# トランスコーディング機能を用いた遠隔医療支援システムの研究

川村典敬† 米田裕也† 橋本浩二† 柴田義孝†
†岩手県立大学ソフトウエア情報学部

現在、映像伝送技術とネットワーク転送技術の発達により、遠隔医療診断や病理判断などにおいて実用化が進んできている。しかしながら、圧縮技術による静止画像および動画像の転送においては、圧縮画像の品質が問題となり、医師による正しい診断を実現するためには高精細な品質が要求される。そのため、通信システムはエンド間において利用者のＱＯＳ（Quality of Service）を考慮し、適切な通信資源を確保する必要がある。また処理能力の異なるコンピュータや利用可能な帯域幅が異なる環境で構成されるネットワークを想定した場合、エンド間で伝送符号化方式・フレームレート・解像度及び圧縮率を適合させる必要がある。

そこで本研究では、エンド間にトランスコーディング機能を導入し、ネットワークの帯域や計算機能力に応じて映像・静止画像に分類して送信し、かつ、受信側が必要とする領域の指定する部分を抽出することにより、非圧縮で高品質な生成画像の転送を実現する。本稿では十分な帯域が確保できないネットワーク環境での、電子医療画像の共有を可能とした遠隔医療支援システムの提案を行う。

# Remote medical support system using the transcoding function

Kawamura Noritaka, Yuya Maita, Koji Hashimoto and Yoshitaka Shibata
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

We suggest the system of medical support. In order for a doctor to perform the right diagnosis, you have to make it as highly minute as possible. Therefore, a communication system needs to secure suitable communication resources in consideration of a QOS (Quality of Service) demand of a user. However, the problem of the quality of a generation picture is unsolvable only by the transcoding function. If a specific required domain can be specified and extracted to a generation picture, the amount of data of a generation picture can be cut down and the transmission of a non-compressing picture which carried out quality maintenance will be attained. In this paper, the technique for realizing sharing of the electronic medical information on the network environment where sufficient zone width is not securable is examined, and the support system for realizing remote medical treatment is proposed.

## 1. はじめに

近年、医療・医学分野において専門分野の細分化が進み、慢性的な専門医医師不足が進んでいる[1]。都心部では、病院間の連携を強化し問題解決に努めているが、このような病院はごく一部に限られており、地方の病院においては解決の糸口が見つからず、深刻な問題となっている。このような問題を解決する手段として、高速ネットワークを用いた遠隔医療や診療録管理・診療情報の一元管理、情報共有を目的とした電子カルテなどの研究

が進んでいる。しかしながら、電子保存されたカルテやＣＴ( Computed Tomography )・ＭＲ( Magnetic Resonance )等の医療情報の多くは高精細であるため、処理すべきデータサイズが膨大であり、十分な帯域幅を確保できないネットワーク環境では、電子的な医療情報の共有が困難なである。このような問題を解決する手法として、トランスコーディング機能 [2] を用いて伝送を実現し、特定の必要領域を抽出することで、高精細ビデオ映像・医療画像の品質保持を行う。本研究では医療画像の共有化を目的とした、新たな遠隔医療支援システムを提案する。

### 1.1　関連研究

ここでは、類似研究について述べる。広島県と大日本印刷株式会社では、Japan Gigabit Network (JGN)を用いた画像の転送 [3] を行っており、香川医科大学・東京大学・北海道大学でも JGN を用いた、ビデオ映像伝送実験・遠隔顕微鏡操作実験 [4] が行われ実用性について検討している。

また、遠隔診断及びコンサルテーションを行うためのシステムとして、名古屋大学医学部附属病院医療情報では、大学病院と開業医の間でテレビ会議システムとＩＳＤＮ64 電話回線を用いた双方向静止画及び動画像の伝送実験 [5] が行われている。

現在では、高精細映像を用いた遠隔病理診断[6]や、遠隔放射線画像が注目されており、臓器移植情報ネットワークや大学病院間をつなぐ大学医療情報ネットワーク、通信衛星を用いた医療システムの検討などもが行われている。

医療画像の管理方法として興味領域を用いたＲＯＩ( Region Of Interest)やＲＯＩ－ＨＳ(Region of Interest– Hierarchical Segmentation) [7]、医療動画の表示手法として、Integral Videography [8] などの研究が行われている。これらの研究は、医療システムや医療情報全般の電子化において問題とされていた、生成画像の品質維持などの問題解決のための有効的な手法であり、今後も発展が見込まれる。

### 1.2　現状における問題点

医療画像は高品質であるため、病院間でネットワークを介してデータ共有を行う場合、転送時間や画質保持が問題となる。表１ [1] は医療画像における解像度と画像サイズについてまとめたものである。動画像のフォーマットにおける転送速度と画像サイズについては表2に示す。

| 利用画像 | 解像度（一辺） | 画像サイズ | 備考 |
|---|---|---|---|
| ＣＴ／ＭＲ | 512 | 約 1Mbyte | RGB |
| 胸部X線 | 4000 | 約 64Mbyte | RGB |
| 胃腸内壁画像 | 512 | 約 10Mbyte | RGB |
| 血流ドップラ | 512 | | 動画 |

表１：医療画像例

| フォーマット形式 | 転送速度 | 画像サイズ |
|---|---|---|
| HDTV | 約 100 Mbps ～ 数 Gbps | 1920×1080 |
| DV | 約 40 Mbps | 720×480 |
| H261 | 約 386 Kbps ～1.5 Mbps | 352×288 |
| H323 | 約 386 Kbps ～ | 352×288 |
| MPEG-1 | 約 1.5 Mbps | 320×240 |
| MPEG-2 | 約 4 Mbps ～ | 720×480 |
| MPEG-4 | 約 64 Kbps ～ 2 Mbps | |

表 2：フォーマット形式と転送速度

医療画像を共有する場合、広帯域なネットワーク環境が必要となるため利用環境が限定されてしまう。表 4 は、岩手県の病院における一般的な通信帯域の例を示す。

| | |
|---|---|
| 病院内 ＬＡＮ | LAN（1G bps） |
| 大規模病院間 | 専用回線 |
| 地方病院間 | 岩手情報ハイウェイ（40Mbps） |
| 病院 ― 個人病院間 | 専用線、ISDN （～ 数 Mbps） |
| 病院 ― 診療所 | ISDN（数百 Kbps） |

表 3：病院間に置ける一般的な帯域

上記の表に示すように、病院間によって使用できる帯域が異なる。そのため、広帯域なネットワークで結ばれて

いる病院間では、CT・X 線写真等の共有を行う事が可能であるが、個人病院・地方診療では、帯域幅が低いため、転送する画像サイズを縮小・圧縮し、データ量を減少させるか、あるいはフレームレートを落とす必要がある。しかしながら、圧縮技術を用いて医療画像の共有を行った場合、生成画像の品質が低下してしまうため、診断ミスを誘発する恐れがある。[9]

このような問題を解決する手法として、本研究ではトランスコーディング機能および特定の必要領域抽出機能を用いて、高精細ビデオ映像・医療画像の品質保持を行い医療動画像の共有化を目的とした、新たな遠隔医療支援システムを提案する。

## 2. 遠隔医療支援システム

本研究では帯域幅を十分に確保できないネットワーク環境を想定し、医療動画像を用いた遠隔医療システムの提案を行う（図１）。

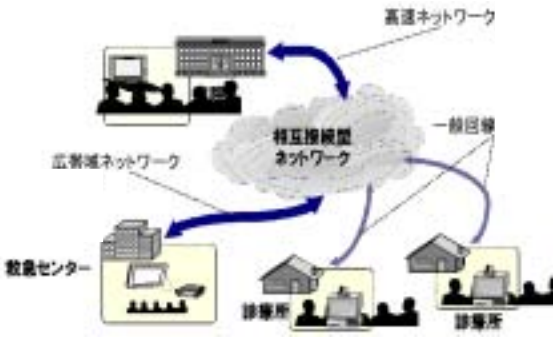


図１：ネットワークモデル図

十分に帯域幅を確保できないネットワーク環境での圧縮・非圧縮動画像データの共有を行うために、本システムではトランスコーディング機能を用いる。トランスコーディング機能では、転送可能なフォーマットに変換し圧縮画像の共有を行い、圧縮画像上に必要領域（動画像を再生する領域）を選択する。圧縮画像上に選択された必要領域を非圧縮画像上から抽出し、非圧縮画像として伝送する。これらの機能を用いることで、全体の圧縮映像と必要領域として抽出された高精細映像を用いて、効率的な動画像転送の実現を図る。

### 2.1 システム構成

本システムは、クライアント・サーバ型でシステムが構成されており、サーバ側では、動画像のキャプチャー及び動画像の管理を行う。利用可能な帯域に適した動画像の転送を行うために、ネットワークリソースの管理及び、必要領域の抽出を行う。クライアント側は、必要領域を指定しサーバへ要求を出す。その後、サーバから取得した非圧縮の必要領域画像の表示を行う。

### 2.2 主な機能

トランスコーディング機能を用いて、抽出された必要領域の動画像転送を実現するために用いるための、主な機能を以下に示す。

(1) ビデオキャプチャー機能

カメラ設置側をサーバ側とし動画像の読み込みを行う。

(2) ユーザ認証機能

(3) ネットワーク帯域管理機能

ユーザ認証終了後、双方における利用可能なネットワークの帯域を把握する。

(4) フォーマット変換機能

利用可能帯域に応じたメディアのフォーマットを決定し変換を行う。

(5) 必要領域抽出機能

① 必要領域動画抽出

② 必要領域静止画抽出

③ 必要フレーム抽出

| | 入力 | 出力 |
|---|---|---|
| パターン1 | 非圧縮動画 | 動画 |
| パターン2 | 非圧縮動画 | フレーム |
| パターン3 | 非圧縮静止画 | 静止画 |

表 4：領域出力パターン

(6) 通信制御機能

① QOS 機能

サーバ・クライアント間で共有される非圧縮動画像の品質保証を管理する。

④　メディア間同期制御機能

動画像映像のストリーミングを行う際の同期制御を行いリアルタイム

⑤　セキュリティ機能

## 2.3 アーキテクチャ

遠隔医療支援システムを実現するための、アーキテクチャを図２に示す。

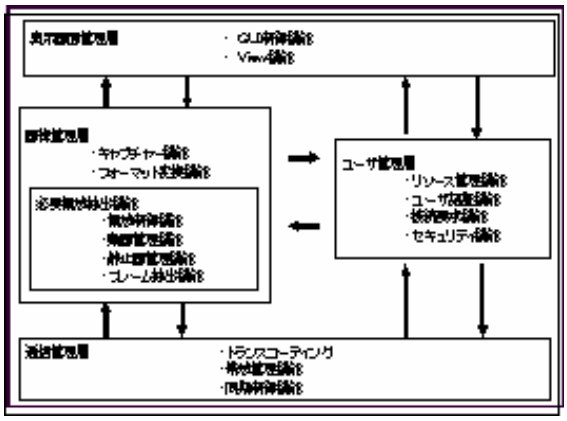

図２：遠隔医療支援システムアーキティクチャ

・　表示画面管理層

サーバ側の表示画面管理機能では、キャプチャー映像・クライアント側が指定した必要領域・動画像に含まれる必要フレームを管理する。クライアント側では、サーバ側から伝送される圧縮動画像、指定した必要領域及びサーバ側で抽出された必要領域動画像・フレームを管理する。

・　画像管理層

ビデオのキャプチャーデータ、メディアフォーマットの変換・クライアント側で指定される必要領域の選択情報の管理・必要領域の抽出処理を行う。

・　ユーザ管理層

各ユーザの利用環境・サーバ及びクライアント間の接続要求管理・切断要求管理・各ユーザの認証管理が行われる。

・　通信管理層

ストリーミング時におけるクライアント・サーバ間の同期の管理、動画像データのトランスコーディングが実行される。ネットワークプロトコは、TCP/IP または UDP を使用する。

## 2.4 画像転送処理

本システムでは、サーバ・クライアント間の帯域に応じてフォーマットを決定する。そのため対象となるメディアを事前に考慮し、トランスコーディング機能を利用する要がある。一方、必要領域処理機能においては、帯域及び対象メディアによって選択可能領域が決定される。動画内のフレームの抽出においても同様である。これらの送受信間での処理を図３に示す。

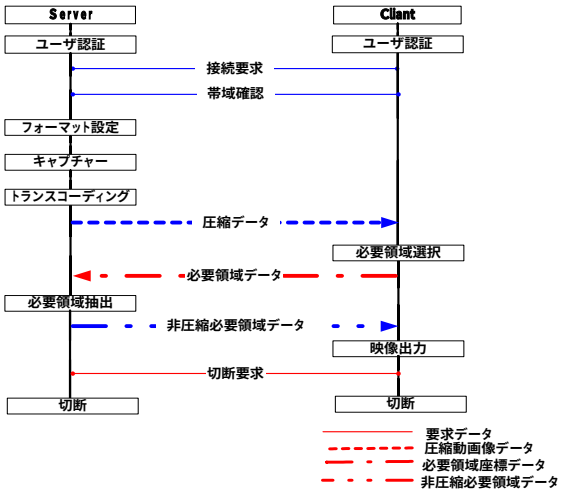


図３：システムの処理フロー

・動画像

はじめにサーバ側（カメラ設置側）はクライアントに対し接続要求を出す。クライアント側は要求を受理し、サーバへ接続確認情報を返信する。接続確立後、サーバは帯域確認を行い、利用可能な帯域を把握し通信可能なフォーマットを決定する。その後、サーバ側でキャプチャーを行い、キャプチャーデータを通信可能なフォーマットに変換（圧縮）する。通信可能なフォーマット変換された動画像はクライアント側へ送信される。クライアントはサーバから送信された圧縮動画像を受信後、その圧縮動画像に対して画面上から必要領域をマウスで指定する。指定された領域情報をサーバへ返信される。サーバは領域情報を受信し、キャプチャーデータから抽出し、抽出された動画像を非圧縮の状態でクライアントへ送信する。

・　静止画

動画中のフレーム抽出（静止画）に置いても同様である。クライアント側はサーバ側でフォーマット変換が行われた圧縮動画像に対して、必要フレームを指定し、その情報をサーバへ返信する。サーバは動画像の中から指定されたフレームを抜き出し、非圧縮静止画としてクライアントへ送信する。この処理を必要に応じて繰り返す。

クライアント及びサーバにおける GUI イメージを図４及び図５に示す。

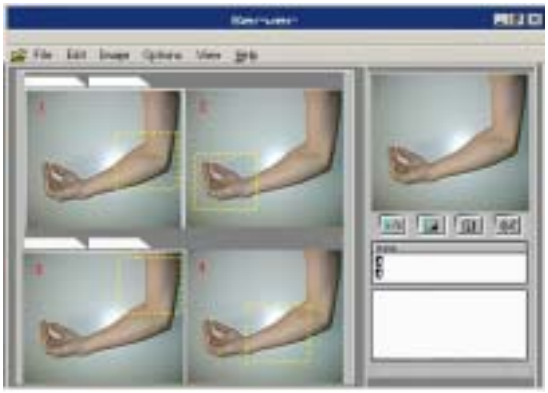

図４：サーバ側の GUI イメージ

図４の一番右の映像は、キャプチャーされた非圧縮の動画を表示し、真ん中及び左に表示されている静止画上に表示されている点線は、クライアント側で指定された必要領域を示す。

図５：クライアント側の GUI イメージ

図５における右側の映像は、トランスコーディングされた動画を示し、左側の写真は圧縮画像であり、真ん中は必要領域として抽出された非圧縮の静止画である。

### 2.5 システムの特徴

本論文で提案するシステムの特徴について述べる。

①　利用者の要求品質を満たした動画像通信

動画像の共有を行う場合、最も問題視されるのが帯域幅と画像の品質である。画像の品質に重点を置いた場合、非圧縮データを扱わなければならず、帯域を確保しなければならない。必要な領域のみを抽出し余分なデータを削除することによって、この帯域と品質のバランスをとり、用途に応じた品質の確保及び利用者の要求に対応した映像転送が可能となる。今回提案するシステムでは、ISDN などの狭い帯域から広帯域ネットワークまで、インターネット環境さえ整っていれば、自由に利用することが可能である。

②　動画・静止画の管理

従来のシステムに比べ、動画・静止画及び圧縮・非圧縮を自由に利用する事ができるため、利用者の要求する動画像の品質を満したデータ共有が可能となる。

③　ネットワーク環境を考慮したデータ転送

通常のストリーミングとは異なり、利用可能な帯域の範囲内で動画像転送を行うため、帯域によって指定可能な範囲は異なるが、品質を維持する事が可能となる。

④　容易なシステム導入

ハードウエアによるトランスコーディングとは異なりソフトウエア上からトランスコーディングを行うため、設定が容易でありまた導入コストを削減できる。

## 3. プロトタイプシステム

プロトタイプシステムとして、岩手県三陸地方の診療所 A と岩手県盛岡市にある、医科大学 B を Japan Gigabit Network、国土交通省、岩手情報ハイウェイ、インターネット・サービス・プロバイダーのバックボーンを利用し実装を行う。また開発言語にはC++を利用し、実験環境は一般的に普及している windows を想定する。本実験では、ネットワーク環境を固定せず、様々な環境化で実装を行い、有効低とその評価を行う。そして、考

案されているシステムとの比較による評価を行い、ハードウエアでトランスコーディングを行った場合との比較及び検証を行う。また医師による評価（実用化やシステムの利用価値）及び、医療関係者を対象としたアンケートによる評価を行う。

図６：プロトタイプシステム

＜評価項目＞

1. 各機能における評価
2. 性能評価
   ① システムの安定性および有効性
   ② 他のシステムとの比較
   ③ 医療従事者によるアンケートの実施
3. ＱＯＳ
4. セキュリティへの対応

## ４．まとめ

本研究では帯域幅を十分に確保できないネットワーク環境で動作するトランスコーディング機能を用いた、遠隔医療支援システムの提案を行った。アーキテクチャとして、本システムにおける機能について述べ、イメージ GUI を示した。今後は、アーキテクチャの詳細部分（ビデオフォーマット形式・プロトコル・PC やカメラなどの使用機器）及びセキュリティ方法について検討し、システムの構築および実装をおこなう。

また、提案した遠隔医療支援システムを様々なネットワーク環境下で実装を行い、各機能及びシステムの有効性について評価を行い、本システムの有効性の確認を行う。

参考文献

[1]山内真樹、若谷彰良 ： 医療画像情報蓄積システムに適した新しい医用画像蓄積方式，画像ラボ，Sep. 1999.

[2]橋本浩二，柴田義孝 ： トランスコーディング機能による柔軟な相互通信環境の実現，マルチメディア通信と分散処理ワークショップ，pp189-194，Oct. 2002.

[3]広島県総務企画部政策企画局情報政策室，大日本印刷株式会社：高速ネットワーク環境での高精細画像の伝送，Japan Gigabit Network Symposium 9th-11th.Oct.2002

[4]香川医科大学医学部，東京大学医学部，北海道大学医学部，町立内海病院，香川労災病院，キナシ大林病院，国立療養所高松病院，坂出市立病院，四国情報通信ネットワーク，横河電気，オリンパス光学工業（株）： ギガビットネットワークを利用した病院間リアルタイムコラボレーション実用化に関する研究，Japan Gigabit Network Symposium 9th-11th.Oct.2002

[5]徐知行，山内一信，池田充，大田圭洋，河合直樹，石垣武勇，岩田章，吉田和雄 ： テレビ会議システムを用いた医用画像伝送の検討， 第17回医療情報学連合大会，Nov. 1997.

[6]嶋本薫 ： 医療画像遠隔診断実験，遠隔医療ワーキング電子フォーラム，2-8，http://www.tsj.gr.jp/spws/tmwg/indexj.htm.

[7]山内真樹、若谷彰良 ： 医用画像情報蓄積システムの要素技術 - 興味領域を考慮した医用画像可逆圧縮法 -，Matsushita Technical Journal，1999.

[8]廖洪恩，岩原誠,小池崇文，波多伸彦，佐久間一郎，土肥健純 ： 画像誘導手術のためのマルチプロジェクションIntegral Videography表示システムの開発，第11回日本コンピュータ外科学会大会，pp97-98，2002.

[9]小野定康，鈴木純司，古川功 ： 医療情報通信の現状と今後の動向，電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J83-D-II No.1 pp42-53，Jan. 2000.