

遺伝的アルゴリズムによる交渉支援システムの構築

7S-7

松村 幸輝 吉田 俊朗
産能大学経営情報学部

1. はじめに

価値観は異なるが共通の目的を持ったグループ構成員の合意を得る場合の交渉において、各交渉者の意思決定過程は多次元効用理論を用いてモデル化することができ、また効用関数の修正に基づいて譲歩がなされるということが示される⁽¹⁾。

⁽²⁾。今回、組合せ最適化問題の発見的解法のひとつである遺伝的アルゴリズム⁽³⁾（以下GA）を用いて効用関数を修正し、より合理的な譲歩点を探索する方法を試みた。

2. 遺伝操作による交渉モデル

2.1 遺伝操作

GAによる問題解法は、集団（解の集合）の要素として与えられたclassifierが、(1)淘汰・増殖、(2)交差、(3)突然変異等の遺伝操作を繰り返すことにより、適合度の高いclassifierを得て、最適解を見出すことに基づいている。

classifierは、1組の、 $C = \langle \text{condition} \rangle : \langle \text{message} \rangle$ で表され、その要素である現在の状態 $\langle \text{condition} \rangle$ から、次の状態である $\langle \text{message} \rangle$ に情報を受け渡し、さらにそれを繰り返すといった操作によって探索を行うものである。

2.2 譲歩曲線と適合度

解の探索は、交渉者がともに最も離れた状態（初期状態を示すconditionが両極端にある状態としている）から開始し、両者のmessageが等しくなるclassifierが出現したとき終了し、交渉の譲歩案が提示されることとする。この場合初期のclassifierから探索終了に出現したclassifierまでの一連のclassifierを繋合わせることで交渉過程を知ることができる。ここではこの一連のclassifierの集合を譲歩曲線と呼ぶ。このようにして譲歩曲線を描きながら譲歩していくが、ひとつのclassifierから次のclassifierに移る条件として、messageが次のconditionとなるclassifierのうち最も適合度の高いclassifierを選ぶことを規則とする。

ここで交渉問題の場合、classifierの適合度は、

そのclassifierが譲歩において有効に寄与する割合を表すものとし、譲歩曲線上に出現する回数で定義する。ここでは、各属性について譲歩点となる可能性の高いレベル（基準となる譲歩点という）を交渉者双方のmessageとして予め求めておき、このレベルに達する譲歩曲線に寄与するclassifierの出現回数をその初期の適合度として考える。

この適合度の設定において、基準となる譲歩点を次に示すような方法で求める。まず、各交渉者iの各属性jに対する重み w_{ij} を次式を用いて算出する。なお $u_{ij}(n)$ は各属性に対する効用関数、 $u_i(n)$ は総合的な効用関数⁽²⁾で、hは意思決定の対象の個数である。

$$w_{ij} = \frac{\sum_{n=1}^h u_{ij}(n)}{\sum_{n=1}^h u_i(n)} \quad \dots (1)$$

次に、交渉者1と交渉者2の開始レベル（最も離れた状態）をそれぞれ0および1とし、各属性について各交渉者の重みを用いてレベルを内分する点 ω_j を求める。

$$\omega_j = 1 - w_{1j} / \sum_{i=1}^2 w_{ij} \quad \dots (2)$$

これより、座標 $(\omega_j, 0)$, $(0, 0)$, $(1, 0)$ を頂点とする三角形で表される重み関数を作成する。これは、属性に対する重みが大きい交渉者側に基準となる譲歩点が設定される確率が高くなることを意味する。これを用いて重みを累積した結果を図1に示す。同図から、一様に発生させた乱数（縦軸）に対応した0から1までの値（横軸）の基準となる譲歩点のレベル β_j が得られる。そして、この値を予め設定している整数値で表されるコードに変換し、classifierの要素とする。

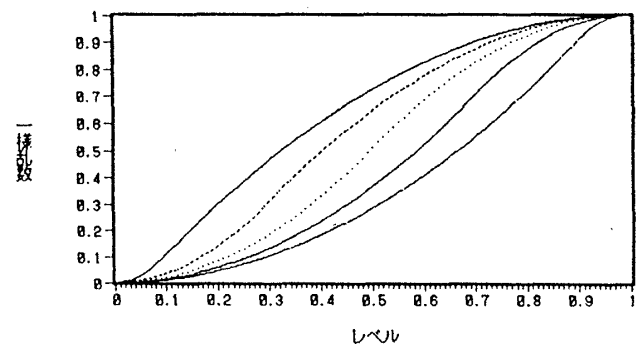


図1 基準となる譲歩点を求めるための確率分布

Structuring of a Negotiation Support System Utilizing Genetic Algorithms
K.Matsumura,T.Yoshida (Sanno College)

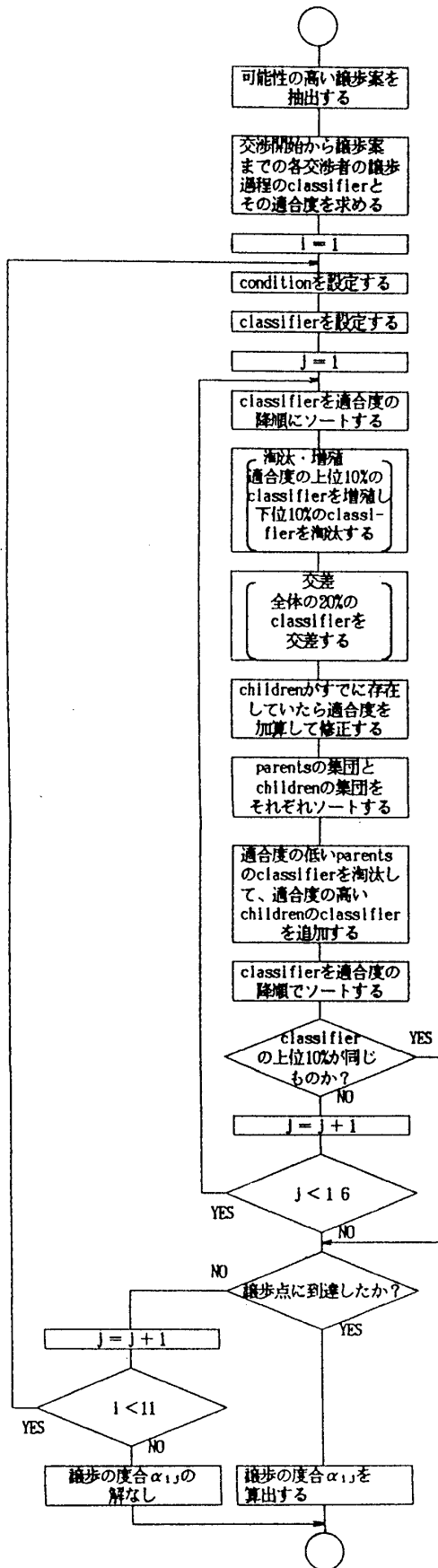


図2 譲歩案の探索手続き

2. 3 譲歩案の探索手続き

以上のようにして得られた初期集団（初期の classifier の集合）を基にして、遺伝操作によって譲歩案を探索する。その手続きを図2に示す。

3. シミュレーションの実行

3. 1 手続き

上述した交渉規則に基づいてシミュレーションを実行する。まず、効用関数の値を計算した結果、効用が最大となる車種が交渉者双方で一致して購入希望の車が同じになった場合は、直ちに交渉が成立する。一致しない場合は、上述の遺伝操作によって譲歩案としての解を探索する。シミュレーションが収束して解となる譲歩点のレベルの組合せが見い出せたときは、この値を用いて各交渉者の効用関数の係数を修正し、効用関数の値を計算する。そして、総合的な効用の値が最大となる対象を譲歩案として出力する。

3. 2 実行結果

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⁽²⁾を考える。上述の方法でシミュレーションした結果を図3に示す。同図は、譲歩案としてMercedes 230 が最も適当な購買対象であることを示している。なお、前回の方式によるシミュレーション結果による譲歩案は Opel Record となった⁽²⁾が、今回の結果ではこの車の効用は2番目となっており、ほぼ近い結果となっていることがわかる。

Mercedes 230	.13	.406667	0	.276667
Opel Record	.126667	.343333	.07	.26
Peugeot 505	.15	.33	.07	.243333
Citroen CX	.1	.353333	.03	.27
BMW 520	.04	.326667	.02	.283333
Volvo 244	3.33333E-03	.39	.05	.126667
Citroen Visa	.286667	6.33333E-02	.11	.11
Citroen Dyane	.313333	8.33333E-02	.13	0
Peugeot 104	.23	0	.1	.19
VW Golf	.17	.123333	.09	.133333

図3 シミュレーション結果

4. おわりに

以上、遺伝的アルゴリズムを用いた交渉支援システムについて検討した。このシステムは、交渉での譲歩案を遺伝操作に基づいたシミュレーション手法によって求め、交渉を支援するものである。その結果、ある程度合理的な譲歩案を得ることができ、交渉支援システムとして有用と思われる。

(1)M.Jarke et al.,European Journal of Operational Research,31,314(1987).

(2)松村 他,日本シミュレーション&ゲーミング学会第5回全国大会講演論文,157(1993).

(3)S.Matwin et al.,IEEE Transactions on Systems,Man,and Cybernetics,21,1,102(1991).