

自律移動ロボット分散制御のための代表ノードを用 いた無線通信負荷削減手法

著者	河野 孝明,野林 大起,池永 全志
雑誌名	2021年度電気・情報関係学会九州支部連合大会(第
	74回連合大会)講演論文集
ページ	255
発行年	2022-04-27
その他のタイトル	Data Sharing Method using Sink Node for
	Industrial Carrier Robot Networks
URL	http://hdl.handle.net/10228/00008950

doi: https://doi.org/10.11527/jceeek.2021.0_255

自律移動ロボット分散制御のための代表ノードを用いた無線通信負荷削減手法

河野 孝明 † 野林 大起 † 池永 全志 † † († 九州工業大学大学院 工学府) (†† 九州工業大学大学院 工学研究院)

1 はじめに

人手不足の解消や効率化のため、荷物搬送ロボット (Industrial Carrier Robot, ICR) が注目されている. ICR の 制御方法として一般的には集中制御が用いられるが、サー バ設置およびインフラ整備コストの低減が求められる. 一 方で、ICR を分散制御すると、ICR 間で情報共有を行う必 要があるため、通信量が増大し拡張性に影響を及ぼす[1]. そこで本研究では、ICR 自律分散制御のための通信量削減 手法について検討する.

2 既存手法

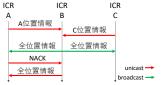
ICR 自律分散制御のためには、ICR への搬送要求 (タス ク) 情報のほか、ICR が移動中の場合も含めて常に最新の 位置情報を共有する必要がある. そこで全 ICR 同士が情 報を共有するための通信手段として、我々はこれまでに、 ICR の全車両(以下ノードと記す)の中から代表ノード を選択し、代表ノードを中心として情報共有を行う無線 通信負荷削減手法を提案した[2]. 既存手法における情報 共有の手順を以下に示す. (1) ノードは代表ノードに共有 すべき情報を送信する. (2) 代表ノードは情報を集約する. (3) 代表ノードは集約した情報をユニキャスト (TCP) で全 ノードへ送信する. しかし, 既存手法は代表ノードが集約 したデータを送る際に全ノードにユニキャストで送信する ため、送信回数が多く、無線通信の負荷が増大することが 課題であった.

3 提案手法

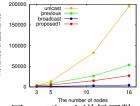
既存手法を改良し無線通信の負荷を削減するため、ここ では集約した情報を全ノードに配信する2つの手法を提案 する. 1 つめは代表ノードが集約した情報をブロードキャ ストで全ノードへ送信する手法で、提案手法1と定義する. 既存手法では集約したデータを送る際の通信回数が問題で あったため、提案手法1ではブロードキャストで一度に全 ノードへデータ送信することで通信回数を削減する. しか し、ブロードキャスト送信はデータが未到達であっても再 送されないため、信頼性が高くない、そこで、代表ノード が集約した情報をブロードキャストで全ノードに送信後、 未到達のノードにユニキャストで再送する手法を提案し、 提案手法2と定義する. 提案手法2のシーケンス図を図1 に示す. ここでは、Bを代表とした場合における情報共有 の手順を以下に示す. (1) ノードは代表ノードに共有すべ き情報を送信する. (2) 代表ノードは情報を集約する. (3) 代表ノードは集約した情報をブロードキャストで全ノード へ送信する. (4) ブロードキャスト後, 代表ノードはデー タが未到達のノードにデータを再送する. これにより, 無 線通信負荷を削減するとともに確実な情報共有を目指す.

シミュレーションによる性能評価

提案手法の有効性を検証するため、ネットワークシミュ レータ Scenargie を用いて評価した. 100 m 四方の屋内 における物品の搬送を想定し、外周四辺の通路をノードが 走行する. ノードは3,5,11,16台とし,移動速度は1 m/s とした. 各ノードは既設の Wi-Fi AP を中継して他の ノードと接続可能とし、AP は各通路の中央に設置した. 各ノードは、移動要求となるパケットが到着してから搬送 作業に必要なデータ交換を実施する. このとき、データサ







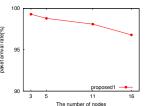


図 3: パケット到達率

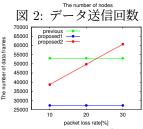


図 4: パケットロス率と データ送信回数の関係

イズは 500Byte とした. 比較手法として全通信をユニキャ ストで送信する unicast, 全通信をブロードキャストで送 信する broadcast, 既存手法である previous を用いる.

図2にノード台数を変化させた場合における提案手法1 (proposed1) と各比較手法のデータ送信回数を示す. この 結果より提案手法1は既存手法と比べてデータ送信回数を 約50%まで抑制できることが確認できた. ここで提案手法 1のブロードキャスト送信(図1の全位置情報送信に該当) におけるパケット到達率を図3に示す.この結果より,提 案手法 1 でのパケット到達率はノード台数が増加するに伴 い低下することが確認できた. 提案手法1だけではデータ 送信回数を削減できてもデータ到達に対する信頼性が低下 することが確認できた.

次に、提案手法2の検証を行った. ノード台数が16台 の場合において、ブロードキャストパケットのロス率を意 図的に10%~30%まで変動させた場合のパケット到達率と データ送信回数に着目した. 今回の検証において、提案手 法2のパケット到達率は、ブロードキャストパケットロス 率の変化に関わらず、約100%を達成できることが確認で きた. 一方で、データ送信回数を図4に示す. 提案手法2 (proposed2) の送信回数は再送を行うため提案手法1より は大きいが,ロス率が 20%以下であれば既存手法より抑制 できることが確認できた. 図3におけるノード台数が16 台の時のブロードキャスト区間のロス率が約3%であるこ とから、提案手法2は既存手法と比べて送信回数を抑制し つつ, 高いパケット到達率を実現できると考えられる.

まとめ

本研究では、自律移動ロボット分散制御の実現に向けた 無線通信負荷削減手法を提案した. 性能評価の結果より、 提案手法が無線通信の負荷を削減可能であることを示した.

- [1] M. Ahmad, et al., "State-of-the-Art Clustering Schemes in Mobile Ad Hoc Networks: tives, Challenges, and Future Directions," IEEE Access, Vol.7, pp.17067-17081, January 2019
- [2] 河野 孝明, 他, "自律移動ロボット分散制御のための 無線通信負荷削減手法に関する研究,"信学ソ大,2020 年9月