

M-014

JPEG2000 スケーラブル配信を用いた映像監視システムの検討

A Study of Video Surveillance System Using JPEG2000 Scalable Codec

出原 優一
Yuichi Idehara上野 幾朗†
Ikuro Ueno横里 純一†
Jun-ichi Yokosato小川 文伸†
Fuminobu Ogawa

1. はじめに

現在、IP ネットワークによる映像監視は普及しつつあり、監視端末としてはPCや専用端末がほとんどであるが、将来的には、無線環境を含め、様々な状況下で、様々なスペックの端末で、監視映像を受信可能になると考えられる。その際に問題となるのが、監視端末の性能及び端末と監視映像配信サーバ間の通信速度である。監視映像の蓄積・配信スペックは、監視センターでPCや専用端末で閲覧することを想定して決められるため、高い符号化レートとなる。しかし、例えば過去に蓄積された監視映像を低速回線に接続されたモバイル端末向けに再配信する際、上記問題を解決するためには、通常的方式であれば、蓄積映像をモバイル端末向けにその都度再エンコードし、配信する必要がある。

そこで本稿では、スケーラブル機能を持つ JPEG2000 符号化方式^[1]で、監視映像の蓄積・配信を行う映像監視システムに関する検討を行った。JPEG2000 のスケーラブル機能で、ワンソース・マルチユースな映像配信が可能となるため、様々な状況下における様々なスペックの端末に対する映像配信に適していると考えられる。その一方で、JPEG2000 のストリーミング伝送に関して、パケットロスなどに起因する伝送エラー耐性が十分検討されていないため、エラー耐性強化に関する検討も行った。

2. JPEG2000 スケーラブル配信の利点

JPEG2000 は、画像データの重要な情報から段階的に符号化する静止画を対象とした符号化方式である^[2]。その符号化データの一部を取り出して復号すれば部分的な復号

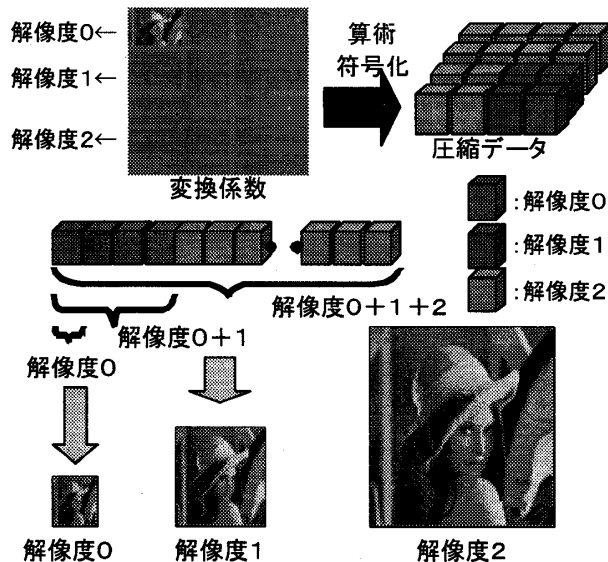


図1 解像度スケーラビリティ

† 三菱電機株式会社, Mitsubishi Electric Corporation

が可能であり、データ量に応じた最適な画質が得られる。

図1は解像度スケーラビリティの例であり、それぞれの解像度を構成するために必要な符号化データを示している。非スケーラブルの符号化方式と比較して、所望の解像度、画質の符号データを得るために再エンコードする必要がないため、監視映像配信サーバの負荷を軽減することになり、モバイル端末による監視映像閲覧に適した符号化方式であると考えられる。また、MPEG等の動画圧縮方式とは異なり、前フレーム参照などの処理がないため、伝送エラーの結果生じたフレームの乱れが次フレーム以降に影響を及ぼすこともなく、これも JPEG2000 を用いる利点となる。

3. JPEG2000 配信提案方式

監視映像の各フレームに JPEG2000 を適用しそれらを連続的に配信することで、動画像としての符号化を実現する。JPEG2000 画像1枚を構成する単位をコードストリームと呼ぶ。図2に、JPEG2000 コードストリームの例を示す。



MH...メインヘッダ TPH...タイルパートヘッダ
JP2KP...JPEG2000パケット EOC...エンドコード

図2 JPEG2000 コードストリーム

図2の JPEG2000 コードストリームはタイルパートヘッダ1個の場合の例であり、メインヘッダとタイルパートヘッダとビットストリームとエンドコードで構成され、ビットストリームは、複数の JPEG2000 パケットと呼ばれる単位で構成される。このうち、メインヘッダとタイルパートヘッダは復号に必須なデータであり、本稿ではこれらをまとめて config 情報として取り扱う。

JPEG2000 データはリアルタイム性を重視し、RTP のような再送のないプロトコルで伝送するため、伝送エラーにより config 情報が欠落した画像に関しては、たとえビットストリームがすべて正しく伝送されたとしても復号不可能となる。本稿では、図2における、config 情報および

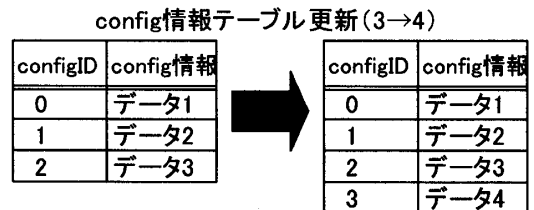


図3 config 情報テーブル更新例

ビットストリームのそれぞれに関して、伝送時のパケットロスに対する耐性強化に関する検討を行った。

3.1 config 情報伝送エラー耐性強化方式

伝送時のパケットロスに対する耐性を強化するため、本稿では、config 情報テーブルを定義する。config 情報テーブルは、configID と config 情報とを一対一に対応させたテーブルである。この config 情報テーブルをあらかじめ送達確認を有するプロトコルで伝送しておき、送受両方で同一テーブルを用いる。受信側の config テーブルに存在しない config 情報が発生した場合には、図3に示すように config 情報テーブルの更新を行う。この更新の際も、送達確認を有するプロトコルを用いて確実にを行う。

図2のビットストリームは、JPEG2000 パケット単位で分割して RTP パケット化し、伝送を行う。その分割の様子を示したのが図4である。

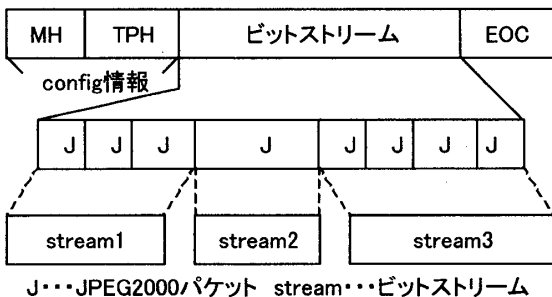


図4 ビットストリームの分割

そして、すべての RTP パケットに configID を格納することで、config 情報を高い確率で伝送することが可能になる。また、config 情報テーブルに存在しない config 情報伝送を行う際は、図3のようにあらかじめテーブルの更新を行う方法がある。

3.2 ビットストリーム伝送エラー耐性強化方式

図4のようにビットストリームを分割することで、例えば stream2 が伝送エラーでパケットロスした場合でも、config 情報+stream1+EOC のデータをデコードすることが可能である。また、伝送エラーでパケットロスした JPEG2000 パケットを、情報が含まれていないヌルパケッ

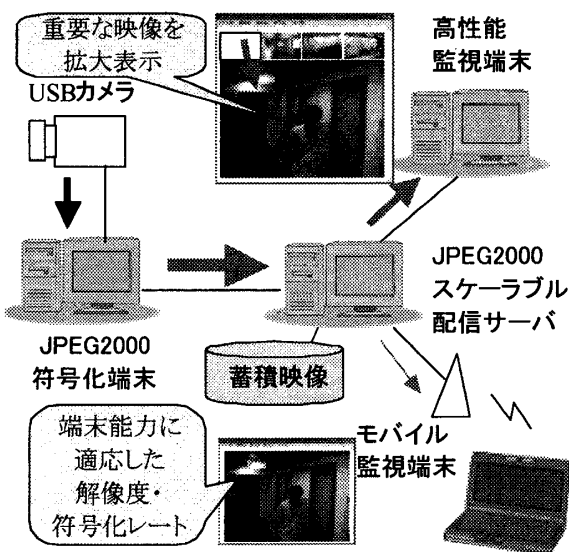


図5 映像監視システム構成図

トで補完する方法も考えられる。この場合、分割されたビットストリーム内の JPEG2000 パケットの個数を固定とすることで、補完可能となる。また、RTP パケットに JPEG2000 パケットの個数や個数のオフセット値を格納することでも補完可能となる。このようなエラー補完を行うことで、最低解像度成分など非常に重要な情報のパケットロスでなければ、多くの場合、実用上十分な画質の画像が復号される。

4. 提案方式を用いた映像監視システムの試作

第3章で提案した JPEG2000 伝送方式を用い、映像監視システムの試作を行った。システム構成を図5に示す。JPEG2000 符号化端末で USB カメラから画像を取り込み、VGA 解像度で JPEG2000 にエンコードし、スケーラブル配信サーバへ伝送する。スケーラブル配信サーバは、伝送された映像の蓄積を行いつつ、高性能監視端末やモバイル端末に対し、スケーラブル配信を行う。高性能監視端末は4つの小画面を持ち、ユーザがクリックすることで拡大表示を行う。この時スケーラブル機能を用いて拡大表示画面に多くの符号量を割り当てることで、効率的な回線利用が可能である。モバイル端末では端末の性能に応じ、映像配信中でもユーザの指示でシームレスにフレームレートや画質、解像度を変更可能である。解像度としては VGA (640×480), QVGA (320×240), SQVGA (160×120) の3種類をサポートした。

M-JPEG2000	SDP	JPIP	HTML
RTP/RTCP	RTSP		HTTP
UDP	TCP		
IP			

図6 プロトコルスタック

図6に本システムで用いたプロトコルスタックを示す。JPEG2000 コードストリームの配信は RTP で行ない、ユーザからの再生開始や解像度変更のリクエストおよび config 情報テーブルの送信に関しては、送達確認可能なプロトコルである、RTSP を用いた。また、蓄積した映像をメニューとして表示するために、Web ブラウザを用いた。

5. まとめと今後の課題

JPEG2000 スケーラブル配信を用いた映像監視システムに関し、伝送エラー耐性を高める方式を提案し、試作を行った。

今後の課題として、本システムの性能面での評価、特に第3章で示した伝送エラー耐性に関する性能評価を行う。

【参考文献】

- [1] ITU-T T.800/ISO/IEC 15444-1, "INFORMATION TECHNOLOGY - JPEG2000 IMAGE CODING SYSTEM" (Dec.2000)
- [2] 上野他, "静止画符号化の新国際標準方式 (JPEG2000) の概要", 映像情報メディア学会誌, Vol.54, No.2, pp.164-171, 2000