

複数の無線 LAN インタフェースを用いた 監視用ロボット・アドホックネットワークの構成方式

王 彪[†] 大坐 崑 智[†] 川島 幸之助[†]

[†] 東京農工大学

1 はじめに

近年の無線デバイス及び携帯端末の高性能化と普及により、その場にある端末が即座にネットワークを構成する無線アドホックネットワークが注目されている。しかし IEEE802.11 無線インタフェースが無指向性アンテナを用いることと、電波到達範囲内にあるすべてのノードが同一のチャンネルを使うことによって、不必要に RTS(Request to Send) / CTS(Clear to Send) 交換を傍受してしまう。これにより、それらのノードが他のノードと通信できなくなってしまう、ネットワークの可用性とスループットを低下させるいわゆる“さらし端末問題”がある。本稿では、ロボットに 2 つの無線 LAN インタフェースを持たせ、無線インタフェースごとに異なる無線チャンネルを割り当てることによって、複数のロボット間が同時にフレーム送信可能とするロボット・アドホック監視ネットワークの構成方式を提案し、ロボット ER1[1]への実装、通信品質の評価を行う。

2 ネットワーク構成方式

2.1 提案方式の概要

ロボットに無線インタフェースを持たせて監視ネットワークを形成する場合、複数の監視用ロボットからの映像情報を同時にセンターPC に送信できることが望ましい。図 1 に示すように、1 枚の無線 LAN インタフェースを用いて通信する場合、ロボット B がロボット C にフレームの送信を行っている時、ロボット A からロボット B への通信ができなくなり、ロボット C からセンター PC への通信もできなくなる。このさらし端末問題によって同時に複数の監視ロボットからの情報を受信することが困難である。

これに対して、ロボット端末が 2 枚の無線インタフェースを用い、それぞれ異なるチャンネルを使用することによって、端末間の干渉および傍受を解消することができる。異なるチャンネルでロボット間のリンクを形成するため、チャネ

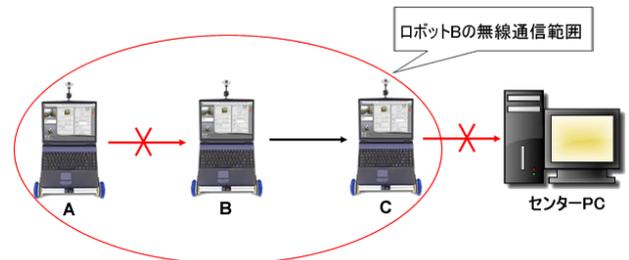


図 1 さらに端末問題。

ル間の干渉をなくし、さらし端末問題を回避し、複数の監視点からの映像情報を同時に受信する場合でも、通信品質の劣化を抑えることが可能になる。

2.2 ルーティングプロトコル

まず、ロボットがネットワークに新しく参加する際、マルチキャストを用いて隣接ノードの情報を取得し、隣接ロボットとのリンクを確立することにより、ロボットネットワークを構成する。この時、マルチキャストグループは同一チャンネルを持つ無線インタフェースで作られる。この際に取得した情報 (IP アドレス等) はアプリケーション層レベルで管理をする。

実際に通信をする際のルーティングプロトコルは Reactive 型のものを採用した。監視ロボットが映像情報を送信しようとする時に、マルチキャストを用いて経路探索を開始する。映像送信ロボットの情報伝達の最終目的地は必ずセンターPC であるため、センターPC までの経路が確立されていれば、そのセンターPC に近い隣接ロボットが経路探索要求に答える。経路上のロボットはその返答メッセージを用いてルーティングテーブル作成し、ルートを確立する。これにより、隣接ロボットにパケットを送信すれば、隣接ロボットはルーティングテーブルを参照してルーティングを行い、最終的にはセンターPC に届く。

2.3 実装

プログラムは Java を用いて作成する。Java でネットワークインタフェース層への直接アクセスを可能にするライブラリ JPCAP[2]を使用する。図 2 に示すように IP 層レベルで Windows のルーティングテーブルにルーティング情報の追加および変更を行う。そして無線 LAN インタフェー

A study on robot ad hoc network configuration method with multiple wireless LAN interfaces, Biao Wang, Satoshi Ohzahata, Konosuke Kawashima Tokyo University of Agriculture and Technology.

スからパケットを直接取得し、IP 層のルーティングテーブルを参照してパケット中継を行うかどうかを判断する。自分宛のパケットであれば上位層に渡す。

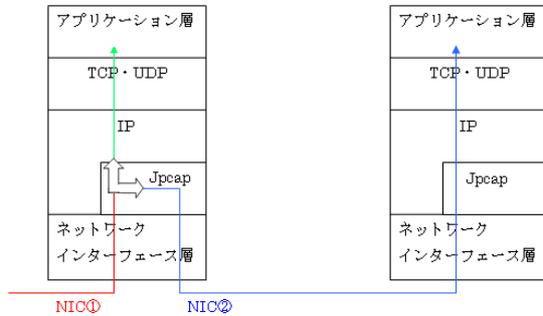


図2 JPCAP を用いたパケット中継。

3 実験

3.1 実験の概要

Java で作成したプログラムを 3 台の ER1 ロボットキットに実装する。図 3 に示すように、ロボット同士が異なるチャンネルでネットワークを形成する。本実験ではチャンネル①、⑥、⑩を使用する。そして形成した無線アドホックネットワークの最も良い無線通信状況範囲内で 3 台の監視ロボットが同時に映像情報を送信する時、無線 LAN インタフェースを 2 枚使用する場合と 1 枚使用する場合のスループットの比較、評価を行う。

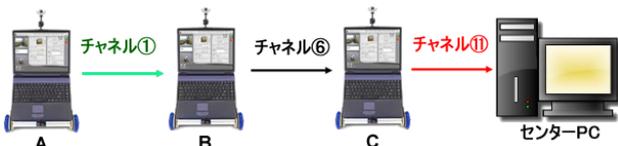


図3 異なるチャンネルでネットワークを構成。

3.2 実験結果

実験では RTP プロトコルを用いてリアルタイム映像を送信する、映像の平均ビットレートは 500kbps に設定する。映像の受信は Java Media Framework API (JMF) [3] を用いて複数のメディアソースを同時に受信する。

図 4 は 2 枚の無線 LAN インタフェースで 60 秒間映像送信を行った場合のスループットを示す。全体で見ると 3 台のロボットはほぼ同じ程度のスループットが出ている。

1 枚の無線 LAN インタフェースのみ使用した場合は図 5 に示す。ネットワーク全体の RTP パケット数は 2 枚の場合とほぼ同じであるが、セン

ター PC から最も離れているロボット A の RTP パケットが極端に送信できない状況が続く、これは“さらし端末問題”の影響でデータ送信の際の RTS/CTS の交換を行うときに CTS をなかなか得られなかったからであると考えられる。この程度のスループットではリアルタイム映像情報を伝達することは難しいといえる。

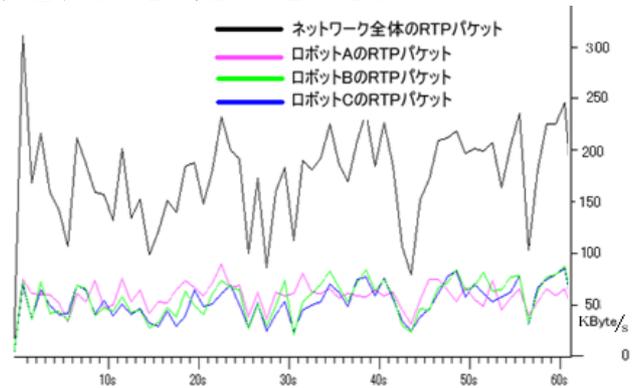


図4 無線 LAN インタフェース 2 枚の場合。

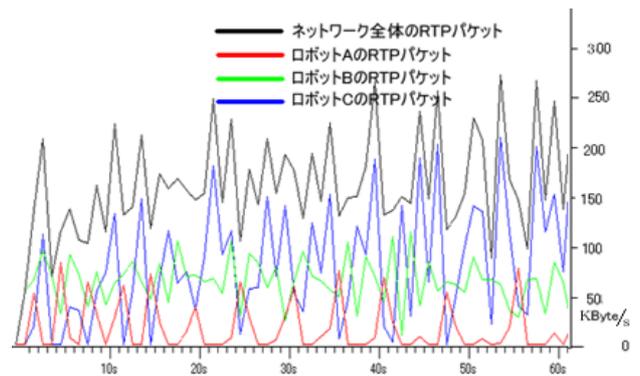


図5 無線 LAN インタフェース 1 枚の場合。

4 おわりに

本研究では、ロボットに 2 枚の無線 LAN インタフェースを持たせた、監視用無線アドホックネットワークの構成方式を提案し、それを実装して、通信品質の評価を行った。今後はロボットの位置の変化が起きた場合に無線チャンネルを自動切換えし、ネットワークを再構築できるよう拡張を行い、効果について評価する予定である。

参考文献

- [1] 米国 Evolution Robotics 社, <http://www.evolution.com>
- [2] JPCAP network packet capture library, <http://netresearch.ics.uci.edu/kfujii/jpcap>
- [3] Java Media Framework API (JMF), <http://java.sun.com/products/java-media/jmf>