

**P2P を用いた VOD*サーバの負荷低減方式の提案
クライアントの再生機能を保証する方式**

佐藤 陽一[†] 島田 佳広[†] 中西 亮[†]

平田 謙司[†] 品川 高廣^{††} 吉澤 康文^{††}

[†]東京農工大学大学院工学教育部 ^{††}東京農工大学大学院共生科学技術研究部

1. はじめに

ストリーミング技術を利用して、動画を配信する VOD (Video on Demand) サービスが普及してきている。ここでは、クライアント/サーバ方式におけるサーバの負荷を低減するために、P2P を応用し、クライアントが受信した動画を他のクライアントに再配信する方式(以下、P2P-VOD 配信と呼ぶ)を提案する。

P2P-VOD 配信では、クライアント間で映像データを配信するため、サーバの負荷を低減できるが、配信中のクライアントがダウンした際、配信が止まってしまうという問題がある。また、映像データを UDP で配信していると、パケットロスが生じる問題となる。

本稿では、P2P-VOD 配信において、配信元のクライアントのダウン時に生ずる、パケットロスの問題を解決し、再生を保証する方式について述べる。

2. 再生を保証する方式

配信元のクライアントがダウンした際にサーバに繋ぎかえる再接続機構と、ネットワークにおけるパケットロスに対応する再送機構からなる。

2. 1 サーバへの再接続機構

映像データを再生開始時刻までに受け取れなかった場合、配信元のクライアントがダウンしたと判断し、サーバへ再接続を試みる。再接続に必要な時間は予め見積もっておき、再生開始時刻から再接続にかかる時間を引いたものをデッドラインと定義する(図1)。デッドラインの時刻を過ぎても映像データを完全に受信できなかった場合、配信元のクライアントがダウンしたと判断する。再接続にかかる時間は、再接続要求の送信時間(RTT)、サーバのディスク I/O 時間、映像データの配信時間、の合計から求められる。サーバは、再接続にかかる時間を保証するため、配信クライアントダウン時の再接続要求を優先して処理する。

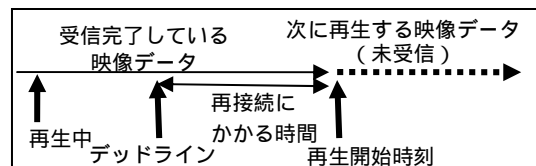


図1 デッドラインの求め方

2. 2 パケットの再送機構

ネットワークのパケットロスに対応するために、ロスにより受信できなかったパケットの再送をおこなう。パケットにはシーケンスナンバーを付加し、受信できなかったパケットの NACK として再送要求を行う。NACK の欠落や再送パケットが再度欠落する可能性を考慮し、ロスしたパケットを受信できるまで一定間隔で NACK の送

Method of Load Decreasing in VOD Server using P2P
-Method of Guaranteeing Playing Function of Client
Yoichi Sato[†], Yoshihiro Shimada[†], Ryo Nakanishi[†],
Kenji Hirata[†], Takahiro Shinagawa^{††},
Yasufumi Yoshizawa^{††}
[†] Graduate School of Technology, Tokyo University
of Agriculture and Technology
^{††} Institute of Symbiotic Science and Technology,
Tokyo University of Agriculture and Technology

信を繰り返す。送信間隔は、1 Chunk すべての再送にかかる時間である 40ms とする。これをデッドラインになるまで繰り返す。

3. 評価実験

本方式により再生機能が保証されることを確認する実験をおこなった。実験環境を表 1 に示す。なお、本稿の執筆時点では、P2P-VOD サーバが完成していないので、再接続機構、再送機構の該当部分のみの実装により実験を行った。

表 1 実験環境

OS	Linux
CPU	2.4GHz
Memory	1GByte
Bandwidth	100MB(LAN)
映像データ	4Mbps

映像データの配信は 1000ms 間隔で行い、一度に 512KB(再生時間 1000ms 分)ずつ複数の UDP パケットに分けて配信する。

3.1. 再接続にかかる時間

配信元のクライアントがダウンした際に、サーバへ再接続にかかる時間を測定した。実験は 100 回繰り返しておこなった。実験結果を図 3 に示す。縦軸は再接続にかかる時間(ms)、横軸は実験回数である。

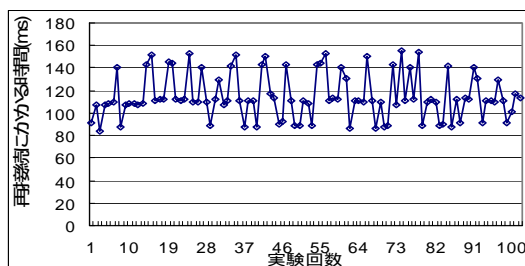


図 3 再接続にかかった時間

実験の結果から、再接続にかかる時間は 160ms 以内に抑えられていることがわかる。従って、再生開始時刻から 160ms 引いた時刻をデッドラインとすればよい。なお、再接続にかかる時間の理論値は 80ms (配信

時間 40ms, I/O 時間 40ms)であり、実測値は理論値のおよそ 1~2 倍の範囲(80ms ~ 160ms)におさまっている。

3.2. 再送にかかる時間

再送の効果を確かめるため、パケットロス率を 5%~60%まで変化させ、全てのパケットの再送完了にかかる時間を測定した。100 回実験をおこなった結果の平均を図 4 に示す。縦軸は再送にかかる時間の平均(ms)、横軸はパケットロス率(%)である。

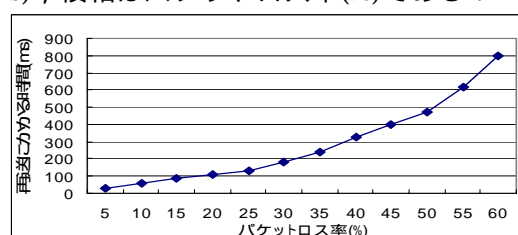


図 4 再送にかかった時間の平均

再送の完了にかかる時間は、パケットロス率が 60%の場合でも 800ms であった。再送を繰り返すことが出来る時間(デッドラインまでの時間)は、840ms (再生時間(1000ms) - 再接続時間(160ms))であり、たとえパケットロス率が 60%でも時間内に再送を完了できることがわかる。パケットロス率は通常数%程度であり、配信元がダウンしない限りパケット再送により再生が継続できることが期待できる。

4. おわりに

本稿では、P2P-VOD 配信において、配信元クライアントのダウンやネットワークのパケットロスに対処し、再生機能を保証する方式について述べた。評価実験を行い、160ms 以内に再接続を完了できた。また、最大でも 800ms 以内に再送が完了できた。以上から、P2P-VOD 配信における再生保証方式の有効性を示した。今後は P2P-VOD を完成させ、本方式を組み込む予定である。