

L-054

無線アドホックネットワーク上でのメディア配信実験

Experimental evaluation of media distribution over a wireless ad hoc network

板谷 聡子 長谷川 淳 長谷川 晃朗 デイビス ピーター 門脇 直人 山口 明 小花 貞夫
 Satoko Itaya Jun Hasegawa Akio Hasegawa Peter Davis
 Naoto Kadowaki Akira Yamaguchi Sadao Obana

1. はじめに

近年、無線デバイスを持つ機器が急速な普及に伴い、アドホックマルチホップ無線ネットワークの研究が盛んに行われている。現在、アドホックネットワークの研究は、シミュレーションや小規模実験の段階から、大規模な実証実験の段階へ移りつつあり、実験報告も充実してきている[1,2,3]。一方で、アドホックネットワークにおける一つの興味深い応用領域として、パーソナルマルチメディア通信があり、掲示板やチャットにおけるインタラクション、VoIP (Voice over IP) や音楽・映像などのストリーミング配信などのアプリケーションの安定した運用が期待されている。本論文では、屋内アドホックネットワークにおけるメディア配信実験を通して、その問題点を明らかにした。

2. ネットワーク構成

実験では、アドホックネットワーク内に、一台の PC 用ゲートウェイ端末を設置、ネットワーク内の各 PC は、ゲートウェイ端末を介してインターネットに接続できる(図1)。外部のサーバ、またはアドホックネットワーク内の移動サーバから、アドホック端末へコンテンツを配信する。PDA へのストリーミングコンテンツ配信については、コンテンツ提供サーバを同じネットワーク上に用意した。

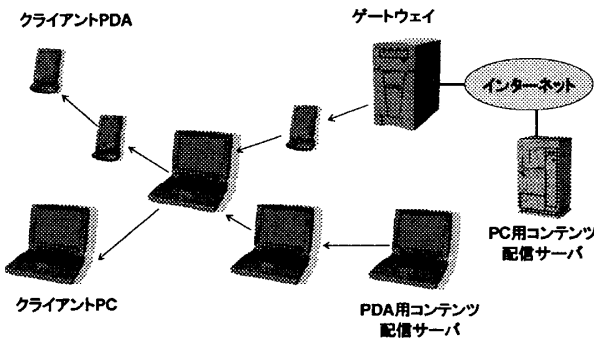


図1 アプリケーション実証実験構成図。

無線環境は、PLANEX GW-CF11H の 802.11b 無線 LAN カード (最大転送レート 11Mbps) を用いて MAC アドホックモード (単一 IBBS) である。OS 環境は、サーバおよび中継端末・および PDA に Linux、クライアント PC には Windows と Linux を使用している。アドホックルーティングにはテーブル駆動型ルーティングプロトコルである OLSR (Unik-OLSR version 0.4.7), OLSR-SS-SU, FSR, FSR-SS-SU を使用した[4, 5]。

ATR 適応コミュニケーション研究所
 619-0288 「けいはんな学研都市」光台 2-2-2

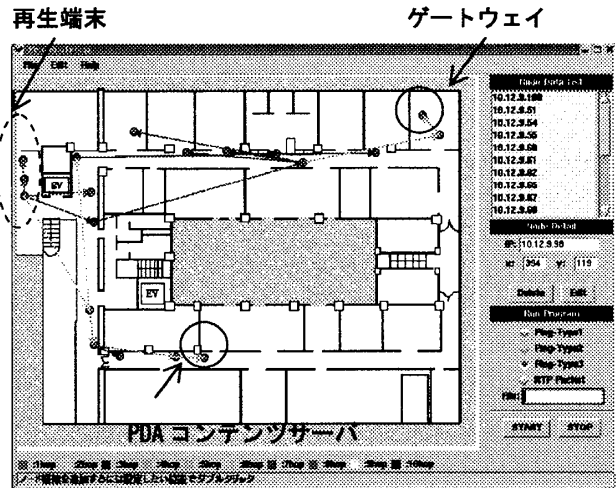


図2 ネットワーク配置の例。

図2は、メディア配信実験中のクライアント PC から各端末への経路のスナップショットである。メディア再生端末として、クライアント PC とクライアント PDA を配置、各再生端末はゲートウェイおよび配信サーバまで 4 ホップになっている。ネットワーク内の端末は静止しているが、電波環境の変動のため、経路やホップ数は変動する。

3. 検証アプリケーション

メディア配信実験において使用したアプリケーションを紹介する。

● チャット

やり取りされるパケットは不連続な UDP のショートパケットであり、生成されるトラフィック量も少ない。

● VoIP

リアルタイム性とパケットロスが深刻な問題となるアプリケーションであり、UDP にシーケンス番号処理を加えた RTP パケットの連続的なやり取りが行われる。

● 音楽映像などのストリーミング配信

音楽・映像などのストリーミング配信では、リアルタイム性とパケットロスのみでなく、受信データ量が多くなるため、帯域占有も大きな問題となる。

4. メディア配信実験

チャットに関しては、複数人で同時に使用しても問題が発生しない。

VoIP アプリケーションに関しては、ネットワークの安定性に対して非常に敏感であるため、安定性の評価実験の対象アプリケーションとしても使用している[1]。片方向通信に対して 64Kbps の帯域を必要とし、シングルストリ

ームであれば、50台規模のネットワーク上でも、経路が安定している場合の packets 中継にかかる時間は1ホップで2ms程度であり、4,5ホップしても、ITU-T QoSクラス0の目標値(100ms)を十分満たすため、通信品質に問題はない。しかし、電波環境が不安定な場合には、通信品質がバースト的に変動するため、電波変動の監視を含めた経路制御が必要である[3]。また、すべてのセッションが同じような経路を通ると思われる位置関係で、同時に3セッションの通話を行うと、音声の乱れが大きくなり、通信品質劣化が目立った。

そこで、中継トラフィックの影響を評価するための実験を行った(図3)。

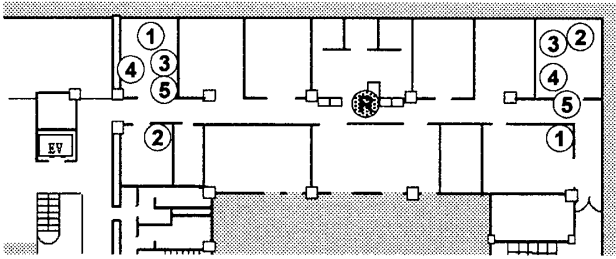


図3 中継トラフィックの影響評価実験配置図。

図3のように、端末Rを中継端末として、同じ番号の二つの端末が双方向通信を行い、同時に通信を行おうとする端末の組を1~5まで増加させた。テストフローとしてVoIP通信を想定し、双方向に160byteの音声データをRTPパケットとして20ms間隔で送信、5000パケットを1フローとして、10回の試行を行った。図4は、中継セッション数に依存したパケットエラー率と平均遅延時間を表している。端末Rの中継セッション数が3を超えると、平均パケットエラー率および平均遅延が増加する。

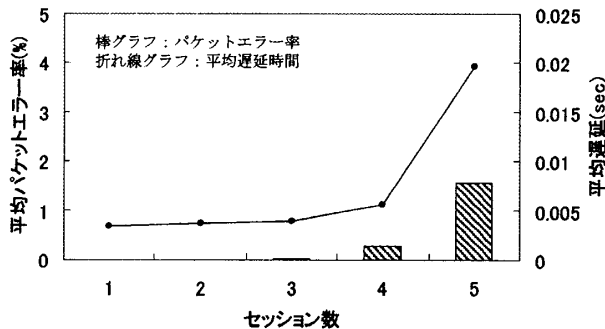


図4 中継セッション数に依存したパケットエラー率および平均遅延時間の変化。

1パケットの実質伝送時間が1ms程度、生成レートが20msecであるため、各端末のデータ送信が完全に非同期であれば、10セッションまでは通信が可能である。しかし、802.11のMAC方式から理論的に見積ると、中継トラフィックが3セッションになると、各端末の送信タイミングが運悪く同期する時、中継端末の送信までの最大待ち時間が送信時間間隔を上回る。このため、中継端末でパケットのバッファリングが発生し、実験に見られるように、遅延時間が増加したり、ロスが発生

したりする。この中継端末における待ち時間は、802.11MAC方式に起因するため、中継端末の処理能力を高めても、回避することはできない。

音楽・映像のストリーミング配信における配信トラフィックは、PC用が500Kbps程度、PDA用が128Kbps程度で、VoIPよりかなり送受信データ量が大きくなる。2つのセッションが同じような経路を通るように、ゲートウェイとPDA用コンテンツ配信サーバを同一電波範囲内に置き、数ホップ先に双方のクライアント端末同士も同一電波範囲内に設置すると、アプリケーションでの再生がうまくできなかった。特に、経路情報配信・選択に効率性を追求するOLSRベースのルーティングでは、MPRリストを元に経路が決定されるため、特定の中継端末へのトラフィック集中が見られた。そこで、図2のように、ゲートウェイとコンテンツサーバから各再生用端末までの経路が同じにならないよう十分離れた位置に配置したところ、各クライアント端末で同時に再生が可能となった。また、サーバ端末を持って移動しても、通信を続けることができた。

5. おわりに

無線アドホックネットワークの研究は、理論的・理想的環境での研究から、アプリケーション運用の段階に推移しつつある。無線アドホックネットワーク上でのマルチメディア配信については、電波環境の変動により頻繁な経路スイッチングを必要とする場合であっても、この変動を考慮しながら経路制御を行えば、音楽・映像配信が十分可能である。しかし、複数のストリームが交差する場合に、中継端末へのトラフィック集中が問題となる。本論文では、中継トラフィック分散がアドホックネットワーク上でのマルチメディア通信の大きな課題になることを示した。また、経路情報配信・選択に効率性を追求するOLSRベースのルーティングでは、MPRリストを元に経路が決定されるため、中継端末にトラフィックが集中する様子が見られた。検証実験の結果、VoIPでは3セッション、音楽・映像配信では2セッションで、中継負荷の影響が見られることがわかった。トラフィックが集中しないようなQoSルーティングが今後の課題である。

参考文献

- [1] J. Hasegawa, S. Itaya, A. Hasegawa, N. Kadowaki and S. Obana, "VoIP communication over a large ad-hoc network, First Ad-hoc Network Workshop, 2005, pp.89-92"
- [2] P. Davis, S. Itaya, J. Hasegawa, A. Hasegawa, N. Kadowaki, S. Obana, "Large Scale Ad Hoc Wireless Networks," Technical Report of IEICE of Signal Processing Society, pp.49-52, 2005.
- [3] 大和田, 高橋, 須田, 八木, 滝, 照井, 土田, 間瀬, "大規模アドホックネットワーク・テストベッドの構築," 2005年電子情報通信学会総合大会, B-21-15
- [4] OLSR protocol implementations by Unik-University Graduate Center, <http://www.olsr.org/>
- [5] FSR, FSR-SS-SU, OLSR-SS-SU implementations by ATR : <http://www.acr.atr.jp/acr/general/product/gsrfsr/>