

卒業論文

行動決定における
心理的パラメータ導入の提案

指導教官 野村 由司彦 教授

平成 11 年度

三重大学工学部機械工学科メカトロニクス研究室

中山 功一

目次

第1章	はじめに	4
第2章	シミュレーションモデル	5
2・1	フィールド	
2・2	エージェント	
2・3	生存のルール	
2・4	結果判定	
第3章	エージェントの行動規範アルゴリズム	12
3・1	エージェントの状態認識	
3・2	エージェントの行動規範	
第4章	心理的パラメータの導入	14
4・1	心理的パラメータの定義	
4・2	心理的パラメータの必要性の仮定とその検証	
4・2・1	状態の簡略化	
4・2・1・1	状態簡略化の必要性	
4・2・1・2	心理的パラメータの設定	
4・2・2	認識器官の省略	
4・2・2・1	認識器官省略の必要性	
4・2・2・2	心理的パラメータの設定	
4・2・3	気まぐれな行動	

- 4・2・3・1 気まぐれ行動の必要性
- 4・2・3・2 心理的パラメータの設定

第5章	シミュレーション	20
5・1	基本16分割最適戦略	
5・2	基本8分割最適戦略	
5・3	基本4分割最適戦略	
5・4	基本4分割気まぐれ戦略	
5・5	基本4分割二重最適戦略	
5・6	快適度・欲求比4分割最適戦略	
5・7	不足度8分割最適戦略	
5・8	完全気まぐれ戦略	
5・9	まとめ	
第6章	----- 考察	36
第7章	おわりに	38

参考文献

謝辞

第1章 はじめに

ロボットやコンピュータと人が接する機会が増えた近年,人との親和性や,より人間らしい振る舞いを目指す研究がさかんに行われている.なかでも人に近づける工夫として,感情を表現するインターフェイスが注目をあびている.しかし,そのような研究の多くは人間に対してどのように感情を表現するかに注目しており,ロボット同士のかかわりにおける感情の役割や,学習や行動決定そのものに対する感情の有効性を研究したものは見あたらない.しかし人をはじめとする多くの高等動物が感情を持っていることから,生存する上で感情が有効であった可能性がある.また、動物に限らずロボット同士の関わりにおいても感情がどのような役割を果たすのかという問題は非常に注目される.

そこで本研究では,ロボットやコンピュータ同士の関わりにおける感情の役割を検証する前段階として,感情を構成する心理システムにおいて有効であると思われる,新しい感情的パラメータを作成する.ここでは,他のロボット,コンピュータなど関わりあう全てを,ある種の環境であると定義し,自律判断を行う場合の感情的パラメータを設定し,その有効性を検証する.

第2章 シミュレーションモデル

複数のエージェントを仮想フィールドにおいて生存競争させる。エージェントは生存するために **Foods** と **Water** が必要であり、シミュレート中、エージェントは移動するためのコマンド “**Move**” や、食事に相当するコマンド “**Eat**” などを選択することができる。また、それらのコマンド(行動)は状況に応じて自由に選ぶことができる。どういう状態においてどの行動を選択するかが、生存するために重要である。最も生存に適した行動パターンと、その探索方法を調べる中で、エージェントに対する感情の効果的な導入を検証する。なお、感情については後に詳しく定義する。

以下では、シミュレーションモデルについて定義する。

2.1 フィールド

フィールドは、複数の Cell からなり、Cell の合計数は 1600 である。

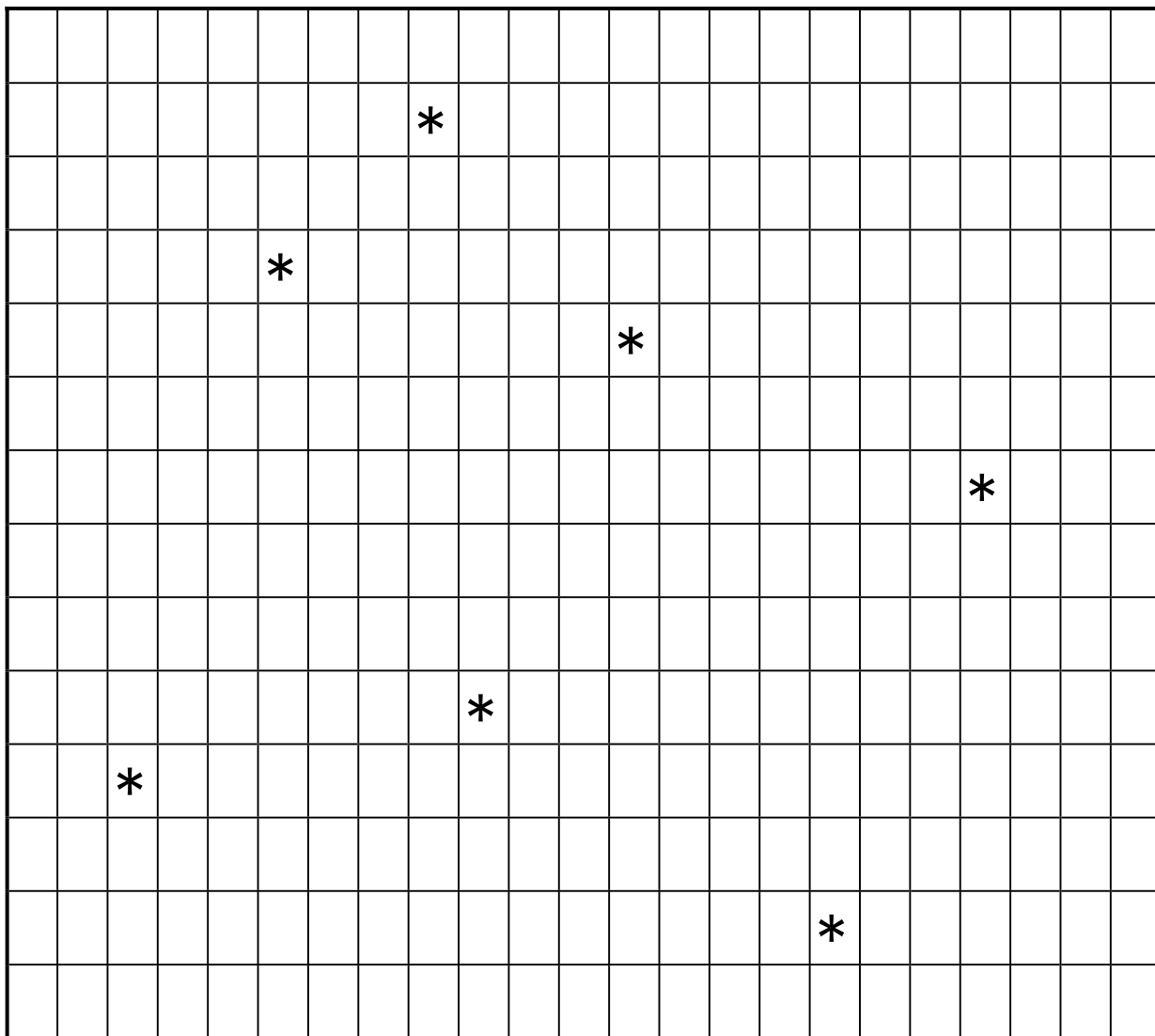


図 1 フィールドの概念図 (*はエージェントを示す)

システムは“単位時間”で表される離散時間を持つ。各 Cell ($i = 0 \sim 1599$) 内には, Foods $FF_i(t)$ と Water $FW_i(t)$ がそれぞれ存在し, その量を示す値は初期化時に 0 から 120 までの範囲でランダムに定義する。各単位時間ごとに Foods と Water は 1.2 倍ずつ増加する。ただし, 一つの Cell に存在する Foods と Water はそれぞれ 200 までとし, それ以上は増加しない。

$$FF_i(0) = \text{random}[0,1,2,\dots,119]$$

$$FW_i(0) = \text{random}[0,1,2,\dots,119]$$

$$FF_i(t) = \min[200, FF_i(t-1) \times 1.2]$$

$$FW_i(t) = \min[200, FW_i(t-1) \times 1.2]$$

ここで, $\text{random}[0,1,2,\dots,119]$ を, $0,1,2,\dots,119$ の中からランダムに選択する関数とする。同一 Cell 内にエージェントは同時に 2 匹以上存在できない。

フィールドは壁で囲ってあるものとし, エージェントはそこから出ることはない。また, フィールドはエージェントの数に比べて十分に広い。

2.2 エージェント

エージェントは100匹存在する。そのエージェント($j = 0 \sim 99$)が持つ主な内部状態を次に示す。

- ・ 位置 $AL_j(t)$
- ・ 体内に存在する Foods $AF_j(t)$
- ・ 体内に存在する Water $AW_j(t)$

エージェントは初期化時において、100のFoodsとWaterを保持する。また、初期位置は、ランダムに配置される。

$$AL_j(t) = \text{random}[0, 1, 2, \dots, 1599]$$

$$AF_j(0) = 100$$

$$AW_j(0) = 100$$

ここで、 $\text{random}[0, 1, 2, \dots, 1599]$ を、 $0, 1, 2, \dots, 1599$ の中からランダムに選択する関数とする。エージェントは、各単位時間ごとにFoodsとWaterをそれぞれ10ずつ消費する。

$$AF_j(t) = AF_j(t-1) - 10$$

$$AW_j(t) = AW_j(t-1) - 10$$

エージェントは各単位時間ごとに以下にあげる3つの行動のいずれかをとる。

- ・ Eat
- ・ Drink
- ・ Move

エージェントは“Eat”または“Drink”の行動をとったとき、フィールドに存在する Foods または Water の 50% を体内にとり込む。このときフィールドの Foods または Water はとりこまれた分だけ減少する。ただし、一つのエージェントにつき Foods と Water はそれぞれ 200 までしか保持できない。

“Eat”

$$AF_j(t) = \min[200, AF_j(t-1) + FF_{AL_j(t-1)}(t-1) \times 0.5 - 10]$$

$$FF_{AL_j(t-1)}(t) = FF_{AL_j(t-1)}(t-1) \times 0.5$$

“Drink”

$$AW_j(t) = \min[200, AW_j(t-1) + FW_{AL_j(t-1)}(t-1) \times 0.5 - 10]$$

$$FW_{AL_j(t-1)}(t) = FW_{AL_j(t-1)}(t-1) \times 0.5$$

エージェントは，“Move”の行動をとったとき、現在いる Cell とは異なる Cell の中で、他のエージェントと重ならない Cell にランダムに移動する。この時、経時的な消費に加えて、移動のためにそれぞれ 10 ずつ、Foods と Water を消費する。

“Move”

$$AL_j(t) = \text{random}[0, 1, 2, \dots, 1599] \quad (0 \leq j < 99)$$

$$AF_j(t) = AF_j(t-1) - 10 - 10$$

$$AW_j(t) = AW_j(t-1) - 10 - 10$$

2.3 生存のルール

「エージェントが生存するためには，**Foods** と **Water** を共に保持していなければならない」とのルールを定める．したがって，**Foods** と **Water** の体内に存在している値が，一方でも 0 以下になった時点で，生存に必要な要素が枯渇したことになり，死亡とみなす．死亡時には，そのエージェントは消滅する．生存の判定は，単位時間ごとに行う．また，シミュレーションでは，初期化時に 100 匹のエージェントをフィールド上にランダムに配置し，40 単位時間後に生存しているエージェント数を調べる．その生存数から，エージェントの戦略およびその行動パターンが，生存に対してどの程度適応していたかを確認する．

2.4 結果判定

各環境認識パターンについて，次の2つの観点から評価する．まず一つ目は，ある環境認識パターンにおいて，もっとも生存に適した行動パターン，つまり戦略を見つけることである．二つ目は，ある環境認識パターンにおける最適な戦略をもとに行動した時の生存数を求めることである．これは，その戦略の生存に対する最大適応度をあらわす．以下にそれぞれの判定方法を記述する．

・各環境認識パターンにおける最適行動パターンの判定

各々のエージェントは，区切られた各環境状態においてどの行動を選択するかを示すパターンを持つ(表1)．そのパターンの各行動を全探索する．，最も生存数の多い行動パターンをその戦略における最適な行動パターンであると判断する．

・生存数判定

ある環境認識パターンにおける最適戦略の生存数を求める場合には，各40単位時間のシミュレーションを1000回行い，その平均を生存数とする．

第3章 エージェントの行動規範アルゴリズム

エージェントの行動規範アルゴリズムとは、他のエージェントやフィールドの状態を入力情報として、自分のとるべき行動を出力するアルゴリズムである。

以下では、その行動規範アルゴリズムについて述べる。

3.1 エージェントの状態認識

エージェントが認識できる対象は、自分のいるフィールドと体内のそれぞれに存在する **Foods** と **Water** の値という4つのパラメータである。すなわち、

$AF_j(t)$, $AW_j(t)$, $FF_{ALj(t)}(t)$, $FW_{ALj(t)}(t)$ の4つである。

各エージェントは、それらのパラメータの値が、それぞれ100より多いか少ないかで区別することができ、最大で16の状態に区別することができる(表1)。エージェントは各々の状態に応じて、ある一つの行動を選択する。状態を2値化して区別、認識した理由としては、単純明解な行動決定のアルゴリズムを目指したためであり、本研究ではさらに、区別する状態数をなるべく少なくする中で、生存に適した行動判断ができることを目指す。この結果、多いか少ないかという簡単な状態の認識から生存に優れた行動を導き出されることが期待される。

表 1 エージェントが認識できる状態

		フィールド					
		FOODS		多い	多い	少ない	少ない
			WATER	多い	少ない	多い	少ない
エージェント	多い	多い					
	多い	少ない					
	少ない	多い					
	少ない	少ない					

3・2 エージェントの行動規範

エージェントは状態に応じた規範に基づいて行動する。ここで定義する規範とは、「この状態の時は、この行動をとる」といったエージェントごとに持っている行動パターンのことであり、40単位時間の行動の中で変化しない。つまり、生存に適した規範（行動パターン）を持つエージェントほど生き残る可能性が高いことになる。

第 4 章 心理的パラメータの導入

本研究の特徴は，エージェントが感情を持つことである．通常の行動判断アルゴリズムは外部状況に応じて判断するが，各エージェントが内部状態として感情を持つことによりさらに生存に適した行動判断を行なうことができると期待される．

4.1 心理的パラメータの定義

エージェントが持つ感情について考える．

まず，感情の存在する位置であるが，当然エージェントの外部には存在しない．つまりエージェント内部に存在する．この大前提はどのような単純なエージェントでも変わる事はない．

つぎに感情とは何かであるが，感情がエージェントの内部に存在する以上，エージェントの内部にあるいずれかの作用によってのみ存在し得る．つまり，内部に存在するパラメータか，またはその相互作用から生じる複雑な結果の 2 つに大別する事ができる．実際の動物は，複雑な相互作用の結果として，状態には無関係（気まぐれ）にランダムな行動を行なうかのように観察される事があるが，これは，複雑な作用の結果として，外部から見るとランダムであるように見えていると考えられる．そこで今回は，パラメータの複雑な相互作用の結果は確率的にに処理する．つまり，単純な内部パラメータとしての感情と，その相互作用からなる確率的処理の結果としての感情という 2 種類の感情を用いる．

単純な内部パラメータとして，本研究では“快適度”，“欲求比”，“Foods 不足度”，“Water 不足度を，また，複雑な相互作用の結果

としての感情に，“気まぐれ行動”を導入した．この気まぐれ行動は，環境状態に関わらず，3種類の行動を等しい確率（ランダム）で選ぶことである．今回は比較するために，規範をまったく持たず，常にランダム（気まぐれ）に行動をとるエージェントと1/4の確率において“気まぐれ行動”をえらぶエージェントの両方を実験で試みた．詳細は後に述べるが，これらを広義の感情と定義する．これによりエージェントは，状態に応じて行動を決定するだけでなく，自己の内部パラメータに応じた行動や気まぐれな行動をとることができると期待される．

4.2 心理的パラメータの必要性の仮定とその検証

4-1により定義された感情をエージェントに導入するにあたり，感情に対する“状態認識の簡略化”，“認識器官の省略”，“気まぐれ行動”という3つの必要性を仮定し検証した．これらの内容を以下に述べる．

4.2.1 状態の簡略化

4.2.1.1 状態簡略化の必要性

状態の認識が完全にできる場合を想定する．この時，エージェントは，環境の状態が表1のように16分割されたうちのいずれかであることを認識する．この時，いずれの状態においても選択し得る行動パターンは“Eat”“Drink”“Move”の3通り存在する．このことから，動物が生存に最適な行動パターンを求めるために全探索するのに要する時間を検証する．

まず，一回の行動に10秒かかると仮定し，全ての状態ごとに3種類の行動をみた場合，すべての状態を体験しうる最短の時間は $3^{16} \times 10$ （秒） $\div 13$ 年8ヶ月必要となる．この時間は動物にとって寿命にも相当する非常に長いものである．たった4つのパラメータで表現し，さらに2値化した比較的単純な環境であってもこれだけの時間が必要なことから，実世界を多数の状態パラメータで区切り，その状態ごとに学習していくことは不可能であるといえることができる．つまり，状態を簡略化する必要があるといえる．

実際に，人は複雑な環境の状態を表現する時に「快適である」などという感覚を表す言葉で表現する事がある．人はこのように感覚的な内部パラメータを用いている．このような気温や湿度，その他の

環境全般を含む 1 次元表現を基に，行動を決定する指針とすることは人にとって自然である．しかし，コンピュータ上のエージェントが，このような多次元で表現される値を 1 次元で表現しその値を行動決定の指針とすることでより適切な行動決定ができる可能性がある．

よって第一の仮定として，状態の認識パラメータとしての感情を用いる事で環境が表現でき，そのような状態の認識方法が動物にとって必要であると仮定する．

そこで，本実験ではエージェントの感情パラメータを用いて環境を比較的小数の状態に区切り，その中で生存に最適な行動パターンを探索し，生存数を増加させる事を試みた．

4・2・1・2 心理的パラメータの設定

快適度と欲求比という 2 種類の感情パラメータを定義する．

- ・ 快適度 $EP_j(t) = (\text{エージェントが存在する Cell に存在する Foods の値} \times \text{Water の値})$ で表現される．値が高いほどその Cell がエージェントにとって生存に適している事を表す． $EP_j(t) \geq 5000$ のとき，快適であるとする．
- ・ 欲求比 $ED_j(t) = (\text{エージェントがいる Cell に存在する Foods の値} \div \text{エージェントの内部に存在する Foods の値}) \div (\text{エージェントがいる Cell に存在する Water の値} \div \text{エージェントの内部に存在する Water の値})$ で表現される． $ED_j(t) \geq 1$ のとき Foods を， $ED_j(t) < 1$ のとき Water を求める事を表す．

この 2 種類の感情パラメータを導入する事により，環境をより効率のいい少数の状態に分割し，生存率の向上を目指す．

4・2・2 認識器官の省略

4・2・2・1 認識器官省略の必要性

動物は、必要のなくなった器官は省略する傾向がある。また、いま使用している器官が、少しでも負担の少ない器官で代用できるのであれば、いま使用している器官を捨てて負担の少ない新しい器官を使用するものと考えられる。

仮に環境の一部が認識できなくても、内部パラメータを利用する事によって生存に適した行動をとる事が可能であれば、動物は認識器官を省略し、記憶器官としての感情パラメータを持つものと考えることが出来る。

よって第二の仮定として、感情という内部パラメータを用いる事で、状態を認識する器官の省略が可能になると仮定する。

4・2・2・2 心理的パラメータの設定

Foods 不足度と Water 不足度の 2 つの感情パラメータを定義する。

- ・ Foods 不足度…初期状態を 0 として、単位時間ごとに 1 ずつ増加する。また、Move を選択した場合には更に 1 増加する。Eat により Foods を獲得した場合には、獲得量に比例して減少する。

- ・ Water 不足度…初期状態を 0 として、単位時間ごとに 1 ずつ増加する。また、Move を選択した場合には更に 1 増加する。

Drink により Water を獲得した場合には、獲得量に比例して減少する。

この 2 種類の感情パラメータを導入する事により、内部状態を認識する器官を使用する事なく、代わりに行動履歴を記憶するパラメータにより生存率の高くなる行動選択ができる事が期待される。つま

り，これらの記憶パラメータにより認識器官の代用が可能であると仮定する．

4・2・3 気まぐれな行動

4・2・3・1 気まぐれ行動の必要性

本来動物には，環境の状態に応じて最も適した行動を起こすことが期待されるが，自然界を観察してみると必ずしもそうは限らない．むしろランダム行動，つまり気まぐれに行動する事の方が数多く観察される．これは，動物内部の複雑な相互作用によって起こされる行動が，外部から見ると気まぐれに行動しているかのように見えるからなのだが，この気まぐれに行動することを，感情的な行動と表現する事がある．よって第三の仮定として，気まぐれが感情であり，気まぐれな行動が動物にとって必要であると仮定する．

4・2・3・2 心理的パラメータの設定

ここでは気まぐれ行動を確率的に処理する．すなわち，3つの行動を等しい確率で選択することを気まぐれ行動と定義する．この気まぐれ行動を導入する事により，より動物らしい行動を選択する事が期待される．

第 5 章 シミュレーション実験とその結果

5.1 基本 16 分割最適戦略

環境をもとっとも良く認識できるエージェントとして，状態を 16 種類に区分して認識できるエージェントを考える．ただし，その中における最適な戦略を全探索する事は実世界では不可能である．また，コンピュータによる全探索も非常に難しい．そこで，今回は最適であると思われる行動パターンを人為的に与えた．なお，今回与えた最適と思われる行動パターンは以下の通りである．

表 2 基本 16 分割における最適行動パターンの推定

		フィールド					
		FOODS		多い	多い	少ない	少ない
			WATER	多い	少ない	多い	少ない
エー ジ ェ ン ト	多い	多い	Eat	Eat	Drink	Move	
	多い	少ない	Drink	Move	Drink	Move	
	少ない	多い	Eat	Eat	Move	Move	
	少ない	少ない	Eat	Eat	Drink	Move	

・ 結果

この時の 1000 回の平均生存数は $90.96 / 100$ であった。この数値は以下に述べる、いかなる戦略の生存数よりも高い値であり、生存に適した戦略であるということが出来る。しかし、全探索により最適戦略を求めようとする時、約 4300 万通りの中から探索することになり、現実的ということとはできない。

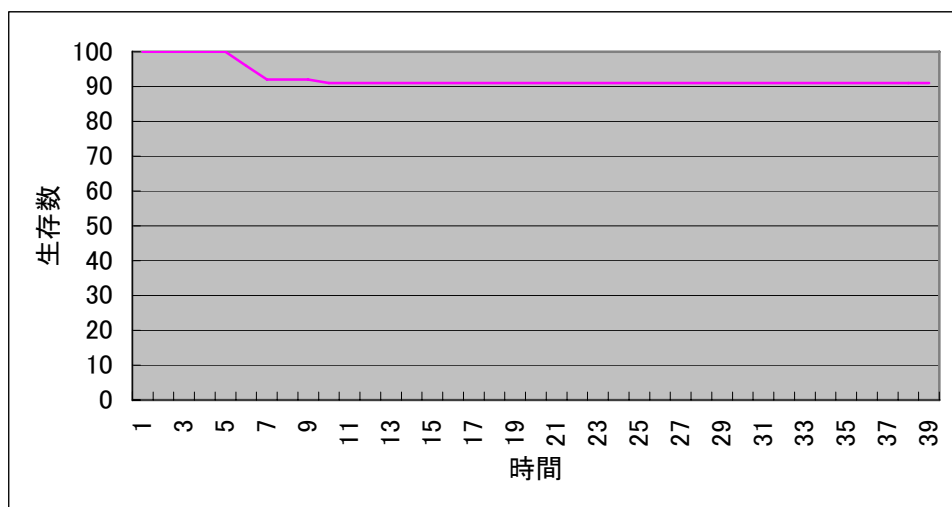


図 2 代表的な生存数の推移

5.2 基本 8 分割最適戦略

完全には状態が認識できないが，比較的よく認識できるエージェントとして，状態認識を以下のように 8 分割するものを考える．16 分割と比較した時，環境に存在する“Water”の認識ができない．これ以降，5.3 から 5.5 の戦略については，全探索により最適戦略を求めている．この戦略における最適行動パターンは，以下のとおりであった．

表 3 基本 8 分割最適行動パターン

		フィールド					
		FOODS		多い	多い	少ない	少ない
			WATER	多い	少ない	多い	少ない
エージェント	多い	多い	Eat		Move		
	多い	少ない	Drink		Move		
	少ない	多い	Eat		Move		
	少ない	少ない	Eat		Drink		

・ 結果

この時の生存数は $49.78/100$ であった。生存数は約半数であり、比較的生存に適している戦略と言える。

探索すべきパターンの個数が $3^8 = 6561$ 個とまだ現実的とはいえないものであった。

そこで、4分割で行う戦略を次に示す。

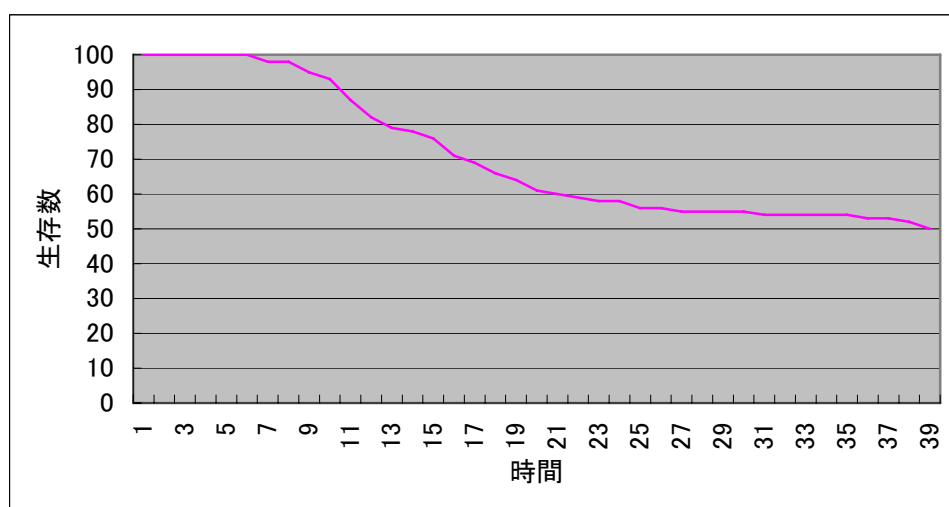


図 3 代表的な生存数の推移

5.3 基本4分割最適戦略

環境を比較的認識できないエージェントとして、状態を4種類に区分して認識するエージェントを考える。区分の内容として、環境に存在する **Foods** の値および、体内に存在する **Foods** の値という2つのパラメータに基づいて決定する。つまり、フィールドに存在する **Water** の値と、体内に存在する **Water** の値は認識できない。この時の最適行動パターンは全探索の結果から以下の通りであった。

表4 基本4分割における最適行動パターン

		フィールド			
		多い	多い	少ない	少ない
エージェント	FOODS		多い	少ない	少ない
	WATER		多い	少ない	多い
	多い	多い	Drink		Move
	多い	少ない	Eat		Drink
少ない	多い	Eat		Drink	
少ない	少ない	Eat		Drink	

・ 結果

この時の生存数は $4.23/100$ であった。この値は、40 単位時間の結果としては非常に低く、このような 4 分割では生存に適した行動をとることが難しいことを示している。

しかし、探索すべきパターンの個数は 81 回 (=3 の 4 乗) であり、エージェントが学習するにあたって最も現実的であった。

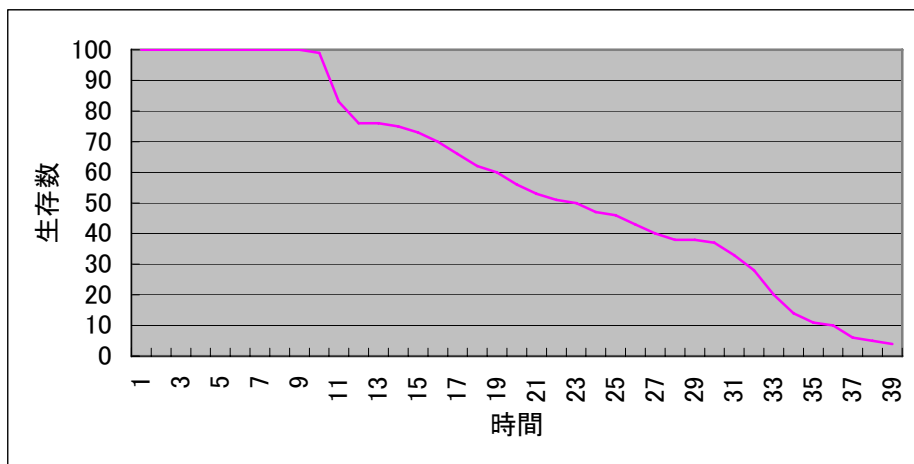


図 4 代表的な生存数の推移

5.4 基本4分割気まぐれ戦略

状態認識は基本4分割と等しいが， $3/4$ の確率で基本4分割における最適行動に基づく行動をとり， $1/4$ の確率で気まぐれに行動する．繰り返すが，ここで定義する気まぐれとは，エージェント内部の複雑な相互作用の結果におこる行動を確率的に処理する事であり，3つの行動をランダムに選択する．

表5 基本4分割気まぐれ戦略

		フィールド				
		多い	多い	少ない	少ない	
エージェント	FOODS		多い	多い	少ない	少ない
		WATER	多い	少ない	多い	少ない
	多い	多い	Drink + 気まぐれ		Move + 気まぐれ	
	多い	少ない				
少ない	多い	Eat + 気まぐれ		Drink + 気まぐれ		
少ない	少ない					

・ 結果

この時の生存数は 52.28 / 100 であった。比較的生存に適した戦略であると言える。

また、探索すべきパターンの個数も、5・3 と同様に 81 回と現実的であった。

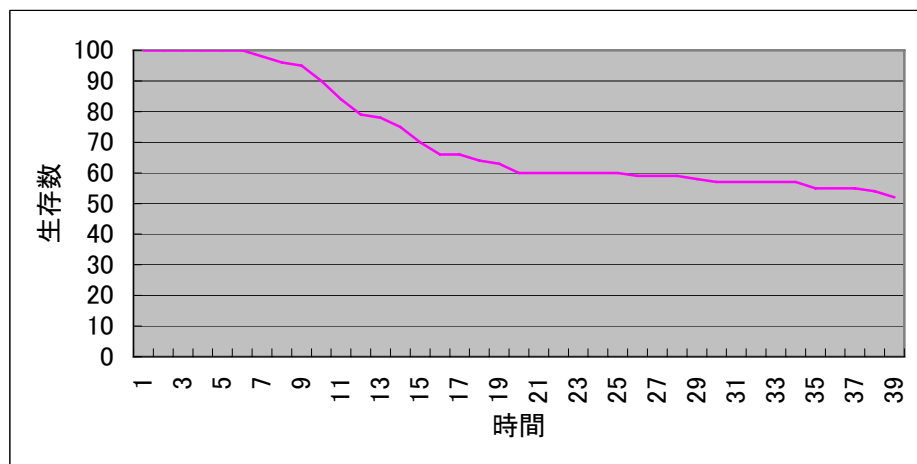


図 5 代表的な生存数の推移

5.5 基本 4 分割二重最適戦略

状態認識は基本 4 分割と等しいが，各状態において $3/4$ の確率で行動する第一のパターンと， $1/4$ の確率で行動する第二の行動パターンを持つ．第一の行動パターンは基本 4 分割と等しい．また，第二の行動パターンは最適パターンを全探索から求めた．基本 4 分割気まぐれ戦略との違いは，同戦略では第二行動パターンがランダムに与えられていたところにある．第二行動パターンにおける全探索の結果を以下に示す．

表 6 基本 4 分割二重最適戦略の第二行動パターン

		フィールド					
		FOODS		多い	多い	少ない	少ない
			WATER	多い	少ない	多い	少ない
エージェント	多い	多い	Move		Drink		
	多い	少ない					
	少ない	多い	Eat		Move		
	少ない	少ない					

・ 結果

この時の生存数は $73.56 / 100$ であった。4 分割としては非常に生存に適した戦略であるということが出来る。

全探索回数も $81 + 81 = 162$ 回であり，現実的ということが出来る。

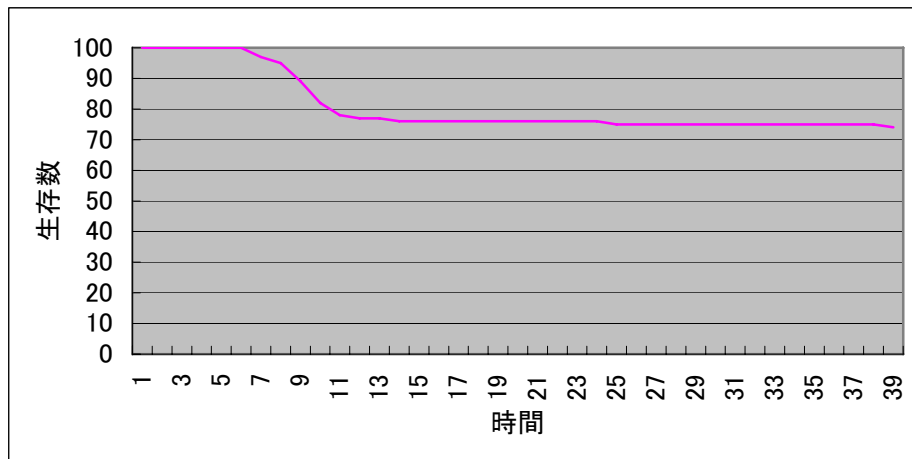


図 6 代表的な生存数の推移

5・6 快適度・欲求比 4 分割最適戦略

少ない状態数でより生存に適した行動を選択するために，状態を快適度と欲求比で 4 分割する．この時の最適行動パターンは自明であるので，以下のように設定する．

表 7 快適度・欲求比 4 分割最適行動パターン

		欲求比	
		Foodsを欲求	Waterを欲求
快適度	FOODS	Eat	Drink
	不快	Move	Move

・ 結果

この時の生存数は $68.14 / 100$ であった．4分割としては生存によく適していると言える．

また，今回は全探索を行っていないが，仮に行ったとしても $5 \cdot 3$, $5 \cdot 4$ と同様に 81 回でよいための，現実的である．

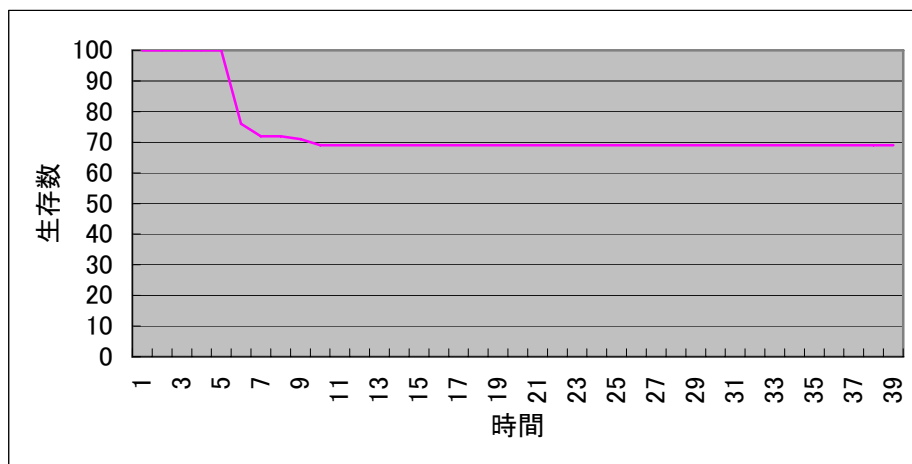


図 7 代表的な生存数の推移

5.7 不足度 8 分割最適戦略

エージェントが認識器官を省略した結果，自分の体内に存在する Foods の値と Water の値が認識できない場合を想定する．自分のいる Cell に存在する Foods と Water の値は認識できるものとする．フィールドと不足度の状態で 8 つに分割する．最適行動パターンは自明であるので，以下のように設定する．

表 8 不足度 8 分割最適行動パターン

		フィールド			
		多い	多い	少ない	少ない
		多い	少ない	多い	少ない
エージェント	FOODSが不足	Eat	Eat	Move	Move
	WATERが不足	Drink	Move	Drink	Move

・ 結果

この時の生存数は、 $79.61 / 100$ であった。非常に生存に適しているを言うことができる。

しかし、探索すべき行動パターンの個数は、8つの状態に対して3つの行動であるので、3の8乗となり、6561個であり、現実的とは言えない。

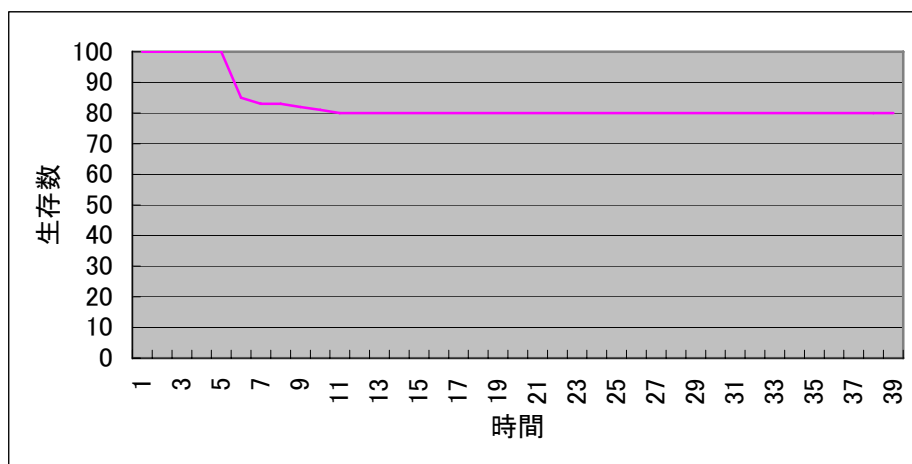


図 8 代表的生存数の推移

5.8 完全気まぐれ戦略

エージェントが、状態を無視して完全な気まぐれ行動を取る場合を考える。

・ 結果

この時の生存数は、 $41.57/100$ であった。行動パターンの探索等は全く必要ないが、生存するという目的には適していない。

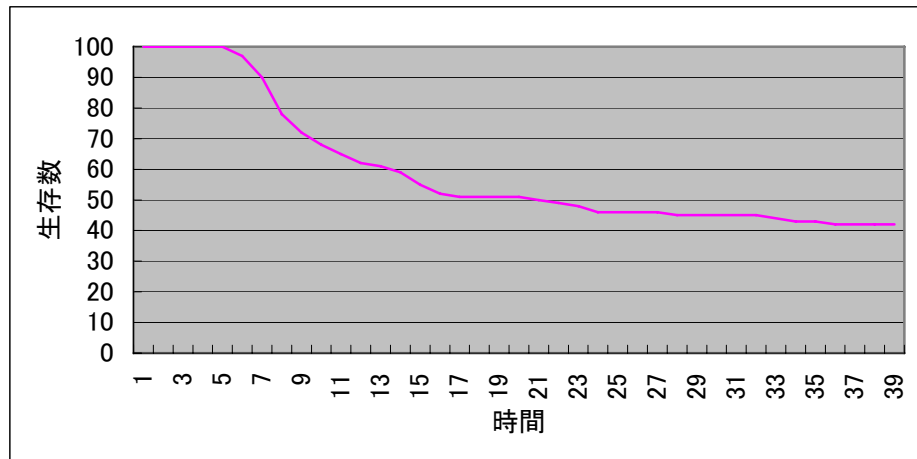


図9 代表的な生存数の推移

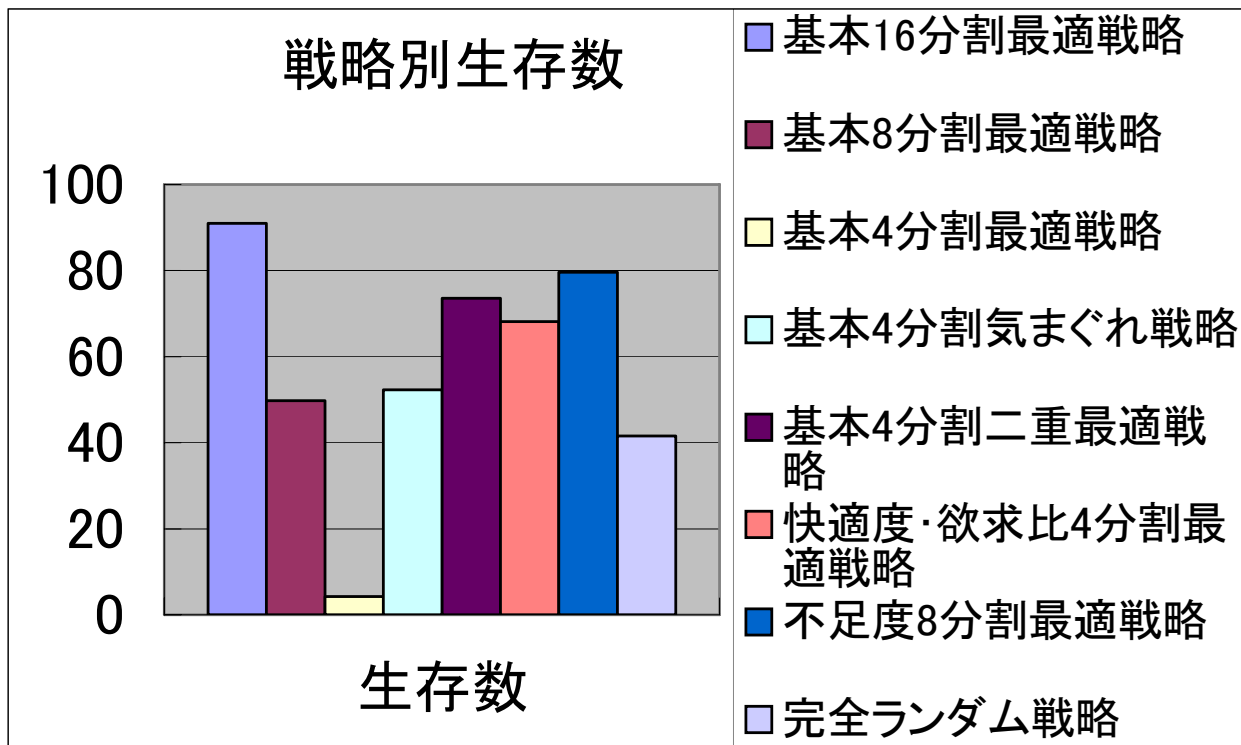


図 1 0 戦略別生存数

第 6 章 考察

6・1 状態簡略化のための心理的パラメータ

基本16分割の全探索を実際に行うことは不可能である。また，基本4分割最適戦略の結果から，状態別に最適な行動をとる戦略も，状態認識が不十分な場合には，ほとんど役に立たないことが確かめられた。

しかし，快適度・欲求比4分割最適戦略の結果から，認識した状態を直接分割するのではなく，感情パラメータを通して分割することで，少ない状態数でも生存率を上げることができた。

内部状態としての感情パラメータの導入により，状態の簡略化が可能になることが確かめられた。

6・2 認識器官省略のための心理的パラメータ

不足度8分割最適戦略の結果から，内部状態をまったく認識できないエージェントでも，不足度を導入することで高い生存率を維持することができた。この結果から，記憶パラメータとしての感情的パラメータを持つことにより，内部状態の認識する能力を削除することが可能であることが言えた。さらに，内部状態による分割がないことで，別の部分（環境）の状態を分割することができた。

6・3 複雑な相互作用からなる気まぐれとしての心理的パラメータ

基本4分割気まぐれ戦略の結果から、状態認識が不十分な場合においては、状態に無関係に気まぐれ行動をとることで生存率が大幅に増加することが確認できた。このことから、実世界のように、天敵や食料の位置や状態など、确实かつ正確に認識できない場合においては、気まぐれな行動を取り入れることにより、動物らしさの獲得だけでなく、生存率も向上することが確かめられた。

第 7 章 おわりに

本論文では、行動判断および状況認識に感情パラメータを取り入れることを提案した。また、シミュレーションによる評価の場を作成した。その場の上で、簡単な行動規範を取り入れた 100 のエージェントによる生存競争を試み、その結果として、状況認識は不十分な場合における気まぐれ行動の有効性と、状況認識における簡略化の確認ができた。

今後の課題を以下に述べる。

本研究においてエージェントに取り入れた行動規範は単純なものであったので、感情パラメータによる生存率の向上をシミュレーションで確認することはできたが、協調行動などを確認することはできなかった。今後は、エージェント間の相互作用を持つシミュレータを作成し、感情的パラメータや、感情的システムが持つ新たな可能性を検討していく。

参考文献

- 【1】 森脇 横井 犬塚 伊藤 「遺伝的プログラミング技法を用いた多出力二分決定グラフの進化」 人工知能学会誌 Vol.14 No.3 pp477-pp484 ,1999
- 【2】 鈴木 吉村 嘉数 「疲労度パラメータを導入した行動選択ネットワークによるエージェントの創発的組織化に関する考察」 人工知能学会誌 Vol.12.No.1 pp152-pp159 ,1997
- 【3】 牛田 平山 中嶋 「自律行動決定モデルに基づくインターフェイスエージェント」 電気情報通信学会誌 Vol.J82-D-II .No.10 pp1655-pp1665
- 【4】 戸田正直 「感情」 東京大学出版社 1992.
- 【5】 Marvin Minsky 「心の社会」 産業図書 1990.
- 【6】 沼岡千里 「マルチエージェントシステム」 共立出版 1998.
- 【7】 生天目章 「マルチエージェントと複雑系」 森北出版 1998.

謝 辞

本研究の終わりに臨み，終始懇切なるご指導を賜った 三重大学 野村 由司彦 教授 松井 博和 助手 に深く感謝いたします。また，研究を遂行するにあたり数多くの貴重なご指導をいただいた 三重大学 加藤 典彦 助教授 に深く感謝いたします。最後に，研究の際に惜しめないご指導をいただいた日置 智恵子 氏をはじめ，メカトロニクス研究室諸氏に，心から感謝いたします。