

遺伝的アルゴリズムを用いたファジイ意思決定に基づく
交渉シミュレーションシステム

2E-2

松村 幸輝 村井 保之
(産能大学経営情報学部)

1. はじめに

本研究は、グループ意思決定の一例である交渉において、交渉の当事者である複数の意思決定者を支援することを目的とする。この場合の交渉規則は、効用理論で表現される意思決定過程を考慮し、効用関数を修正することにより譲歩するという交渉モデルに基づく⁽¹⁾。

今回は、交渉者双方が納得しうる妥協点の探索方法として、遺伝的アルゴリズム⁽²⁾を用いたファジイ意思決定に基づくシミュレーション手法を提案する。この方法は、多段決定問題において、意思決定の対象の複数の属性に対して各交渉者の固執の度合いを考慮し、相手の交渉者の動きに応じて譲歩するという、妥協点探索を可能にすることを特徴とする。これは人間のあいまいな行動を模倣したもので、ファジイ制御の基本となる種々のルールテーブルとメンバシップ関数を仮定し、これらを遺伝的アルゴリズムによって妥協点の探索と最適ルールを導くものである。

2. ファジイ意思決定

2.1 メンバシップ関数

メンバシップ関数は、譲歩量をグレードとし、ラベルとして「譲歩量が多い」「譲歩量の中」「譲歩量が少ない」の3関数を入力関数および出力関数とした(図1)。入力は、相手の譲歩量および自分の属性に対する重み(固執の度合い)とし、出力は自分の譲歩量とした。

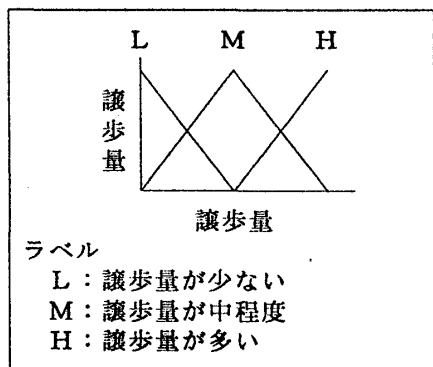


図1 メンバシップ関数

2.2 ルールのチューニング

ファジイ制御では最適な制御を行うために、メンバシップ関数とルールのチューニングが必要である。本システムでは、メンバシップ関数は固定とし、ルールのチューニングに遺伝的アルゴリズムを適用した。

ルールは実際の交渉過程での最適な交渉方法を抽出しルール化する方法もあるが、交渉過程は複雑であり現実の交渉過程から最適な交渉方法を抽出し一般化することは難しいため、本システムでは、遺伝的アルゴリズムを用いて最適なルールを探索する方法を用いた。

3. 遺伝的アルゴリズム

3.1 遺伝子型表現

ルール後件部のメンバシップ関数を組み合わせ、遺伝子とする。なお、各遺伝子の要素はラベルをそれぞれ0,1,2の数字に変換し、9桁の個体で表現した(図2)。これによって生成される親個体群は全部で19683通りとなった。

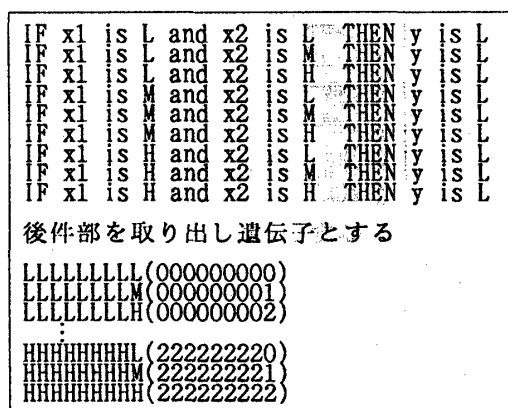


図2 遺伝子型表現

3.3 適応度の設定

妥協点探索に先立って、全個体の適応度を以下のように設定する。まず、各ルールでの交渉シミュレーションの結果に基づき、式(1)で示すように、各交渉者*i*の各属性*j*に対する交渉開始時の重み(w_{ij})と交渉終了時の重み(w'_{ij})の差の平方の和の平方根 D_i を算出する。

$$D_i = \sqrt{\sum_{j=1}^4 (w_{ij} - w'_{ij})^2} \dots (1)$$

ここで、 D_i が少ないほど、互いに納得できる交渉結果であるものと仮定できる。そして、この式を用いて、各個体の適応度*F*を式(2)に示すように設定する。

Negotiation Simulation System Based on Fuzzy Decision Making Utilizing Genetic Algorithms
K. Matsumura, Y. Murai
Sanno College
1573 Kamikasuya, Isehara, Kanagawa, Japan

$$F = 1 - |(D_1 - D_2)| \dots (2)$$

なお、妥協点探索のためのシミュレーションは選好順序が1位となった対象の各交渉者の効用値の差が0.001未満になったとき探索を終了するものとした。

3.4 遺伝操作

遺伝操作は次の順序で行った。(1)親個体群からランダムに所定の数の個体を選択し初期集団とする。(2)前節で述べた手続きによって各個体の適応度を算出する。(3)最適者規則に従い増殖淘汰を行う。この場合、適応度順に個体を並べ替え、その上位20%を下位20%に複製した。(4)集団から乱数により任意の2個体を抽出し、交叉を行う。ここでは、遺伝子の任意の一点を交叉点とし、残りの部分を相互に交換した。(5)乱数により選ばれた任意の個体に対し任意の一桁を0,1,2の乱数を発生させ突然変異を起こさせる。なお、遺伝子は0,1,2の全ての組み合わせであり、交叉や突然変異によって遺伝子が条件を外れることはない。

このようにして作られた第二世代は、淘汰されたことにより第一世代より全体的に適応度が高い集団へと進化する。この操作を繰り返し行い、適応度が設定値(全数探索で最大の適応度となった値(0.9043))以上になるまで繰り返すことによって最適解を探索する。

4. シミュレーションの実行

交渉例として、共同で10種類の自動車の中から1台を選択する場合を考える。上述の方法によるシミュレーションの一例を図3に示す。同図は、選好順序が1位から3位までになった対象の効用値の変化を示しており、結果として Opel Record が最も適当な購買対象となる妥協案であることを示している。

この結果は、初期集団の個体数を200、交叉の割合を10%、突然変異率を5%としてシミュレーションを行ったもので、この場合探索回数は7回で収束した。遺伝的アルゴリズムを用いないで最適ルールを見つけるためには全個体数(19683)だけの回数の探索が必要であるが、このように遺伝的アルゴ

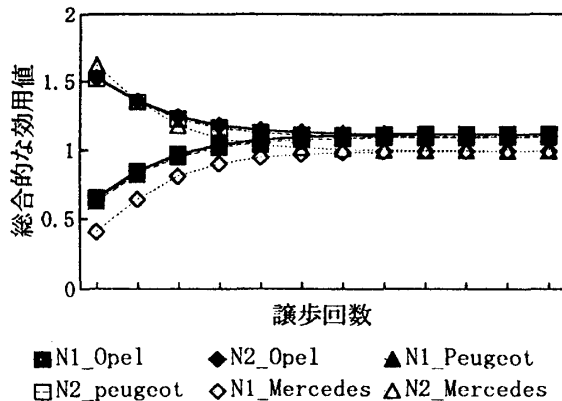


図3 譲歩過程での効用値の変化

リズムを用いた探索では探索回数を大きく低減させることができる。しかも、上の手順で得られた最適ルールは、遺伝的アルゴリズムを用いないで全ルールを対象にして得られた最適ルール((0020 22000)等)と合致しており、この最適ルール検出の方法が有用であることが示唆される。

次に、突然変異率を変化させて探索を行った場合の探索回数の変化を図4に示す。突然変異率が高くなると、集団内に新たに有効な個体が多く発生するため探索回数が少なくなり探索効率が高くなる。また、初期集団の個体数を変化させた場合の結果を図5に示す。この場合も個体数が増加すると遺伝子の多様性が高くなるので、探索回数が減少する。なお、対象となる個体数の割合が全体の1%(200個)でも10回以下の探索回数で終了しており遺伝子の総数が増えた場合でも適応が可能であると思われる。

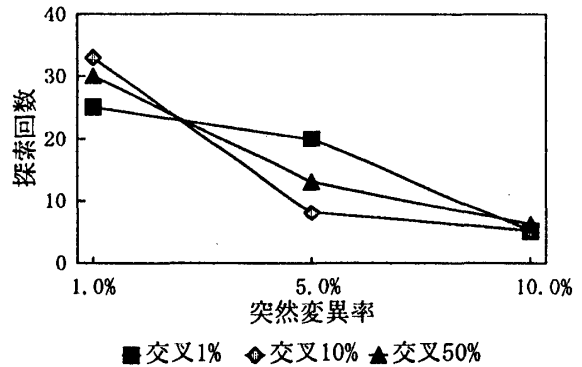


図4 探索回数と突然変異率、交叉率の関係

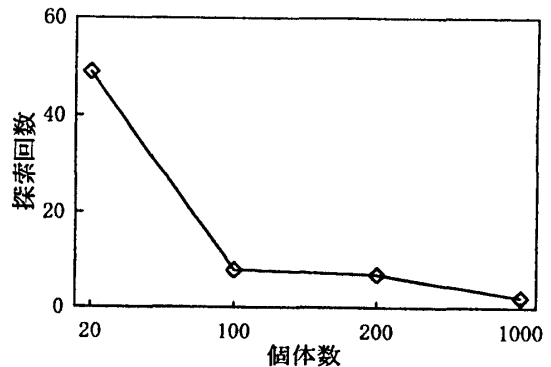


図5 探索回数と個体数の関係
突然変異率10%、交叉の割合50%

5. おわりに

以上、遺伝的アルゴリズムを用いたファジイ意思決定に基づく交渉シミュレーションシステムについて検討した。その結果、この方法は、多くのルールの組み合わせの中から最適なものを効率よく探索することが可能であるものと思われた。

参考文献

- (1)松村,電学論,114-C,6,681(1994).
- (2)松村,電学論,116-C,5(1996),印刷中.