

動画データの先読み機能と

30-1 再生時刻を考慮した再送機能を持つ動画検索プロトコル

長谷川 輝之 長谷川 亨 加藤 聰彦 鈴木 健二

国際電信電話株式会社 研究所

1. はじめに

近年、テレビ会議や VoD (Video on Demand) などの、動画データをネットワークを介して転送するアプリケーションが普及しつつある。これらは一般的に、誤り制御を持たない単純なプロトコルを用いて、受信側の再生速度に合わせて動画データを転送する方法を採用している。この方法では、伝送誤りなどにより動画データが紛失した場合は、再送による回復は行われない。しかし、VoD などの動画検索システムを対象とした場合は、転送する動画データが予めサーバに蓄積されているため、クライアントにデータを先読みさせ、再生までの時間的余裕を与えるとともに、再生に間に合わないデータを無視することにより、確認型プロトコルを用いた再送による誤り回復が可能となると考えられる。本稿では、ATM 上の確認型データ転送プロトコル SSCOP^[1]をベースに、動画データの先読み機能と、再生時刻を考慮した再送機能により、動画データの再送を可能とした高信頼な動画検索プロトコルについて述べる。

2. 設計方針

動画検索プロトコルの設計方針を以下に示す^[2]。

(1) 動画データの再送のために、次の機能を持たせる。

- 検索を行うクライアントに動画バッファを設けて、動画データを先読みする。さらに、動画バッファに対するフロー制御を行う。
- 確認型プロトコルは、全てのデータを正しい順序で配達するため、1つの動画データの到着遅れは、到着済みの以降のデータの再生を妨げる。これに対処するため、再生に間に合わない動画データを無視し、次のデータを処理する(スキップ機能)。
- パースト誤りなどで、長期間動画データが配達されない場合に、クライアントから再生すべき動画データを通知し、再同期させる。

(2) 動画検索システムとして、図1に示す構成を想定する。すなわち、動画データを ATM ネットワークへ送出するサーバと、これを受信し再生するクライアントに対して、確認型プロトコルを用いてデータを転送するデータ転送部と、クライアント側の動画バッファの状態に基づいて、サーバからの動画データ転送の制御を行う動画

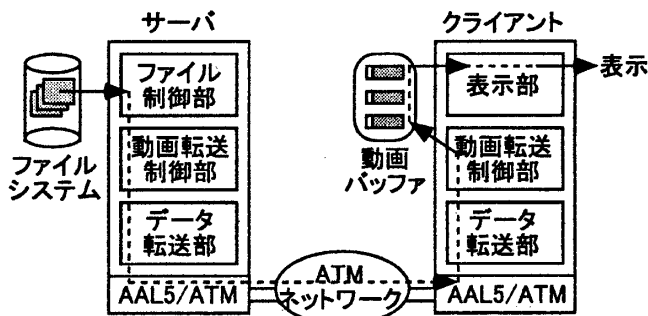


図 1: 動画検索システムの構成

転送制御部を導入する。そして、これらに対して、別々にプロトコルを規定する。

(3) データ転送部に対しては、ATM 上の確認型データ転送プロトコル SSCOP をベースに、スキップ機能を追加したプロトコルを規定する。一方、動画転送制御部のプロトコルでは、クライアントに設けた動画バッファに基づき、動画データ転送のフロー制御、スキップの要求、再同期の機能を提供する。

3. 動画検索プロトコル

3.1 データ転送部

データ転送部のプロトコルは SSCOP をベースとして作成する。SSCOP は、以下のように選択再送を用いた確認型のデータ転送を行う。

(1) SSCOP は、上位から渡されたデータに順序番号を付加し SD PDU(Protocol Data Unit)として送出する。そして、送信側から送出される POLL PDU に対して受信側が返す STAT PDU、もしくは誤った順序で SD を受信した場合に受信側が送出する USTAT PDU により、SD の送達確認と再送要求を行う。

(2) USTAT には、連続して紛失した SD のグループ(紛失 SD グループ)を書き込む。一方 STAT は、紛失 SD グループと、それに続く受信した SD のグループ(受信 SD グループ)を順に書き込む。送信側は、紛失した SD のみを選択的に再送する。

SSCOP に対し、次のようにスキップ機能を実現する。

- ・ SSCOP にスキップを要求するプリミティブ (AA-SKIP.request) を用意する。
- ・ SSCOP では、上位より AA-SKIP.request を受け取ると、最も順序番号の小さい紛失 SD を含む紛失 SD グループ全体を受信済とみなす。
- ・ 受信済とみなした紛失 SD グループに連続する受信 SD グループが、プロトコルバッファに存在している場

“A Video Retrieval Protocol with Video Data Prefetch and Play-out Sensitive Retransmission”
Teruyuki HASEGAWA, Toru HASEGAWA, Toshihiko KATO and Kenji SUZUKI
KDD R & D Laboratories

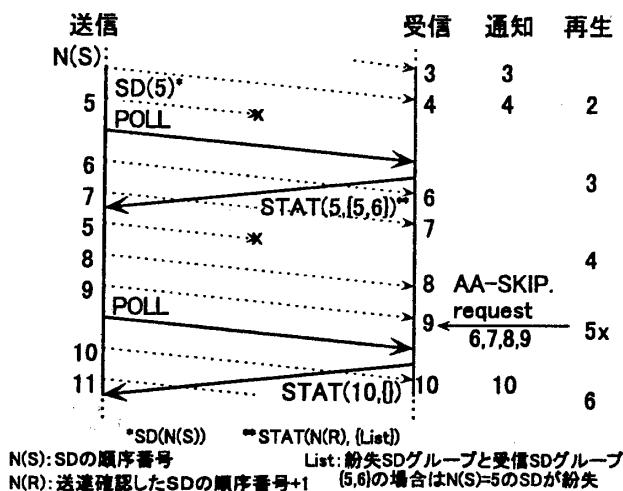


図2: スキップ要求の処理シーケンス例

場合は、全て上位へ通知する。

・受信済とみなしたSDについてはSTATで送達確認を返し、後に受信した場合は破棄する。

図2にスキップの処理シーケンス例を示す。図2では、SD(5)の到着が再生に間に合わない。この際、受信側の動画転送制御部からAA-SKIP.requestによりスキップを要求されると、データ転送部はSD(5)を受信済とみなし、SD(6)~SD(9)を上位へ通知する。そして、以降のSTATを用いて送信側にSD(5)を送達確認させる。

3.2 動画転送制御部

動画転送制御部のプロトコルは、クライアント側の動画バッファに基づき、フロー制御、スキップ機能の起動、再同期の処理を行う。本プロトコルは、DATA、STOP、GO、RESYNCの4種類のPDUを使用する。DATAは、動画データの転送に用いる。動画データはファイルから固定サイズで読み出し、DATA中のMessageパラメータに格納する。この際、DATA中のSequenceNumberパラメータ(SN)にファイル毎のDATAの順序番号を書き込む。STOPならびにGOは、クライアントが、サーバからのDATA送信の停止・再開を要求するために用いる。またRESYNCは、クライアントが動画データの再同期を要求する際に使用する。

動画転送制御部における処理手順は以下ようになる。

- (1) クライアント側では受信したDATAを動画バッファに保持する。検索開始時は、受信DATA数が閾値 Thr_{init} に達した時点で表示部への引き渡しを開始する。再生開始後は要求に応じて表示部に渡す。
- (2) 動画バッファ中のDATA数が閾値 Thr_{stop} をこえると、クライアント側はSTOPを送信する。STOPを受信したサーバ側はDATAの送信を停止する。
- (3) STOP送信後に再生が進み、動画バッファ内のDATA数が閾値 Thr_{go} を下回ると、クライアント側はGOを送信する。GOを受信したサーバ側はDATAの送信を再開する。
- (4) クライアント側は、動画バッファ内のDATA数が閾

値 Thr_{skip} まで減ると、AA-SKIP.requestを発行する。(5) スキップを要求した後、クライアント側は、スキップの結果通知されたDATA、または、スキップの結果DATAが通知されない場合は、スキップ直前に受信したDATAのSNと、表示部の要求するDATAのSNとを比較する。受信したDATAのSNが小さい場合は、転送中の動画データと表示すべき動画データの同期がとれていないと判断し、要求するSNを含むRESYNCを送出する。サーバ側は、受信したRESYNCと送信済のDATAのSNを比較し、前者が大きい場合は、要求されたDATAから送信する。

4. 評価

提案したプロトコルを評価するため、SUN Sparc Station20(クロック周波数60MHz×2、Solaris2.4)上に評価システムを実装し通信実験を行った。実験では、BER = 10^{-6} のランダムビット誤り、ならびに20、200、600msecの往復伝送時間(RTT)を付加した、3Mbpsないしは6Mbpsの容量を持つATM回線を使用した。そして、サーバから100,000Kbyteの動画データを1Kbyteごとに転送し、クライアントにおいて1.5Mbpsのレートでの再生を想定した処理を行い、再生時刻に遅れたもしくは紛失したために再生されないDATA PDUの数を測定した。なお、動画バッファに関する閾値は、それぞれ、 $Thr_{init}=10$ (約50msec)、 $Thr_{go}=299$ 、 $Thr_{stop}=300$ (約1.5sec)、 $Thr_{skip}=0$ に設定した。また評価システム上に、提案方式の他に、スキップ機能を利用しない単純再送方式、ならびに再送による誤り回復を行わない非再送方式を実装し、同様の実験を行った。

評価実験の結果を表1に示す。提案方式は、全てのRTTにおいて最も良い結果が得られており、非再送方式と比較して、再生できないDATA PDU数を1/100以下に低減している。

表1: 再生されないDATA PDUの数

RTT[msec]	20		200		600	
回線速度 [Mbps]	3	6	3	6	3	6
提案方式	0	0	1	0	5	2
単純再送方式	0	0	12	7	708	49
非再送方式	963		925		972	

5. おわりに

本稿では、VoDなどサーバに蓄積されたデータを検索するシステムを対象に、動画データの先読み機能と、再生時刻を考慮した再送機能を持つ動画検索プロトコルを検討し、評価システムによりその有効性を示した。最後に日頃御指導頂くKDD研究所 村上所長に感謝する。

参考文献

- [1] 長谷川他, "ATM用確認型データ転送プロトコルSSCOPの実装と評価," 情報処理学会論文誌, 71-13, July 1995.
- [2] 長谷川他, "動画検索システムへの確認型プロトコルの適用に関する一考察," 信学技報, IN96-9, Apr. 1996.