

モバイル・インターネット動画伝送を実現する MPEG-4 RTP

MPEG-4 RTP — Transport Protocol for Video Signals on Internet and Mobile Networks

菊池 義浩 永井 剛 是津 達也

KIKUCHI Yoshihiro

NAGAI Takeshi

ZETTSU Tatsuya

インターネットや携帯電話のパケット網で映像を伝送するプロトコル“MPEG-4 RTP (Moving Picture Experts Group-phase 4 Real-time Transport Protocol)”を開発した。当社が中心となり、日本電気(株)、沖電気工業(株)、松下電器産業(株)、日本電信電話(株)と共同で国際標準として提案し、インターネット標準化団体IETFで規格化、更に、次世代携帯電話標準化団体(3G-PP)の映像配信規格、パケット網音声・映像伝送規格(ITU-T H.323)にも採用された。この方式は、MPEG-4の誤り耐性ツールを生かしたパケット化を行うとともに、ネットワーク状態をフィードバックするプロトコルRTCP(RTP Control Protocol)を用いてMPEG-4符号化パラメータを制御できるのが特長である。携帯電話網のように伝送路誤りのあるネットワークで、従来方式に比べ映像品質が向上する。

当社は、この規格に準拠した映像・音声伝送実験システムを開発した。今後このシステムを実用化し、携帯電話やインターネットにおける映像配信サービスの更なる普及を目指す。

Toshiba has proposed a transform format, MPEG-4 Real-time Transport Protocol (RTP), for transferring compressed video signals over the Internet and mobile networks. We worked for the standardization of this format jointly with NEC Corporation, Oki Electric Industry Co., Ltd., Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., and Nippon Telegraph and Telephone Corporation. It was adopted by the Internet Engineering Task Force (IETF), by the Third Generation Partnership Project (3G-PP) in its transparent end-to-end packet switched streaming service (PSS) for mobile phones, and by the International Telecommunications Union (ITU) in its packet based multimedia communication systems (H.323) for teleconference systems and videophones.

The proposed format provides a packetization scheme utilizing MPEG-4 error-resilient coding tools. We have developed a prototype based on the 3G-PP standard, and will continue to contribute to the promotion of audio-video distribution services and products on the Internet and next-generation mobile networks.

1 まえがき

MPEG-4は、64 kbps以下を含む低いビットレートでも動画像を圧縮できる、無線などの伝送路誤りに強いといった特長を備えており、標準化当初から、次世代携帯電話網やインターネットでの動画像伝送が主要ターゲットと考えられてきた。ネットワークを介して動画像を伝送するアプリケーションでは、動画像を圧縮する符号化方式だけでなく、圧縮されたデータをネットワーク上で伝送するプロトコルも共通化する必要がある。特に、携帯電話やインターネットテレビ(TV)電話など、相互接続性が強く要求されるアプリケーションにおいては、伝送プロトコルまで含めた標準化は必須である。

MPEG-4は特定のネットワークを対象としたものではないが、インターネットが主要ターゲットの一つであることを考えると、IP(Internet Protocol)ネットワーク上の伝送プロトコルは特に重要である。また、携帯電話網においても、Webアプリケーション(iモード^(注1)など)やメールなど、音声以外の情

(注1) iモードは、(株)エヌ・ティ・ティ・ドコモの登録商標。

報の配信にはパケット網が広く用いられている。将来の次世代携帯電話網では、音声まで含めてすべてIPネットワークで統一しようという動きもある。携帯電話も考慮したパケット網用のMPEG-4伝送プロトコルを統一する意義は大きい。

そこで、MPEG-4をパケット網上で実時間伝送するプロトコル“MPEG-4 RTP”を開発した。国内5社(当社、日本電気(株)、沖電気工業(株)、松下電器産業(株)、日本電信電話(株))共同で統一フォーマットを国際標準として提案し、インターネット標準化団体IETF(Internet Engineering Task Force)でMPEG-4ビデオ・オーディオデータの伝送プロトコルとして標準化された⁽¹⁾。また、次世代携帯電話標準化団体3G-PP(Third Generation Partnership Project)におけるパケット網音声・映像配信規格⁽²⁾⁽³⁾や、ITU-T(国際電気通信連合・電気通信標準化部門)におけるパケット網音声・映像伝送規格(H.323)⁽⁴⁾⁽⁵⁾にも採用された。

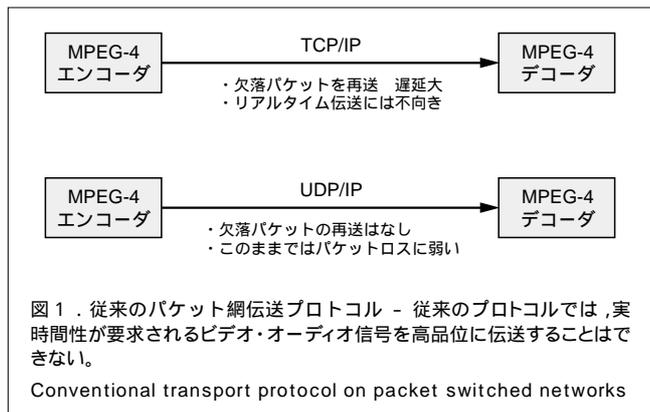
ここでは、MPEG-4 RTPの概要と、次世代携帯電話網での将来のサービスを目指した実験システムについて述べる。

2 パケット網ビデオ・オーディオ伝送プロトコル“ RTP ”

今回標準化した伝送フォーマットは、1996年にIETFで標準化されたRTP⁽⁶⁾と呼ばれるプロトコルをベースとしている。

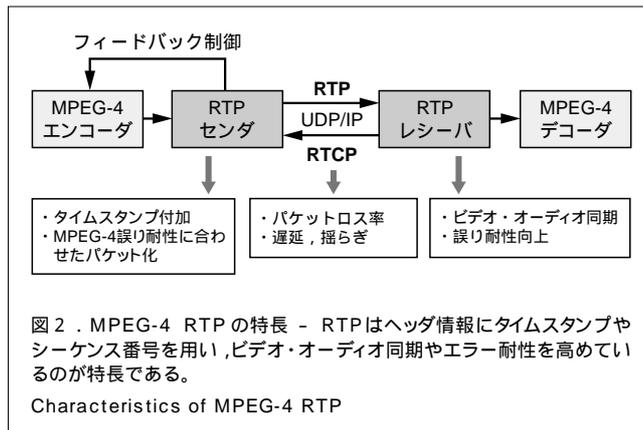
インターネットの伝送プロトコルとしては、TCP(Transmission Control Protocol)/IPが広く使われているが、これは実時間性を考慮せずにデータを確実に届けることを目的として作られており、伝送路上で失われたパケットを送り側に通知して再度伝送する再送処理を行うため、大きな伝送遅延が生じるという問題がある。このため、ビデオ・オーディオ信号などの実時間性が要求されるデータの伝送には適さない。

一方、UDP(User Datagram Protocol)/IPを用いた場合、再送処理による遅延の問題は発生しないものの、ネットワークのパケット欠落や遅延揺らぎに対する対応がなく、このままでは伝送したビデオ・オーディオ信号の品質に大きな劣化を生じかねない(図1)。



これに対しRTPは、再送処理を伴わないUDP/IPを用いつつ、ビデオ・オーディオ信号間の時間同期を取るためのタイムスタンプ情報や、パケット欠落を検出するためのシーケンス番号情報などを含んだRTPヘッダをパケットごとに付加する方式である(図2)。これにより、実時間性を確保しつつ、伝送路上のパケット欠落を検出でき、映像伝送アプリケーションに必須のビデオ・オーディオ間の同期がとりやすいプロトコルとなっている。また、パケット誤り率や遅延といったネットワークの状態を送信側にフィードバックするプロトコルRTCP⁽⁶⁾を対として用いている。この情報を動画像符号化装置にフィードバックし、ネットワークの状態に適した符号化パラメータを選択することにより、伝送路誤りがあるネットワークでも、従来方式に比べ伝送映像品質が向上する。

このような特長を生かし、RTPは、インターネット上の映像配信システムやIP網を使ったTV電話、TV会議システムに広く使われている。また、最近急速に広がりつつあるインターネット電話、VoIP(Voice over IP)の伝送プロトコルも

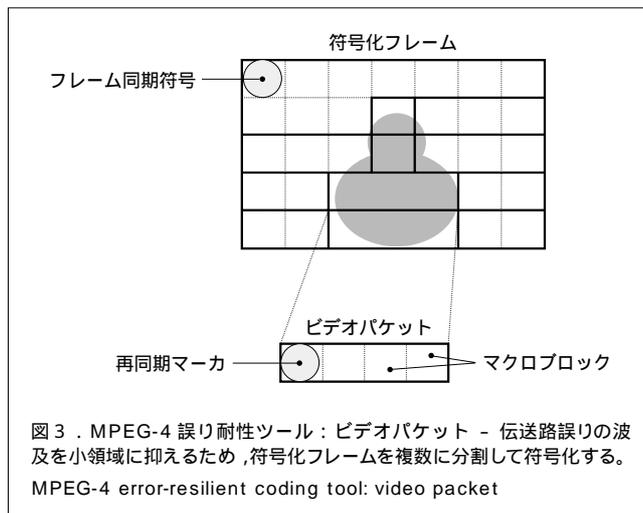


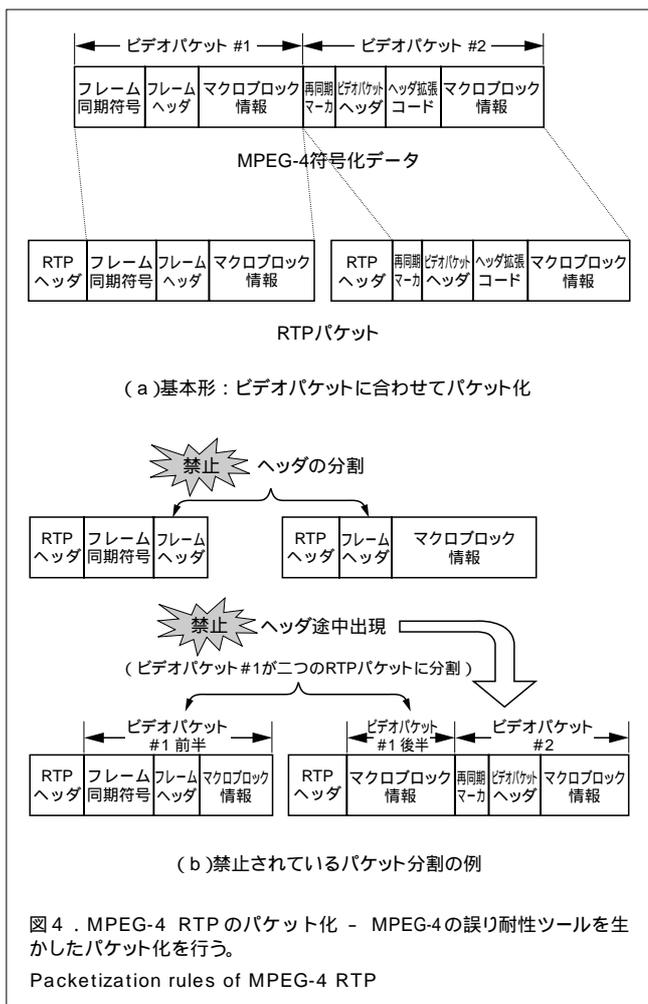
RTPである。

3 MPEG-4の誤り耐性を生かすパケット化⁽¹⁾

RTPは、その基本部分に加え、伝送するメディアごとに拡張部分を“RTPペイロードフォーマット”として規定する。今回標準化したのは、MPEG-4ビデオ・オーディオ信号用のRTPペイロードフォーマットである。

MPEG-4ビデオ用RTPペイロードフォーマットは、MPEG-4動画像符号化の特長的な技術の一つである誤り耐性符号化ツールを生かしたパケット化を行うのが特長である。MPEG-4動画像符号化では、伝送路誤りによる画質劣化の波及を小領域に局所化するために、画像フレームを細分化して符号化する、ビデオパケットと呼ばれる誤り耐性ツールが用いられている(図3)。符号化されたデータを、このビデオパケットに合わせてRTPパケットに入れるパケット化を基本形とし、ヘッダの分割といった誤り耐性を阻害するパケット分割を禁止する(図4)。欠落すると広い範囲に誤りが波及してしまう重要な情報を、ビットストリーム中に繰り返して伝送するMPEG-4の符号化ツールHEC(Header Extension Code:ヘ



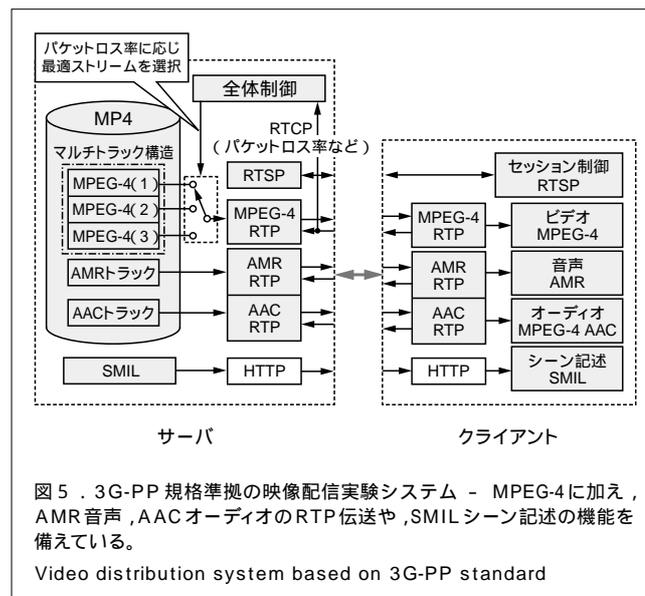


ッダ拡張コード)を利用して、各RTPパケットに重要情報を多重化する。これによりフレームのヘッダ情報を含むRTPパケットが欠落しても、それ以外のRTPパケットを単独で復号することが可能である。

このようなパケット化を行うことにより、伝送路誤り混入時の画像の乱れを極力少なくすることができる。また、圧縮した符号化データを、RTP基本ヘッダ以外の特別なヘッダ情報の付加や多重化などの処理をすることなく直接RTPパケットに入れるため、極めてシンプルなのが特長である。

4 携帯電話向け映像配信実験システム

前述のとおり、MPEG-4 RTPは、3G-PPにおいて、パケット網用の映像配信サービス規格 PSS(transparent end-to-end Packet switched Streaming Service)⁽²⁾⁽³⁾に採用されている。当社は、次世代携帯電話における将来の映像配信サービスの実用化を目指し、この3G-PP規格に準拠した映像配信実験システムの試作を行った。試作したシステムのブロック図を図5に示す。



この実験システムは、3G-PP規格に完全に準拠しており、MPEG-4 RTPによる映像信号の伝送だけでなく、AMR (Adaptive Multi Rate)音声コーデック^(注2)、MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding)オーディオコーデック^(注3)のRTP伝送、RTSP/SDP(Real-Time Streaming Protocol/Session Description Protocol)^(注4)によるセッションストリーム制御、SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language)シーン記述^(注5)も実装されている。圧縮符号化された映像・音声ストリームは、国際標準化機構(ISO)で規格化されたマルチメディア用ファイルフォーマットMP4⁽⁷⁾を用いて格納されており、これをサーバでRTPストリームに変換して伝送する。また、3G-PP規格には採用されていないが、将来ニーズを想定し、MPEG-4コアプロファイルの任意形状オブジェクト符号化にも対応している。

この実験システムを用いて伝送されたコンテンツの例を図6に示す。この例は、観光地をアナウンサーによる解説とテロップで説明するものである。全体のレイアウトはSMILで記述されており、複数の静止画、動画、テキストなどをオーバーレイして指定された時刻に応じて切り換えながら表示する、時空間レイアウトが可能である。図の例では、観光地の動画の前に、アナウンサーの動画とテロップテキストが配置されている。二つの動画はどちらもMPEG-4 RTPで伝送される。アナウンサーはMPEG-4コアプロファイルの任意形状符号化を用いて符号化されている。

(注2) 3G-PPで規格化された音声符号化方式。
(注3) MPEG-4で規格化されたオーディオ符号化方式。
(注4) IETFで規格化された、セッション開始・終了、映像再生コマンドなどをつかさどる制御プロトコル及び記述子。
(注5) W3C(World Wide Web Consortium)で規格化されたシーン記述方法で、複数の画像やテキストをレイアウトしたり、時刻を指定して切り換えたりすることができる。

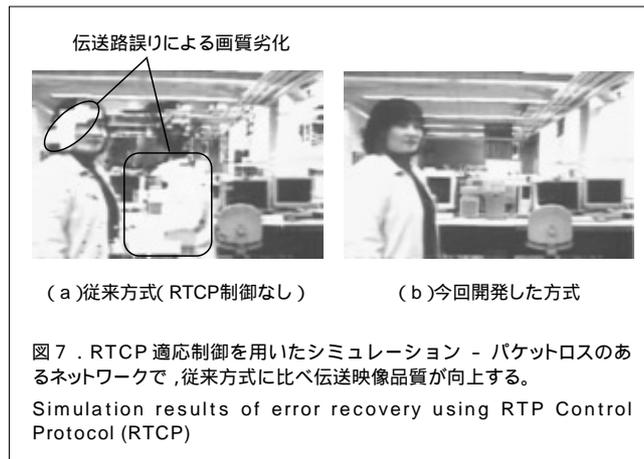


図 6 . 伝送されたコンテンツの例 - 観光地をアナウンサーとテロップで説明。アナウンサーには MPEG-4 オブジェクト符号化を, シーン記述には SMIL を用いている。
Example of contents

また, この実験システムでは, 移動体通信網のように伝送路の状態が常に変化するネットワークを想定し, RTCP フィードバックを利用して, ネットワークの状態に合った符号化データを適応的に選択して伝送する仕組みを組み込んでいる。サーバの MP4 ファイル中に, ビットレートやフレーム内符号化を用いた画質劣化回復を行う間隔など, MPEG-4 の符号化条件を変えた複数の符号化データを記録しておき, RTCP でサーバに伝えられるパケット誤り率などの情報を基に符号列を切り換える。これにより, 伝送路誤りによる伝送画像の劣化からの回復を早期に図ることができる。計算機シミュレーションにより擬似的にパケット欠落を発生させた伝送路で動画像を伝送した場合の再生画像を, RTCP 制御を用いない従来方式と比較して図 7 に示す。従来方式では, 伝送路誤りにより生じた再生画像の劣化の回復が図られず, 大きな画質劣化が生じている。これに対し, 今回開発した方式では, 伝送路のパケット欠落率が高くなると, RTCP でその情報がサーバに伝えられ, フレーム内符号化の周期を短くした符号化データを選択して RTP 伝送するため, 伝送路誤りによる劣化が早期に回復し, 画質劣化が抑えられている。

5 あとがき

MPEG-4 映像データをインターネットや携帯電話のパケット網で実時間伝送するプロトコル MPEG-4 RTP について述べた。また, 次世代携帯電話網における将来の映像配信サービスを目指した 3G-PP 規格実験システムについて紹介した。



IP ネットワーク上の伝送プロトコルが標準化されたことにより, インターネットでの映像配信サービスが更に普及するとともに, 誤りに強いという特長を生かして, 今後の発展が予想される次世代携帯電話網での映像配信サービスの普及が期待される。今後, これらの分野での実用化を目指し, 映像配信システム, コーデック LSI, 携帯電話など, 各種製品の開発を進めていく。

文 献

- (1) Kikuchi, Y., et al. "RTP Payload Format for MPEG-4 Audio/Visual Streams". IETF RFC3016, 2000-11.
- (2) "Transparent end-to-end packet switched streaming service (PSS); General description". 3G-PP TS 26.233, 2001-3.
- (3) "Transparent end-to-end packet switched streaming service (PSS); Protocols and codecs". 3G-PP TS 26.234, 2001-3.
- (4) "Packet based multimedia communication systems". ITU-T H.323, 2000-11.
- (5) "Call signaling protocols and media stream packetization for packet based multimedia communication systems". ITU-T H.225.0, 2000-11.
- (6) Schulzrinne, et al. "RTP: A Transport Protocol for Real Time Applications". IETF RFC 1889, 1996-01.
- (7) "Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 1: Systems". ISO/IEC 14496-1, 2001-10.



菊池 義浩 KIKUCHI Yoshihiro

研究開発センター マルチメディアラボラトリー研究主務。
画像圧縮符号化 (MPEG-4 など) の研究・開発に従事。電子
情報通信学会, 映像情報メディア学会会員。
Multimedia Lab.



永井 剛 NAGAI Takeshi

研究開発センター マルチメディアラボラトリー。
MPEG-4 画像圧縮符号化・伝送技術の研究・開発に従事。
Multimedia Lab.



是津 達也 ZETTSU Tatsuya

研究開発センター マルチメディアラボラトリー。
画像音声ストリーミングシステムの研究・開発に従事。情報
処理学会, ACM, IEEE 会員。
Multimedia Lab.