

B2-02 全方位ビジョンを有する自律移動ロボットの階層型ファジィ行動制御

藤井 恭子 (指導教官: 前田 陽一郎 助教授)

福井大学 工学部 知能システム工学科

1 緒言

近年、ファジィ理論により従来の集合論では表現が難しい曖昧な概念を定量的に取り扱うことができるようになり、人間の知能とロボットの情報処理を大幅に接近させるに至っている。その中でもファジィ推論は従来のプロダクションルールに比べ、人間の直感でルールを記述させることが可能なため、より人間に近い柔軟な知識情報処理の構築に幅広く利用されている。

ファジィ推論を応用した多くのシステム的设计手順は、システムの操作者の経験を基に適当なファジィルールを与え、その結果からルールの追加、修正、削除を試行錯誤的に行うことが多い。細部にわたって最適なルールとなるようにチューニングを行うことは困難であると同時に、莫大な時間を必要とする。このような問題の解決法として従来ではファジィ推論に自己学習能力をもたせる手法が用いられてきた。しかし、それらの方法では入力変数の増加に伴うメンバシップ関数の数やルール数の急激な増加は避けられない問題となる。

そこで本研究では行動単位のパジィルールを統合する上位のファジィルールを有する階層型ファジィ行動制御を提案する。ここでは RoboCup 中型ロボットリーグ [2] を対象とした全方位ビジョン (360 度のパノラマ画像が取得できるカメラ) を搭載したサッカーロボットを対象とする。また、自作した自律移動ロボットを用いた行動制御実験を行い、提案した手法の有効性を検証したので、その実験結果についても報告する。

2 階層型ファジィ行動制御

複雑な環境下でロボットに最適な行動をとらせるためのルールを作成することは容易ではない。しかし、ロボットに適用する複雑な行動タスクの多くはいくつかのサブタスクに分解できることが多い。そこで、本研究ではロボットの行動をいくつかのサブタスクに分け、個々の行動決定ファジィルールを作成し、それらのルールを重み付けする上位の行動選択ファジィルールにより統合する階層型ファジィ行動制御を提案する。

本研究では今回設計・製作した二輪独立駆動型自律移動ロボットを用いて障害物の回避、ドリブルとシュートのためのボール回り込みのファジィルールを作成し、それらのファジィルールを統合することによりボールをゴールにシュートするサッカー行動制御のためのファジィルールを記述する。



図 1. 自作した自律移動ロボットの概観

センサは全方位ビジョンを使用し、周りに存在する障害物の距離と方位、ボールの距離と方位、ゴールの方位を計測する。行動決定ファジィルールは、これらの値を入力とし、ロボットの指令値となる操舵角と速度を出力する。そして行動選択ファジィルールにより、それらの出力の重み付けを行い、最終的な操舵角と速度を出力する。今回対象としたサッカーにおける行動制御のための階層型ファジィ行動制御の構成を図 2 に示す。

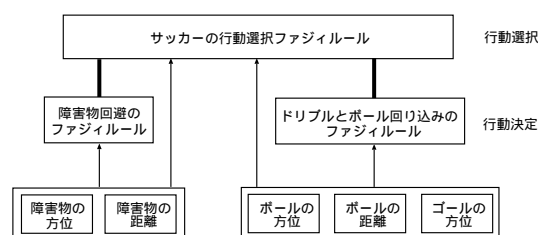


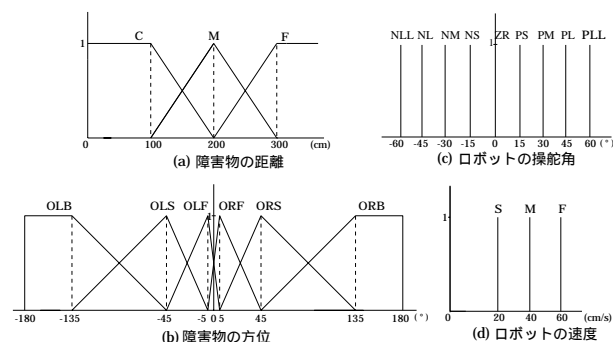
図 2. 階層型ファジィ行動制御

2.1 行動決定ファジィルール

行動決定のファジィルールである障害物回避、ドリブルとボール回り込みのルールを、簡略化ファジィ推論で記述したものを以下に示す。

2.1.1 障害物回避のファジィルール

障害物回避のファジィルールは、障害物 (敵や味方のロボットなど) に対して、衝突回避を行うファジィルールである。図 3 において前件部は、全方位ビジョンにより計測される障害物の距離と方位で、後件部シングルTONはロボットへの指令値となる操舵角と速度を示す。



(e) ファジィルール (表中の出力は "操舵角 / 速度" を示す)

方位 距離	OLB	OLS	OLF	ORF	ORS	ORB
C	PM / M	PL / M	PLL / F	NLL / F	NL / M	NM / M
M	PS / M	PM / S	PL / M	NL / M	NM / S	NS / M
F	ZR / S	PS / S	PM / M	NM / M	NS / S	ZR / S

図 3. 障害物回避のファジィルール

2.1.2 ドリブルとボール回り込みファジィルール

サッカーにおけるシュートのためのドリブルとボール回り込みのファジィルールは、ボールとゴールがロボットの正面に見えるように回り込むルールである。図4において前件部は全方位ビジョンより計測されるボールの距離と方位およびゴールの方位で、後件部シングルTONはロボットの操舵角と速度を示す。

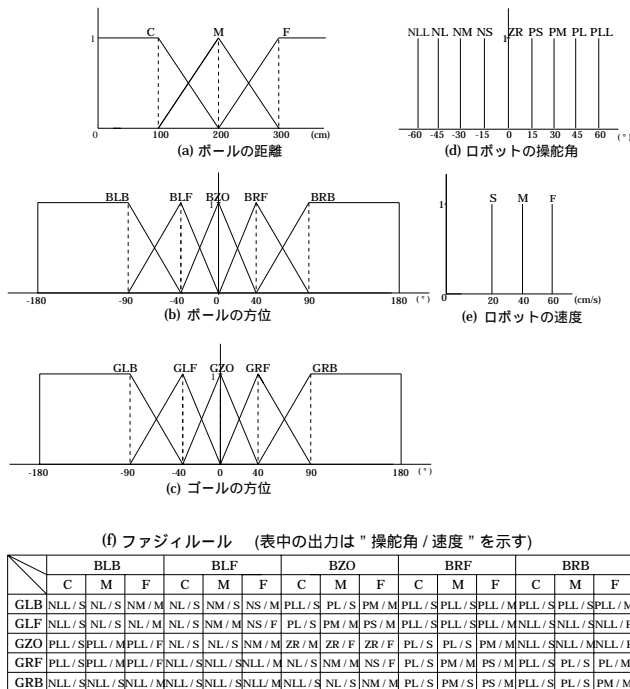


図4. ドリブルとボール回り込みファジィルール

2.2 行動選択ファジィルール

行動選択ファジィルールは、前述の行動決定ファジィルールの出力を重み付けすることにより統合するファジィルールである。図5において前件部は、全方位ビジョンより計測されるボールまでの距離と障害物までの距離で、後件部シングルTONは障害物回避の重みを示す。よってドリブルとボール回り込みの行動の重みは $(1 - \text{重み})$ となる。

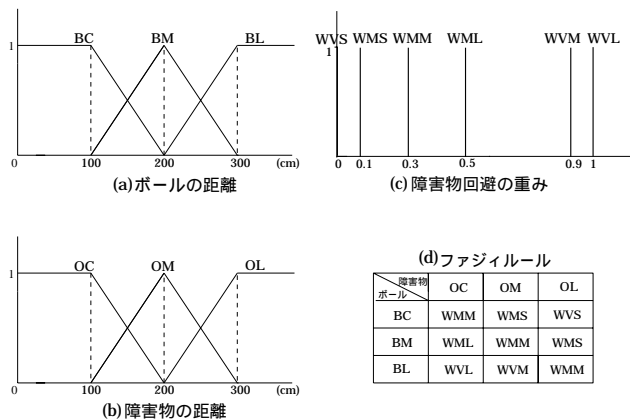


図5. 行動選択ファジィルール

3 サッカーロボットのシュート実験

自作した自律移動ロボットに本研究で提案した階層型ファジィ行動制御を搭載し、RoboCup 中型ロボットリーグのフィールド (250cm x 400cm のハーフコート) の環境下でサッカーのシュート実験を行った。実験結果を図6に示す。

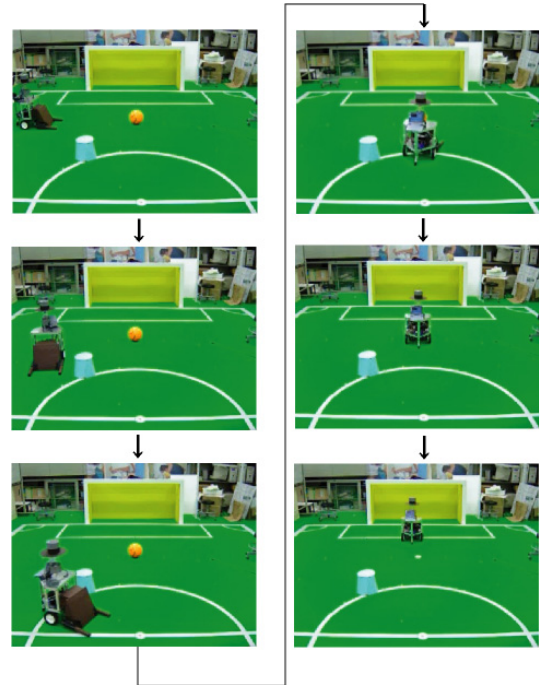


図6. シュート実験の様子

図よりロボットが障害物回避とボール回り込みという対照的な二つの行動の重み付けを、状況に応じて調整する行動を実現することができた。障害物回避とボール回り込みという異なるタスクを同時に満たすルールを作成するのは一般に容易ではないが、本手法を用いて個別に検証したファジィルールとそれらを統合するファジィルールを記述することにより、比較的容易に複雑な行動を実現することがわかった。

4 結言

本研究では、サッカーロボットを用いて障害物回避、ドリブルとシュートのための回り込みの行動をファジィルールで作成し、それらを上位のファジィルールで統合するという階層型ファジィ行動制御を提案した。提案した手法を用いてサッカーのシュート実験を行い、その有効性を検証した。

今後の課題として、実際の RoboCup 中型ロボットリーグの動的な環境下において、より複雑な戦略を含む行動を実現することが挙げられる。

参考文献

- [1] 清水 渉, 前田 陽一郎: "マルチ全方位ビジョンを用いた自律移動ロボットのファジィナビゲーション", 第19回ファジィシステムシンポジウム, pp.577-578 (2003)
- [2] 高橋 泰岳: "ロボカップ: 中型ロボットリーグ", 日本ファジィ学会誌, Vol.14, No.6, pp.562-568 (2002)