

柔軟な相互通信環境の動的構成を実現するミドルウェアに関する研究開発 (032102002)

A Middleware System for Flexible Intercommunication Environment

橋本 浩二 公立大学法人 岩手県立大学

Koji Hashimoto Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

研究期間 平成 15 年度～平成 17 年度

概要 高精細な映像・音声を利用して遠隔地間で相互通信を行う際、利用者端末の処理速度やネットワーク環境に応じて適切な相互通信環境を動的に構成するためのミドルウェアを開発した。そのミドルウェアは、移動エージェント技術とトランスコーディング技術を組み合わせ、複数の通信セッションを動的に接続するための仕組みを実現している。研究開発の成果物である MidField System は複数拠点間での通信イベントの実現や応用ソフトウェアの研究開発を支援した。MidField System は JGN2 (Japan Gigabit Network 2) 上での通信イベント等を通して実用に耐え得るシステムとなった。

Abstract A middleware system has been developed in this project, which realizes dynamic configuration of suitable intercommunication environments according to capability of users' communication device and interconnected network bandwidth. The middleware system has useful schemes to connect communication sessions by mobile agent and media transcoding technologies. The developed MidField System has supported some tele-communication events and implementations of application software.

1. まえがき

コンピュータの処理速度向上と動画や音声圧縮技術の進歩により、日常的に利用するパーソナルコンピュータを用いた映像・音声の相互通信も現実的なものとなった。しかしながら、相互通信利用者の通信環境が利用者毎に異なることを考慮すると、端末の処理能力と利用可能なネットワーク帯域幅によって適切な映像・音声のフォーマットを適宜変換する必要が生じる。

もし、構築すべき相互通信環境が固定的ならば、適切な変換機能をもつ中間ノードをあらかじめ通信路に配置しておくことが可能である。しかしながら、イベント的に発生する相互通信セッションや、利用者端末の多様性を考慮すると、必要となる中間ノードの機能と物理的な位置は時と場合によって異なるので、中間ノードの導入・設置・運用・撤去等に係る金銭的・人的コストは少なくない。

ここで、多地点相互通信を実施する際、利用者の通信環境に応じて必要となる中間ノードの機能を、通信路上の適切なノードで動的に利用することが可能であれば、利用者毎に異なる多様な通信環境を考慮した柔軟な相互通信が可能となる。本研究開発では、複数の映像・音声フォーマットが混在した多地点相互通信に必要なトランスコーディング機能や通信セッション管理機能を備えたシステムアーキテクチャを考案し、利用者端末の処理能力や利用可能なネットワーク帯域幅に応じた適切な相互通信環境を動的に構成するための基盤システムを実現した。

2. 研究内容及び成果

2.1. MidField System アーキテクチャ

考案した多地点相互通信システム (MidField System) は、図 1 に示す通りトランスポート層とアプリケーション層の間に 3 階層・4 プレーンで構成されるミドルウェアであり、通信アプリケーションに対して柔軟な多地点相互通信機能を提供する。主な機能は以下の通り。

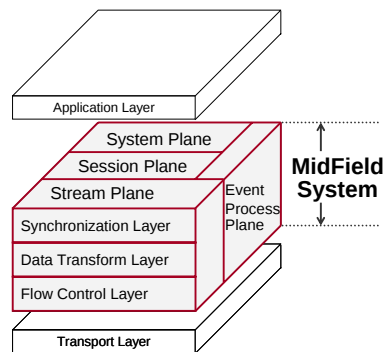
(a) ストリーム処理 (Stream Plane)

- オーディオ・ビデオストリーム通信
- イベント駆動型メッセージ通信
- トランスコーディング機能の動的な配置

(b) 通信セッション管理 (Session Plane)

- IP マルチキャストを利用した RTP セッションの管理

- 複数の RTP セッションを統合した相互通信セッションの動的構成
- (c) システム資源管理 (System Plane)
- CPU 利用率・ストリーム入出力ビットレートの監視
 - ストリーム処理と CPU 利用率の自動マッピング



本研究開発期間中、この MidField System の実装を行い、実運用を通して機能の改良を続けた。また、本システムをミドルウェアとして利用した応用研究開発を支援した。

図 1 MidField System アーキテクチャ

2.2. 平成 15 年度の研究開発内容

平成 15 年度は MidField System Ver.1.00 の研究開発を行った。予定通り下記(a)と(b)の機能の実装をほぼ完了し、平成 15 年 12 月 27 日付けで Ver.0.85 とし、年度末には Ver.1.00 の最終調整と評価を行った。

(a) ストリーミング処理部

- マルチキャストによる DV ストリーム転送処理機能
- DV ストリームから MJPEG、MPEG4、PCM へのトランスコーディング機能

(b) 通信セッション管理部

- セッション情報告知とセッション識別子交換機能
- CPU 占有率と利用可能な帯域幅によるトランスコーディングノード決定機能
- 移動エージェントの再配置機能

これらの機能以外に、システム利用時の CPU 占有率自動測定機能を考案・実装し、本システムを用いることにより、DV ストリームや MPEG4 ストリームによる相互通信が可能となった。また、移動エージェントによるトランスコーディング機能を利用すれば DV ストリームと MPEG4 ストリームが混在する相互通信環境を動的に構築することも可能となった。その概略を図 2 に示す。

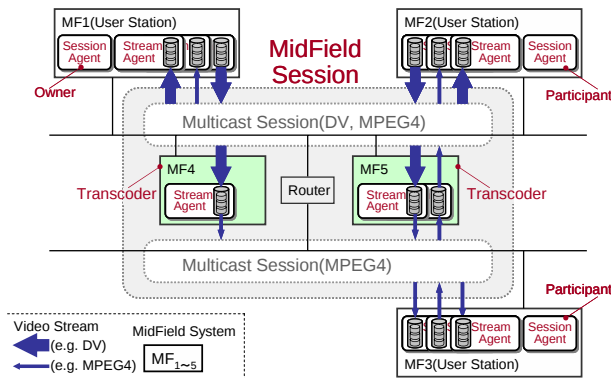


図2 相互通信環境の動的構成例

図2は MidField System を用いて3つの利用者端末 (MF1、MF2、MF3) が相互通信を行っている様子を示している。ここで、MF1 及び MF2 は、片方向で約 30Mbps の帯域を必要とする DV ストリームを利用可能だが、MF3 は利用できない環境にあるものとする。まず、MF1 と MF2 が DV ストリームを用いてマルチキャストによる相互通信を開始した後、MF3 がその相互通信に参加する。しかし MF3 は DV ストリームを利用できないため、ここでは、片方向で約 1.5Mbps 程度の帯域で通信可能な MPEG4 (+PCM 音声) の利用を希望する。すると、MF4 または MF5 に適切なトランスコーディング機能が動的に配置され、MF3 は MF1 と MF2 の相互通信に参加することが可能となる。

上述した(a)及び(b)の機能を組み合わせることにより、このような相互通信環境の動的構成が可能となった。その詳細は【誌上発表リスト】記載の論文[2]として発表した。

2.3. 平成 16 年度の研究開発内容

平成 16 年度は下記(a)～(d)の実装を行った。

- (a) IPv6 対応
- (b) ハイビジョン (HDV) 映像伝送機能
- (c) 音声とビデオストリームのミキサー機能
- (d) ビデオウィンドウ自動配置機能

上記(a)は、システムの通信部で利用しているライブラリに IPv6 対応のための改良を施した。しかしながら、IPv6 対応版通信ライブラリのシステムへの組み込みは行われておらず、全体としては IPv6 に対応できていない。上記(b)は、HDV (720p/1080i) の送受信部分を新規に実装し、圧縮データの展開には外部モジュールとして MPEG2 のデコーダを組み込むことで実現した。また、上記(c)のミキサー機能は本システムの利用価値とスケーラビリティを向上させる機能であり、この実装により、利用者環境に応じた数十拠点間通信を動的に実現するためのアルゴリズムを実際に試すことが可能となる。一方、上記(d)のビデオウィンドウ自動配置機能は、複数のビデオストリームをディスプレイへ表示する際、ウィンドウサイズと位置の調整を容易にするための機能である。複数拠点を接続した通信イベントや、2 地点間でも複数のビデオストリームを用いて通信を行う際、便利な機能となった。

2.4. 平成 17 年度の研究開発内容

平成 17 年度は MidField System Ver.1.20 の研究開発を進めた。ユニキャスト・マルチキャスト変換を考慮したストリーム代理エージェントの機能設計をし、導入実験を行ったが、利用者環境に応じた相互通信セッションを数十拠点規模で実現する目標は達成できていない。

本研究開発期間終了後も開発は続いており、平成 18 年 3

月時点における MidField System のソースコードの総量は約 6 万 3 千行 (改行コードの単純合計) を超えるシステムとなっている。また、平成 17 年 9 月には Ver.1.10 までの機能をまとめてインストーラーと取扱説明書を作成し、ホームページ上で公開した。

2.5. 利用・応用事例

MidField System は、JGN/JGN2 における下記の通信イベントで、複数拠点相互通信システムとして利用された。

- ・防災情報シンポジウム (平成 15 年 11 月 21 日)
- ・遠隔物理実験授業 (平成 16 年 10 月 30-31 日)
- ・JGN2 防災シンポジウム (平成 17 年 3 月 15 日)
- ・ネットデイサミット in 柏 (平成 17 年 8 月 2~3 日)

また、独立行政法人通信研究機構 (NICT) の 4 つの研究開発支援センター (岩手 IT 研究開発支援センター・北九州 IT 研究開発支援センター・北陸 IT 研究開発支援センター・本庄情報通信研究開発支援センター) で行われていた定例会議でも利用された。

さらに、全方位型レンズを装着した DV カメラの出力となる環状画像をパノラマ展開するシステムの通信部分を始めとしたミドルウェアとしての応用事例も増えており、応用研究開発にも貢献できるシステムとなった。

3. むすび

実際に利用できる通信システムと応用可能なミドルウェアを念頭に研究開発を行ってきた。成果物である MidField System は JGN2 等で開催される通信イベントや日常的な遠隔会議を支援できるシステムとなり、ミドルウェアとして応用することも可能となった。しかしながら本研究開発の大きな目標である数十拠点を接続するための動的構成機能は実現できていない。また、平成 16 年度に取り組んだ IPv6 対応も、研究期間終了時点ではシステムへの組み込みが十分ではなく、今後の課題となっている。

未到達である目標もある一方、MidField System は通信イベントでの利用を通して少しずつ関係者に認知されるようになった。SCOPE の支援による研究期間は終了したが、引き続き研究開発を行う意義があると考えている。

【誌上発表リスト】

- [1] Hashimoto K. and Shibata Y., "Dynamic Transcoding Functions by Extended Media Stream", Proc. of The 18th Int. Conf. on Advanced Information Networking and Applications (AINA), Vol.1, pp.334-339 (平成 16 年 3 月)
- [2] 橋本浩二、柴田義孝、"利用者環境を考慮した相互通信のためのミドルウェア"、情報処理学会論文誌、Vol.46、No.2、pp.403-417 (平成 17 年 2 月)
- [3] Hashimoto K. and Shibata Y., "Extendable Media Stream Mechanisms for Heterogeneous Communication Environments", Proc. of The 3rd Int. Conf. on Information Technology and Applications (ICITA), Vol.2, pp.751-754 (平成 17 年 7 月)

【報道発表リスト】

- [1] 「環境に応じて圧縮画像 県立大学の橋本浩二講師が開発 多地点相互通信システム」、盛岡タイムス (平成 16 年 11 月 4 日)

【ホームページによる情報提供】

- [1] <http://www.sb.soft.iwate-pu.ac.jp/~hashi/MidField-System/> (MidField System Ver.1.10 のインストーラー・取り扱い説明書を公開)