

수술영상에서 수술도구 추출 기법의 비교 연구

이동현¹, 최재순² 김희찬³

¹서울대학교 대학원 협동과정 바이오엔지니어링

³서울아산병원 의공학연구개발센터

⁴서울대학교 의과대학 의공학교실, 의학연구원 의용생체공학연구소

A Comparing Research Study on Segmentation Technique for Surgical Instrument in Image of Surgery

D. H. Lee¹, Choi² H. C. Kim³

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

²Center for Biomedical Engineering, Asan Medical Center

³Department 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 using segmentation techniques for surgical instrument in imagery of surgery resolving this issue. The methods that color and morphological information are used to segment the features, and compare algorithms and estimates performance through RMSE and Image sizes. Therefore, this study could minimize medical injuries during the robot-assisted surgery.

연구 배경

최근에 다빈치와 같은 수술용 로봇을 이용한 사례가 병원에서 증가하고 있는 추세이다[1]. 그러나 현재 사용되고 있는 복강경 기반의 수술용 로봇 시스템은 복강경을 통한 좁은 시야 등 응급상황에서 대처가 어려운 문제점들이 있다[2-3]. 이러한 문제점들로 인해서 의도 외 다른 수술도구의 조작으로 장기에 구멍을 내거나 수술도구끼리 충돌 등의 의료사고가 발생한다. 따라서 수술도구 위치를 인식하고 실시간으로 움직임을 파악하여 수술도구끼리의 충돌을 방지하고, 민감한 장기를 건드리지 못하도록

록 수술 중의 사고를 방지하는 기능을 제공하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 로봇 수술 영상에서 수술도구를 실시간으로 추적하기 위해 영상 특성의 다양한 변화화 환경에 강인한 수술 도구 추출 기법들을 비교하여 제안하였다.

연구 방법

본 연구는 복강경 수술 동영상에서 사용되는 수술도구를 추출하기 위하여 색깔과 형태학 정보를 이용하였고 세가지 제시한 기법들을 비교하였다. 첫 번째로 조명 및 수술도구의 색상 정보를 이용한 영상처리 기법을 제시한다. 두 번째로 K군집화 기법 및 색상영역의 변환을

이용한 영상처리 기법을 제시한다[3]. 마지막으로 색상영역의 변환의 조합을 이용한 영상처리 기법을 제시하였다.

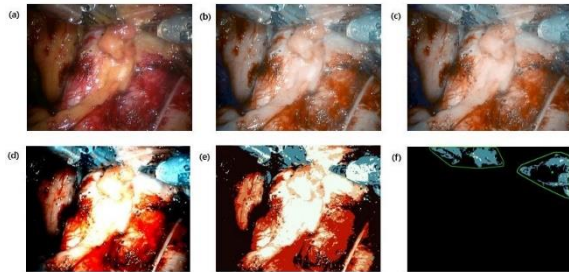


그림 1. 조명 및 색상 정보를 이용한 기법

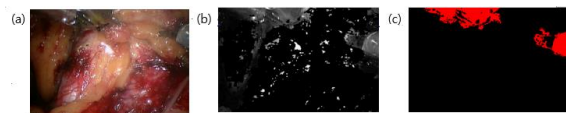


그림 2. K군집화 기법 및 색상영역 변환을 이용한 기법

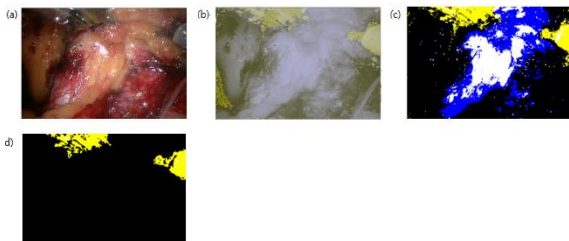


그림 3. 색상영역 변환의 조합을 이용한 기법

수술 도구의 추출에 대한 성능평가는 수동적으로 입력된 수술도구의 형상에 대한 알고리즘의 RMSE 및 Image Size 차이를 통하여 평가하였다.

연구 결과

연구결과, 제시한 첫 번째 알고리즘은 일련의 영상처리 과정을 거쳤지만 다른 알고리즘에 비해 RMSE가 낮은 결과를 나타낸다. 두 번째 알고리즘은 K군집화 기법과 HSV 색상영역의 변환을 이용하여 가장 높은 추출 검출 결과를 얻을 수 있었다. 마지막으로 제시한 세 번째

알고리즘은 군집화 기법과 같은 높은 연산을 요구하는 기법을 사용하지 않고, 수술도구의 금속 특성을 이용하여 색상영역 변환의 조합만으로 추출이 가능하였고 높은 추출 결과를 얻을 수 있었다

	알고리즘1	알고리즘2	알고리즘3
수술도구1 RMSE	34 pixels	13 pixels	18 pixels
Image Size (%)	5%	2%	3%
수술도구2 RMSE	23 pixels	9 pixels	12 pixels
Image Size (%)	4%	1%	2%

표 1. 수술도구 위치 추출에 대한 성능평가

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] Krupa A, de Mathelin M, Doignon C, et al., 2002, Automatic 3-D positioning of surgical instruments during robotized laparoscopic surgery using automatic visual feedback. In: Dohi T, Kikinis R, eds. *Proceedings of the 5th International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention-Part I*, vol. 2488. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 9-16. MICCAI LNCS.

[3] Kennedy CW, Hu T, Desai JP, Wechsler SA, Kresh JY., 2002, A novel approach to robotic cardiac surgery using haptics and vision. *Cardiovasc Eng*, 2:15-22.

[4] Jiwon Ryu, Jaesoon Choi, and Hee Chan Kim, *Artif Organs.*, 2013 Jan, Endoscopic Vision-Based Tracking of Multiple Surgical Instruments During Robot-Assisted Surgery, 37(1):107-2.