

平成 22 年 5 月 17 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2008 ～ 2009
 課題番号：20700066
 研究課題名 (和文) ビルディングブロック方式によるスケーラブル高精細映像配信基盤に関する研究
 研究課題名 (英文) A Study for a Scalable High-Definition Streaming Platform based on a Building Block Architecture
 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・助教
 研究者番号：90437575

研究成果の概要 (和文)：

本研究は、マルチアングル映像やパーソナライズ映像などのマルチソースストリーム配信のためのスケーラブル高精細映像配信基盤の提案と構築を目的としている。様々な処理機能を追加拡張できるBBM(Building Block Module)方式に基づくストリームゲートウェイとマルチソース映像受信システムの設計と実装を通して、柔軟なストリーム処理が可能な映像配信基盤を設計し、その有効性について検証した。

研究成果の概要 (英文)：

The purpose of this paper is to design and implement a stream gateway that can process multiple streams depend on user requirements, and to propose a scalable streaming platform consisted with widely distributed gateways. A developed gateway with building block approach enable to generate and reuse the different stream, while keeping characteristics of an original stream. We evaluated the effectiveness of its platform.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
2009 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,600,000	480,000	2,080,000

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：リアルタイムマルチメディア通信， オーバーレイネットワーク， P2P， 映像配信

1. 研究開始当初の背景

通信網のブロードバンド化やコンピュータ性能の向上， フルスペックハイビジョンへの需要拡大などにより， 低コストでの高精細映像コンテンツの流通に対する需要が高くなりつつあった。「u-Japan 推進計画 2006」

における 2010 年目標達成に向けた PCDA でも， "コンテンツの創造・流通・利用促進"が掲げられていたように， 研究分野においても分散型のコンテンツ配信技術の開発が重要視されていた。つまり， 常時接続環境やモバイル環境など様々な環境において高精細映

像の配送を可能にする基盤の実現が必要不可欠になると考えた。

一般的に、これからの分散型映像配信基盤に必要な条件としては、「ユーザ要求やネットワーク状況に応じて、柔軟かつ容易に複数ストリームを取得し処理できることが望ましい」といえる。そのためには、ストリーム間で多重化や分離・変換などの連携を取りながら新たなストリームを生成することで、シングルソースのマルチソース化を実現できる配送基盤が必要となる。

このような配送基盤となる技術の研究開発は、これまでも行われてきたが、多くのアーキテクチャが複数の入力メディアを単一の画面で束ねるというMCU(Multi point control Unit)を拡張させた手法であり、ストリーム加工した時点で受信側では各ストリームに対する操作は不可能になってしまう問題を抱えていた。また、多様化するマルチコンテンツ配信のためには、要求に応じた柔軟なマルチストリーム操作やストリーム間連携が必要になると考えられるが、既存研究では十分な検証が行われていなかった。

2. 研究の目的

本研究では、入力ストリームの特性を損なうことなく、ユーザ要求やネットワーク状況に応じた高品質かつ多様なマルチストリームを生成可能なゲートウェイと、これを広域に分散展開したスケーラブル高精細映像配信基盤を提案することを目的としている。具体的には下記の(1)から(3)に挙げる項目を行う。

(1) ビルディングブロック方式によるストリームゲートウェイの設計および開発: ストリームに対して柔軟な処理を可能とするため、ビルディングブロック方式を取り入れ、多重化機能や選択機能をブロック化し、処理要求に応じて組み合わせできるストリームゲートウェイ（以下、ゲートウェイ）を開発する。

(2) ゲートウェイ間でストリーム情報の連携を行う基盤管理システムの設計: 複数ストリームを用いた配信基盤を実現するためには、各ゲートウェイの協調連携が必要となる。本研究では、大学ネットワークやISPなどのAS間をまたぐ広域サービスに展開するアーキテクチャを前提とし、複数のゲートウェイ間で処理しているストリーム情報を共有することで同特性のストリームの二重生成を防ぎ、効率的に配送可能な管理システムの設計を行う。

(3) マルチソース映像受信システムの設計と実装: 柔軟な視聴画面のカスタマイズや視聴者間のインタラクティブコミュニケ

ーションを可能にするIPマルチキャストネットワーク上でのマルチソース映像配信システムを設計し実装を行う。さらに、評価実験より有効性について検証する。

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) ストリームゲートウェイの設計

設計したストリームゲートウェイを図1に示す。本研究では、個々のストリームにする処理ユニットとしてBBM(Building Block Module)を定義し、これを組み合わせることでストリームゲートウェイを構築できるようにする。このBBMはスタンドアロンプログラムとして実装可能とし、BBM間の接続にUNIXドメインソケットまたはUNIXパイプを利用して、パイプライン的にストリームを処理する。これにより、モジュールの独立性と拡張性を高めることを可能にしている。本研究では、初期モジュールとしてREC(ファイル記録)/SWITCH(ストリーム切り替え)/DUP(コピー)/TRANSCODE(トランスコード)を提案し、プロトタイプ実装を行った。

また、これを用いた性能評価実験を行った。UNIXパイプを利用したソフトウェアトランスコード処理による負荷の検証を行い、その結果から複数のストリームに対する制御についてもソフトウェアレベルで十分実現可能であることが確認できた。

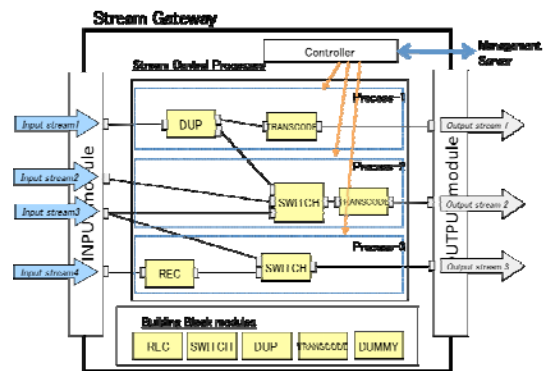


図1 ストリームゲートウェイ

(2) マルチソース映像を配送可能なストリーミングプラットフォームの設計

本研究の目的である、マルチアングル映像や複数地点映像などのマルチソース映像をストリーム配信するためのプラットフォームの設計を行った。

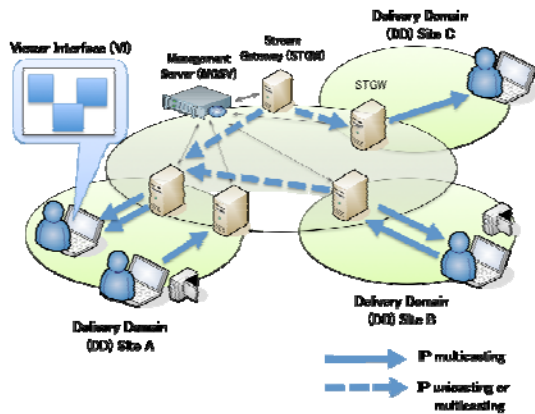


図 2 システム構成図

図 2 にシステム構成を示す。本プラットフォームは、(1)で提案したストリームゲートウェイ(STGW)、管理サーバ(MGSV)、そして(3)で説明する視聴ビューア(VI)である。これらを有機的に組み合わせることで、プラットフォームを構築する。管理サーバは、ストリーム情報、ゲートウェイ情報およびユーザ情報を自身のデータベースで保持し、プラットフォームを全体的に管理・制御するサーバである。

次に、本研究で提案するプラットフォームのネットワーク構成について説明する。ゲートウェイは各 ISP や LAN 上に分散配置するものとし、ストリーム転送に IP マルチキャストと IP ユニキャストの両方を利用可能とする。ゲートウェイ間は IP マルチキャストもしくは IP ユニキャストで転送し、ゲートウェイから受信者へは IP マルチキャストにより配送する。これにより、IP マルチキャスト接続性がなくても広域配信を可能とするとともに、受信者数に対するスケーラビリティを確保することも可能となる。また、ゲートウェイは既存技術の DRDB やハートビート等による冗長性を確保することもできる。

図 3 に、受信者が所望のストリームを受信するまでの処理フローを示す。提案システムでは、受信者やゲートウェイで処理するストリームを管理サーバで一元管理する。これにより、ユーザからの要求に対して適切なストリームを最寄りのゲートウェイに転送することが可能となる。また、要求されるストリームがない場合は、ゲートウェイ上で BBM を組み合わせることで所望のストリームを生成し、受信者へ転送する。

これらの設計を通して、既存の MCU を利用したテレビ会議システムや動画配信システムとの性能比較を行い、本提案手法の利点および問題点について明らかにした。

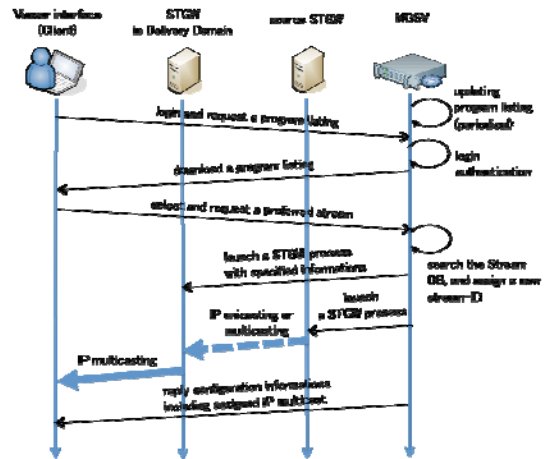


図 3 ストリーム受信の処理フロー

(3) Web ブラウザによる映像受信システムの設計と実装

本研究では、柔軟な視聴画面のカスタマイズや視聴者間のインタラクティブコミュニケーションを可能にする映像配信システムを設計し、実装を行った。具体的には映像画面の柔軟な画面レイアウト調整機能、視聴する個々の映像に対しての映像品質のカスタマイズ(トランスコード)機能、視聴者自身の映像や音声の送受信を可能にするパブリックビューイング機能、他の視聴者と自身の画面レイアウトを同期し、視聴体験の共有を可能にするスクリーンシェア機能を設計し、実装を行った。視聴インタフェースの画面例を図 4 に示す。

本システムの有効性を示すために、主観評価による評価を行った。評価では、提案システムの視聴インタフェースがマルチアングル映像を使用する上で臨場感や迫力の向上といった視覚的効果と思通りの画面レイアウトを作ることかできる点などで高い評価を得た。また、視聴者間コミュニケーション機能の主観評価実験ではパブリックビューイング機能を使うことで、臨場感向上の効果を実証することができた。スクリーンシェア機能についても視聴者間のコミュニケーションに役立つ点で高い評価を得た。

また、本提案手法では、クライアントで複数ストリームを同時処理する必要があるため、同時再生と画面レイアウト 変更に対する処理負荷を明らかにしておく必要がある。そこで、動作検証として、CPU: Core2Quad 2.3GHz, Memory: 4GB のデスクトップ PC 上にて 5Mbps の MPEG2 ストリームを同時再生かつ画面レイアウト表示させた場合の負荷について計測した。その結果、再生している全ての映像と音声にノイズや途切れがないことが確認できた。

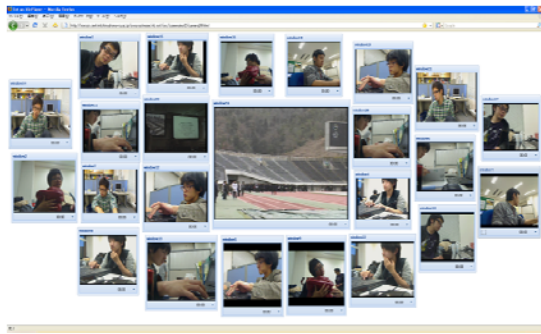


図 4 視聴ビューア

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。

- (1) 柔軟な視聴画面のカスタマイズや視聴者間のインタラクティブコミュニケーションを可能にするマルチソース映像配信システムを設計し、実装を行った。主観評価から、ユーザ視点から臨場感の向上等一定の効果が確認できた。さらに、クライアント端末での複数ストリームの同時処理に対する負荷実験を行い、ソフトウェア処理による限界値の指標を求めた。

- (2) (1)で実装したシステムに **BBM** 方式のゲートウェイを組み合わせることで、柔軟なストリーム処理が可能な映像配信基盤を設計し、他システムとの比較評価から、有効性について検証した。

これらの設計と評価を通して、本研究の有効性について検証した。入力ストリームの単位特性を保護しながらも新たなストリームを生成することか可能になることで、シングルソースのマルチユース化をネットワーク基盤上で、低コストに実現できることを明らかにした。この成果は、今後の広域 IP ネットワーク上でのマルチソース映像を用いたストリームアプリケーション促進への布石となるといえる。

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 8 件)

- 1) 渡邊英伸, 大東俊博, 近堂徹, 西村浩二, 相原玲二, “IPモビリティと複数インタフェースを用いたグローバルライブマイグレーション,” 電子情報通信学会論文誌, 査読有, vol. J93-B, 2010. (印刷中)
- 2) Tohru KONDO, Reiji AIBARA, Kouichi ABE, Yuuichi ISHIKUNI, Hiroyuki INOUE, Kaori MAEDA, “A Design and Development of a Multi-source Streaming Platform based on a Building Block Architecture”, Proc. the 10th Annual International Symposium on Applications and the

Internet (SAINT 2010 / EUCASS2010 WS), 査読有, Jul. 19-23, 2010. (To appear)

- 3) Hidenobu WATANABE, Toshihiro OHIGASHI, Tohru KONDO, Kouji NISHIMURA, and Reiji AIBARA, “A Performance Improvement Method for the Global Live Migration of Virtual Machine with IP Mobility,” Proc. the Fifth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU 2010), 査読有 pp. 194-199, 2010
- 4) 安部光一, 前田香織, 井上博之, 近堂徹, 鈴木 徹, ” 画面レイアウト共有可能な複数映像受信システムの設計”, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol.51 No.2, pp.490-502, 2010
- 5) 正岡元, 岸場清悟, 近堂徹, 西村浩二, 相原玲二, “移動透過通信を利用したアプリケーションレイヤマルチキャストにおける配送木再構築手法”, 情報処理学会 第 2 回 インターネットと運用技術シンポジウム論文集, 査読有, pp. 69 - 74, 2009
- 6) 正岡元, 関顕生, 岸場清悟, 近堂徹, 西村浩二, 相原玲二, “移動透過通信を利用したP2P型ファイル配布システムの性能評価,” 情報処理学会 マルチメディア・分散・協調とモバイルシンポジウム 2009 論文集, 査読有, pp. 1026 - 1032, 2009
- 7) 渡邊英伸, 大東俊博, 近堂徹, 西村浩二, 相原玲二, “広域移動を考慮した仮想ウェアラブルコンピューティングシステム,” 情報処理学会マルチメディア・分散・協調とモバイルシンポジウム 2009 論文集, 査読有, pp.1406-1414, 2009
- 8) 近堂徹, 西村浩二, 相原玲二, 前田香織, ” 移動透過通信機能を持つ仮想計算機によるセッションモビリティの実現”, インターネットコンファレンス 2008 論文集, 査読有, No. 57, pp. 42-48, 2008.

[学会発表] (計 3 件)

- 1) 安部光一, 前田香織, 井上博之, 近堂徹: ” 視聴体験の共有を可能にする映像配信システムの設計と実装”, 情報処理学会インターネットと運用技術研究会, 研究報告 2009-IOT-4, 宮城県仙台市, 2010年3月2日
- 2) 渡邊英伸, 大東俊博, 近堂徹, 西村浩二, 相原玲二, ” 仮想化技術と移動透過通信を用いたウェアラブルデバイス支援システム”, 情報処理学会研究報告 2008-IOT-4, pp.125-130, 熊本県阿蘇郡, 2009年3月5日
- 3) 正岡元, 関顕生, 岸場清悟, 近堂徹, 西村浩二, 相原玲二, ” 移動透過通信を利

用したP2P型ファイル配布の評価”，情報処理学会研究報告 2008-IOT-4, pp. 161－166, 熊本県阿蘇郡, 2009年3月5日

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・助教

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：