

時空ファジィ推論を用いた動的障害物の回避

Evasion of the dynamic obstacle using space-time fuzzy interface

○渡邊 嵩孔, 安信 誠二

○ Takayoshi Watanabe, Seiji Yasunobu

筑波大学 理工学群 工学システム学類

University of Tsukuba, College of Engineering Systems

Abstract:

The traffic accidents have been increasing, and the half of them have occurred at the crossing. The reason of many accidents in a crossing is because there are many dynamic obstacles. A expert driver drives well in consideration of temporal change in such environment. In this paper, the knowledge in consideration of the change of state of space and time that an expert thinks is included in a computer, and the automatic driving system which avoids a dynamic obstacle is built. In order to achieve this purpose, it carries out by reasoning in time-space using simplified time change fuzzy set. It has included the above-mentioned knowledge in the computer by performing a simulation from now on.

1 はじめに

日本の社会において現在、自動車は個人所有の移動手段として必要不可欠なものとなっている。しかし、交通事故は自動車保有率の上昇と呼応して増加傾向を示している。交通事故の半数は交差点で起きており、その中の9割以上自動車が関与している [1]。交差点での事故が多い理由として、自車両の周囲の状況が時間と共に変化している動的障害物が多いためであると考えられる。運転熟練者は、動的障害物との相対位置が時々刻々変化している環境の中でうまく運転を行っている。この動的環境では、時間変化を含む知識を利用して操作を決定している。

そこで本論文では、運転熟練者が考える時間と空間の状態変化を考慮した知識をコンピュータに組み込み、動的障害物を回避する自動運転システムを提案する。

2 動的障害物を回避する際に考える 運転知識

運転者は、動的環境の中で運転を行う際、時間変化を含む知識を利用して操作を決定している。時間変化を含む知識とは、動的障害物の現在の位置から所定時間後の将来位置とその状態に至るまでの時間を考慮した知識である。例として、Fig.1 に示すような動的障害物が存在している環境で自車両が目的地に向かう例を挙げる。矢印は進行方向を示す。このとき運転者は、目標地点へ向かう、停止する場合の2つの操作候補がある。それらの候補は以下の知識に基づいて決定していると考えられる。動的障害物の現在の位置から所定時間後の位置が自車両から見て

- ・ずっと遠いまま
 - ・遠いからゆっくり遠い(ゆっくり近づく動き)
 - ・近いから急に遠い(急に通り過ぎる動き)
 - ・近いからゆっくり遠い(ゆっくり通り過ぎる動き)
- の場合目的地に向かう。
- ・ずっと近いまま
 - ・遠いから急に近い(急に近づく動き)
- の場合停止する。

上記のように時間と空間を考慮して操作を決定している。

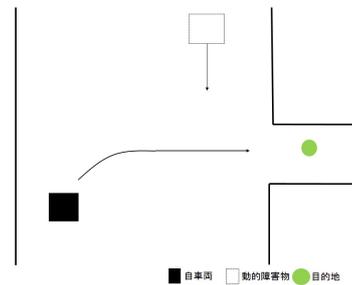


Fig. 1: 動的環境の例

3 時空ファジィ推論

第2章で述べた時間と空間を考慮した知識を定量化し、コンピュータに組み込むために時間と空間のファジィ集合を用いて推論する。

3.1 状態推移ファジィ集合

状態推移ファジィ集合 [2] とは、あるファジィ集合 [3] に時間軸を加えて拡張したファジィ集合である。この集合を用いることで第2章で述べた時間と空間を考慮した知識をコンピュータに組み込むことができる。しかし、状態推移ファジィ集合は、情報量が大きく、計算時間がかかり過ぎてしまうなどの問題点がある。

3.2 簡易状態推移ファジィ集合

3.1 節で述べた問題点を解決するために簡易状態推移ファジィ集合 [1] がある。この集合は、0 秒の状態のファジィ集合、P 秒の状態のファジィ集合、それぞれの状態の推移を示すファジィ集合の4つから構成される。簡易状態推移ファジィ集合 \tilde{X}_{fn} とすると \tilde{X}_{fn} は以下の式 (1) より求めることができる。

$$\tilde{X}_{fn}(x, p) = \int_{R \times (0, P)} \{ [u_{x_0}(x) \wedge u_{p_0}(p)] \oplus [u_{x_P}(x) \wedge u_{p_P}(p)] \} / (x, p) \quad (1)$$

$$x \in R, p \in (0, P)$$

u_{x_0}, u_{x_p} は状態量 x が $0, p$ 秒時のメンバーシップ関数のメンバーシップ値, u_{x_p}, u_{p_p} は予測する時間 p が $0, P$ 秒時の時間推移のメンバーシップ関数のメンバーシップ値, \oplus は限界和演算, R は状態量の全体集合, P は所定時間を示す.

例として「遠いからゆっくり近い」を挙げる. そのときの4つのファジィ集合を Fig.2, 簡易状態推移ファジィ集合を Fig.3 に示す. Fig.2 の (1) は「0 秒時の距離が遠い」というメンバーシップ関数, (2) は「P 秒時の距離が近い」というメンバーシップ関数, (3) は (1) の状態の推移を表したメンバーシップ関数, (4) は (2) の状態の推移を表したメンバーシップ関数である.

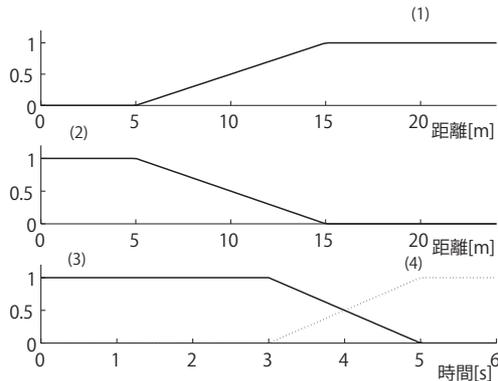


Fig. 2: 距離が近いからゆっくり遠いを表す4つのファジィ集合

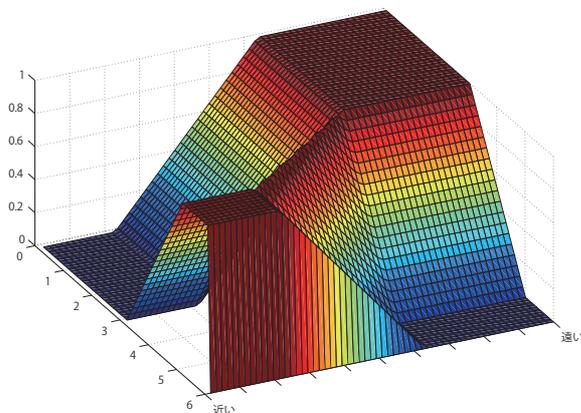


Fig. 3: 簡易状態推移ファジィ集合

4 システムの構成

動的障害物を回避し, 目的地に向かうシステムの概要を Fig.4 に示す.

4.1 状態監査部

状態監査部では, 自車両のデータ (位置, 操舵角, 速度) と動的障害物のデータ (位置, 操舵角, 速度) から自車両と動的障害物との相対距離, 相対速度を求める.

4.2 状態予測部

状態予測部では, 状態監査部から得られた相対距離と相対速度を用いて所定時間ごとの相対距離を求める.

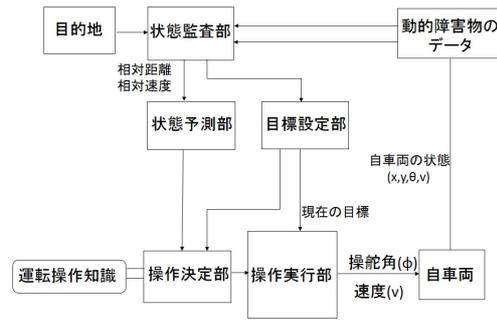


Fig. 4: システム構成図

4.3 目標設定部

現在の位置と目的地の間に補助目標点 (座標) を設定する.

4.4 状態決定部

第2章で述べた, 6つの時間と空間を考慮した知識を簡易状態推移ファジィ集合で表現する. 状態予測部から出力された時間と相対距離の全ての組に対して簡易状態推移ファジィ集合を用いて評価値を計算する. これらの評価値の中で一番低い値を代表値とする. これを6つの簡易状態推移ファジィ集合全てに対して行い, それぞれの代表値の中から一番が高かったものがその集合に属する帰属度が高いことを表す. その結果から作成したルールに従い, 操作を決定する. 作成したルールを以下に示す.

- ・If 動的障害物との距離が遠いからずっと遠い Then 目標地点へ向かう.
- ・If 動的障害物との距離が遠いからゆっくり近い Then 目標地点へ向かう
- ・If 動的障害物との距離が遠いから急に近い Then 停止する
- ・If 動的障害物との距離が近いから急に遠い Then 目標地点へ向かう
- ・If 動的障害物との距離が近いからゆっくり遠い Then 目標地点へ向かう
- ・If 動的障害物との距離が近いからずっと近い Then 停止する

5 おわりに

本論文では, 運転熟練者が考える時間と空間の状態変化を考慮した知識をコンピュータに組み込み, 動的障害物を回避する自動運転システムを提案した. 現段階では, 時間と空間の状態変化を考慮した知識をコンピュータに組み込み込んでいるかの検証は行えていないが今後はシミュレーション上で Fig.1 の環境で, 動的障害物の速度を何通りか設定し, 知識を組み込んでいるか検証を行う.

参考文献

- [1] ITARDA 公益財団 交通事故総合分析センター イルンダ・インフォメーション No.95 2012 JULY
- [2] 劉 翔, 安信 誠二 「簡易状態ファジィ集合を用いた時空ファジィ推論とその応用」
- [3] 安信 誠二, 『ファジィ工学』, 昭晃堂, 1991