

IV-5

運転者のあいまい性を考慮した右折挙動シミュレーション

東北大学大学院 情報科学研究科 学生員 ○安保 知紀
東北大学大学院 情報科学研究科 正員 福田 正

1. はじめに

交通流シミュレーションに関する研究は、過去に数多くなされてきた。しかし、実際の交通流のもつ柔軟さを再現できていないのが現状であろう。

このようなミクロな交通流シミュレーションを対象とする場合、人間の思考・判断＝車両の挙動と考える。人間はあいまいさを含んだ情報をあいまいなまま理解し、あいまいな形で思考し判断をする。こうした人間の定性的な思考・判断を定量化し、コンピュータに組み込める形にしたのがファジイ理論であり¹⁾、従来の交通流シミュレーションで表せなかった人間のあいまいな思考・判断を取り入れることによって、より現実に近いシミュレーションを構築することができる。

本研究では、右折挙動を事例にファジイ理論を導入した交通流シミュレーションを構築することを目的とする。

2. 右折挙動モデル

右折挙動には大きく分けて2通りがある。1つは対向車の影響がなく交差点内で停止をせず右折をおこなう場合、もう1つは対向車の影響により交差点内で停止をしてから右折をおこなう場合である。本研究では、交差点までの目測、現行速度のあいまい性を考慮したモデルを構築した。

2.1 一般的モデル

車両は、一般的には式(1)により右折車両は交差点まで等減速をおこない、一旦停止後に右折をするとして求められる。

$$a = -\frac{s^2}{2d} \quad (1)$$

ここで、 s ：走行速度(m/h)

d ：交差点までの距離(m)

a ：加速度(m/s²)

2.2 ファジイシステム

今回はファジイ推論システムを導入することにより運転者のあいまいな挙動を表現することを試みる。

(1) 構造

以下に示すファジイシステムでモデルを構築した。

入力： $x_1 = d$ 、 $x_2 = s$

ルール1： $x_1 = d_1$ と $x_2 = s_1$ ならば $y = a_1$

ルール2： $x_1 = d_2$ と $x_2 = s_2$ ならば $y = a_2$

...

ルール n ： $x_1 = d_n$ と $x_2 = s_n$ ならば $y = a_n$

結果： $y = a$

今回は、入力を右折車両の交差点までの距離、走行速度とし、加速度を出力させた。

また、各カテゴリーに関してファジイ数を三角型メンバーシップ関数とした。

(2) 前提変数のカテゴリー

推論システムにおいて、ルールの前提を交差点までの距離、走行速度とした。本モデルでは表1のようにカテゴリーを設定した。

表1		交差点までの距離	走行速度
カテゴリー1	(1)	かなり近い	0
	(2)	↑	↑
	(3)		
	(4)		
	(5)		
	(6)		
	(7)	かなり遠い	かなり速い

今回は各カテゴリー数を7とした。

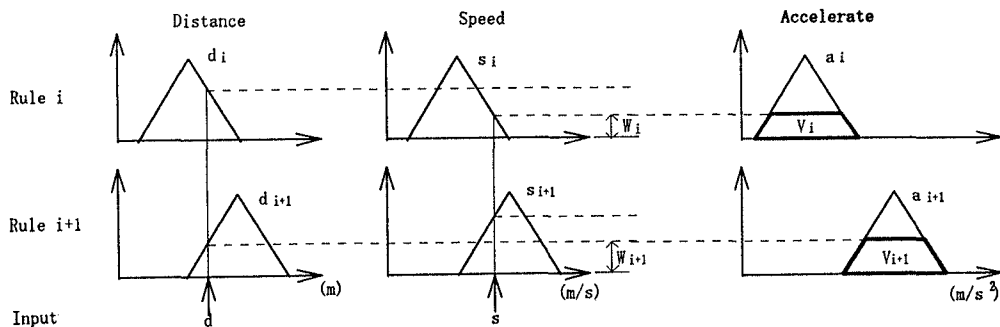


図1 各結果に対する重み付け

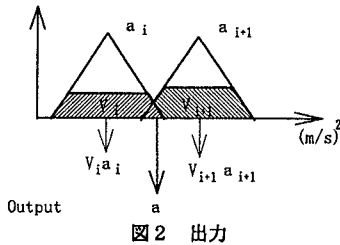


図2 出力

当初、交差点までの距離は0（つまり、交差点中央）からおこなったが、このときのルールを考えた場合、加速度が0または $-\infty$ となってしまう不都合が生じた。このため、交差点までの距離のカテゴリーは交差点中央手前から始めるものとした。

（3）出力

システムに入力値を入力することにより、幾つかのルールから結果が得られてくる。この結果を図1に示すように重み（ W_i ）を付け、各結果の重み面積（ V_i ）を求める。図2および式（2）の様な方法で各結果に重み面積をかけ、重心をとることにより最終的な結論値として出力をおこなう。

$$a = \frac{V_i a_i + V_{i+1} a_{i+1}}{V_i + V_{i+1}} \quad (2)$$

3. 検証

今回は、以下の2つについて実際に実測を行い、これと比較することによって検証をおこなった。

- (i) 対向車の影響を受けずに交差点内で停止をせず右折をおこなう場合（図3）
- (ii) 対向車の影響により交差点内で一旦停止した後右折をおこなう場合（図4）

図3および図4を見て分かれるとおり、式（1）による一般的なモデルの場合には速度の低下が早く、右折挙動の開始早々から大きい減速がおこなわれている。ところが実際の右折挙動は交差点から離れた位置では緩慢で、近づくにつれて減速の大きい挙動になっている。今回構築したメンバーシップ関数の組み合わせによるモデルにより実際の挙動に近い結果が得られた。また図3において、一般的モデルにおいて非停止の場合もグラフ化してみたが、実際の運転者の挙動とは異なった結果となった。

4. おわりに

本研究ではファジィ推論システムを導入することにより運転者のあいまい性を考慮した右折挙動をモデル化した。その結果現実に近い運転者の挙動が表現できた。

しかしまだ問題点・改良点は残されており、メンバーシップ関数の決定法、メンバーシップ関数の組

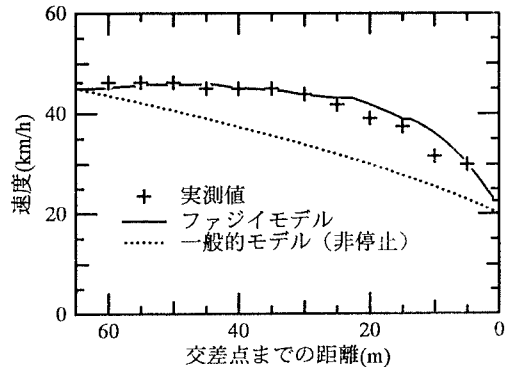


図3 停止をせず右折

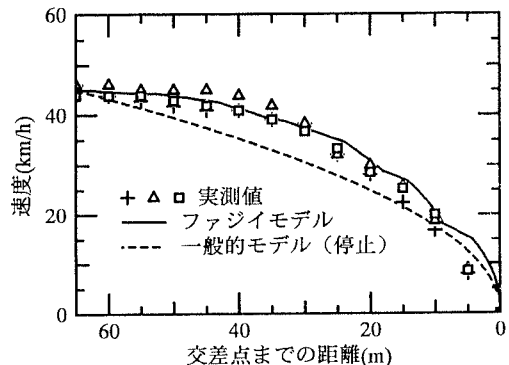


図4 一旦停止後右折

み合わせ、さらにはルールの構成において、まだまだ改良が必要と考えられる。特に交差点付近での挙動には多少問題があり、このモデルを交差点シミュレーションに適用するためには、対向車の状態をルールの変数に含め、その数を現行の2から対向車の位置と速度を加えた4、さらにはその後続車までも考慮して6にまで拡張する必要がある。また、今回のファジィシステムの適用を応用することにより右折の挙動のみでなく、右折の判断や追従問題といった人間の思考分野にも適用が可能であり、さらなる研究を進める予定である。

<参考文献>

- 1) 水本：「ファジィ理論とその応用」、サイエンス社
- 2) S.Kikuchi and P.Chakroborty：Car-Following Model Based on Fuzzy Inference System, T.R.R. No.1365 1992年
- 3) 南、門田、今田：運転者のあいまい性を考慮した運転行動の解析法に関する基礎研究、土木計画学研究・講演集 No.14(1) 1991年11月