

적외선을 이용한 멀티 터치와 터치 인터페이스의 구현

Implementation of multi-touching and application based touch interface using Infrared

유기선*, 홍록지*, 문일영**

Ki-Sun Yoo*, Rok-Ji Hong*, and Il-Young Moon**

요 약

본 논문에서는 적외선 빛을 이용하여 터치를 인식하고 어플리케이션을 구동할 수 있는 방법에 대하여 소개한다. 화면에 터치하면 그 곳의 빛을 적외선 카메라가 촬영을 하고, 촬영된 영상은 영상처리를 통해 ID, 좌표 등을 구한 후 TUIO Protocol로 Application에 통신 한다. 전달된 정보를 통해 Application에서 이벤트를 발생하여 구동하게 되는 원리이다. 본 논문에서는 터치를 이용한 Application은 Android Phone과 사진을 주고받을 수 있는 모바일 사진 관리 Application, 여러 사용자가 동시에 합주를 할 수 있는 음악연주 Application에 대해 설명한다.

Abstract

In this paper, the method introduce for touching signals and run the application on the multi touch environment using infrared light. When the user touches the screen, the infrared camera make a movie the light and the light which made through image processing communicate from TUIO(Tangle User Interface Object) protocol to Application. this Program is using the delivery informations which are occurred the event to Application. The Application which use the touch can exchange the Andoroid Phone between Mobile picture supervision Application. also this equipment introduces about the musical entertainment Application which play a music many users at the same time.

Key words : Multi-touch, Android, Infrared

I. 서 론

최근에 사용자의 감성과 편의성과 같은 질적인 측면이 제품과 서비스를 판단하는 새로운 기준으로 자리 잡게 되면서, 직관적인 제어가 가능한 하드웨어 및 UI에 대한 관심 증가와 함께 멀티 터치 기술과 터

치 UX가 중요한 화제가 되었다[1],[2]. 하지만 현재 상용화된 멀티 터치 기술은 휴대폰과 같은 소형기기가 대부분이다. 물론 대형 멀티 터치 기기로 MS의 Surface, 스페인 Pompeu Fabra 대학의 Reactable 등이 있으나 높은 가격으로 인해 보급되기에는 어려운 상황에 있다. 이에 넓은 화면에서 보다 많은 수의 터치를 동시에 인식하는 하드웨어를 국내에서 연구하여 터치 UX를 구현코자 하는 목적에서 본 논문을 연구

* 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부(comki1@kut.ac.kr)

** 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 교수(iymoon@kut.ac.kr)

· 제1저자 (First Author) : 유기선 · 교신저자 : 문일영

· 투고일자 : 2010년 2월 9일

· 심사(수정)일자 : 2010년 2월 9일 (수정일자 : 2010년 3월 31일)

· 게재일자 : 2010년 4월 30일

하였다. 대형 화면의 멀티 터치 하드웨어를 제작하기 위해, 여러 가지 터치 방식 중에서 광 터치 방식이 효율적이며, 이러한 광 터치 방식에도 다양한 종류가 있지만 이에 맞는 광 터치 방식은 FTIR(Frustrated Internal Reflection)과 DSI(Diffused Surface Illumination)이다. 초기에는 저가의 FTIR방식을 목표로 하드웨어를 제작했지만 화질이 떨어지고, 주변 빛에 영향을 받는다는 단점을 발견하고 DSI 방식으로 전환하여 단점을 보완하게 되었다.

본 연구 과정의 핵심적인 요소는 터치를 인식하는 하드웨어를 구성하고, 이 하드웨어에서 발생한 터치 입력을 소프트웨어 내에서 유효한 멀티 터치 이벤트로 연결하는 부분이다. 실제 구성은 아크릴 패널에서 발생한 터치 입력을 적외선카메라로 검출한 뒤, 이를 TUIO 프로토콜 통신을 통해 ID와 좌표를 부여하여 WPF 어플리케이션에 전달하고, 이 과정에서 일어나는 화면 갱신을 Project로 Rear Screen에 영사하는 형태로 되어있다. 어플리케이션에 전달된 터치 점의 ID와 좌표 값의 변화를 토대로 내부적으로 구현된 터치 이벤트와 연결되며, 이 이벤트를 이용하여 어플리케이션의 제어가 가능하도록 하였다. 결과적으로 Windows 7 환경이 아니라도 멀티 터치 이벤트를 사용할 수 있다는 특징이 있다.

본 연구는 두 명의 사용자가 피아노 또는 기타를 합주를 통해서 아름다운 음악을 연주하는 어플리케이션과 스마트폰과 이미지를 주고받으며 여러 사용자가 이미지를 확대, 축소 및 회전하면서 볼 수 있는 어플리케이션으로 구성 되어있다. 이는 고가의 장비를 통해서만 경험할 수 있었던 멀티 터치 환경을 적은 비용으로 대중화 하여 가정이나 음식점, 카페 등 우리 삶에서 더 가까운 곳에서 다용도 멀티미디어 장비로 활용 될 수 있을 것이다.

II. 시스템 구성

시스템은 PROJECTOR > TABLE > 적외선 카메라 > TBETA > TUIO > WPF > PROJECTOR로 구성되어 있다.

PROJECTOR에서 출력된 화면이 TABLE의 Rear

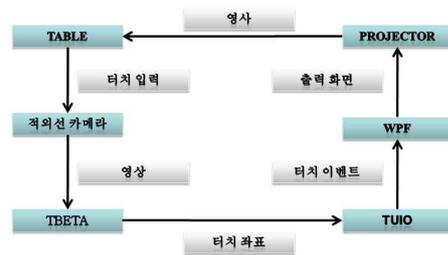


그림 1. 시스템의 흐름도
Fig. 1. A flow of System

Screen에 맺히게 되고, 이 때 아크릴 패널에 터치를 입력해주면 터치된 화면을 적외선 카메라가 찍어서 TBETA로 전달한다. 적외선 카메라가 찍은 화면에서 TBETA를 통해 검출된 터치 입력은 TUIO 프로토콜 통신을 통해 ID와 좌표를 부여받고 WPF 어플리케이션에 전달된다. 이 과정에서 일어나는 화면 갱신은 다시 PROJECTOR로 인해 Rear Screen에 영사된다.

TABLE은 DSI방식을 이용해서 제작하였고 PS3 EYE 카메라에 인화된 필름을 사용해서 적외선 카메라로 개조하여 사용하였다. PROJECTOR는 OPTOMA사의 ES526을 사용하였다.

멀티터치 환경을 구현하기 위해 안드로이드와 하드웨어로는 DSI방식으로 테이블을 구현하였고, TUIO Protocol을 통하여 Application과 통신하여 멀티터치의 동작을 한다. 본 논문은 크게 하드웨어와 소프트웨어로 나누어져 있는데 그 내용은 다음과 같이 설명할 수 있다[3]-[5].

2-1. Hard Ware

터치 방식은 많은 방법이 있지만 대표적으로 감압식 터치, 정전식 터치, 광터치 방법이 있다. 감압식 터치 방법은 터치하는 부분의 압력의 변화를 체크하여 입력을 하는 방식이다. 대표적인 예로 핸드폰의 종류인 햅틱 폰과, 옴니아 폰이 있다. 감압식 터치 방법은 시스템 구성상 멀티 터치가 되지 않고 단일 터치만 된다는 단점을 가지고 있다.

정전식 터치 방식은 터치 패널에 일정 전류가 흐르는데 사람의 손과 같이 전류가 흐르는 방향을 바꿀 수 있는 전도체를 이용하여 터치하게 되면 전류의 방향이 바뀌어 터치를 인식하는 방식이다. 이 방식은 높은 인식률과 부드러운 감도를 낼 수 있지만 비교적

고가의 정전식 터치 패널을 사용하기 때문에 20 inch 이상의 터치 모니터를 만드는데 많은 비용이 들어 사용하기 부적합하다.

위의 단점을 보완한 방식이 광 터치 방법이다. 광 터치 방법은 터치하는 부분의 빛의 양을 체크하여 터치를 인식하고 구동할 수 있도록 만드는 방법이다. 광 터치 방식은 일반적으로 사람의 눈에 보이지 않는 적외선 빛을 주로 사용한다. 적외선 빛의 변화를 인식하는 방법에는 적외선 센서를 이용하는 방법과, 적외선 카메라를 통해 인식하는 방법이 있다. 여기서 우리는 멀티 터치 테이블을 만드는데 적합한 방법인 적외선 카메라를 이용한다. 적외선 카메라를 이용하여 광 터치를 구현하는 방법도 여러 가지 방법으로 나뉘는데 LLP, DI, FTIR, DSI, LED-LP 등의 방법이 있다. 각 방법은 다음과 같다.

(1) FTIR (Frustrated Internal Reflection)

빛이 밀한 매질(굴절률이 큰 매질)에서 소한 매질(굴절률이 작은 매질)로 입사할 때, 입사각이 일정 각도 이상이면 그 경계면에서 빛이 모두 반사되는 현상인 빛의 전반사를 이용하는 방식이다. 아래 그림 2와 같이 적외선이 흐르는 스크린에 손가락이 닿게 되면 적외선이 아래로 난반사되며 반사된 빛을 적외선 카메라로 인식하게 되는 원리이다. 따라서 기본적으로 스크린이 되는 바탕 판이라고 할 수 있는 아크릴 판과 이 아크릴 판의 터치 인식률을 높이기 위한 처리에 이용될 실리콘, 전반사를 이용하기 위한 점광원이 되는 적외선 LED가 사방에 배치된 IR-LED 프레임, 적외선 카메라, 영사지 등의 재료가 요구된다.

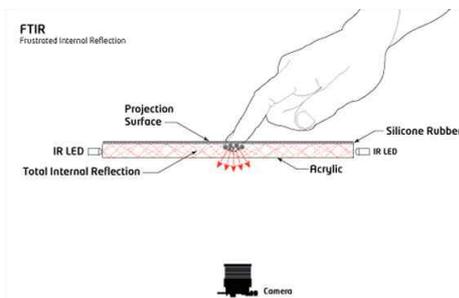


그림 2. FTIR 방식을 이용한 터치스크린
Fig. 2. A Touch Screen using FTIR

FTIR 방식에는 밀폐된 별도의 프레임이 필요하지 않으면서도, 압력 변화 감지가 가능한 강한 터치 감을 제공한다. 또한 손가락뿐만 아니라 펜이나 다른 물건으로도 유효한 터치가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 하지만 빛을 이용하는 만큼 LED 프레임, 실리콘 표면처리 등의 하드웨어 프레임이 필요하며, 반드시 유리 표면이 아닌 아크릴 표면 위에서 사용해야 한다는 제한을 가진다. 또한 객체를 인식할 수 없다는 단점을 가지고 있다.



그림 3. 실리콘의 표면
Fig. 3. A Surface of Silicon

FTIR 방식에서 좋은 터치 점을 얻기 위해서는 아크릴과 영사지 사이에 실리콘을 0.5~1mm 정도의 두께로 실리콘을 고르게 도포하는 이 작업이 매우 중요한 역할을 한다. 실리콘이 도포되고 난 후에 터치를 하게 되면 실리콘이 눌리면서 느낄 수 있는 터치감이 있어 좋은 터치감도 얻을 수 있다. 하지만 고르게 도포를 하는 작업이 어렵고, 만약 고르게 도포 하더라도 나중에 빔 프로젝트를 사용하여 화면을 영사해보면 화질이 떨어지는 현상이 빈번히 발생한다.

그림 3은 총 6번의 도포과정 시도 끝에 가장 표면이 잘 나온 상태의 도포된 트레싱이다. 도포된 상태에서 보면 약간의 오돌토돌한 부분이 보이는데 이 부분에 빔 프로젝트로 영상을 영사하게 되면 빛에 굴절에 의해 저화질의 화면이 나오게 된다. 또한 실리콘이 주위에 적외선 빛을 어느 정도 차단하는 역할을 하지만 완벽히 차단하지 못해 주위환경의 빛에 민감하여 정상작동에 영향을 주게 된다.

(2) DSI (Diffused Surface Illumination)

FTIR 방식의 단점을 보완해서 나온 방법이 바로 DSI방식이다. 이 방식은 밑의 그림과 같은 구조를 가지고 있다.

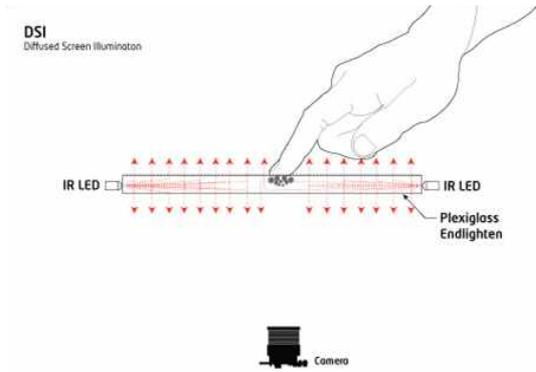


그림 4. DSI의 개념도
Fig. 4. A Concept of DSI

그림 4와 같이 Endlighten Acrylic 측면에 IR-LED의 빛을 비추고 Endlighten Acrylic 안에는 수 천 개의 작은 입자가 거울과 같은 효과를 내어 적외선 빛이 스크린의 위 아래로 반사된다. 스크린을 터치할 시 터치 점 주변으로 빛이 반사되어 이를 적외선 카메라로 인식한다.

FTIR과 DSI 방식은 서로 쉽게 교체가 가능하다. IR-LED Frame을 사용하면서 아크릴 측면에 적외선 빛을 비추주면 비슷한 방식으로 처리가 된다. 다만 DSI 방식을 사용하게 되면 FTIR 방식에서 필요로 했던 표면처리과정이 불필요하게 되며 객체 인식이 가능해지고 압력변화에 민감하게 된다. 또한 주위에 빛 때문에 문제를 받았던 FTIR방식과 다르게 빛에 영향을 덜 받아 정상동작에 문제없이 사용할 수 있다.

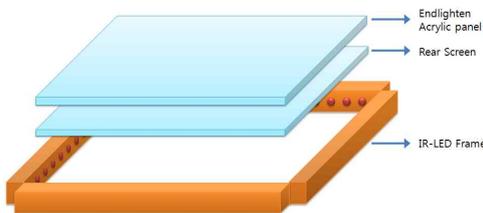


그림 5. DSI 하드웨어 상단부
Fig. 5. A Upper of DSI Hardware

Rear Screen은 빔 프로젝트를 통해 영사 된 화면이

맺히게 되고 그 위에 Endlighten Acrylic을 올려놓게 된다.

(3) 테이블 구성

테이블은 그림 6과 그림 7과 같이 구성된다. 처음에 빔 프로젝트를 통해 화면이 영사되면 거울에 반사되어 Rear Screen에 영사된다. 이 빛은 가시광선으로 사람에게 눈에 보여 디스플레이 화면처럼 사용할 수 있다. 반면 터치에 사용되는 빛은 적외선 빛으로 사람에게 눈에 보이지 않는다. 그렇기 때문에 Endlighten Acrylic안에서 반사되는 빛은 사람에게 눈에 보이지 않고 아무런 빛이 없는 것 같이 보여 영사된 화면만을 뚜렷하게 볼 수 있다. 그리고 Endlighten Acrylic에 터치를 하게 되면 적외선 카메라가 이를 찍어 영상처리를 할 수 있는 소프트웨어로 촬영화면이 전달된다.

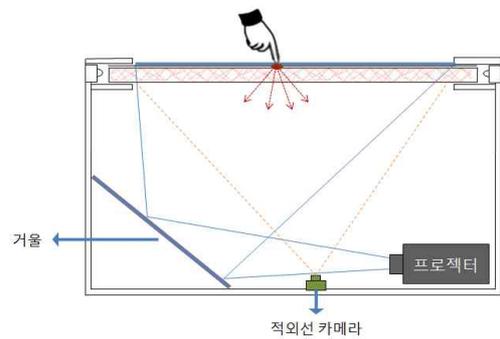


그림 6.테이블의 구조
Fig. 6. An Architecture of Table



그림 7. 실제 테이블의 내부
Fig. 7. An Inner Space of Real Table

2-2. Soft Ware

(1) TBETA

TBETA는 영상처리를 통한 터치 환경을 만들기 위해 개발된 소프트웨어이며 공개소프트웨어이다. 적외선 카메라를 통해 들어온 영상을 필터 값을 조정하여 원하는 터치가 잡힐 수 있도록 값을 수정한다. 이 프로그램에서는 영상을 필터링하고 추출하여 터치 좌표에 ID와 좌표, 속도, 가속도 등의 값을 TUIO 통신으로 전달해준다[6].



그림 8. TBETA를 사용한 화면 사진
Fig. 8. A Screen Capture using TBETA

(2) Multitouch Application

본 논문에서의 프로그램은 2가지 프로그램을 가진 소프트웨어이다. TUIO Protocol을 통해 전송된 값을 처리하여 이벤트를 구현하여 만들어졌다. 공통적인 기능은 사진, 동영상, 음악 등의 객체를 동시에 확대, 축소, 이동, 회전, 재생이 가능하다.

먼저 모바일 사진관리 프로그램을 살펴보면 PC에서 실행과 동시에 User 사진폴더에 PC사진을 불러와 화면에 나타내고, 사진 그리고 모바일이 연결되기 전까지 기본기능인 멀티터치 이벤트를 수행이 가능하다. 모바일 단말기와 연결이 되면 화면 우측 상단에 작게 표시되던 보드가 화면 중앙에 나타나게 되고 연결이 된 상태를 표시하게 된다. 사진 모바일 어플리케이션 쪽에서는 빨간색의 안드로이드 캐릭터가 초록색으로 변하면서 연결이 된 것을 확인 할 수 있다. 또한, 모바일 단말기에서 원하는 사진을 선택하고 흔들게 되면 PC에 전송이 되어 화면에 바로 나타나게 되어 사진 PC에 나타난 이미지 역시 멀티터치를 통해 제어가 가능하다. 반대로 PC에 PC 이미지를 가운데 나타난 영역에 드래그해서 올려놓으면 모바일로 전송이 된다.



그림 9. 모바일 어플리케이션 화면 및 PC화면
Fig. 9. A Screen Shot of Mobile Application and PC

두 번째 프로그램인 음악 연주 프로그램은 그림 10과 같은 화면으로 구성된다. 터치테이블양쪽에 사용자가 위치하여 건반을 연주 할 수 있으며 가운데 나타난 악보를 터치이벤트를 통해 원하는 데로 제어할 수 있다. 건반을 하나 누르게 되면 애니메이션 효과가 발생되어 물방울 모양의 원이 화면에 나타났다가 사라지게 된다. 또한 연주를 할 때 원하는 악기의 음을 선택하여 연주가 가능하다.

연주 시에는 건반이 눌리는 건반 모습, 눌린 건반의 해당 음원 재생, 애니메이션 효과가 동시에 일어난다. 애니메이션에 경우는 Timer와 DoubleAnimation를 사용하고 음원 재생에는 MediaElement를 이용하여 재생 시키는 방법을 사용 하였다. 음원을 건반 하나당 한번만 재생시키기 때문에 약간의 알고리즘이 필요하다. 마지막으로 건반의 이미지 전환 부분인데 일반 이미지 버튼과 달리 터치로 동작을 하기 때문에 기존 버튼의 특성으로 눌린 버튼의 이미지를 표현 할 수 없었다. 그래서 사용된 방법이 그림 10과 같이 Style 속성을 변경하여 전환하는 방법을 사용하였다.



그림 10 Style 속성을 이용한 효과
Fig. 10. A Effect using Style Property

또한 키보드의 음원을 피아노 음원과 기타 음원중 선택하여 연주가 가능도록 하였다. 자신이 원하는 음원을 선택하면 건반에 해당 음원이 세팅되어 선택한 음원으로 연주가 가능하다. 이 어플리케이션은 일반 사용자용으로 만들어진 어플리케이션이기 때문에 보

다 전문적인 사용자들을 위해 개발 된다면 전자 키보드와 같은 기능을 할 수도 있다.

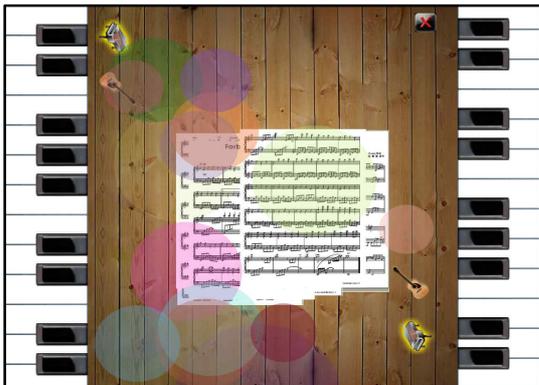


그림 11. 음악 연주 프로그램
Fig. 11. A Program of Music Performance

III. 결 론

본 논문에서는 다중의 사용자가 터치를 이용해서 컨트롤 할 수 있는 멀티 터치 환경을 구현하였다. 음악 연주 프로그램을 통해서 두 명의 사용자가 피아노 또는 기타를 합주를 통해서 아름다운 음악을 들려 줄 수 있도록 구현하였다. 모바일 사진 관리 프로그램을 통해서 스마트폰과의 이미지를 공유 여러 사용자가 이미지를 확대 축소 및 회전을 하며 이미지를 확인하고 스마트폰 사용자에게 전송 한다.

이러한 기능을 가지고 있는 본 연구는 사용자 하여금 보다 넓은 화면에서 여러 가지 경험을 할 수 있게 하며 고가의 장비인 MS의 Surface나 스페인 Pompeu Fabra 대학의 Reactable을 통해서만 경험할 수 있었던 대형 멀티 터치를 적은 비용을 들여서 구현하였다는데 의의를 둘 수 있다. 특히 음악 연주 프로그램은 두 명의 사용자가 피아노나 기타 연주를 통해서 동시에 10개 점 이상을 인식 할 수 있는 다중 터치 환경을 보여주는 적절한 예라고 할 수 있다. 본 논문의 모바일 사진 관리 프로그램은 단순히 단일 기기로서가 아니라 타 기기와의 연동을 통해서 종합 멀티미디어 플랫폼으로 거듭날 수 있는 가능성을 보여주었다. 그리고 기성세대들이 모바일을 사용하여 PC에 저장하고 싶었지만 프로그램을 설치하고 유선을 연결하고 프로그램 사용법을 익혀 사용을 해야만

했던 불편한 점을 개선 할 수 있는 방향을 제시하였다.

이 터치 테이블은 DSI방식으로 개발되었기 때문에 터치뿐만 아니라 제스처나 마커를 인식 할 수 있어 더욱 발전 할 수 있는 가능성을 가지고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이안그라피스 외1, PROGRAMMING WPF(사용자 경험(UX)을 바꾸는 기술), *한빛미디어*, 2008.07.28
- [2] 찰스 페졸드 저, 찰스 페졸드의 WPF (C#과 XAML을 이용한 .NET 3.0 윈도우 프로그래밍, *에이콘출판*, 2007.10.01
- [3] 김상형 저, 안드로이드 프로그래밍 정복, *한빛미디어*, 2010.05.10
- [4] 에드 버넷 저, 헬로 안드로이드 2.1판, *아이티씨*, 2010.04.19
- [5] 김정훈 저, 안드로이드 프로그래밍, *성안당*, 2009.04.28
- [6] TUIO - <http://www.tuio.org/?cpp>

유 기 선 (劉起善)



2004년 3월~현재 : 한국기술교육대학교
컴퓨터공학부 재학
관심분야 : 모바일, 웹 프로그래밍,
네트워크

홍 록 지 (洪綠枝)



2010년 8월 : 한국기술교육대학교
컴퓨터공학부 졸업 (공학사)
2010년 9월 ~ 현재 : 한국기술교육
대학교 대학원 컴퓨터공학과 재학
관심분야 : 무선 네트워크, 모바일
프로그래밍

문 일 영 (文日永)



2000년 2월 : 한국항공대학교

항공통신정보공학과 (공학사)

2002년 2월 : 한국항공대학교 대학원

항공통신정보공학과 (공학석사)

2005년 2월 : 한국항공대학교 대학원

정보통신공학과 졸업(공학박사)

2004년~2005년 : 한국정보문화진흥원

선임연구원

2005년 3월~현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 조교수

관심분야:무선 인터넷 응용, 무선 인터넷, 모바일 IP

Storage&Server Virtualization