

3차원 Navigator에 적용할 적외선 시스템의 구성

신동익, 허수진

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 의공학과

An Implementation of an Infrared System
for the 3D Navigator

D. I. Shin, S. J. Huh

Dept. of Biomedical Engineering, Asan Medical Center,
University of Ulsan College of Medicine

ABSTRACT

The purpose of this study is a potentiality examination of an infrared camera system for the 3D navigator which can be used in the field of neurosurgery. Nowadays, CAS(computer aided surgery) technique using 3D navigator is rapidly spread into the neurosurgical operation such as brain and spine surgery.

Several techniques which can detect 3D position of a probe have been proposed. These include mechanical arm, magnetic field, optical and ultrasonic sensing methods.

In this study, we decided that using optical sensing method and tested a conventional CCD camera with a infrared filter and LEDs.

Pulnix TM-300 camera has sufficient spectral response in the range of near infrared. Acquired image of infrared LEDs also sufficient quality.

카메라 및 적외선 필터와 LED의 기초적인 응용에 대해서 살펴보고자 한다.

실험 내용

1. 기술 조사 및 장단점 분석

(1) 기계식 다관절 방식

6개의 관절로 구성되어 있으며 각 관절에 센서를 부착하여 3차원 위치를 검출하는 방식이다. 구성이 단순하고 저렴한 비용으로 구현할 수 있으나 관절에 의한 공간상의 제약 및 노후화에 따른 오차 발생 등의 단점이 있다.

(2) 자기센서 방식

프로브 부착된 자기물체로 인한 자장의 변화를 세 개의 자기센서로 감지하여 위치를 측정하는 방식이다. 무선으로 구현되어 시술시 간편한 점이 있으나 전자기파 및 금속성 물체로 인한 오차요인이 있다.

(3) 광학검출 방식

프로브에 두 개 이상의 적외선 LED를 부착하고 두 대의 적외선 카메라로부터 얻어진 영상을 분석하여 3차원 위치를 검출하는 방식이다. 수술시 행동반경을 확보하기가 용이하며 기계적 노후와 같은 오차요인이 거의 없다. 단, 카메라와 프로브간의 시야가 확보되어야 한다. 최근에는 적외선 LED 대신 프로브에 적외선 반사체를 부착하여 제어용 선을 없앤 제품도 등장하였다. 오차요인 및 편의성 등을 고려할 때 이 방식이 향후 가장 유력하게 대두될 전망이다.

(4) 초음파센서 방식

초음파 발생기를 프로브에 장착하고 주변에 3개의 마이크를 설치하여 3차원 위치를 검출하는 방법으로서 간단하게 구성할 수 있으나 온도, 습도 및 반사파 등에 의해 영향을 많이 받는다. 이런 이유로 실제 시스템에 적용된 경우는 거의 없다.

서론

뇌나 척추 등 정밀한 수술을 요하는 신경외과 분야에서 최근 3차원 Navigator를 이용한 CAS (Computer Aided Surgery) 기법이 점차로 확산되고 있다. 이 기법은 CT, MRI 등으로 획득된 환자의 3차원 영상 위에 Navigator로부터 얻어지는 수술용 프로브의 현재 위치를 중첩시켜서 정확한 시술을 가능하게 해준다. 따라서 CAS는 환자 영상의 획득 및 3차원 재구성, 프로브의 3차원 위치 탐측 등 크게 두가지의 기술로 구현된다고 할 수 있다.

프로브의 3차원 위치를 검출하기 위한 방법에는 최초로 등장한 기계식 다관절을 이용하는 방법으로부터 자기 센서, 초음파 센서, 적외선 카메라를 이용하는 방법에 이르기까지 여러 가지가 제안되어 왔으며 또한 구현되어 있다.

본 연구에서는 수술용 프로브의 3차원 위치를 실시간으로 획득하는 시스템을 구성하기 위한 CCD

2. 광학검출 방식의 검토 및 적용

본 연구에서는 위에서 검토된 기술 중 현재까지 가장 우수한 방법으로 판단되는 광학검출 방식을 적용하기로 하고 이에 대한 기초적인 실험을 행하였다.

(1) CCD 카메라의 적용 가능성 검토

광학검출 방식에 있어서 핵심은 프로브에 장착된 적외선 LED의 위치 검출이다. 이를 구현하기 위해서는 적외선 영역을 감지할 수 있는 카메라가 필요하다. 이는 배경을 최대한 억제한 LED만의 영상을 얻어야하기 때문이다. 그러나 일반적으로 적외선 검출에 사용되는 카메라는 상당히 고가이며 또한 상대적으로 낮은 해상도를 지니고 있다. 여기서는 저가의 일반 CCD 카메라를 적외선 검출에 이용할 수 있는지의 가능성을 타진해 보았다.

CCD는 그 특성상 가시광선뿐 아니라 어느 정도의 적외선을 감지할 수 있다. Pulnix사의 보급형 CCD 카메라인 TM-200은 480라인의 해상도를 갖는 NTSC 형식으로서 파장별 특성은 그림 1과 같다. 가시광선 영역인 580nm 근처에서 최대 감도를 가지며 적외선 영역인 900nm 이상에서도 상당한 감도를 유지하는 것을 알 수 있다. 더구나 대상체는 고휘도의 적외선 LED 이므로 이 카메라에 적외선 필터를 부착하면 고가의 적외선 카메라를 대신할 수 있다는 결론을 얻었다.

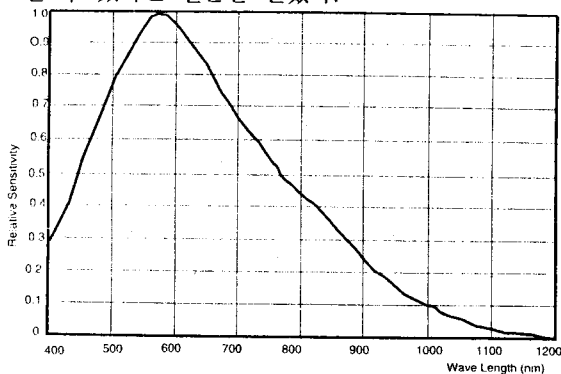


그림 1. 선정된 CCD 카메라의 파장특성

(2) 적외선 필터의 선정

본 연구의 목적에 적합한 적외선 필터의 요건은 가시광선 영역을 철저히 차단하고 CCD 카메라의 일정 수준 이상의 감도를 유지하는 적외선 영역을 선택적으로 투과할 수 있어야 한다.

그림 2는 선정된 적외선 필터의 파장특성이다. 차단 파장은 850nm로서 앞의 CCD 카메라의 감지 가능한 적외선 영역을 충분히 커버하고 있다.

(3) 적외선 LED의 선정 및 제어

사용할 적외선 LED가 갖추어야 할 조건은, 충분한 밝기가 유지될 것, 조사각도가 넓을 것, 필터 및 CCD의 파장특성에 부합할 것, 소형일 것 등이다. 이에 따라 940nm의 파장을 갖는 적외선 LED를 선정하였다. 최대 출력은 1.8mW/sr이며 조사각도는 $\pm 53^\circ$ 이다. 조사각도가 좁을 경우 시술중 프로브의 위치가 수시로 변하면서 카메라에서 본

LED의 각도가 바뀌기 때문에 출력편차가 커져서 검출에 어려움이 따른다.

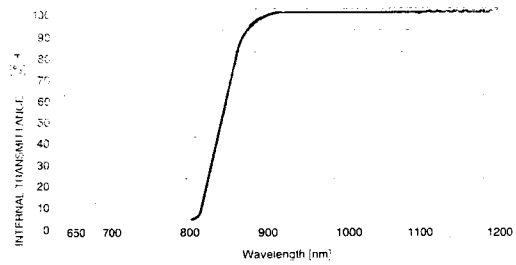


그림 2. 적외선 필터의 파장 특성

결과

위의 실험과 같이 시스템을 구성하여 PC에 연결된 프레임 그래버로써 프로브에 장착된 적외선 LED의 영상을 획득하였다.(그림 3) 그림에서 보는 바와 같이 획득된 LED의 영상은 충분한 밝기를 유지하였으며 점광원의 형태로 나타나기 때문에 위치 측정이 한결 수월할 것으로 예상된다.

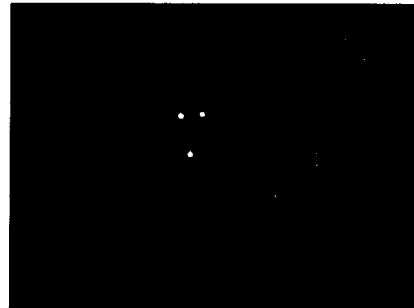


그림 3. 획득된 적외선 LED의 영상

결론 및 검토

3차원 Navigator의 개발을 위한 기초 단계로서 적외선 LED를 이용한 위치측정 시스템에 대한 기본적인 실험 및 구성을 전개하였다. 실험 결과에서와 같이 일반의 CCD 카메라 및 적외선 필터와 적외선 LED로서 측정 시스템을 충분히 구성할 수 있게 되었다. 실제의 시스템에서는 2대의 카메라를 이용하게 되며, 여기에서 얻어진 stereoscopic 영상으로부터 LED의 3차원 위치를 계산하고 이로부터 프로브 선단의 위치를 정확히 검출할 수 있게 된다.

참고문헌

- (1) Chris Hand: *A Survey of 3-D Input Devices*. Internet homepage. 1993.
- (2) Scot A. Tebo et al., *An Optical 3D Digitizer for Frameless Stereotatic Surgery. Applications in Surgery and Therapy*. Jan:55-59, 1996.

※ 본 연구는 1998년 보건복지부의 보건 의료기술 연구비 지원으로 수행되고 있음.