

平成21年 4月 14日現在

研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2006～2009  
 課題番号：18700060  
 研究課題名(和文) 多対多広帯域通信サービスのためのQoSを考慮したモバイルマルチキャスト技術  
 研究課題名(英文) Mobile Multicast for Many-to-Many Broadband Services with QoS Guarantee  
 研究代表者  
 木下 和彦 (KINOSHITA KAZUHIKO)  
 大阪大学・大学院情報科学研究科・准教授  
 研究者番号：40304018

研究成果の概要：移動端末による多地点間広帯域通信サービス実用化のためには、マルチキャストによる帯域の効率的利用が必要不可欠である。本研究では、これまでの有線網から無線網へ向けた1対多マルチキャストではなく、無線端末同士が相互に通信する多対多モバイルマルチキャストについて検討し、実用的な処理時間で所望のQoS(Quality of Service)要求を満たしつつリンク利用効率の良い経路を生成する手法を確立した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,100,000	0	1,100,000
2007年度	1,300,000	0	1,300,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	330,000	3,830,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・計算機システム・ネットワーク

キーワード：ネットワーク、マルチキャスト、移動体通信、モバイルIP

## 1. 研究開始当初の背景

端末の更なる小型・高性能化と無線アクセスネットワークの高速化により、モバイルネットワーク上でライブ映像配信やTV会議などのサービスをも提供することが可能になりつつある。しかし、このようなサービスはメールやWWWと比較して非常に大きな帯域を要求するため、実用化のためには、マルチキャストによる帯域の効率的利用が必要不可欠である。

有線ネットワークにおけるマルチキャスト技術についてはこれまでに幅広い研究が行われ、効率的な経路生成やマルチキャスト

通信参加ノードの管理法などの成果が多数報告されている。

また、最近では受信端末が移動体であることを想定したモバイルマルチキャスト通信に関する研究も開始され、頻繁なノードの移動に対応した経路再構成やパケット転送などの成果が挙げられている。

しかし、これらの研究は全て送信ノードが有線ネットワーク上にあると仮定しており、例えば移動端末を用いたTV会議のような、端末が送信ノードとなる状況を想定していない。

## 2. 研究の目的

移動端末による多対多広帯域通信サービスを想定したモバイルマルチキャストについて検討し、実用的な処理時間で所望の QoS 要求を満たしつつリンク利用効率の良い経路を生成する手法を確立する。具体的には、エージェント技術を導入し、使用中の経路情報を自律分散的に把握しながら最適な経路を探索する。

ただし、通信継続中に経路を切り替えることは QoS 面での影響が大きいため、次に端末の移動によるハンドオフが発生した際に経路を再構成するのに合わせて、漸近的に最適経路に近づく方法をとる。これにより、継続中の通信に影響を与えずに効率的な経路を生成することが可能となる。

多対多の広帯域通信サービスを想定したモバイルマルチキャストでは、パケットロスなく通信を継続する必要があることから、ハンドオフ発生時の経路再構成にかけることのできる時間が極めて限られているため、これまでに QoS を考慮しながらリンク利用効率の良い経路を生成する手法は提案されていない。

これに対して本研究では、通信継続中に最適経路を探索することでハンドオフ発生時に必要な処理を軽減しつつ、一度の経路再構成で最適な経路を生成するのではなく、ハンドオフが発生して経路を再構成するたびにそれに近づけ続けることによって処理時間の問題を解決する。

## 3. 研究の方法

一般に、多対多マルチキャスト通信の実現に当たっては、tree-based 方式と core-based 方式のいずれかが用いられる。tree-based 方式では、各端末が自身をソースノードとするマルチキャスト経路を生成し、それに沿ってパケットを送信する。各経路は 1 対多通信となるため経路生成が容易であり、また各端末が異なった経路を用いることによって負荷分散が可能であるという特長がある。

しかし、モバイルネットワークでの利用を考えた場合、端末が移動するたびに全ての経路を再構成する必要があり、しかもそのうちの 1 つは必ずソースノードの変更になることから、膨大な処理時間を要するという問題が生じる。

一方、core-based 方式では、各端末からの距離がほぼ等しくなるようなノードを core と設定し、各端末がそのノードへの経路を生成することで、全体として多対多のマルチキャスト経路を生成する。これは、経路の維持が容易であることから、モバイルマルチキャストに適した方式であると考えられる。図 1 にその概略を示す。

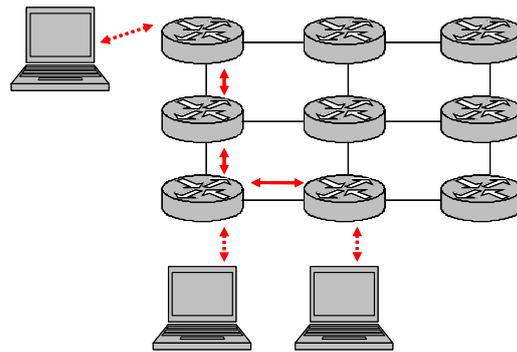


図 1 : core-based 方式

しかし、端末の移動による経路再形成を繰り返すうちに、core が必ずしも経路全体の中心でなくなり、QoS の悪化とリンク利用効率の低下を招く (図 2)。

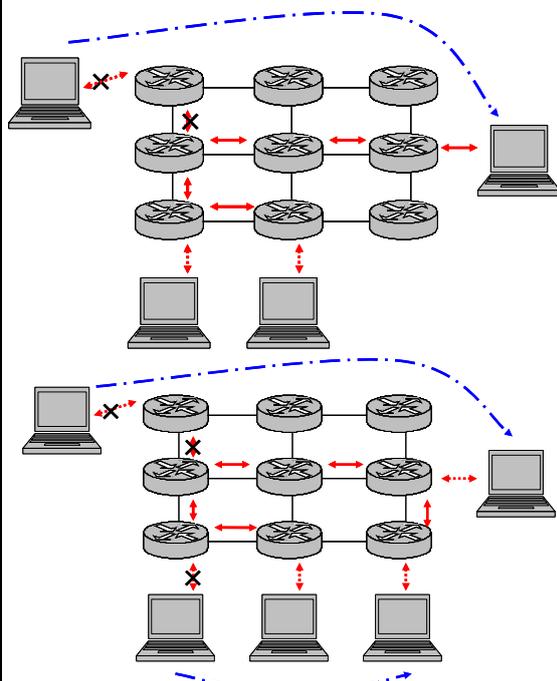


図 2 : core-based 方式の問題点

そこで本研究では、従来の core-based 方式を基本としつつ、端末の移動後も経路の質を高く保つ方式を提案する。

## 4. 研究成果

主たる成果として (1) 経路再構成フェーズと (2) core 変更フェーズの 2 つのフェーズからなるモバイルマルチキャスト方式を提案した。

経路再構成フェーズは端末が移動してハンドオフが発生した際に起動され、既存のモバイルマルチキャスト技術と同様に、高速な処理で通信を継続したまま経路を再構成する。図 3 にその動作の概略を示す。

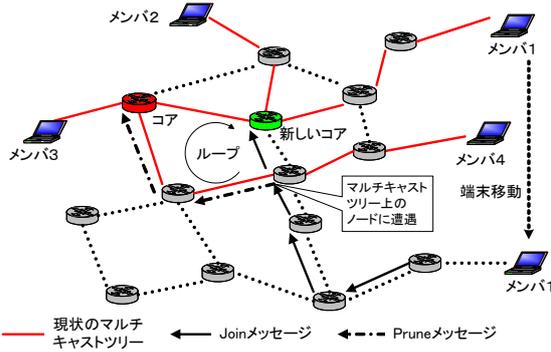


図 3：提案方式による経路再構成

一方, core 変更フェーズは経路再構成フェーズの完了後に起動され, 経路全体の効率性を調べ, 必要に応じて適切なノードに core を変更する. ただし, 変更された core は次回以降の経路再構成フェーズで活用されるため, 継続中の通信には何の影響も与えないことに注意する. この方式の概略を図 4 に示す.

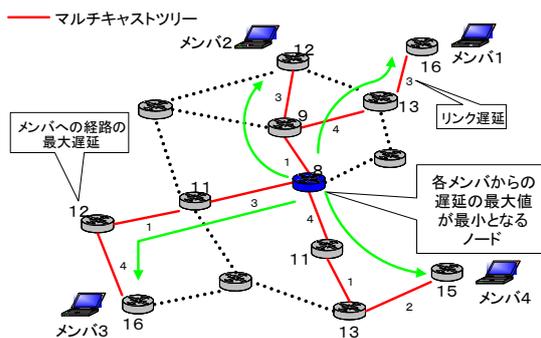


図 4：提案方式によるコア選択

この提案方式を以下の計算機シミュレーションによって評価した. ネットワークトポロジとして, 総ノード数 400 の Waxman ランダムグラフを作成した. また, このグラフの各ノードを接続するリンクに遅延を割当てるとして, 標準正規分布とパレート分布の 2 種類を用いた. これは, ネットワークのトラフィック量が少ない場合はリンク遅延の分布が標準正規分布で近似され, ネットワークが輻輳を起こすような高負荷の場合はリンク遅延の分布がパレート分布で近似される事に基づいている. マルチキャストグループのメンバー数を 10 とし, ネットワーク内の全ノードから等確率でランダムに選択した. 通信開始時のマルチキャストツリーは, 各メンバーに対してトポロジ的に中心となるノードをコアとして選択し, 各メンバーからそのコアに向かって最小遅延で経路を構築することによって生成した. 端末移動するメンバーを全メンバーの中から等確率でランダムに 1 つ選択し, 一回のシミュレーションで 1000 回

の端末移動を発生させた.

結果を図 5, 6 に示す. これらのグラフから明らかなように, 提案方式によってモバイル多対多通信における QoS が満足されない時間割合を大幅に減少できている.

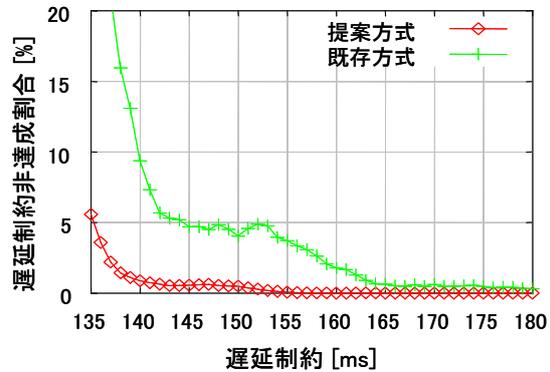


図 5：性能評価結果（標準正規分布）

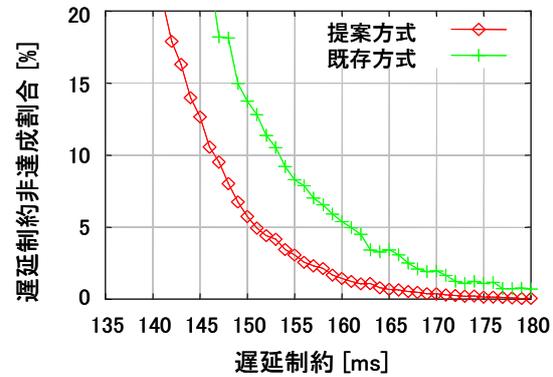


図 6：性能評価結果（パレート分布）

また, 無線環境として, 単一の無線 LAN ではなく, セルラー網・WiMAX・WiFi といった異種システムを考え, それらを統合的に利用できる環境でのモバイルマルチキャストについて検討し, コグニティブ無線技術を応用することで呼損率を低減する周波数割り当て手法を提案した.

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① K. Kawano, K. Kinoshita, and N. Yamai: "A Distributed Network Mobility Management Scheme for Hierarchical Mobile IPv6 Networks," IEICE Transactions on Communications, Vol. E91-B, No. 7, pp. 2265-2271, July 2008.

[学会発表] (計 7 件)

- ① 中川将史, 河野圭太, 木下和彦, 村上孝三: "WiMAX/WiFi 統合ネットワークにおける遺伝的アルゴリズムを用いた効率的

研究者番号：

- 周波数割り当て，『電子情報通信学会総合大会，B-6-87，March 2009.
- ② 吉本将宣，河野圭太，木下和彦，村上孝三：『WiMAX/WiFi 連携メッシュネットワークにおける効率的な周波数共有手法，』電子情報通信学会技術研究報告，March 2009.
- ③ Y. Kanamori, K. Kawano, K. Kinoshita, and K. Murakami: 『An effective Dynamic Spectrum Assignment in WiFi/WiMAX Integrated Networks,』Proceedings of the 8th International Conference on Networks (ICN 2009), Session 7, pp. 150-155, March 2009.
- ④ K. Kawano, K. Kinoshita, and N. Yamai: 『A Distributed Mobility Management Scheme for Large-scale Mobile Networks,』Proceedings of the 33rd IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN 2008), pp. 500-501, October 2008.
- ⑤ 金森悠一，山田剛，河野圭太，木下和彦，村上孝三：『WLAN/WiMAX 統合ネットワークにおけるマルチメディアサービスの呼損率を低減する動的周波数割当手法，』電子情報通信学会総合大会，B-6-55，March 2008.
- ⑥ T. Yamada, S. Yohimura, K. Kinoshita, K. Kawano, and K. Murakami: 『A Multicast Tree Reconstruction Method for Many-to-Many Mobile Communications with Delay Constraint,』Proceedings of the 31st Annual IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN 2006), pp. 525-526, November 2006.
- ⑦ 山田剛，吉村匠二，河野圭太，木下和彦，村上孝三：『多対多モバイル通信のための遅延制約を考慮した共有木型経路再構成手法，』電子情報通信学会技術研究報告，NS2006-119，October 2006.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

木下 和彦 (KINOSHITA KAZUHIKO)

大阪大学・大学院情報科学研究科・准教授  
研究者番号：40304018

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )