

AR 마커를 이용한 스마트폰 인터페이스의 개선

강윤아*, 한순홍**

Improvement of Smartphone Interface Using AR Marker

Yuna Kang* and Soonhung Han**

ABSTRACT

As smartphones came into wide use recently, it has become increasingly popular not only among young people, but middle-aged people as well. Most smartphones use capacitive full touch screen, so touch commands are made by fingers unlike the PDAs in the past that use touch pens. In this case, a significant portion of the smartphone's screen is blocked by the finger so it is impossible to see the screens around the finger touching the screen, and difficulty occurs in precise control used for small buttons such as qwerty keyboard. To solve this problem, this research proposes a method of using simple AR markers to improve the interface of smartphones. Sticker-form marker is attached to fingernails and placed in front of the smartphone camera. Then, the camera image of the marker is analyzed to determine the orientation of the marker to perceive as onRelease() or onPress() of the mouse depending on the marker's angle of rotation, and use its position as the position of the mouse cursor. This method can enable click, double-click, drag-and-drop used in PCs as well as touch, slide, long-touch-input in smartphones. Through this research, smartphone inputs can be made more precise and simple, and show the possibility of the application of a new concept of smartphone interface.

Key words : AR, HCI, Interface, Marker, Smartphone

1. 서 론

1.1 현황

최근 들어 스마트폰(smartphone), 즉 PC와 같은 고급 기능을 할 수 있는 휴대전화가 널리 보급되고 있다. 스마트폰은 전화 기능이 있는 소형 컴퓨터로 여겨질 정도로 별도의 운영체제와 소프트웨어들을 가지고 있고, 전자우편, 무선 인터넷 등이 가능하여 새로운 모바일 시장을 여는데 큰 몫을 하고 있다. 운영체제가 탑재되어있다는 점에 있어서 스마트폰과 PDA는 유사하다고 볼 수 있으나, PDA는 개인 정보관리 기능이 초점인 반면에 스마트폰은 네트워크를 이용한 서비스에 주로 초점이 맞춰져 있다는 점에서 차이가 있다^[1]. 스마트폰은 무선 인터넷에 연결이 가능하여 이동

중에도 다양한 정보를 받는데 유리하고, 특히 사용자가 원하는 어플리케이션을 직접 제작하고 그 어플리케이션을 같은 운영체제를 가진 스마트폰끼리 공유할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이다. 국내에도 최근 다양한 스마트폰이 출시되면서 20, 30대 연령층뿐만 아니라 40대 이상에서도 업무 보조 등의 용도로 스마트폰을 이용하는 경우가 많아졌다.

1.2 문제 정의

대부분의 스마트폰은 편리한 브라우징을 위해 과거 PDA와 같이 풀터치 스크린을 채용하고 있다. 그러나 PDA는 일반적으로 감압식 터치스크린을 채용한 반면에, 최근 출시된 스마트폰들은 대부분 정전식 터치스크린을 채용하고 있다. 압력을 사용하는 감압식 터치스크린과 달리 정전식 터치스크린은 손가락이 화면에 닿으면서 생기는 전류의 변화를 인식한다. 이런 정전식 터치스크린은 감압식 터치스크린에 비해 조작감과 스크롤이 부드럽고, 멀티터치를 통한 입력이 가능한 장점이 있다^[2]. 그러나 이런 정전식 터치스크린에도

*학생회원, 한국과학기술원 기계공학과

**교신지자, 종신회원, 한국과학기술원 제어시스템공학과
- 논문투고일: 2011. 03. 10
- 논문수정일: 2011. 07. 30
- 심사완료일: 2011. 08. 19

단점이 있는데, 진류가 흐르지 않는 상감을 끼고 사용하는 경우나 손뿔, 기존의 일반적인 터치펜 등으로 조작하는 경우에는 인식이 되지 않는다. 이런 경우 스마트폰을 위한 정전식 전용 터치펜을 이용해야만 터치 인식이 가능하다. 그러나 정전식 터치스크린의 주요 명령인 멀티 터치가 터치펜으로는 가능하지 않다는 문제와 터치펜을 굳이 따로 챙겨 가지고 다녀야 한다는 휴대성 저하 문제 때문에 일반적으로 스마트폰에는 터치펜을 기본으로 제공하지 않고 대부분의 사람들은 손가락으로 직접 명령을 내리고 있으며, 그 외 꼭 필요한 사람들만 별도로 터치펜을 구매하여 사용하고 있다.



Fig. 1. 소프트 키보드를 손가락으로 터치하는 경우 : 손가락이 많은 버튼을 가린 것을 볼 수 있다.

그러나 실제로 사용하는데 있어서 감압식 터치스크린보다 정전식 터치스크린이 입력 오류에 약민하여 많은 불편한 점들이 발생하고 있다. 가장 자주 볼 수 있는 입력 오류는 문자/숫자 입력 시 흔히 쓰게 되는 소프트 키보드(qwerty 자판) 입력을 할 경우이다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 위치손가락이 여러 개의 버튼을 가리고 있는데, 이 때문에 사용자가 현재 손가락이 위치한 정확한 입력포인트를 볼 수 없고, 손가락이 실제로 닿는 면적이 넓기 때문에 많은 입력 오류가 생긴다. 또 자주 입력 오류가 나는 다른 예로는 모바일 페이지가 있다. 접속한 인터넷 사이트에서 모바일 페이지를 제공하는 경우, 모바일 페이지는 스마트폰의 해상도에 맞추어 제작되기 때문에 대부분 페이지 확대가 되지 않는다. 그런데 이런 경우 버튼과 버튼 사이가 좁아 원하는 버튼을 한 번에 누르기 어려운 경우가 생긴다. 실 예를 Fig. 2에서 '로그인' 버튼을 누르고 했을 경우 '실시간 규상승'이 눌리는 경우를 자주 볼 수 있다. 실제 화면을 터치하려고 했을 때 두 버튼이 손가락에 전부 가려지기 때문에 정확한 입력이 어려운 것이다.

이런 문제를 해결하기 위한 소프트웨어적인 접근은 있어왔다. 스마트폰의 운영체제에서 기본으로 제공하

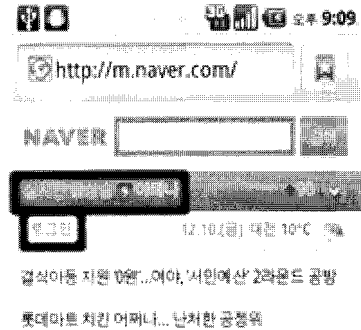


Fig. 2. 네이버의 모바일 페이지 : 인접한 버튼을 누를 때 많은 입력 오류가 발생한다.

는 소프트 키보드에서는 손가락이 누르고 있는 버튼을 화면 위쪽으로 확대된 이미지를 띄워주어 사용자가 확인하고 입력할 수 있게 한다. 또한 화면을 터치하여 줄기는 세인 어플리케이션에서도 자체적으로 터치가 들어와야 밀어는 정도 범위 안에 입력이 들어오면 해당 입력이 들어오도록 교정하는 알고리즘을 적용하고 있다. 그러나 이런 노력에도 불구하고 실제 그림을 그리는 것과 같이 세밀하고 정확한 입력을 해야 하거나 작은 버튼들이 모여 있는 화면에서 한 번에 원하는 입력을 하는 것은 스마트폰에 익숙한 사람이라도 굉장히 어렵다. 손이 건조하거나 딱딱하여 정전기가 잘 통하지 않는 경우나 상감을 착용하고 있는 경우는 정전식 터치가 아예 불가능하기 때문에 정전식 터치펜을 항상 사용하지 않으면 간단한 입력도 불가능하다. 정전식 터치펜도 이런 문제점을 상당 부분 해결해주지만 스마트폰에 부가적으로 항상 가지고 다녀야 한다는 문제점과, 펜도 터치 입력 시에 화면을 일부 가리기 때문에(Fig. 3) 손가락보다는 범하지만 역시 입력 오류가 발생한다는 문제점이 있다.



Fig. 3. 정전식 터치펜 사용 : 손가락보다는 좁은 영역이지만 역시 화면을 가리고 있는 것을 볼 수 있다.

이런 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 증강현실과 간단한 마커를 이용하여 스마트폰 인터페이스를

개선하는 방법을 제안하고자 한다. 2장에서는 본 연구와 유사한 기존 연구를 찾아보고 본 연구와 비교할 것이며, 3장에서는 제안하는 방법에 대해 상세히 설명할 것이다. 그리고 4장에서는 본 방법을 직접 구현한 결과를 보여주고 또한 효율성을 확인하는 실험에 대해 설명할 것이다.

2. 관련 연구

스마트폰 보급이 활성화 된 것은 몇 년 지나지 않았지만, 모바일 기기의 사용자 인터페이스를 카메라 영상을 이용하여 개선하고자 하는 연구는 예전부터 있어왔다.

카메라를 이용한 인터페이스 구축 연구 중 제스처를 인식하여 인터페이스로 사용하는 연구가 있다. 카메라 앞에 손¹⁾이나 얼굴²⁾을 위치하여 움직이는 제스처를 인식하고 그 제스처를 인터페이스로 사용하는 방법으로, 실시간으로 제스처를 인식하는 연구는 PC 환경에서 이미 연구가 많이 시행 되어있는 부분이다. 그러나 이러한 기법은 영상처리에 많은 계산이 소요되기 때문에 스마트폰의 환경에서는 실시간 인식이 어렵다.

다른 방법으로는 Fig. 4와 같이 모바일 기기를 특정 방향으로 흔들거나 기울였을 때, 카메라에서 받은 이미지가 흔들리는 방향을 인식하여 모바일 기기의 움직임 인식하고 그 움직임을 인터페이스로 사용하는 연구가 있었다³⁾.

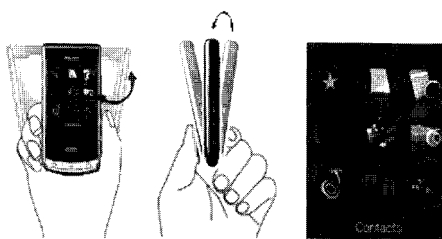


Fig. 4. Victoria, 2009¹⁾.

영상처리에 많은 시간이 소요되는 문제를 해결하기 위해 마커를 이용한 인터페이스 구축 방법으로는, Fig. 5와 같이 마커를 실 공간 안에 고정시킨 후, 카메라를 움직여 인식된 마커의 상대적인 위치를 인터페이스로 사용하는 연구가 있다. Thomas는 2005년 마커를 바닥에 위치시키고 카메라가 달린 모바일 상비를 x, y, z 방향으로 움직여 해당 데이터를 사용하는 인터페이스를 제안하였다⁴⁾.

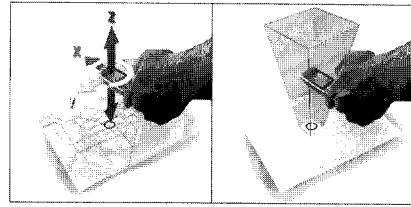


Fig. 5. Thomas, 2005⁴⁾.

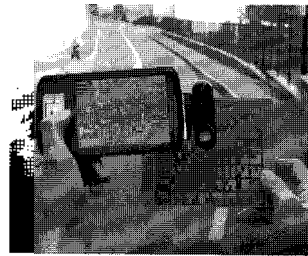


Fig. 6. Martin, 2005⁵⁾.

또한 Martin은 Fig. 6의 3색의 타겟 판을 카메라 앞에 위치시켜 타겟이 움직이는 방향을 인식하여 대형 시도를 가시화하고 네비게이션하는 방법을 제안하였다⁶⁾. 이 연구는 모바일 기기를 고정시키고 타겟판을 움직여 인터페이스로 사용한다는 점은 본 연구와 같지만 세세한 위치가 아닌, 큰 움직임을 이용하여 회전이나 확대/축소와 같은 네비게이션 용도로만 사용한다는 점이 다르다.

그 외, 2011년 박⁷⁾은 Fig. 7과 같이 손가락 고정구와 휴대용 전자제품에 마커를 부착하여 손가락의 위치를 인식, 휴대용 전자제품에 입력 명령을 주게 하였다. 이 연구는 감각형 상호작용을 위한 연구이지만 카메라에 터치 마커 이미지를 통해 입력을 받는다는 개념이 본 연구와 비슷하다고 볼 수 있다.

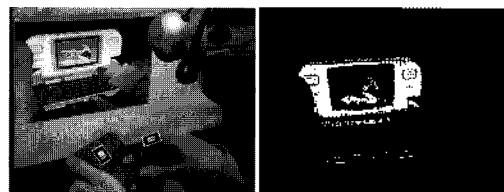


Fig. 7. 박형준, 2011⁷⁾.

본 연구의 목적과 가장 밀접한, 모바일 기기의 작은 키보드를 입력하기 위해 증강현실을 이용한 방법을 제안한 방법도 있었다⁸⁾. 이 연구에서는 카메라 이미지의 한 곳을 가상공간의 한 점으로 잡고 고정시켜 모바일 장치가 움직일 때 카메라 이미지와 고정된 점의

상대적인 위치를 받아들여 인터페이스로 사용한다. Fig. 8에서 볼 수 있듯이 고정된 점을 원하는 곳에 위치시킨 후 스위치 버튼을 눌러 입력을 하는 방식을 채용하고 있다. 이 연구는 인식한 마커의 위치를 마우스 포인터와 같은 개념으로 접근한다는 것이 같지만, 어떤 마커가 실제 존재하는 것이 아니라 소프트웨어적으로 한 점을 기준점으로 정해놓고 그 기준점 주위로 모바일 기기를 움직여 입력 포인트를 만들어 낸다는 것이 특징이다. 마커가 필요없다는 점은 큰 장점이지만 모바일기기 자체를 움직여서 입력 포인트를 찾아야 하고, 주변의 환경이 움직일 경우 안정성을 보장할 수 없다는 것이 단점으로 작용한다. Table 1은 관련 연구들과 본 연구를 정리 비교한 것이다.

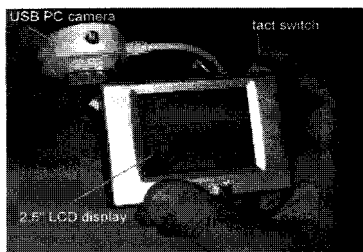


Fig. 8. Tangible Interaction (2004)^[12].

Table 1. 관련 연구 비교

	Tomas, 2005	Victoria, 2009	변재형, 2004	본 연구, 2011
목적	네비게이션	메뉴 선택	모든 입력	모든 입력
간단한 장치	△	○	X	○
간단한 조작	X	○	○	△
화면 안정성	○	X	△	○
주변환경에 대한 안정성	△	○	△	△
섬세한 조작 필요	△	X	○	○

이와 같이 마커나 카메라를 이용하여 모바일 인터페이스를 개선하는 방법에 대한 연구들이 있어왔지만, 대부분이 마커를 고정시키고 모바일 장치를 움직이는 방식 혹은 큰 패턴을 사용하는 방식을 채용하였다. 그러나 모바일 장치를 움직여 입력 명령을 준다면 디스플레이 화면이 같이 움직이기 때문에 사용자가 디스플레이를 보는데 불편함을 느낄 수 있고, 스마트폰은 항상 소지하고 다니며 어떤 장소에서든 사용이 가능해야 하기 때문에 큰 패턴을 들고 다니거나 마커를 고정시켜서 사용을 하는 것은 좋은 방법이라고 볼

수 없다. 이런 점을 보완하기 위해 본 연구에서는 마커를 이용한 인터페이스를 채용하면서, 작은 마커를 손가락 혹은 소지품 등에 붙여 사용을 가능하게 하고, 모바일 기기에 부가적인 장치를 설치하지 않고 스마트폰의 기본 기능으로 정확한 입력이 가능하도록 하는 방법을 제안한다.

3. 해결 방법 : AR 마커를 이용한 인터페이스

AR(Augmented Reality, 증강현실)은 실사 이미지 위주에 가상의 객체를 혼합 시킨 환경을 의미한다^[13]. 실시간으로 가상영상과 현실 영상의 정확한 정합을 위한 방법은 여러 가지가 있는데, 마커를 이용한 방법이 가장 간단하면서도 주변 환경에 강한 결과를 얻을 수 있는 방법이다^[14]. 본 연구에서는 AR 마커를 이용하여 스마트폰에서의 쉽고 정확한 입력을 지원하는 방법을 제안한다.

터치패드에 있어서 입력은 간단하게 두 가지로 분석할 수 있다.

1. 손가락으로 화면을 누르거나 떼는 이벤트 (OnPress/OnRelease)
2. 현재 누르고 있다면(OnMove) 손가락의 위치

이러한 두 가지의 입력을 통해서 일반적으로 PC에서 사용하는 마우스의 기능을 대부분 구현할 수 있다. 예를 들어, OnPress→OnRelease의 이벤트가 일어났을 경우, 클릭 이벤트가 빠른 속도로 두 번 일어났을 경우 더블 클릭, OnPress 상태에서 움직여서 (OnMove) 다른 위치에서 OnRelease 하는 경우에는 드래그, 또한 OnPress→OnRelease 이벤트가 일어나기까지의 시간 간격을 길게 하여 터치 패드에서 자주 사용되는 Long-Press 이벤트도 발생시킬 수 있다. 이런 점에 착안하여 본 연구에서는 스마트폰에서 간단한 증강현실 마커를 이용하는 인터페이스를 제안한다. 최근 출시되고 있는 스마트폰에 대부분 장착되어 있는 카메라를 이용하여 마커를 인식할 수 있는데, 마커를 손가락이나 손톱 등에 부착하고 스마트폰의 카메라 앞에 위치하여 마커의 위치를 찾는다. 이렇게 찾은 카메라에 비친 마커의 2D 이미지의 중심 위치를 마우스 포인터의 위치처럼 사용이 가능하다는 점에 착안하였다.

또한 마우스의 클릭 동작을 대신하는 방법으로는 1) 마커의 회전을 인식하는 방법과 2) 화면을 터치하는

방법, 2가지를 각각 구현하였다.

3.1 마커의 회전율 인식하는 방법

마우스의 클릭 동작을 대신하기 위한 한 가지 방법으로는 마커의 회전을 인식하는 방법이 있다.



Fig. 9. onPress()와 onRelease().

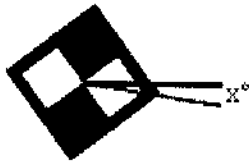


Fig. 10. 마커의 회전각.

Fig. 9의 (a), (b)와 같이 내장된 모양의 마커를 인식하여 회전하는 방향에 따라 손가락으로 화면을 누르거나 떼는 동작으로 인식한다. 마커의 왼쪽 위가 흰색에서 검은색으로 바뀌는 동작은 마우스의 버튼을 누르기 시작한 동작과 같이 인식하고, 마커의 왼쪽 위가 검은색에서 흰색으로 바뀌는 동작은 마우스의 버튼을 누르고 있다가 떼는 동작으로 인식한다. 실제로는 마커가 완전히 90° 회전해야만 인식하는 것이 아니라 마커의 각도를 실시간으로 계속 인식하여 Fig. 10의 x° 값이 음수에서 양수가 되거나, 양수에서 음수가 되는 것을 인식하여 입력으로 사용한다.

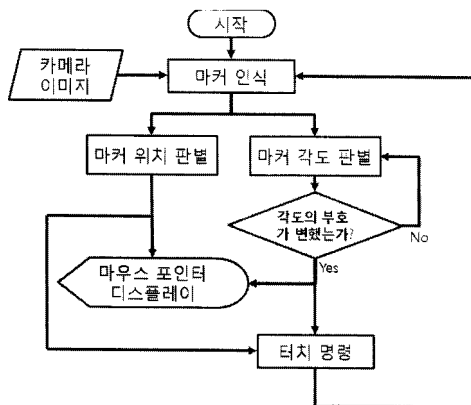


Fig. 11. (3.1) Flow Chart.

Fig. 11은 마커 회전 방법의 전체 플로우 차트를 보여준다. 프로그램에서는 먼저 카메라의 이미지를 받

아와 이미지 안에 있는 마커를 인식한다. 마커의 위치와 각도를 각각 판별한 후, 마커의 3D 위치를 2D 스크린에 Projection 시켜 마우스 포인터처럼 보이게 한다. 마커의 각도는 실시간으로 부호가 변했는지 확인되고, 부호가 변했다면 상황에 따라 onPress나 onRelease 이벤트가 발생하여 마우스 포인터의 색깔이 바뀔때 동시에 현재 마우스 포인터의 위치에 터치 명령이 입력된다.

Fig. 12는 마커 회전 방법을 통해 마우스의 클릭 동작을 가능하게 하는 예를 보여준다. 손톱에 위치한 마커의 위치가 곧 마우스 포인터의 위치가 되고, 마커를 90° 회전시켰다가 원위치 시킴으로써 하여 onPress→onRelease 이벤트를 발생시키고 이를 마우스의 클릭과 같은 동작으로 사용할 수 있다.

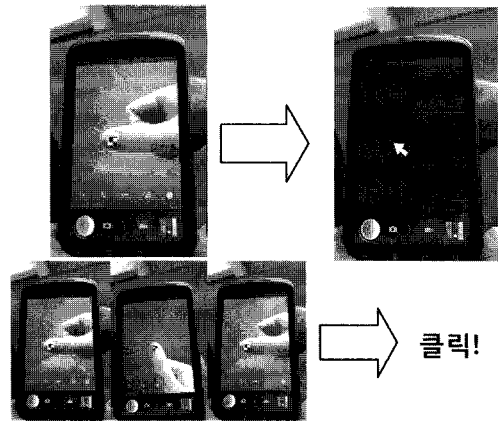


Fig. 12. 마커 회전 방법의 클릭 액션.

3.2 화면을 터치하는 방법

마커의 회전을 인식하는 방법은 이론상으로 문제가 없지만, 실제 손가락 등에 마커를 부착하고 사용했을 경우 마커의 2D 위치를 정확히 유지하면서 회전시키기까지 많은 훈련이 필요하다는 단점이 있다. 이를 보완할 수 있는 다른 방법은 기존의 스마트폰 입력과 마찬가지로 화면을 터치하여 처리하는 방법이다. 마커를 입력을 원하는 2D 위치상에 놓고 화면을 터치하면, 화면의 어느 곳을 터치하면 마커의 현재 위치에 터치 입력이 들어가게 하는 방법이다.

Fig. 13은 마커와 화면 터치 방법을 통해 마우스의 클릭 동작을 가능하게 하는 예를 보여준다. 마커 회전 방법과 마찬가지로 손톱에 위치한 마커의 위치가 곧 마우스 포인터의 위치가 되고, 화면 위 임의의 위치를 다른 손으로 터치하면 현재 마우스 포인터의 위치에 클릭 이벤트가 들어가게 된다. 여기서 중요한 점은 화

면 위를 어떤 위치를 무엇으로 터치하는지에 관계 없이 현재 마우스포인터의 위치(마커의 2D 위치)에 클릭 입력이 들어간다는 것이다.

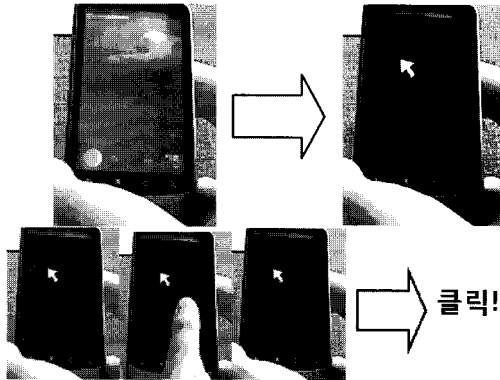


Fig. 13. 화면 터치 방법의 클릭 액션.

Fig. 14는 마커와 화면 터치를 이용하는 방식의 전체 플로우 차트이다. 프로그램은 카메라에서 받아들인 이미지에서 마커를 인식하지만 각도는 인식하지 않고 현재 3D 위치만을 판별한다. 현재 마커의 3D 위치는 마커 회전 방법과 마찬가지로 2D 스크린에 투영시켜 마우스 포인터처럼 보이게 한다. 또한 프로그램은 실시간으로 터치 입력이 있는지 확인하여 터치 입력 신호가 발생하면 신호를 가로채 터치 입력의 위치를 현재 마우스 포인터의 위치(마커의 2D 위치)로 바꾸어 터치 명령을 보내도록 한다.

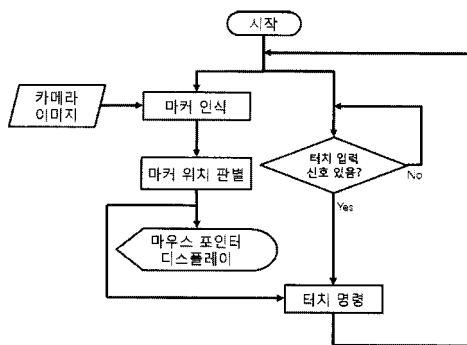


Fig. 14. (3.2) Flow Chart.

이 방법은 기존의 터치 방법과 비슷하지만, 실제 터치 입력이 들어가는 위치를 손가락으로 가리지 않기 때문에 정확한 입력이 가능하다는 장점이 있다. 이 방법은 마커의 회전을 인식하는 방법보다 정확하고 간단하게 이용이 가능하지만 한 손으로 화면을 터치해

야 하기 때문에 정전식 터치가 불가능한 상황(ex. 사용자가 장갑을 끼고 있다거나, 손에서 정전기가 잘 통하지 않는 경우)에서는 사용이 불가능하다는 단점이 있다.

4. 구현 및 실험

4.1 구현

본 시스템은 안드로이드 Froyo(android 2.2) OS 기반의 스마트폰인 Google Nexus One에서 구현하였다.

안드로이드 환경에서 본 시스템을 구현하기 위해서는 카메라 프리뷰, 입력 버튼, 마우스 포인터 등의 다양한 View들이 화면에 겹쳐서 Display되어야 하며, 특히 카메라 프리뷰와 마우스 포인터의 위치는 실시간으로 반복해서 결과를 업데이트해야 하기 때문에 메인 스레드의 리소스가 부족해져서 딜레이가 생길 가능성이 높다. 이러한 문제를 최대한 줄이기 위하여 카메라 프리뷰와 마우스 포인터는 전부 백그라운드 스레드의 리소스를 사용할 수 있도록 surfaceView를 사용하여 구현하였다.

마커 인식 알고리즘 부분은 오픈된 마커 인식물인 ARToolkit의 안드로이드 버전인 andAR을 수정하여 사용하였다. 실제 andAR 라이브러리에서 얻어지는 마커의 좌표는 3차원 좌표로, 카메라에 상대적인 x, y, z 좌표가 얻어진다. 이 3차원 위치를 스마트폰의 2D 화면에 투영시켜 얻어진 좌표위에 작은 2D 사각형을 그려 마우스 포인터로 사용하였다.

화면 구성은 Fig. 15에서 볼 수 있듯이, 카메라 프리뷰 화면이 제일 하단에 위치하여 보이지 않고, 그 위에 선택 버튼이나 바탕화면 등이 올라간다. 그 위에 실시간으로 계산된 위치에 마우스 포인터가 가시화되어 어느 부분을 선택할지 볼 수 있게 된다.



Fig. 15. The structure of activity.

실제 구현한 모습은 Fig. 16과 같다. 카메라 프리뷰가 화면에 나타나면 작동할 시에 오히려 혼동을 가져

을 수 있기 때문에 보이지 않게 하였다. 프리뷰가 화면에 보이지는 않지만 반복해서 카메라 화면을 받아들이고 연산을 하고 있다. 그렇어서 보이는 작은 사각형 선이 마우스 포인터이다. 마우스 포인터가 onRelease 상태일 때는 보라색, onPress 상태일 때는 분홍색으로 보이게 된다. Fig. 17은 같은 샘플 프로그램을 실제 스마트폰에 적용한 모습이다.



Fig. 16. Test result.



Fig. 17. Displayed on real device.

안드로이드의 기본 입력 이벤트인 onPress, onRelease를 본 연구의 방법으로 구현하여, 발생한 onPress와 onRelease 이벤트의 조합으로 클릭, 탭, 프레스, 드래그 기능을 구현하였다. Fig. 18은 본 연구의 방법을 실제로 사용하여 실험을 하는 장면을 보여준다.

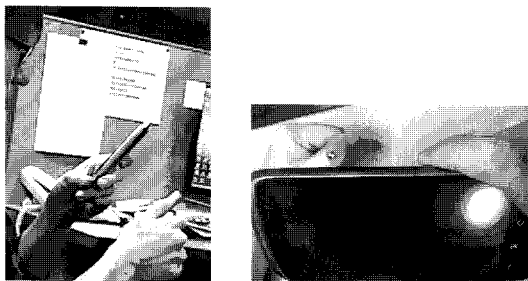


Fig. 18. 실제 사용 장면.

4.2 실험 결과

본 연구의 검증을 위하여 기존의 손가락 터치 방

법과 정전식 터치펜을 사용한 방법, 그리고 제안한 2가지 방법의 비교 실험을 시행하였다. 실험에서 사용한 정전식 터치펜은 3M MHP-1000S 모델이며, 마커는 7 mm × 7 mm 사이즈의 마커를 제작해서 사용하였다.

Method 0 - 기존의 터치 방법

Method 1 - 정전식 터치펜을 이용한 방법

Method 2 - 마커의 위치와 회전을 이용한 방법

Method 3 - 마커의 위치와 터치를 이용한 방법

Method 0, 1, 2, 3 각각에 대하여 4가지 Test case set으로 실험을 하였다. 각 test case set은 Table 2와 같다. 실험자는 Fig. 19와 같이 화면에 표시된 점과 점 사이를 지정된 방향으로 드래그 & 드롭을 하고, 시작 위치와 끝 위치의 좌표를 받아 실제 좌표와의 1.2 Distance를 계산하였다. 또한 입력 속도는 고려하지 않고 최대한 정확하게 터치를 하는 실험으로 진행하였다. 또 실험자는 터치 스크린 핸드폰을 2년 이상 사용한 20대 대학원생으로, 각 set 당 5쌍의 데이터블록이 평균값을 분석하였다.

Table 2. Test cases

	Start	End
Case 1	(200, 100)	(600, 300)
Case 2	(600, 100)	(200, 300)
Case 3	(400, 100)	(400, 300)
Case 4	(200, 200)	(600, 200)

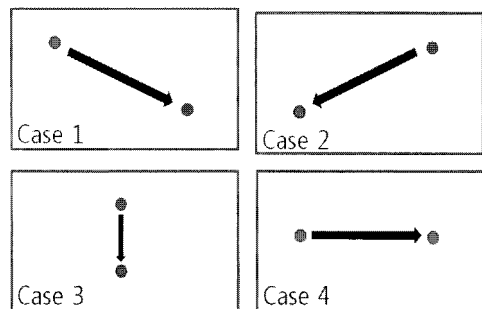


Fig. 19. Test cases.

Table 3과 Fig. 20은 각각의 방법의 test case 별로 드래그의 시작점과 끝점에 대한 오차 값의 평균을 보여주고 있다.

손으로 직접 터치하는 방식의 Method 0은 Method 2와 3에 비해 오차가 큰 것을 확인할 수 있다. 특히

손이 가리고 있는 방향으로 드래그를 진행해야 하는 작업일 때, 즉 오른손잡이 기준 왼쪽에서 오른쪽으로 실험을 진행할 경우(case 1, 4), 드래그 끝점에서의 오차가 크게 나왔음을 볼 수 있다. 그에 반해 위에서 아래쪽으로 드래그를 하는 case 3은 손이 화면을 가리지 않아 시작점과 끝점이 비슷한 오차를 가짐을 볼 수 있다. 이는 터치 입력을 수행할 때 손이 가리는 것이 정확도에 크게 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

정전식 터치펜을 사용한 Method 1은 Method 0보다 나은 결과를 보이고 있는데, 진행방향에 따른 오차는 거의 없으나 정전식 터치펜 역시 펜의 끝 부분이 화면을 가리기 때문에 아주 정확한 포인트로 드래그 하는 결과는 얻을 수 없었다.

그에 반해 Method 2, 3은 드래그의 진행방향에는 영향 받지 않고 항상 비슷한 결과를 보이는 것을 볼 수 있다. 3.2 절에서 지적한 것과 같이 마커를 회전하여 입력하는 Method 2는 마커를 회전시킬 때 마커가 움직이기 때문에 Method 3에 비해 부정확한 결과가 나온 것을 볼 수 있다.

Table 3. Result (Average value)

		Method 0	Method 1	Method 2	Method 3
Case 1	Start	10	13.3	8.9	2.8
	End	27.4	14.5	8.3	3.8
Case 2	Start	27.2	11.5	8.1	4.4
	End	16.1	16.8	5.7	2.3
Case 3	Start	21.9	8.95	6.9	3.2
	End	22.4	19.4	5.9	2.3
Case 4	Start	14.2	15.5	8.7	2.6
	End	29.1	17.5	9.3	2.5
Total		21	14.7	7.7	3

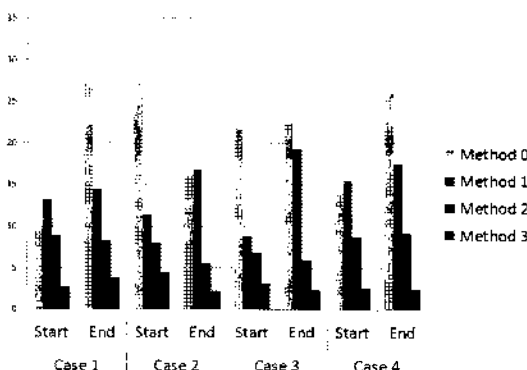


Fig. 20. Result.

실험을 통해 입력의 방향이나 상황에 따라 편차가 있지만 평균적으로 Method 2는 Method 0의 2.7배, Method 1의 1.9배의 정확도를 가지고, Method 3은 Method 0의 7배, Method 1의 4.9배의 정확도를 가진다는 것을 확인하였다.

5. 결 론

본 연구에서는 AR 마커를 이용한 새로운 스마트폰 입력 인터페이스를 제안하였다. 이를 통해 스마트폰에서 입력 오류를 줄일 수 있는 방법을 제시했고, 스마트폰 상에서 일반 터치에 비해 어느 정도의 세밀한 컨트롤이 가능함을 실험을 통해 확인해 보았다.

상기 방법을 사용한 인터페이스를 적용했을 경우, 정전식 터치가 어렵거나 불가능한 상황, 혹은 상대적으로 터치할 정확히 입력하기 힘든 손가락이 굵은 사람 등도 입력이 쉬워질 것으로 예상된다. 또한 스마트폰 상에서 포토샵 작업이나 그림 작업, 필기 작업, 일반적인 터치펜보다 더 세밀한 입력이 필요한 작업 등에서도 이와 같은 인터페이스로 도움을 받을 수 있을 것이며, 더 나아가 이러한 방법을 이용하여 자세한 컨트롤이 필요한 어플리케이션이나 AR 슈팅 게임 등의 개발을 지원할 수 있을 것이다.

제시한 두 가지 방법 중 마커를 회전하는 방법은 회전 시에 마커가 흔들려 정확도가 약간 떨어진다는 단점이 있지만, Fig. 21과 같이 마커를 스티커의 형태로 제작하여 손가락이 아닌 펜이나 지우개, 알쇠고리 등의 휴대가 쉬운 물체에 부착하여 손가락으로 굴리는 방식으로 사용할 경우 좀 더 높은 정확도를 얻을 수 있을 것으로 보인다.



Fig. 21. Other examples.

그러나 본 방법은 이미지 프로세싱을 통한 마커 인식을 기반으로 하기 때문에, 마커 인식 단계에서 주변 환경이 어둡거나 마커에 그림자가 생기면 마커 인식

에 문제가 생겨 사용이 어려운 경우가 있었다. 또한 이 인터페이스가 작동하기 위해서 사용된 이미지 프로세싱 부분이 리소스를 많이 사용하기 때문에, 다른 리소스를 많이 필요로 하는 작업과 동시에 진행했을 경우 딜레이가 생기는 문제가 발생할 수 있다. 이런 문제점들은 더욱 강건하고 가벼운 마커 인식 알고리즘을 적용하여 해결할 수 있을 것이다.

또한 현재 개발된 인터페이스는 어플리케이션과 일체형으로 제작이 되어 다른 어플리케이션에서 사용이 불가능하다. 이를 스마트폰의 소프트웨어로처럼 다른 어플리케이션에서 사용이 가능하게 하거나, OS 수준에서 지원이 가능하도록 하는 방안을 추후 연구할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다(UD110006MD).

참고문헌

1. <http://ko.wikipedia.org/>
2. 허승주, 이성환, "연속적인 손 제스처의 실시간 인식을 위한 계층적 베이지안 네트워크," 정보과학회 논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제36권, 제12호, 2009, 12.
3. Stamer, J. and Pentland, A., "Real-time American Sign Language Recognition from Video using Hidden Markov Models," MIT Media Lab., MIT, Cambridge, MA, Tech. Rep. TR-375, 1995, pp. 1195-1207, 1995.
4. 오승택, 선병환, "얼굴의 포즈 상태와 오토마타 기법을 이용한 헤드 제스처 인식," 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제28권, 제12호, 2001, 12.
5. De Silva, L. C., Aizawa, K. and Hatori, M., "Detection and Tracking of Facial Feature by Using Edge Pixel Counting and Deformable Circular Template Matching," *Trans. on IEIC, Information and System*, Vol. E78-D, No. 9.
6. Michael Rohs and Philipp Zweifel, "A Conceptual Framework for Camera Phone-Based Interaction Techniques," *Pervasive Computing*, 2005.
7. 빅토리아 분다르축, 정일룡, 김창수, 고상재, "카메라 영상정리를 이용한 모바일 유저 인터페이스 제어 기법," 대한전자공학회 2009년 하계종합학술대회 논문집, 2009.
8. 이찬수 등 3인, "모바일 카메라 기기를 이용한 손 제스처 인터페이스," 정보과학회논문지, 2010.
9. Thomas Riisgaard Hansen 등 2인, "Mixed Interaction Space - Designing for Camera Based Interaction with Mobile Devices," CHI 2005, April 2-7, 2005, Portland, Oregon, USA.
10. Martin Hachet 등 2인, "A Camera-Based Interface for Interaction with Mobile Handheld Computers," I3D '05 Proceedings of the 2005 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games.
11. 박형준, 분희진, "손가락 고정구를 이용한 휴대용 전자제품의 중앙현실기반 감각형 상호작용," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제16권, 제1호, pp. 1-10, 2011, 2.
12. 변제형, 김명석, "제기형 인터랙션 : 모바일 기기의 새로운 인터페이스 방법으로서의 활용," 한국디자인학회, 디자인학연구, 통권 제57호, pp. 441-448, 2004, 8.
13. 이종환, 한순홍, "생산 시뮬레이션에서 안전 표지판의 인식을 통한 혼합현실의 적용," 2007 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집.
14. 이종환 등 2명, "공장 배치 계획에서 혼합현실의 적용을 위한 안전표지판 인식," 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제14권, 제1호, pp. 42-49, 2009, 2.



강 윤 아

2008년 한국과학기술원 기계공학과 학사
2008년-현재 한국과학기술원 기계공학과 석박사 통합과정
관심분야: Augmented Reality, HCI, Virtual Reality



한 순 홍

2008년-현재 한국과학기술원 해양시스템공학과 교수
1993년-현재 한국과학기술원 기계공학부 교수
1979년-1992년 한국해양연구원
관심분야: CAD, STEP, VR (Virtual Reality) for engineering design, Collaborative CAD, Knowledge-based design system