

同期分散型マルチメディアデータ伝送方式 Multitrack の実装

富田敏光[†] 斉藤義仰[‡] 石原進[†] 高橋修^{††} 水野忠則^{‡‡}

[†] 静岡大学工学部 [‡] 静岡大学大学院情報学研究科 ^{††} (株)NTT ドコモ ^{‡‡} 静岡大学情報学部

1 はじめに

筆者らは文献 [1] で，マルチメディアデータのビットレートに対し受信端末の帯域幅が狭い場合でも，高速かつ安定したストリーミング再生を実現し，複数端末上でデータを共有することでサーバの負荷を軽減できるマルチメディア伝送手法として Multitrack (MULTImedia data TRAnsmisSion for Cluster networkK) を提案している．Multitrack は通信回線共有方式 SHAKE (SHARing multiple paths procedure for cluster networkK Environment) に基づき，複数の端末の持つリンクを同時に利用することで，高品質なマルチメディア伝送を実現する．本稿では，Multitrack の実装及び、擬似ネットワーク環境で再生品質の性能評価について述べる．

2 Multitrack

2.1 概要

Multitrack では，SHAKE の概念に基づき，図 1 のように複数の携帯端末を一時的に集め，無線 LAN などの短距離高速ネットワークで相互に接続しクラスタネットワークを構築する．クラスタネットワーク内の各端末は，それぞれが持つ外部リンクを複数同時に使用し，ストリーミングサーバからマルチメディアデータを分割受信する．分割受信したデータをクラスタネットワーク内で相互に共有することで，クラスタ内の全ての端末で高品質なストリーミング再生を実現する．

2.2 パケット分配制御

Multitrack では複数の経路に分割してデータを送るため，経路間に帯域幅の差がある場合や，遅延差がある場合，パケットの到着順序の逆転が頻発し，再生時に必要なデータが届かなくなり，マルチメディアデータの再生に悪影響を与えてしまう．このため，Multitrack を実現する上では，パケットの到着順序を考慮に入れてパケット分配を行う必要がある．Multitrack での複数の経路へのパケット分配方式として，文献 [1] では，以下の 3 つの方式をシミュレーションにより評価して

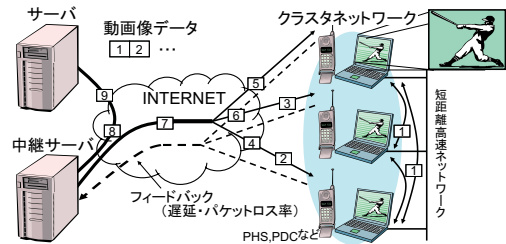


図 1: Multitrack システム概要

いる．

方式 1:各経路の帯域幅の比を重みとし分配する．

方式 2:各経路のフィードバックにより得た遅延の逆比を重みとして分配する．

方式 3:パケットの到着時間を各経路の遅延とクラスタ内部端末の外部リンクの帯域幅から求め，最も早く到着すると考えられる経路に対し分配する．

これらの分配方式を利用するためには，各経路の遅延の情報が必要となる．遅延の測定は，中継サーバとクラスタ内の各端末の間で行う．取得した遅延情報は，分配プロセスと共有メモリにより共有し，分配制御に利用する．クラスタ内端末の外部リンクの帯域に関しては，分配プロセスが知っているものとする．

シミュレーションでの有効性の検証では方式 3 が，最も安定したマルチメディア伝送を実現できると確認されている．

2.3 分配されたデータの共有

各端末は中継サーバから分配されたデータをブロードキャストする．これにより各々が受信したデータを共有しあうことで複数の端末上で，動画データの再生を行うことが可能となる．

3 実装

Multitrack は，パケット分配制御，各経路の通信状況の取得，各端末の受信したマルチメディアデータの共有，動画の再生，動画データの送受信の各機能の組み合わせによって実現できる．そこで，機能毎に分割したプロセスをパイプでつなぎ映像伝送を実現する EMON(Error-correcting Multicast on Open Nodes) システム [2] へ，機能を追加することで Multitrack の実装を行った．

Implementation of MULTITRACK: MULTImedia data TRAnsmisSion for Cluster networkK

[†]Toshimitsu TOMIDA · Faculty of Engineering, Shizuoka University

[‡]Yoshia SAITO · Graduate School of Information, Shizuoka University

[†]Susumu ISHIHARA · Faculty of Engineering, Shizuoka University

^{††}Osamu TAKAHASHI · NTT DoCoMo Inc.

^{‡‡}Tadanori MIZUNO · Faculty of Information, Shizuoka University

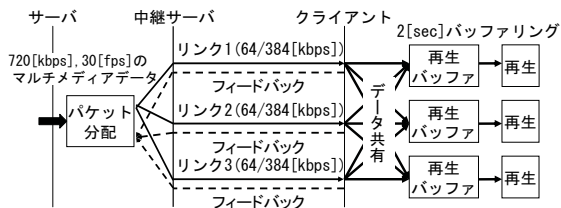


図 2: 擬似ネットワーク環境

追加したのは、パケット分配制御、各経路の通信状況の取得、各端末の受信したマルチメディアデータの共有の各機能である。パケット分配制御は、EMONの動画データ送信プロセスに2.2の各分配アルゴリズムを実装することで実現した。各経路の通信状況の取得は、RTCPを利用した遅延測定機能を持つプログラムを新たに作成して実現した。このプログラムが測定したデータは、共有メモリを利用して、EMONの動画データ送信プロセスが利用する。

4 評価

図2に示すモバイル通信環境を模擬した擬似ネットワーク環境でMultitrackの再生品質を評価した。擬似ネットワーク環境構築にあたり、Linux上で動作するnistnetを利用し帯域制限や擬似遅延を与えた。クラスターと中継サーバ間には3本の双方向リンクを用意した。上り下り共に、各経路には固定遅延時間500[msec]に±100[msec]のゆらぎを与えた。各経路の帯域は上り64[kbps]下り384[kbps]とし、この環境で3本のリンクを同時に利用してマルチメディアデータを端末へ送信した。このデータ用のパケットサイズは1050[byte]であり、このうちデータ部のサイズを1024[byte]（中継サーバ端末間:1062[byte]、データ部1036[byte]）とした。サーバから送信するマルチメディアデータは、720[kbps]、30[fps]とし、各端末は2[sec]のバッファリング後、動画の再生を行う。送信開始後から10秒経過後、バックグラウンドトラフィックが加わったと仮定し3本のリンクのうち2本にnistnetにより帯域制限を行った。帯域制限後の2本のリンクの帯域は、それぞれ204[kbps]（計792[kbps]）とした帯域に余裕がある場合（case1）と、それぞれ184[kbps]（計752[kbps]）とした帯域に余裕がない場合（case2）の2通りとした。性能評価指標として、クライアントでの再生バッファリングデータ（BD）量を用いた。

4.1 結果と考察

受信側でのBD量の変化を図3(a)(b)に示す。

送信開始から10秒までは、帯域に十分な余裕があることから、どの方式もBD量は一定で、安定したマルチメディア伝送を実現できている。10秒経過後、case1では、方式2,3では、多少のBD量の減少が見られるが、その後BD量が一定となっている。方式2,3では、視覚的にも違和感を感じることなく鑑賞できた。一方、

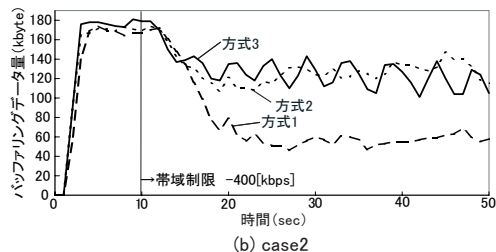
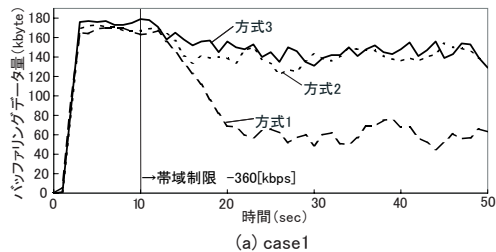


図 3: バッファリングデータ量の変化

方式1では、BD量が減少し、再生時のほとんどの動画フレームがドロップされていた。これは、方式1ではリンク品質が変わってもパケットの分配率を変更できないからである。case2では、方式1,2は、case1と同様の結果が得られた。しかし、方式3は、時間が経つにつれ、case1とは異なり、BD量の大きな減少が見られ、フレームがドロップされていた。これは、パケットの予測到着時刻が遅いリンクが一時的に利用されない状況になってしまうからである。方式2は、バックグラウンドトラフィック付加直後のBD量の減少が方式3に比べ大きい傾向がある。この理由は、急激な通信環境の変化を分配レートに反映させるのに時間を要するためと考えられる。

5 まとめ

本稿では、携帯端末を複数同時に利用して高速かつ安定したマルチメディアデータ伝送を実現するMultitrackを実装し、擬似ネットワーク環境での再生品質の性能評価を行った。この結果、リンク品質が悪化した場合でも、経路上の遅延をもとにトラフィック分配を行う方式2,3はこの変化に対応し、安定したマルチメディア伝送を行えることが確認できた。今後は、実環境での性能評価を行うとともに、送信データ品質の動的な変更を含めた適応的手法について検討を行う。

参考文献

- [1] 斉藤義仰, 小西洋佑, 石原進, 水野忠則: 複数端末を用いた同期分散型マルチメディア伝送のための一方式, 情処, 信学技報, Vol.2002, No.18, pp.107-112 (2002)。
- [2] 笠松健一, 藤川賢治, 岡部寿男, 古村隆明: EMONシステム: コマンドパイプラインによるマルチメディアストリーム処理, 第64回情処全大, 第3分冊, pp.485-486 (2002)。