

マルチエージェントシステムにおけるパケット衝突を考慮した 合意制御入力の改善

1180287 石川 凌 【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エージェントで構成され、相互に通信することで協調的な動作を可能にするシステムをマルチエージェントシステムという。マルチエージェントシステムの制御は現代の制御分野の中心的话题であり、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ある値に収束することである。この値が全てのエージェントの初期位置の平均値であるとき平均合意と呼ぶ [1]。本研究では、平均合意問題におけるパケット衝突を考慮した合意制御入力を提案する。

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他のエージェントから位置を取得し、自身の移動を決める。二次元平面上を移動するエージェント n の状態が以下の状態方程式に従うシステムを考える。

$$\mathbf{s}_n[t+1] = \mathbf{s}_n[t] + \mathbf{m}_n[t] \quad (1)$$

ここで、 $\mathbf{s}_n[t]$ は時刻 $t = kT_c$ (T_c : 制御周期, $k = 1, 2, \dots$) におけるエージェント n の状態 ($\mathbf{s}_n[0]$ は初期位置), $\mathbf{m}_n[t]$ は入力であり、自己の状態と隣接するエージェントの状態の偏差を用いて以下の式とする。

$$\mathbf{m}_n[t] = -a_n[t] \sum_{l=1, l \neq n}^N p_{nl}[t] (\mathbf{s}_n[t] - \mathbf{s}_l[t]) \quad (2)$$

ここで、 $p_{nl} \in \{0, 1\}$ はエージェント n, l の隣接関係を表す。 $a_n[t]$ は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 を移動させる係数である。

エージェント n は時刻 t で自身の位置情報を確率 P で送信し、半径 R の円内で隣接する他のエージェント l の位置情報を確率 $1 - P$ で受信する。送信チャンネルは $C \in \{c_i\}$ の中からランダムに一つ選択され使用される。隣接するエージェント l から送信された位置情報の受信に成功すれば、エージェント n は式 (1) に従い移動する。パケット衝突が発生した場合は、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は得られない。各エージェントは最大速度 v_{\max} を有する。

以上の基本的な合意制御方式を本研究では従来方式 1 とする。従来方式 1 で移動できない状況において、自身の直近の非零の入力記憶を係数 λ_s ($\lambda_s < 1.0$) により忘却させ移動に利用する文献 [2] の方式を従来方式 2 とする。

3 提案方式

合意の素早い達成には多くのエージェントの情報を得ることが必要である [1]。本研究では、従来方式 2 に加

え、送信時に $\mathbf{s}_l[t]$ だけでなく、直前の $\mathbf{m}_l[t-1]$ も送信する。そして、受信成功時にこれらの情報をエージェント n が記憶する。 i 回連続して受信に失敗したエージェント l の位置情報をエージェント n が次式により補う。

$$\bar{\mathbf{s}}_l[t+1] = \bar{\mathbf{s}}_l[t-i] + \lambda_f^i \mathbf{m}_l[t-i] \quad (3)$$

ここで、 $\bar{\mathbf{s}}_l[t]$ と $\bar{\mathbf{m}}_l[t]$ はエージェント n が記憶しているエージェント l の位置情報と入力、 λ_f ($\lambda_f < 1.0$) は受信失敗時に入力を忘却させる係数である。受信成功時には正確な $\mathbf{s}_l[t+1]$ が分かるため、 $\bar{\mathbf{s}}_l[t+1] = \mathbf{s}_l[t+1]$ とする。上式の位置情報を式 (2) の $\mathbf{s}_l[t]$ として用い、エージェント n の入力を決める。

4 性能評価

各エージェントのランダムな初期位置は 100×100 [m] 内で一様分布とする。システムパラメータは $R = 50$ m, $|C| = 3$, $T_c = 0.1$ s, $P = 0.3$, $\lambda_s = 0.9$, $\lambda_f = 0.2$ とする。エージェント同士の物理的な衝突は考慮しない。500 秒以内に全てのエージェントの距離が 5m 以内に収束した時を合意達成とする。提案方式と従来方式 1, 2 の合意達成時間を評価した結果を図 1 に示す。同一条件での性能限界も同図に示す。

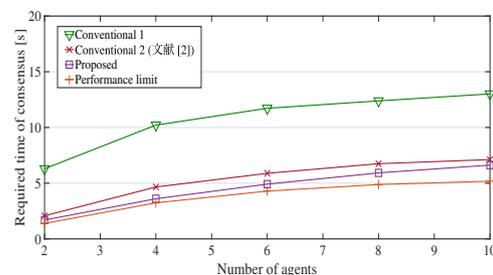


図 1 従来方式と提案方式の合意達成時間の比較

図 1 より、提案方式は受信に失敗したエージェントの情報を補っているため全てのエージェント数において素早く合意達成できることが分かる。

5 まとめ

本研究では、平均合意問題において、収束時間を短縮できる合意制御入力を提案し、素早く合意達成できることを示した。

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.
- [2] 久川和祥, “マルチエージェントシステムの合意の高速化について,” 高知工科大学修士学位論文, Feb. 2017.