

적외선 카메라를 이용한 모바일 증강현실 시스템 설계 및 구현

장재혁*, 김병기*, 송창근**, 고영웅*

*한림대학교 컴퓨터공학과

**한림대학교 유비쿼터스컴퓨팅학과

e-mail: {jaehyok2, bkkim, cgsong, yuko}@hallym.ac.kr

Design and Implementation of Mobile Augmented Reality System Using Infrared Camera

Jae Hyeok Jang*, Byung Ki Kim*, Chang Geun Song**, Young Woong Ko*

*Dept of Computer Engineering, Hallym University

**Dept of Ubiquitous Computing, Hallym University

요 약

본 연구에서는 디스플레이 공간이 협소한 스마트 폰의 제약을 극복하고자 적외선 카메라를 이용한 입력 인터페이스를 제안한다. 제안하는 방식의 특징은 기존의 사용자의 손이나 펜을 이용한 입력 방식이 아닌 카메라를 통해 적외선 펜의 위치를 인식하고 추적하여 입력 공간의 크기에 제약을 받지 않고 사용하는 방식이다. 실험 결과 기존의 스마트 폰의 터치스크린을 이용한 입력 방식보다 더욱 편리하고 효율적인 입력도구로 사용될 수 있음을 보였다.

1. 서론

최근 모바일 컴퓨팅 환경의 발전과 함께 새로운 개념의 모바일 기기의 보급이 확대됨으로써 모바일 서비스 시장이 급격한 성장을 하고 있으며 또한, 이를 바탕으로 모바일 증강현실 서비스와 기술에 대한 관심이 증가 하고 있다[1]. 증강현실이란 현실세계의 기반위에 가상의 사물을 합성하여 현실 세계만으로 얻기 어려운 부가적인 정보를 컴퓨터가 생성한 가상의 영상을 실시간으로 현실세계의 물리적 객체위에 중첩시키는 기술이며, 이러한 증강현실은 대부분 카메라를 이용해 영상합성이 이루어진다[2].

증강현실 서비스는 다양한 콘텐츠에서 활용될 수 있다. 현실공간에 가상의 객체를 실시간으로 합성하여 증강현실을 접하는 사용자와 상호작용을 가능하게 함으로써 여러 분야에 걸쳐서 활용되고 있다[3]. 이러한 증강현실은 이전부터 큰 관심을 받아왔던 기술이지만 고정된 환경에서의 증강현실은 공간 및 환경에 대한 제약을 가지고 있다[4, 5]. 하지만, 이를 극복하게 된 가장 큰 계기는 모바일 컴퓨팅 환경의 발전을 들 수 있다. 과거 통화 기능만을 수행 하던 핸드폰이 하드웨어 성능의 발전의 힘입어 카메라, Bluetooth, WI-FI 등의 기술이 접목되어 통합 멀티미디어 기기로 발전했으며, 스마트 폰의 진화에 따라 증강현실 시스템의 실용화가 가능해졌다[6].

이러한 모바일 기기는 터치스크린을 이용하여 사용자의 입력을 받는다. 이런 입력방식의 문제점으로 첫 번째는, 손가락을 이용해서 제어하는 경우 손가락이 너무 두껍거

나 닿는 면적이 넓게 터치를 하는 경우 정교한 제어가 어려운 문제가 있다. 화면을 확대해서 정교하게 제어하는 방법이 있지만 계속 화면을 리사이징 해야 하기 때문에 불편하다[7]. 그리고 두 번째로는 정전식의 경우에는 정전식 전용 펜을 사용해야 하며, 감압식의 경우에는 터치 패드의 표면이 매끄럽기 때문에 글자를 쓰거나 그림을 그리는 등의 제어할 때 자주 미끄러지는 단점이 있다. 또한, 디스플레이 표면에 무리한 힘을 주면 터치 패드의 표면이 손상될 수 있다. 마지막으로 모바일 기기의 특성상 디스플레이의 사이즈가 데스크톱에 비해 상대적으로 작고 작업영역에 제한이 있다. 따라서 사용자는 제한된 공간 내에서 모든 제어를 이루어야 하며, 특히 이미지 편집등과 같은 멀티미디어 어플리케이션을 제어함에 있어서 많은 불편함이 따른다.

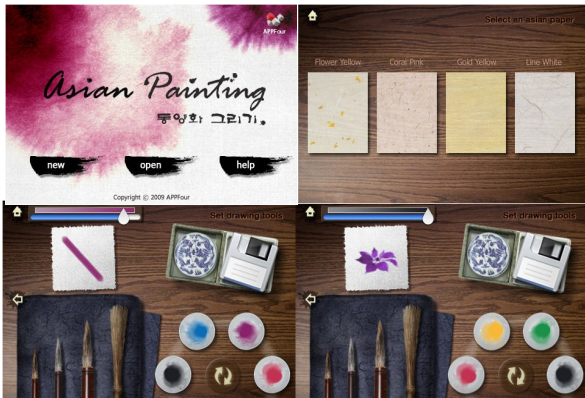
따라서, 본 논문에서는 기존의 터치식 제어 방식이 아닌 모바일 증강현실 기반 제어 시스템을 제안한다. 제안하는 기법은 현재 사용자의 손이나 펜을 이용한 방식의 단점을 극복하고 넓은 공간에서 편리하게 사용할 수 있게 한다. 본 연구의 핵심 아이디어는 적외선 필터가 적용된 카메라와 적외선 LED를 사용하며, 디스플레이 액정에 그림이나 패턴을 직접 그리거나 삽입하지 않고 카메라를 통해 적외선 펜의 위치를 인식하고 추적하여 그 결과를 화면에 출력하는 방식이다. 제안하는 방식은 기존의 모바일 기기의 입력 방식에 비해 빠른 처리가 가능하고, 터치식 입력보다 부드럽고 정확하게 입력을 받을 수 있다. 본 기술을 이용하여 그림판과 같이 사용자의 정확한 입력이 요구되는 응용 프로그램에 적용하여 실험을 하였으며 그 결

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신 인력양성사업으로 수행된 연구결과임

과 기존의 터치식 입력보다 빠르고 정확하게 입력을 처리할 수 있음을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 증강현실과 관련된 최근 관련 연구에 대해서 알아보고 3장에서는 제안하는 시스템의 설계 및 구현에 대해서 설명한다. 4장에서는 제안하는 시스템 성능평가에 대해 기술하였으며 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구



(그림 1) Asian Painting

Asian Painting은 안드로이드 플랫폼 기반 어플리케이션으로서, 사용자가 동양화와 같은 그림을 그릴 수 있도록 해주는 멀티미디어 툴이다. 사용자는 프로그램 실행 후 자신이 그림을 그리고자 하는 바탕에 대해서 종이의 질감을 선택할 수 있으며 종이의 질감은 화선지와 같이 동양화의 배경이 될 수 있는 종이를 제공한다. 또한 그림을 그리기 위해 필요한 도구들로서 다양한 패턴과 색상을 지원하고 있으며 인터페이스 그래픽 또한 깔끔하다는 장점을 가지고 있다. 하지만 이 프로그램 또한 증강현실 서비스는 지원하지 않는 프로그램이다.

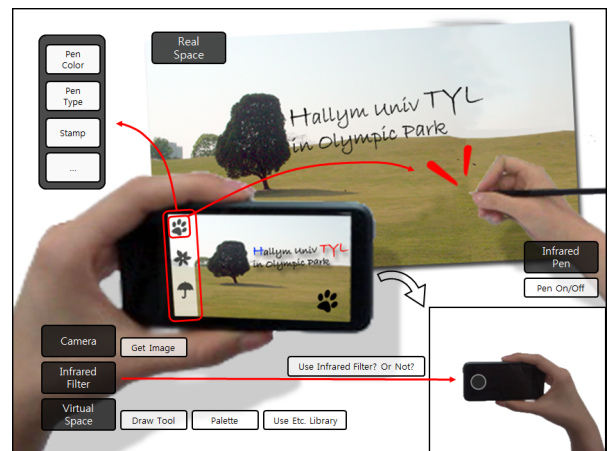


(그림 2) OVJET

오브제(Ovjet)는 안드로이드 플랫폼 기반의 증강현실 어플리케이션으로 널리 사용되고 있다. 오브제는 국내 환경에 가장 최적화된 T-Map의 데이터베이스를 이용하여

방대한 자료를 보유하고 있으며 사용자 또한 많기 때문에 다양한 정보 교류가 가능하다는 장점이 있다. 사용자는 오브제 프로그램을 실행한 뒤 카메라를 사용자가 원하는 부분에 비추게 되면 위치기반 정보(GPS)와 연동하여 해당하는 객체에 대한 정보가 실제화면과 합성되어 디스플레이에 출력되게 되며 건물의 정보 및 증강현실을 통한 내비게이션, 주변 검색 등 다양한 서비스를 제공한다. 하지만 멀티미디어 툴의 기능보다는 정보제공에 대한 비중이 높은 프로그램으로서 멀티미디어 증강현실 서비스에는 어울리지 않는다.

3. 시스템 설계 및 구현



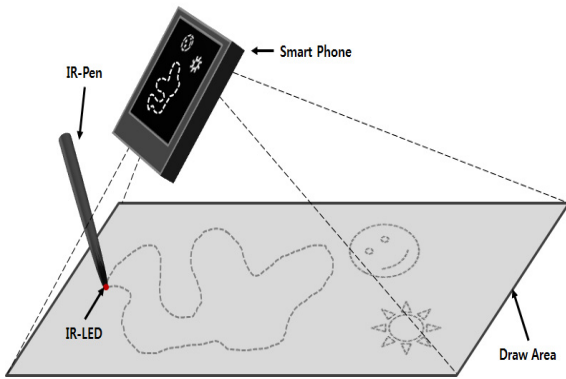
(그림 3) 적외선 센서를 이용한 입력도구 개발 구성

본 연구에서 제안하는 시스템은 (그림 3)과 같이 구성되었다. Real Space는 모바일에서 카메라가 보는 시선을 나타내는 부분으로서, 적외선 펜이 카메라로 보이는 영역 내에서 움직여 카메라가 적외선 포인팅을 추적할 수 있다. Virtual Space에서는 카메라로 받아들인 화면 영역을 출력해 주는 부분과 그리기 도구, 팔레트 등의 메뉴로 구성되어 사용자에게 안드로이드에서 제공하는 그래픽 라이브러리를 사용할 수 있게 한다. 또한 사용자는 작업영역에 대한 제한을 해소하기 위해 카메라와 실제 캔버스 또는 지면과의 거리를 조절하여 필요에 따라서 작업 영역을 조절할 수 있도록 한다. 예를 들어 사용자가 임의의 공간에서 그림을 그리기 위해 적외선 펜을 이용해 입력버튼을 누르고 그림을 그리게 되면 모바일 기기의 카메라는 적외선 포인팅 부분을 추출하여 적외선의 좌표를 추적한다. 그리고 해당 좌표와 매칭되는 디스플레이에 그림 또는 패턴을 출력시켜주게 되며 필요에 따라 현재 화면을 저장할 수 있다.

3.1 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 시스템은 (그림 4)와 같이 안드로이드 플랫폼의 모바일 기기와 적외선 펜을 이용하여 동

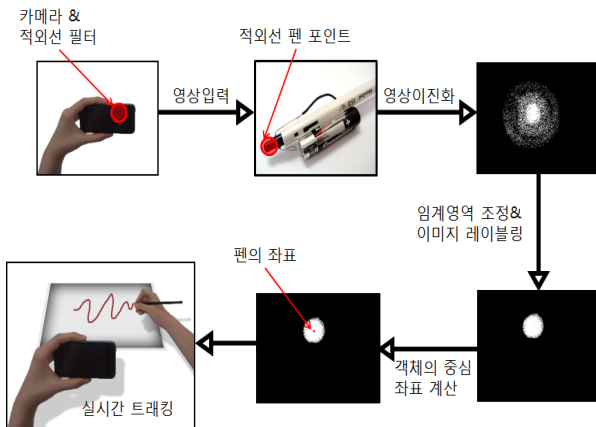
작한다. 모바일 기기의 카메라에는 적외선 필터가 부착되어서 적외선 영역의 과장만을 통과시킨다. 모바일 기기에서는 적외선 펜에서 방출하는 적외선 포인트를 실시간으로 인식하여 펜의 위치가 변하는 경로를 추적한다. 단말기에서 추적한 적외선 포인트들은 선으로 연결하여 사용자가 작업 내용을 표시한다.



(그림 4) 시스템 구성도

3.2 적외선 포인팅 트래킹 알고리즘

(그림 5)에서는 적외선 필터가 장착된 모바일 카메라를 통해 적외선 펜을 인식하고 추적하는 과정에 대한 단계를 설명하고 있으며, 적외선 영상, 영상 이진화, 이미지 레이블링, 좌표 계산, 객체 추적 단계로 구성된다.



(그림 5) 적외선 추출 알고리즘

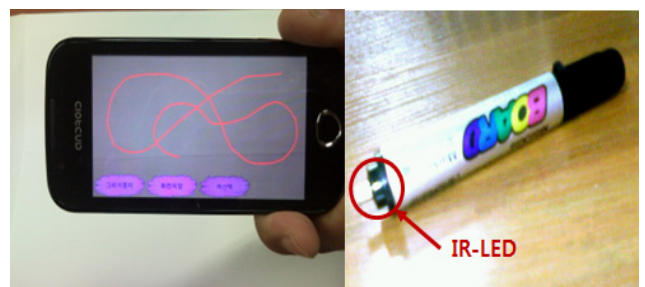
적외선의 위치를 찾기 위해 먼저 적외선 카메라로부터 적외선 영상을 입력 받는다. 모바일 기기는 적외선 필터가 적용이 되어있기 때문에 적외선 펜의 동작버튼을 누르게 되면 적외선 영상을 감지 할 수 있게 된다. 하지만 일반적인 적외선 영상을 이진화 영상으로 변환하는 경우 주변 환경에 따라 노이즈가 발생한다. 이러한 노이즈를 제거하기 위해서 임계 값을 설정해 노이즈를 제거하는 연산이 추가적으로 필요하다. 노이즈가 제거된 이진영상을 바탕으로 객체 탐색 작업을 수행하게 된다. 단일 객체인 경우에는 인식에 큰 문제가 되지 않는다. 하지만 다중 객체가 한

영역 내에 존재하는 경우에는 각각의 독립된 단일 객체로 구별하는 연산이 필요하다 따라서 현재 영역 내에 존재하는 객체들을 탐색하여 레이블링 연산을 통해서 객체들을 독립된 단일 객체들로 분리할 수 있다. 이렇게 구별된 객체들은 객체별로 중심좌표를 추출하는 연산을 수행하며 위의 과정을 마치면 최종적으로 객체들의 위치정보를 알아 낼 수 있으며 위치정보를 리스트 자료구조를 이용해 저장 할 수 있다.

이와 같은 과정을 통해 얻은 좌표 정보를 통해 적외선 객체의 위치를 추적할 수 있으며, 사용자가 적외선 펜을 사용해 움직였던 위치정보를 이용해 디스플레이 화면에 그림이나 또는 패턴, 브러시 등의 효과를 출력할 수 있다. 하지만 실험 환경에 따른 조도 변화에 대해서 적외선 영상의 노이즈 제거에 어려움이 있다. 따라서 현재의 주변 환경의 조도 변화에 따른 동적 임계치 값 설정을 필요로 하게 된다. 하지만 본 논문의 실험에서는 수동으로 임계치 값을 설정하게 할 수 있는 상태이며 향후 동적으로 임계치 값을 설정할 수 있도록 연구를 진행 할 계획이다.

3.3 시스템 구현

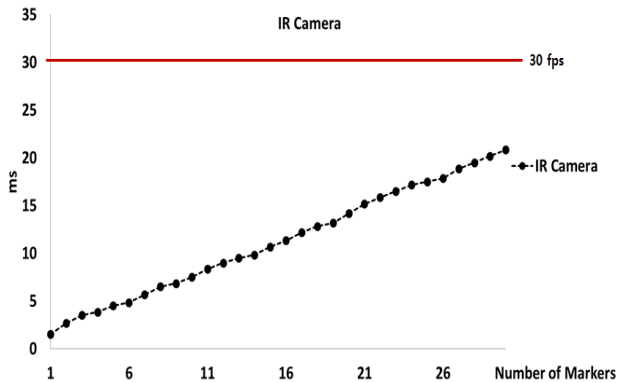
본 논문에서는 (그림 6)과 같이 전체 시스템을 설계 및 구현 하였다. 구현에 사용된 모바일 기기는 안드로이드 플랫폼 기반의 스마트 폰으로 하였으며 최대 30프레임/sec를 지원하는 카메라이기 때문에 평균적으로 적외선 포인팅을 처리하는데 걸리는 시간이 30ms 미만이면 부드러운 트래킹이 가능하다고 할 수 있다. 실험결과 포인트의 개수를 늘려도 부드러운 트래킹이 가능하였다. 또한, 일반 모바일 기기의 카메라는 적외선을 인식하지 않는 렌즈이기 때문에 적외선을 인식할 수 있도록 간단한 필터를 만들어 렌즈 앞에 부착해 적외선을 인식할 수 있도록 했다. 또한 모바일 기기 특성상 이동이 편리하므로 카메라의 인식영역을 사용자가 임의대로 거리를 조절함으로써 영역을 설정할 수 있다. 적외선 펜은 일반 펜과 동일하게 적외선 LED를 펜의 끝부분에 부착하였고 펜 내부에 배터리를 내장해 사용이 간편하도록 제작하였다. 동작버튼을 측면에 배치해 사용자가 사용하고자 할 때만 버튼을 눌러 적외선 LED가 작동할 수 있도록 설계해 불필요한 배터리 낭비나 적외선으로 인한 의도하지 않은 오작동을 막을 수 있도록 했다.



(그림 6) 실제 시스템 구현

4. 시스템 성능 평가

적외선을 이용한 모바일 증강현실 시스템에서는 기존의 터치식 입력 방식을 이용해 제어하는 시스템보다 처리 속도를 향상시키고 인식률을 높이는 것을 목표로 한다. 따라서 본 논문에서는 적외선 포인팅 처리 연산 성능을 평가하기 위해 실험을 수행했다.



(그림 7) 적외선 포인팅 추적에 대한 처리 속도 비교

(그림 7)은 카메라를 이용해서 적외선 펜의 좌표를 계산할 때 걸리는 시간을 측정한 것이다. 시뮬레이션을 위해 단말기에서 직접 실험한 것은 아니지만 모바일 기기 카메라와 같은 경우 초당 30프레임을 지원하기 때문에 데스크탑에서 동일한 프레임을 지원하는 웹 카메라를 이용하여 실험하였다. 사용자가 사용함에 있어서 부드러운 영상을 지원하기 위해서는 적외선 펜의 좌표를 계산하는데 30ms 이내에 적외선 포인터의 좌표를 찾아야 한다. 실험결과 적외선 LED의 개수를 30개까지 늘려도 30ms 안에 모든 좌표를 계산할 수 있었다. 그래프를 통해서 제안하는 방법이 모바일 폰에서도 끊기지 않고 부드럽게 적외선 펜의 좌표를 찾을 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 기존의 터치식 입력을 통한 모바일 기기의 제어 방식의 단점을 극복하기 위하여 적외선 기반 모바일 증강현실 시스템을 제안하고 있다. 제안하는 방식에서는 기존의 직접 터치를 통한 모바일 기기의 입력 방식에 비해 적외선 기반 인터페이스를 사용하는 것이 더욱 우수함을 보이고 있다.

본 논문의 실험을 통해 적외선 포인터를 처리하는 시간과 다수의 적외선 포인터의 인식률 및 처리 시간을 측정하였으며, 실험 분석 결과 기존의 입력 방식보다 우수한 성능을 확인할 수 있었다. 따라서 적외선을 이용한 증강현실 시스템이 스마트폰과 같은 모바일 기기에서 매우 유용하게 사용될 수 있다는 것을 보여주었다. 뿐만 아니라, 모바일 멀티미디어 응용프로그램의 입력 방식으로 적합한 새로운 기법을 제안함으로써 사용자가 손이나 도구를 사용해 그림을 그리거나 입력 할 수 있음을 보였다.

참고문헌

- [1] R. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre, "Recent advances in augmented reality," *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.21, No.6, pp.34-47, 2001.
- [2] Billingham, M., Pouppeyev, I., Kato, H., May, R., "Mixing Realities in Shared Space: An Augmented Reality Interface for Collaborative Computing," In *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, 2000.
- [3] J. Wither, S. Diverdi, and T. Hollerer, "Using aerial photographs for improved mobile AR annotation," *IEEE / ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, pp.159-162, 2006.
- [4] T. Höllerer, S. Feiner, T. Terauchi, G. Rashid and D. Hallaway, "Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System," *Computers and Graphics*, 23(6), Elsevier Publishers, Dec. 1999, pp. 779-785.
- [5] S. Dieter, S. Gerhard, W. Daniel, B. István, G. Reitmayr, N. Joseph, F. Ledermann, "Managing Complex Augmented Reality Models," *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol 272, Number 1716, pp.32-41, July/August 2007.
- [6] C.Shin, T.Ha, K.Kim, H.Kim, Y.Lee and W.Woo, "Architectural support for a Sustainable Service Environment in Art Gallery," A poster in *Pervasive 2010*.
- [7] J. Mooser, S. You, and U. Neumann, "Large document, small screen: A camera driven scroll and zoom control for mobile devices," in *Proc. ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games (i3D)*, pp. 27-34, Feb. 2008.