

인간과 컴퓨터 상호 작용을 위한 2개의 카메라 기반의 터치 스크린 시스템

김진국*, 민경원**, 고한석*
고려대학교 전자컴퓨터 공학과*
전자부품 연구원 디지털미디어 연구센터**

Two camera based touch screen system for human computer interaction

Jinkuk Kim*, Kyungwon Min**, Hanseok Ko*

Department of Electronics and Computer Engineering, Korea University*

Digital Media Research Center, Korea Electronics Technology Institute**

E-mail : jkkim@ispl.korea.ac.kr, minkw@keti.re.kr, hsko@korea.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a vision based system employing two cameras to provide effective touch screen function. The two main processes - determining touch (or no-touch) and contact location of screen plane - are essential for enabling touch screen function. First region of interest is found by using color characteristic and histogram for determining the contact mode. Second, if the hand touches the mirror, the fingertip point in image is found using the correlation coefficient based on the mirror attribute. Subsequently, the fingertip coordinate in image is transformed to the location in mirror plane by using four predefined points (termed as four-point method) and bilinear transform. Representative experimental results show that the proposed system is suited to touch screen.

1. 영상에서 관심 영역인 손을 찾는다.
2. 손 끝이 스크린 면에 접촉 되어 있는지 확인한다.
3. 접촉된 상태면, 영상내의 손 끝점의 좌표를 찾는다.
4. 손 끝점의 좌표를 스크린 면의 위치로 변환한다.

위 과정을 처리하기 위해 그림 1 과 같은 시스템이 사용된다. 영상의 배경을 단순화를 위해 카메라는 아래를 향하게 설정하였다. 그리고 손가락 좌표 값 추정의 정확도 향상을 위해 카메라 2 대를 사용하였으며, 접촉 여부 판단을 용이하게 하기 위해서 스크린 면은 매직 거울을 가정하였다.

I. 서론

사용자에게 직관적이고 자연스러운 인터페이스 방식으로 터치스크린이 상용화 되어 왔다. 그러나 기존의 터치스크린은 가격이 비싸며, 유지/보수/이동이 어렵다. 본 논문에서는 유지/보수/이동이 용이한 터치 스크린 시스템을 구현하기 위해서 비전 기반의 시스템을 제안하였다. 터치 스크린은 접촉 여부 판단 및 접촉 위치 판단의 2 가지 기능을 가지고 있다. 이를 비전 기반으로 처리하기 위해서는 다음과 같은 과정을 거쳐야 한다.

※본 연구는 산업 자원부 차세대신기술개발사업의 다중 생체기반 실감형 디바이스 개발과제의 지원을 받아 수행되었음.

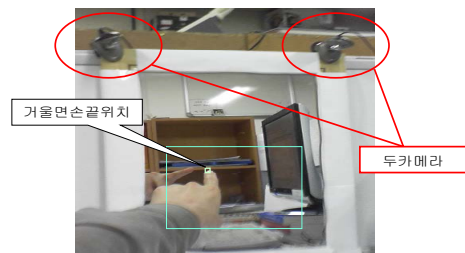


그림 1 카메라의 배치

II. 본론

2.1 관심 영역 찾기

입력 영상을 YIQ 색 공간의 I 성분(hue image)만을 이용하여 피부색 영역을 분리한다[1]. 얻은 이진 영상에서 각 X, Y 축으로의 히스토그램 정보를 이용하여 손과 거울에 비친 손의 ROI(Region Of Interest)을 찾아 낸다.

2.2 손가락 끝의 접촉 여부 판단

거울이 손과 맞닿아 있다면, 손 영역과 거울에 비친 손 영역이 연결되어 있으므로 두 영역의 연결 여부를 이용해서 손과 거울의 접촉 여부를 판단한다.

2.3 손가락 끝의 좌표 찾기

손끝이 접촉되어 있지 않을 경우에 ROI 에서 최 하단 중심점으로 좌표를 쉽게 얻을 수 있다. 손가락 끝이 접촉되어 있을 경우에는 거울의 성질에 따라 실제 물체와 거울에 비친 물체는 동일한 Intensity 값을 가질 것임을 가정한다. 따라서 그림 2 와 같이 Mask 를 씌워서 위 아래로 이동시켜 가면서 최대 상관 계수를 가지는 위치를 찾아 낸다.

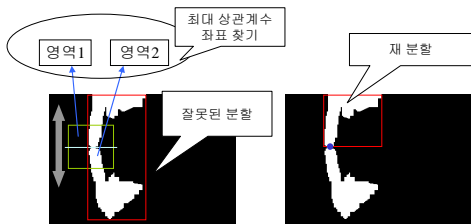


그림 2 거울과 접촉시의 손가락 끝 검출

2.4 손 끝 좌표를 거울 면 위치로 변환

일반적으로 영상좌표를 실제 위치로 변환하기 위해 카메라의 매개변수를 구한다[2]. 그러나 위치 추정을 보다 직관적이며 쉽고 빠르게 하기 위해 four-point method 를 이용하였다[3]. 이 방법은 위치인식영역을 미리 지정해 주는 것이다. 그림 3 과 같이 사각형 모양의 위치인식영역을 4 개의 corner point 로 저장한다.

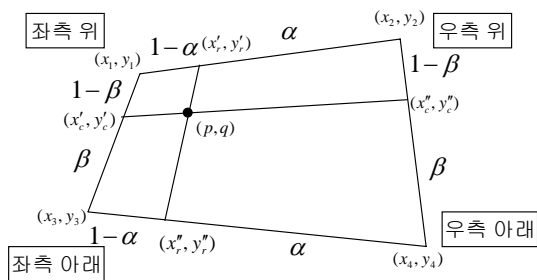


그림 3 Four-Point Method

그 후에 지정해둔 입력 영상에서 손 끝 좌표 (p, q) 를 스크린 면의 위치 (α, β) 로 변환한다. 그 위치로 변환하기 위해서 bilinear transform 을 사용하였는데, 네 corner point 좌표를 이용하여 bilinear transform 의 변환 계수를 구할 수 있다.

III. 구현

구현 환경은 AMD athlon 3000+ 1GB RAM PC,

Windows XP, AlphaCam M 카메라를 사용하였다. 실험을 위해 접촉된 손이 두 카메라 시야 각에 동시에 들어올 수 있는 카메라로부터 25cm 이상 떨어진 가로 20cm, 세로 15cm 의 직사각형 영역을 정해 두었다. 이 영역에서 1cm 간격으로 손을 접촉하여 카메라 당 336 개의 영상을 얻었다. 영상에서 수동으로 영상 내의 손 끝의 좌표를 얻어 낸 후에 최 외각 네 점을 이용한 four-point method 를 이용하여 좌표 변환을 하기 위한 매개변수를 얻었다. 각각의 좌표에 대해서 bilinear transform 을 이용하여 좌표 변환을 한 후 실제 손 끝 위치와의 오차 거리를 계산하였다. 그 결과 표 1 과 같이 위치검출성능이 평균 0.89cm, 표준편차 0.43cm 오차거리를 보여주고 있어 터치 스크린에서 사용되는 너비가 4cm 이상의 크기를 지닌 아이콘 인식에 적합함을 알 수 있다.

표 1. 위치검출성능

카메라	평균오차거리	오차거리표준편차
카메라 1	1.14 cm	0.59cm
카메라 2	1.02 cm	0.56cm
평균값 사용	0.89 cm	0.43cm

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 기존의 물리적 방식의 터치 스크린 대체 수단으로 비전 기반의 터치 스크린 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템의 제한된 영역 내에서 위치 검출 성능은 터치스크린 기능에 적합하다. 향후에는 상용화 하기 위해 좌표 검출 영역 확장 및 카메라 거리에 따른 해상도 차이 보정 및 기존 터치 스크린과의 차별성을 위해 손 모양을 인식하여 마우스와 같은 다양한 입력을 줄 수 있도록 구현될 예정이다.

참고문헌

[1] C. Wang, M. Brandstein, "Multi-source face tracking with audio and visual data", IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing, pp.169-174, Sept, 1999

[2] 김성용, 한준희, "계약 조건을 적용한 셀프 캘리브레이션 방법", 정보과학회 논문지: 소프트웨어 및 응용 제 28 권 제 4 호, pp.358~368, 2001

[3] S. Mann, R. Picard, "Video Orbits of the Projective Group: A Simple Approach to Featureless Estimation of Parameters", IEEE Tr. on Image Processing vol.6, no.9, pp. 1281-1295, Sept., 1997