

マルチエージェントシステムの合意の高速化について

1170354 久川 和祥 【ワイヤレスネットワーク研究室】

1 はじめに

自律分散的な動作を行う複数のエージェントが相互に通信を行うことで協調的な動作を可能にし、全体で共通の目的を達成するシステムのことをマルチエージェントシステムと呼ぶ。このマルチエージェントシステムの代表的な問題に合意問題がある。合意とは、全てのエージェントが情報交換により状態を一定の値に収束させることである [1]。本研究では、全てのエージェントが一箇所に集合することを合意とする合意問題において、合意の高速化を目的とした合意制御方法を提案する。

2 マルチエージェントシステム

N 台のエージェントがそれぞれの受信可能な範囲内に位置するエージェントから位置情報を取得しそれに基づいて自身の移動を決定する。2次元平面上を移動するエージェント n の位置が以下の状態方程式で表されるマルチエージェントシステムについて考える。

$$s_n[t+1] = s_n[t] + m_n[t], \quad s_n[0] = s_{0n} \quad (1)$$

ここで、 $s_n[0]$ はエージェント n の初期位置、状態 $s_n[t]$ 、入力 $m_n[t]$ は 2次元のベクトルである。

エージェント n の入力 $m_n[t]$ を以下の式とする。

$$m_n[t] = -a_n[t] \sum_{l=1}^K p_{nl}[t] (s_n[t] - s_l[t]) \quad (2)$$

ここで、 $p_{nl}[t]$ はエージェント n の受信可能な範囲内にエージェント l が位置しており (隣接している)、かつ、エージェント n がエージェント l の位置情報の受信に成功した場合に 1、そうでない場合に 0 となる。 $a_n[t]$ は自身を含め位置情報が得られた全てのエージェントの重心にエージェント n を移動させるための係数で $a_n[t] = 1/(1+|A_n|)$ 、 $|A_n|$ はエージェント n に隣接しているエージェントの数である。

エージェント n は時刻 $t = kT_c$ (T_c : 制御周期, $k = 1, 2, \dots$) に自身の位置情報を確率 P で送信し、確率 $1-P$ で受信を行う。送信の際には、エージェント n は送信チャンネル C 個の中からランダムに 1 つ選択して用いる。受信の際には、エージェント n は自身を中心とした半径 R の円 D_n 内に位置するエージェントの位置情報の受信を行う。このときエージェント n は位置情報の受信に成功すれば式 (1) に従い移動する。 D_n 内の複数のエージェントが用いる送信チャンネルが重複した場合にはパケット衝突が発生し、エージェント n はそのチャンネルを用いた全てのエージェントの位置情報が得られず、受信は失敗となる。各エージェントは最大速度 V_{\max} を有する。

以上のマルチエージェントシステムにおいて、全てのエージェントが合意した位置を合意値と呼ぶ。合意値が

全てのエージェントの初期位置の平均値のとき平均合意値と呼ぶ。

3 提案方式

従来のマルチエージェントシステムでは、各エージェントは他のエージェントの位置情報が得られず移動できない状況が生じる。この状況を減らすことができれば合意の高速化ができると考える。そこで本方式ではエージェント n が自身の移動後に入力 $m_n[t]$ を記憶し、移動できない上記の状況になった場合に入力の記憶を呼び出し移動することで移動できない状況を減らす。移動できない状況が連続して生じた場合には、直近の非零の $m_n[t]$ を係数 λ ($\lambda < 1.0$) により忘却させながら使用する。

4 性能評価

各エージェントの初期配置は $100 \times 100 [\text{m}^2]$ 内で一様分布に従うものとする。各エージェントのパラメータを $R = 50\text{m}$, $C = 5$, $T_c = 0.1\text{s}$, $P = 0.3$, $\lambda = 0.9$, $V_{\max} = 36\text{km/h}$ とし、エージェント同士の衝突は考えない。この条件において試行時間 500 秒以内に全てのエージェントが半径 5m の円内に合意することを合意達成とし、合意達成時間をエージェント数別に評価する。図 1 に試行回数 5000 回における提案方式と従来方式の合意達成時間の比較結果を示す。

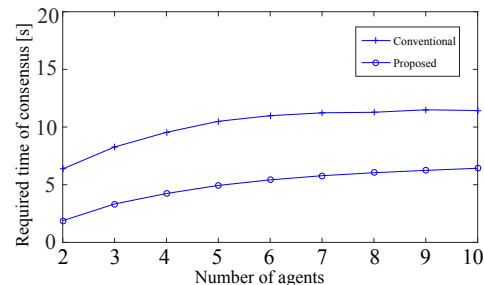


図 1 エージェント数と合意達成時間の関係

図 1 より、提案方式は全てのエージェント数において合意達成時間を短縮できていることが分かる。提案方式は移動しない状況を減らすことができるため合意を早く達成できたと考えられる。

5 まとめ

本研究では、全てのエージェントが一箇所に集合することを合意とする合意問題において収束時間を短縮できる合意制御方法を提案し性能を評価した。

参考文献

- [1] 野呂俊介, 小林健太郎, 岡田啓, 片山正昭, “通信範囲とパケット衝突がマルチエージェントシステムの合意制御に与える影響,” 信学技報, RCC2016-62, vol.116, no.337, pp.149-154, Dec. 2016.