

증강 현실을 위한 영상과 관성 측정 장치를 이용한 수평면 검출 기법

김병규, 윤준영, 박종일¹

한양대학교 컴퓨터공학부

bkkim@mr.hanyang.ac.kr, forbidden427@gmail.com, jipark@hanyang.ac.kr

Detection of Plane Using Vision and IMU Data for Augmented Reality

Byeong-gyu Kim, Junyoung Yun, Jong-Il Park
Hanyang University

요 약

증강 현실에 대한 관심이 높아지면서, 물체를 자연스럽게 증강시키는 기술이 주목받고 있다. 그 방법 중 하나는 실제 물체처럼 수평면 위에 증강시키는 것이다. 본 논문에서는 카메라 영상과 관성 측정 장치(IMU: inertial measurement unit)를 사용해 물체를 증강시키기 위한 수평면을 찾는 방법을 제안한다. 우선, 수평면을 결정하는 데 기준이 될 3 차원 공간 좌표를 계산하기 위한 방법을 설명한다. 그리고 계산된 좌표들을 바탕으로 수평면을 찾는 방법을 제시한다. 제안한 방법을 사용하면 지면 방향을 이용하기 때문에 증강된 물체가 실제 물체처럼 서있게 할 수 있다.

1. 서론

최근 들어 증강현실 (AR: augmented reality) 기술에 대한 사회적 관심이 높아지고, 이에 따라 AR 어플리케이션의 수요가 증가하고 있다. 동시에 이를 위한 AR 관련 기술도 많이 개발되고 있다.

AR 어플리케이션은 물체를 증강시켜 실제 존재하는 것처럼 보이게 하는 것이 목표이다. 카메라 영상에 증강된 물체를 실제 물체처럼 느끼게 하는 방법 중 하나는 실제로 물체가 있을 법한 위치에 물체를 증강시키는 것이다. 그리고 대부분의 실제 물체는 중력에 의해 수평면에 놓여있게 된다. 그러나 영상만 가지고는 현실 세계의 지면의 방향을 정확히 알 수 있는 방법이 없다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 AR 소프트웨어의 개발 시, 카메라 영상과 관성 측정 장치(IMU: inertial measurement unit)를 둘 다 활용해 수평면을 찾는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 SLAM (simultaneous localization and mapping) 을 이용하여 공간 상의 점을 추출하는 방법에 대해 설명하고, 3 장에서는 추출한 점에서 수평면을 찾아내는 방법을 제시한다. 4 장에서는 제안한 방법의 실험 및 결과를 설명한다. 마지막으로 5 장에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. SLAM 을 이용한 공간 상의 점 추출

3 차원 공간 맵을 만들기 위해서는 기준이 되는 점들을 계산하기 위한 초기화 과정이 필요하다. 마커를 사용하지 않는 SLAM 을 사용했기 때문에 초기화 과정에서 평행이동을 가정한 두 개의 프레임이 필요하다. 카메라를 옆으로 평행하게 움직인 후 처음과 끝 프레임 간의 특징점을 매칭한다. 그래서 두 프레임 사이의 essential matrix 와 카메라 자세를 계산한다. 매칭된 특징점은 삼각측량법을 통해 초기 맵을 생성한다[1]. 초기 맵에서 시작해서 이후의 프레임의 특징점과 맵 상의 특징점을 매칭한 후 맵을 확장하게 된다.

3. 수평면 탐색 과정

먼저 초기 맵 생성 시에 IMU 로부터 지면의 방향을 알아낸다. 초기화 시 선택된 첫 프레임은 맵의 좌표계의 기준이 된다. 그때의 중력 방향은 중력가속도를 이용해 구할 수 있고 지면의 방향은 중력의 방향과 반대이다. 첫 프레임을 선택할 때 각 축에 가해진 중력가속도로 중력의 방향 벡터를 구하고 부호를 바꾸면 지면의 방향 벡터가 된다.

¹ 교신저자

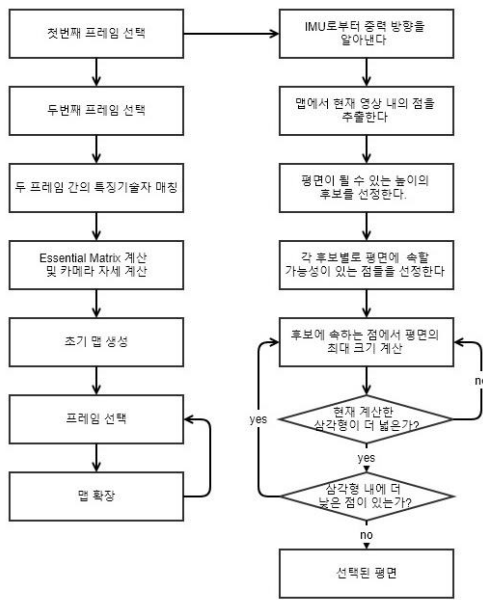


그림 1. 제안하는 알고리즘 흐름도

매 프레임마다 맵 중에서 현재 영상 내에 보이는 점들을 바탕으로 수평면을 탐색한다. 수평면을 찾는 과정이기 때문에 탐색 과정에서의 기준을 맵의 좌표계가 아닌 실제 세계를 기준으로 한다. 그래서 지면으로부터의 상대적 높이를 가지고 점들을 판단하게 된다. 수식(1)은 평면의 방정식이다. 수식(1)에서 (a,b,c)는 지면의 법선 벡터이고 높이는 d로 표현된다.

$$ax + by + cz + d = 0, \quad (1)$$

현재 영상 내의 점들을 순차적으로 돌면서 높이를 구하고 그 높이를 후보로써 저장한다. 후보 중에 이미 그 높이가 있다면 넘어간다. 그리고 각 후보 별로 어떤 점이 그 높이에 존재하는지 계산한다.

이렇게 하면 각 높이에 어떤 점들이 존재하는지 분류가 끝난다. 한 번에 하나의 평면만을 사용한다고 하면 어떤 높이의 평면을 선택할 것인가 결정해야 한다. 여러 평면 중에서 넓이가 가장 넓은 평면을 선택하는 것이 물체를 증강시키기에 자연스러울 것이라고 가정한다. 여기서 모든 경우를 따져보는 것은 시간적으로 불가능하기에 RANSAC(random sample consensus)을 이용한다[2]. 한 높이에서 무작위로 3 개의 점을 선택하고 점이 이루는 삼각형의 넓이를 구하는 과정을 반복해 가장 넓이가 넓은 때를 선택한다.

그러나 위 과정만 거치면 실제로 평면이 없더라도 같은 높이에 점들이 있다면 평면이라고 판단할 수 있게 된다. 그래서 3 개 점이 이루는 평면이 실제로 평면인지 아닌지 판단할 수 있는 과정이 필요하다. 이를 위하여 3 개 점이 이루는 삼각형 내에 높이가 낮은 점이 있는지 확인하는 과정을 거친다. 만약 실제로 평면이 존재한다면 그보다 더 낮은 높이의 점이 존재할 수 없기 때문이다. 이 과정은 계산된 넓이가 현재 선택된 넓이보다 더 넓을 때 수행해서, 더 낮은 점이 존재하면 다시 RANSAC 과정을 반복하고, 존재하지 않는다면 이 평면을 선택하면 된다.

4. 실험결과 및 분석

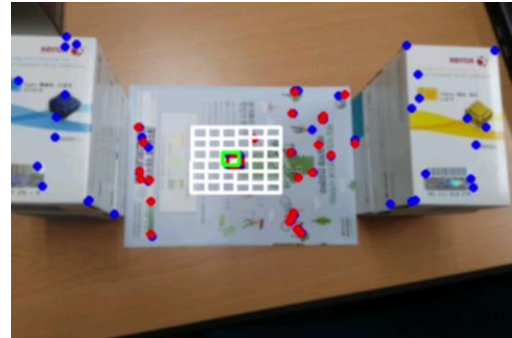


그림 2. 실험 결과

실험한 결과 증력 방향을 확인한 후 수평면을 찾았기 때문에 항상 센서로 측정된 지면과 평행한 면을 찾을 수 있다. 그러나 관성 측정 장치의 오차나 3 차원 공간 좌표 계산 상의 오차 때문에 정확한 결과가 나오기는 힘들다. 특히 가속도 센서에 오차가 생겼다면 항상 그 오차만큼 기울어진 수평면을 찾게 된다.

그림 2 는 책상 위에 얇은 종이가 있고 양 옆으로 상자가 같은 높이로 쌓여 있는 상황에서의 실험 결과를 나타낸다. 그림 2 에 표시된 점들은 현재 보이는 맵 상의 점이다. 빨간색 점은 선택된 평면에 속하는 점이고 파란색 점은 평면에 속하지 않는 점이다. 가장 넓은 평면만을 찾는다면 두 상자 위에 평면이 있다고 판단할 수도 있다. 하지만 두 상자 사이에 더 낮은 평면에 점이 존재하기 때문에 실제로는 두 상자를 잇는 평면이 존재하지 않는다고 판단한 것을 확인 할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서 제안한 방법은 IMU 값과 3 차원 공간 계산의 오차에 따라 실제 지면과 차이가 나는 문제점이 있다. 하지만 사람의 눈으로 약간의 오차는 구분할 수 없기에 작은 오차는 사용하는 데에 지장을 주지 않는다. 그러나 지면 방향을 구할 때 큰 오차가 생겨버리면 다시 수정할 수 없어 문제가 생긴다. 그래서 지면 방향을 지속적으로 수정해서 오차를 줄이도록 할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2017 년도 문화기술 연구개발 지원사업의 연구 결과로 수행되었음

참고문헌

[1] Klein, Georg, and David Murray. "Parallel tracking and mapping for small AR workspaces." *Mixed and Augmented Reality, 2007. ISMAR 2007. 6th IEEE and ACM International Symposium on*. IEEE, 2007.

[2] Fischler, Martin A., and Robert C. Bolles. "Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography." *Communications of the ACM* 24.6 (1981): 381-395.