



Title	Decentralized Application Layer Multicast Protocols for Interactive Applications
Author(s)	Baduge, Thilmee Malinda
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/23458
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	バデッゲ Baduge	ティルミー Thilmee	マーリンダ Malinda
博士の専攻分野の名称	博 士 (情報科学)		
学位記番号	第 2 2 1 5 4 号		
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 情報科学研究科情報ネットワーク学専攻		
学位論文名	Decentralized Application Layer Multicast Protocols for Interactive Applications (インタラクティブアプリケーション向けの分散型アプリケーション層マルチキャストプロトコル)		
論文審査委員	(主査) 教授 東野 輝夫		
	(副査) 教授 村田 正幸 教授 村上 孝三 教授 今瀬 真 教授 中野 博隆		

論 文 内 容 の 要 旨

近年のインターネットの急速な普及により、ビデオ会議や遠隔講義などのインタラクティブなグループアプリケーションへの需要が増加しつつある。そのようなアプリケーションにおいては、各ユーザ（ノード）が発信する情報を他の全ユーザに効率良く発信する必要があり、そのための一手法としてアプリケーション層マルチキャスト（ALM）が注目されている。

このようなグループアプリケーションを実現するための ALM サービスは、一定の遅延制約を満たしながら安定した帯域を確保でき、かつスケーラビリティに優れていることが望まれる。本論文では、まず、これらの要求を満たすための手法として、次数制約付き最大遅延最小木を構築する分散型プロトコル MODE を提案する。本プロトコルで構築される被覆木は、ノード間の最大遅延が最小であり、各ノードに接続されているオーバレイリンク数（次数）により定まるノードの利用帯域がその利用可能帯域を越えず、かつ分散処理により高いスケーラビリティを実現する。

また、ビデオ会議やパネルディスカッション等のアプリケーションではある特定のノード集合のみが送信ノードとなる場合があり、その際は上述の QoS 要求に加え、その送信ノード集合の存在を考慮することが望ましい。本論文では次に、このような要求に対し、ある特定の送信ノード集合からの最大遅延を最小にする次数制約付き被覆木を構築する分散型プロトコル STS を提案する。本プロトコルは、ある特定の送信ノード集合が存在するインタラクティブなマルチメディア配信アプリケーションに適する新しい問題を定義し、マルチメディア配信に必要な次数調整機構（帯域不足等によりストリーム配信に無理が生じた場合に自動的に次数を調整する機構）の設計と実装を行っている点で MODE と異なる。

更に、近年の高性能無線端末の急速な普及により、エンドユーザが従来の PC 端末のみならず携帯電話等の無線端末も利用する状況を考慮する必要がある。しかしこの場合に無線端末の消費電力、処理能力や通信能力が制限されているため有線端末に比べて不安定であるという問題がある。このような問題を解決するため、本論文では、プロトコル MODE-m を提案する。MODE-m では、無線ノードがエンド間の遅延に悪影響を与えるような位置に配置されないように動的な再配置を行い、木の最大遅延上昇を抑える。

ALM では、データ転送にエンドユーザが参加するため、柔軟性が高いという利点があるが、同時に、エンドユーザの信頼性問題は ALM アプリケーション普及の妨げとなっている。例えば、セッションに関する興味の少ないユーザは、多くの場合にセッションから早い段階で離脱する。そこで本論文では最後に、各ノードの安定度がある何らかの基準で与えられたときに、安定したストリーム配信を実現する分散型 ALM プロトコルを提案する。本プロトコルでは前述の三つのプロトコルとは異なり、ALM におけるストリームの受信安定度を最大化することを目標とする。

シミュレーション実験、LAN 内の数十ノードによる実環境実験、ならびに PlanetLab 上の実験結果により、これらの ALM プロトコルの有効性が確認できた。

論文審査の結果の要旨

本論文ではビデオ会議や遠隔講義などのインタラクティブなグループアプリケーションを考慮し、そのようなアプリケーションにおいて各ユーザ（ノード）の情報を他の全ユーザに効率良く発信する一手法として注目されているアプリケーション層マルチキャスト（ALM）に関する研究の成果について報告している。

まず、ALM サービスは一定の遅延制約を満たしながら安定した帯域を確保でき、かつスケーラビリティでなければならないという要求を満たすための手法として、次数制約付き最大遅延最小木を構築する分散型プロトコル MODE を提案している。本プロトコルで構築される被覆木のノード間の最大遅延が十分小さいことがシミュレーション実験によって確認されている。また、各ノードの利用帯域がその利用可能帯域を越えないようにするためにそれぞれに接続可能オーバレイリンク数上限（次数）が与えられている。

本論文では次に、ビデオ会議やパネルディスカッション等のアプリケーションにおいて特定のノード集合のみが送信ノードとなる場合があるという要求に対し、ある特定の送信ノード集合からの最大遅延を最小にする次数制約付き被覆木を構築する分散型プロトコル STS を提案している。ここでは、ある特定の送信ノード集合が存在するインタラクティブなマルチメディア配信アプリケーションに適する新しい問題を定義し、さらに、マルチメディア配信に適する次数調整機構（帯域不足等によりストリーム配信に無理が生じた場合に自動的に次数を調整する機構）の設計と実装を行っている。

また、ALM における携帯電話等の無線端末の利用時に課題となる無線端末の消費電力、処理能力や通信能力が制限されているため有線端末に比べて不安定であるという問題を解決するため、本論文ではプロトコル MODE-m を提案している。MODE-m では、無線ノードがエンド間の遅延に悪影響を与えないようそれらの動的な再配置を行い、被覆木の最大遅延上昇を抑えている。

最後に、各ノードの安定度が何らかの基準で与えられたときに、安定したストリーム配信を実現する分散型 ALM プロトコルを提案している。これは ALM におけるエンドユーザの信頼性問題（例えば、セッションに対する興味の少ないユーザは、多くの場合にセッションから早い段階で離脱する）を課題としたものであり、前述の三つのプロトコルとは異なり、ALM におけるストリームの受信安定度を最大化することを目標としている。

シミュレーション実験、LAN 内の数十ノードによる実環境実験、ならびに PlanetLab 上の実験結果により、これらの ALM プロトコルの有効性が確認されている。

以上のような理由から、本論文はインタラクティブアプリケーション向けの分散型アプリケーション層マルチキャストプロトコルとして有用な提案を行っており、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。