

# ファジィ協調による動的環境下での機器操作支援

Fuzzy Cooperation for Operation Support under Changing Environment

国府田 充                      安信 誠二

Mitsuru Kokufuda    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:** Operating an equipment under changing environment is too difficult for users. In order to reduce this difficulty, operation support system is needed. It is necessary that the system considers the state in the future so as to achieve a safe and smooth support. In this paper, Fuzzy Cooperation for operation support under changing environment is proposed. It is applied to the operation of lane change of a vehicle.

## 1 序論

人間が機器操作を行う際に、動的環境下では複雑に変化する周囲の状況を常に正しく把握しなければならず、操作者に負担がかかり、判断が困難となる。操作者が適切な操作を行うために機器操作支援システムが必要である。

本論文では、動的環境下におけるファジィ協調を提案し、操作者とコンピュータ間の協調した操作支援について考察する。適用例として、自動車の運転操作を対象とし、特に判断が難しく、操作者への負担が高いタスクとして車線変更時を想定してシミュレーション実験を行う。車線変更時のコンピュータの意思を「安全度」として表現し、安全度の推移状態と操作者の意思を協調させた操作支援システムを構築する。

## 2 動的環境下におけるファジィ協調

ファジィ制御指令による操作者とコンピュータ間の協調についての研究はこれまでにない。周りは、静的環境下での操作者とコンピュータ間の協調制御系を構築した [1]。

周囲の状況が時々刻々と変化していく動的環境下においては、支援者は、現在の状態のみでなく将来状態を予測して、それを考慮した操作支援を行っており、この「将来状態を考慮する機能」をシステムに組み込むことが有効である。

## 3 操作支援システムの構築

動的環境下における操作支援システムを構築する際に、支援者と同じように将来状態を予測し、それを考慮に入れた制御をすることで円滑に操作者と協調した操作支援が可能である。

提案する操作支援システムの構成図を Fig.1 に示す。本システムは、運転熟練者の運転知識をもとにした「仮想運転部」と、音声指示を決定する「音声指示決定部」、支援者の支援知識をもとにしてハンドルの負荷を決定する「負荷生成部」から構成され、全体として操作者とファジィ協調を行う。

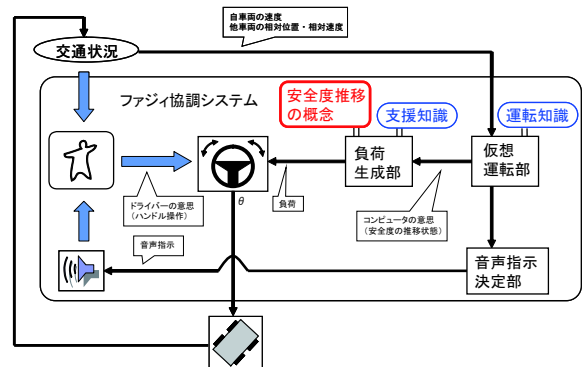


Fig. 1: システム構成図

仮想運転部では、熟練者の運転知識をもとに、交通状況から今のタイミングでの車線変更をするにあたっての安全度、および安全度を上昇させるための加減速指示を判断する。さらに、現在の交通状況から近い将来の交通状況を予測して現在の安全度と同様に将来の安全度を算出する。

音声指示決定部では、安全度の推移に応じて、車線変更のタイミングや、加減速指示を操作者に伝える。

負荷生成部では、安全度推移の概念をもとに、仮想運転部で求めた現在および将来の安全度から、ハンドルにかかる負荷、すなわち「操作者の操作をどの程度許容するか」をファジィ推論を用いて算出する。Table.1、Fig.2 に、ファジィルールと安全度推移の概念図、後件部のファジィ集合を示す。

将来の安全度の推移状態を考慮することで、状況変化に対応して、操作者の危険な操作を抑止したり、操

作者に判断を任せたりと、操作者とコンピュータの間で協調した柔軟な操作支援をすることができる。

Table. 1: ファジィルール表

If (安全度の推移状態)	Then (フォースフィードバックゲイン)
ずっと安全	Low
少し先に危険	Low
もうすぐ危険	Middle Low
危険になる直前	Middle High
ずっと危険	High
もうすぐ安全	Middle High
安全になる直前	Middle Low

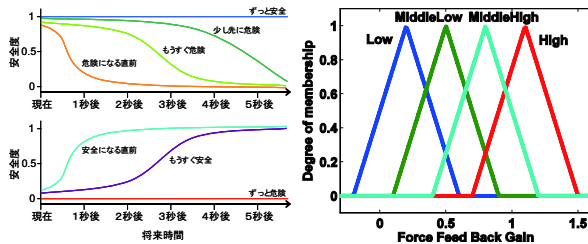


Fig. 2: 安全度推移の概念図と後件部のファジィ集合

## 4 シミュレーション実験

構築したシステムを用いて車線変更時の操作支援の2車線道路の左車線にある自車両が右車線に車線変更をする場合を想定し、シミュレーション実験を行った。左車線には自車両以外に車両がなく、右車線には他車両を10台用意した。初期状態は、自車両が初期位置0m、初期速度60km/hとし、他車両は初期位置と初期速度をランダムに与えている。

### 4.1 実験結果

実験結果の例をFig.3に示す。(a)現在の安全度、(b)1秒後の安全度、(c)3秒後の安全度、(d)5秒後の安全度、(e)ハンドル操舵角、(f)ハンドルにかかる負荷の大きさ、を表す。

### 4.2 考察

シミュレーション結果より、時間が0~2秒のときを見ると、ハンドルを傾きに対するハンドルの負荷が小さく、操作者が力を入れれば操作者の意思で車線変更ができる(Fig.3(e)、Fig.3(f))。しかし、2~4秒付近で徐々にハンドルの負荷は大きくなり始め、現在の安全度が下がり始めるころには最大となり、操作者はハンドルが切りにくくなる(Fig.3(a)、Fig.3(f))。

現在状態のみでなく将来状態での安全度の推移状態を予測することによって、操作者とシステムの間でファジィ協調をして、操作者の意思と安全性を考慮した柔軟な車線変更を支援することができた。

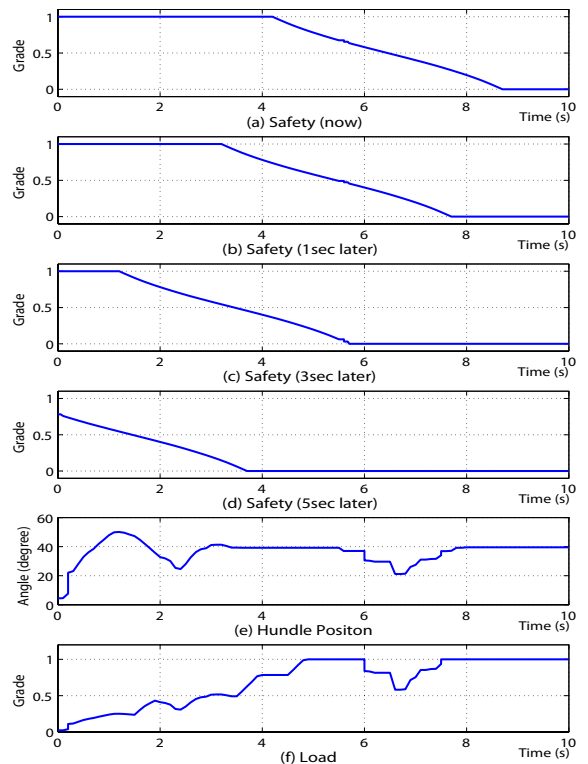


Fig. 3: シミュレーション結果

## 5 結論

本論文では、動的環境下におけるファジィ協調の方策を提案し、安全度推移の概念と支援知識を組み込んだ機器操作支援システムを構築した。自動車の車線変更時を例にとり、シミュレーション実験を行った。実験結果から、将来の交通状況を予測することで、変化する交通状況に対応して操作者とシステムの間でファジィ協調を行い、操作者の意思と安全性を考慮した柔軟な操作支援ができることを示した。

## 参考文献

- [1] Shenghao ZHOU and Seiji YASUNOBU, An Intelligent Cooperative System Using Fuzzy Instruction for an Operator Training System, SICE Annual Conference 2007, pp.2586/2591, 2007

## 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  
 国府田 充  
 電話: 029-853-6186  
 E-mail: kokuhuda\_ics@edu.esys.tsukuba.ac.jp