

어두운 환경에서 AR 구현을 위한 적외선 마커기반 추적

이강훈, 박종일*

한양대학교 컴퓨터 · 소프트웨어학과

aeternalis@gmail.com, jipark@hanyang.ac.kr*

Infrared Marker-based Tracking for AR in Dark Environments

Kanghoon Lee, Jong-Il Park*

Department of Computer and Software, Hanyang University

요 약

본 논문에서는 박물관이나 전시공간처럼 조도가 낮은 환경에서 마커기반 증강현실 구현이 가능한 마커를 살펴보고 실용적 마커 제작 방법을 제안한다. 조도가 낮고 어두운 환경에서 일반적인 마커나, 이미지, 객체를 인식하여 증강현실을 구현하는 것은 매우 어렵다. 마커기반 증강현실의 몰입감을 저감시키지 않기 위해 제안되었던 눈에 보이지 않는 마커 방식은 제시한 어두운 환경에 적용이 가능하다. 하지만 이와 같은 상황에서 사용되는 마커는 실제 제작과 사용에 있어 제약이 있다. 따라서 기존의 보이지 않는 마커의 특징을 분석하여 제약 사항과 문제점을 개선하고 실용적인 마커 구현 방법을 제시한다. 기존의 방법과 비교하여 제안하는 방법으로 구현된 마커는 품질이 일정하고, 제작이 편의성이 향상되었다.

1. 서론

최근 들어 다시 주목받고 있는 증강현실은 다양한 장치와 분야에서 활발히 응용되고 있다. 자연스러운 증강현실을 구현하기 위해서 그림이나 객체를 기반으로 하는 증강현실 기술이 많이 연구되고 있다. 하지만 박물관이나 전시공간 등 실내의 조도가 낮은 환경에서는 RGB 카메라로 그림이나 사물의 특징을 구분하는 것이 어렵기 때문에 증강현실을 구현하기 어렵다. 마커기반 증강현실 방식 중에서 눈에 잘 보이지 않는 마커를 사용하는 방법은 적외선 카메라와 조명을 사용하여 어두운 환경에서도 마커를 추적할 수 있다. 눈에 보이지 않는 마커를 구현하기 위한 방법으로 적외선을 흡수하는 잉크를 사용한 것이 있다. 적외선 흡수 잉크는 다양한 파장대의 제품이 존재한다[1,2]지만 이러한 잉크는 제품 색이 녹색, 보라, 갈색 등의 색으로 보여지기 때문에 밝거나 흰색과 같은 배경에 사용할 수 없다. 잉크가 아닌 잉크젯과 레이저 프린터를 사용하여 중복인쇄하는 방식이 있다[3]. 이것은 검은색으로 마커를 출력하고 흰색스프레이를 도포한 후 그 위에 레이저 프린터로 그림을 인쇄한다. 이 방식은 마커 자체를 은폐함으로써 마커에 대한 거부감이나 이질감을 감소시켜주는 효과가 있다. 하지만 제작 과정에 많은 불완전 요인이 있기 때문에 일정한 수준의 마커 품질이 보장되지 않는다.

본 논문에서는 기존에 소개되었던 마커들을 직접 제작하여 그 결과를 살펴본다. 그리고 제작된 마커들의 특징을 비교하고 분석하여 문제점을 개선하였다. 그 결과 이전의 마커들 보다 실용적이며 제작이 보다 용이한 마커제작 방법을 소개한다. 구현 방법에 따른 마커 성능 차이를 확인하기 위해 동일한

시스템과 문턱값을 사용하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 기존의 눈에 보이지 않는 마커를 구현하여 비교분석하고, 3 절에서는 기존의 제작 방법을 개선한 방법으로 마커와 배경을 출력한 후 인식 결과 확인한다. 마지막으로 4 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 적외선 카메라 기반 마커 비교

어두운 환경에서 마커를 인식하기 위해서 적외선 카메라와 적외선 조명을 사용하였다. 본 절에서는 기존의 연구에서 제안한 마커 제작 방법으로 마커를 제작하여 분석한다.

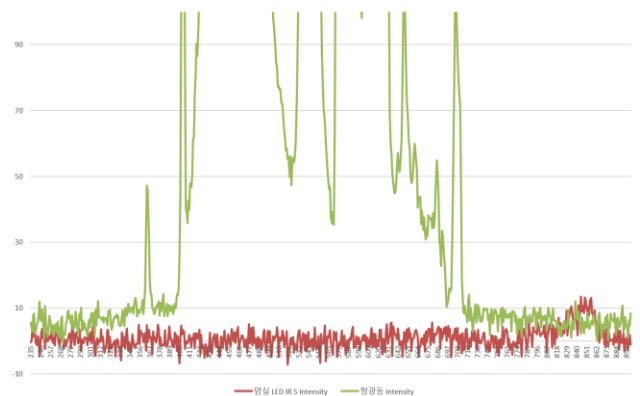


그림 1 실험 환경의 파장 분석

* 교신저자

적외선 영상은 PointGray FL3-U3-13E4MC 그레이모드 카메라에 적외선 필터를 장착 하여 촬영하였다. 적외선 조명은 적외선 파장이 850nm 가 최대인 조명을 사용하였다. 그림 1 은 조명환경에 따른 파장을 SpectroRadiometer 로 측정된 결과를 보여준다. 어두운 환경인 녹색은 실험장소의 형광등의 파장 분포 이고 붉은색은 형광등을 끄고 실험에 사용하는 적외선 조명의 파장 분포 이다. 적외선 조명일 때 850nm 가 최대인 것을 확인할 수 있다. IR 조명 외에 적외선 영상에 영향을 주는 것이 없는 환경을 조성하였다. 그림 2 는 적외선 영상을 촬영하기 위해 사용한 필터의 SpectroRadiometer 를 측정한 것이다. 실험에 영향을 줄 수 있는 가시광선 파장의 차단효과를 확인하기 위해서 형광등을 켜진 상태에서 측정하였다. 녹색은 LowPass 필터로 680nm-1100nm 영역의 파장을 투과한다. 파란색은 BandPass 필터로 820nm-910nm(BP850)의 파장 영역을 투과한다. 논문에서 사용된 적외선 영상은 BP850 모델을 사용하였다.

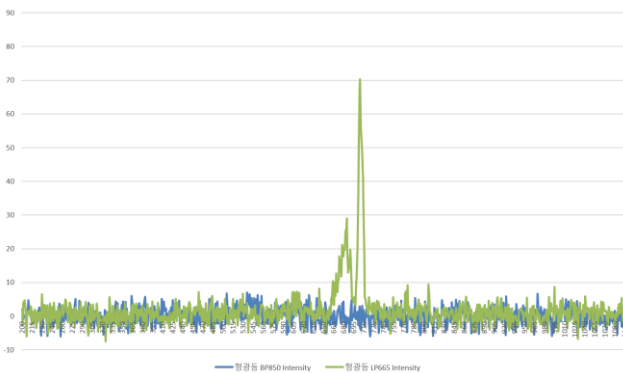


그림 2 카메라 렌즈 필터 투과 파장 분석

첫 번째 방법은 적외선 흡수 잉크 epolin Spectre340 을 아세톤으로 희석하여 마커 그림 도형에 채색한 것이다. 그림 3 의 왼쪽은 RGB 영상, 오른쪽은 적외선 영상이다. 상단은 2%, 4%, 6%, 8%, 10%로 잉크를 아세톤으로 희석하여 붓으로 직접 채색한 것이다. 마커 외각선이 그려진 용지에 채색하였기 때문에 착시에 의해 마커를 구분 할 수 있을 뿐 실제로는 마커 주변의 색과 비슷하여 마커 검출이 불가능 하였다. 하단은 마커의 농도를 15%, 20%로 희석하여 채색한 후 레이저 프린터로 배경을 출력한 영상이다. 특정 회사 레이저 프린터로 출력한 경우 배경 그림의 짙은 색 부분이 적외선을 흡수 하여 마커의 형태와 배경 그림 형태가 혼합되어 구분하기 어렵다.

두 번째 방법은 잉크젯 프린터로 마커를 인쇄한 후 흰색스프레이를 도포한 상태에서 레이저 프린터로 그림을 출력한 것이다. 이 방법은 잉크젯 프린터로 출력한 검은색 마커가 적외선 영상에서 잘 보이고 고체 잉크를 사용하는 레이저 프린터는 적외선 영상에서 보이지 않는다는 점을 착안한 것이다. 실험에서는 그림을 밝은색 배경 전체에 적용하여 진행하였다. 그림 4 의 왼쪽은 시험을 위해 제작 결과이다. 가운데는 적외선 영상이며, 오른쪽은 적외선 영상을 히스토그램 평활화 하여 나타낸 것이다. 그림으로는 스프레이를 도포한 부분이 잘 안보이지만 실제로는 흔적이 잘 보인다. 적외선 영상에서 얼룩이 보이는 것은 흰색 스프레이로 도포한 부분이다. 한번만 도포하지 않고 여러 번 반복했기 때문에 얼룩없이 일정하게 도포하는 것이 상당히 어렵다.

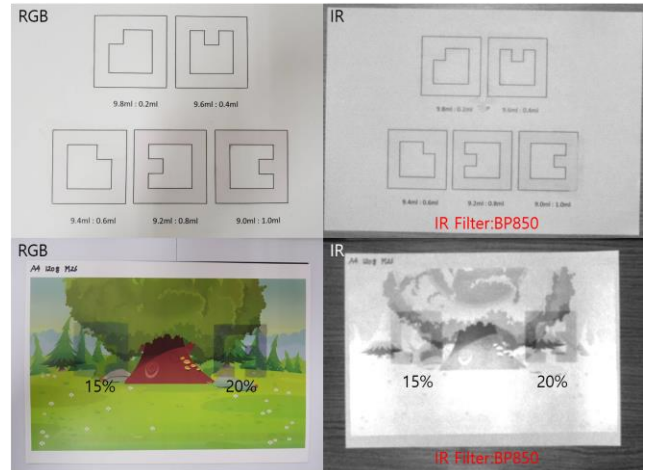


그림 3 적외선 흡수 잉크를 희석하여 채색한 마커



그림 4 잉크젯 프린터와 레이저 프린터를 중복 출력한 마커

이와 같은 보이지 않는 마커를 만드는 방법은 적외선 흡수 잉크와 같이 특수 잉크를 사용하지 않고도 보이지 않는 마커를 만들 수 있는 장점이 있다. 잉크젯으로 출력한 검은색 마커가 보이지 않을 때까지 동일한 세기로 흰색 스프레이를 반복하여 도포하는 것이 어렵다. 하지만 많은 제작 경험이 쌓이면 스프레이 도포시 얼룩 발생을 줄일 수 있을 것이다. 그림 2 에서 보는 것은 마커의 투명도를 80% 조절하여 출력한 것이다. 기존의 연구에서 소개한 적외선 카메라 기반 눈에 보이지 않는 마커 제작 방법에 따라 마커를 제작하고 시험하였다. 관련 논문에서 제안된 두 가지 방식의 마커는 스토리 북의 경우 책자에 그려진 형태지만 다른 예시와 다른 연구에서는 마커 크기에 맞게 그림을 출력하여 카드 형식으로 구현되었다. 또한 높은 품질의 마커를 제작하는 것은 쉽지 않다.

3. 어두운 환경에서 사용하기 위한 마커 구현 및 실험

본 절에서는 기존의 방법으로 제작된 마커 분석하고 개선하여 새로운 마커를 구현하였다. 잉크젯 프린터와 레이저 프린터를 사용하는 중복 인쇄 방식은 모든 프린터에 동일하게 적용되지 않는다. 그림 5 의 상단은 마커를 그레이스케일 모드 검은색으로 A 사 레이저, B 사 레이저, C 사 잉크젯으로 출력한 것이고 하단은 적외선 영상이다. 이와 같은 결과는 잉크젯과 레이저 프린터를 사용하는 경우 프린터 잉크나 토너 제조사와 품종에 따라 다른 결과가 나올 수 있는 점을 보여준다. 마커 인식 추적은 ARToolkit[4] 을 사용하였다. 마커 인식 성능 결과 비교를 위해 문턱값 처리 외에는 다른 필터처리를 하지 않았다.

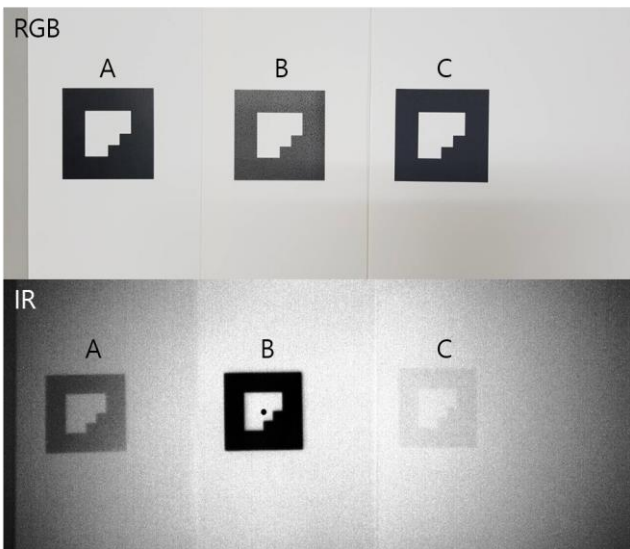


그림 5 프린터에 따른 마커 적외선 영상

마커를 출력한 후 흰색 스프레이를 도포하는 경우 출력물 표면에 이물질이 많이 생성되어 다른 프린터로 배경 출력출력하는 경우 인쇄 오류가 나고 프린터에 따라 열화 현상과 입자가 정착 되지 않는 경우가 많이 발생한다. 또한 흰색 스프레이 효과로 표면에 빛 반사 현상이 발생하기 때문에 광택 저감 스프레이를 다시 도포해야 한다. 이와 같은 문제점이 있는 스프레이 도포를 하지 않고 구현하는 방식으로 마커 구현을 실험을 하였다. 본 논문에서는 배경 전체가 그림이고 마커가 특정 위치에 배치되는 형태로 실험을 진행하였다. 검은색으로 출력하는 마커는 인식이 가능한 수준까지 투명도를 100%에서 10%씩 차감하여 진행하였다. 마커 출력은 마커의 형태가 온전하고 안정적인 마커 인식이 가능한 B 사의 프린터로 출력하였다. 배경의 경우 서로 다른 프린터로 배경을 출력하였다. 그림 6 는 마커의 투명도를 10%로 설정하고 배경 출력 것의 적외선 영상이다. 영상에서 보는것과 같이 B 사로 마커를 출력하고 A 사와 C 사 프린터로 배경을 인쇄한 경우 배경색이 거의 보이지 않는 것을 확인할 수 있다. 10%로 마커를 출력하여도 마커의 형태가 온전하고 마커 출력색과 배경색이 혼합되어 어두운 환경에서는 이질감이 경감되었다.



그림 6 마커와 배경 그림 혼합 출력

4. 결론

본 논문에서는 어두운 환경에서 증강현실에 사용하기 위한 마커를 구현 하였다. 기존의 보이지 않는 마커 연구에서 제시하였던 제작 방법에 따라 다양한 마커를 제작하여 실험하였다. 실험을 통해 분석하고 보완하여 실용적인 마커를 구현 방법을 제안하였다. 제안하는 제안하는 방법의 마커는 인식 추적에 적합하며 제작 과정이 간편해 졌다. 또한 일정한 수준의 마커 구현이 가능하다. 향 후 가시광선 시야에서도 보이지 않는 마커 구현에 대한 연구를 진행할 계획이다.

감사의글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음.[2014-0-00670, ICT 장비용 SW 플랫폼 구축]

참고문헌

- [1] Park, H. and Park, J.-I. , “Invisible marker based augmented reality system,” Proceedings of SPIE VCIP, Vol .5960, pp.501-508, 2005.
- [2] Willis KDD, Shiratori T, Mahler M, “HideOut: mobile projector interaction with tangible objects and surfaces,”Proceedings of TEI’13, pp 331-338, 2013.
- [3] Changmin Lim, Chanran Kim, Hanhoon Park, and Jong-II Park, “Mobile Augmented Reality Based on Invisible Marker,” Proceedings of ISMAR, pp. 19-23, 2016.
- [4] H. Kato and M. Billinghurst, “Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System,” Proceedings of IWAR, pp. 85-94, 1999.