

---

# 실시간 손가락 제스처 인식

## Real-time Finger Gesture Recognition

박재완 Jaewan Park\*, 송대현 Song Dae Hyun\*\*, 이철우, Chilwoo Lee\*\*

---

**요약** ~ ~ 오늘날 인간은 기계와의 상호의사소통을 이용하여 기계를 더욱 발전시켜가고 있다. 시각기반인지시스템을 비롯한 여러 HCI(Human Computer Interaction)시스템 중 손가락 제스처를 인식, 추적하는 기술은 HCI 시스템에서 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 이 논문에서는 손가락을 구분하기 위해서 제한된 배경과 복잡한 배경에서의 손가락을 구분할 뿐만 아니라 배경과 전경을 분리하는 차영상을 이용하여 더욱더 효과적으로 손가락을 구분해내는 방법을 이용한다. 손가락을 구분하기 위해서는 미리 정의해놓은 손가락 끝 이미지들과 Template-Matching 을 통하여 손가락을 인식한다. 그리고 인식된 손가락을 추적한 후 미리 정의해놓은 제스처들과 비교함으로써 제스처를 인식한다. 이 논문에서는 차영상과 Template-Matching 만을 이용하지 않고 미리 관심영역을 획득한 후 그 영역 안에서 Template-Matching 을 수행한다. 그래서, 실행속도 및 반응속도를 줄이는 데 중점을 두고 있으며 더욱 효과적으로 제스처를 인식하는 방법에 대해 제안한다.

**Abstract** ~ ~ On today, human is going to develop machine by using mutual communication to machine. Including vision - based HCI(Human Computer Interaction), the technique which to recognize finger and to track finger is important in HCI systems, in HCI systems. In order to divide finger, this paper uses more effectively dividing the technique using subtraction which is separation of background and foreground, as well as to divide finger from limited background and cluttered background. In order to divide finger, the finger is recognized to make "Template-Matching" by identified fingertip images. And, identified gestures be compared the tracked gesture after tracking recognized finger. In this paper, after obtaining interest area, not only using subtraction image and template-matching but to perform template-matching in the area. So, emphasis is placed on decreasing perform speed and reaction speed, and we propose technique which is more effectively recognizing gestures.

**핵심어:** *Fintertip, Gesture recognition, Finger detection*

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 전남대학교 문화콘텐츠기술연구소(CT) 육성사업의 연구결과로 수행되었습니다.

\*주저자 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과 박재완 석사 e-mail: [cyanlip@image.chonnam.ac.kr](mailto:cyanlip@image.chonnam.ac.kr)

\*\*공동저자 : 전남대학교 전자컴퓨터공학과 이철우 교수 e-mail: [leecw@chonnam.ac.kr](mailto:leecw@chonnam.ac.kr)

: 전남대학교 전자컴퓨터공학과 송대현 석사 e-mail: [min2man@nate.com](mailto:min2man@nate.com)

## 1. 서론

신체에서 손은 인간이 도구처럼 사용할 수 있는 수단이라는 점에서 인터페이스 구현에 적절한 요소를 갖추고 있다. 그러므로 카메라를 통해서 제스처를 입력받을 때, 손을 사용하는 것은 가장 직관적으로 제스처를 사용할 수 있으므로 인간과 컴퓨터간의 상호작용의 수단으로 적합하다.

기존의 손 제스처들에 대한 연구들을 살펴보면, [1]에서는 손가락을 2 개 펴면 클릭, 1 개 펴면 포인팅으로 손가락 제스처를 정의하고 있으며, 클릭을 짧은 시간에 반복하면 더블클릭으로 인식하고 있다. [2]에서는 fingertip detection 을 cluttered background 에서 수행했다. 그리고 차영상을 이용하여 전경과 배경을 분리하고, fingertip position 은 전경을 분리하고 나서 템플릿 매칭을 이용하여 획득했다. [3]에서는 칼만필터를 이용하여 손가락의 움직임을 미리 예상하고, 포인팅과 클릭의 제스처를 정의, 동일한 위치에서 일정시간의 포인팅을 인지하면 클릭으로 인식하였다. 이처럼 기존연구에서는 손가락을 이용하여, 제스처를 정의 및 표현할 때, 가장 직관적인 제스처를 사용할 수 있도록 하는 것이 가장 큰 논점이 되었다.

이 논문에서는 손 영역 부분에 대한 segmentation 은 색상정보를 이용하여 수행하였고, 차영상을 이용하여 검색 범위를 축소시킨 후, 입력받은 영상에서 템플릿 매칭을 수행한 결과를 가지고 PCA[4]를 이용하여 제스처를 구분하였다..

## 2. 수행방법

손 인식 시스템은 일반적으로 다음과 같은 순서로 이루어져 있다.

- 손 모델링
- 손동작 해석
- 손 형상 및 동작 인식
- 손 형상 기반의 시스템과 응용

손 제스처 모델링은 인식할 제스처의 수학적 모델을 만드는 것이다. 모델링을 하는데 사용된 접근법들은 손 제스처 인식의 중추적 역할을 하고 제스처 해석의 성능에 영향을 준다. 모델이 만들어지면 비디오 입력으로부터 parameter 를 추출하고 계산을 통해 손 제스처를 인식한다.

### 2.1 하드웨어 구성

이 논문에서는 저렴한 시스템의 구성을 위해 webcam 과 pc 만으로 시스템을 구성해보았다.

컴퓨터 CPU : Pentium 4 3.0G // RAM : 512MB,

WebCam - Logitech QuickCam Pro 5000,

개발툴은 Visual Studio 6.0 을 이용하여 구현하였다.

### 2.2 구현내용

테스트 프로그램의 구현은 카메라에서 입력영상을 쉽게 처리할 수 있는 OpenSource 인 OpenCV 라이브러리를 이용하였다.

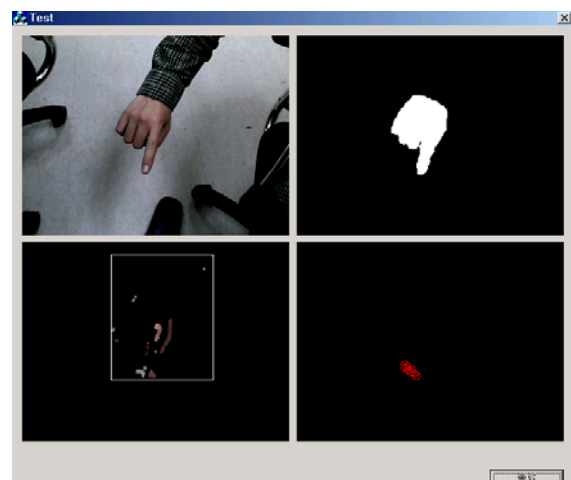


그림 1. 손가락 인식 영상

테스트 프로그램에서 나타내지는 영상은 원 영상, 컬러모델에서 추출된 손 형상의 이진영상, 차 영상을 이용한 레이블링된 영상, 레이블링된 영상 안에서 이진영상만을 검색하여 fingertip 템플릿을 이용하여 템플릿 매칭을 실시한 후, 그 궤적을 적색의 원으로 표현하였다. 위의 그림에서 다수의 적색 원이 보이는 이유는 테스트 도중 차영상을 얻기 위하여 좌우로 움직였을 때, 얻어지는 궤적이 화면에 남았기 때문이다.



그림 2 요약

컬러모델은 인간의 피부색 검출에 강한 YCbCr 채널을 이용하였고, 손톱부분과 손 형상안의 잡음을 제거하기 위하여 Cb 채널에 대한 조건문도 포함되었다.

차영상을 얻어서 관심영역을 얻은 이유는 일반적인 컬러모델만을 이용할 경우에는 주변에 잡음이 생기기 쉬워서 이에 대한 잡음을 없앨뿐더러, 움직이는 전경과 배경과의 분리효과를 얻기 위함이다.

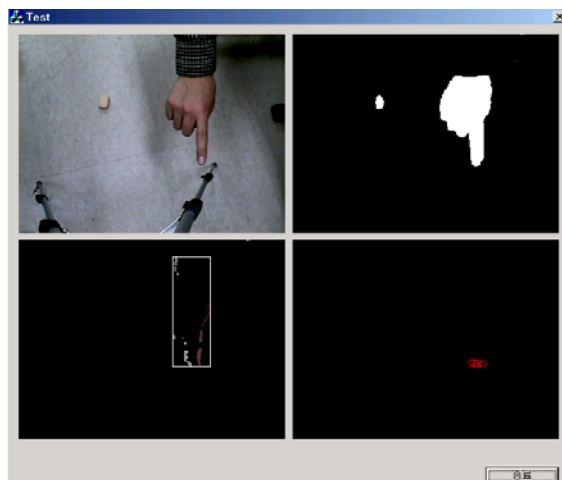


그림 3 차영상과 원영상과의 차이

위의 이진영상에서 보이는 부분이 차영상에서는 보이지 않은 것을 알 수 있다.



그림 4 손가락 템플릿 이미지

그리고 미리 준비된 fingertip 템플릿을 이용하여 템플릿 매칭을 실시하여, 그에 매칭되는 부분을 손가락 끝으로 인식하고, 그 좌표에 적색의 원을 그리게끔 표현하였다. 이리하여 손끝이 움직이는 위치를 추적하여 제스처를 표현할 수 있게 되었다.

### 3. 실험결과

테스트 프로그램을 실행하면서 얻어지는 궤적의 수가 많아질수록, 차영상의 범위가 커질수록, 프레임수가 줄어드는 현상이 발생하였고, 색상채널만을 이용하였기 때문에 제한된 환경에서만 좀 더 확실한 segmentation 결과를 얻을 수 있었다.

#### 3.1 제스처의 인식

제스처의 인식방법은 PCA 를 이용하였으며, 일정 구역 안에서 이루어지는 궤적의 흔적을 미리 학습된 제스처 이미지들과의 유클라디안 방법을 이용하여 비교 인식하였다.

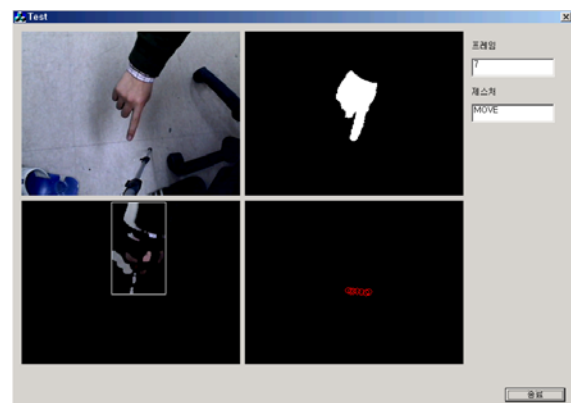


그림 5 제스처 인식 화면

#### 3.2 제스처의 정의

MOVE	—   \ /
DOUBLE CLICK	○ ○ ○
CLICK	✓ ✓
DRAG & DROP	CLICK + MOVE

그림 6 제스처 정의 도형

ㄱ, move 궤적의 모양은 직선

ㄴ, doubleclick 궤적의 모양은 원과 타원,

ㄷ, click 궤적의 모양은 체크표시

ㄹ, drag and drop 궤적의 모양은 CLICK 과 동시에 MOVE

#### 4. 실험결과

인체의 일부분이며 인간이 쉽게 사용하는 수단인 손을 이용한 가상의 마우스를 구현함에 있어서, 다른 device 를 사용하지 않고 손을 이용하여 직접적인 인터페이스를 구현하였다. 하지만 마우스의 기능에 맞추어 제스처를 정의하는 부분은 직관적이지 못하다는 문제가 생긴다. 가령 더블클릭의 경우, 마우스를 사용할 경우에는 마우스 버튼을 단지 재빨리 두 번 누름으로써 그 기능을 사용할 수 있지만, 실제로 클릭의 제스처를 이용할 경우 클릭으로 두 번 인식될 수도 있고, 아니면 클릭과 다르면서 더 쉽게 인식할 수 있는 또 다른 제스처를 정의해야 한다는 것이 바로 그 것이다.

테스트 프로그램을 실행해보면, 장점은 별도의 장치가 필요하지 않고 PC 와 USB 카메라만을 사용하므로 비용이 저렴하다는 점과 카메라를 이용하여 인식을 하므로 사용자 친화적인 인터페이스를 갖추고 있다는 점이다.

단점은 컬러정보를 이용하여 입력정보를 분석 및 추출하므로, 복잡한 배경과 빛에 민감하다는 점과 템플릿 매칭을 시도함에 있어서 웹캠과 손이 일정거리를 유지한다는 가정하에, 일정한 크기의 템플릿만을 사용하였고, 미리 정해진 거리를 바뀌면 손가락에 대한 템플릿의 크기도 변경해주어야 하는 단점이 있다.

따라서 마우스처럼 간단한 입력장치라도, device 를 이용하지 않는 제한을 가질 때는, 그에 합당하면서도 좀 더 직관적인 제스처를 정의하고, 보다 나은 인식을 위하여 세련된 수학적 알고리즘을 추가하는 방법과 좀 더 통계적인 접근방법으로 그 한계를 극복해야 한다.

#### Acknowledgement

본 논문은 전자부품연구원의

미래생활가전기술개발사업의 연구비 지원에 의해

수행되었습니다.

#### 참고문헌

[1] R. O'Hagan and A. Zelinsky, "Finger Track - A Robust and Real-Time Gesture Interface", Advanced Topics in Artificial Intelligence, Tenth Australian Joint Conference on Artificial Intelligence (AI'97) Proceedings, Perth, Australia, pp475-484, December 1997.

[2] Lianwen Jin, Caihong Chen, Lixin Zhen, Jiancheng Huang "Real-Time Fingertip Detection from Cluttered Background for Vision-based HCI" Journal of Communication and Computer, ISSN 1548-7709, USA

[3] Zhengyou Zhang, Ying Wu, Ying Shan, Steven Shafer "Visual Panel : Virtual Mouse, Keyboard and 3D Controller With an Ordinary Piece of Paper"

[4] Lindsay Smith "A tutorial on Principal Component Analysis" 2002