

모바일 기기에서 온라인 패치 학습을 위한 센서 기반 이미지 교정 기법

서현, 이원우, 우운택
광주과학기술원 U-VR 연구실

{hseo, wlee, wwoo}@gist.ac.kr

초록: 본 논문에서는 스마트폰에 탑재된 센서를 이용하여 영상을 정면시점 영상으로 교정하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법¹⁾은 모바일 기기에 탑재된 가속도 센서와 자이로스코프 센서를 이용하여 스마트폰 카메라의 회전을 알아내고, 이를 통해 카메라로 획득한 영상을 정면 시점으로 변환한다. 이와 같은 방법은 계산 성능이 떨어지는 스마트폰 상에서의 복잡한 영상처리를 피하고, 임의의 시점에서 획득된 영상도 교정이 가능하다는 장점을 갖는다.

주제어 : patch rectification, patch learning, image warping, frontal view, mobile AR application

1. 서론

최근 스마트 폰의 확산과 더불어 모바일 증강현실 응용에 관한 관심이 증가하고 있다. 모바일 증강현실 응용을 위해서는 대상 객체의 학습 및 인식/추적이 필수적이며, 모바일 기기에 탑재된 CPU의 낮은 계산 성능으로 인해 주로 2D 객체를 인식/추적의 대상으로 사용하고 있다. 2D 객체를 학습하기 위해서는 객체의 정면 시점에서 획득한 영상을 필요로 한다. 그러나 실제 환경에서 대상물의 정면 시점 영상은 항상 얻을 수 있는 것이 아니므로, 실제 환경에서 임의의 객체를 학습하고 인식/추적하는 것이 불가능한 경우가 많다.

이러한 제약을 벗어나기 위하여 [1]에서는 스마트폰에 탑재된 가속도계를 이용하여 카메라의 입력 영상으로부터 정면시점 영상을 자동으로 생성하는 방법을 제안하였다. 영상을 교정하는 것 외에도 객체 추적에도 가속도계를 활용하여 추적 속도 및 성능을 향상시키는 방법도 제안되었다 [3]. 그러나 [1]에서 제안한 방법은 대상 객체와 카메라 사이의 회전 자유도를 1자유도로 제한하고 있기 때문에 카메라가 2D 객체에 대해 임의의 회전을 가지고 있는 경우는 정면 시점의 생성이 불가능하다는 제약이 있다.

본 논문에서는 수평면에 위치하고 있는 2D 객체에 대해서 카메라로부터 입력된 영상을 자동으로 정면시점 영상으로 생성하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 스마트폰에 탑재된 가속도계와 자이로스코프 센서를 통해 수평면의 2D 객체에 대한 카메라의 회전 변환을 측정하고, 이

를 통해 정면 시점의 영상을 자동으로 생성한다. 또한 제안된 방법은 센서를 활용하여 복잡한 영상처리 과정을 피함으로써 보다 빠르게 정면시점 영상을 만들어 낼 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 가속도계 및 자이로스코프 센서를 이용한 정면시점 생성 방법을 설명하고, 3장 및 4장에서는 실험 결과 및 결론을 제시한다.

II. 센서 기반 이미지 교정 기법

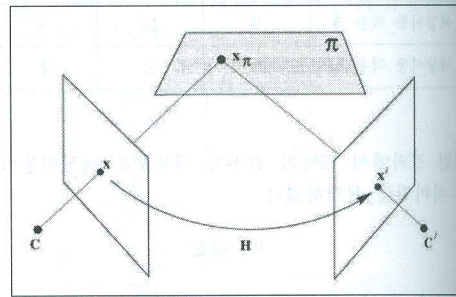


그림 1. 평면 Π 에 의해 유도된 호모그래피 H

카메라로부터 입력된 영상을 정면 시점 영상으로 생성하기 위해서는 두 시점 사이의 호모그래피(Homography)가 필요하다. 그림 1에서 보는 것과 같이, 서로 다른 두 카메라 C 와 C' 의 자세를 각각 $P=K[I|t]$ 및 $P'=K[R|t']$ 라고 할 때, 두 카메라 사이의 호모그래피 H 는 (1), (2)와 같이 계산할 수 있다 [2].

$$H=K(R-t'n^T/d)K^{-1} \quad (1)$$

여기서 n 과 d 는 평면 Π 의 인자로서 아래와 같이 정의된다.

$$\Pi=(n^T, d)^T \quad (2)$$

위 식을 통해 호모그래피를 계산하기 위해서는 카메라의 자세 R 과 t , 그리고 평면까지의 거리 d 가 필요하다. 문제를 단순화하기 위해서 평면 Π 까지의 거리 d 는 카메라의 초점 거리와 같다고 가정한다.

카메라의 자세 R 과 t 는 스마트 폰의 가속도계는 카메라의 회전 방향에 대한 정보를 제공하는데 부족하며, 기준 좌표계에 대해 3자유도 회전 방향은 수평면에 대해 수평면으로 하는 수평면에 위치한다. 따라서 가속도계를 통해 얻은 자이로스코프 센서를 초기화함으로써 2D 대상 객체에 대해 3자유도 회전을 측정할 수 있다.

스마트 폰에 탑재된 자이로스코프 센서를 이용하여 보인 피치(Pitch), 롤(Roll)에 관한 회전 행렬(rotation matrix)을 구할 수 있다. 기기의 삼축에 따라 피치, 롤, 요에 관한 회전, 그리고 요에 관한 회전을 구할 수 있다. 카메라 시점에서 가

R 을 구하면 아래와 같다. 정면 시점에서의 이미지 생성은 카메라 시점과 정면 시점 사이의 변환 벡터(translation vector)가 주어지면 (4)과 같이 회전 정보만 구할 수 있다.

결과적으로 위에서 얻은 회전 정보와 호모그래피를 결합하여 사용할 수 있다.

III. 실험에는 480x360 영상 파라미터는 미리 계산된 수평면 객체의 경우 3자유도의 회전은 카메라 좌표계와 같으므로 실제로 정면시점 생성에 무방하다. 그림 2는 자유도의 회전 요소들만을 포함하고 있다. 얻어진 정면시점 기준 이미지와 비교하여

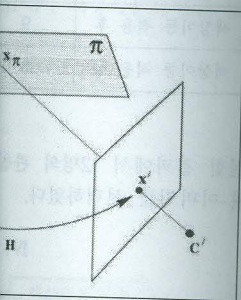
정면시점 기준 이미지를 볼 수 있으며, 그림 2는 객체 학습에 사용하였으며 제안하는 기법에 의해 정면시점 이미지를 얻기 위해 피치, 롤, 요에 관한 회전을 측정할 수 있다. 스마트 폰의 자이로스코프 센서가 누적되는 드리프트 시간이 지날수록 정면시점 이미지가 나타났었다. 이러한 현상은 회전 방향에 대해 다시 초

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2011년도 콘텐츠산업기술지원사업의 연구결과로 수행되었음

위한

을 자동으로 생성한다. 또한 제
어 복잡한 영상처리 과정을 피
시점 영상을 만들어 낼 수 있
같다. 2장에서는 가속도계 및
정면시점 생성 방법을 설명
결과 및 결론을 제시한다.

이미지 교정 기법



도된 호모그래피 H

을 정면 시점 영상으로 생성
의 호모그래피(Homography)
는 것과 같이, 서로 다른 두
를 각각 $P=K[I|0]$ 및
카메라 사이의 호모그래피 H
있다 [2].

$$t = T(d)K^{-1} \quad (1)$$

의 인자로서 아래와 같이

$$T(d) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d \end{bmatrix} \quad (2)$$

계산하기 위해서는 카메라
까지의 거리 d가 필요하다.
면 π 까지의 거리 d는 카
정한다.

과로 수행되었음

카메라의 자세 R 과 t 는 다음과 같이 계산한다. 스마
트 폰의 가속도계는 카메라의 지역 좌표계에 대해 중력
방향에 대한 정보를 제공하고, 자이로스코프 센서는 특정
기준 좌표계에 대해 3자유도의 회전 정보를 제공한다. 중
력 방향은 수평면에 대해 수직이므로, 본 논문에서 대상
으로 하는 수평면에 위치한 2D 객체의 노멀 벡터가 된다.
따라서 가속도계를 통해 얻은 중력 방향에 대해 자이로스
코프 센서를 초기화함으로써 스마트폰의 회전을 수평면의
2D 대상 객체에 대해 3 자유도로 측정할 수 있다.

스마트 폰에 탑재된 자이로스코프 센서로부터 회전 정
보인 피치(Pitch), 롤(Roll), 요(Yaw) 값을 획득하고 각각
축에 관한 회전 행렬(rotation matrix)을 생성한다. 모바일
기기의 삼 축에 따라 피치는 x 축에 관한 회전, 롤은 y
축에 관한 회전, 그리고 요는 z 축에 관한 회전에 해당한
다. 카메라 시점에서 가상의 정면 시점에서의 회전행렬
R 을 구하면 아래와 같다.

$$R = R_x R_y R_z \quad (3)$$

정면 시점에서의 이미지 교정을 위한 평면 호모그래피
계산은 카메라 시점과 정면 시점 사이의 회전행렬과 이동
벡터(translation vector)가 필요하다. 이동 벡터 t 의 경
우 (4) 과 같이 회전 정보와 카메라 중심점 c 를 이용하
여 구한다.

$$t = -Rc \quad (4)$$

결과적으로 위에서 얻은 R, t, 및 d 값을 식 (1)에 적
용함으로써 호모그래피를 계산하고 정면 시점 영상을 생
성할 수 있다.

III. 실험 결과

실험에는 480x360 영상을 사용하였고, 카메라의 내부
파라미터는 미리 계산된 값을 사용하였다.

수평면 객체의 경우 3 자유도의 회전 요소들 중, 요 방
향의 회전은 카메라 좌표계에서 영상을 Z 축으로 회전한
것과 같으므로 실제로 정면 시점 생성 시에는 고려하지
않아도 무방하다. 그림 2은 요 성분을 제외하고 나머지 2
자유도의 회전 요소들만을 가지고 정면 시점을 생성한 결
과이다. 얻어진 정면시점 영상은 기준 영상의 좌측하단을
기준으로 할 때 Z 축을 기준으로 회전한 것과 같다는 것
을 볼 수 있으며, 그림 2의 결과와 같이 얻어진 영상을
객체 학습에 사용하여도 인식/추적에 무리가 없다.

제한하는 기법에 의해 생성된 정면 시점 이미지의 정확
도를 알아보기 위해 피치와 롤 값을 각각 증가 시키며 레
퍼런스 이미지와의 유사도를 측정하였다. 그림 3에서 보
듯이 0° 부터 60° 까지 0.9 이상의 매칭률을 보인다.

스마트 폰의 자이로스코프 센서는 시간이 지날수록 오
차가 누적되는 드리프트 현상을 가지고 있어 초기화 이후
시간이 지날수록 정면 시점 생성의 정확도가 떨어지는 현
상이 나타났다. 이러한 문제점은 자이로스코프 센서를 중
력 방향에 대해 다시 초기화 함으로써 피할 수 있다.

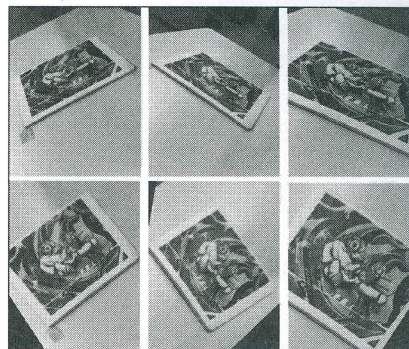


그림 2. 요(yaw)를 제외시킨 이미지 교정.
(위 : 입력 이미지, 아래 : 결과 이미지)

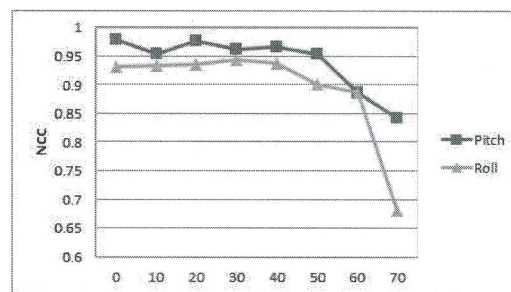


그림 3. 피치와 롤 값의 증가에 따른 NCC 매칭 결
과

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 스마트폰의 자이로스코프 센서와 가속
도 센서를 사용한 이미지 교정 기법을 제안하였다. 제안
하는 기법은 센서를 통해 복잡했던 기존의 계산을 줄이고
가속도 센서 및 자이로스코프 센서를 활용함으로써 수평
면 객체에 대해 임의의 회전을 갖는 카메라에서 획득한
영상으로부터 정면 시점 영상을 자동으로 생성할 수 있
다. 향후에는 생성된 정면시점 영상을 통해 대상 객체를
학습하고, 강건하게 인식/추적 할 수 있는 기술에 대한
연구를 진행할 예정이다.

참고문헌

- [1] W.Lee, Y.Park, V.Lepetit, and W.Woo, "Point-and-Shoot for Ubiquitous Tagging on Mobile Phones", ISMAR, pp. 57-64, 2010.
- [2] R. Hartley and A. Zisserman, "Multiple View Geometry in Computer Vision", Cambridge University Press, 2000.
- [3] D. Kurz and S. Benhimane, "Inertial Sensor-Aligned Visual feature Descriptors", CVPR, pp.161-166, 2011.