

# 心臓病の新生児のためのスケーラブル映像符号化技術による 地域医療連携支援システムの研究開発 (102302001)

Application of real time scalable video coding to cardiac ultrasound images  
for telemedicine of neonatal heart disease

## 研究代表者

小山耕太郎 岩手医科大学医学部

Kotaro Oyama, Iwate Medical University School of Medicine

## 研究分担者

澤井高志<sup>†</sup> 猪飼秋夫<sup>†</sup> 藤野雄一<sup>††</sup> 藤井 寛<sup>†††</sup> 高木基宏<sup>†††</sup> 大平 隆<sup>††††</sup> 柿沼博一<sup>††††</sup>

Takashi Sawai<sup>†</sup> Akio Ikai<sup>†</sup> Yuichi Fujino<sup>††</sup> Hiroshi Fuji<sup>†††</sup> Motohiro Takagi<sup>†††</sup>

Takashi Oodaira<sup>††††</sup> Hirokazu Kakinuma<sup>††††</sup>

<sup>†</sup>岩手医科大学医学部 <sup>††</sup>公立はこだて未来大学 <sup>†††</sup>日本電信電話株式会社 NTT サイバー研究所

<sup>††††</sup>株式会社 NTT 東日本 - 岩手

<sup>†</sup>Iwate Medical University School of Medicine <sup>††</sup>Future University Hakodate

<sup>†††</sup>NTT Cyber Space Laboratories, NTT Corporation <sup>††††</sup>NTT East-Iwate

研究期間 平成 22 年度～平成 23 年度

## 概要

①Scalable Video Coding (SVC) に準拠するフル HDTV 対応リアルタイムスケーラブル映像符号化技術を新生児の心臓超音波動画の遠隔読影に用いて、いつでも、どこでも、どのような機器・ネットワーク環境であっても、専門医が安全、効率的に動画を読影できる環境を構築し、専門医委員会がその有効性を評価して、当該技術の遠隔診断への適用の可能性を検証した。

②心臓超音波検査のリアルタイム動画診断用双方向遠隔アノテーションシステムを構築し、その基本機能を検証した。

## Abstract

We evaluated applicability of H.264/SVC to neonatal tele-echocardiography. Echocardiograms of newborns with critical congenital heart disease were encoded into multiple layers for scalability and transmitted to decoders in various devices including tablet PC through the network with limited bandwidth or packet loss. A panel of pediatric cardiologists subjectively assessed transmitted images for suitability for telemedicine. The subjective assessments were compared with objective quality metrics. We also devised and evaluated a pilot bidirectional remote annotation system.

## 1. まえがき

北海道に次ぐ面積をもつ岩手県は、全国一少ない小児科医が盛岡市とその周辺に偏在しており、その他の医療圏では基幹病院であっても少数の小児科医が勤務するのみである。新生児の約 1%に発生する先天性心臓病は、出生直後に発症し、急速に重篤化することから、乳児死亡の主な原因であり、その診療体制の確立は、特に岩手県の小児医療にとって大きな課題である。

岩手医科大学では県内の拠点病院をつなぐテレビ会議システムを用いて、新生児の心臓超音波動画を受信し、診療支援を行っている。しかし、遠隔診断はテレビ会議システムを設置した環境でしか利用できず、専門医が自宅にいる場合や出張中には遠隔診療が困難である。また、専門チームが症例検討するには診断拠点を集合しなくてはならず、緊急時の迅速な対応の障害となっている。

複数の専門家が異なるネットワーク環境と異なる解像度の端末を用いてある一つの症例検討を同時に行う場合、端末毎に最適な映像データを効率よく送信できなければならない。

本研究では強いエラー耐性とビットレートや解像度に関する柔軟なスケーラビリティを有する H.264/SVC を用いて、救命救急医療の対象であり、微細で複雑な形態を有

し、拍動が速いことから動画による遠隔診断が最も困難と考えられる新生児心臓病の遠隔診断システムの開発を目指した。また、高度な知識と技術を要する心臓超音波画像診断の専門医を地域で育成するため、遠隔地にいる専門医と動画を共有しながら効率的な指導を受けられる遠隔指導環境の構築を目指した。

## 2. 研究内容及び成果

①遠隔診断のための SVC 符号化心臓超音波動画の品質評価

(1) SVC コーデックを用いた心臓超音波動画配信・評価システムの構築

新生児の臓超音波動画を、符号化パラメータを変化させて SVC で符号化し、LAN と実広域網を通して映像再生端末に配信し、画質を評価する、SVC エンコーダ、エキストラクタ、デコーダ部分からなる心臓超音波画像配信評価システムを構築した。

(2) 配信・評価システムを用いた再生画質評価

画質の評価実験を、ローカル環境、広域ネットワーク環境、モバイル環境の 3 つの環境で行った。SVC 符号化データの解像度とビットレートを変化させ、符号化による画質変化について主観評価と客観評価を行った。評価映像は

入力解像度 640x448 で、フレームレートはモノクロ 39 fps、カラー 16~29 fps である。空間スケーラビリティは 3 階層 (640x448、320x224、160x112)、圧縮パターンは 4 種類 (0.5 Mbps、1Mbps、2Mbps、非圧縮) とした。セキュリティの確保は広域ネットワーク環境では VPN 構成により、モバイル端末では IPsec により行った。

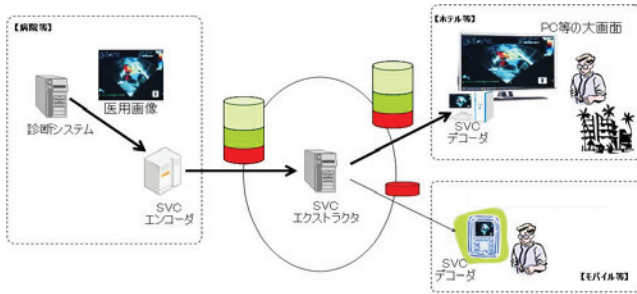


図 1. スケーラブル映像符号化技術を用いた心臓超音波動画画像配信・評価システム

日本小児循環器学会所属の専門医 15 名を被験者として、心臓超音波画像配信・評価システムを用いて主観評価を行い、画質評価データを収集した。本実験では、画質の劣化度ではなく、画像による診断の可否を、「0：診断できる可能性なし」から「1：普段診断している画像と遜色ない」の間で点数化した。



図 2. 専門医による心臓超音波動画画像の主観評価実験

評価値を専門医が画像のみで診断ができる確率であると仮定すると、広域ネットワークを介した場合、50%を超えるためには解像度 640x448 で 1Mbps 以上が求められた。

モバイル環境における解像度 320x224、1Mbps の画像の評価値はモノクロ 0.32、カラー 0.37 であった。

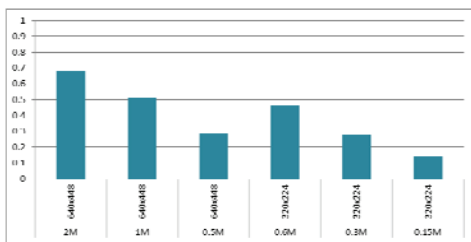


図 3. 主観評価（広域ネットワーク、カラー）

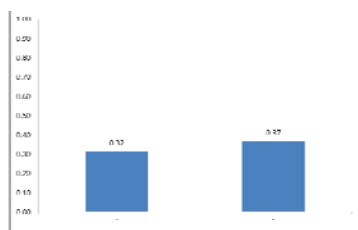


図 4. 主観評価（モバイル、モノクロ・カラー）

(3) 画質データ評価による SVC の最適な符号化パラメータの決定

伝送可能なビットレートと遠隔診断可能な画像符号化パラメータの関係を分析した。1Mbps 未満の帯域制限が

ある場合、解像度の最上位階層の圧縮率を上げるよりも、解像度の階層を下げる方が品質の良いことが示された。

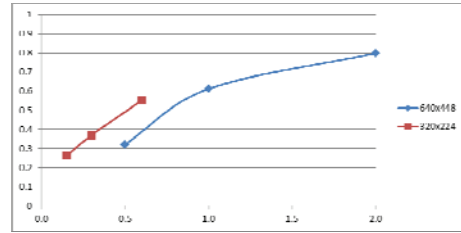


図 5. 主観評価と解像度、ビットレートの関係（広域ネットワーク、カラー）

(4) 端末での表示映像の主観品質を客観品質から推測可能かどうかを確認するために、実験結果について主観画質と客観画質の関係を求めた。

ローカル環境、広域ネットワーク環境のいずれにおいても主観画質は PSNR と高い相関を示した。

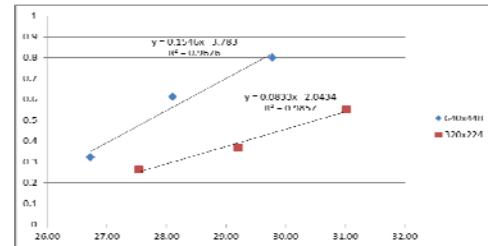


図 6. PSNR と主観評価の関係（広域ネットワーク、カラー）

②リアルタイム動画画像診断用双方向遠隔アノテーションシステムの構築と評価

心臓超音波動画画像に矢印などを重畳させるアノテーション機能と双方向画像通信装置とを組み合わせ、ネットワークを介して双方がアノテーション機能を操作可能な環境を構築した。このシステムの有用性について、専門医 15 名を被験者とする主観評価実験を実施し、高評価を得た。

### 3. むすび

H.264/SVC を用いた新生児心臓超音波動画画像遠隔診断システムが、医療過疎地域による専門医の共有を容易にし、適切な医療支援を行う上で有力な手段となり得ることが示された。また、モバイル環境のような狭帯域においては、解像度を保持したまま圧縮率を上昇させるよりも、解像度の階層を下げる方が高品質を得られる可能性が示された。これらの研究成果は新生児や心臓病の医療に限らず、広範な年齢層と多様な病態を対象とした地域医療連携や遠隔教育へ展開できると期待される。

#### 【誌上发表リスト】

- [1] 藤井寛、早瀬和也、小山耕太郎、大平隆、柿沼博一、藤野雄一、澤井高志、猪飼秋夫、“遠隔画像診断のための心臓超音波画像への SVC 適応可能性検討” 信学技報 2011 ; 111 : 37-41.
- [2] 高木基宏、藤井寛、小山耕太郎、大平隆、柿沼博一、藤野雄一、澤井高志、猪飼秋夫、“遠隔画像診断のための SVC 符号化された心臓超音波画像の主観品質評価” 信学技報 2011 ; 111 : 239-244.
- [3] 小山耕太郎、高橋信、早田航、澤井高志、猪飼秋夫、高木基宏、藤井寛、大平隆、柿沼博一、藤野雄一、“リアルタイムスケーラブル映像符号化技術を利用した心臓超音波動画画像の遠隔診断”、第 48 回日本小児循環器学会総会・学術学会（京都）（2012 年 7 月 5~7 日）