

# 人との協調性を実現した知的運転支援システムの試み

## A Try to Human-Cooperated Intelligent Driving Assistant System

張 帆 安信 誠二

Fan Zhang 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, the intelligent assistant system is build to cooperate with a non-expert human to drive a vehicle safely. The system does not provide its support information with sound or screen, but force. A fuzzy set is build and a best candidate operation is decided from the fuzzy set. A proper force is outputted according to fuzzy evaluation of the best operation and the current operation. We did a a real machine experiment to check system's effects.

### 1 はじめに

我々の周りでは、足腰の弱い高齢者や、下肢不便な障害者などが電動車椅子を移動手段として利用する事が多い。電動車椅子利用の増加に伴い、自動車椅子に関連する交通事故も増加している。利用者のうち、自動車免許取得の経験がない非熟練者の割合は5割近くである[1]。このような非熟練者の運転を支援する必要がある。

従来の運転支援システムでは、現在状態から目標達成までのルート算出し、音声または画像の情報提供方式で、そのルートに沿った支援指令を出し続ける。このような支援方式では、操作者の意思が無視されている。

我々は、運転者の意思を尊重した、人間と支援システムとの協調型の運転方式を目指す支援システムを提案する。提案システムは音声や画像ではなく、「力」を介した支援情報を提供する。

これまで我々はファジィ制御指令を利用した研究を行ったきた[2][3]。本論文では、ファジィ制御指令を利用した支援システムが、実機での動作状況を観察し、その有効性を確認する。

### 2 提案システムについて

提案システムはファジィ制御指令を用いて、単独走行では壁にぶつかる可能性がある非熟練者に対して、支援を行う。

図1が示したように、被支援者の単独走行では曲げたコースになる、支援システムの単独走行では一番適切な直進のコースを走行する。被支援者が支援システムのサポートを受けて走行する時、被支援者と支援システム両方の意思が組み込まれていて、以下の支援効果が期待される。

広い道（左）では、ほぼ被支援者の意思通りに走らせ、結果として被支援者が単独走行したコースと似たコースになる。狭い道（右）では、被支援者の操作が制限され、結果として直進に近い走行コースになる。つまり許容が広い場合、被支援者への制限が少なく、被支援者の意思が尊重される；許容が狭い場合、被支援者へ制

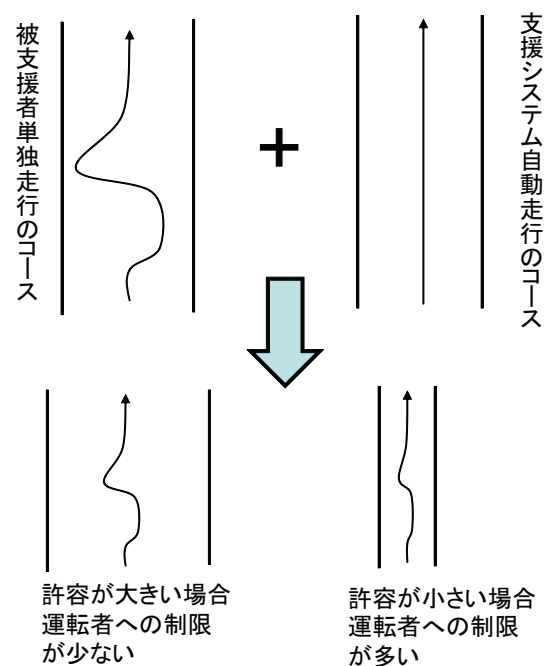


図 1: システムの説明

限が掛かって、安全に目標地点を到達する事ができる。

### 3 システム構成

システムの構成（図2）を説明する。

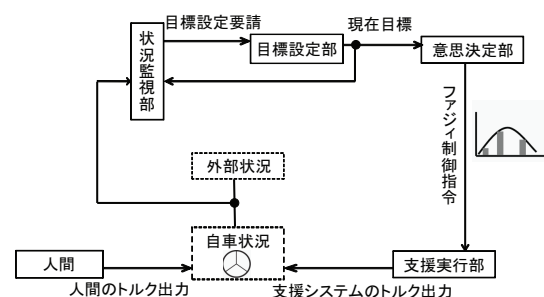


図 2: システムの構成

### 3.1 状況監視部

状況監視部では、目標設定部から送信された目標データに基づいて、自転車状況と外部状況から、現在目標に到着したかどうかを判断する。目標に到着したら、次の目標を入手するため、目標設定部に次の目標データを要請する。

### 3.2 目標設定部

目標設定部では、予め与えられた地図情報と自転車状況に基づいて、目標設定部の目標データ要請を受け、必要に応じて途中目標を設定する。

### 3.3 意思決定部

意思決定部では、外部状況と自転車状況、及び目標データを総合的に考慮して、次に車両が行うべき行動を支援システムの意味として提示する。

意思決定部は、熟練者の知識に基づき、いくつかの操作候補を生成する。そして、予見モデルに基づき、操作候補に対してファジィ評価を行う。目標との偏差及び障害物との距離を総合的に考慮して、各操作候補に評価値を与え、ファジィ制御指令を生成する。

支援システムの意味はファジィ制御指令の形で提示する [2]。

### 3.4 支援実行部

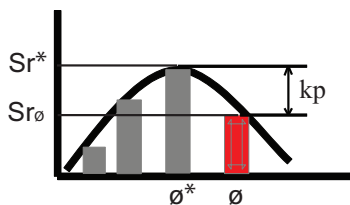


図 3: ファジィ制御指令

支援実行部では、システムの操舵トルクを計算して、ハンドルに装着されているサーボモータを通じて、被支援者に支援を行う。

トルク計算の際、意思決定部からのファジィ制御指令の中、評価の最も高い操作候補を適切な操作 ( $\phi^*$ ) とする。 $\phi^*$  のメンバーシップ値を  $Sr^*$  と表記する。また、現在操作を  $\phi$  として、現在操作のメンバーシップ値 ( $Sr_\phi$ ) をファジィ制御指令を用いて評価する。システムの操舵トルクを以下の式で計算する。

$$\tau = k_p * (\phi^* - \phi) \quad \text{ただし } k_p = (Sr^* - Sr_\phi) \text{ である。}$$

## 4 実機実験

市販の電動自転車椅子を用いて実機実験を行い、システムの効果を観察した。

ハンドルへのトルク出力として、近藤科学社製サーボモータ KRS-6003HV を用いる。速度測定には、両前

輪に各一つのエンコーダを付けてエンコーダの回転数から速度を計算する。エンコーダは COPAL 社製ロータリエンコーダ RE12D を使用する。実験中、車両のスピードは被支援者がコントロールする。

実験では広い道と狭い道を想定して、被支援者はある曲がったコースを走行する。支援システムのトルク出力は図 4 のようになっている。広い道と狭い道に対して、支援システムが、それぞれ小さいトルクと大きいトルクを出力している事が分かる。

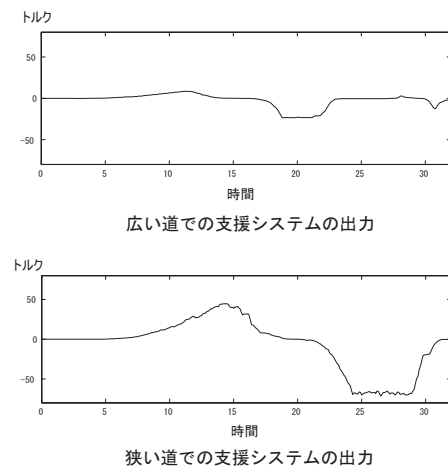


図 4: 実験の結果

## 5 おわり

本論文では、被支援者の意思を尊重する、人との協働型の支援システムを提案した。提案システムは従来の音声や映像による支援情報提供方式と違い、トルクの出力によって被支援者に支援情報を提供する。また、違う外部環境におけるトルク出力の状況を観察し、トルク出力による支援情報提供は有効であると確認した。

## 参考文献

- [1] 警察庁, 「電動車いすに係る交通事故情勢等について (平成 16 年 1 月 15 日)」
- [2] 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
- [3] 島田祐樹, 安信誠二, 「知的運転支援システムによる障害物回避の実現」, Fuzzy Workshop 33rd, pp., 2009

## 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  
張 帆  
電話: 029-853-6186  
E-mail: chou\_ics@edu.esys.tsukuba.ac.jp