

氏名(本籍)	さか べ ふみ お (静岡県) 坂部史生(静岡県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第6064号		
学位授与年月日	平成24年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	リスク発見を支援する手術映像保存システムに関する研究		
主査	筑波大学教授(連携大学院)	工学博士	樋口哲也 (産業技術総合研究所)
副査	筑波大学教授	博士(工学)	安永守利
副査	筑波大学教授(連携大学院)	工学博士	坂上勝彦 (産業技術総合研究所)
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	福井和広
副査	筑波大学准教授(連携大学院)	博士(工学)	村川正宏 (産業技術総合研究所)

論文の内容の要旨

本論文は手術室の状況を記録した映像から、手術中の動作に含まれるリスクを発見可能な、手術映像保存システムについて述べている。従来、このようなシステムを普及する上で課題であった二つの問題点(解析の多大な手間、保存すべき映像のデータ量増加)を同時に解決する方式を提案している。

提案システムでは、手術映像に含まれる出現頻度が低い動作シーンにリスクが潜んでいると仮定する。手術室におけるリスクとは、物が台から落ちるなどの小さなトラブルや、人や機器の出入りが激しい手術工程の区切りに潜んでおり、これらは出現頻度が低い。そこで手術映像に含まれるリスクの発見につながるシーン(出現頻度が低い動作シーン)を自動的に提示することで、リスクの発見の手間を低減する。さらに、リスクの発見につながるシーン(出現頻度が低い動作シーン)ほど高品質に、その他(出現頻度が低い動作シーン)を低品質に保存することで手術映像全体のデータ量を削減する。

出現頻度が高い動作シーンは、CHLAC特徴と部分空間法を用いて統計的に学習し、通常からの逸脱度を算出する。この逸脱度が高いほど、出現頻度が低い動作シーンとして符号化効率を低く設定し、高品質に残し、更に「しおり」を付加することで解析の手間を軽減する。一方、逸脱度が低いほど出現頻度が高い動作シーンとして符号化効率を高く低品質にするので保存データ量を小さくできる。8.5時間の手術映像を用いた実験の結果、提案システムは医師が重要だと考えるシーンを100%高品質で提示することができた。またデータ量を約86.3%削減することに成功した。これらの結果より、手術映像中の出現頻度が低い動作にリスクが潜むと仮定した提案システムの有効性を実証している。

審査の結果の要旨

昨今、ビッグデータという言葉が頻繁に見かけることが多いが、大容量データから如何にして真に有用な情報を抽出するかが世界的にも重要な課題として認識されつつある。本論文は、医療事故と訴訟事例の増加を背景として注目されている手術映像保存システムという新たな領域を選び、膨大な手術映像からのリスク情報の発見方式、保存データの削減手法を、医師と連携しながら開発した。手術映像保存システムという限られた応用ではあるものの、本論文で開発された手法は他のビッグデータ応用にも適用しうるものであり、新規性、また産業界への貢献という点でも高く評価できる。

審査においては、主に次の2点について討議がなされた。第一に、高品質画像での保存基準であるが、本論文ではCHLACで計算した通常からの逸脱度について下限ポイントを設定し、その値以上のシーンをリスク発見に重要なシーンとして高品質で保存している。論文で述べた5つの手術症例においては、医師が重要と認めるシーンが漏れなく高品質で保存されており問題はないものの、現在その下限ポイントは手動で決めているため、本提案の普及のためにはその下限ポイントの自動設定の手法が課題となる。この手法開発のためには医師との綿密な連携による事例の積み上げが必要と考えられる。第二の点として、出現頻度の低いシーンの検出のために本論文ではCHLACを用いているが、CHLACの場合、俯瞰的な奥行きのある画像の場合、画像特徴の抽出が十分ではない場合があるという指摘が一部にある。本論文で扱った画像は、麻酔医からのアングル映像であり、撮影対象物（患者）との距離が一定のため、この懸念はない。しかし、手術室で動きが激しい看護師の映像は奥行きのある画面となり、CHLACでの特徴抽出により、リスク発見に真に必要なシーンが検出できるかは今後確認を要すると考える。

このような討議がなされたものの、これらは本研究の本質的な優位性を損なうものではなく、新規性、波及効果の高さは十分に認められた。

平成24年2月3日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。