**３．ファジィ制御によるモーターカーの障害物回避問題への応用**

研究者 　　鮎川秀平

指導教員　　岸田一也

**1　はじめに**

　ファジィ推論は定性的であいまいな表現を定量的に扱うことを目的としている．ファジィ推論を用いた制御をファジィ制御という．

　本研究では，ファジィ制御の有用性を確認するため，ファジィ制御システムを搭載したモーターカー（以下，走行車と称する）を製作し，障害物回避実験を行い，ファジィ制御の有用性を確認する．

**2　準備**

**2.1　ファジィ理論の概要**

　ファジィ（fuzzy）理論は1965年にカリフォルニア大学のL．A．ザデー（Zadeh）教授によって提唱された．ファジィ理論では，人間の言語の曖昧さをファジィ集合として扱う．ファジィ集合は図1に示すように，メンバシップ関数により定義され，ファジィ集合を用いた推論をファジィ推論という．



図1 「冷たい」を表すファジィ集合

**2.2簡略ファジィ推論**

簡略ファジィ推論では後件部に実数値を用いるので，重心計算が容易にできる．入力を,…,とし，出力をとすると，推論ルールは次式となる．

Rule  : If is and…and is  then  is 　　　　　　　　　　　　　(2.1)

ここで，は前件部のメンバシップ関数，は後件部実数値を表す．推論ルールの適合度は次式のような積演算で計算される．

= ()・…・()　(2.2)

次に，それぞれの推論ルールにおいて適合度と後件部の実数値を掛け合わせ，各推論ルールの出力求める．そして，それらの出力の重み付き平均をとることによりファジィ推論の出力とする．出力は次式で得られる．

　　　　　　　　　（2.3）

**3　ファジィ制御を用いた走行車の制御**

**3.1ファジィ制御システム**

走行車（図2参照）をファジィ制御により自動走行させるために，図3に示すマルチファジィ制御システムを考える．システムにはファジイ推論のブロックが2つ配置されており，ファジィ推論1では障害物回避のための推論を行い，ファジィ推論2ではデジタルコンパスを用いた進行方向の修正に関する推論を行う．ファジィ推論１への入力は走行車前方に取り付けられた測距センサのうち，中央の測距センサ２の値と左右に取り付けられたセンサの差分値（センサ3－センサ１）とする．ファジィ推論2への入力は，デジタルコンパスからの値する．

　比較ブロックでは，ファジィ推論1，2から出される出力1，2を比較する．障害物の回避行動中は出力1が優先され，それ以外では進行方向の制御のために出力2が優先され，ファジィ制御システムからの出力となる．走行車は，ファジィ制御システムからの出力によりハンドル（サーボモータ）を制御し，障害物回避および進行方向の修正を行う．

　なお，ファジィ制御システムは走行車本体に実装しており，測距センサなどからの入力，推論結果などを無線でPCに送信し，画面上に出力する．

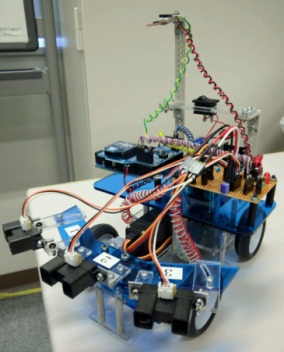


図2 ファジィ制御で走行する走行車



図3 マルチファジィ制御システム

**3.2 走行車の障害物回避実験と考察**

①車体前方の測距センサの角度に関する実験

まず，従来のファジィ制御システムを用いて，走行車が研究者のイメージ通り回避行動を行うのに最適な測距センサの配置に関する実験を行った．角度の設定は図4に示すとおりである．



図4 車体前方の測距センサの角度の設定



を±15°，±20°，±25°に設定して走行実験を行った結果，図5に示すようなイメージとなった．



図5 測距センサの角度の変化による回避行動

　実験の結果から，を±20°に設定して走行させた場合の回避行動が最も研究者のイメージに近かったため，測距センサの角度は±20°とした．

②ファジィ制御による障害物回避実験

　ファジィ制御によって走行車を制御し障害物回避の実験を行った．実験は図6に示すように，走行車前方の障害物を，測距センサ（角度は±20°で配置）で検知し，障害物を回避する．その後は，デジタルコンパスからの信号をもとに進行方向を修正するというものである．実験はデジタルコンパスが周りの磁界の影響を受けないように大講義室で行った．



図6 走行実験の概略

　今回構築したファジィ推論1のメンバシップ関数を図7，出力結果を図8に示す．図7において，後件部の値が90°のとき走行車は直進し，90°より大きいときは右に，小さいときは左にハンドルを切って進む．



図7 ファジィ推論1で用いたメンバシップ関数

図8 ファジィ推論1の出力結果

　実験では，走行車はファジィ制御により障害物を回避し，その後デジタルコンパスからの信号をもとに初期の進路へ方向を修正して進むことが確認できた．

**４　まとめ**

　本研究ではファジィ制御の有用性を確認するためファジィ制御を用いた走行車を製作した．障害物回避実験の結果として走行車は障害物の回避に成功し，回避後は進行方向の修正に成功した．今回の研究でファジィ制御の有用性について確認することができた．