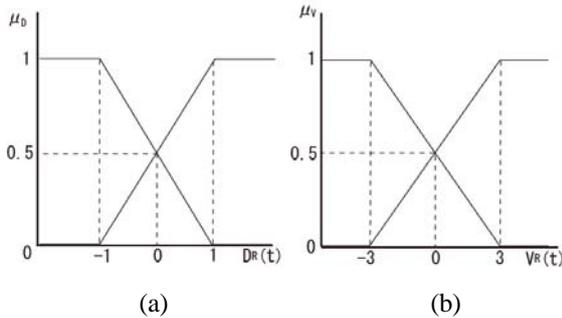
量の大部分を出力する。そのため CMFC への入力偏差は小さくなるため出力される利得も小さくなる。また、相対距離、相対速度がともに 0 となった時、CMFC かの出力は 0 となるが、その際もアクセル量  $A_{fs}$  によって、プログラム速度と制御車両の速度差を最小限にすることができる。

[ 2 ]CMFC によるアクセル・ブレーキ補正量  $A_{DS}$  について

CMFC によりアクセル・ブレーキ補正量  $A_{DS}$  を算出するまでの行程を説明する。CMFC には相対距離  $D_R$  と相対速度  $V_R$  を入力とする。同入力された値は Figure 3 のキャリアモードメンバーシップ関数(Career Mode Membership Function; 以下 CMMF)を用い 4 つの度合( $\mu$

1 : : 日大理工・院・情報, 2 : 日大理工・教員・子情

DP,  $\mu_{DN}$ ,  $\mu_{SP}$ ,  $\mu_{SN}$ )を決定する. 本システムで用いられている CMMF は, 追突防止システムのところに比べ, 小さい値を小さくとっている. これは, アクセル量  $A_{fs}$  を入れたことにより入力偏差が小さくなったためである. 4つの度合は相対距離のメンバーシップ関数の Positive 型から  $\mu_{DP}$ , Negative 型から  $\mu_{DN}$ , 相対速度のメンバーシップ関数の Positive 型から  $\mu_{SP}$ , Negative 型から  $\mu_{SN}$  を決定する. 次にそれぞれの度合を以下の4つのルールを用いて4つの適合度  $\omega_n$  を算出する.



(a) Membership Function of relative Distance.  
(b) Membership Function of relative speed.

Figure 3. Career Mode Membership Function

Rule1 : P 型相対距離の MF と P 型相対速度の MF から適合度  $\omega_1$  を決定する.

$$\omega_1 = \text{MIN}(\mu_{DP}, \mu_{SP}) \quad (1)$$

Rule2 : P 型相対距離の MF と N 型相対速度の MF から適合度  $\omega_2$  を決定する.

$$\omega_2 = \text{MIN}(\mu_{DP}, \mu_{SN}) \quad (2)$$

Rule3 : N 型相対距離の MF と P 型相対速度の MF から適合度  $\omega_3$  を決定する.

$$\omega_3 = \text{MIN}(\mu_{DN}, \mu_{SP}) \quad (3)$$

Rule4 : N 型相対距離の MF と N 型相対速度の MF から適合度  $\omega_4$  を決定する.

$$\omega_4 = \text{MIN}(\mu_{DN}, \mu_{SN}) \quad (4)$$

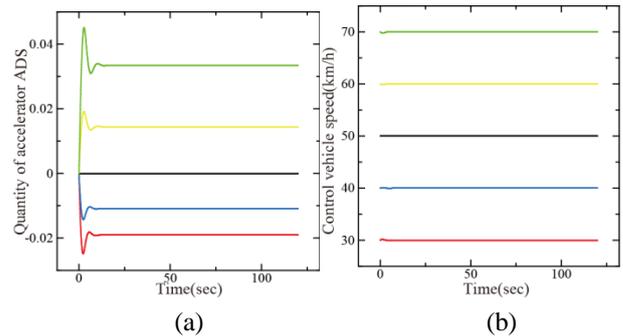
以上より得られた4つの適合度と後件部定数( $C_1=1.0$ ,  $C_2=0.1$ ,  $C_3=-0.1$ ,  $C_4=-1.0$ )を乗算することで重みづけを行い, 以下の式により重心計算を行い, アクセル・ブレーキ補正量  $A_{ds}$  を出力する.

$$A_{ds} = \frac{\sum_{i=1}^4 \omega_i C_i}{\sum_{i=1}^4 \omega_i} = \frac{\omega_1 C_1 + \omega_2 C_2 + \omega_3 C_3 + \omega_4 C_4}{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4} \quad (5)$$

[3]CMFC によるアクセル・ブレーキ補正量  $A_{ds}$  の性能検証

アクセル・ブレーキ補正量  $A_{ds}$  の性能を検証するために  $A_{fs}$  を 50km/h 時の 0.0669 に固定し, プログラム速度, 制御車両初期速度を 30~70km/h まで 10km/h 刻み

で一定とし, その時の制御車両速度とアクセル・ブレーキ補正量  $A_{ds}$  の測定結果を Figure4 に示す.



(a) Time-Quantity of accelerator.  
(b) Time-Control vehicle speed

Figure4. Performance inspection of ADS

測定結果より, プログラム速度と  $A_{fs}$  にずれが生じても, ADS が補正をすることによりプログラム速度で走行しているのがわかる.

### 3. シミュレーション結果

以上のシステムを用いプログラム速度を加速・減速を繰り返しているものとし, シミュレーションを行った. その結果を Figure5 に示す. (赤:プログラム速度, 黒:制御車両速度)

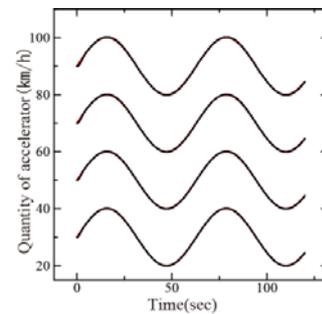


Figure5. Simulation result

前方車両が加減速走行していてもプログラム速度 (赤線) とほぼ同速度で走行しているのがわかる. 以上の結果より, 制御車両をプログラム速度で走行させることができた.

### 4. まとめ

以上, 利得を大幅に改善した自動車速度制御システムを示した. 本システムはプログラム速度よりアクセル量を推定し, その値を加算している. その結果 CMFC への入力変数が小さくなり利得を大幅に改善することができた.

### 5. 参考文献

[1] 三次徳明, 涌井文雄: 「フィードフォワード型キャリアモード自動車追突防止制御の空間特性」, 多値論理研究ノート, Vol.31, No.13, 第 31 回多値論理フォーラム, 2008-09