

動画コンテンツを安定的かつ安全に 配信する方式に関する一考察

荒木 信行† 楯 武士† 岡野 正見†

NTTコムウェア株式会社 研究開発部‡

1. はじめに

近年のブロードバンド環境の普及に伴い、ストリーミングによる動画配信の利用は今後さらに増えると予想されている。一方で、利用者の増加による配信サーバやネットワークへの負荷増大が懸念されている。本稿は、その課題を解決するために、動画を分割し断片ごとに異なる配信サーバからダウンロードさせることで、配信サーバへのアクセス負荷を軽減させる方式について提案する。さらに P2P (Peer to Peer) 技術を応用することで、配信サーバを介さないコンテンツ配信の実現を目指す。

2. システムの検討

2.1 ストリーミング配信の課題

ストリーミングによる動画配信は、ユーザが視聴している間、配信サーバとクライアント間でセッションを維持し続けなければならないため、以下の課題がある。

2.1.1 配信サーバへの負荷集中

セッションが継続している間はクライアントに対して単一の配信サーバのリソースを使用することになるため、同一の配信サーバへアクセスが集中した場合には、視聴の途中でこま落ちや視聴停止が起こる可能性がある。また、想定される最大アクセス数を考慮して配信サーバ等の設備を構築する必要があり、コスト面でのデメリットが大きい。

2.1.2 視聴の間、一定の帯域確保が必要

同一品質の動画コンテンツを継続して視聴したい場合には、配信サーバとクライアント間の経路において、視聴の実時間にわたり、ある一定以上の帯域確保が必要である。特に高画質で長時間にわたる動画コンテンツの場合に、全ての途中経路で必要な帯域を長時間にわたって保証することは、現在のインターネットの仕組みでは困難である。

2.2 ダウンロード方式の課題

ストリーミング配信以外の方式としてダウンロード方式がある。ダウンロード方式は視聴の間、一定の帯域確保などは必要ないが、動画コンテンツ全てをダウンロードするまでは視聴することができない。一般的に動画コンテンツはデータ量が膨大なため、視聴前に長い待ち時間が必要である。

また、動画コンテンツがクライアントに保存されるため、不正コピーの不安がある。それについては、暗号化技術を基にした DRM 技術が実用化されている。DRM 技術は、暗号化されたコンテンツの復号鍵を、サーバから視聴の直前に取得して視聴する技術である。

2.3 提案する配信方式

本稿では、2.1 項にて挙げた課題の解決を図るため、予め分割した動画を視聴と並行してダウンロードさせる分割動画配信方式を提案する。この方式の基本的な考え方は以下の通りである。

1. 動画を予めシーンや時間単位で分割し、分割された動画コンテンツ(パーツ)を独立したセッションにてダウンロードすることで長時間のセッション維持の必要性を回避し、かつ複数の配信サーバから同一のパーツを配信させることで特定の配信サーバにかかる負荷を軽減させる。
2. 各パーツの視聴順序やパーツの配信元の URL 等のメタデータをパーツとは別にメタファイルとして管理し、クライアントはこのメタファイルを参照してダウンロード順や配信サーバを決定する。クライアントは動画の視聴と並行して順次パーツをダウンロードする。
3. 配信サーバからクライアントへの配信方式の他に、P2P 技術を用いてクライアント間の配信を可能にすることで、さらに配信サーバおよび配信経路への負荷を軽減させる。
4. 動画コンテンツの安全性を確保するため、各パーツは DRM 技術を用いて暗号化する。これによって動画コンテンツの安全性を確保するだけでなく、視聴時に復号鍵を取得

A study of stable and secure content distribution.

† Nobuyuki ARAKI, Takeshi TATE, Masami OKANO

‡ Research and Development Department, NTT COMWARE CORPORATION

する仕組みにより、動画コンテンツの取得経路を問わず、P2P によってクライアントから入手したパーツであっても視聴に対して正しく課金することができる。

3 . システム概要

本システムでは、配信サーバ、インデックスサーバ、ライセンスサーバ、クライアントから構成される。それぞれの概要について以下に述べ、システム構成を図 1 に示す。

- ・ 配信サーバ： パーツを管理しクライアントへ配信する機能を持つ。
- ・ インデックスサーバ： パーツの視聴順序、配信元となる配信サーバとクライアントを管理し、クライアントからの要求に応じてメタファイルを作成し配信する機能を持つ。
- ・ ライセンスサーバ： パーツを復号化する鍵(復号鍵)をクライアントへ配信する機能を持つ。
- ・ クライアント： メタファイルを取得して動画コンテンツをダウンロードする機能と、復号鍵を取得して動画コンテンツを復号化し視聴する機能を持つ。また、他のクライアントへパーツを配信する機能も持つ。

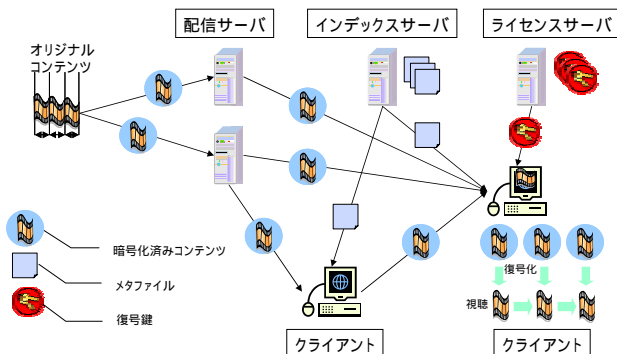


図 1 システム構成

以下に動画コンテンツの作成から配信までの手順について示す。

1. クライアントは視聴したい動画コンテンツのメタファイルをインデックスサーバから取得する。クライアントはメタファイルの情報を参照し、先に視聴されるパーツから順に配信サーバまたは他のクライアントよりダウンロードする。
2. 最初のパーツのダウンロードが終了したら、ライセンスサーバから取得した復号鍵を使って復号化し視聴を開始する。これと並行して視聴と同時に次に視聴されるパーツを同様にダウンロードする。
3. 以降、1、2 の処理を動画コンテンツの視聴

終了まで繰り返す。

4. 全パーツの視聴終了後に鍵を削除し、自クライアントが保有するパーツのリストを自分の URL とともにインデックスサーバに送信する。インデックスサーバは送られたクライアントの URL とパーツのリストを元に、該当動画コンテンツのメタファイルを更新する。この情報は以降の P2P による配信元として利用される。

4 . 考察

本システムを用いると、2.1 項にて挙げた課題を以下のように解決できると考える。

2.1.1 の特定の配信サーバへの負荷集中については、動画コンテンツをダウンロードする配信サーバをシーンや時間単位で視聴時に切り替えること、複数台配信サーバから同時並行して動画コンテンツをダウンロードすることによって解決できる。さらに、P2P 技術を応用しクライアントから動画コンテンツをダウンロードすることによってサーバ全体へのアクセスを軽減させることができる。

2.1.2 については、P2P による配信クライアントを視聴クライアントの近傍のクライアントから探索することで、ネットワークの利用効率を向上させることができる。さらに本稿の方式と CDN との組み合わせにより、さらなるネットワークの利用効率向上を期待できる。これについては、今後の課題の 1 つとする。

ダウンロード方式と比べても、全ての動画コンテンツを視聴前にダウンロードせず視聴することが可能となるため、ダウンロード完了までの待ち時間を解消することができる。

本システムは、配信サーバに対して短時間にアクセスが集中する環境(例えば商用サービスにおける新しいコンテンツのリリース時など)において有効であると考えられる。

5 . おわりに

本稿では、DRM 技術を用いて断片ごとに暗号化した動画コンテンツを、クライアントがダウンロードし順次視聴する方式を提案し、安定的かつ安全に動画コンテンツを配信する方式に関する考察について報告した。

今後は、実装したシステムを用いた本方式の有効性について検証するとともに、その結果を分析し機能の改善や拡張について検討を行う予定である。