

高信頼マルチキャスト配信プロトコル(RMTP)を用いた

学習教材配信実験

山崎 秀夫 島岡 秀之 岡田 実 清水 明宏
NTT アドバンステクノロジー(株) 高知工科大学

あらまし

デジタルコンテンツを複数人に効率よく送るプロトコルとして高信頼マルチキャスト配信プロトコル(RMTP)がある。我々は、衛星通信およびCATV網を利用して、学校の教材配信にRMTPを適用し、送信レート、ファイルサイズ、クライアント数がスループットにどのように影響しているかを測定した。その結果、次の4点を明らかにした。

衛星通信を利用する場合の最も効率が良い送信レートは、確保されている帯域の80%である。

CATV網を利用する場合の最適な伝送レートは試行しながら求める必要がある。ただし、同時接続数は特に考慮しなくてもよい。

ファイル容量と配信時間はほぼ比例している。

高性能なクライアントの方が、配信時間が短くて済む。ただし、最適な送信レートはクライアントの性能には無関係である。

A multicast experiment using RMTP for distributing teaching materials

Hideo Yamazaki Hideyuki Shimaoka Minoru Okada Akihiro Shimizu
NTT Advanced Technology Corporation Kochi University of Technology

Abstract

RMTP(Reliable Multicast Transport Protocol) is the suitable protocol for distributing rich digital contents to many clients. We had implemented a multicast environment to distribute the teaching materials using RMTP on satellite communication and CATV network. We found following results.

- 1) 80% of maximum network speed is the best transmission rate on satellite communication.
- 2) It needs cut and try trial to find the best transmission rate on CATV network. But it does not need to consider simultaneous connected clients.
- 3) There is linear relation between file size and throughput.
- 4) High performance client makes throughput shorter. But there is no relation between the best transmission rate and client performance.

1 はじめに

インターネットなどの情報技術 (IT) を教育にも利用しようという動きが活発化している。その中で、写真や映像を含む学校教材 (デジタルコンテンツ) を複数の教育現場に配信したいという要求があるが、そのためには高速で信頼性の高い通信環境が必要になる。

高速の環境については、従来は専用線などの高価なインフラを使わざるをえなかったが、最近は衛星通信、ケーブルテレビ (CATV) 網や ADSL などを利用して安価に利用できる環境が整ってきた。デジタルコンテンツを複数人に効率よく送るプロトコルも、高信頼マルチキャスト配信プロトコル (RMTP : Reliable Multicast Transport Protocol) が開発され、上記要求を実現できる環境が整いつつある。

しかし、RMTP を具体的にどのような設定で利用すればよいか、実際の性能はどの程度確保できるかという実証データは明らかになっていない。我々は、通信放送機構 (TAO) から受託した研究開発「高知県マルチメディア・モデル研修展開事業」および「学校インターネット I」の一環として、衛星通信および CATV 網を利用して、学校の教材配信に RMTP を適用し、送信レート、ファイルサイズ、クライアント数が配信時間にどのように影響しているかを定量的に明らかにした。

2 RMTP とは

インターネット上で効率よく同報配信を行うために、トランスポート層プロトコルの UDP を利用したマルチキャスト配信が考案されたが、誤り訂正や再送の機能を持たないので信頼性が低いという問題があった。RMTP は、UDP に再送制御、送信レート制御といった機能を付加し、効率の良いマルチキャスト配信を実現するプロトコルである。

3 衛星通信を利用したマルチキャスト配信

3.1 衛星通信の適用条件

上り回線と下り回線の伝送速度が違う通信方式を持つネットワークを、非対称通信ネットワークという。このネットワークとして、ADSL を用いたものと、衛星通信を用いたものがある。ADSL は 1 本の電話回線で上りと下り両方の通信を行うことができるが、衛星通信は下り回線のみで利用でき、上り回線は電話網等を利用するのが一般的である。

ADSL は、高速だが利用できる地域に限られるという条件が付く。地域に関係なく、かつ、学校教材のように大勢に同時に大容量の情報を配信する場合は、衛星通信を利用する方が効率的である。

3.2 実験概要

我々は、東京 (品川ネットワークオペレーションセンター (SNOC)) ・高知 (南国オフィスパークセンター (OP)) 間で、衛星通信を利用した非対称通信ネットワークの実験を

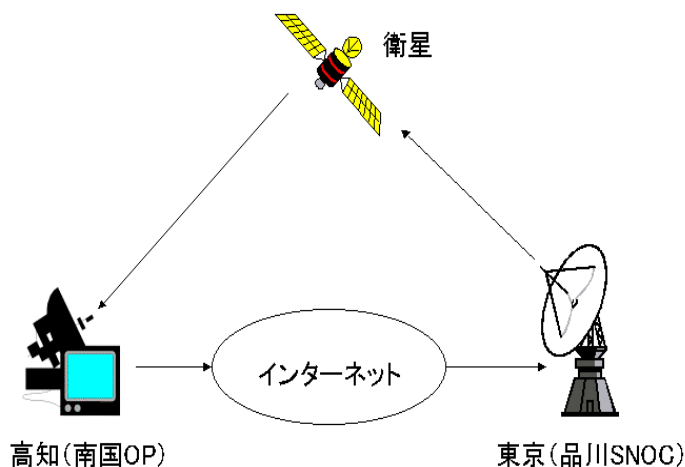


図 1 衛星通信を利用した非対称通信ネットワーク

行った(図1)。

この実験の測定項目とその目的は次の通りである。

(1) 送信レートと配信時間の関係

ファイルを配信する際、送信レートを上げれば短い時間でファイルを送信できそうであるが、実際はパケットが紛失してパケットの再送が生じ、よけいに時間がかかってしまう。そこで、最適な送信レートを算出するために、データを配信する際の実送信レートを変化させて、配信にかかる時間やパケットの再送回数を測定する。

(2) ファイルサイズと配信時間の関係

配信するファイルが大きいとき、パケットの紛失が多くなりパケットの再送回数も増え、ファイルの配信時間に影響することが考えられる。そこで、配信するファイルのサイズを変化させて、配信にかかる時間やパケットの再送回数がどう変化するかを測定する。

(3) 天候の影響

衛星通信は天候の影響を受けやすいと言われている。そこで、悪天候時にも配信時間を測定する。

3.3 実験結果と考察

(1) 送信レートと配信時間の関係

送信レートと配信時間の関係を図2に、送信レートと紛失パケットの関係を図3に示す。これから、衛星で確保されている帯域2Mbpsに対して送信レートを最大1.6Mbpsすなわち、全帯域の80%が最適な送信レートであることがわかった。送信レートを1.6Mbpsを越えて設定するとパケットの再送が発生してしまい、配信時間は短くならないことが判明した。配信先を4箇所を増やした実験も行ったが、同様の結果となった。

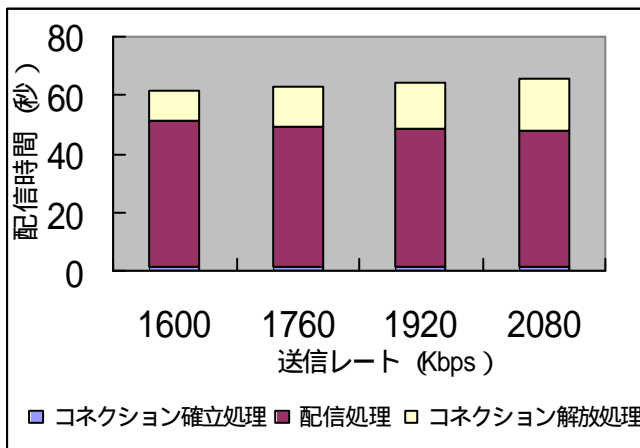


図2 送信レートとスレープットの関係

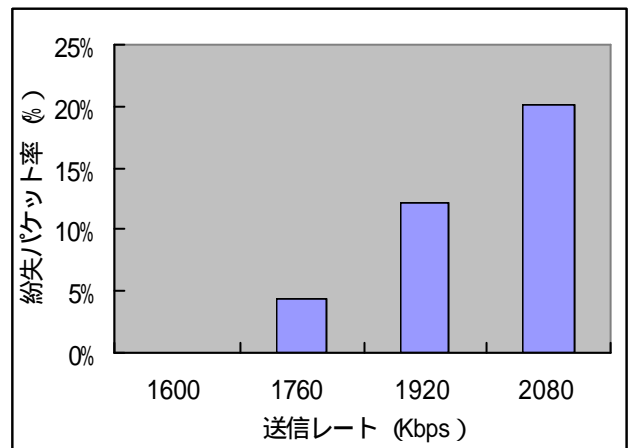


図3 送信レートと紛失パケットの関係

(2) ファイルサイズと配信時間の関係

ファイルサイズと配信時間の関係を図4に示す。ファイル容量による配信時間の変化は見られなかった。一方、全く同じファイルを配信したにもかかわらず、再送回数にランダムなばらつきが生じた。したがって、ファイル配信時には再送が行なわれることも考慮して送信レートを定めるのが良い。

(3) 天候の影響

2001年8月11日に台風11号が四国から関東にかけて通過した。そのときに、同様の配信実験を行ったが、最適な送信レートは同様に、1.6Mbps だった。

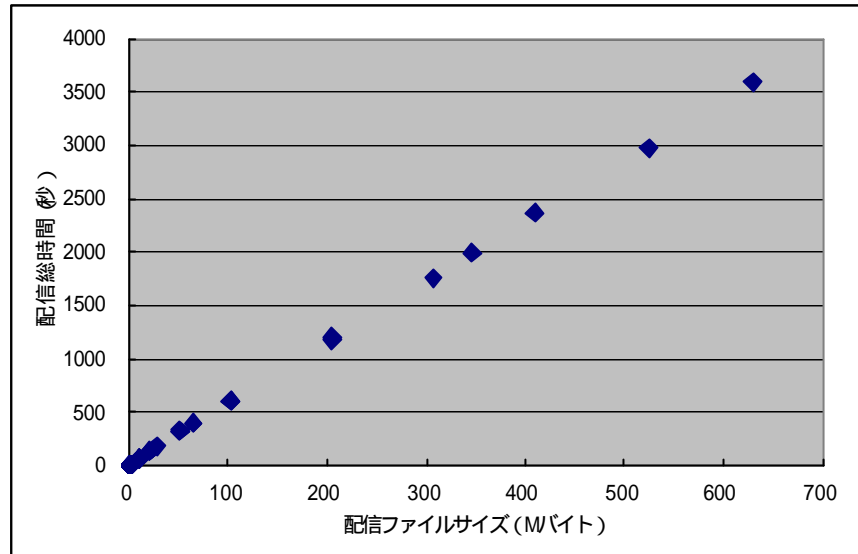


図4 ファイルサイズと配信時間

4 CATV網を利用したマルチキャスト配信

4.1 CATV網の適用条件

CATV網は、ADSLと同様に、既存のインフラをインターネット接続に利用できるという長所がある。しかし、回線をTV映像の配信と共用しているため利用できる帯域が制約を受ける可能性がある、電話網ほど信頼性が高くない、利用できる地域が限られるという点を考慮して利用する必要がある。

高知県における本研究では、離れた地域間は衛星通信を利用し、受信した地域内ではCATVを利用することを考えている。

4.2 実験概要

RMTPを効率よく利用するには、再送の起こりにくい設定を行う必要があるが、その汎用的な技法は明らかになっていない。我々は、CATV網を利用した教材配信の実験を行い、この技法を明らかにすることを試みた(図5)。この実験の測定項目は次の通りである。

(1) 送信レートと配信時間の関係

一定量の大きさのファイルを複数のクライアントに対して配信することで、送信レートと配信時間および送信レートと再送回数の関係を測定する。

また、クライアントの性能が配信時間に影響していることも考えられるので、高性能クライアントと低性能クライアントに分けた測定も行う。

(2) ファイルサイズと配信時間の関係

送信レートを一定とした状況下で、異なるサイズのファイルを配信し、ファイルサイズと配信時間および

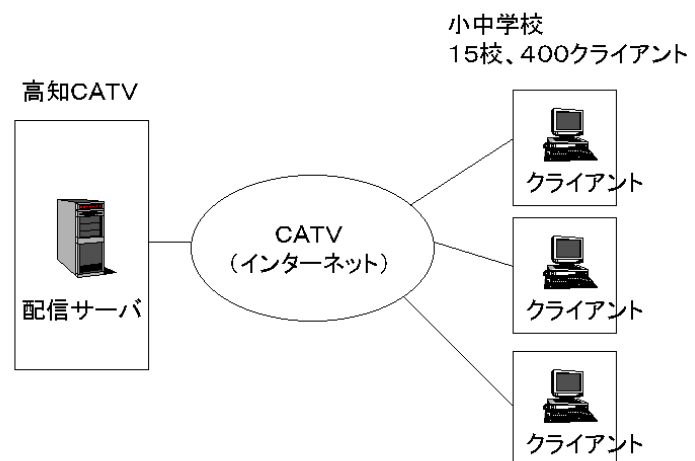


図5 実験環境

ファイルサイズと再送回数の関係を測定する。

(3) クライアント数と配信時間の関係

ファイルサイズ、送信レートを一定とした状況下において、クライアント数を変化させ、クライアント台数とファイルの配信時間およびクライアント台数と再送回数の関係を測定する。

4.3 実験結果と考察

(1) 送信レートと配信時間の関係

送信レートを上げると配信時間が減少するが、ある境界を越えると今回の環境では1.2Mbpsあたりを越えれば、パケットの再送により配信時間が増えてゆくことがわかった(図6、図7)。

高性能クライアント (PentiumII 400MHz、メモリ32MB)の方が、低性能クライアント (Pentium 200MHz、メモリ40MB)よりも転送時間が少なくなっている。ただし、最適な送信レートは同

じである。

(2) ファイルサイズと配信時間の関係

ファイルサイズが増えると配信時間が比例して増える(図8)。パケットの再送回数が比例して増えることはなかった。

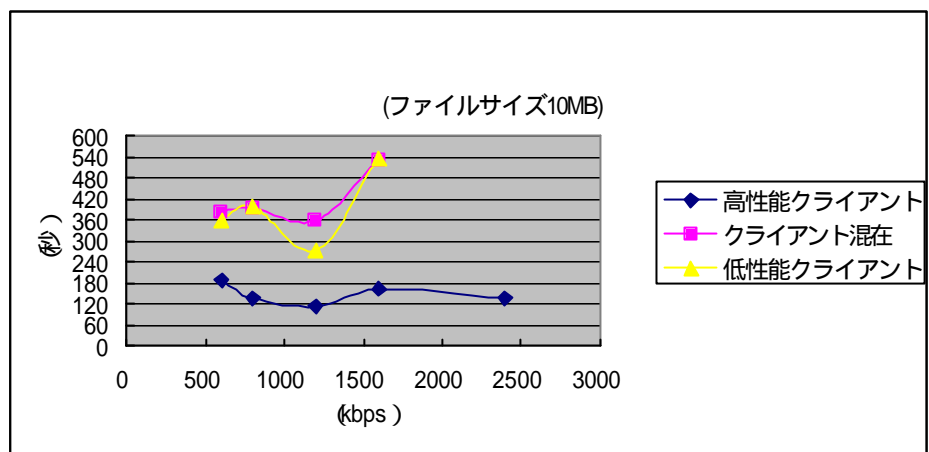


図6 送信レートと配信時間の関係

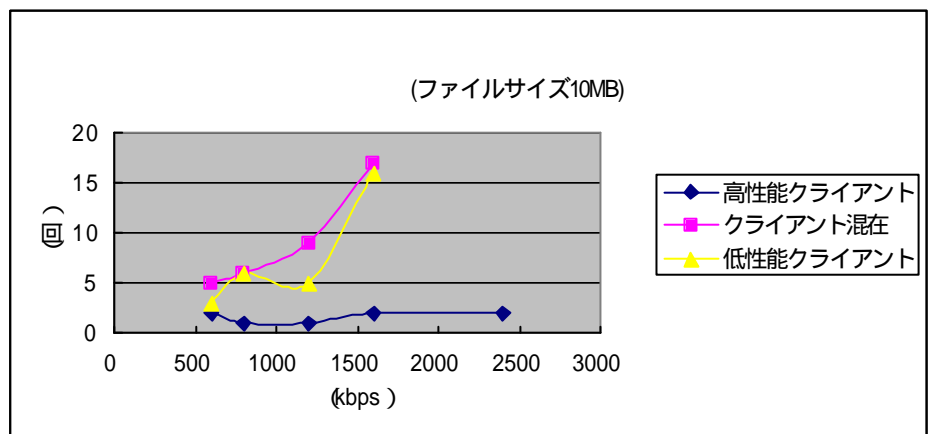


図7 送信レートと再送回数の関係

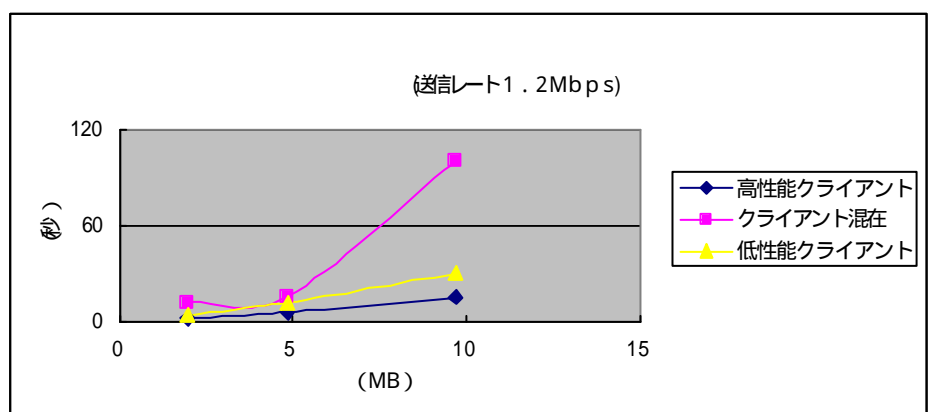


図8 ファイルサイズと配信時間の関係

(3) クライアント数と配信時間の関係

クライアント数が増加しても配信時間には影響が少ないことが分かった(図9)。ただし、クライアント数がある値(今回は200台)を超えると、急に配信時間が増加している。クライアントを高性能にすれば、この限界はもっと緩和されると思われる。

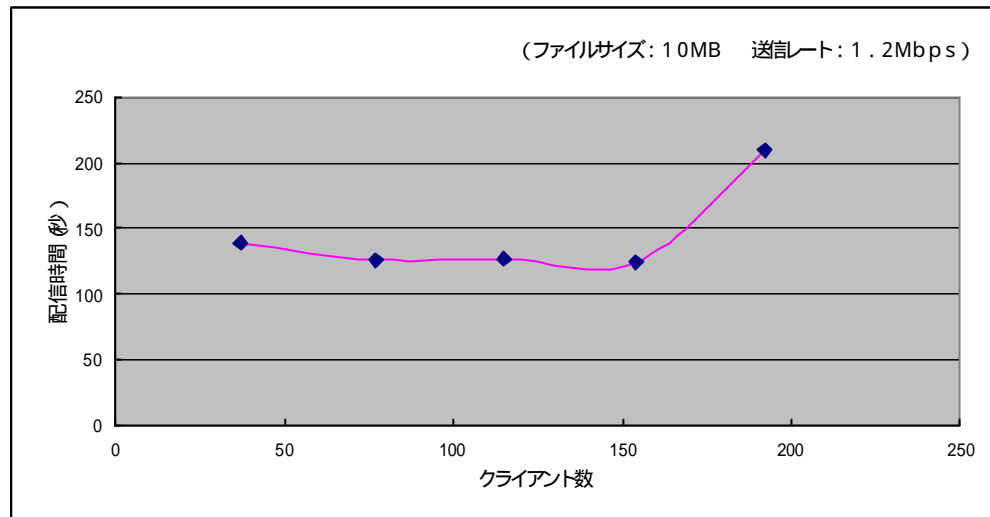


図9 クライアント数と配信時間の関係

5 RMT Pの適用法

今回の評価で、RMT Pを適用する場合、次のようにすればよいことが判明した。

衛星通信を利用する場合の最も効率が良い送信レートは、確保されている帯域の80%である。

CATV 網を利用する場合の最適な伝送レートは試行しながら求める必要がある。ただし、同時接続数は特に考慮しなくてもよい。

さらに、次の内容が新たに明らかになった。

ファイル容量と配信時間はほぼ比例している。

高性能なクライアントの方が、配信時間が短くて済む。ただし、最適な送信レートはクライアントの性能には無関係である。

マルチキャスト配信とはいえ、クライアント数が極端に増えると配信時間に影響が出る。

6 おわりに

RMT Pを利用する場合の、配信時間に影響を与えそうな要素と配信時間の関係を明らかにした。従来は、試行錯誤で決められていたパラメータを、定量的に求める方法を見出すとともに、考慮する必要がないパラメータも明らかにした。今後は、衛星通信とCATV 網を連携させたより高度な環境構築にも取り組みたいと考えている。

[参考文献]

(1)山崎、島岡、岡田、清水、”衛星通信を利用した非対称通信ネットワークの性能評価”、情報処理学会第63回全国大会、2001年10月。

(2)山崎、島岡、岡田、清水、”高信頼マルチキャスト配信プロトコル(RMT P)を用いた学校教材配信実験”、情報処理学会第63回全国大会、2001年10月。