

62C-01 | モバイルアドホックネットワークにおける メンバ間公平性保証方式の提案

鈴木貴也[†] 石川貴士[‡] 石原進[†] 水野忠則[†]

[†]静岡大学情報学部 [‡]静岡大学大学院理工学研究科

1 はじめに

携帯情報端末の普及と無線通信技術の発達により、モバイルユーザがいつでも・どこでも・だれとでもネットワークを構築して通信する、モバイルアドホックネットワークを実現可能な環境が整いつつある。また、複数の携帯端末間で通信を行いながら利用するアプリケーションの普及も進んでいる。このようなアプリケーションにはゲームなど高い即応性が要求されるものも多い。

即応性の高いネットワークアプリケーションは、端末間の不公平性を調停する端末（調停役）を導入することにより実現可能であるが、モバイルアドホックネットワークではトポロジ変化により調停役とメンバとの間の遅延が増大し、即応性が損なわれる可能性が大きい。

本報告ではモバイルアドホックネットワークのトポロジ変化に着目し、調停役をトポロジに応じて交代させ、アプリケーションの即応性を向上させる方式を提案する。

2 メンバ間の不公平性

ネットワークゲームなど即応性の高いアプリケーションでは、即応性（ユーザの入力に対するアプリケーションの反応の速さ）と端末間の不公平性（あるメッセージの到着時刻が参加メンバ間で異なる）が問題となる。例えば、クライアント-サーバ型の早押しクイズゲームを考える。この場合、サーバから送信された問題に対する回答をサーバに送信しているクライアントがいる一方で、問題さえ到着していないクライアントも存在するというような不公平が発生しうる。

端末間の不公平性を吸収する方式として、ユーザの応答時間に基づいた順序制御が挙げられる。しかしながら、1回当たりの順序制御のための待ち合わせ時間が長くなると即応性が損なわれる。よって、待ち合わせ時間をできるだけ短縮した順序制御が必要となる。このような順序制御には [1] がある。

有線ネットワークでは端末間の通信回線品質の差異

A method to Impartial Communication Environment for Mobil Ad-Hoc Network

Yoshinari Suzuki[†], Takashi Ishikawa[‡], Susumu Ishihara[†], Tadanori Mizuno[†]

[†]Faculty of Information, Shizuoka University

[‡]Graduate School of Science and Engineering, Shizuoka University

432-8561, Hamamatsu, Japan

cs6048@cs.inf.shizuoka.ac.jp

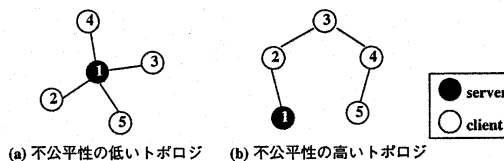


図 1: ネットワークトポロジと不公平性

により不公平性が増減するが、モバイルアドホックネットワークではネットワークのトポロジの変化により不公平性が増減すると考えられる。前述の早押しクイズゲームの場合、サーバ端末との距離が近似するクライアント端末の数が多い（図 1 (a)）ほど不公平性が低く、少ない（図 1 (b)）ほど不公平性が高いと言える。

3 モバイルアドホックネットワークにおけるメンバ間公平性保証方式

モバイルアドホックネットワークにおいて、順序制御により即応性の高いネットワークアプリケーションを実現するには、ネットワークを構成する端末のうちいずれかが順序制御による不公平性の調停を行えば良い [1]。本方式ではこのような端末を調停役と呼ぶ。

調停役が図 1 (b) のサーバのように位置すると、図 1 (a) のサーバのように位置した場合に比べて通信遅延が大きくなり、即応性を損なわせる。そこで、本方式ではトポロジ変化に応じて多くのメンバにとって公平な位置に存在する端末に調停役を交代させることにより、不公平性を軽減しつつ即応性を確保する。

3.1 仮定

本方式では、以下のような条件を仮定する。

1. 同一グループに属するメンバは同一のアプリケーションを利用する
2. 交換される全てのメッセージは調停役の識別子（アドレス）を保持する
3. 全てのユニキャストメッセージは送信元から宛先までの経路を保持する。これは、DSR (Dynamic Source Routing)[2] を利用することで可能である。
4. 調停役はマルチキャストによりメンバにメッセージを配信する。これは、DSR などを利用することで可能である。
5. 3 により、調停役は自分が属するグループの（マルチキャストとは無関係な）全域木の核を求める

ことができる。

3.2 調停役の定義と機能

調停役は1つのグループにつき1つだけ存在し、トポロジに応じて交代する。また、調停役は不公平性の調停(待ち合わせによる順序制御)を行い、新調停役を発見し、マルチキャストを利用して待ち合わせ結果をメンバへ報告する。

3.3 メンバの機能

調停役を含むグループのメンバはユーザからの入力を受け付け、その結果生じた変更とユーザの反応時間を調停役へ報告する。また、調停役からのメッセージの最新の到着時間間隔(直前の待ち合わせ時間)を保持する。

3.4 調停役交代方式

3.4.1 初期状態における調停役の決定

初期状態では、調停役はネットワークを構成するメンバのうち、識別子(アドレス)が最小であるメンバが行う。

3.4.2 調停役の交代

調停役の交代は最初の調停役の決定後やトポロジの変化後に行われる。調停役はメンバから送られるメッセージに含まれる経路情報に基づき、ネットワークの全域木を求めることができる。調停役はこの全域木の中心に位置するメンバ(核)を求める(CBT(Core Based Tree)プロトコル[3]のCore Router Discoveryに用いられる手法を利用する)。

全域木の核が現在の調停役以外のメンバであった場合、調停役の交代が発生する。現在の調停役は、メンバへ待ち合わせ結果を報告するマルチキャストメッセージに新調停役の識別子を入れる。そのマルチキャストメッセージを受信したメンバは、次送信時から新調停役にメッセージを送る。このようにして交代が成立する。

新調停役は自分が調停役として指定されている待ち合わせ結果報告メッセージか、自分宛の反応時間報告メッセージを受信した時に、自分が新たな調停役であることがわかる。新調停役は自分が調停役であることに気付いた直後に待ち合わせを開始する。このときの待ち合わせには「直前の待ち合わせ時間」を用いる。

3.5 問題点

本方式には、調停役の負荷が大きくなるという問題がある。

● 調停役へのメッセージの集中

N人のメンバが存在し、1秒当たりS回の待ち合わせが行われた場合、毎秒 $N \times S$ 個のメッセージが調停役に送信されることになる。N, Sが大きくなると調停役でのメッセージ処理に時間がかかり、即応性が損なわれる可能性がある。

● 「新しい調停役」を求めるコスト

CBTプロトコル[3]では、マルチキャストツリー(全域木)の核(Core)に位置するルータの発見に

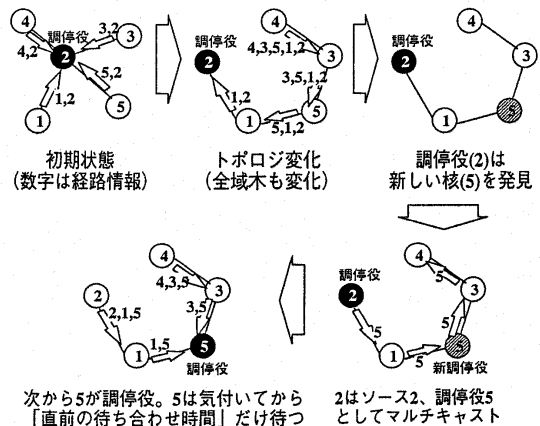


図2: 調停役交代の流れ

Bootstrap[4]を用いている。本方式ではBootstrapの応用による新しい調停役(全域木の核)の導出を計画している。Bootstrapでは核の候補の集合から核を選び出す。本方式では全メンバが候補となり得るため、調停役は全てのメンバ端末に関する情報を常に保持していなければならない。このため、調停役の負荷が大きくなる。

4 おわりに

モバイルアドホックネットワーク上で即応性の高いネットワークアプリケーションを実現するために、ネットワークを構成する端末のいずれか(調停役)が順序制御を行い、ネットワークトポロジに応じて調停役を交代させる方式を提案した。ネットワークトポロジに応じて調停役を交代させることで、ネットワークアプリケーションの即応性の向上が期待できる。今後は新しい調停役の導出手法を確立した後、本方式をシミュレーションにより評価し、妥当性を確認したい。

参考文献

- [1] 石川, 石原, 井出口, 水野:リアルタイム性の強いネットワークアプリケーションの公平性を保証した通信方式の提案, 情報処理学会第59回全国大会講演論文集(分冊3), pp. 551-552, (1999).
- [2] Josh Broch, David B. Johnson, David A. Maltz: The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks. *Internet-Draft*, draft-ietf-manet-dsr-03.txt, (1999.10.22).
- [3] A. Ballardie: Core Based Tree (CBT) Multicast Routing Architecture. *Experimental RFC*, rfc2201.txt, September 1997.
- [4] Deborah Estrin, Mark Handley, Ahmed Helmy, Polly Huang, David Thaler: A Dynamic Bootstrap Mechanism for Rendezvous-based Multicast Routing. Technical Report, <http://catarina.usc.edu/pim/pimsm/bootstrap-TechReport.ps.gz>.