

## 대비검출방식을 이용한 터치 인식 개선방법에 관한 연구

### A Study on Touch Recognition Improvement using Contrast Detection Method

박재완, 송대현, 김종구\*, 김동민\*\*, 이철우  
 전남대학교 전자컴퓨터공학과,  
 전남대학교 전자공학과\*,  
 전남대학교 전기공학과\*\*

Park jae-wan, Song dae-hyeon, Kim jong-gu\*,  
 Kim dong-min\*\*, Lee chil-woo  
 Chonnam Univ. dept of Electronics Computer,  
 Chonnam Univ. dept of Electronics\*,  
 Chonnam Univ. dept of Electrical Engineering\*\*

#### 요약

본 논문은 비전기반 터치스크린에서 터치되는 물체에 대해 주변마스크를 이용하여 터치인식을 개선하는 방법에 대해 제안하고 있다. 기존의 비전기반 터치스크린은 단순히 임계값의 범위를 이용하여 터치를 인식하므로, 손으로 직접 터치할 경우 주먹이나 손목에서 노이즈가 생기는 등, 정확한 터치 인식이 어려웠다. 하지만 본 논문에서는 터치스크린에 근접하는 물체에서 모폴로지 연산을 수행하여 주변마스크를 추출하고, 그 부분에 대한 대비값의 변화를 이용한다. 이러한 동적정보를 이용하여 스크린을 터치할 때 잡음을 방지하고 손이 정확히 스크린에 터치되었을때만 터치로 인식할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있다.

#### Abstract

In this paper, we propose the method to improving touch recognition using edge mask on a touched object at vision-based touchscreen. Because vision-based touchscreen recognizes touch using threshold simply, noise occur in fist or wrist in case of touch directly with hand, correct touch recognition was difficult. However, in this paper, we execute morphology and extract surrounding mask in object that approximate to touchscreen, use change of contrast for the mask. When we touch screen to use these dynamic information, prevent noise. The goal of this paper is when hand was touched on screen it can recognize to touch.

## I. 서론

### 1. 연구 배경

우리가 사용하는 컴퓨터는 점점 사용자 중심적인 발전을 계속하고 있다. 칩 안의 트랜지스터의 숫자를 2년마다 2배로 늘려가는 무어의 법칙을 따라 하드웨어는 과거 10년 전에 비해 무궁한 발전을 이룩하였다. 그리고 시대를 거듭할수록 인간과 컴퓨터의 인터페이스는 TUI(Text User Interface)에서 GUI(Graphic User Interface), GUI에서 다시 TUI(Touch User Interface,

Tangible User Interface)로 발전하고 있다. 이처럼 터치인터페이스가 중요한 HCI(Human Computer Interface)로 인식되고 있다.

HCI이론은 인간과 컴퓨터의 상호작용을 기초로 컴퓨터의 기능성뿐만 아니라 사용자중심의 편의성과 효율, 효과성이 고려된 시스템이다. 이러한 요구를 충족시키기 위하여 보다 정확하고 개선된 터치인터페이스의 구축이 필요하다. 멀티 터치스크린 인터페이스인 테이블탑 디스플레이는 인간의 맨 손을 사용한 멀티터치 상호작용을 이용하여 직접적인 조작이 가능하고, 동시에 일어나는 여러 입력에 대해서 상호간섭이 없이 한 스크린에서 한 명 이상의 사용자가 사용하는 디바이스이다.

## 2. 기존 연구

멀티터치 테이블탑 디스플레이[1]는 크게 시각기반 방식과 비-시각기반 방식으로 나뉜다. 물리적인 센서(접촉센서)를 사용한 대형터치스크린 터치판넬을 제작하는 것은 스크린의 크기에 비례하여 높아지는 하드웨어 복잡도와 제작비용으로 인해 현실적으로 불가능하다. 시각기반 방식 테이블탑 디스플레이는 별도의 센서를 사용하지 않고 카메라로 획득하는 영상을 컴퓨터비전기술을 이용하여 인간의 손, 팔 또는 추가적인 디바이스를 검출하는 시스템을 말한다.

PlayAnywhere[2]는 테이블탑 디스플레이의 상부투영 방식과 하부투영 방식의 단점을 보완하여 어느 곳에서든지 스크린이 있으면 바로 설치하여 사용이 가능한 상호작용 인터페이스이다. 그리고 공간의 활용성을 더하기 위하여 단초점 프로젝터를 사용하였고, 프로젝터 영상과의 혼란을 막고 강한 검출을 위해서 적외선을 사용하였다.

Touchlight[3]는 별도의 매질을 부착하지 않고 DNP Hologram을 사용하여 일정한 각도이상에서는 투명하고, 시야각에서는 프로젝터의 상이 맺히는 효과를 사용하였다. Holowall[4]은 전형적인 DI 방식을 사용하였고, 유리스크린에 반투명한 매질 (diffuser) 을 부착하였다. 이러한 연구들은 마우스나 키보드에서 제공하지 못하는 자연스러운 인터페이스의 확대를 위해 터치스크린을 사용하여 인간의 의도를 인식하고 파악할 수 있는 제스처를 정의하고 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다.

시각기반 방식은 비-시각기반 방식에 비교하여 제작 비용이 저렴한 장점이 있지만, 카메라의 거리 등에 영향을 받거나 외부의 빛과 조명 환경에 약한 단점을 가진다. 시각기반 방식의 테이블탑 디스플레이는 하나의 스크린을 통해서 동시에 입력과 출력이 일어나므로 주로 적외선필터를 장착한 카메라를 이용한다. 이렇게 적외선을 이용한 테이블탑 디스플레이는 적외선의 조명 방식에 따라서 크게 FTIR[5] (Frustrated Total Internal Reflection)과 DI[3] (Diffused Illumination) 방식으로 나뉜다. 하지만 DI 방식에서 임계치를 이용하여 터치를 검출하는 것은 팔과 몸에 반사되는 적외선에 의해 정확한 터치점의 세그멘테이션을 구현하기가 무척 어려우므로, 스크린에 근접한 터치점에서 에지의 대비변화를 이용하여 터치를 검출하는 방법을 사용해야 한다. 그리고 이러한 방법은 가상터치스크린에서도 깊이카메라 (Depth Camera), Z-CAM등과 같은 고가의 하드웨어를 대신할 수 있는 수단이 될 수 있을 것이다.

## II. 본론

### 1. 제안 방법

DI 방식을 사용하는 Touchlib Library는 터치점으로 추정되는 부분에 대해 주변마스킹(에지)을 구한 후, 원 모양의 element를 사용하여 모폴로지 연상을 수행하여 터치점으로 인식한다. 이 방법은 작은 터치스크린에서는 효과적으로 터치점을 검출할 수 있지만, 대형 터치스크린에서는 빛이 골고루 분산되지 못하여 스크린의 중앙과 외곽부분의 밝기 임계값의 차이가 생겨 정확한 터치점을 찾지 못하는 결과를 갖는다.

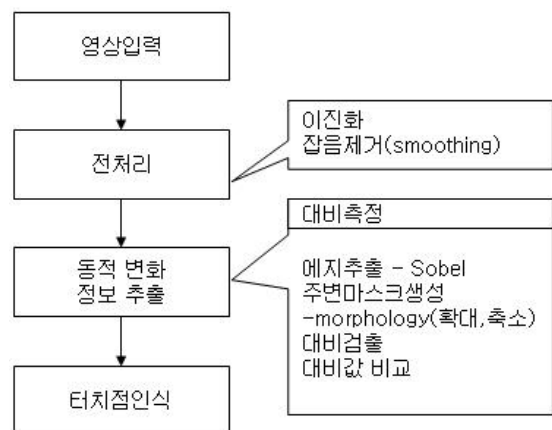
그러므로 본 논문에서는 이런 결과를 개선하기 위하여 터치점으로 추정되는 부분에 대해 주변마스킹(에지)을 구한 후, 그 부분에 해당하는 원 영상에서 대비의 변화량을 구하여, 그 변화량의 차이가 가장 큰 부분을 터치점으로 인식하는 방법에 대해 제안한다.

### 2. 실험

터치 검출 시스템의 전체 순서는 (그림.1)과 같다. 영상입력부분에서는 카메라를 통해서 영상을 입력받는다. 전처리부분에서는 (식.1)과 같이 입력받은 영상을 일정 임계치 이하는 밝기값을 0으로, 이상은  $p_n$ 으로 이진화를 수행한다. 그리고 잡음제거를 위해 Smoothing을 수행한다.

$$f(P) = \{ p_n < t \mid p_n = 0 \} \quad (1)$$

(P = 입력영상, t = 임계치)



▶▶ 그림 1. 터치 검출 시스템 순서도

동적 변화 정보 추출부분에서는 대비를 검출하고 측정하기 위한 작업을 수행한다. 터치 후보 영역에 대해서 (그림 2)와 같은 sobel mask를 이용하여 에지를 추출한다.

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

▶▶ 그림 2. sobel mask

그리고 추출된 에지에 대해 주변마스킹(식.4)를 생성하기 위해 확대(식.2), 축소(식.3)를 위한 모폴로지 연산을 수행한다.

$$P_2 = dilate(P)^2 \quad (2)$$

$$P_1 = erode(P)^2 \quad (3)$$

$$P_3 = (P_1 - P_2) \quad (4)$$

$$P_4 = P \cap P_3 \quad (5)$$

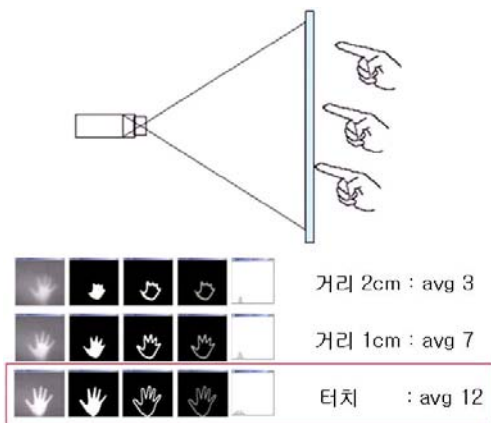
대비검출부분에서는 주변마스킹에 해당하는 입력영상(식.5) P4에서 각 픽셀단위로 주변 픽셀과의 대비를 계산한다. 그리고 대비값을 비교하여 대비 값이 가장 높은 부분에 대해서 터치점으로 인식한다.

$$C_0 = P_4$$

$$C_1 = |C_n^\circ - C_{n+1}^\circ|$$

$$= \Delta C_0 \quad (6)$$

$$= avg(\sum_{n=0}^{n-1} |C_n^\circ - C_{n+1}^\circ|)$$



▶▶ 그림 3. 대비 값 비교

### 3. 실험 결과

(그림.3)에서 보는바와 같이 정확한 터치점만을 측정하기 위해 대비검출방법을 사용하고 있다. 카메라렌즈의 초점심도가 깊은 경우는 렌즈의 초점거리가 짧아 입력영상의 대부분의 영역이 뚜렷하게 보이므로 거리해상도가 넓은 경우이다. 그 반대로 초점심도가 얇은 경우는 입력영상 내에서 초점을 맞춘 범위외의 피사체는 초점이 벗어나서 흐리게 보이는 경우로써 거리해상도가 좁다고 할 수 있다. 본 논문에서는 터치스크린에서의 물체에 대한 거리해상도를 좁혀서 터치검출에 대한 오차를 줄이고 효과적인 터치 인식 시스템을 구성하는 것에 목적을 두고 있다.

### III. 결론

본 논문에서는 비전기반 터치스크린에서 터치되는 물체에 대해 주변마스킹을 이용하여 터치인식을 개선하는 방법에 대해 제안하였다. 기존의 비전기반 터치스크린과 가장 차이가 있는 부분은 주변마스킹의 대비값을 이용하여 터치점을 검출하고 있다는 것이다. 그리하여 사용자가 터치스크린을 터치할 때, 주먹이나 손목부분이 검출되는 오류가 발생할 때, 손 끝 모형을 이용하여 터치를 검출하던 것과는 달리 터치후보영역을 기준으로 터치점을 검출하므로 반응속도에 대한 개선을 기대할 수 있다. 그리고 물리적인 거리센서를 이용하여 카메라와 스크린사이의 거리를 고정하게 되면 하드웨어의 구성도 지금보다 더 간단하게 되고, 이러한 터치스크린을 이용한 실감형 상호작용 콘텐츠도 활성화 될 것이라고 생각한다.

### ■ 참고 문헌 ■

[1] Song-Gook Kim, Jang-Woon Kim, Ki-Tae Bae, and Chil-Woo Lee "Multi-touch Interaction for Table-Top Display"

[2] Andrew D. Wilson, "PlayAnywhere : A Compact Interactive Tabletop Projection-Vision System"

- Symposium on User Interface Software and Technology (UIST), 2005.
- [3] Wilson, A. "A Demonstration of TouchLight, an Imaging Touch Screen and Display for Gesture-Based Interaction", UIST Demonstration, 2004
- [4] Nobuyuki Matsushita, Jun Rekimoto, "HoloWall: Designing a Finger, Hand, Body, and Object Sensitive Wall". ACM Symposium on User Interface Software and Technology 1997: 209-210
- [5] Han J. Y. "Low-Cost Multi-Touch Sensing through Frustrated Total Internal Reflection," In Proceedings of the 18th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, ACM Press, New York, NY, 15-118, 2005.
- [6] Morrison, A., Jacucci, G., & Peltonen, P. "CityWall: Limitations of a multi-touch environment". In Proc. PPD 2008, pp. 31-35.
- [7] Von Hardenberg, C. & Berard, F. (2001), "Bare-Hand Human-Computer Interaction", In Proc. of ACM Workshop on Perceptive User Interfaces, Orlando, Florida