

スケーラブル符号化とMMTを用いた分散型映像サーバシステムの検討

A Study on Distributed Video Server System Using Scalable Coding and MMT

○福田雅治¹, 澤邊知子²

*Masaharu Fukuda¹, Tomoko Sawabe²

Abstract: With the spread of video delivery services, the video traffic and the capacity of video servers have increased. We proposed a distributed server system using scalable coding that reduces the amount of video data of the whole system and that can deal with network and server faults. However, if the server that stores the data of enhancement layer fails, high-resolution video cannot be delivered. In this paper, to solve this problem, we propose a system that deliver each layer of one video from other servers using MMT(MPEG Media Transport). MMT is transport protocol that can deliver data from multiple routes.

1. はじめに

近年, Amazon Prime Video や Netflix, Hulu 等の映像配信サービスが広く普及しており, 映像の通信量が増加している. また, カメラや表示機器の高性能化に伴い, 4K, 8K 映像といった高精細な映像が増え, 映像の大容量化が進んでいる. この映像の大容量化や通信量の増加に伴い, ネットワークトラフィックの増加や蓄積メディアの故障に伴い映像配信が困難になると予測される. この問題の解決として, 単一サーバではなく複数サーバを用いて負荷軽減を図る分散サーバが広まり, 注目されている. 一方で, 同じ映像を N 台のサーバに保存するため, サーバの数に比例して蓄積容量が増加してしまう問題がある. また, 4K, 8K 映像のような高精細な映像を必要としないユーザが一定数いると考えられる. そこで, 符号化データを基本レイヤと拡張レイヤに分割することのできるスケーラブル符号化を用いて拡張レイヤの複製数を少なくすることで, 蓄積するデータ量を減少させるシステムを検討した^[1]. また現在, 伝送路や端末が多様化する中で, その状況に対応するためのトランスポート規格として MMT(Mpeg Media Transport)が策定された. MMT では, 複数拠点かつ異なった経路で伝送することが可能である. これを利用して, 複数サーバから異なったレイヤの映像データを配信することで, トラフィックを分散することが可能である. 本研究では, 提案システムの映像配信部分について MMT を用いたシステムについて検討を行う.

2. MMT (MPEG Media Transport) ^[2]

MMT とは映像や音声などの符号化データをデジタル放送網や IP ネットワークなどの伝送路に対応するために MPEG(Moving Picture Experts Group)が策定した規格である. 例えば, 映像や音, データを通信路と放送路といった複数の異なった経路で伝送することが可能である. この時, 各メディアの同期再生を行うために協定世界時(UTC)をタイムスタンプとして用いている.

図 1 に示すように, MMT ではカプセル化, 配信プロトコル, 制御メッセージを規定している. カプセル化は, MPU(Media Processing Unit)や MFU(Movie Fragment Unit)というデータユニットが規定されている. MPU は単体で再生することのできる単位であり, MFU は映像・音声を扱う最小単位である^[3]. また, GFD はファイル転送を行うために映像・音声をカプセル化したデータユニットである.

制御メッセージには映像や音声, データにアクセスするために必要なデータが格納されている PA message(Package Access message)やコンテンツを配信するために必要な MPT message(MMT Package Table)等が規定されており, 複数の制御メッセージを組み合わせることで柔軟な配信に対応している. 配信プロトコルとしては, MMTP パケット, MMTP ペイロードが規定されている. メディアデータや制御メッセージを MMTP ペイロードに格納し, MMTP パケットとして伝送する.

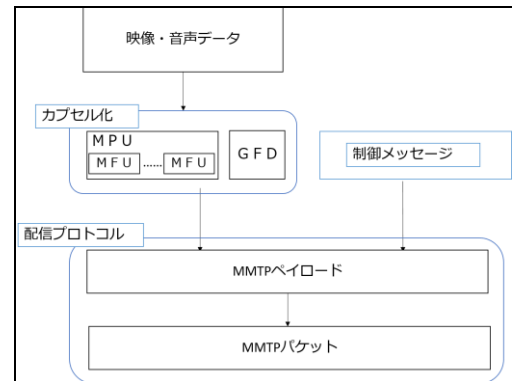


図 1 MMT の構成要素

3. スケーラブル符号化

スケーラブル符号化とは信号を粗い情報から細かい情報へと階層的に符号化する技術である. スケーラブル符号化の種類としては, 空間解像度を階層化する空間スケーラビリティ符号化, 時間解像度を階層化する時間スケーラビリティ符号化, 量子化ビット数を階層化する SNR (Signal to Noise Ratio) スケーラビリティ符号化がある. 図 2 で示すように符号化データは基本レイヤと拡張レイヤに分けられ, 基本レイヤのみの場合は低解像度の映像が復号可能であり, 基本レイヤと拡張レイヤを合わせることで高解像度の映像を再生することが可能である.

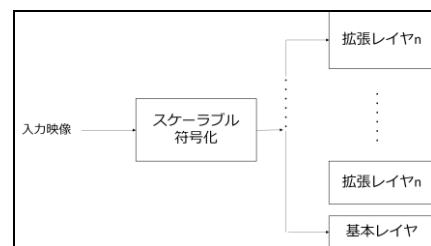


図 2 スケーラブル符号化

4. 分散サーバシステム

4. 1. 従来のシステム

映像などのコンテンツを配信する際, 単一のサーバでは, 図 3(a)にあるように, 蓄積メディアの故障やトラフィックの増加が原因となり, 配信できない確率が高くなる. この対策として, 複数のサーバに同じ映像を保存することで, システムの一部が故障しても配信できる図 3(b)のように複数サーバに映像データを分散保存するシステムが広がっている. しかし, 同じ映像データを保存しているため, サーバの台数分, 蓄積容量が増加してしまう.

4. 2. 提案システム

従来の方式のデメリットから、スケーラブル符号化を用いた方式を提案した。スケーラブル符号化を用いることで、4K映像データ全てを複数サーバに保存するのではなく、一部のデータだけを保存しても最低限の品質の映像を可能となる。提案したシステムでは、再生するために最低限必要である基本レイヤのみを全てのサーバに分散保存、拡張レイヤを任意のサーバに保存することで、従来のシステムよりも蓄積容量を減少させることが可能である[3]。また、4K映像が欲しいユーザはサーバ1から4K映像を再生でき、2K映像が欲しいユーザはサーバ1からサーバ4の中の任意のサーバから2K映像を再生可能である。

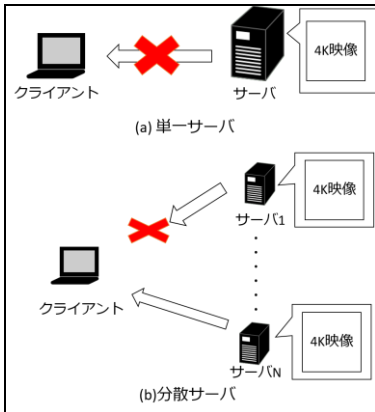


図 3 従来のサーバシステム

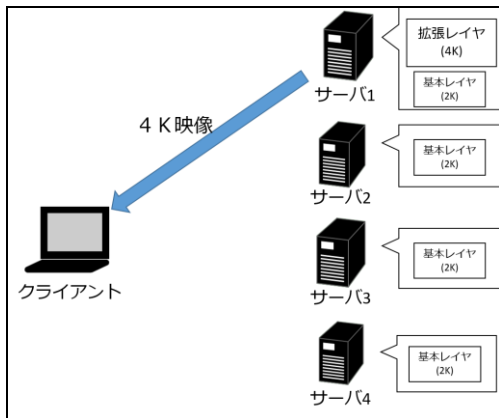


図 4 スケーラブル符号化を用いた分散サーバシステム

一方で、スケーラブル符号化を用いた方式では、図4からサーバ1が故障した場合、4K映像を配信することが不可能となる。そこで、複数拠点、伝送路からコンテンツを配信できるMMTを用いて映像配信を行う。

図5にあるように、サーバ1が故障した場合においても、サーバ3とサーバ4からそれぞれ拡張レイヤと基本レイヤを配信し、クライアント側で基本レイヤと拡張レイヤを組み合わせることで、高品質な映像を再生可能である。また、異なる伝送路を用いるため、トラフィックを分散することが可能である。

5. MMTの実装

C言語を用いてMMTのソフトウェアの実装を行った。図7に実装したソフトウェアにおける通信フローを示す。最初に、clientからserverに映像を要求する。server側は返信として要求映像にアクセスするための情報が入っているPA messageをclientに送信する。clientは受信したPA messageを

解析し、基本レイヤの映像データをserver1に要求し、拡張レイヤの映像データをserver2に要求する。clientから、要求を受け取った各serverは映像データの情報であるMP messageをclientに送信し、続けて映像データを送信する。映像データを受信したclientは拡張レイヤと基本レイヤを合成し、高精細な映像を再生することが可能である。

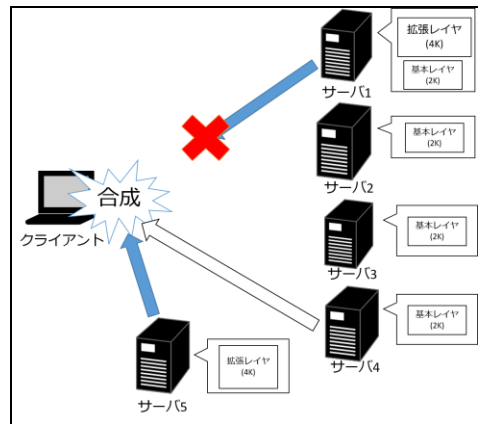


図 5 MMT とスケーラブル符号化を用いた分散サーバシステム

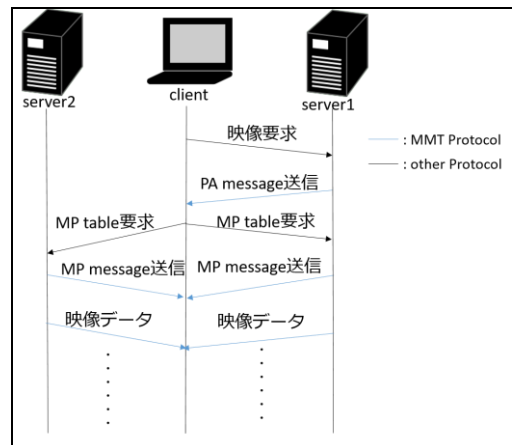


図 6 MMT の通信フロー

6. まとめ

MMTを用いたシステムの提案を行った。映像配信にMMTを用いることにより、拡張レイヤが保存されているサーバが拡張レイヤを配信できない場合においても、高品質の映像を再生できるようになった。

今後は、mpeg2-tsなど、既存のトランスポート規格と比較し、MMTを用いた場合の性能評価を行う。

7. 参考文献

[1] 福田雅治, 澤邊知子:「スケーラブル符号化を用いた分散型映像アーカイブシステムの検討」, 平成29年度日本大学理工学部学術講演会, G-10, pp. 477-478, 2017年
 [2] ISO/IEC 23008-1, Information technology - High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments - Part 1: MPEG media transport (MMT)
 [3] 仲地孝之:「第107回 知っておきたいキーワード MMT(MPEG Media Transport)」, 情報映像メディア学会誌 Vol69 No. 7, pp757~759(2015)Author Times New Roman 10pt: "English Title", Journal Name, Vol.12, No.3, pp45-67, Year.