

絶対時刻指定の HTTP アクセスを可能とする 蓄積フォーマットの一検討

大槻 一博^{†‡} 早見 拓朗[‡] 藤田欣裕[‡]

[†] NHK 放送技術研究所 〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11

[‡] 愛媛大学大学院 〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3 番

E-mail: [†] otsuki.k-ek@nhk.or.jp, [‡] {c846015u@mails.cc, fujita@cs}.ehime-u.ac.jp

あらまし 次世代放送サービスの開始や通信を用いた動画配信サービスの一般化に加え、一般ユーザによる映像コンテンツの共有など、ますます増加する映像コンテンツを、有効に活用するシステムを考える。放送事業者や配信事業者、一般ユーザなど発信者を問わず、絶対時刻のメタデータが付随した無数の映像コンテンツが存在するものと仮定し、このシステムを実現する機能要件とその要件の1つである蓄積フォーマットについて検討したので報告する。

キーワード MMT, 絶対時刻, 蓄積フォーマット, HTTP

A Study of Stored Formats to enable HTTP Access by designating Absolute Time

Kazuhiro OTSUKI^{†‡} Takuro HAYAMI[‡] and Yoshihiro FUJITA[‡]

[†] NHK Science & Technology Research Laboratories 1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo, 157-8510 Japan

[‡] EHIME UNIVERSITY 3 Bunkyo-cho, Matsuyama-shi, Ehime, 760-8577 Japan

E-mail: [†] otsuki.k-ek@nhk.or.jp, [‡] {c846015u@mails.cc, fujita@cs}.ehime-u.ac.jp

Abstract

In addition to the start of the next-generation broadcast service and the generalization of the video delivery service using the broadband, end users are sharing many private video content. We consider the system that utilizes the increasing video content more and more effectively. Regardless of the sender including a broadcast company, a delivery company and end users, we suppose that the innumerable video contents with metadata of the absolute time exist in the system. We describe the functional requirements to realize this system and the stored formats which is one of the requirements.

Keyword MMT, Absolute time, Stored formats, HTTP

1. はじめに

2016年8月に4K・8K衛星試験放送「NHKスーパーハイビジョン」が開始された。世界に先駆けた超高精細度テレビジョン放送システムであり、そのメディアトランスポート方式として、MPEG(Moving Picture Experts Group)で標準化が完了した MPEG Media Transport (MMT)[1] が採用されている。この方式により放送と通信といった異なる伝送路を共通化して扱うことができ放送と通信を連携したサービスがより容易に実現可能となった。

一方で、既存のインターネット回線では TCP (Transmission Control Protocol) による HTTP (HyperText Transfer Protocol)に対応した HLS (HTTP Live Streaming)や MPEG-DASH (Dynamic Adaptive

Streaming over HTTP)によるコンテンツ配信が一般になっている。通信伝送路における配信プロトコルとしての MMT 利用は、実験レベルのトライアル[2]に留まっており、サービス事業者等にいかに使ってみたいと思わせるかが今後の MMT 普及の課題となっている。

MMT の特徴として、マルチプロトコル対応が挙げられ、UDP (User Datagram Protocol)によるマルチキャストやユニキャストだけでなく、TCP による HTTP にも対応することが可能である[3]。また、絶対時刻である UTC (Coordinated Universal Time)をベースとしたタイムスタンプを用いていることも大きな特徴の一つである。絶対時刻を用いていることにより、複数伝送路で配信されるコンテンツ間や複数

端末で受信されるコンテンツ間の同期提示が簡単に実現できる[4].

これまで、次世代の放送システムについての議論が活発に行われている。その具体例としていくつか提案され実装が行われてきたが、あくまでも放送伝送路によるサービスをメインとして、付加的な情報を通信伝送路で送ることで、放送サービスを拡張していくというコンセプトのものがほとんどである。一方で、昨今の動画配信サービスの一般化やモバイル端末の普及、視聴者の視聴動向を考慮すると、放送受信を前提ではなく受信形態のひとつとして考え、ユーザ発信のコンテンツ(UGC)も含めたより広い範囲の映像コンテンツを利活用する配信システムを想定するのが望ましい。

そこで本稿では、想定する全体システムと要求条件を示し、その要件の一つである蓄積フォーマットについて検討した。また、ソフトウェア実装を行い基本機能の確認を行ったので報告する。

2. 想定する全体システムと要求条件

想定するシステムにおいて、放送事業者や配信事業者、一般ユーザなど発信者を問わず、無数の映像コンテンツが存在する。そもそも映像コンテンツは、ある瞬間ある場所の情報をリアルタイムに切り出したものであり、潜在的に時間情報と位置情報を持つ。これら無数の映像コンテンツから、ある時間ある位置の情報を検索し複数集めることで、空間情報を再構成し、個々の映像コンテンツからだけでは知り得なかった新たな情報が導き出せる可能性がある。例えば、ニュースの関連映像を提供するだけでなく、事故や災害時の状況を様々な角度から検証することが可能になる。また、スポーツ中継のマルチアングル再生やタイムマシンのようにその当時のことを振り返るサービスなど様々なユースケースが可能になると考えられる。スポーツ中継を例にした想定する全体システムを図1に示す。

このシステムの機能要件を以下に示す。

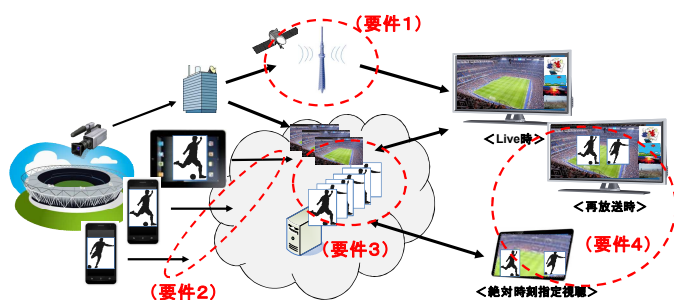


図1 想定する全体システム

(要件1) 放送システムを包含

全体システムの一部として放送システムが機能していること

(要件2) 映像コンテンツのアップロード

発信者やデバイスを問わず簡単に映像コンテンツをネットワークにアップロード可能なこと

(要件3) 所望のシーンの検索

映像コンテンツは、統一された形式あるいは簡単に相互変換できる形式であり、時間情報や位置情報などのメタ情報を持つこと

(要件4) 映像コンテンツの容易な再生

ネットワーク経由でメタ情報を利用した検索と映像再生が容易に可能なこと

これらの要求条件に応える一つの要素技術として映像コンテンツの蓄積フォーマットが重要となる。

3. 蓄積フォーマットの検討

通信システムにおいては、いわゆるクラウド上に数多くの映像コンテンツが存在し、配信方式や蓄積方式としても様々なものが存在する。一方、放送システムにおいては、複数伝送路に対応したメディアトランスポート方式としてMMTが既に採用されている。放送システムを包含するという要件1に応え、今後あまねくユーザに配信できる状態になることが期待できる点も考慮すると、通信システムにおける配信方式としてもMMTをベースと考え共通化する利点は大きいと考えられる。また、このシステムにおけるサービスをより魅力的なものにするには要件3の対応が重要となる。MMTではUTCをベースとしたタイムスタンプによりメディアの同期表示等を確保しており、このタイムスタンプをメタ情報と考えることで、絶対時刻によるシーンの検索が可能になり要件3に応えることもできる。また、要件4については、既存のインターネットでの利用を考えると、HTTPでのアクセスを前提に考える必要がある。以上より、絶対時刻指定によりHTTPでアクセスが可能なMMTの蓄積フォーマットについて検討する。

なお、要件2については、別途検討を進めており[5]、今後、本稿での検討結果も踏まえた上で統合したシステムとして予定である。

まず、既存の蓄積フォーマットである、IPパケットをそのまま蓄積するPCAP(Packet CAPture)方式と、MPEGで規格化されているISOBMFF-based MPU (ISO Base Media File Format based Media Processing Unit)方式を分析する。

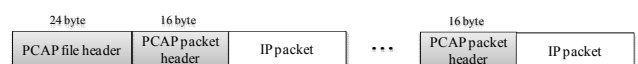


図2 PCAP方式の構造

3.1. PCAP 方式

PCAP 方式は、伝送されてきた IP パケットに蓄積時のタイムスタンプをヘッダとして付与し、そのまま蓄積する方式である[6]。図 2 にその構造を示す。ストリームをほぼそのまま蓄積し、蓄積したタイミングで簡単に送出することが可能なリアルタイム処理に適した方式である。一方で、絶対時刻をキーにした検索を行う場合には、IP パケットに搭載された MMTP(MMT Protocol)パケット内の制御情報を探し出し、さらにその制御情報内の MPT(MMT Package Table)に記載される PTS(Presentation Time Stamp)の内容を読み解く必要がある。また、所望の MPU へのアクセスも同様に MMTP パケットの解析が必要になり絶対時刻指定の HTTP アクセスには適さない。

3.2. ISOBMFF-based MPU 形式

ISOBMFF 方式は、規格に定められた Box 構造を持つ[1]。図 3 にその構造を示す。伝送されてきた IP パケットから MMTP パケットを抽出し、複数のパケットに分割された映像音声コンテンツの MFU(Media Fragment Unit)を MPU 単位にまとめた Box 構造にするとともに、必要となるメタ情報の Box を複数の MMTP パケットのヘッダ情報などから生成する。このメタ情報 Box の生成のためにストリーミング受信された MFU をしばらくキャッシュする必要がありリアルタイムの生成には適さない。また、蓄積ファイルの再度の送出のためには、蓄積する際に別途、送出のための設定値を保持しておくか、送出の際にパラメータを与え、かつ蓄積時とは逆に Box 構造からストリーム形式への変換が必要となる。

絶対時刻をキーにした検索を行う場合には、メタ情報を格納したいいくつかの Box の中身を参照することにより PTS をキーにした検索を行うことが可能になり、所望の MPU へも Box 単位でアクセス可能である。

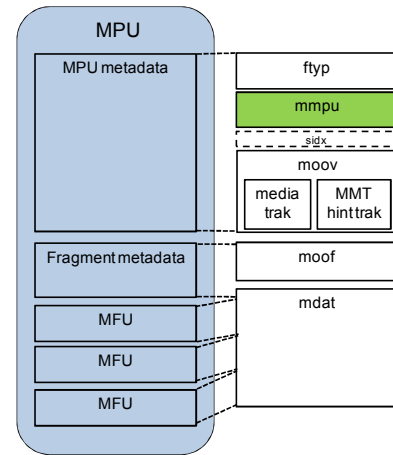


図 3 ISOBMFF-based MPU 方式の構造

3.3. Simple MPU 方式(提案方式)

リアルタイムでの蓄積ファイル生成が容易で、かつ絶対時刻指定の HTTP アクセスが可能な蓄積フォーマットとして Simple MPU 方式を提案する。図 4 にその構造を示す。Simple MPU 方式は、伝送されてきた IP パケットから MMTP パケットを抽出し、映像音声コンテンツの MFU をまとめて MPU 単位にファイル化する。また制御情報である MPT をファイル化する。その際、MPT に記載されている各 MPU のロケーション情報を上記ファイル化した内容に合わせ書き換えて蓄積する。加えて、各 MPU の PTS とロケーションのペアをメタ情報(timestamp_list)として付加する。この timestamp_list を用いることで絶対時刻によるシーン検索が容易となり、HTTP アクセスの際のマニフェストファイルである MPD(Media Presentation Description)の役割も果たす。さらに、放送伝送路における MPU=1GOP を基本として蓄積しつつ、サービスに応じて MPU 長を変更することで、増えすぎて課題となる HTTP リクエストを減らしてサービスの実現を行うことも可能となる。

表 1. 蓄積方式の比較

	PCAP	ISOBMFF-based MPU	Simple MPU
ARIB プロファイルからの蓄積変換(要件 1)	○ IP パケットほぼそのまま	× MPU メタデータ/ムービーフラグメントメタデータを生成して付加する必要あり	△ MPU や MPT をリアルタイムにそのまま蓄積、同時に独自メタ情報生成
UDP 送出のための変換(要件 1)	○ そのまま送出可能	× 蓄積とは逆の mdat(MPU)の抽出変換処理が必要	△ MMTP 変換して送出可能
絶対時刻によるシーン検索(要件 3)	× IP⇒MMTP⇒PA⇒MPT と解析する必要あり(階層が深い)	△ MPU メタデータを解析することで可能	○ 検索に適する独自メタ情報を定義(timestamp_list)
HTTP アクセス(要件 4)	× 所望の MPU へのアクセスが難 (IP⇒MMTP⇒所望の MPU シーケンス No.と解析必要)	△ 所望の mdat(MPU)へのアクセスは可 (マニフェストファイル(DASH)における MPD)が必要)	○ 所望の MPU へのアクセスが容易 他方式(DASH 等)への中間フォーマットとしても機能

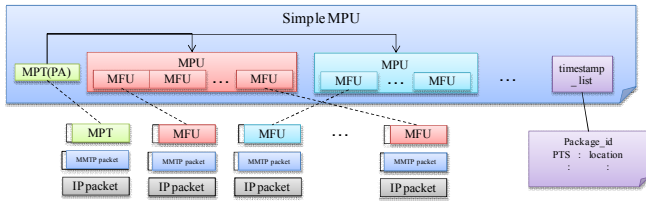


図4 Simple MPU方式の構造

(比較)

各要件の観点から上記3方式の比較を表1に示す。比較表からも分かる通り、放送伝送路と同様に低遅延でのLive配信が中心のサービスにおいてはPCAP方式が適している。一方、本稿で想定しているような絶対時刻でのシーン検索を行い、HTTPでのアクセスを行うサービスにおいてはSimple MPU方式が適している。

4. ソフトウェア実装による基礎検証

Simple MPU方式に関して、MMTのリアルタイムストリームをSimple MPU方式に従って蓄積する変換ソフト、Simple MPU方式で蓄積されたファイルに絶対時刻指定でHTTPアクセスを可能とするhttpサーバ上で動作するシーン検索スクリプト、およびクライアントソフトをそれぞれ実装した。図5にその機能構成図を示す。

シーン検索スクリプトは、クライアントからのリクエストである絶対時刻と検索シーン数に従い、サーバ上のtimestamp_listを検索する。リクエストされた絶対時刻のPTSを含むtimestamp_listのうち時刻の近いものから検索シーン数だけ検索し、Play_listとしてクライアントに応答する。候補が複数あった場合の選択アルゴリズムとして、現状ではカメラの違いを示す想定送信元アドレス、番組の違いを示すパッケージIDを区別して選択する実装

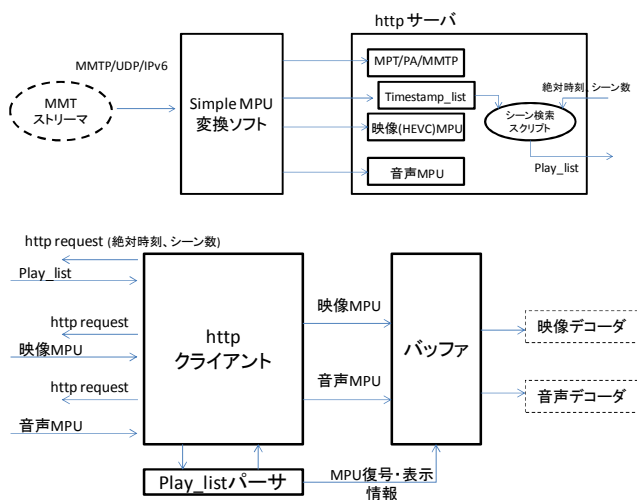


図5 各ソフトウェアの機能構成図



図6 クライアントでの再生画面

としているが、今後、同一シーンであることを示すGPSデータを利用するなど、より一層の高度化の検討が必要である。

また、クライアントソフトは、現状の端末性能上HEVC (High Efficiency Video Coding) 映像のデコードは1つのみが限界であるので、複数映像の受信に対応するものの表示画面としては、同じ時刻基準で再生される複数映像を切り替える形となっている。以上のソフトウェアを用い、複数のSimple MPU方式のファイルをHTTPサーバ上に置き、クライアントから絶対時刻指定により複数のシーンを検索した。クライアントでの表示画面を図6に示す。この結果、同じ時刻基準で再生可能なことを確認した。

5. まとめ

無数の映像コンテンツを有効活用するシステムを提案し、その要件である蓄積フォーマットについて、スーパーハイビジョン衛星放送のメディアトランスポート方式であるMMTを前提とし、提案方式を含めた3方式の比較を行い、基礎検証としてソフトウェア実装により性能の確認を行った。

今後、より汎用的な端末での同時再生、UGCコンテンツのシステム導入と検索アルゴリズムの高度化などを行っていく予定である。

文献

- [1] ISO/IEC 23008-1:2014: Information technology - High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments - Part1: MPEG media transport (MMT).
- [2] Y.Kawamura, K.Otsuki, A.Hashimoto and Y.Endo, "Functional Evaluation of Hybrid Content Delivery Using MPEG Media Transport," IEEE International Conference on Consumer Electronics 2016, p.267-268 (2016).
- [3] 青木他: "MMTプロトコルからHTTPへの変換方法の一検討", 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集 B-6-10 (2016).
- [4] 河村他: "MMTを用いた端末間映像同期のAndroid端末への実装", 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング2016
- [5] 早見他: "マルチ映像リソースの同期表示に関する検討", 映像情報メディア学会年次大会 13D-5 (2016).
- [6] Pcap Definitions [WinPcap user's manual] https://www.winpcap.org/docs/docs_412/html/group__wpcap__def.html