

配信経路とサーバ切り替えによる VOD バッファリング時間短縮方式

森口 高樹 伊藤 雅

愛知工業大学大学院 経営情報科学研究科

1 はじめに

近年大容量、高画質な動画コンテンツをインターネット通信網を通じて視聴するのが普及している。動画ストリーミング配信のひとつにビデオオンデマンド (VOD: Video On Demand) がある。ビデオデータをネットワークから順次ダウンロードしながら視聴するサービスである。現状の通信回線はベストエフォート型であるため特定のコンテンツにアクセスが集中し要求が短時間で急激に上昇する Flash Crowd 現象 [1] や輻輳によりサービス応答時間の低下で再生が途中で止まる場合がある。CDN (Contents Delivery Network) [2] などの既存技術では再生開始後、バッファリングが再生に追いつかなくなった場合に画質を低下させずに再生途切れ時間を短縮させる仕組みがない。その場合、バッファリング待ち時間が発生する。

これらの問題を回避するために、本研究では速度低下や障害が発生したときに、他のサーバおよび配信経路に切り替えてバッファリング時間短縮と再生品質を向上させる方法を提案する。

2 サーバおよび経路切替え方法の提案

各サーバの利用可能帯域測定と切り替え先判定の 2 つの手順でサーバ切り替えを行う。利用可能帯域測定では、スループット低下を検出した場合、経路を切り替えるか否かの判断を行う。サーバからクライアントに流れるスループットを計測し、単位時間あたりの平均ビットレートを算出する。算出された平均ビットレートがコンテンツビットレートを下回った場合、判定により切り替え要求を出す。切り替え要求が出された後で、切り替え先の判定を行う。他サーバの利用可能帯域を計測し、コンテンツビットレートより利用可能帯域

が多く、かつ同じコンテンツを所有している複数サーバ中で最も利用可能帯域が大きいサーバへ切り替える。サーバ切り替えによりコンテンツの再生品質向上を図る。輻輳等が発生している経路の利用可能帯域は低くなるため、結果的にそのような経路は選択されず、このようなサーバの選択を避けることでネットワークのボトルネック発生を抑制し、輻輳状態の緩和を図る。

2.1 利用可能帯域測定

それぞれのサーバ経路の利用可能帯域を測定し、各サーバのそれを比較する。最も利用可能帯域の大きいサーバを切り替え先とする。利用可能帯域は式 (1)~(3) で得られ、切り替え先サーバ候補は式 (4) で決定する。

まず、第 n 回目の測定による第 i サーバの単位時間当たりのトラフィック総受信量を TRT_n^i (Total Receive Traffic) [bit/sec] として式 (1) で求める。

$$TRT_n^i = \frac{TRB_n^i}{T} \quad (1)$$

ここで、 TRB_n^i はサーバ i のトラフィック送受信量であり、 T は測定間隔時間 (sec) である。

次に、第 n 回目の単位時間当たりのトラフィック量 RT_n^i (Receive Traffic) [bits/sec] を差分で定義する。

$$RT_n^i = TRT_n^i - TRT_{n-1}^i \quad (2)$$

最後に、単位時間当たりの利用可能帯域 RBW_n^i (Receive Band Width) を次式で求める。式 (3) 中の記号 IS は帯域定数 [bps] である。

$$RBW_n^i = IS - \frac{RT_n^i}{T} \quad (3)$$

2.2 サーバ切り替え判定

上で求めた利用可能帯域 RBW_n^i を比較して、 RBW_n^i を最大にする $MRBW_n$ (Most Receive Band Width) を算出する。サーバ i^* がサーバ切り替え先の候補である。CB をコンテンツビットレートとすれば、式 (4) の

A Method for Shortening Time of Video On Demand Buffering by Delivery Routing and Server Switching
Takaki MORIGUCHI and Masaru ITOH
Business Administration and Computer Science, Aichi Institute of Technology
470-0392, Toyota, Japan
mitoh@aitech.ac.jp

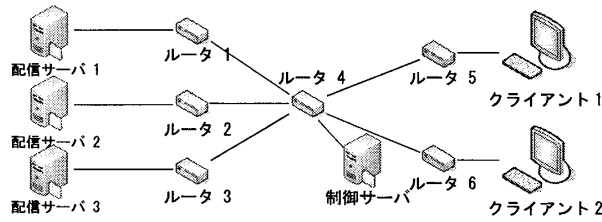


図 1: 実験環境

ように定式化できる。

$$MRBW_n = \max_i RBW_n^i$$

$$N = \{n \mid MRBW_n > CB\} \quad (4)$$

$$i^* = \arg \max_{i, n \in N} RBW_n^i$$

サーバ変更後、再び単位時間当たりの平均トラフィックがコンテンツビットレート CB より低下した場合に再び経路変更を行う。例えば、他の経路の利用可能帯域がコンテンツの必要ビットレート以下で十分な帯域が確保できなかったり、現在利用しているサーバ経路の方が利用可能帯域が多い場合にはサーバの変更はしない。

3 実験環境および実験方法

検証にはネットワークシミュレータ NS-2 (Network Simulator 2) を利用した。コンテンツの転送時間と平均スループットの 2 つを指標にして実験を行った。実験環境を図 1 に示す。配信サーバの切り替えは制御サーバが行う。配信コンテンツのビットレートを基に配信サーバとクライアント間のルータを流れるトラフィックを計測した。クライアント 1 が配信サーバ 1 からデータを受信している場合の処理は以下のようになる。

Step 1 制御サーバが配信サーバ 1 とクライアント 1 間の単位時間当たりの平均ビットレートがコンテンツビットレートより低下したことを検出

Step 2 測定した利用可能帯域からサーバを選択する

Step 3 制御サーバが最適なサーバへ変更を行う

4 検証結果

回線の帯域幅 10.0 Mbps、コンテンツ長 300.0 sec、容量 375.2 Mbyte の固定ビットレートでコンテンツを配信させ、15.0 sec 後に背景負荷を与えてクライアントのスループット計測を行った。結果を図 2 に示す。配信経路切り替えは 27.2 sec 後に行われた。切り替えなかった場合のバッファリングに要した時間 469.2

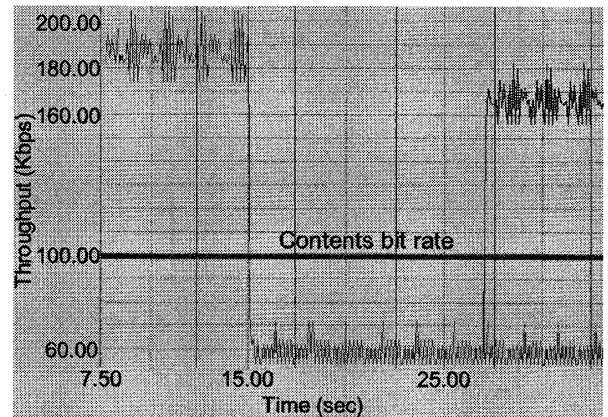


図 2: サーバ切り替え「あり」

sec に比べ 184.2 sec でコンテンツの転送を完了できている。平均スループットは経路切り替えを行わない場合は 6.4 Mbps であり、経路切り替えを行った場合は 16.2 Mbps であった。平均スループットはコンテンツのビットレートを上回る結果を得た。

5 おわりに

本研究では、再生品質を向上させるためスループット低下時に他のサーバおよび経路に切り替える方法を提案した。バッファリングが再生に追いつかなくなるような場合でも再生途切れの時間を短縮させることが可能であり、検証結果からその有用性を確認した。

本研究では利用可能帯域測定のみで切り替えをしているため、必ずしも最適な経路選択になっているとは言い難い。例えば一つのサーバが海外にあり、もう一つが国内に設置されている場合がそれに該当する。これについては受動的計測 (Active Measurement) による応答時間の測定を行って、サーバとの距離を測定することで解決が図れると考えている。これらの問題を考慮した上でサーバ選択を行うことが今後の課題である。

参考文献

- [1] Jaeyeon Jung, Balachander Krishnamurthy, and Michael Rabinovich: "Flash Crowds and Denial of Service Attacks: Characterization and Implications for CDNs and Web Sites", Proceedings of the 11th International Conference on World Wide Web, pp. 13 – 18, May 2002.
- [2] Ichikawa Yasushi, Yamane Shinji, and Murayama Yuko: "The Examination of Contents Delivery Network", IEICE technical report, Vol. 102, No. 19, pp. 25 – 28, April 2002.