

ファジィ目標を用いた四輪車の自動走行

Automatic operation of four-wheeled vehicle using fuzzy target

齋藤 光希 安信 誠二

Koki Saito 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 general, when heading for the destination driving the car the person sets the relay point between destinations and has decided the route. A flexible driving is done by switching the target to the following relay point near the relay point. Then, running route knowledge and a fuzzy target are defined as driving knowledge to achieve the person's flexible driving. In this thesis, an automatic operation system of the four-wheeled vehicle by which they can reach the destination by using it and passing near the relay point is constructed.

1 序論

人は自動車などを運転し目的地へ向かう際に、目的地までの間にいくつかの通過点を設け、それを用いて道順を決めている。通過点の近辺に達し、次の通過点への道筋がたった場合に、次の通過点へと目標を切り替えることにより滑らかな運転を行っている。

そこで、本論文では、上記のような人の運転を実現するための運転知識として通過点指示とファジィ目標を用い、滑らかに目的地に到達させることができる四輪車の自動走行システムを構築する。

2 ファジィ目標を用いた自動走行システム

本論文では目的地へ到達するために、人間はどのように運転するかという知識をシステムに組み込むことで自動走行を実現する。

2.1 目的地到達のための運転知識

まず、熟練者がどのように自動車を運転しているかを考える。運転する際、熟練者は車の状況、道路の状況を監視する。

目的地までどういった道順(経路)を通して走行するか、通過点を設けることで把握する。また通過点の近辺で、次の通過点へと目標を切り替えることで、滑らかに目的地まで自動車を運転している。

運転自体に関しては、過去の経験から自動車の特性を定性的に把握し、運転ノウハウを制御知識化して蓄積しながら、うまい運転を行っている。

2.1.1 通過点指示

通過点の情報(地図上の座標・車両の向き、速度・経路)の集合を走行経路指示として定義する。

2.1.2 ファジィ目標

ファジィ目標は、当面の通過点の各パラメータ (x, y, θ, v) のファジィ集合として定義する。—

2.2 自動車の動特性

前輪操舵の四輪車において、タイヤの滑り及び遠心力の発生が無視できる低速で旋回する場合、車輪それぞれの回転中心軸の延長上に旋回中心があり、これを中心に車体は円旋回運動をする。これをアッカーマン・ジャントーの操舵機構といい、これを用いて車両の旋回時のパラメータを算出する。

3 システム構成

四輪車自動走行システムの知的制御器は、通過点更新部と状況監視部、目標設定部、自動走行部から構成されている。次に、システム構成図を示す。

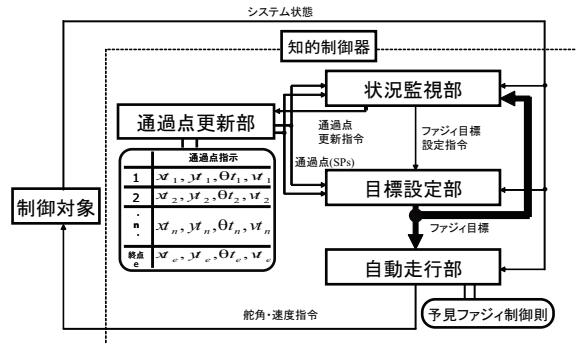


Fig. 1: システム構成図

3.1 知的制御器

知的制御器は熟練した運転者の知識を基に、与えられた通過点指示に対して柔軟な制御による自動走行を行う。知的制御器は運転者の知識をアルゴリズム化した図1のような4階層(状況監視部、目標設定部、自動走行部、通過点更新部)の階層型ファジィコントローラを用いる。

3.1.1 状況監視部

状況監視部は、SPsの手前の通過点目標に到達したかどうか、また、ファジィ目標に向かってるか、また到達したかどうかを監視し、到達していれば、通過点更新部、目標設定部に指示を与え、目標を新たに設定させる。

3.1.2 通過点更新部

通過点更新部では、通過点指示に基づいて次に経由すべき2つ (SP_n, SP_{n+1}) の通過点目標 (SP_s) を知的制御器に対して設定する。また、車両が SP_n に到達し状態監視部から通過点更新指令を与えられたときに、 n を $n = n + 1$ に更新する。

3.1.3 目標設定部

目標設定部は、 SP_s と車両特性を基に、車両が走行するためのファジィ目標を算出する。

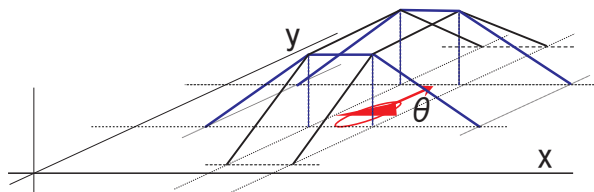


Fig. 2: ファジィ目標

3.1.4 自動走行部

車両の走行の制御では、将来の状態を予見し評価出力する予見ファジィ制御を用いている。

予見ファジィ制御 予見ファジィ制御とは、

1. 多数の制御目的の満足度を、ファジィ集合を用いて表現し、評価する多目的ファジィ評価
2. システムの状況を見ながら「もし~ならば、~する」といった制御知識を利用する知識工学
3. 制御対象の動特性をシミュレーションするシステムモデル

の3つを統合することによりアルゴリズム化した制御方式である。

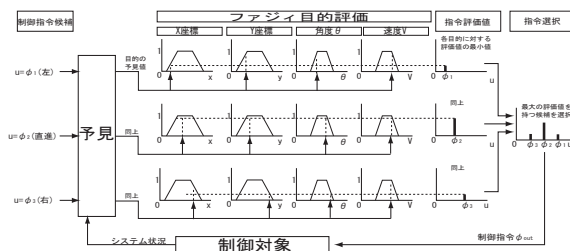


Fig. 3: 予見ファジィによる舵角の推論過程

舵角操作部 舵角操作は、予見ファジィ制御方式に基づいて、現在もっとも適切であると思われる舵角操作を決定し、実行する。まず、実行可能な操舵角候補 ϕ_i ($i = 1, \dots, n$) に対してそれぞれ到達予想時間 $t(s)$ 実行させた時の制御結果 x_i, y_i と θ_i と v_i を数値積分で予見することにより求める。そして、これらの値を図3のように目標の各パラメータのメンバシップ関数を用いたファジィ推論で評価し、総合評価が一番高い舵角指令を制御指令 ϕ_{out} とする。

4 シミュレーション

第2, 3章で述べた、自動走行システムの有効性を確認するために Matlab を用いて、コンピュータ上でシミュレーションを行った。

4.1 シミュレーション条件

四輪車の仕様は、縦 2.6m, 横 1.7m, 最大操舵角約 28.6deg, 最大速度 4m/s とし、シミュレーションの条件は、初期位置から S 字を抜け目的地へと到達することとする。表に、通過点指示を示す。

表 1: 通過点指示

地点	通過点指示 (x, y, θ, v)
初期位置	(-15.0m, -15.0m, 90deg, 0m/s)
通過点 1	(-7.0m, -2.5m, 0deg, 4m/s)
通過点 2	(2.0m, 3.0m, 0deg, 4m/s)
目的地	(15.0m, 15.0m, 90deg, 0m/s)

4.2 シミュレーション結果

通過点の近くにある程度到達した際に、通過点目標を更新し次の通過点へ滑らかに走行を行っていることが確認できる。

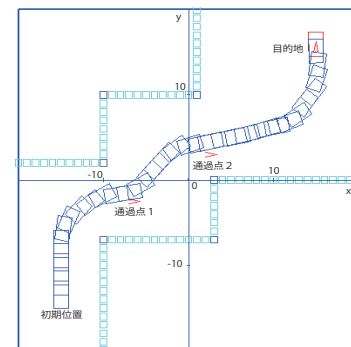


Fig. 4: シミュレーション実行結果

5 結論

本論文では、ファジィ目標を用いることで、通過点の近傍を通過し滑らかに目的地に到達させることができる四輪車の自動走行システムを構築した。また、シミュレーション実験を通してファジィ目標を用いた自動走行システムが有効であることを確認した。

参考文献

- [1] 安信誠二, 「ファジィ工学」, 昭晃堂, 1991.

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

齋藤 光希

電話: 029-853-6186

E-mail: saitou_ics@edu.esys.tsukuba.ac.jp