

遺伝的アルゴリズムによる人工社会の進化

眞坂友子†

烏 云†

狩野均‡

筑波大学 情報学類† 筑波大学 システム情報工学研究科† 筑波大学 電子・情報工学系‡

1. はじめに

エージェントシミュレーションを用いて人工社会を生成し、組織構造や社会現象を解明しようという試みがなされている[1, 2, 3]。これらは、限られた範囲のルールに従って、人工的な環境の中で活動するエージェントの相互作用から社会構造を作り出すというものである[1]。

本稿では、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms : GA) を用いて、ユーザが要求するような人工社会を創発するためのルールの適用順序を進化的に獲得する方法を提案する[4]。

2. 本手法の基本方針

マルチエージェントモデルを用いて社会現象を生成するシミュレーションは、局所的なルールから大域的な社会現象を創発することを目的としている。これに対して、本研究ではユーザの理想とする社会を生成するためのルールを獲得することを目的とする。

このため本研究では以下の基本方針に従って人工社会の進化を行う。

- (1) 二次元空間に視力・代謝率・財産(食糧の蓄積量)・年齢を持つエージェントで構成される人工社会を生成する。
- (2) 社会の人口が一定数を超え、生まれたときよりも多くの財産を持ち、エージェントの財産の最小値がある値以上となる社会を「よい社会」と定義する。
- (3) よい社会を実現するためのエージェントの行動ルールの適応順序を GA によって探索する。

3. 提案する手法

3.1. エージェント

ここでエージェントとは人工社会に住む人々

のことである。各エージェントは内部状態と行動ルールをもち、二次元空間上を行動する。この空間には再生可能な食糧が配置されている。食糧は砂糖とスパイスの2種類が存在する(図1)。

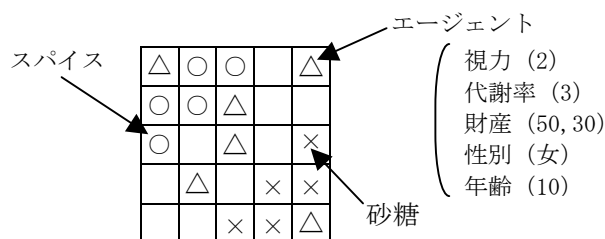


図1 エージェントの配置例

(1) 内部状態

エージェントの内部状態は表1のように、視力、代謝率、財産、性別、年齢で表される。これらは、各エージェント固有の値である。

(2) エージェントの行動ルール

エージェントの移動、収穫、取引、交配の4つの行動ルールを表2に示す。移動、収穫は空間とエージェント間で相互に作用し、取引、交配はエージェント間で相互に作用する。

表1 エージェントの内部状態

視力	格子の直行4方向(東, 西, 南, 北)について、視力分だけ先を見渡すことができる
代謝率	期間ごとに燃焼する食糧の量
財産	エージェントの蓄積する食糧の量
性別	男 または 女
年齢	1期間ごとに1歳とする

表2 エージェントの行動ルール

移動	視力の届く範囲内で最も自分が長く生き延びられるところに移動する
収穫	その場の食糧をすべて財産として蓄える
取引	近隣と砂糖とスパイスを交換する
交配	交配条件を満たす場合、近隣と交配して子孫を残す

Evolution of Artificial Society using Genetic Algorithm

† Yuuko Masaka, † Wu Yun ‡ Hitoshi Kanoh

† College of Information Sciences, University of Tsukuba

† Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

‡ Institute of Information Sciences and Electronics, University of Tsukuba

3.2. GAによる人工社会生成と適応度関数

(1) アルゴリズム

本手法のアルゴリズムを図2に示す。図2において、人工社会の生成の前半は1期間ごとに表2の4つのルールすべてを適用し、後半は染色体のルール順に従って行動するものとする。

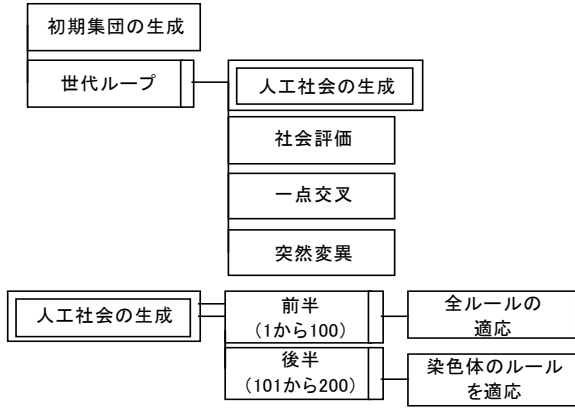


図2 アルゴリズム

(2) コード化

本手法では1つの社会をGAの1つの個体で表現する。また、ルールの適応順序を染色体として図3のようにコード化する。



図3 染色体のコード化

(3) 適応度関数

適応度関数 F は次式で計算する。

$$F = f_1(\text{Min}) + f_2(\Delta S) + f_3(N)$$

Min : エージェントの最小財産

ΔS : 初期財産と現在量における差の平均

N : 生きているエージェントの数

f_1, f_2, f_3 は図4に示すとおりである。

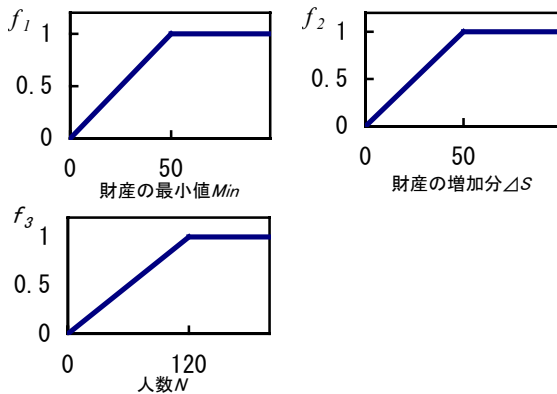


図4 適応度関数

4. 評価実験

4.1. 実験方法

エージェントの活動範囲を 50×50 セルとし、そこにエージェントをランダムに400個配置した。染色体の長さは、 $4 \times 100 = 400$ ルールとする。個体はランダムに生成した50個体に対して100世代探索した。GAの遺伝的操作は、交叉を一点交叉、選択をルーレット戦略とエリート保存戦略の併用とした。

4.2. 実験結果

初期集団中で適応度が中間値をとる個体(初期世代)と最終世代におけるエリート個体(最終世代)を比較した。表3から最終世代ではすべての指標が進化していることがわかる。また、表4から最終世代では収穫ルールの比率が高くなっていることがわかる。これより、ユーザが理想とする社会を実現するためには、収穫にやや力を入れて行うことが良いと考えられる。

表3 人工社会の評価指標の進化

	Min	ΔS	N
初期世代	32	6	108
最終世代	40	49	122
目標値	50	50	120

表4 ルールの適用比率の進化(%)

	移動(0)	収穫(1)	取引(2)	交配(3)
初期世代	25.75	25.5	24.0	24.75
最終世代	25.5	28.75	23.5	22.25

5. おわりに

本稿では、GAを用いてユーザの理想とする人工社会を創発する方法を提案した。今後はエージェントのルールの改良と時系列データの評価方法の検討を実地する予定である。

参考文献

- [1] Joshua M Epstein, Robert Axtell 著, "人工社会—複雑系とマルチエージェント・シミュレーション", 共立出版, 1999.
- [2] 山影進, 服部正太編, "コンピュータのなかの人工社会", 共立出版, 2002.
- [3] 倉橋 節也, 寺野 隆雄, "エージェントシミュレーションによる共同分配モデル", 電子情報通信学会論文誌, vol. J84-D-I, No. 8, pp1160-pp1168, 2001.
- [4] 奥野智江, 鈴木里珠, 狩野均, 加藤伸子, "セルオートマトンとGAを用いた仮想都市の時系列的生成手法", 人工知能学会論文誌, vol. 16, No. 1M, pp111-119, 2001.