

# AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

日本遠隔医療学会雑誌 (2008.10) 4巻2号:271～272.

JPEG2000を用いた眼科手術動画像伝送システムの限界品質評価

林弘樹, 下野哲雄, 吉田晃敏

# JPEG2000 を用いた眼科手術動画像伝送システムの限界品質評価

林弘樹<sup>1) 4)</sup>、下野哲雄<sup>2) 4)</sup>、吉田晃敏<sup>3) 4)</sup>

<sup>1)</sup> 旭川医科大学医工連携総研講座、<sup>2)</sup> 東海大学生体機能科学科、<sup>3)</sup> 旭川医科大学眼科学講座、<sup>4)</sup> 情報通信研究機構

## 要旨

本研究では、眼科領域における遠隔手術支援システムの開発を目指し、手術顕微鏡で撮影された HD 動画像を狭帯域環境下でも実用的な画像品質で観察できる圧縮伝送方式を検討している。本稿では、画像中における観察者の興味領域 (ROI) のみを伝送した際の画像が遠隔手術支援に耐えられる品質であるかどうかを、8名の眼科医を評価者とする主観評価実験で検証した。その結果、実験に使用した白内障手術に関しては、実用可能となる条件が存在することを明らかにした。また、ROI のサイズが小さくなるほど画質に対する要求が厳しくなることも確認した。

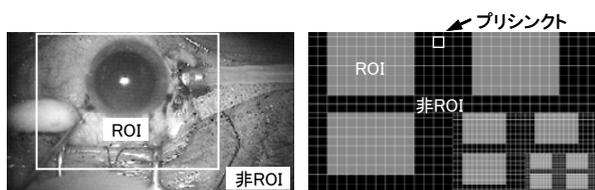
キーワード：遠隔手術支援、眼科手術画像、画像符号化、画像伝送、JPEG2000、ROI

## 1. はじめに

本研究では、眼科領域における遠隔手術支援システムの開発を目指し、手術顕微鏡で撮影された HD 動画像 (1920×1080 画素、30 コマ/秒、フルカラー) を狭帯域環境下でも実用的な画像品質で観察できる圧縮伝送方式を検討している。眼科医は、画像中における手術器具の先端や患部を注視することが多いため、そのような興味領域 (ROI: Region of Interest) を高画質に伝送し、それ以外の領域 (非 ROI) に割り当てるビット量を制限することで、狭帯域でも実用品質の保証が可能となる<sup>1)</sup>。ただし、観察者が設定する ROI の位置とサイズを伝送中いつでも変更できることが条件であり、通信帯域に余裕が生じた場合は ROI のサイズを自動的に拡大させる必要がある。さらに、ROI の位置を眼球の動きに追従させる処理も求められる。このような機能的要件を実現するため、圧縮方式として JPEG2000<sup>2)</sup> を採用し、観察者が設定する ROI や通信帯域に応じてフレーム単位で伝送品質を制御する方式を提案してきた<sup>3) 4) 5)</sup>。提案手法では、ROI の品質保証を最優先とするため、通信帯域が極端に狭くなった時は非 ROI に割り当てるビット量をゼロとしているが、そのような画像品質が遠隔手術支援に耐えられるかどうかについては明らかにしていない。そこで本稿では、提案手法によって ROI のみを伝送した際の画像品質が実用に耐えられるかどうかを主観評価実験によって検証したので報告する。

## 2. 提案手法

図 1 に示すように、JPEG2000 のプリシント構造を利用して符号化データ中の ROI と非 ROI を区別し、プリシント単位によるポスト量子化ならびに ROI サイズの制御を行うことで図 2 のような品質制御を実現した。帯域が広い時は、図中①のように画像全体を ROI として扱い、帯域不足



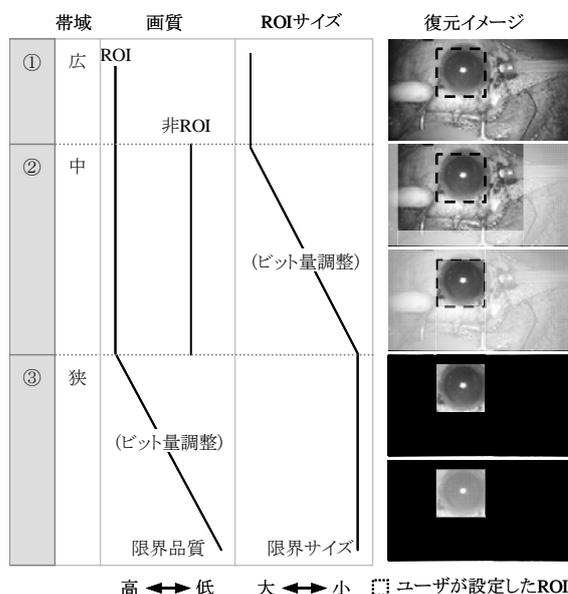
画像上に設定したROI 符号化データ上に設定したROI

【図 1】 JPEG2000 プリシント構造を利用した ROI 設定

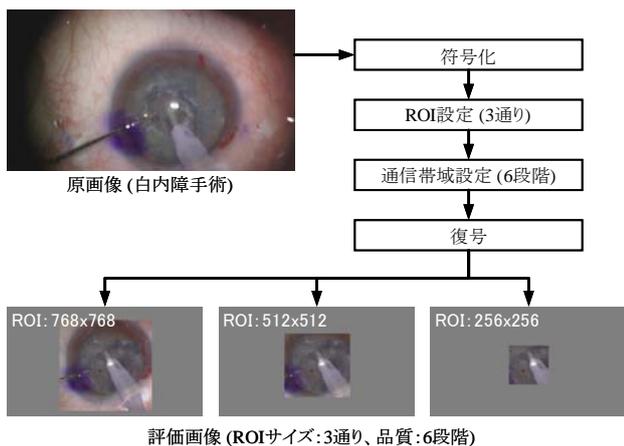
の時は②のように ROI のサイズを制御することで伝送ビット量を調整する。このとき、非 ROI についても手術の様子が概ね把握できる程度のビットを割り当てる。また、ROI のサイズは画像全体から観察者が設定したサイズまでの範囲で制御する。さらなる帯域不足によって観察者が設定した ROI のサイズを維持できなくなった時は、③のように非 ROI に割り当てるビット量をゼロとし、ROI のサイズを維持したまま同領域の画質低下によって伝送ビット量を調整する。以降では、③の復元画像に対する実用性を評価するとともに、適用可能な限界の ROI サイズならびに画質を明らかにする。

## 3. 評価方法

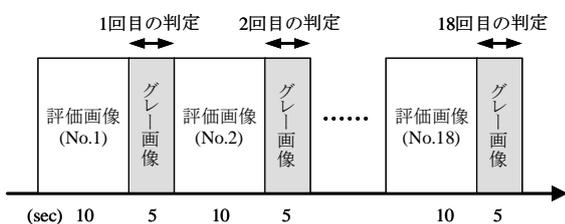
評価画像の作成手順を図 3 に示す。評価の対象として、白内障手術の動画像中から眼球が頻繁に動く場面 (10 sec) を選定した。それを、フレーム単位で符号化した後、3 通りの ROI サイズ (768x768、512x512、256x256 画素) と 6 段階の画像品質 (輝度 Y の PSNR: 40.98、38.22、38.10、37.36、35.97、33.68 dB) で復元されるように伝送ビット量を調整した。なお、PSNR が 40.98 dB の評価画像は、主観的に画



【図 2】 通信帯域と画質/ROI サイズの関係



【図3】 評価画像の作成手順



【図4】 提示方法

質劣化がわからない程度の品質である。作成した計 18 通りの評価画像は、図 4 の手順で 21 inch CRT モニタに提示した。ただし、提示順はランダムで決定した。評価者である 8 名の眼科医は、提示した評価画像の ROI を 3H(約 0.9 m) の距離から注視し、評価画像の提示が終わってから次の評価画像が提示されるまでの 5 sec 以内に、先の提示画像が実用に耐えられる品質であったかどうかを表 1 の 5 段階評価尺度に従って判定した。以上の手順を、評価者 1 名につき 1 回ずつ試行した。

#### 4. 結果

ROI サイズ別に集計した実験結果を図 5 に示す。同図のグラフ x 軸は輝度(Y)の PSNR、y 軸は評価者 8 名の評価点平均を示している。なお、表 1 の 5 段階評価尺度を踏まえ、ここでは評価点平均が 1 以上となる条件を遠隔手術支援に実用可能な画像品質であると判断することとした。

実験結果から、まず、ROI のサイズを 256×256 画素にした場合は、どのような画質であっても実用不可であることが分かった。また、ROI のサイズが 512×512 画素の時には、実用可能な PSNR の限界値は 38.10 dB、768×768 画素の時には、37.36 dB であることが明らかになった。

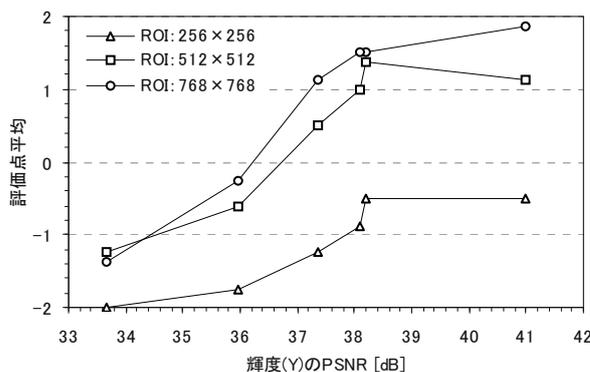
以上のことから、(1)利用可能な回線帯域によっては ROI のみを伝送することの実用可能性があること、(2)実用可能な ROI のサイズにも限界があること、(3)ROI のサイズと画質にも関係があり、ROI のサイズが小さくなるほど画質に対する要求が厳しくなることが確認できた。

#### 5. 考察

実験結果より、ROI サイズが 512×512 画素の場合と 768×768 画素の場合のそれぞれの限界 PSNR を再現するために

【表 1】 5 段階評価尺度

評価点	評価尺度
2	(実用に)耐えられる
1	ほぼ耐えられる
0	どちらとも言えない
-1	やや耐えられない
-2	耐えられない



【図5】 実験結果

必要な伝送ビットレートを求めたところ、いずれも約 6.5 Mbps であった。このことは、ROI サイズや PSNR に問わず遠隔手術支援に必要な最低帯域が一定である可能性を示唆するものである。ただし、手術症例によっては要求品質が異なることも考えられるため、様々な症例を対象に同様の評価を行う必要がある。

#### 6. まとめ

本研究が提案する眼科遠隔手術支援システムにおいて、観察者の興味領域である ROI のみを伝送した場合の画像が実用に耐えられる品質であるかどうかを主観評価実験で検証した。その結果、白内障手術については実用可能であることを確認した。今後は、他の症例に対しても同様の評価を行い、症例別の限界品質を明らかにする予定である。

#### 参考文献

- 1) 林、下野、三田村、他. オンデマンド型医療情報ネットワークの研究開発—3D-HDTV眼科手術動画のROI符号化方式に関する基礎的検討—. 日本遠隔医療学会雑誌 2005 ; 1 (1) : 106-107
- 2) ISO/IEC 15444-1. JPEG2000 Part1 final draft international standard. 2000.
- 3) 林、吉田、下野. 眼科手術画像からの注目領域の自動抽出法. MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY 2005;23(4) :244-249
- 4) 林、橋本、小池、他. ROIのサイズ可変制御機能を有する眼科手術動画の圧縮伝送方式に関する基礎的検討. 信学総大 2007 ; D-7-18 : 91
- 5) 林、橋本、小池、他. JPEG2000を応用した眼科手術動画の伝送品質制御法に関する検討. 信学総大 2008 ; D-7-5 : 102