

## マルチエージェントシステムにおける適応的協調度を用いた行動選択法に関する研究

情報科学科 東 充志

指導教員：小林 邦和

## 1 はじめに

現在、ロボットは少しずつ私達の身近なものとなってきており、インタラクションを行う機会も増えてきている。ロボットはインタラクションを通して、肉体的、精神的に人間の助けとなっている。そこで、ロボットに人間のようなインタラクションを実現させることで、円滑なインタラクションを行えるようになり、より人の役に立てるのではないかと考えた。人が相手に応じて対応を変える分人という概念が平野により提唱されており [1]、この概念をマルチエージェントシステムに導入することで人間のようなインタラクションを実現させたいと考えた。

マルチエージェントシステムにおける分人モデルの構築については、先行研究において、モデルの一部として協調行動の実装が、協調度という尺度を用いて行われている [2]。先行研究では協調度が固定である、エージェントの数が 2 体までなどの問題点がある。本研究では先行研究において、協調度を適応的にすると同時に、複数の相手に対応できるように変更する。協調度の変化から、適応的協調度について評価する。また、複数の相手への対応について、協調度に即した行動を取れているのかを、エージェントの経路から評価する。

## 2 提案手法

本研究では、エージェントと目的地が配置された環境で、エージェントに目的地へ向かわせるという問題を扱う。協調度の更新はエージェントが目的地に到着するか、一定回数行動を行った時に式 (1) で行われる。

$$c_A \leftarrow c_A \cdot \beta + (1 - \beta) \cdot R(a_A, r_A) \quad (1)$$

ここで、 $c_A$  はエージェント  $A$  に対する協調度である。また、 $\beta$  は割引率である。エージェントは協調度の情報について少しずつ忘却していくとする。そのため更新が行われるたびに、協調度を標準的な値の 0.5 に近づける。関数  $R(a_A, r_A)$  は協調度を更新するための関数であり、式 (2) で定義される。 $i$  は 1 回のシミュレーション中に発生したインタラクションの数である。

$$R(a_A, r_A) = \begin{cases} 0.5 \cdot a_A \cdot r_A & (i \geq 1) \\ 0.5 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (2)$$

この時  $a_A$  はエージェント  $A$  に対するインタラクション以外の情報の評価値であり式 (3) で定義される。情報は相手から複数取得するものとする。取得した情報を評価し、数値化したものが  $a_{A,n}$  である。 $n$  は取得した情報の数である。

$$a_A = a_{A,1} \cdot a_{A,2} \cdots a_{A,n} \quad (3)$$

式 (2) において、 $r_A$  はエージェント  $A$  に対するインタラクションの評価値であり、式 (4) で定義される。インタラクションを評価し数値化したものが  $r_{A,i}$  である。

$$r_A = \sqrt[i]{r_{A,1} \cdot r_{A,2} \cdots r_{A,i}} \quad (4)$$

以上の式を基に協調度を更新していく。

また先行研究における行動選択法は、Soft-max 行動選択法を基に作られており、温度定数の部分に、協調度を反映させるための関数  $g(c)$  を使用している。この  $g(c)$  について、本研究では式 (5) のように定義することで複数の相手に対応できるようにする。

$$g(c) = \begin{cases} 2(c_1 + c_2 + \cdots c_n)/n & (n \geq 1) \\ 1 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (5)$$

この時  $n$  は確率を計算している方向を  $d$  とした時、 $d$  の方向にいるエージェントの数である。

## 3 計算機シミュレーション

$10 \times 10$  の格子状フィールドを用意し、3 体のエージェントと 1 つの目的地を配置する。ステップ数の上限は 100 とし、それを 10000 回繰り返して学習を行う。エージェントはそれぞれ  $A_1, A_2, A_3$  とし、 $A_1$  から  $A_2$  に対する協調度を  $c(A_1, A_2)$  と表す。性能評価は協調度の変化と経路によって行う。

協調度は初期値を 0.5 とする。 $a$  について、取得する情報の数を 2 つとする。また、値は固定とし、すべてのエージェントの  $a$  について、 $a_1, a_2$  の値を協調しやすくなるよう 1.2 とし、 $a = 1.44$  とする。 $r$  について、隣接したマス、または同じマスにいる時にインタラクションが発生するとし、評価値は乱数で 0.1 ~ 2.5 の範囲で生成する。このパラメータのシミュレーション結果を図 1、図 2 に示す。

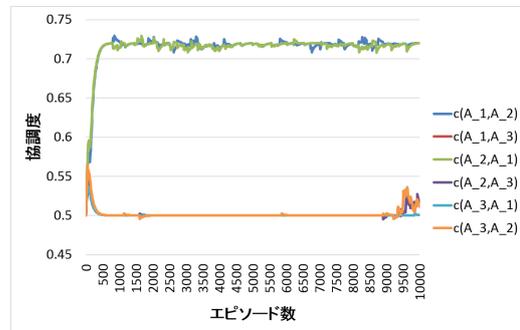


図 1 協調度の変化

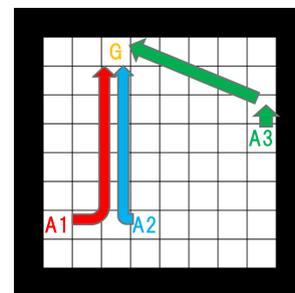


図 2 エージェントのおおよその経路

協調度の変化について、初期位置に近い  $A_1$  と  $A_2$  は互いに協調しやすくなっているが、少し離れている  $A_3$  については最初上がった後はすぐに下り、初期値とほぼ変わらない値となっている事がわかる。経路については、 $A_1$  と  $A_2$  は協調しながら、 $A_3$  は単独でそれぞれ目的地へ向かっており、協調度通りの行動をしていることがわかる。

## 4 まとめ

本研究では協調度を用いた行動選択法に対し改善案を提案した。協調度の更新と、複数相手への対応を確認できた。

## 参考文献

- [1] 平野啓一郎：「私とは何か「個人」から「分人」へ」、講談社新書 (2012)
- [2] 河村 将範：”マルチエージェントシステムにおける協調度を用いた行動選択法”，平成 25 年度愛知県立大学情報科学部情報科学科卒業論文,(2014)