

단안 PSD카메라와 두 능동마커를 이용한 3차원 모션인식 시스템 개발

*서평원, 유영기, 오춘석
선문대학교 정보통신공학부

e-mail : ds3hoc@gmail.com, ryu@sunmoon.ac.kr, ohcs@sunmoon.ac.kr

Development of a 3D Motion Capture System with Monocular PSD Camera and Two Active Markers

*Pyeong-Won Seo, Young-Kee Ryu
School of Information and Communication Engineering
Sunmoon University

Abstract

This paper describes a monocular PSD-based motion capture sensor to employ with commercial video game systems such as Microsoft's XBOX and Sony's Playstation II. The system includes a PSD(Position Sensitive Detector) and active infrared (IR) LED markers that are placed on the object to be tracked. The micro-controller calculates the 3D position of the markers using only the measured intensity and the 2D position on the PSD. A series of experiments were performed to evaluate the performance of our prototype system. From the experimental results we see that the proposed system has the advantages of the compact size, the low cost, the easy installation, and the high frame rates to be suitable for high speed motion tracking in games.

I. 서론

현재 영화나 게임에 이용되는 모션캡처 시스템은 장

비가 크고 고가라서 가정용 게임에 적용하기 어렵다. 또한 USB CCD 카메라를 이용한 모션캡처의 경우는 속도가 느리고 2차원인식만 하는 단점을 가지고 있다. 하지만 최근 연구에서 저가이면서 속도가 빠른 PSD(Position Sensitive Detector)센서를 이용하여 3차원 측정이 가능한 시스템[1]을 구현할 수 있게 되었다. 하지만 복잡한 카메라보정 작업 및 동일한 발광 마커의 제작과 같은 주변 환경 설정의 어려움으로 가정용 게임에 적용하기에 적당하지 않다. 따라서 본 논문에서는 일정한 거리에 떨어져 있는 두 개의 마커가 광학적 특성만 동일하다면 두 마커사이의 상대적 광량차이를 이용하여 3차원 측정을 할 수 있는 단일 PSD 기반의 모션캡처 시스템을 소개하고자한다.

II. 본론

2.1 일정거리의 두 능동마커를 이용한 단안 PSD 모션캡처 시스템

본 논문에서는 각 마커의 광학적 특성만이 같다는 조건만 만족한다면 두 마커의 광량을 이용한 3차원 공간좌표 연산 알고리즘에 의하여 3차원 위치로 추정하게 된다.

2.2 3차원 공간좌표 연산을 위한 가정

3차원 공간좌표 연산 알고리즘 이론은 마커에 대하

여 다음과 같은 네 가지 가정을 전제로 하고 있다.

- I) PSD 센서에서 측정되는 마커의 광량은 거리의 제곱에 반비례한다.
- II) 마커에서 방사되는 빛의 세기는 모든 방향에 대하여 완전한 모양의 밝기 변화를 가진다.
- III) 각각의 마커는 광분포와 거리에 따른 빛의 세기는 동일한 성질을 갖는다고 가정한다.
- IV) 두 마커 사이의 거리는 마커 설계 시 결정되며 일정한 값을 갖는다.

2.3 연산 알고리즘

그림 1.에서와 같이 2차원 PSD 면에 마커1, 마커2의 투영좌표가 맺힌 경우 2.1.2의 가정에 따라 공간좌표를 계산하면 식 (1)와 같은 좌표 계산식으로 표현된다.

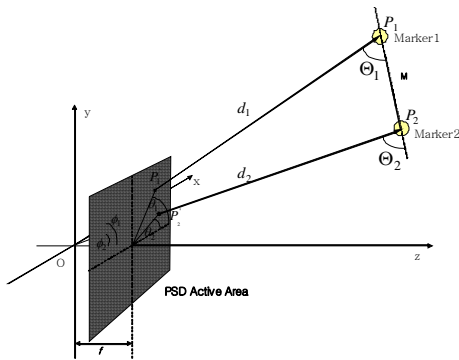


그림 1. 3차원 공간좌표 측정

$$P_1 = \sqrt{\frac{k}{I_1}} \begin{Bmatrix} \sin\phi_1 \cos\theta_1 \\ \sin\phi_1 \sin\theta_1 \\ \cos\phi_1 \end{Bmatrix}, P_2 = \sqrt{\frac{k}{I_2}} \begin{Bmatrix} \sin\phi_2 \cos\theta_2 \\ \sin\phi_2 \sin\theta_2 \\ \cos\phi_2 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

III. 구현

3.1 시스템 구현

본 시스템은 크게 PSD카메라, 능동마커, PC의 세가지 장치로 크게 나눌 수 있다. PSD카메라는 능동마커에 동기화 신호를 부여하고 동기화신호를 수신한 능동마커로부터 출력되는 IR광은 광학계를 통해 PSD센서에 스폿광의 형태로 맺힌다. 이 빛을 아날로그 신호로부터 디지털 신호로 적절히 변화시켜 PC로 데이터를 전송하게 된다. 능동마커는 동기화신호를 받아 순차적 펄스점등을 통하여 적외선LED를 동작시킨다. 그리고 마지막으로 PC는 PSD카메라로부터 들어온 정보를 이용하여 각 마커의 3차원 위치를 계산하고 모니터링 한다. 그림 2와 표 1은 실험을 통하여 거리에 따른 캘리브레이션 패턴 복원 그래프와 실제 거리와의 오차율을 구한 것이다.

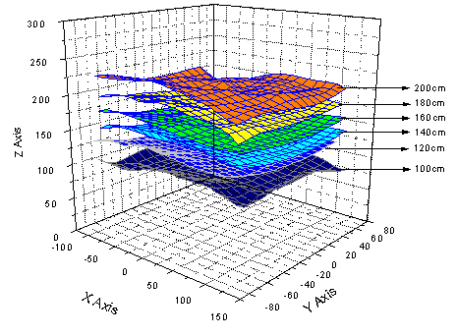


그림 2. 거리에 따른 캘리브레이션 패턴 복원

표 1. 실제위치와 측정위치의 오차

거리(cm)	오 차(cm)			
	ex	ey	ez	exyz
100	4.0	3.9	5.2	8.5
120	3.3	3.8	5.0	7.7
140	2.9	3.3	4.9	7.1
160	2.5	2.9	5.2	7.0
180	2.7	2.9	7.1	8.7
200	2.8	2.9	9.6	10.9
평균	3.0	3.3	6.2	8.3

IV. 결론 및 향후 연구 방향

이전 연구인 ‘단일 PSD 모션캡처 센서를 이용한 실시간 체감 시스템 개발’[2]에서 언급되었던 절대적 광량을 가지고 거리를 측정하는 시스템은 현실적으로 제작이 불안정하기 때문에 구현하기 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결한 새로운 3차원 측정 이론을 소개하였다. 하지만 이 시스템에는 마커의 광량 분포가 균일하다는 문제에서는 벗어났으나, 광학적 특성이 같아야 한다는 가정이 존재하고 있다. 따라서 향후에 광학적 특성이 동일한 마커에 대한 연구가 필요하다. 또한 PSD센서의 아날로그신호 처리에 대한 보다 안정적인 회로를 보완하여 제작한다면 더 정밀한 측정이 가능하고 성능이 좋은 시스템이 될 것이다.

참고문헌

- [1] 최훈일, PSD 센서를 이용한 3D 모션캡처 시스템에서의 성능 향상을 위한 센서보정에 관한 연구, 선문대학교 대학원, 2005.
- [2] 조용준, 단일 PSD 모션 캡처 센서를 이용한 실시간 체감시스템 개발, 선문대학교 대학원, 2005.
- [3] 전자기술, “PSD에 의한 거리 센서의 설계와 제작”, 3월호 p.49-59.