

実ネットワーク環境における配信連続性を考慮した P2P ビデオ配信システムの提案

横川 芳隆†

橋本 浩二‡

柴田 義孝‡

† 岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究科

‡ 岩手県立大学 ソフトウェア情報学部

要旨

近年、効率的なビデオ配信手法として P2P ネットワークの研究が数多く行われているが、多くはユーザの属する現実のネットワーク環境を考慮せず、配信には IP unicast を用いているため、各ノードの配信負荷が課題となる。また、ユーザの多様化する品質要求に対応するため、適切な品質で配信を行う方法も必要となる。本稿では、多様な接続形態が混在する環境に属するユーザに対して、ユーザのネットワーク環境や品質要求、および配信に利用する P2P ネットワークの動的な変化に柔軟に対応するため、1) ユーザのネットワーク環境に応じた IP unicast/multicast の配信方式の選択機能、2) ユーザ要求に基づくコンテンツのトランスコーディング機能、3) サブストリーム配信による配信連続性保証の機能を持った P2P ビデオ配信システムを提案する。

P2P Video Streaming System considering Service Continuity on Real Network Environment

Yoshitaka YOKOKAWA†

Koji HASHIMOTO‡

Yoshitaka SHIBATA‡

†Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

‡Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

Abstract

In recent, there are a lot of studies concerned with video streaming methods based on peer-to-peer network in order to realize efficient video services. However, a lot of these are not considering user's real network environment, and these has problems about load of node because of using IP unicast for streaming. On the other hand, the strategy of an appropriate quality streaming is needed in order to deal with the user's various quality demands. In this paper, in order to deals with user's real network environment, user's quality demands, and dynamic change of peer-to-peer network, we propose a new peer-to-peer video streaming system which has the function of selecting protocol, the function of transcoding contents, and the function of assuring service continuity by using sub-streaming.

1 はじめに

近年、ネットワークの広帯域化、およびビデオコンテンツ配信サービスの普及に伴い、大規模ネットワークにおける効率的なビデオ配信の手法として、P2P ネットワークの研究が多数行われているが、個々のユーザのネットワーク帯域幅や IP multicast の利用の可否といった、現実のネットワーク環境を考慮したものは少なく、全体のネットワーク資源や計算機資源の使用効率は十分とはいえない。また、各ユーザのネットワーク環境や接続機器の多様化により、要求される品質もまた多様化している。これらのユーザの要求に対して適切な品質でのビデオ配信を行う方法も必要とされる。また、一般に P2P 方式による配信では、ノード間での中継によりストリーム配信を行うため、上流側に位置するノードの状態変化による配信パスの中断が問題となる。配信サービスにおいては配信の連続性が品質要件の 1 つとして考えられるため、パスの中断を速やかに回復する手法が必要となる。

著者らは、大規模ネットワークにおいて、多数のユーザに対し効率的なビデオ配信を可能とすることを目的とし、ユーザの属するネットワーク環境を考慮し、動的に適切な配信方式を選択してルーティングを行う P2P ネット

ワークと、ユーザ要求に基づくコンテンツのトランスコーディング機能を組み合わせることで、効率的かつユーザ要求を満たすスケーラブルなビデオ配信システムの構築を行ってきた [1]。本稿では、IP unicast 及び IP multicast をベースとした P2P 配信に、サブストリーム配信の機能を導入することで、多様なユーザの品質要求に対して、効率的かつサービスの連続性を確保できるビデオ配信システムを提案する。

2 関連研究

ビデオ配信サービスにおいては、1) ユーザの品質要求を満足すること、2) 配信の連続性を確保することが求められる。以下、既存研究におけるそれぞれの要件への対応について述べる。

現在のインターネットのように多様な接続形態が混在する環境においては、ユーザ側で利用できる接続帯域幅が様々な存在し、またコンテンツに要求される品質も多様化している。これらの要求に対して適切な品質での配信が必要となる。

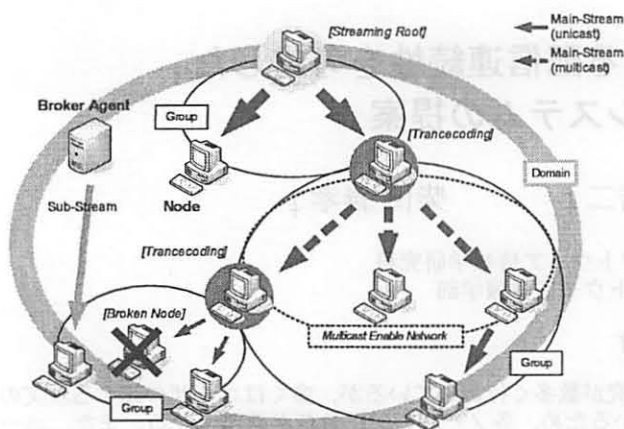


図 1: システム概要

異なる品質でのビデオコンテンツの同時配信の手法として、マルチバージョン法、オンライントランスコード法、階層化マルチキャストなどが提案されている [2]。一方、P2P 方式での配信においては、既存研究の多くは配信の負荷分散や安定した配信ネットワークの構築を焦点として設計され、ユーザの品質要求の差異は考慮されていない場合が多い。STRACast[3] では、P2P のストリーミング配信においてトランスコーディング機能を導入しているが、専用の変換ハードウェア（メディアコンバータ）の利用を前提としており、動的に変化する配信ネットワークにおいては柔軟性に欠ける。配信サーバのディスク領域や配信負荷を抑え、ユーザの多様な品質要求に対応するためには、コンテンツのオンライントランスコーディング手法を導入することが望ましいが、ネットワーク上でトランスコーディング機能をもつノードを限定した場合、P2P のような動的なネットワーク構成において柔軟性を欠くとともに、トランスコーディング処理の負荷が集中することが問題となる。また、P2P 方式による配信では、ノード間での中継によりストリーム配信を行うため、上流側に位置するノードの参加/離脱/障害に伴うネットワーク状態の変化により、配信パスの中断が問題となる。これに対し、配信の連続性を確保するための手法が提案されている [4][5][6]。配信の連続性を確保するためには、配信の中断に備えた別の経路を用意する必要があるが、P2P ネットワークは動的に変化するため、その上で確実な別経路を用意することは困難だといえる。また、中断後に新たな経路を選択する場合は、接続が確立されるまでの時間が問題となる。

3 システム概要

本研究では、ライブビデオ配信において、ビデオを受信するユーザによる P2P 型のツリーネットワークを構築する。システムの概要を図 1 に示す。

3.1 システムの構成要素

提案システムのネットワークを構成する要素について以下に示す。

- **Node**
配信ネットワークに参加したユーザ端末が P2P の構成ノードとなる。配信ネットワークの状態は Node の参加/離脱/障害発生によって随時変化する。Node はビデオストリームの受信/送信、トランスコーディングの機能を持ち、新規にネットワークに参加する Node は既存の Node からストリームの中継を受け

る。配信には IP unicast および IP multicast が使用可能であり、Node 間のネットワーク環境に応じて切り替える。

- **Broker Agent**
Broker Agent は仲介ノードであり、配信ネットワーク情報の把握と Node 間の接続の仲介を行う。配信ネットワークにおける Node の参加要求・離脱要求・障害情報は Broker Agent に伝えられ、Broker Agent は影響を受ける Node に再接続などの指示を行う。また、Broker Agent も Node と同様にビデオストリームの受信/送信、トランスコーディングの機能を持ち、Node の予期しない障害に伴う配信パスの中断に対応するため、Node に対してサブストリームの配信を行う。

3.2 ネットワーク構成

提案システムのネットワーク構成について以下に示す。なお、ビデオサービスを行うネットワーク全体は、以下で定義される“Contents Delivery Domain”の複数相互接続により構成される。

- **Contents Delivery Domain**
システムにおける Node 群の管理範囲であり、例えば、ISP、企業、学校などに相当する。各 Domain に Broker Agent が存在する。
- **Same-Quality Demanding Group**
配信フォーマットで区分された Node 群であり、同 Group の Node で配信ツリーの部分木を構成する。Group 同士は Node を介して接続され、Group から別 Group への配信時にトランスコーディングが行われる。
- **Stream Transport Session**
親子 Node 間のストリーム配信関係を示す。Node 間のセッションは単方向の Video Stream Session と双方向の Status Session から構成される。Video Stream Session は IP unicast または IP multicast によって送信されるビデオストリームである。Status Session ではお互いの Node の状態確認のためのメッセージ通信を定期的に IP unicast で行われる。これらはビデオ配信が行われる間維持される。また、Node のネットワーク参加/離脱要求や、Status Session によって確認された Node の障害情報などは、発生時に Node から Broker Agent に通知される。

3.3 システムの特徴

提案システムで用いられる手法およびその特徴について以下に述べる。

1) 現実のネットワーク環境の考慮

現在のインターネットは、ISP によるネットワークや、企業・大学・家庭内などに構築された LAN、専用回線など、様々な管理運用組織によるネットワークが相互接続されている。そしてこれらのネットワークでは、利用可能な帯域幅、プロトコル、上り・下り帯域の対称性、IP multicast の利用の可・不可など、ネットワーク環境が大きく異なる。ビデオ配信においては、これらの異なるネットワークに属するユーザに対し、一意にコンテンツを届ける仕組みが必要となる。

既存の P2P に方式によるビデオ配信では、各ユーザの属する物理的ネットワーク環境の違いを隠蔽するため、IP

unicast を用いたオーバーレイネットワークを構築するものが多い。一方で、ライブビデオ配信のような1対多への同時配信においては、IP multicast を用いたほうが、サーバの配信負荷、ネットワークの利用率の点で優位である。

提案システムでは、ノード間の実ネットワーク環境を考慮し、ノード間で IP multicast 通信が可能な環境であれば IP multicast による配信を、不可能であれば既存の配信手法同様に IP unicast で配信を行う。従って、全てを IP unicast で配信する場合と比較して、全体的な配信トラフィックの軽減および新規ノードの参加可能性の向上を図ることが可能となる。

2) ユーザの品質要求の満足

配信コンテンツに対するユーザの多様な品質要求に対応するためには、コンテンツのオンライントランスコーディング手法を導入することが望ましい。しかし、変換専用のサーバを設定したり、専用の変換ハードウェアを用いた場合には、ネットワーク上でトランスコーディング機能をもつノードが限定されてしまい、動的なネットワーク構成において柔軟性を欠くとともに、トランスコーディング処理の負荷が集中することが問題となる。

提案システムでは、ネットワーク上のすべてのノードがトランスコーディング機能を有し、新規のノードから既存のストリームと異なったビデオフォーマットの要求があった場合、ネットワーク上の CPU 資源に余裕があるノードが適切なフォーマットにトランスコーディングを行う。これにより、トランスコーディング処理の負荷を集中させることなく、多様なユーザの要求に応じた配信が可能となる。

また、提案システムでは、同品質の要求のユーザをグループとして管理する。グループ間のストリーム中継時にトランスコーディング処理が発生し、グループ内ではノード間でストリームの中継を行う。これにより、トランスコーディングの回数を必要最低限に抑えることができる。

3) 配信連続性の保証

P2P ネットワークによるビデオ配信においては、上流ノードの予期しない離脱や障害に伴い、配信パスの中断が起こりうる。この場合、新たな親ノードを選出し、再接続を行う必要があるが、接続が確立されるまでの時間が問題となる。本システムでは、配信の完全な断絶を回避するため、P2P によるメインのストリームとは別に、各 Node に対してサブストリームを配信する。サブストリームは、一時的な利用を想定し、低帯域なビデオストリームを仲介ノードである「Broker Agent」から配信する。これにより、配信の完全な中断を回避することができ、配信サービスの連続性を確保することができる。

サブストリームは、P2P ビデオ配信サービスの特性により、様々な利用法が考えられる。以下にその例を示す。

1. Sub-stream: by needs

メインストリームが中断した場合にのみサブストリームを受信する。この場合、各 Node は自身の帯域をメインストリーム受信のためにすべて利用可能となるが、サブストリームの接続が確立されるまでの時間が問題となる。最大限の受信品質が求められる場合に有効と考えられる。

2. Sub-stream: always

メインストリームの受信中もサブストリームを受信する。この場合、メインのストリームが中断しても素早く切り替えることができるが、Node では2種のストリームを同時に受信することで帯域の消費が問

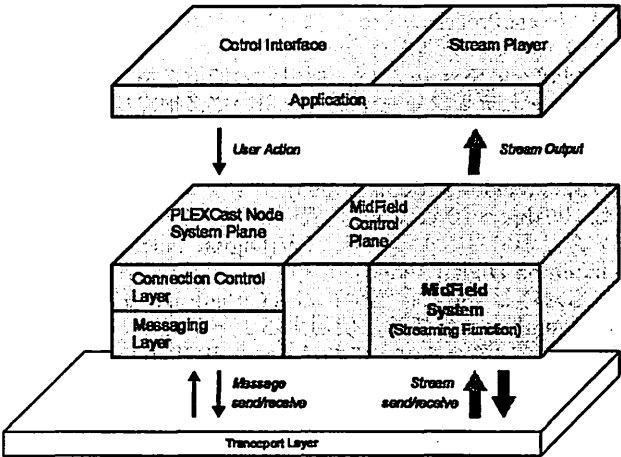


図 2: システムアーキテクチャ (Node)

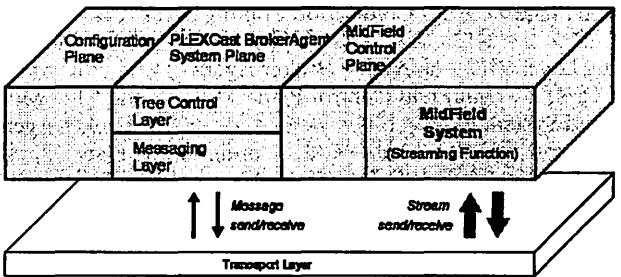


図 3: システムアーキテクチャ (Broker Agent)

題となる。また、Broker Agent では常に全ての Node に対しサブストリームを配信するため、帯域や計算機資源の消費が問題となる。スポーツ中継など、映像・音声ともに確実に途切れの無い配信が求められる場合に有効と考えられる。

3. Sub-stream: audio only

映像をメインストリームで、音声をサブストリームで受信する。一般に映像よりも音声が目立たないことから、配信パスが変化しないサブストリームで音声を受信することで、ユーザに対するサービス品質の向上を図ることが可能となる。この場合、映像と音声の同期が問題となる。また、Broker Agent では常に全ての Node に対しサブストリームを配信するため、帯域や計算機資源の消費が問題となるが、一般に音声よりも映像のほうが使用帯域に影響するため、映像と音声をともにサブストリームで配信する場合よりも使用帯域は抑えられる。ニュース番組、音楽配信など、音声の確実な配信が必要となる場合に有効と考えられる。

4 システムアーキテクチャ

提案システムにおける Node のアーキテクチャを図 2 に、Broker Agent のアーキテクチャを図 3 に示す。

本システムでは、ビデオストリーム送受信およびトランスコーディング機能を実現する機構として、MidField System[7]を使用している。MidField System は、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、アプリケーションに対し、利用者の通信環境や QoS 要求に応じた適切なフォーマットでの相互通信機能を提供するミドルウェアである。Stream Plane では、メディアの同期・変換・フロー制御といったメディア処理を行う。Session Plane では通信セッションの管理を行う。System Plane では、CPU 利用率・ストリーム入出力ビットレートといったシステム資源の管理を行う。ま

た、Event Process Plane では、システム内部で発生する各種のイベント処理を行う。

MidField System では、利用者の通信環境に適したオーディオ・ビデオフォーマットを用いて多地点相互通信を実現するために、ネットワーク上の適切なコンピュータ上でトランスコーディング機能を動作させることができる。WMV(Windows Media Video) フォーマットを利用して、数 100kbps～10 数 Mbps の範囲におけるトランスコーディング処理に対応する一方、DV(Digital Video)/HDV(High-definition Digital Video) フォーマットを用いた映像転送にも対応している。通信には TCP/unicast、UDP/unicast、UDP/multicast を任意に使用することができ、中継端末を介したインターネットにおける通信や IPv6 にも対応している。

本システムでは、MidField System に対し、P2P 通信機能や MidField System のコントロール機能を新たに設けることで、P2P 方式でのビデオ配信を実現する。

Node のアーキテクチャにおいて、PLEXCast Node System Plane のうち、Connection Control Layer では、ユーザアクション受付、資源状態・配信状態把握を行う。Messaging Layer では、他 Node・Broker Agent とのメッセージ通信を行う。MidField Control Plane では、Node 内の MidField System のコントロールを行う。また、Broker Agent のアーキテクチャにおいては、Configuration Plane で、親 Node 選択に必要となる、ネットワーク状態情報や配信に必要なリソースの情報を格納する。

4.1 ネットワーク構築手法

配信ネットワークは Node の参加／離脱／障害発生によって随時変化し、他の Node が影響を受ける場合には Node 間の新しい接続確立が必要となる。提案システムでは、配信に必要な余剰リソースを持つ Node を適切な親 Node と判断する。

Node を評価するためのリソース値として、CPU 利用率、上り／下りの帯域幅を考慮する。各 Node は自身の現在の余剰リソースの情報を保持している。Broker Agent はストリームの中継／トランスコーディング処理に必要なリソース値の情報を保持している。Broker Agent は各 Node のリソース情報を取得し、ストリームの中継／トランスコーディング処理に必要なリソース値と比較し、ストリームの処理が可能であると判断された Node を適切な親 Node と決定する。

Node 障害時のパス再構築 メインストリームが中断した場合のみサブストリームを受信する場合における、Node 障害時のパス再構築例を図 4 に示す。

1) Node C に予期しない離脱や障害があった場合、親 Node A 及び子 Node D から障害情報が Broker Agent に伝えられる。2) Node D にサブストリームの送信が開始される。Node E には Node D からサブストリームが中継される。同時に、上流側の Node のリソース情報を取得し、新たな親 Node として Node D に配信が可能な Node を決定する。3) Broker Agent は決定された親 Node B と Node D に対し接続命令を送る 4) 配信パスが再構築され、メインストリームが送信される。Node D へのサブストリーム配信が停止される。

メインストリームの受信中でもサブストリームを受信する場合、および音声のみをサブストリームで受信する場合において、Node 障害時のパス再構築例を図 5 に示す。この手法では、メインストリームの配信状態に関りなく、全ての Node が、自身の配信ネットワークへの参加時から離脱時まで常にサブストリームを受信する。図 5 に示すように、Node C の予期しない離脱や障害により、Node D および Node E への配信が中断された場合でも、Node D および Node E は自身が既に受信しているサブストリー

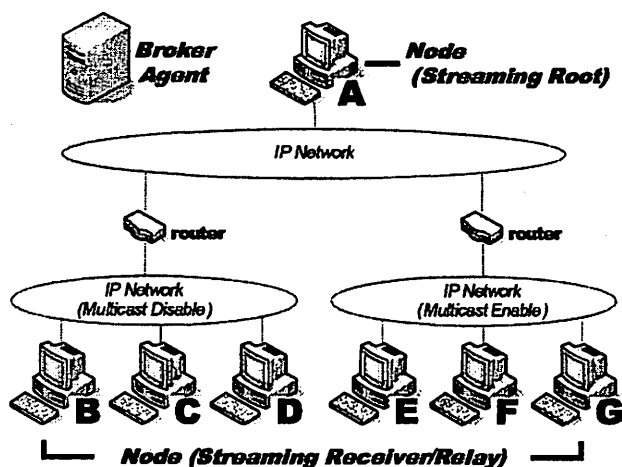


図 6: 機能評価用ネットワーク構成

ムに切り替えることで、配信サービスの中断を回避することができる。

5 プロトタイプシステム

ここでは、前節で示したアーキテクチャに基づく P2P ビデオ配信システムのプロトタイプの実装と機能評価のシナリオについて述べる。

提案システムの実装環境として、OS には Windows XP SP2、開発言語には Java 6.0 を使用する。Node 及び Broker Agent として動作する PC は、Dell PRECISION 380、Pentium 4 3.20Ghz、RAM 2.00GB、Intel PRO/1000MT Network Connection のマシン他を用いる。

機能評価として、LAN 環境において提案システムを動作させ、機能の検証を行う。

提案システムにおける配信ツリー構築機能を評価するためのネットワーク構成を図 6 に示す。ネットワーク上には 7 台の Node (A～G) 及び Broker Agent が存在し、相互に通信可能である。Node A は配信元として動作する。Node B～G は受信／中継処理を行う。ネットワーク全体はルーターを挟んで 3 つに分類され、Node A の属するネットワーク、Node B～D が属する multicast 使用不可のネットワーク、Node E～G が属する multicast 使用可のネットワークが存在する。

5.1 機能評価シナリオ

以下 (S1～S7) に評価実験のシナリオを示す。

- (S1) Node A が配信を開始する。
- (S2) Node B・E が配信ツリーに参加する。
- (S3) Node C・D が配信ツリーに参加する。
- (S4) Node F・G が配信ツリーに参加する。
- (S5) Node B が配信ツリーから離脱する。
- (S6) Node E が配信ツリーから離脱する。
- (S7) Node C が予告無く停止する。

上記のシナリオによって以下 (a～h) の機能を評価する。

- (a) unicast 配信での参加 (S2,S3)
- (b) multicast 配信での参加 (S4)
- (c) unicast-unicast 中継配信 (S3)
- (d) unicast-multicast 中継配信 (S4)
- (e) unicast 中継配信 Node の離脱 (S5)
- (f) multicast 中継配信 Node の離脱 (S6)
- (g) unicast 中継配信 Node の障害発生によるパス再構築 (S7)
- (h) サブストリームの配信 (S7)

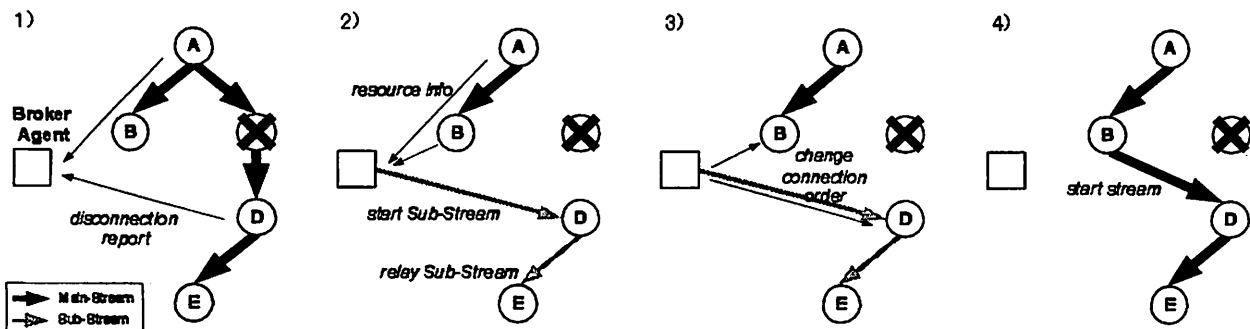


図 4: Node 障害時のパス再構築案例 (Sub-stream: by needs)

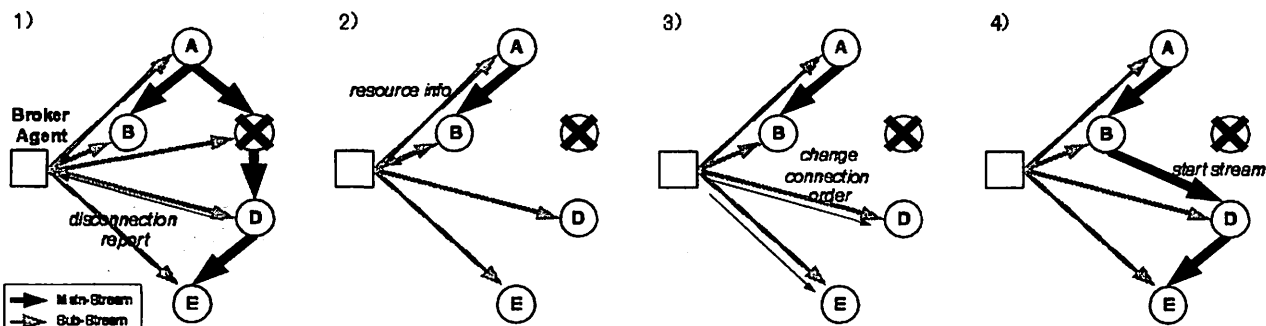


図 5: Node 障害時のパス再構築案例 (Sub-stream: always/audio only)

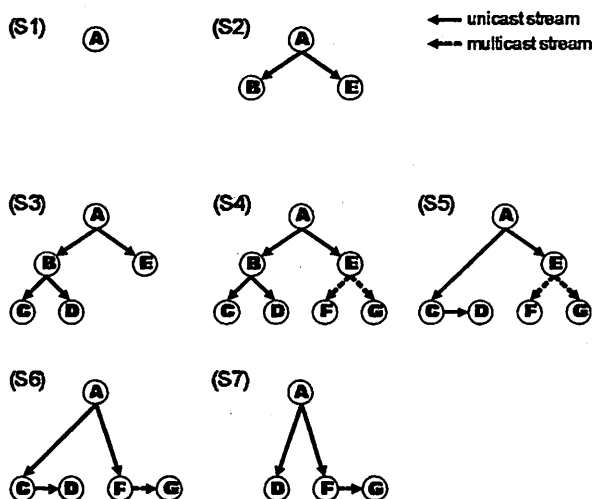


図 7: 評価シナリオに基づく配信ツリー構成の変化

5.2 ストリーム配信の資源利用量

シナリオに基づき、ネットワーク上に Main-Stream を配信し、シナリオ S1～S7 時点での各 Node の資源使用量を計測した。計測の結果を表 1 に示す。また、各 Node に使用した PC の構成を表 2 に、配信フォーマットの詳細を表 3 に示す。なお、これは配信部分の資源使用量であり、Node 間のメッセージ処理などの資源使用は含まれていない。

シナリオ S4 時点において、中継 Node である Node B および Node E の資源使用量の比較を表 4 に示す。unicast 中継を行う Node B に比べ、multicast 中継を行う Node E は、CPU 利用率が-13%、送信トラフィックは-28.8Mbps 低く抑えられている。また、中継 Node である Node C,D,F,G の資源使用量の比較を表 5 に示す。unicast 受信を行う Node C,D、および multicast 中継を行う Node F,G を比較した場合、CPU 利用率および受信トラフィックはほぼ等しい。

表 3: ストリームフォーマット設定

Main-Stream	DVSD 720x480, 24bit, 29.97fps	28.8Mbps
Sub-Stream	WMV (VBR:70) 180x120, 24bit, 29.97fps	825kbps
	PCM 1ch, 16bit, 44.1kHz, 705.60kbps	

表 4: Node B と Node E の資源利用量の比較 (シナリオ S4)

	B (unicast relay)	E (multicast relay)	Difference
CPU usage	46%	33%	13%
OutGoing Traffic	57.6Mbps	28.8Mbps	28.8Mbps

既存のシステムのような、すべてを unicast で配信する場合 (Node E も unicast 中継を行った場合) と比べ、本システムでは、multicast の利用により、中継 Node の CPU 利用率が-13%、ネットワーク全体のトラフィックは-28.8Mbps 低く抑えられている。multicast 参加 Node の割合が増加すれば、CPU 利用率およびトラフィックはさらに低く抑えられる。

また、Broker Agent から Sub-Stream を always 設定で配信した場合の資源使用量を計測した。シナリオ S1～S7 時点での Broker Agent の資源使用量を表 6 に示す。今回の評価での Sub-Stream 設定および Node 数 (最大 6Node に配信) では、CPU 利用率は 16-19%、送信トラフィックは最大 5.1Mbps 程度であり、Broker Agent の資源には十分な余裕があるといえる。

Node 側で、Main-Stream のみを受信する場合、および Main-Stream と Sub-Stream を同時に受信する場合の資源利用量の比較を表 7 に示す。2 つのストリームを同時に受信する場合、CPU 利用率は 5% 程度増加している。Main-Stream のみを受信する場合 (20%) と比較しても小さな値であり、資源にも十分な余裕があるといえる。

今回の評価環境では、Main-Stream および Sub-Stream の送受信が問題なく行えることを確認した。Sub-Stream

表 1: Node の資源利用量 (Main-Stream)

Node		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
A	CPU usage	11%	23%	→	→	25%	25%	27%
	InComing Traffic	0.0Mbps	0.0Mbps	→	→	0.0Mbps	0.0Mbps	0.0Mbps
	OutGoing Traffic	0.0Mbps	57.6Mbps	→	→	57.6Mbps	57.6Mbps	57.6Mbps
B	CPU usage		20%	46%	→	×		
	InComing Traffic		28.8Mbps	28.8Mbps	→	×		
	OutGoing Traffic		0.0Mbps	57.6Mbps	→	×		
C	CPU usage			12%	→	17%	→	×
	InComing Traffic			28.8Mbps	→	28.8Mbps	→	×
	OutGoing Traffic			0.0Mbps	→	28.8Mbps	→	×
D	CPU usage			12%	→	12%	→	13%
	InComing Traffic			28.8Mbps	→	28.8Mbps	→	28.8Mbps
	OutGoing Traffic			0.0Mbps	→	28.8Mbps	→	28.8Mbps
E	CPU usage		20%	→	33%	→	×	
	InComing Traffic		28.8Mbps	→	28.8Mbps	→	×	
	OutGoing Traffic		0.0Mbps	→	28.8Mbps	→	×	
F	CPU usage				12%	→	18%	→
	InComing Traffic				28.8Mbps	→	28.8Mbps	→
	OutGoing Traffic				0.0Mbps	→	28.8Mbps	→
G	CPU usage				12%	→	11%	→
	InComing Traffic				28.8Mbps	→	28.8Mbps	→
	OutGoing Traffic				0.0Mbps	→	28.8Mbps	→

表 2: ハードウェア構成

		CPU	RAM	NIC
Node A,B,E	DELL PRECISION 380	Pentium 4 3.20Ghz	2.00GB	Intel PRO/1000MT Network Connection
Node C,D,F,G	DELL PRECISION 380	Pentium 4 3.73Ghz	2.00GB	Broadcom NetXtreme 57xx Gigabit Controller
Broker Agent	DELL PRECISION 370	Pentium 4 3.40Ghz	1.50GB	Intel PRO/1000MT Network Connection

表 5: Node C,D と Node F,G の資源利用量の比較 (シナリオ S4)

	C,D (unicast recieve)	F,G (multicast recieve)	Difference
CPU usage	12%	12%	0%
InComing Traffic	28.8Mbps	28.8Mbps	0.0Mbps

表 7: Node B の資源利用量の比較 (Main-Stream・Sub-Stream)

	Main x1, Sub x0	Main x1, Sub x1
CPU usage	20%	25%
InComing Traffic	28.8Mbps	29.6Mbps

表 6: Broker Agent の資源利用量 (Sub-Stream: always)

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Num of Stream	0	2	4	6	5	4	3
CPU usage	16%	16%	17%	19%	18%	17%	17%
OutGoing Traffic	0.0Mbps	1.7Mbps	3.3Mbps	5.1Mbps	4.1Mbps	3.3Mbps	2.5Mbps

の品質設定, および数 10~数 100 オーダーでの大規模配信については今後の検証が必要である。

現在, その他の機能の評価のためのプロトタイプシステムを実装中である。

6 まとめ

本稿では, 多様な接続形態が混在する環境に属するユーザに対して, ユーザのネットワーク環境や品質要求, および配信に利用する P2P ネットワークの動的な変化に柔軟に対応するため, 1) ユーザのネットワーク環境に応じた IP unicast/multicast の配信方式の選択機能, 2) ユーザ要求に基づくコンテンツのトランスコーディング機能, 3) サブストリーム配信による配信連続性保証の機能 を持った P2P ビデオ配信システムを提案した。これにより, 多様なユーザの品質要求に対して, 効率的かつ連続性を確保したサービスを構築できると考えられる。

今後は, 提案システムの実装および実証実験を行い, 有効性を評価していく予定である。

参考文献

- [1] 横川 芳隆, 橋本 浩二, 柴田 義孝: ネットワーク環境とユーザ要求を考慮した P2P ビデオ配信システム, 情報処理学会第 69 回全国大会講演論文誌, No.3, pp.309-310, 2007.
- [2] 山岡 修一, 孫 タオ, 玉井 森彦, 安本 慶一, 柴田 直樹, 伊藤 実: 多種多様な端末に対する効率のよいビデオ配信方式 情報処理学会研究報告, 2005-DPS-122, pp.315-320, 2005.
- [3] Takeshi TSUCHIYA, Hirokazu YOSHINAGA, and Keiichi KOYANAGI: STARCast: Streaming Collaboration Architecture on Heterogeneous Environment Everywhere, ACM NRBC'04, pp.57-62
- [4] Zhi Li, Prasant Mohapatra: Hostcast: A new overlay multicasting protocol, ICC'03.
- [5] Reza Rejaie, Shad Stafford: A Framework for Architecting Peer-to-Peer Receiver-driven Overlays, ACM NOSSDAV'04, pp.42-47, 2004.
- [6] Bin Chang, Yuanchun Shi, Nan Zhang: HyMoNet: a peer-to-peer hybrid multicast overlay network for efficient live media streaming, In IEEE AINA, 2006.
- [7] 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, 2005.
- [8] JGN2 HomePage, <http://www.jgn.nict.go.jp/>