

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24年 5月 30日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010 ～ 2011

課題番号：22700075

研究課題名（和文） ネットワーク移動可能な MCU による多地点間テレビ会議システムの高度化に関する研究

研究課題名（英文） A study of the sophisticated multi-point control mechanism for video conference using a network transplantable MCU

研究代表者

近堂 徹 (TOHRU KONDO)

広島大学・情報メディア教育研究センター・准教授

研究者番号：90437575

研究成果の概要（和文）：

本研究では、今後のテレビ会議システムで需要拡大が確実な多地点間接続(MCU)の高度化を目的とした、広域ネットワーク上を透過的に移動できるストリーム多地点接続機構を提案した。仮想化技術と IP 移動透過技術を組み合わせた仮想計算機(VM)の広域マイグレーションをリアルタイムアプリケーションに適用するための QoS 保証手法を確立し、さらに MCU 機能を展開するためのプラットフォームについて検討した。加えて、このようなテレビ会議システムを想定した IP マルチキャストによるストリームデータ通信を、無線 LAN に接続された移動端末で利用するための QoS 技術についても検討した。

研究成果の概要（英文）：

This research proposed a sophisticated multi-point control mechanism for video streaming that can migrate transparently on the wide area network. This mechanism includes QoS-method that can be applied to real time application running in the VM (Virtual Machine) with IP mobility. And we consider a novel platform for deploying the multipoint control function. Additionally, we also study the QoS technology for stream data communication by an IP multicasting on mobile terminals, which are connected to the wireless LAN environment.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：情報工学

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：IP 移動透過性，VM マイグレーション，ストリーム伝送

1. 研究開始当初の背景

インターネットの高速化・低コスト化やコンピュータ性能の向上を背景に、IP ネットワークを用いたリアルタイムテレビ会議システムが急速に普及してきている。時間的、地

理的制約条件を超えることができるテレビ会議システムは、医療・教育分野だけでなく、ビジネス分野への展開が一般化されつつあり、様々な効果が期待されている。また、無線ネットワークが急速に普及し、端末の接続

環境が多様化するなかで、様々なデバイスや環境に対応できるテレビ会議システムが必要とされている。

このようにテレビ会議システムをより効果的に利用するためには、多地点間接続の高度化が重要となる。例えば一般的に利用される H.323 プロトコルでは、多地点間接続装置 (Multipoint Control Unit, 以下 MCU) をネットワーク上に配置することで、会議参加拠点の複数映像・音声ストリームを MCU に集約し合成処理等を行った後、単一ストリームとして各拠点に分配する。ゆえに、このような MCU 機能を設置するネットワークは、サービスを適切な品質で提供することが必要となる。しかしながら、既存の MCU はネットワークに固定的に設置されるため、参加拠点が多くなるに従い、いくつかの問題が生じる。ひとつめは、帯域が増加することにより MCU 付近のネットワークで帯域的なボトルネックが発生する可能性がある。つぎに、各拠点と MCU 間のネットワーク品質の差異により、全ての拠点に対して安定したサービスを提供することが困難となる場合がある。特に後者の問題は、MCU サービスが固定場所で提供され続ける限り解決することができない。特に、今後より一層普及が予想される無線端末が多く接続されることを考えた場合、各端末のネットワーク品質差が顕著に現れ、より一層安定した品質を適用することが難しくなる。

その一方、異なるネットワーク間での計算機の透過的利用を目的として、仮想化技術と研究代表者らが提案する移動透過通信技術 MAT (Mobility support Architecture and Technologies) を用いた、仮想計算機 (以下、VM) のセッションモビリティ手法を提案している。MAT はアドレス変換方式を採用することで、TCP/IP においてトランスポート層以上に対して移動透過通信を可能にするアーキテクチャである。MAT が動作する計算機は、一意に利用されるホームアドレス (HA) と移動先のネットワークで一時付与されるモバイルアドレス (MA) の 2 つのアドレスをもち、IP 層でアドレス変換を行うことで、移動透過性を確保する。しかしながらこれまでの研究では、マイグレーション時の MAT 処理やマイグレーション自身の処理により、VM がネットワークを移動する度に数秒の動作停止 (ダウンタイム) を伴うため、この停止期間がリアルタイムアプリケーションに影響を与えることが問題となっていた。

2. 研究の目的

本研究では、今後のテレビ会議システムで需要拡大が確実な多地点間接続 (MCU: Multipoint Control Unit) の高度化を目的と

した、広域ネットワーク上を透過的に移動できるストリーム多地点接続機構の提案を行う。研究代表者らがこれまで進めてきた仮想化技術と IP 移動透過技術、ストリーム QoS 制御技術に関する研究を多角的に組み合わせ、仮想計算機 (VM) の広域マイグレーションをリアルタイムアプリケーションに適用可能な QoS 保証手法の確立とネットワーク移動可能な多地点中継機能機能を展開するためのプラットフォームについて検討する。

また、このプラットフォームを活用する一例として、無線 LAN ネットワークに接続した移動端末で、テレビ会議システムを想定したリアルタイム IP マルチキャストアプリケーションを利用する場合の品質保証制御について考える。

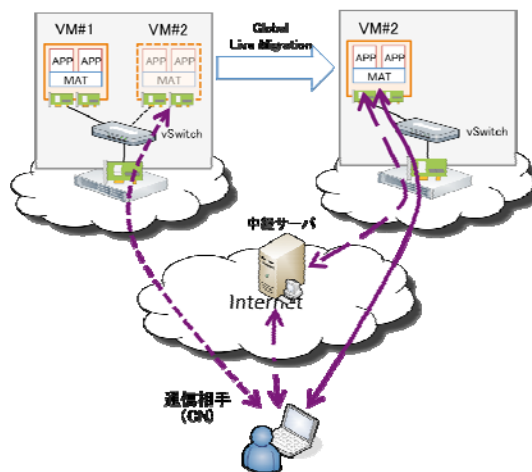
3. 研究の方法

上述の目的を達成するために、研究期間中を通して、以下の手順で研究を進めた。それぞれの詳細について説明する。

(1) 通信途絶時間短縮のためのバッファリング機構の検討

VM の広域マイグレーションにおける既存手法の問題は、マイグレーション前後の移動透過通信処理 (IP アドレス変換等) による処理時間のオーバーヘッドおよびマイグレーション時間中の VM の通信途絶である。これが VM 上で動くアプリケーションの QoS に大きな影響を与えていた。

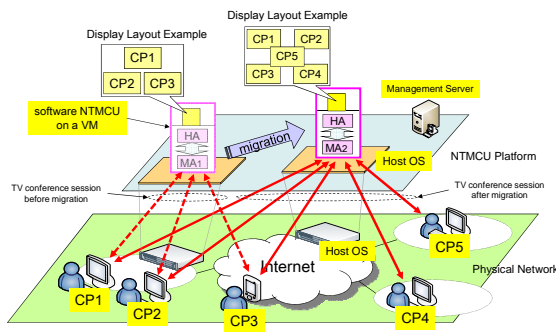
本研究では、Linux 上で動作する仮想計算機モニタである Xen と KVM を取り上げ、これらのライブマイグレーションプロトコルについて調査した。特に、KVM のマイグレーション時の内部処理について、通信途絶時間に影響を与える要素について調査した。また、下図に示す通り、マイグレーションによる VM 停止時間中に中継サーバを経由させることで、パケット損失や遅延によるストリームへの影響を抑えるためのプロトコルの検討を行った。



(2) IP 移動透過な MCU 機能を提供するストリームゲートウェイの提案

ソフトウェア処理による MCU 機能を想定したサーバ(NTMCU: Network Transparent MCU)を、移動透過性を持つ VM 上に構築する。NTMCU はこれまで研究代表者らが研究してきたビルディングブロック型ストリームゲートウェイをベースに多地点間接続機能を提供するものである。

この時、考えなければならない要素がいくつか存在する。まず、多地点からの複数ストリームを処理するため、移動透過通信の処理が画面・音声合成処理等に影響を与えないようにしなければならない。この影響を明らかにするため、ゲートウェイ上で複数ストリームの処理を行う時のソフトウェア処理負荷について計測した。また、ネットワーク遅延や VM を動作させるハードウェアの負荷等に応じて、NTMCU を動作させる場所を変化させる必要がある。よって、ゲートウェイを管理するプラットフォーム上で、これらの情報を管理するための方法について考えた。

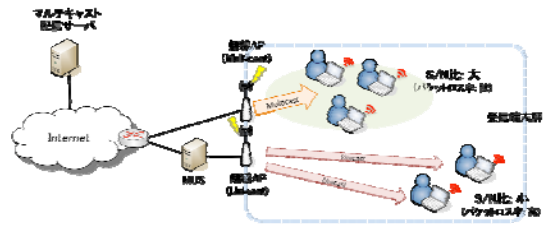


次に、VM の広域マイグレーション時に通信途絶を考慮したストリーム伝送の継続性を確保する必要がある。そこで本研究では、L3 ネットワーク上を移動しながら継続してストリームを受信するための、中継サーバを用いた伝送手法を検討した。

(3) 無線 LAN 環境における IP マルチキャスト配信のための QoS 制御の検討

無線環境からのクライアント接続を想定し、無線 LAN 環境における IP マルチキャスト通信の特性評価と QoS 制御手法について検討した。無線 LAN における IP マルチキャストでは RTS/CTS, ACK の仕組みがなく、データリンク層以下で損失パケットの再送が行われない。その結果、パケットの衝突や損失が発生する可能性が高く、映像伝送等のリアルタイムアプリケーションに影響を与える。本研究では、マルチキャストを受信する端末のうち、電波強度の弱い受信端末のみユニキャスト変換を適用することで、無線 LAN 区間の帯域の効率化を図りながら、受信端末の信頼性向上が可能とある。

実環境による評価では、通信品質に応じて IP マルチキャストと IP ユニキャストを使い分けることで、映像配信における品質劣化を抑制できることを確認した。この技術は TV 会議システムを想定したリアルタイムアプリケーションを移動端末上で利用する際の QoS 保証技術のひとつとして考えることができる。



4. 研究成果

本研究では研究期間を通して以下の成果を得た。

平成 22 年度は、VM 広域マイグレーション時のストリーム途絶時間を短縮するため、中継サーバを用いたマイグレーション支援の方法について検討した。さらに、プロトタイプ実装と評価実験により、その有効性を明らかにした。評価実験では、本支援機構を移動透過 IP マルチキャストに対応する広域マイグレーションのための中継機能として利用することで、マイグレーション前後におけるストリーム継続性が確保できることを示し、その有効性について明らかにした。また、MCU 機能を実装可能なゲートウェイを VM 上で構築し、映像や音声のストリームソフトウェア処理による影響について定量的評価を行った。

平成 23 年度は、ネットワーク移動透過な TV 会議アプリケーション等を利用する時、IP マルチキャストを利用したストリームデータ通信を無線接続端末で利用することを想定した QoS 制御手法について考えた。提案した IP マルチキャスト/ユニキャスト併用型通信はアプリケーションの packets 損失状況に応じて通信手法を選択することで、無線 LAN マルチキャストにおける問題点を解消し、映像品質の低下を抑制することができた。

これらの結果を通じて本研究では、従来固定的な設置にしか対応していなかった多地点間接続機能が広域ネットワーク上を動的かつ透過的に移動することが可能になる技術を確認するとともに、そのようなリアルタイムアプリケーションが IP マルチキャスト通信を利用する際に、無線接続端末で利用するための QoS 制御技術を提案した。この成果は、ネットワーク品質要因に基づく柔軟なテレビ会議システムの運用へ適用できると考えている。

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 3 件)

1. Keisuke Kamada, Tohru Kondo, Kouji Nishimura, Reiji Aibara, “Design and Evaluation of Global Live Migration with Mobility Support for IP Multicast”, In Proc. of the 12th Annual International Symposium on Applications and the Internet, Jul.2012, 査読有 (To Appear)
2. 鎌田恵介, 近堂徹, 西村浩二, 相原玲二, “移動透過 IP マルチキャストに対応するグローバルライブマイグレーションの設計と性能評価”, 情報処理学会 インターネットと運用技術シンポジウム 2011 論文集, pp.23-30, 2011 年 12 月, 査読有
3. Tohru Kondo, Toru Suzuki, Tsuyoshi Yoshigi, Hayato Morihira, Kaori Maeda, “A Design and Evaluation of a Geolocation aware Reliable Multicast System On Wireless Networks”, In Proc. of the 11th Annual International Symposium on Applications and the Internet, pp.408-413, Jul.2011, 査読有

[学会発表] (計 4 件)

1. 横山彰之, 近堂徹, 前田香織, “無線 LAN マルチキャストにおけるマルチキャスト/ユニキャスト併用型映像伝送システムの開発”, 電子情報通信学会 MoMuC 研究会, 技術研究報告, vol. 112, no. 44, MoMuC2012-6, pp. 27-32, 2012 年 5 月 21 日～22 日, 沖縄県沖縄市
2. 近堂徹, “移動透過な仮想計算機によるグローバルライブマイグレーション”, 第 30 回インターネット技術第 163 委員会研究会, 2011 年 11 月 28 日～30 日, 北海道茅部郡
3. 近堂徹, 吉儀剛, 前田香織, 横山彰之, “無線 LAN 環境における IP マルチキャスト通信の特性評価と通信品質向上に関する一考察”, 電子情報通信学会 MoMuC 研究会, 技術研究報告, vol. 111, no. 203, MoMuC2011-25, pp.49-54, 2011 年 9 月 8 日～9 日, 熊本県熊本市
4. 鎌田恵介, 近堂徹, 相原玲二, “ユニキャストを併用する移動透過 IP マルチキャストの設計”, 電子情報通信学会インターネットアーキテクチャ研究会, 技術研究報告, Vol.110, No.304, IA2010-53, pp.13-18, 2010 年 11 月 24 日, 山梨県北社市

6. 研究組織

(1)研究代表者

近堂 徹 (KONDO TOHRU)

広島大学・情報メディア教育研究センター・准教授

研究者番号 : 90437575

(2)研究分担者

()

研究者番号 :

(3)連携研究者

()

研究者番号 :