

# 超音波動画画像ファイリングシステム Ultrasonic moving image Filing System

中山 雅 春      上 田 孝 祐      斉 藤      等  
Masaharu Nakayama Kousuke Ueda      Hitoshi Saito

## 要 旨

超音波動画画像ファイリングシステムは、超音波診断装置に代表される医用動画画像の出力装置からの映像や音声（ドップラー音）をH.264エンコーダにより圧縮し、SDカードに一次蓄積した後、IPネットワーク経由で病院内の動画画像サーバに伝送して保存することができる。

サーバに保存した動画画像は、読影用端末（WindowsPCやMac）の他、近年普及しているモバイル端末（iPhoneやiPad）でも閲覧が可能であるため、病院内のどこにいても必要なときに動画画像を見ることができる。

動画画像圧縮方式に当社開発のH.264規格エンコーダを採用することにより、数分単位での録画が可能となり、動きを確認したい循環器系などの医療分野で利用することができる。

## Abstract

This ultrasonic moving image filing system compresses the images and doppler sounds from the image output unit for medical use which is the best known type of ultrasonic diagnostic equipment, with an H.264 encoder, first stores the data in an SD card, and then transmits and saves the data into a hospital's image server via an IP network.

Since the images saved on a server can be accessed through mobile terminals iPhone or iPad which have become popular in recent years, as well as through image reading terminals Windows PC or Mac, images can be accessed anywhere in the hospital as required.

Images can be recorded in units of several minutes by adopting H.264 Standard encoder developed by JRC as the image compression method, which is useful in medical fields where movement needs to be observed, such as the circulatory system.

## 1. まえがき

従来、超音波などの医用画像は、標準仕様である非圧縮の高解像度静止画で保存、管理されていた。しかし、一部の医療分野（循環器系〔心臓〕や産婦人科系）では臓器の動きを確認するために医用画像を動画画像として保存、管理したいというニーズがある。

しかし、従来の非圧縮静止画を動画画像として扱うと、大容量の保存媒体や高速のデータ通信用ネットワークが必要となり、診察が集中する時間帯などにはネットワークに大きな輻輳が生じて、業務に支障をきたすケースが発生する。この問題を解決するため、当社が保有する動画画像の圧縮技術を利用し、動画画像ファイルのサイズ縮小とネットワーク負荷の低減が可能なシステムを開発した。

## 2. システム概要

開発したシステムは、当社開発のH.264規格エンコーダを利用して、超音波などの医用画像を動画画像圧縮してファイル化し、IPネットワーク経由で院内の動画画像サーバに伝送して保存することが可能である。

圧縮技術を使用することで、効率的に伝送、保存が行えるため、有線回線のみならず無線回線などの各種ネットワークで使用することができる。

## 3. 圧縮方式の検討

近年利用されている圧縮方式と主要用途を表1に示す。現在広く利用されているMPEG2方式に比べて約半分程度のデータ量で同等の画質を維持できるため、本システムにおいてはH.264を採用することとした。

表1 圧縮方式  
Table1 Specification of Encode Method

MPEG2	1995年に規格化 DVDレコーダ、CCTV監視システム 伝送帯域：約6Mbps
MPEG4	1999年 Ver1が規格化 携帯電話などの低速回線用 伝送帯域：約2～3Mbps
H.264/ MPEG-4 AVC	2003年に規格化 ブルーレイ、ワンセグ 伝送帯域：約2～3Mbps

各圧縮方式における約1分間の動画画像データの量は、MPEG2では約45Mバイトであるが、H.264では約15Mバイト（伝送帯域：2Mbpsの場合）とすることが可能となる。なお、非圧縮方式の場合は、約1.8Gバイトのデータ量となる。（非圧縮1枚1Mバイトとした場合）

これらのデータを有線ネットワーク（回線速度：100Mbps

とする) で伝送した場合の伝送時間を表2に示す。非圧縮の場合には、約2分間回線を占有しないと伝送できないことになり、非圧縮方式のデータをネットワークで伝送することが回線の輻輳を招く大きな要因になることが分かる。

表2 データ量と伝送時間

Table2 Specification of data-size and transmission time

圧縮方式	データ量	伝送時間
MPEG2	45Mバイト	3.6秒
H.264	15Mバイト	1.2秒
非圧縮	1.8Gバイト	144秒

また、H.264を採用することで、大容量の保存媒体も不要となり、分単位の動画録画が可能となった。(標準仕様の非圧縮の場合には、データ量の兼ね合いから1回の録画時間は3秒程度に制限されている)

#### 4. 超音波診断装置との接続

超音波診断装置との接続は、通常、映像信号と音声信号のみであるが、DVDへの録画機能を有した診断装置と接続することで操作性を向上することができる。

DVDへの録画機能を有した診断装置の場合には、DVDレコーダの代わりにH.264エンコーダを接続することができる。

H.264エンコーダにて表3に示す制御コマンドに対応したことにより、患者情報からファイル名を決定し、録画の開始/停止で録画制御を行い、録画中の状態やSDカードの状態(実装状態や空き容量等)をステータスとして応答することができる。

診断装置側では、DVDに録画していたときと全く同じ操作で自動的にH.264による動画画像のファイリングが行えるようになった。

表3 対応コマンド

Table3 Specification of Control Command

コマンド名	概要
患者情報 (ID, 名前) の設定コマンド	DVDのタイトル設定などに利用される。
録画開始/停止コマンド	DVDへの録画の開始と停止を制御する。
操作コマンド	DVDの再生や早送り等を制御する。
ステータス応答	動作状態を応答する。

制御用インタフェースを持たない診断装置の場合には、H.264エンコーダの接点入力による録画の開始/停止の操作に対応している。この場合、患者情報についてはカードリーダー装置から取り込んだ情報をサーバからネットワーク経由でH.264エンコーダに設定可能とした。表4に制御インタフェースの有無による制御方式の違いを示す。

これら両方の方式に対応することで、超音波診断装置以外の内視鏡などの医用動画出力機器とも接続して使用することが可能となる。

表4 制御方式

Table4 Specification of Control Interface

種別	制御方式
制御用インタフェース対応	RS-232Cによる録画制御、患者情報の設定
制御用インタフェース未対応	接点入力による録画制御 ネットワーク経由による患者情報の設定

#### 5. 動画画像の伝送方式

エンコーダは、通常の利用方法では圧縮したデータをUDP方式で直接ネットワーク上に配信している。一般的にUDP方式は伝送速度が速いが信頼性が低いという特徴を持っている。そのため、動画画像が必要とする伝送帯域以上の回線容量が必要となり、データの損失も発生しやすい。

本システムでは、ネットワークの回線種別(有線回線、無線回線)や帯域、速度などに依存せず、あらゆるネットワーク構成に柔軟に対応するために、TCPによる信頼性の高い動画画像の配信方式を採用した。

動画画像をTCPで配信するためには一旦エンコーダでデータを蓄積する必要があるが、このシステムではSDカードに動画画像をファイルとして一次蓄積を行い、その後、TCPによる転送を行う方式を採用している。動画画像をTCPで転送することで、回線種別に依存せず、データ損失も発生することなく高画質の動画画像が伝送可能となった。配信系構成を図1に示す。

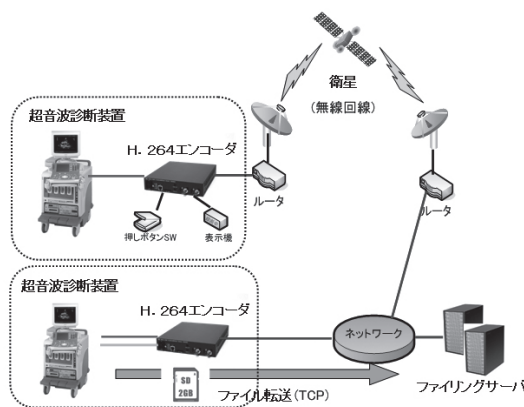


図1 配信系構成図

Fig.1 Figure of Delivery

また、図2に示すように大容量のSDカードを使用して一次蓄積することで、万一のネットワーク障害が発生した場合においても動画画像の録画が継続できるため、診断業務に支障をきたさない構成とすることができた。

更に、ネットワークの状態を自動監視することで、SDカードに録画された動画画像は、障害復旧後サーバに自動的に配信される。

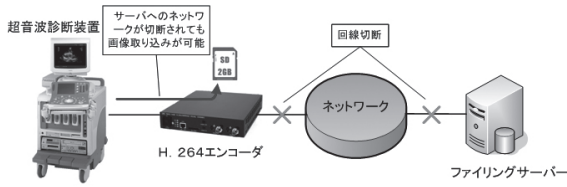


図2 回線断時の動作  
Fig.2 Function of Network down

## 6. リアルタイム伝送との連携

H.264エンコーダは、リアルタイムに映像を送送するために、圧縮したデータをUDP方式により直接ネットワーク経由で伝送する伝送方式（リアルタイム伝送方式）にも対応している。

図3に示すように、1台のH.264エンコーダにて本ファイリングシステムとリアルタイム伝送システムを連携運用する事も可能であり、利用シーンに合わせた運用が可能となる。

なお、リアルタイム伝送時には、動画像伝送に必要な伝送帯域以上の回線容量を確保する必要がある。

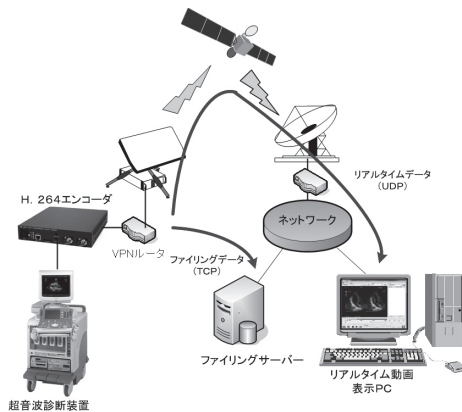


図3 運用形態  
Fig.3 Figure of Operation forms

## 7. 閲覧機能

本システムにおける動画像の閲覧方法について示す。

### 7.1 Webブラウザでの閲覧

サーバに保存した動画像を閲覧するための特殊なソフトウェアを不要とするために、Webブラウザによる閲覧が可能なシステムとした。閲覧系の構成図を図4に示す。

読影用端末はWindows系PCのみに関わらずMac系の端末、及び近年普及しているモバイル端末（iPhoneやiPad）でも閲覧可能とし、操作性を統一するためにブラウザはSafariを採用した。

また、動画をモバイル端末の標準動画プレイヤーでも再生可能とするために、Quicktime Playerに対応したフォー

マット（MOV形式）に変換する機能を実装した。MOVへの変換は、エンコーダから配信された動画像ファイルをサーバ内で再エンコードすることで実現している。

なお、モバイル端末とサーバとの通信はWireless Fidelity（以降Wi-Fiと称す）機能を使用している。モバイル端末の利用は実験の要素が高いため、実運用に際しては、セキュリティ等を考慮したシステム設計が必要となる。

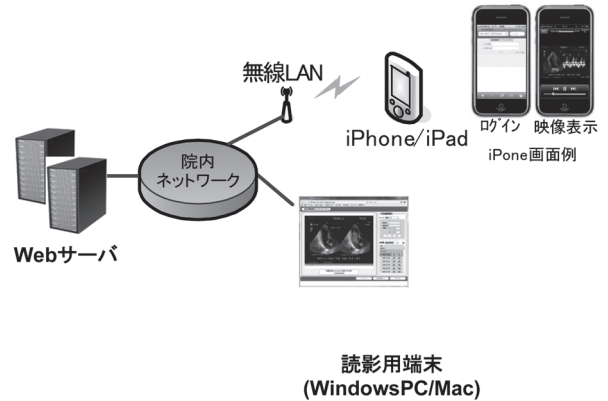


図4 閲覧系構成図  
Fig.4 Figure of Constitution

### 7.2 閲覧制限

閲覧制限を行うために、ユーザ管理機能、及びアクセス可能端末の管理機能を実装した。管理機能は、管理者権限を有する管理者ユーザが設定可能である。

なお、一度設定した患者情報などはユーザ側から変更できないようにしているシステムもあるが、本システムでは動画像の患者情報（患者ID、患者氏名）も管理者ユーザの場合には変更できるように対応した。

### 7.3 院内の診察端末との連携

院内に設置されている診察端末では、医師が患者IDを入力することで対象となる患者の各種診察結果を確認することができる。本システムの動画像もこれらの診察端末から確認できるように、既設システムとの連携を行った。

連携することで、今までの業務の一環として本システムの動画像の確認ができるようになった。

### 7.4 検索機能

Webブラウザによる閲覧時に、診察券から入力した患者IDや、患者氏名、また検査日を個別に指定したり、組み合わせ検索したりすることが可能である。検索した結果は、モバイル端末の場合には検索画面とは別画面として表示される。

検索画面例を図5に示す。全体の画面レイアウトは、モバイル端末などの小型の画面でも容易に使用できるように、大きめのボタンを採用し、検索結果も階層毎に異なる色で表示するようにした。

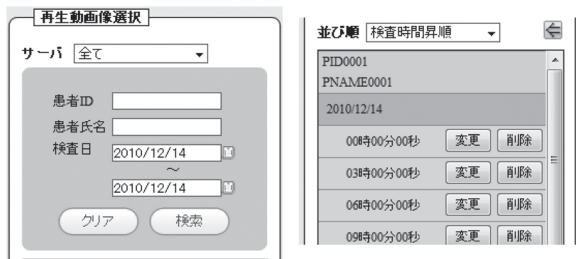


図5 検索画面  
Fig.5 Search Menu

### 8. H.264エンコーダ概要

本装置の外形を図6に、本装置の仕様を表5に示す。本装置は、H.264及びMPEG2の2種類の映像圧縮方式に対応した装置であり、用途に応じて圧縮方式を選択できる。

映像、音声のインタフェースの他に、接点や制御用のシリアルインタフェースを実装しているため、映像系の監視制御システムで使用することができる。



図6 H.264エンコーダ  
Fig.6 H.264/MPEG2 Dual Codec

表5 H.264エンコーダ仕様

Table5 Specification of H.264/MPEG2 Dual Codec

通信回線仕様	10/100BASE-TX 2ポート
映像入出力	NTSC (BNC) またはS端子
音声入出力	アナログ不平衡 (3.5φステレオミニジャック)
シリアル通信	RS-232C/RS-485
接点入出力	無電圧接点 入出力 各2点
電源電圧	AC100V ± 10% 50/60Hz
消費電力	25VA
動作温度	-10~50℃ (低温起動除く)
外形寸法	212 (W) × 42 (H) × 244.5 (D) mm
質量	約1.2kg
映像圧縮仕様	H.264/AVC (ISO/IEC14496-10) MP@L3
符号化レート	128kbps~2Mbps
画像サイズ	CIF, QVGA, VGA, Half-D1, D1
フレームレート	5fps~30fps
音声圧縮仕様	MPEG2AAC (ISO/IEC13818-7/14496-3)
符号化レート	16kbps~320kbps/ステレオ
サンプリング	8kHz~48kHz
多重化方式	MPEG2 SYSTEM (ISO/IEC 13818-1) TS

### 9. あとがき

本システムの開発は、映像監視用途で使用している既存技術であるH.264エンコーダに追加機能を実装し、更に近年急速に普及しているモバイル端末での閲覧機能などにも対応することで、医療という新しい分野への展開を可能とした。本システムのように既存技術を顧客の需要に合わせてアレンジすることで、介護医療などの新しい分野にも応用できる可能性がある。

特に災害時における無線技術の重要性が見直されている昨今、ネットワーク回線に無線回線を使用することで、柔軟で災害に強いシステムを構築することも可能である。

今後は医療分野でも要求されているハイビジョン対応や、患者情報を取り扱うためのデータの秘匿性を高める暗号化対応、また他システムとの連携機能などについても対応していきたいと考えている。

なお、注意点として、本システムは医療動画を閲覧するためのシステムであり、医用機器として薬事認証を取得している機器ではない。

#### 用語一覧

- H.264/MPEG4 AVC : H.264/MPEG4 part-10 Advanced Video Coding (映像圧縮方式)
- MPEG2 : Moving Picture Experts Group phase2 (映像圧縮方式)
- MPEG4 : Moving Picture Experts Group phase4 (映像圧縮方式)
- MOV : (Apple社が開発した動画のファイル形式)
- TCP : Transmission Control Protocol  
インターネットで利用される標準プロトコルで信頼性は高い
- UDP : User Datagram Protocol  
インターネットで利用される標準プロトコルで転送速度は速い
- Wi-Fi : Wireless Fidelity (無線LAN機器がIEEE802.11シリーズに準拠していることを示すブランド名)