

# 知的運転支援システムによる障害物回避の実現

## Realization of the Obstacle Avoidance by the Intellectual Driving Support System

島田 裕樹 安信 誠二

Yuki Shimada 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

**Abstract:** In this paper, we build the driving support system of the four-wheeled vehicle for a non-expert. With fuzzy sets, we incorporate the knowledge of the supporter who carries out driving support in a computer on building the system. We realize the support that a non-expert can run to an destination point while evades obstacles by the system which we built.

### 1 序論

我々の身の周りには、公道を走行する乗用車や、高齢者用の福祉車両などがあり、車両という存在が一般的なものとなっている。これらの車両を操作する人間は数多いが、中には操作に不慣れな非熟練者も存在する。この非熟練者が目的地まで四輪車を運転する際、路上に障害物が存在すると、通行可能なスペースの減少等の理由により運転は困難になる。

これまで我々はファジィ制御指令を用いた研究を行ってきた [1]。本研究では、このファジィ制御指令が車両の障害物回避に対して有効であることを確認する。そのために、非熟練者に対する四輪車の運転支援システムの構築を行い、ハンドル操作に適用する。構築したシステムにより、「非熟練者が障害物を回避しながら目的地まで運転できる」支援を実現する。

### 2 運転支援を行う支援者について

運転支援を行う支援者の行動はどのようなものであるのか考える。支援者はまず現在の車両状態を確認して、通過目標に到達したのか考える。支援者は目的地まで車両を運転させる際、途中で通過する複数の地点を事前に決めている。この地点を通過目標とする。通過目標に到達していれば、次の通過目標に向けて運転を行い、通過目標に到達していなければ、現在の通過目標に向けて運転を続ける。通過目標の決定が済んだ後、支援者は現在の車両状態、道幅、障害物の位置などを考慮した上で、どのようなハンドル操作が望ましいのか考える。最後に、運転者のハンドル操作に対して、支援者がどのようなハンドル操作が望ましいのか伝える。支援者はこの一連の流れを、車両が目的地に到達するまで繰り返すものと考えられる。

### 3 システム構成

第2章で述べた支援者の行動をコンピュータで模擬することで知的運転支援システム(以下、システム)を構築する。構築したシステムの構成図を図1に示す。

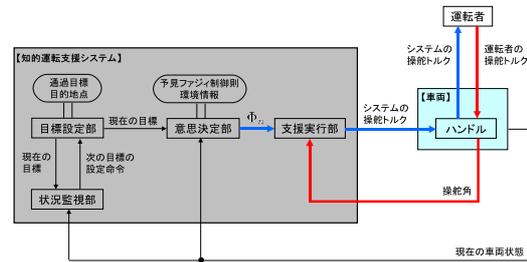


図 1: 知的運転支援システム構成図

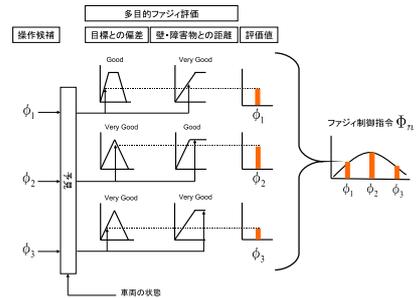


図 2: 多目的ファジィ評価

#### 3.1 状況監視部

状況監視部では、車両が目標設定部で設定された通過目標に到達したのかどうかを監視している。車両が通過目標に到達している場合、状況監視部は目標設定部に指令を出して、新たな通過目標を設定させる。

#### 3.2 目標設定部

目標設定部は状況監視部からの指令を受けると、新たな通過目標を設定する。あらかじめ複数の通過目標が発地点から目的地の間で決定されている。

#### 3.3 意思決定部

意思決定部ではファジィ制御指令  $\Phi_n$  を求める。この過程を図2に示し、以下で説明を行う。

まず、車両のハンドル操作に関する  $n$  個の操作候補  $\phi_1 \dots \phi_n$  を用意して、予見を行う。具体的には、操作候補  $\phi_i$  を一定時間実行した車両が、どのような状態にな

るのか求める。なお、簡単のために、図2は  $n = 3$  の場合としている。

次に、予見で求めた車両の将来状態について多目的ファジィ評価を行う。「通過目標との偏差」「壁・障害物との距離」について、それぞれ各パラメータのメンバーシップ関数で評価を行う。「通過目標との偏差」では車両位置、車体方向の2項目で評価する。「壁・障害物との距離」では車体前方からの距離、車体右側面からの距離、車体左側面からの距離の3項目で評価する。全ての項目で評価した後、最も低い評価値を操作候補  $\phi_i$  に対する評価値とする。全ての操作候補  $\phi_1 \dots \phi_n$  について、それぞれ評価値を求める。

最後に、ファジィ制御指令  $\Phi_n$  を構成する。ファジィ制御指令とは、各操作候補と、その評価値で構成されるファジィ集合である。各操作候補の評価値が、ファジィ制御指令  $\Phi_n$  のメンバーシップ値  $\mu$  として扱われる。

### 3.4 支援実行部

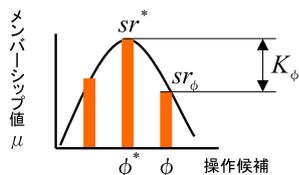


図 3: ファジィ制御指令  $\Phi_n$

支援実行部では、システムの操舵トルク  $\tau_c$  を計算する。まず、図2で示したファジィ制御指令  $\Phi_n$  において、最も評価値の高い操作候補  $\phi_2$  を最適操作候補  $\phi^*$  とする。その際、 $\phi^*$  のメンバーシップ値を  $sr^*$  とする。次に、現在の操舵角を  $\phi$  として、 $\phi$  のメンバーシップ値をファジィ制御指令  $\Phi_n$  を用いて評価する。説明を簡単にするため、操舵角  $\phi$  の値が、操作候補  $\phi_3$  と同じ値である状況を想定する。その際、 $\phi$  のメンバーシップ値を  $sr_\phi$  とする。このときのファジィ制御指令  $\Phi_n$  を図3に示す。このときシステムの操舵トルク  $\tau_c$  は  $\tau_c = K_\phi(\phi^* - \phi)$  で計算される。ただし  $K_\phi = (sr^* - sr_\phi)$  である。

## 4 模擬実験

第3章で述べたシステムの有効性を確認するために、パソコンにフォースフィードバック機能を持つWingMan FORMULA Force GP (Logitech社製)を接続し、模擬実験を行った(図4)。ただし、車両速度は常に一定としてある。システムによる運転支援が有る場合と無い場合の実験結果を図5・図6に示す。システムによる運転支援が無い場合では車両が障害物や壁に接触しているが、システムによる運転支援が有る場合では車両が障害物や壁に接触することなく目的地まで到達できた。



図 4: 模擬実験の様子

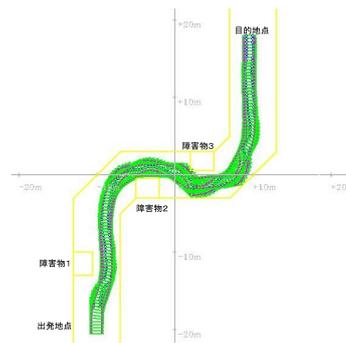


図 5: 運転支援が無い場合の模擬実験結果

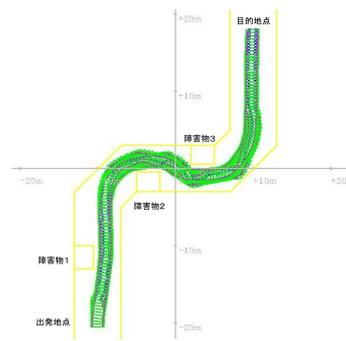


図 6: 運転支援が有る場合の模擬実験結果

## 5 結論

本論文では、ファジィ制御指令を用いることで、車両が壁や障害物に衝突することなく目的地に到達するような運転支援を行うシステムを構築した。また、シミュレーションでシステムが有効であることを確認した。

## 参考文献

- [1] Zhou Shenghao, Seiji Yasunobu: Fuzzy Virtual Impedance Based on Fuzzy Instruction, Proc. of the 9th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, pp.497 - 500, 2008

## 連絡先

〒 305-8573  
茨城県 つくば市 天王台 1-1-1  
筑波大学大学院 システム情報工学研究科  
知能機能システム専攻 知的制御システム研究室  
島田 裕樹  
電話: 029-853-6186  
E-mail: shimada\_ics@edu.esys.tsukuba.ac.jp