

실제 수술환경에서 사용 가능한 의료영상 및 의료기기 조작 인터페이스 구현

*이대선⁰, **이찬호, **이상훈, *박종일*

*한양대학교 컴퓨터소프트웨어학과

**현대중공업 선도기술연구소

dslee@mr.hanyang.ac.kr, leechanh@hhi.co.kr, mrshlee@hhi.co.kr, jipark@hanyang.ac.kr

요약

본 논문에서는 실제 수술실 환경에서 사용 가능한 비접촉 방식의 손 동작 인식 기술과 가상 터치 스크린을 조작하기 위한 접촉 방식의 인터페이스를 제안한다. 비접촉 방식의 인터페이스는 사용자의 실측 위치를 추적하고 손 동작을 인식하기 위해 Kinect 카메라를 이용하였고 접촉 방식의 인터페이스는 가상의 터치 스크린 생성을 위해 소형 프로젝터를 이용하여 구현하였다. 이를 통하여 의사는 실제 수술에서 수술 보조원의 도움 없이 의료 장비를 조작하거나 의료영상을 참고할 수 있다.

1. 서론

실제 수술 환경에서 의사는 멸균성을 유지하고 수술과정 중 일어나는 동작이 자유로워야 하기 때문에 의료영상 및 의료장비를 직접적으로 조작하는 것은 어려운 일이다.

이러한 문제의 해결방안으로 본 논문에서는 실제 수술 환경에서 의사가 수술 중 의료영상, 의료장비를 수술 보조원의 도움 없이 직접적으로 사용할 수 있는 인터페이스를 연구하고 제안한다. 제안하는 방법은 Kinect 카메라를 이용하여 실제 수술 환경에서 자연스럽게 손 동작 인식을 통해 의료 영상을 조작할 수 있다. 손 동작 인식 기술은 현재까지 컴퓨터 제어를 손쉽게 도와주는 마우스의 기본 기능을 기반으로 동작 하여 사용자에게 친근함을 제공하며 사용자는 큰 움직임이나 연속적인 동작 없이 실제 수술 환경에서도 손쉬운 사용이 가능하다. 또한 의료장비 제어와 관련하여 멸균된 환경에서의 장비 조작을 위한 방법으로 Kinect 카메라와 소형 프로젝터를 이용한 투사기반 가상 터치 스크린을 구현하여 사용자에게 접촉 방식의 인터페이스를 제안한다. 제안하는 방법은 가상의 버튼을 멸균환경이 보장되어 있는 수술실의 평면 공간에 투사하고 해당 버튼을 터치함으로써 의사의 멸균환경을 계속 유지함과 동시에 직접적인 상호작용이 가능하다.

2. 비접촉 방식 의료영상 조작 인터페이스

그림 1 은 의료 영상 정보를 조작하기 위한

비접촉 방식의 인터페이스 설계 모습을 보인다. 사용자는 실제 수술공간을 위한 이격거리 1.0m 이후부터 3.0m 까지 손 동작 기술을 이용하여 의료영상을 제어 할 수 있도록 설계하였다. 손 동작 인식 방법은 선행했던 연구에서 수술 모드에서 사용 가능한 손 동작 인식 종류, 기능과 같다[1]. 본 논문에서는 구현한 의료영상 조작 인터페이스를 실제 수술 공간에 배치하여 시술자를 통해 사용자 검증을 받을 수 있었고 이에 대한 내용은 인터페이스 검증에서 자세히 설명한다.

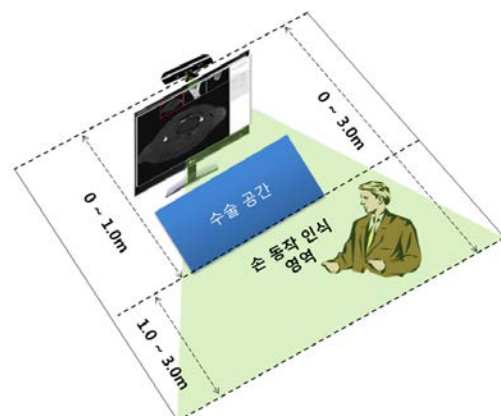


그림 1. 비접촉 방식 인터페이스 설계모습

3. 접촉 방식 의료기기 조작 인터페이스

그림 2 는 빔 프로젝트를 이용하여 투사된 가상 터치 스크린을 조작하기 위한 접촉 방식의 인터페

* 교신저자

이스 설계 모습을 보인다. 가상의 터치스크린을 생성하기 위하여 영상을 투사할 소형 프로젝터를 사용하였으며 Kinect 카메라를 통해 터치공간을 생성하도록 구현하였다.

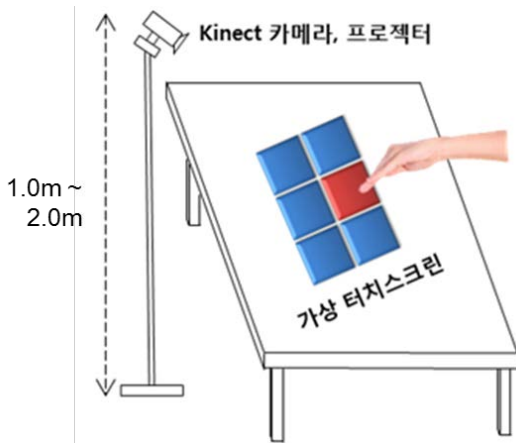


그림 2. 접촉 방식 인터페이스 설계모습

빔 프로젝트를 이용하여 투사된 가상 터치 스크린을 조작하기 위한 접촉방식의 인터페이스 개발을 위한 방법으로 Kinect 카메라를 이용한 터치공간 생성 방법을 이용하였다[2].



그림 3. 가상의 터치공간 생성 방법

그림 3 은 Kinect 카메라를 이용하여 가상의 터치공간을 생성하는 방법을 보인다. 먼저 Kinect 카메라를 통해 평면 공간의 깊이값 (Surface depth) 을 구한다. 평면 공간의 깊이값은 Kinect 카메라를 고정시킨 상태에서 빔 프로젝트를 투사시킬 투사평면과 Kinect 카메라 사이의 거리값을 구하면 되는데, 이때 Kinect 카메라에서 얻어지는 깊이값은 일정 노이즈를 동반한다. 이러한 문제는 Kinect 카메라로부터 얻어진 프레임을 누적하여 해결 할 수 있다. 본 논문에서는 약 300~ 500 프레임을 누적시켜 노이즈 성분에 강건한 평면 공간의 깊이맵을 획득 할 수 있었다. 평면 공간의 깊이맵을 구하면 그 다음으로 사용자가 터치할 가상의 공간(Touch space)을 생성한다. 가상의 터치공간은 앞서 구한 평면 공간의 깊이맵 위에 일정한 두께의 공간을 만드는 것으로 사용자가 이 공간을 터치할 경우 평면 공간의 깊이맵과 현재 사용자 손이 들어온 좌표의 깊이값 차를 구하여 값을 얻어낸다. 가상의 터치 공간을 평면 공간의 깊이맵에 너무 근사하게 붙이면 Kinect 에서 얻어지는 깊이값의 노이즈 성분에 민감

해 지기 때문에 터치공간은 일정거리를 유지하여 설정해야 한다. 본 논문에서는 20~ 30mm 공간을 띄워 가상의 터치공간을 설정함으로써 노이즈에 민감하지 않게 반응하도록 설정하였다.

다음으로 Kinect 카메라 이미지 영역과 프로젝터 투영 공간 사이의 기하학적 상관관계인 호모그래피(Homography)를 구한다[3]. 호모그래피 행렬을 구하면 사용자는 가상의 터치스크린을 통한 상호작용이 가능하다. 프로젝터에서 투사된 가상의 3x2 이미지 버튼을 사용자가 선택하면 터치공간에서 선택된 영역의 좌표를 획득하게 되고 호모그래피 행렬을 통해 프로젝터 투사영역 공간으로 좌표 변환이 이루어져 해당 영역의 좌표와 클릭된 이미지 버튼의 위치를 검출 할 수 있다. 최종적으로 그림 4 에서 보여지는 실행 결과와 같이 프로젝터 투사영역에서 변환된 좌표의 이미지 버튼을 바꾸어 주면 사용자는 가상의 터치공간과 상호작용 할 수 있게 된다.

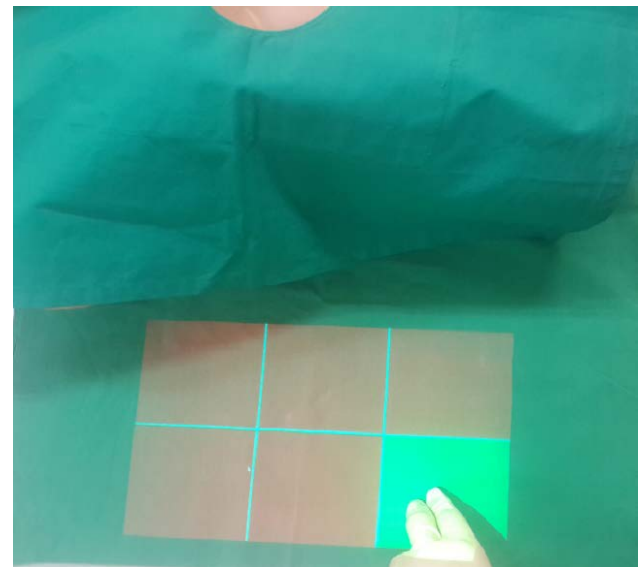


그림 4. 접촉 방식 인터페이스 실행결과

4. 인터페이스 검증

구현한 비접촉 방식 의료영상 조작 인터페이스를 대상으로 평가를 진행하였으며 서울아산병원 공동 연구실에서 가상의 수술 세트장을 구성하여 테스트를 진행하였다. 먼저 2014년 1월 15일 아산병원 메디컬 연구실에서 세트장을 설치하여 전문적인 소견을 위해 의료 관계자로부터 설문을 실시하였다. 평가 기준은 인터페이스의 동작 편의성, 동작의 정확성, 사용성, 적합성에 대해 문항을 작성하였고 각 질문에 대해 최소 1점에서 최대 5점의 점수로 평가를 진행하도록 하였다. 그림 5는 실제 서울아산병원의 수술장에서 시술자를 통해 테스트한 모습을 보인다.



그림 5. 인터페이스 시연 모습

실제 시술자를 통해 검증을 마친 후 주요 답변을 통해 얻은 경험은 다음과 같았다.

인터페이스에서 제공하는 동작이 쉽고 직관적으로 구성되었는가에 대한 질문에 4 점의 점수를 받았다. 인터페이스의 사용에서 의사의 수술 여건을 고려하여 큰 동작을 요구하지 않는 방법을 선택하였기 때문에 기존의 손 동작 인식 방법보다 직관적인 인터페이스를 제공할 수 있었다.

인터페이스에서 제공하는 동작에 대한 반응이 본인이 의도한 대로 정확했는지, 반응 시간이 적절하였는지 묻는 질문에 3 점의 점수를 받았다. 손 동작 인터페이스에서 손을 직접 움직여 마우스 이동을 제어하는 경우에는 미세한 움직임에 대하여 사용자마다 서로 다른 민감도가 존재한다. 3 점의 점수는 이러한 민감도에 의한 부분이 작용했기 때문임을 알았고 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 사용자 민감도 조절 파라미터를 이용하여 각자의 민감도를 설정 가능하게 함으로써 동작 인식 반응성을 높일 수 있었다.

인터페이스에서 제공하는 동작이 학습하기 쉽다고 생각하는지 묻는 질문에 4 점의 점수를 받았다. 사용자의 실제 수술 여건을 고려하여 큰 손 동작을 제외하였기 때문에 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

그밖에 실제 수술환경에서 사용하기에 현재 구현되어있는 인터페이스의 동작 범위가 적당한지, 장시간 이용이 가능할 것이라 예상하는지, 실제 수술실에서 사용하기에 적합한지에 대한 질문에 평균 3 점 이상의 평가를 얻을 수 있었다.

의료장비 조작을 위한 접촉 방식의 인터페이스는 사용자 평가를 진행 할 수 없었지만 관련 장비 개발이 완료되면 본 논문에서 구현한 접촉 방식의 인터페이스와 연동하여 실제 수술 시 멸균환경이 보장된 상태의 의료기기 조작이 가능할 것으로 기대된다.

5. 결론

본 논문에서는 의사의 수술환경을 고려한 의료 영상 및 의료장비 조작 인터페이스를 제안하였다. 의료장비를 조작하는 접촉 방식의 인터페이스와 의료영상을 조작하는 비접촉 방식의 인터페이스를 구분하여 구현하였으며 각 내용은 다음과 같다.

접촉 방식의 인터페이스는 빔 프로젝터와 Kinect 카메라를 이용하여 가상의 터치 스크린을 평면의 투사공간에 투사하여 사용자가 접촉 방식으로 상호작용하도록 개발하였다. 활용 방안으로는 실제 수술 환경에서 의사가 불가피하게 의료장비를 접촉하여 사용해야 할 경우 멸균환경이 보장된 평면 공간과 상호작용하여 장비를 조작할 수 있을 것으로 기대된다.

비접촉 방식의 인터페이스는 의사가 실제 수술 환경에서 사용할 수 있도록 수술 여건을 보장하고 의사의 멸균환경을 고려한 의료 영상 조작 기술을 연구하였다. 특히 실제 수술에 방해되지 않는 손 동작 인식방법을 연구하고 이를 통해 사용자에게 직관적인 인터페이스를 제공하는데 주력 하였으며 그 결과로 구현한 의료영상 조작 인터페이스를 실제 수술실에서 직접 시연해 볼 수 있었다. 이후 사용자 검증을 통해 긍정적인 결과를 도출 할 수 있었다.

접촉 방식의 인터페이스까지 사용자 검증을 마친다면 사용자는 멸균 환경이 보장된 실제 수술 환경에서 의료기기 및 의료영상 조작이 용이할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 현대중공업의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] D. Lee, J. Choi, H. Park, M. Kim and J-I Park, "Practical surgical interface using a RGB-D camera," In Proc. 18th IEEE International Symposium on Consumer Electronics, pp. 1-2, 2014.
- [2] A. D. Wilson, "Using a depth camera as a touch sensor," In Proc. Interactive Tabletops and Surfaces, pp. 69-72, 2010.
- [3] R. Hartley, A. Zisserman, "Multiple View Geometry in Computer Vision," Cambridge University Press, 2000.