

マルチメディアサーバ「スマートストリーマ」の

1F-5

制御ソフトウェア

矢尾 浩

金井 達徳

岐津 俊樹

前田 誠司

矢作 満

(株)東芝

1 はじめに

ビデオサーバでは、ストリームの連続性の保証だけではなく、一定数のストリームを供給するために必要となるディスク数とバッファメモリ量といったコスト面や、新ストリームの再生要求に対する応答時間等の操作性も性能評価の重要な指標となる。

我々は数百～数千のクライアントに対し同時に映像ストリームを供給可能なマルチメディアサーバ「スマートストリーマ(以下SS)」を開発している[1]。SSは単純なVODサービスだけではなく、多数の映像データを切替えながらアクセスするオンラインショッピングや映像検索などのサービスでの利用を想定しているため、特に応答時間の短縮が重要課題である。本稿ではSSの制御ソフトウェアについて報告する。

2 制御ソフトウェアの概要

複数のストリームを同時に供給するビデオサーバでは、ディスク装置からの時分割多重読み出しを実現するために、ストリームデータを小さなセグメントに分割してディスク装置に格納しておく。ストリーム供給時には、セグメントを順次ディスク装置からバッファメモリに読出し、通信網を介してクライアントに転送する。その際にクライアントで映像が途切れないようにデータ転送をスケジューリングしなければならない。

SSでは、全体の制御を行なうストリーム制御装置と複数のディスク制御装置、ネットワーク制御装置が専用の制御線で接続されており、互いに通信を行ないながら動作する。

ストリーム制御装置上の制御ソフトウェアは、ストリーム管理部、スケジューラ部、タイミング制御部から

構成される。ストリーム管理部はクライアントからの要求を受け付け、ネットワーク制御部に対してクライアントとのコネクションを確立するための制御命令を送る。その後スケジューラ部のキューに要求を積む。スケジューラ部は、ある時点で読み出すセグメント、格納するバッファの領域、クライアントへの転送開始などの情報を含むデータ転送命令のリストを作成する。タイミング制御部は、一定時間毎にスケジューラを起動し、同時にデータ転送命令のリストをディスク制御装置とネットワーク制御装置に送出する。

N_{dcont} 個の各ディスク制御装置にはそれぞれ N_{grp} 台のディスク装置が接続され、異なるディスク制御装置上で同一番号を持つ N_{dcont} 台のディスク装置は1組のディスクグループを構成する。セグメントをあるディスクグループへ格納する場合には、 $N_{dcont}-1$ 台のディスク装置に分割格納され、残りの1台にはパリティデータが格納される。したがってセグメント単位でデータをアクセスする限り、全てのディスク制御装置は同じ動作をするので、ストリーム制御装置からは制御線を介して同じ命令をブロードキャストすればよい。

3 スケジューリング

ビデオサーバのデータ転送のスケジューリング方式には大別してFIFO方式とSCAN方式がある[2][3]。SSでは再生要求からストリーム送出開始までの応答時間を重視し、また、必要となるバッファメモリ量を考慮して、FIFO方式をベースとしたスケジューリングを採用した。

SSにおけるデータ転送のスケジューリングは図1で示すように時間軸を一定間隔 T_{slot} で区切ったタイムスロットを単位として行なわれる。このようにスケジューリングを行なうために、全てのセグメントの転送周期および読み出し時間がそれぞれ一定となるようにストリームデータを格納している。

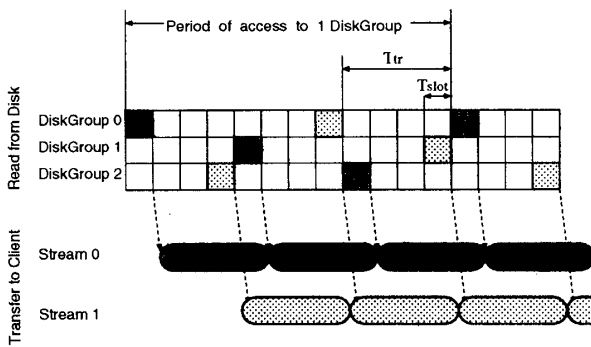


図 1: データ転送のタイムチャートの例

具体的には、全てのセグメントのクライアントへの転送時間が一定の値 T_{tr} となるようにストリームデータを分割して、 N_{grp} 組のディスクグループにストライピングする。 T_{slot} 内に読み出し可能な最大セグメントサイズを S_{seg} とすると、データレートが S_{seg}/T_{tr} 以下のストリームを供給できる。

ディスクグループ当たりの読み出し多重度 M は $M = T_{tr}/T_{slot}$ となる。すると SS 全体での読み出し多重度は MN_{grp} となり、この値が 1 周期に含まれるタイムスロットの数となる。また、読み出したセグメントを一時格納しておくバッファメモリとしては、ストリーム毎にダブルバッファを用意して T_{tr} ごとに切替えればよい。

4 応答時間の短縮

従来の FIFO 方式では各ストリームのディスクアクセスは周期内のあるタイムスロットに固定され、ディスクアクセス直後にクライアントへの転送が行なわれる。この方式ではバッファメモリ量をより小さくできるという利点がある。しかし、新ストリームの再生要求時に、次の空きタイムスロットが見つかるまでディスクアクセスを実行できないので、多数のストリームを供給中には応答時間が大きくなる傾向がある。

T_{slot} を短縮すれば最悪応答時間を短縮できる。しかし T_{slot} 内に読み出すセグメントを小さくするとディスク装置からの転送効率が低下するので、 T_{slot} の短縮には限界がある。

SS ではストリーム毎にダブルバッファを確保しているので、セグメントを格納するバッファ領域が解放された時点からそのセグメントをクライアントへ転送開始すべき時点までの間に T_{tr} の時間的余裕がある。したがってディスクアクセスのあるタイムスロットに固定する必

要はなく、その制限時間内のタイムスロットで実行すればよい。そこで SS では、再生要求時に次のタイムスロットが空いていない場合には、既に割り付けられているディスクアクセスをその制限時間内にある別のタイムスロットに時間的に移動させて空きタイムスロットを作り出す。このとき、全てのストリームのディスクアクセスが各々の制限時間内に実行されることを保証する。保証できない場合にはそのタイムスロットを空けることを諦め、更に次のタイムスロットを空けるを試みる。このようにして空いたタイムスロットで新ストリームのディスクアクセスを実行することにより、従来の FIFO 方式より平均応答時間を小さくすることができる。

ディスクアクセスの移動によってタイムスロットを空けることが不可能な場合、応答時間は従来の FIFO 方式と同じになる。この状態は、ある連続した n 個のタイムスロットに $n + M$ 本のストリームの制限時間終了時刻が集中した場合に生じる。そこで SS では目標応答時間を設定して、応答時間がその目標応答時間内に収まり、かつ全ストリームの制限時間終了時刻ができる限り集中しないように転送開始時刻を選択する。これによりタイムスロットを空けられない確率が低くなり、それ以降の再生要求に対して目標応答時間内で応答可能となる確率を高くすることができる。

5 まとめ

スマートストリーマで採用した制御方式では、複数のディスクグループを使用する場合でもストリーム当たりのバッファメモリ量をセグメントサイズを単位としたダブルバッファで抑えている。その結果 1 台のディスク装置へのアクセス周期よりディスクアクセスの制限時間が小さくなるが、その場合でも全てのディスクアクセスを各々の制限時間内に収めてストリームの連続性を保証し、かつ新ストリームの接続要求に対して目標応答時間内に応答可能となる確率を高めている。

参考文献

- [1] 金井他, “マルチメディアサーバ「スマートストリーマ」の概要”, 第 52 回情処全国大会 1F-03, 1996.
- [2] M.S. Chen, D.D. Kandlur, P.S. Yu, “Optimization of the Grouped Sweeping Scheduling (GSS) with Heterogeneous Multimedia Streams,” Proc. ACM Multimedia '93, 1993.
- [3] 藤井 寛, 石川 篤, 櫻井 紀彦, “動画画像情報への多重アクセススケジューリング方式とその評価”, 電子情報通信学会論文誌 Vol.J77-D-I No.10, 1994.