

수술영상에서 위험상황 회피를 위한 수술 도구 위치 추적 기법

이동현¹, 류지원², 최재순³, 김희찬⁴

¹서울대학교 대학원 협동과정 바이오엔지니어링

²삼성전자 종합기술원, Future IT 연구소, Medical System Laboratory

³고려대학교 의과대학 BK21 의과학사업단, 한국인공장기센터

⁴서울대학교 의과대학 의공학교실, 의학연구원 의용생체공학연구소

A Surgical Instrument Tracking Technique for Avoiding Emergency in Image of Surgery

D. H. Lee¹, J. W. Ryu², J. S. Choi³, H. C. Kim⁴

¹Interdisciplinary Program, Bioengineering Major, Graduate School, Seoul National University, Seoul, Korea

²Medical System Laboratory, Future IT R&D Center, Samsung Advanced Institute of Technology

³Brain Korea 21 Program for Biomedical Science, College of Medicine, Korea Artificial Organ Center, Korea University, Seoul 136-705, Korea

⁴Department of Biomedical Engineering, College of Medicine and Institute of Medical and Biological Engineering, Medical Research Center, Seoul National University, Seoul, Korea

hckim@snu.ac.kr

Abstract

Robot-assisted surgery, specially, minimal invasive procedure has been growing over the past years rapidly. However, there are still several problems in the robotic surgery. By providing preventive caution to surgeons, which is an advanced universal vision technique for tool tracking, resolving this issue. The methods that color and morphological information are used to segment the features, and a Kalman filter is applied for robust tracking of the object locations to reduce error are proposed in the study. Performance for surgical instrument localization was estimated by root mean square error comparisons and instrument trajectory comparison. Therefore, this study could minimize medical injuries during the robot-assisted surgery.

연구 배경

지난 몇 년간 다빈치와 같은 로봇 수술 사례가 병원에서 급격하게 증가하고 있는 추세이다. 그러나 이에 따른 기술 개발은 아직 시작 단계에 있으며 특별히 수술 로봇을 이용한 복강경 수술을 최소침습수술방법으로 진행할 때 여러

가지 해결해야 할 문제들이 남아있다[1]. 발생하고 있는 대부분의 수술로봇을 이용한 의료사고는 잘못된 수술도구 조작으로 장기에 구멍이 생기거나 수술도구끼리의 충돌사고 등의 경우가 사고의 대부분이다. 따라서 수술도구 위치를 인식하여 수술도구끼리의 충돌을 방지하고, 민감한 장기를 건드리지 못하도록 일정 영역에

들어가면 알림 기능 제공 또는 수술도구의 제어를 멈추게 하는 것이 본 연구의 목적이다. 이러한 기능은 특정한 수술에서만 적용되는 것이 아니라 보편적인 알고리즘으로 수술 로봇 시스템에 적용될 수 있도록 한다.

연구 방법

본 연구는 여러 가지를 조합한 새로운 영상처리 기법을 이용하여 복강경 수술 동영상에서 사용되는 수술도구를 검출하였다. 색깔과 형태학 정보를 이용하여 대상 물체를 분할 검출한 결과와 영상 프레임간의 대응 정보를 칼만 필터에 입력하여 최적의 위치 정보를 추정하였다 [2].

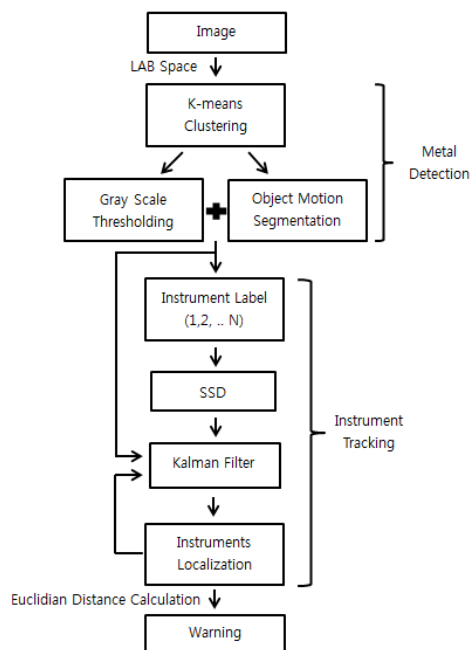


그림 1. 수술 도구 추적 알고리즘

수술 도구의 위치 추적에 대한 성능평가는 수동적으로 입력된 수술도구의 궤적에 대한 자동 알고리즘의 민감도(Sensitivity)와 특이도(Specificity)를 통하여 평가 하였다.

연구 결과

연구결과, 칼만 필터를 이용했을 때가 단순히 Segmentation 및 형판대응 방법을 사용했을

때보다 실제 수술도구의 위치 추적에 유사한 측정 결과를 얻을 수 있었다.

	Instrument 1	Instrument 2	Instrument 3
Segmentation	103 pixels	247 pixels	355 pixels
Similarity Measure	54 pixels	151 pixels	151 pixels
Proposed Method	39 pixels	15 pixels	74 pixels

그림 2. 수술도구 위치 추적에 대한 성능평가
수술도구들의 위치 측정의 평균 표준오차(RMSE)는 이미지의 7%, 수술도구 검출에 대한 민감도(Sensitivity)는 평균 86%이었으며 특이도(Specificity)는 95%를 보임으로써 우수한 인지율을 보였다. 이와 같이 수술 상황 자동 인지에 사용하기 위한 영상처리기법의 성능평가를 통해 제안된 새로운 복합영상처리 기법이 수술 도중 자동 사물 검출 및 위치 추적을 위한 보편적인 알고리즘으로 향후 지능적 수술 로봇 시스템 구현에 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

Acknowledgements

This work was supported by the Industrial Strategic Technology Development Program, (Development of Multi-arm Surgical Robot for Minimally Invasive Laparoscopic Surgery) funded by the Ministry of Knowledge Economy, Korea.

참고 문헌

- [1] Satava R.M., *Future trends in the design and application of surgical robots*. Seminars in Laparoscopic Surgery, 2004. 11(2): pp. 129-135.
- [2] Simon, D., *Optimal State Estimation: Kalman, H Infinity, and Nonlinear Approaches*, Wiley-Interscience. 2006