

学位論文題名

ハイビジョンと高速デジタル回線による遠隔医用画像  
伝送システムの構築実験について

学位論文内容の要旨

目的]

北海道は広大な地域を抱えており、面積に比して人口が少ない地域特性を有している。さらに加えて札幌などへの人口集中が進み、離島を含む辺地で過疎化が進行している。同時にこれらの地域では都市部に比較して医療施設の数等に大きな格差があり地域住民の健康を守る上で大きな問題となっている。

近年医療現場においても電算機による種々の医療情報システムの構築が急速に進められて来ている。その中で画像情報は扱われるデータ量が多いため情報システム化が遅れていたが、院内Local Area Network (以下LAN) を用いCRT上で画像診断を行う画像情報管理システム (Picture Archiving and Communication System以下PACS) が実運用される段階に入っている。医療情報の中で特に画像情報を遠隔地に正確に伝えるシステムが構築されるならば、このような現状の問題点の多くは解決される。種々の遠隔画像伝送システムの構築が試みられ、運用が行われているが、これらのシステムは通常のテレビビデオ (以下TV) カメラを入力装置とし、伝送系としては公衆回線が多く使用されている。しかし、これらのシステムでは画質及び伝送速度に改良の余地が残されている。

地域医療水準の向上を目的に入力系に高解像度を有する高品位テレビジョン即ちハイビジョン (High Definition Television以下HDTV) カメラを用い、伝送系に高速デジタル回線 Integrated Services Digital Network (以下ISDN) を用いた遠隔画像伝送システムの構築実験を試みた。

方法]

画像伝送システムは、1) 画像入力系、2) システム制御系、3) 伝送系、4) 画像出力系から構成される。

画像入力系として市販のHDTVカメラ及びTVカメラを用いた。

システム制御系としては、HDTVカメラ利用方式では市販のパーソナルコンピュータ (以下パソコン) を用い、市販のアプリケーションソフトを基盤に独自にソフトを開発した。TVカメラ利用方式では日本電信電話株式会社 (NTT) 製の市販システムを用いた。

伝送系にはNTTの高速デジタル回線ISDNのINSネット64とINSネット1500を用いた。INSネット64では通常の音声通信に用いられる64Kbit/S二本を束ねて128Kbit/sでの通信が可能であり、実験においては128Kbit/sにて送信を行った。その場合通信時間は1/2に短縮され、画像伝送など大容量のデータを送信する場合にはより有利となる。

病院間画像伝送実験として奥尻町国民健康保険病院と北海道大学医学部附属病院間を通

信回線で結んで画像伝送を行った。INSネット1500はより高速な送信が可能であるが、提供地域が限定されているため病院間の伝送実験ではINSネット64のみを使用し、事前にINSネット64とINSネット1500の伝送速度の比較のための実験を別に行った。

画像出力系としてはHDTVモニタおよびTVモニタを用いた。画像伝送に使用した画像は、胸部X線画像、頭部CT画像、腹部CT画像である。胸部X線写真のデータ量は約5MB、頭部CT画像及び腹部CT画像のデータ量は約150KBである。国際標準化機構と国際電信電話諮問委員会の共同規格のJPEG (Joint Photographic Expert Group) 方式により画像圧縮をソフト的に行い1/5、1/20にそれぞれデータ圧縮した。

胸部X線画像、頭部CT画像、および腹部CT画像について、転送された画像を原画像と比較しながら複数の医師により総合的な画質の評価を5段階に分類し、原画像と全く同等に読影可能なものを5、原画像には劣るがほぼ同等に読影可能なものを4、原画像に劣るが何とか読影可能なものを3、一部は読影可能だが臨床上は使用不可能なものを2、全く読影不可能なものを1とした。実際の診療にあたっては5、4段階までが許容範囲と考えた。

結果]

#### 1) 画像伝送時間について

病院間画像伝送実験において、画像取り込み時間はHDTVカメラで24秒、TVカメラで41秒とHDTVカメラの方が短かった。画像圧縮に要した時間はHDTVカメラ取り込みの1/20圧縮画像では10秒で、1/5圧縮画像では2分15秒、TVカメラ取り込みの1/20圧縮画像では52秒であった。画像伝送と表示に要した時間はHDTVカメラ取り込みの1/20圧縮画像で13秒、1/5圧縮画像で45秒であり、TVカメラ取り込みの1/20圧縮画像では39秒であった。

画像の入力から伝送・表示までに要した時間は、HDTVカメラ利用方式で128Kbit/sで送信した時に、1/20の圧縮画像では1分程度で画像が伝送表示されており、実運用には十分使用可能と考えられた。しかし1/5圧縮画像ではデータ量が増加するために画像伝送表示に4分程度を要し、緊急時などでの利用には支障が生ずる懸念がある。1/5圧縮では多くの時間をファイル圧縮に費やしており、ソフトの改良により改善可能と思われた。

また別途行った通信回線による伝送速度比較ではHDTVカメラを用いて撮影されたCR画像の画像伝送時間は1.5Mbit/s (INSネット1500) では12秒、128Kbit/s (INSネット64) では29秒であった。128Kbit/sは1.5Mbit/sの2倍強の時間を要したが、実運用には影響ないと考えられた。

#### 2) 画質評価について

頭部CT画像および腹部CT画像はHDTVカメラ利用方式およびTVカメラ利用方式の両方において1/5、1/20それぞれの圧縮率においても5の評価であり、実際の診断においてはHDTVカメラ、TVカメラ双方において実質的な差異はないと考えられた。画像に写し込まれている細かな付帯文字情報について比較するとTVカメラ画像に比してHDTVカメラ画像の方がより鮮明に判読可能であった。実際の診療現場においてはこれらの文字情報も伝達必要な情報であり、この点でHDTVカメラ利用方式の方が有利と考えられた。胸部X線画像については、TVカメラ画像は3の評価に留まり、実運用においての信頼性に多少欠けると思われた。一方HDTVカメラ画像では1/5、1/20の画像において4の評価であり、HDTVカメラの優位性が示された。

結語]

遠隔画像伝送システムは地域医療水準向上のために必要不可欠なシステムである。HDTVカメラと高速デジタル回線を用いた新しい遠隔画像伝送システムを試作し、CT画像・X

線画像を用いて、画像伝送時間・画質について性能評価を行った。CT画像では十分実運用可能であり、X線画像については今後さらに表示端末の改良が望まれるものの実運用には支障無いと結論された。

# 学位論文審査の要旨

主査	教授	北  畠	顯
副査	教授	金  田	清  志
副査	教授	小  林	邦  彦
副査	教授	宮  坂	和  男

## 学位論文題名

### ハイビジョンと高速デジタル回線による遠隔医用画像 伝送システムの構築実験について

北海道は広大な地域・医療圏を抱えており、札幌などへの人口集中が進む中で、医療の過疎化が進行し、地域住民の健康を守る上で大きな問題となっている。また急速に発展している画像診断技術の進歩に見合うだけの画像読影専門医が不足しており、専門医療の面から見ると辺地での医療過疎はさらに進行している。必要な時に必要な専門医のコンサルテーションを受けられるシステムの構築により、専門医の不足を補うことが可能となる。この方策として種々の遠隔画像伝送システムの構築が試みられ運用が行われているが、従来のシステムは通常のテレビビデオ（以下TV）カメラを入力装置とし、伝送系としては公衆回線が多く使用されており、画質及び伝送速度の点で不十分であった。地域医療水準の向上を目的に入力系に高解像度を有する高品位テレビジョン（以下HDTV）カメラを用い、伝送系に高速デジタル回線（以下ISDN）を用いた遠隔画像伝送システムの構築実験を試み、画像伝送時間・画質について従来の方法との比較評価を行った。

画像入力系として市販のHDTVカメラ及びTVカメラを用いた。HDTVカメラ、TVカメラからの入力にあたってはX線写真、CT写真をライトボックスにかけ透過光にて撮影し、焦点はカメラファインダー及び入力用画面を観察しながら手動にて調整した。システム制御系として市販のパーソナルコンピュータを用い、市販のアプリケーションソフトと独自に開発したソフトを用いた。伝送系にはNTTのINSネット1500（1500Kbit/s）とINSネット64（64Kbit/s）とを用いた。INSネット64は、二本を束ねて128Kbit/sにて送信を行った。画像出力系としてはHDTVモニタおよびTVモニタを用いた。画像伝送に使用した画像は、胸部X線画像、頭部CT画像、腹部CT画像である。JPEG方式により画像圧縮をソフト的に行い1/5、1/20にそれぞれデータ圧縮した。転送された胸部X線画像、

頭部CT画像、腹部CT画像について原画像と比較しながら画質の評価を行った。

画像の入力から伝送・表示までに要した時間は、1/20の圧縮画像では1分程度で画像が伝送表示されており、実運用には十分使用可能と考えられた。しかし1/5圧縮画像ではデータ量が増加するために画像伝送表示に4分程度を要したが、多くの時間をファイル圧縮に費やしており、ソフトの改良により改善可能と思われた。

頭部CT画像および腹部CT画像はHDTV方式およびTV方式の両方において1/5、1/20それぞれの圧縮率において良好な画像が得られ、実際の診断においては実質的な差異はないと考えられたが、画像に写し込まれている細かな付帯文字情報がより鮮明に判読可能である分、HDTV方式の方が有利と考えられた。胸部X線画像については、TV方式は実運用における信頼性に欠けると思われた。一方HDTV方式では濃度分解能の点で改良が望まれるものの実運用には支障ないと考えられた。

遠隔画像伝送システムは地域医療水準向上のために必要不可欠なシステムである。HDTVカメラと高速デジタル回線を用いた新しい遠隔画像伝送システムを試作し、CT画像・X線画像を用いて、画像伝送時間・画質について性能評価を行った。CT画像では十分実運用可能であり、X線画像については今後さらに表示端末の改良が望まれるものの実運用には支障無いと結論された。

学位論文公開発表は平成8年2月5日午前9時30分より医学部臨床大講堂において行われた。申請者はスライドを用いながら約20分に渡って学位論文内容の発表を行った。その後、宮坂和男教授から伝送時間、画像データのオンライン入力方法について、小林邦彦教授から画質向上・ファイル変換効率の可能性、画像検討に際しての支援ツール、心電図・脳波などの伝送について、金田清志教授から画像処理方法、画像表示時間、診断過誤の際の診断責任、デジタル画像の改変の問題、画像のデジタイザ入力について、北島顕教授より遠隔画像伝送システムを実際に運用させるまでの道筋とコストパフォーマンスについて質問があった。いずれの質問に対しても申請者は具体的に詳細に豊富な知識に基づいて明快に回答した。出席者はおよそ10名で質疑応答の時間は約20分と10分程延長して遠隔画像情報システムの将来展望も含めて熱心に討議された。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、日頃の医療情報分野における実践も併せて、申請者が博士（医学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。