

# 모바일 디바이스와 어쿠스틱 인풋을 이용한 가상 터치 인식 기술 설계

오준호\*, 최재훈\*, 강재우\*,†

\*고려대학교 정보통신대학

†교신저자

e-mail : {junhooh, jaehoon, kangj}@korea.ac.kr

## Toward the Virtual Touch Pad using Mobile Devices and Acoustic Input

Junho Oh\*, Jaehoon Choi\*, Jaewoo Kang\*,†

\*College of Information and Communications, Korea University

†Corresponding author

### 요 약

본 논문은 모바일 디바이스에 설치된 어쿠스틱 센서를 이용하여 가상의 터치패드를 구현하는 방법을 제시한다. 어쿠스틱 센서를 이용한 가상 터치패드 구현은 기존의 터치패드 방식에서 나타나는 대형화에 대한 한계를 극복함과 동시에 설치 및 유지비용을 낮추는데 큰 기여를 할 것으로 기대된다. 2 대의 아이폰에 설치되어 있는 단일채널 마이크 2 개, 자이로스코프와 가속도계, 블루투스 통신을 사용하여, 정해진 경계면에서 나오는 소리의 위치를 식별하고, 이를 화면과 동기화하여 간단한 조작을 가능하게 한다.

### 1. 서론

최근 터치스크린 기술 발달로 인하여 여러 가지 방식의 기술이 노트북, PDA, 휴대전화기, 비디오게임기, 태블릿 PC 등에 이용되고 있다. 이런 터치스크린은 사용이 편리하고 간단한 장점을 내세워 기존의 입력 방식이었던 키보드와 마우스를 점점 대체하고 있다.

터치스크린의 종류로는 누르는 압력을 인식하여 동작하는 감압식 터치스크린과 스크린상의 전류변화를 감지하는 정전식 터치스크린, 적외선 조명을 인식하는 적외선 카메라를 이용한 광학식 터치스크린 기술이 있다. 최근에는 애플사의 휴대용 기기들이 조작감과 스크롤이 부드럽고 멀티터치가 가능한 장점을 가지고 있는 정전식 터치스크린을 채택하여 사용하고 있다.

기존에 개발된 터치스크린 방식은 많은 장점이 존재하지만 터치스크린을 대형화 하는 데는 어려움이 있다. 우선 가격이 비싸고, 고장 발생시 수리가 불가능하며 패널을 교체할 수 밖에 없어 비용이 많이 들기 때문이다.

이렇게 터치스크린을 대형화 할 때의 단점을 보완할 수 있는 방법이 바로 어쿠스틱 인풋을 이용한 인터페이스의 개발이다. 책상 등의 표면에 복수 개의 마이크를 설치하여 평면을 터치할 때 나는 마찰음을 입력 받아 소리가 나는 위치를 추적한다. 이 위치를 파악하면 터치스크린과 같은 효과를 낼 수 있는 사용자 인터페이스가 된다[4].

본 논문에서는 요즘 가장 각광받는 모바일 디바이

스인 아이폰 4 를 이용해 간단한 어쿠스틱 유저인터페이스를 제안하려고 한다. 아이폰 4 에 내장되어 있는 마이크와 자이로스코프와 가속도계의 정보, 블루투스 통신을 이용하여 가상 공간 내 사용자가 터치한 위치를 인식하는 기술에 대하여 설명하고자 한다.

### 2. 관련 연구

소리를 이용한 위치추적 기술은 현재 크게 세가지 기술을 중심으로 발전되어 가고 있다. 첫 번째로 시간/레벨 차를 이용한 삼각측정법[1], 파형을 이용한 방법[2], 마지막으로 홀로그래픽을 이용한 방법[3]이 있다.

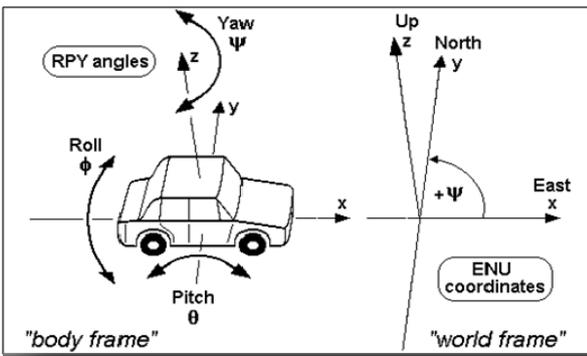
시간차를 이용한 삼각측정법은 가상 공간의 경계에 위치한 여러 개의 센서가 받아들이는 소리의 미세한 도착시간 차이를 이용하여 소리가 나는 위치를 찾는 기술이다.

파형을 이용한 방법은 어떤 물체의 균일하지 않은 구멍을 통해 나는 소리가 장소에 따라 고유하다라는 특징을 이용하는 것이다. 장소마다 다른 파형을 변환기를 이용하여 미리 학습하고, 미리 저장한 위치 정보를 이용하여 소리가 발생한 위치를 추적하는 기술이다.

홀로그래픽을 이용한 기술은 2 차원의 음파장과 음의 강도를 합하여 3 차원의 홀로그래픽 분포를 만들어내는 것이다. 음향의 강도가 바뀌는 곳을 찾으면 소리가 나는 위치를 발견하는 기술이다.

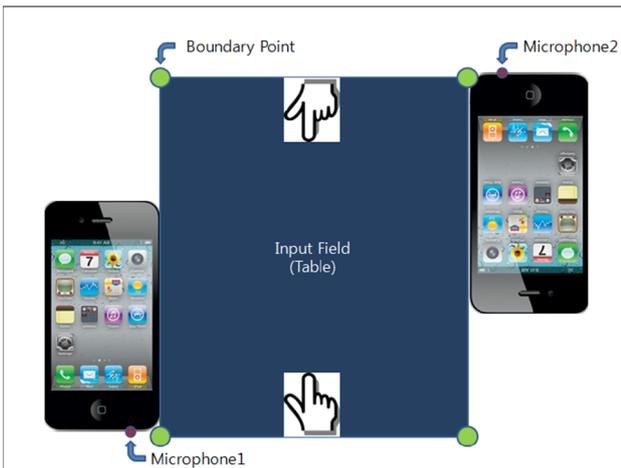
우리는 위에서 언급한 기술들을 바탕으로 새로운

방법을 제안하고자 한다. 우리가 이용할 아이폰 4 에는 마이크뿐만 아니라 자이로스코프와 가속도계가 함께 내장되어 있다. 가속도계는 아이폰의 가속도, 흔들림, 떨어짐 등 x,y,z 중 한 축에 대한 직선방향의 움직임을 감지해 낼 수 있고, 자이로스코프는 (그림 1)에서 보는 바와 같이 x,y(roll), x,z(yaw), 또는 y,z(pitch)축이 동시에 움직이는 복합축 움직임을 감지해 낼 수 있다[6]. 이런 기능들은 단순히 소리 정보 도착 시간차에 대한 정보뿐만 아니라, 표면의 떨림이나 진동 등을 감지하여 추가적인 정보를 제공해 주는 역할을 하게 된다. 이 정보들을 복합적으로 이용하면 단지 소리만을 이용해서 위치를 추적하는 방법보다 정확도를 높일 수 있을 것으로 기대한다.



(그림 1) Yaw, pitch and roll, reproduced from [6]

3. 어쿠스틱 인풋을 이용한 가상 터치패드 구현 방법

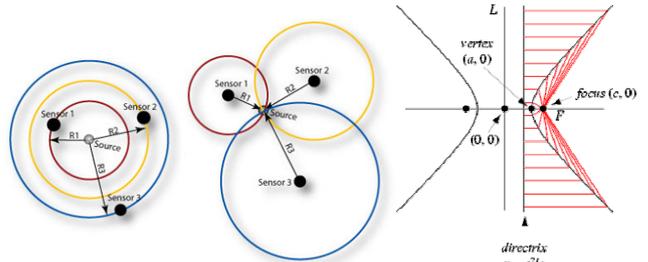


(그림 2) 가상 터치패드 환경

우리가 구현하고자 하는 어쿠스틱 인풋을 이용한 터치 패드는 (그림 2)에서 보는 바와 같이 두 개의 모바일 디바이스 사이에 가상으로 존재하는 공간을 이용하게 된다. 가상 터치 패드 공간은 두 개의 디바이스의 마이크 위치를 패드의 대각선 꼭지점으로 설정되게 제한한다.

일단 초기 세팅을 위해 두 대의 모바일 디바이스를

블루투스 통신 장치를 이용하여 서로 연결한다. 그리고 (그림 2)에서 보는 것처럼 각 디바이스를 가상의 터치패드 공간의 대각 모서리에 위치시킨다. 그리고 가상의 터치패드 공간의 경계선 설정을 위해 "Boundary Point"를 차례로 찍어준다. 이때 찍어 준다 함은 책상 위의 평면을 손가락으로 톡 쳐주는 행위로 이 행위를 통해 소리와 진동이 발생하게 되고 두 대의 디바이스는 이 소리와 진동 정보를 통해 터치 패드로 이용할 가상의 공간을 확정 짓게 된다. (이하 손가락으로 쳐서 발생하는 소리와 진동에 대해 마찰음과 마찰 진동이라 한다.)



(그림 3) 삼각 측량법  
Reproduced from [9]

(그림 4) 쌍곡선 그래프  
Reproduced from [10]

가상공간에서 발생하는 마찰음의 소리에 대한 정보는 2 개의 마이크로 입력된다. 특정 진원에서 발생한 파장의 위치를 파악하기 때문에 주로 (그림 3)과 같이 삼각 측량법이 쓰인다. 하지만 우리는 2 개의 마이크만 가지고 있으므로 2 개의 마이크로 들어오는 마찰음의 시간차 즉 TDOA(Time difference of arrival)만 알 수 있다. 2 개의 마이크에 도착한 TDOA 를 가지고 알 수 있는 정보는 오직 (그림 4)에서 나타난 것과 같이 같은 시간차를 가질 수 있는 쌍곡선의 그래프상의 임의의 좌표이다.

우리는 쌍곡선 상의 임의의 점을 정확하게 알아내기 위해 자이로스코프와 가속도계를 이용할 것이다. 마찰음이 발생 하는 장소에서는 소리뿐만이 아니라 가상공간에서 발생하는 진동이 디바이스에 도달하게 된다. 자이로스코프를 이용해 이 진동의 첫 진동 방향을 파악하게 되면 TDOA 이용해 알아낸 쌍곡선과 방향 벡터가 가리키는 직선이 만나는 점이 바로 터치가 일어난 지점이 된다. 이 방법은 지질학에서 지진파를 이용해 지진의 위치와 성격을 파악할 때 사용되는 "초동연구"를 응용한 것으로 진동파가 오는 방향과 성격에 따라 센서에서 감지되는 초기 모습이 다르다는 것에서 착안되었다. 이러한 이론적 배경을 바탕으로 자이로스코프를 이용하면 사용자가 발생시킨 마찰 진동의 초동을 파악하여 진동의 진원 방향을 파악할 수 있을 것으로 예상된다.

이때 우리는 모바일 디바이스 2 개를 이용하기 때문에 2 개의 방향 벡터를 얻게 되는데 이중 하나를 메인 벡터로 사용하고, 나머지 하나는 정확도를 향상시키는데 사용하는 보조 벡터로 사용한다. 가상의 터치 패드 공간으로 이용될 책상이나 기타 다른 평면의 매질에 따라 마찰음은 비교적 정확하게 전달될 수 있으나 마찰진동은 그에 비해 상대적으로 약할 수 있기

때문이다. 이렇게 모든 분석이 완료되면 모바일 디바이스에서는 터치 발생된 위치를 화면에 표시할 수 있게 된다.

#### 4. 결론

어쿠스틱 인풋을 이용한 터치패드 구현기술은 이전 세계적으로 차세대 터치 기술로 각광 받으며 매우 많은 분야에서 연구되고 있다. 우리는 최근 발매되고 있는 최신식 모바일 디바이스에 내장되어 있는 마이크와 자이로스코프, 가속도계를 이용하여 가상의 공간에서 터치 인식을 하는 기술에 대하여 살펴보았다.

이를 통해 모바일 디바이스의 화면에만 국한되던 터치 패드의 경계를 넘어서는 가상의 터치 공간을 확보할 수 있고, 또한 이를 활용하여 무궁무진한 어플리케이션을 개발할 수 있을 것이다. 특히 우리가 제안한 방식은 시간과 장소 그리고 크기에 구애를 받지 않기 때문에 값싸고 대형의 터치 패드를 얻는데 매우 용이해 활용가치가 더욱 클 것으로 기대한다.

#### 참고문헌

- [1] D T Pham, M Al-Kutubi, Z Ji, M Yang, Z Wang, and S Catheline, "Tangible acoustic interface approaches", presented to IPROMs 2005 Virtual Conference, May, 2005.
- [2] Ros K. Ing and Mathias Fink. "Time-Reversed Lamb Waves". IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control, vol. 45, no. 4, July 1998.
- [3] W. Rolshofen, P. Dietz, G. Schäfer, "Innovative Interface for Human-Computer Interaction", 9th International Design Conference (DESIGN2006), Dubrovnik, Croatia.
- [4] Tangible Acoustic Interfaces for Computer-Human Interaction: <http://www.taichi.cf.ac.uk/>
- [5] A. Crevoisier and P. Polotti, "Tangible Acoustic Interfaces and their Applications for the Design of New Musical Instruments", presented to the 2005 International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME 2005)Dublin.
- [6] Yaw, pitch, and roll. 23 September 2010, 19:27 UTC. In *Wikipedia: The Free Encyclopedia*. Wikimedia Foundation Inc. Encyclopedia on-line. Available from [http://en.wikipedia.org/wiki/Yaw\\_pitch\\_and\\_roll](http://en.wikipedia.org/wiki/Yaw_pitch_and_roll) Internet. Retrieved 28 September 2010.
- [7] D T Pham , Z Wang , Z Ji , M Yang , M Al-Kutubi , S Catheline, "Acoustic pattern registration for a new type of human-computer interface", presented to IPROMs 2005 Virtual Conference, May, 2005.
- [8] L. Xiao and T. Collins, "In-air passive acoustic source localization in reverberant environments", presented to IPROMs 2005 Virtual Conference, May, 2005.
- [9] <http://www.greatnote.com/blog/2007/12/29/rssi/>
- [10][http://php.chol.com/~pobi1969/zboard/bbs/view.php?id=math&page=4&sn1=&divpage=1&sn=off&ss=on&sc=on&select\\_arrange=headnum&desc=asc&no=132](http://php.chol.com/~pobi1969/zboard/bbs/view.php?id=math&page=4&sn1=&divpage=1&sn=off&ss=on&sc=on&select_arrange=headnum&desc=asc&no=132)