

선형 가속 및 방위 센서를 이용한 카메라 위치 및 방위 계산 사례 연구

김동윤, 이환용
아주대학교

kenny122@ajou.ac.kr, hwan@ajou.ac.kr

Case study on computation of camera position and orientation with using a sensor for orientation and linear acceleration

Dongyoon Kim, Hwanyong Lee
Ajou University

요약

증강현실 응용 개발을 위해서는 카메라의 위치와 방위를 계산하여야 한다. 이때 일반적으로 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 화면을 분석하는 방법을 사용하고, 보조적으로 센서 기술을 이용하게 된다. 이 경우 계산 부하가 크고 전력소비가 크다는 단점이 있다. 이를 개선하기 위하여 본 연구에서는 선형가속 및 방위 센서를 이용하여 카메라의 위치와 방위를 계산하는 효과적인 방법을 제안하고, 실제 카메라 및 카메라 제어로봇 장치에 센서를 부착하여 계산해봄으로써, 일반적인 증강현실 응용에서 충분히 운용 가능한 기술임을 확인하였다.

I. 서론

증강현실 응용 개발을 위해서는 카메라의 방위를 계산하여야 한다. 이때 일반적으로 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 화면을 분석하는 방법을 사용하고, 보조적으로 센서 기술을 이용한다. 이 경우 전력소비가 크고 계산 부하가 큰 단점이 있다. 만일 센서를 통해 카메라 방위를 계산할 수 있다면, 전력 소비, CPU/GPU 부하 감소 등 많은 이점이 생긴다. 본 연구에서는 최신 센서기술을 이용하여 카메라 방위를 계산하고 간단한 WebGL 응용 프로그램을 개발하고, 카메라 제어 로봇을 이용하여 실험하였다.

II. 본론

2.1 제안하는 방법

센서가 선형가속도와 방위를 측정할 수 있다면 이를 계산하여 월드 좌표계에서의 카메라의 위치를 계산해낼 수 있다. 카메라의 월드 좌표계에서의 위치(x,y,z 좌표)와 방위(orientation, 3축 회전각)을 계산하기 위해 다음과 같은 방법을 사용하였다. 본 연구에 사용한 센서는 시간, x축 가속도, y축 가속도, z축 가속도와, x축 회전, y축 회전, z축 회전에 대한 각도와 및 지자계 센서를 이용한 Yaw축 보정 정확도 정보를 제공한다. 얻어진 가속도 정보를 이용하여 현재시점에서 측정된 가속도와 그 이후 두 번째 지점에 도달한 가속도를 이용하여 적분 값을 근사하여 속도를 얻고, 얻은 두 시점의 속도를 누적 근사하여 변위 P를 얻는다.

$$((P_1 + P_2) / 2 * dt + (P_2 + P_3) / 2 * dt) / 2 * dt$$

방위 데이터를 얻기 위해, 기준이 되는 회전 행렬 Mr 을 초기에 생성하고, 센서로 얻어진 pan, tilt, roll 회전값에 대한 회전 행렬을 구하여 Mr 에 곱하여 줌으로써 누적된 회전 행렬을 구한다. 실험에 사용된 센서의 경우 회전 값이 지자계를 기준으로 한 pan, tilt, roll 값이 제공된다. 이때, 카메라의 이동에 적용하기 위해서는 먼저 dt 시간 전 측정된 회전값에서 현재의 회전값과의 차를 계산하고, 이 회전이 축 기준으로 적용될 수 있도록, 기준이 되는 회전축을 함께 회전한다.

2.2 실험

제안한 방식이 실제 센서를 이용한 사례에서 활용 가능함을 보여주기 위하여 표 1과 같은 실험환경 및 장치를 구축하였다.

표 1 실험환경

장치	설명
센서	COXSPACE 사의 CoXi 센서 [3] 선형가속, 방위, 지자계 센서 100Hz Sampling
카메라	GoPro Hero 7 선형모드 (FOV : 55.2 도)
제어로봇	Cinetics Lynx 3 1m 선형모션, pan, tilt, roll



그림 1 센서 및 제어 로봇

실험에 사용된 센서는 가속도, 선형 가속도, 차이로, 오리엔테이션 정보를 초당 25~200 Hz 샘플로 제공하며, 무게는 2g 이내이고 23mA용량의 배터리로 11시간 동안 사용 가능하다. 이 센서가 부착된 카메라를 카메라 제어 로봇에 부착하여 카메라의 방위 및 위치를 변경해 봄으로써 측정된 값과 로봇 설정 값과의 차이를 확인함으로써 오차를 살펴보고 실제 WebGL로 간단한 AR응용을 개발하여 간단한 큐브를 화면에 합성해 봄으로써 시각적으로 어색함이 없는지에 대해 살펴보았다. 영상을 녹화할 때 기준을 정하기 위해서 참조 차트에 1m크기의 참조 선을 그려서 실험을 진행하였다. 해당 로봇에 저장된 움직임을 10회 반복하여 측정한 데이터와 실제 움직임과의 오차를 확인하였다. (표 2 참조) 오차 및 각도에 대한 측정은 수작업을 이루어져 측정 오차를 포함하고 있다. WebGL로 개발된 응용과 촬영된 동영상을 합성하기 위해, 임의의 타임스탬프를 사용하여 동기화 하였다.

표 2 측정오차

측정	오차 (%)
위치 측정 오차 (20cm 이동, 10 회 평균)	1.06%
방위 오차 (30 도 회전, 10 회 평균)	4.35%

WebGL 증강현실 응용은 실제 부착된 참조 이미지 상에 가상의 정육면체가 있다고 가정하고, 가상의 카메라를 조정한 후, 이 가상의 카메라에 센서로 측정된 카메라의 위치와 방위를 적용하여 보았다. 그림 2는 증강현실 응용의 실제 합성 결과이다.

IV. 결론

본 연구에서는 범용 센서를 활용하여 카메라의 위치와 방위를 측정하는 방법을 제시하고, 센서가 부착된 카메라를 제어 로봇을 통해 위치와 방위를 변경할 수 있도록 하는 실험 환경을 구축하고, 센서로부터 들어온

데이터를 처리하여 위치와 방위를 계산하고, 실측자료와 비교하였다. 20cm 이동 실험의 경우 1.06%의 오차를 나타냈으며, 30도 회전의 경우 4.35%의 오차를 보였다. 또한 간단한 증강현실 응용을 개발하여 촬영된 영상과 합성한 결과 육안으로 오차를 구분하기 어려울 정도로 충분한 정확도를 보여주었다.

증강현실 응용에서 이미지를 분석하는 방법으로 카메라의 위치와 방위를 계산하는 방법을 사용할 경우, 영상과의 정확한 정합은 가능하나, 계산량이 많고, 전력소비가 크며, 조명환경에 영향을 크게 받게 된다. 반면 저전력 센서를 이용하는 경우 이러한 문제점을 개선할 수 있다. 본 연구의 결과와 같이 센서를 이용하여 검색 공간을 크게 줄인 이후 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 보정하면 정밀도와 전력소비를 크게 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터(IITP)의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (20150009080031001)

참 고 문 헌

- [1] 신수연, 남정훈, 차주현 (2016). 멀티모달 센서를 이용한 실내위치 추적. 한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, 145-146
- [2] Khronos Group, WebGL Specification, 2020년 6월 10일 접속, <http://www.khronos.org/webgl/>
- [3] COXSPACE homepage, 2020년 6월 10일 접속, <http://coxspace.com/>
- [4] HERO7 Black FOV(시계) 정보, 2020년 6월 10일 접속, <https://community.gopro.com/t5/ko/HERO7-Black-FOV-49884-44228-51221-48372/t-p/391621?profile.language=ko>

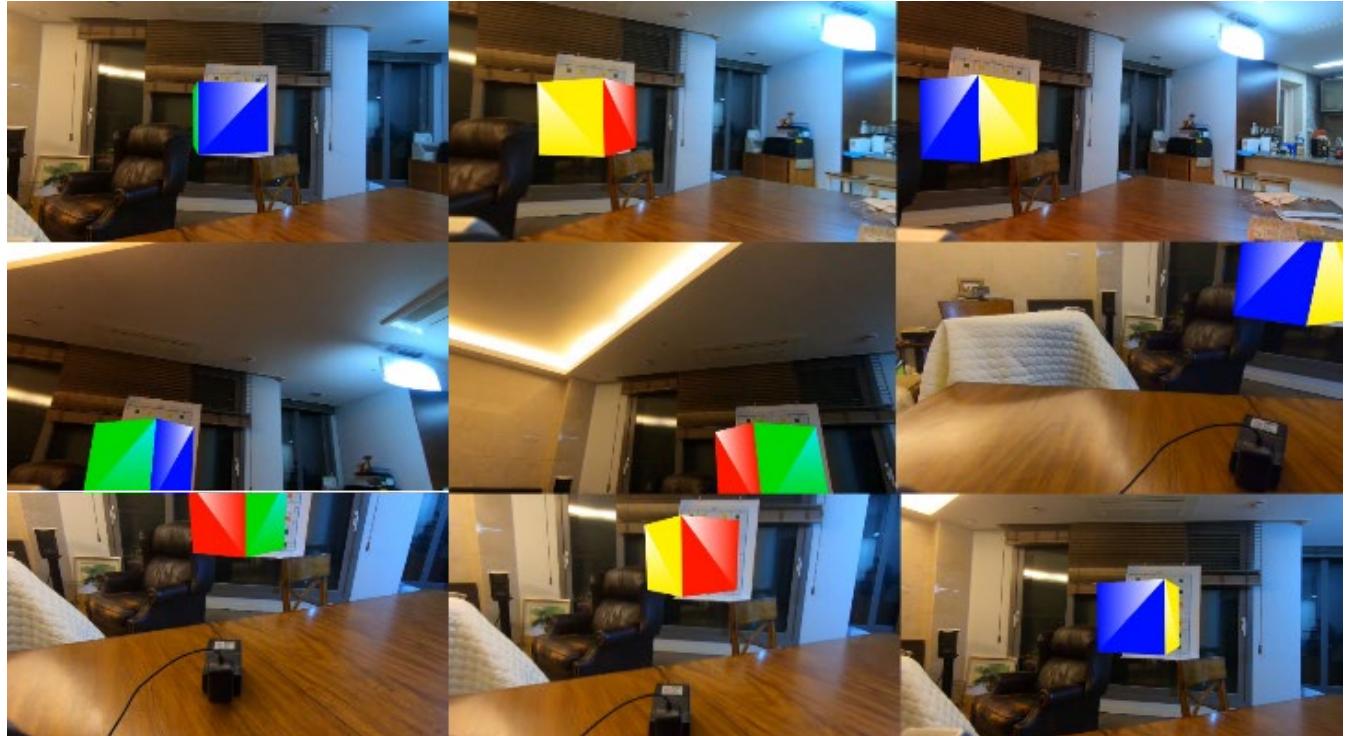


그림 2 증강현실 응용 실험결과