
영상처리를 이용한 지화인식 기반의 차세대 인터페이스 시스템 개발

김남호*

A Development of the Next-generation Interface System Based on the Finger Gesture
Recognizing in Use of Image Process Techniques

Nam-Ho Kim*

이 논문은 2010년도 호남대학교 학술연구비 지원을 받아 연구되었음

요 약

본 연구는 카메라를 통하여 취득한 지화를 자동으로 인식하고, 컴퓨터를 제어하는 지화인식 시스템을 설계하고 구현하는데 목적이 있다. 먼저 영상을 취득하기 위하여 일반 카메라를 개조하여 적외선 CCD 카메라를 제작하였고, 입력영상의 전처리와 손의 특징들을 찾아 분석하여 손 모양에 따라 해당되는 지화를 판독하고, 이벤트를 발생시켜 마우스 제어와 프리젠테이션을 수행할 수 있는 방법을 제시하였다.

본 연구에서 제안하는 지화인식 시스템은 미래형 정보기기의 마우스와 키보드를 대체할 수 있는 차세대 인터페이스로서의 사용가능성을 검증하였다.

ABSTRACT

This study aims to design and implement the finger gesture recognizing system that automatically recognizes finger gestures input through a camera and controls the computer. Common CCD cameras were redesigned as infrared light cameras to acquire the images. The recorded images go through the pre-process to find the hand features, the finger gestures are read accordingly, and an event takes place for the follow-up mouse controlling and presentation, and finally the way to control computers is suggested.

The finger gesture recognizing system presented in this study has been verified as the next-generation interface to replace the mouse and keyboard for the future information-based units.

키워드

지화인식, 컴퓨터 인터페이스, 영상처리, 적외선카메라

Keyword

finger gesture recognizing, computer interface, image process, infrared camera

* 정회원 : 호남대학교 인터넷콘텐츠학과(nhkim@honam.ac.kr)

접수일자 : 2011. 02. 28

심사완료일자 : 2011. 03. 15

I. 서 론

하드웨어의 비약적인 발전에도 불구하고 키보드, 마우스와 같은 컴퓨터 인터페이스는 큰 발전 없이 정체되어 있다. 가까운 미래에는 점차 키보드나 마우스가 사라지고 이를 음성이나 손 혹은 눈 등으로 대체하게 될 것이다. 현재 음성을 이용하는 방법은 어느 정도 안정화를 이루었으며, 실용화 제품도 일부 생산되고 있다. 하지만 음성을 이용하는 방법의 경우 주변의 환경적 영향을 많이 받아 소음이 많은 공간에서 사용하기 곤란한 단점을 갖고 있다.

한편으로 영상을 이용하는 방법은 입력된 영상에서 사람의 몸짓, 얼굴 표정 혹은 손동작을 인식하여 사람과 컴퓨터가 상호 작용하는 방법이다. 이 중에서 가장 표현력이 뛰어나고 널리 이용되고 있는 것이 손동작을 사용하는 것이다. 하지만 손동작 인식시스템 개발에 있어서도 여러 가지 어려운 점이 존재하는데, 먼저 획득한 영상 가운데 손 영역을 분할해낼 수 있어야 하는데 실생활의 영상에서 손의 피부색은 조명의 영향이나 기타 노이즈로 인해 손 영역을 정확히 분할하는 것은 매우 어려운 일이다. 때문에 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 기존 방법들에서는 센서가 부착된 장갑을 착용하거나, 배경에 청색스크린을 설치하여 손영역 분할에 있어서의 문제점을 해결하려 하였지만, 이와 같은 경우에는 일반적인 생활환경에서 사용하기에는 여러 가지 제약점을 갖는다.

본 논문에서는 이러한 지화를 인식하기 위하여 영상 처리 기술을 도입하였고, 손의 모양에 따라 컴퓨터를 제어하는 시스템을 개발하여 컴퓨터 사용 인터페이스로서의 지화인식의 활용가능성을 제시하고자 하였다.

이를 위해, 적외선 카메라를 통하여 입력영상을 취득하였고, 입력영상의 전처리와 분석을 통하여 수화를 인식하여 컴퓨터를 제어하는 시스템을 개발하였다.

II. 관련연구

2.1. 휴대용 사용자 인터페이스

휴대단말기에서의 이동성을 보장하기 위한 사용자 인터페이스 연구는 현재 다양하게 진행되고 있다. 카네기 멜론 대학의 웨어러블 그룹에서는 입을 컴퓨터의 접

촉형 인터페이스를 구현하였고[1], Essential Reality사에서는 3차원 공간에서 손의 움직임을 감지하여 동작을 인지하는 P5라는 글로브를 만들어 마우스, 조이스틱과 키보드 없이 인터넷을 웹 브라우저나 게임기의 용용에 상품화하려고 하고 있다[2]. 또한 Immersion사는 Cyber Glove를 만들어 가상현실에서 촉감을 느끼거나 손가락의 움직임을 센싱하여 다양한 응용에 사용되고 있다[3]. 5DT사의 Data Glove는 두 개의 사용자 손목의 움직임과 5개의 손가락 굴곡 움직임을 센싱하여 가상현실이나 일반 PC상의 조이스틱과 마우스의 기능을 대체할 수 있도록 하고 있다. 최근에는 마이크로소프트사가 키넥트(kinect)를 이용하여 모션 센싱을 통한 다양한 게임을 즐길 수 있는 인터페이스를 선보이고 있다[4].

2.2. 지화인식 시스템

정상인들과 청각장애우들 간의 의사소통을 위한 방법으로 한글의 자음을 수화로 나타낸 동작인 지화인식에 대한 여러 가지 접근 방법들에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다[5]. 지화인식을 위한 방법으로는 데이터 글로브를 이용한 방법과 특별한 장비를 사용하지 않고 실제 손 영상을 기반으로 한 비전을 이용한 방법이 있다.

글러브 기반의 수화인식은 정확한 데이터의 입력으로 인하여 영상기반의 인식방법보다 데이터처리가 쉽고 인식률이 높다 하여 많은 개발이 진행되고 있다[6]. 현재 개발된 데이터 글러브로는 cyber glove, power glove, data glove, space glove 등이 있다[7][8]. 이런 글러브들은 많은 어플리케이션의 입력장치나 인터페이스로서 사용되고 있다. 하지만 이 글러브들은 적어도 10개 이상의 센서를 사용하고 있다. 센서의 개수가 많아지면 많아질수록 처리해야 할 데이터양도 증가하게 되므로 시스템의 인식속도는 더 느려지게 되고 데이터 글러브 자체의 가격도 올라갈 수밖에 없을 것이다.

한편 비전을 이용한 방법은 장비를 착용하거나 마커를 부착하지 않은 사람의 손을 대상으로 한 대 혹은 여러 대의 CCD 카메라를 통해 입력되는 영상에서 손의 위치 정보와 손가락 관절의 각도를 추출함으로써 손동작을 인식하게 된다. 이 방법은 인식 방법에 따라 크게 윤곽선 기반 방법(contour based method)과 모델 기반 방법(model based method)으로 분류할 수 있다.

모델 기반 방법은 인식하려는 손동작을 3차원적으로 미리 모델링한 후, 두대 이상의 카메라를 통하여 입력되

는 영상으로부터 3차원 정보를 획득하여 이미 정의된 모델들과 비교함으로써 가장 유사한 모델을 선택한다 [9][10]. 이에 비해 윤곽선 기반 방법은 손 모양 영상들에서 손 영역의 형태상의 특징을 추출함으로써 손 모양을 인식하는 방법이다[11]. 이 방법은 2차원으로 투영된 영상을 사용하기 때문에, 손가락의 움직임, 교합 또는 손의 회전으로 인하여 형태상의 변형이 발생할 수 있다. 그래서 여기서 획득된 윤곽선이나 영역에 관한 특성 정보는 신뢰하기 어렵다. 그러나 계산상의 편의 때문에 다소 간단한 손동작 인식을 사용하면서 실시간을 필요로 하는 응용에 주로 이용되어진다[12].

III. 지화인식 시스템 설계

3.1. 시스템 개요

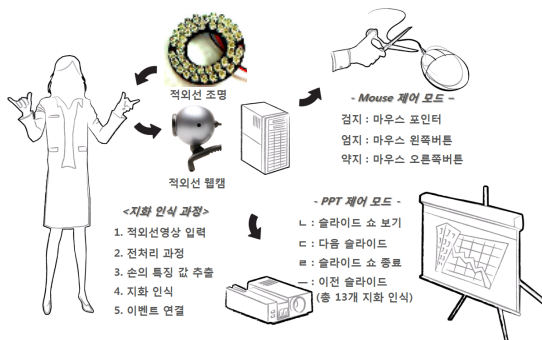


그림 1. 시스템 개요도
Fig 1. The System Overview

지화 인식 시스템은 적외선 카메라에 입력된 손 영상을 이진화, 미디언 필터, 이진 모폴로지 연산 등의 전처리를 통하여 잡음을 제거하고, 라벨링과 경계 추적 알고리즘을 이용하여 배경과 손을 분리한 후, 손의 특징들을 추출해 내고, 이 특징들을 분석하여 지화를 인식한다. 해당 지화에 따라 이벤트를 연결하여 마우스 제어 모드와 파워포인트 제어 모드로 변환하고 제어할 수 있게 만들어 키보드나 마우스가 필요 없는 차세대 인터페이스를 제작하였다. 위에서 설명한 영상처리 과정은 다음의 그림2와 같다.

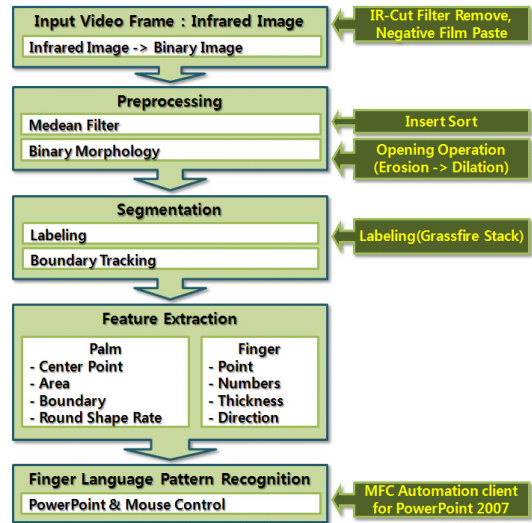


그림 2. 영상처리 과정
Fig 2. Imaging Process

3.2. 적외선 이미지 취득

일반(RGB) 카메라는 외부 환경인 빛과 배경에 따라 영향을 많이 받기 때문에 오차 발생률이 매우 높다. 외부 환경의 영향을 적게 받기위해 본 연구에서는 적외선 카메라와 적외선 LED 모듈을 이용한다.

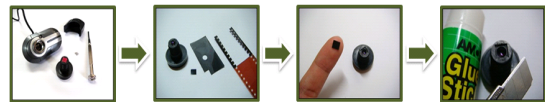


그림 3. 적외선 카메라 제작 과정
Fig 3. Infrared Camera Producing

적외선 LED 모듈을 이용하여 적외선을 방출하면 적외선이 손에 반사되고, 거리에 따라 밝기 값의 차이가 나게 된다. 이 특성을 이용하여 임계값을 주어 잡음이 적은 손 영상을 얻을 수 있다. 일반 카메라에는 적외선을 차단하는 IR-Cut 필터가 붙어있기 때문에 적외선을 통과시키기 위해서 IR-Cut 필터를 제거해 준다. 그 다음에 적외선 카메라에 가시광선이 들어오는 것을 차단하기 위해 가시광선 차단 역할을 하는 네거티브 필름을 붙여 적외선만 통과할 수 있도록 하여 간단하게 일반 카메라를 적외선 카메라로 개조하여 사용하였다.

3.3. 전처리(Preprocessing)

3.3.1. 이진화

원본이미지의 색상 값을 슬라이더 컨트롤을 이용하여 손이 잘 보이도록 임계값 범위를 조정하여 손은 흰색으로 나타내어 주고, 나머지는 배경으로 인식하여 검은색으로 나타낸다. Binary Image(흑백 이미지)는 Color Image(RGB 이미지)에 비해 비교적 가공하기 쉽다는 장점 때문에 영상처리에서 자주 쓰인다. 이진화 작업을 하기 위해서 흑백을 구분하는 임계치를 이용하여 흑백으로 나누어 물체를 인식하여 구분한다.

3.3.2. 미디언 필터 (median filter)

이번 센서 적외선 카메라를 통해 들어온 영상을 이진화 시킨 후 원치 않는 잡음을 제거하기 위해 미디언 필터를 수행한다. 미디언 필터는 이진 이미지를 x, y로 보았을 때 0, 0 좌표에서 3×3 mask로 좌표이동 하는데, x, y 좌표 주변 픽셀들의 값을 내림차순으로 정렬하여 그 중앙에 있는 픽셀 값을 이용하는 필터이다. 미디언 필터를 구현하기 위해서 픽셀 값을 정렬하는 삽입 정렬 알고리즘을 사용하였다.

3.3.3. 이진 모폴로지 (binary morphology)

이진 모폴로지 연산은 기하학적 형태로 마스크를 구성하여 영상 내에서 원하는 부분만을 추출하는 기법이다. 0과 1의 두 가지 상태를 가지는 이진 영상의 기본적인 연산에서는 마스크의 이미지상에서의 적용 과정처럼 구조 요소를 이미지상에서 스캔하면서 처리를 수행한다. 이진 영상에서 침식 연산은 영상 내에서 구조 요소의 모든 요소가 영역 내에 존재하면 현재 그 지점의 값을 1로 설정하고, 팽창 연산은 영상 내에서 구조 요소의 값 중 하나라도 영역 내에서 존재하면 현재 그 지점의 값을 0으로 설정한다. 이와 같은 기본적인 연산을 사용하여 문자의 세선화 과정이나 영상처리 등에서 노이즈 제거나 특징 추출 등의 전처리에 유용하게 사용되고 있다. 이진 영상에 대한 침식, 팽창 연산에 대한 식은 다음과 같다.

① 이진 영상 침식(erosion)

$$A \otimes B = [x : B + x < A] \tag{1}$$

② 이진 영상 팽창(dilation)

$$A \oplus B = [A^c \ominus (-B)]^c \tag{2}$$

이진 모폴로지 연산의 경우 원 이미지 A와 구조요소 B에 의해 구현되며, 구조 요소의 디자인에 따라 다양한 용도의 필터 역할을 할 수 있게 된다. 예를 들어 (a)원 영상에 (b)의 구조 요소를 적용시키면 아래와 같이 침식, 팽창 연산 결과를 얻게 된다.

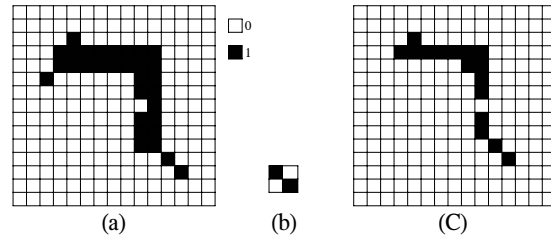


그림 4. 이진 영상에 대한 침식(erosion) 연산
(a) 원 영상 (b) 구조요소 (c) 침식 처리 결과
Fig 4. The Erosion Operation for Binary Images
(a) Original Image (b) Structure Elements (c) Result of Erosion

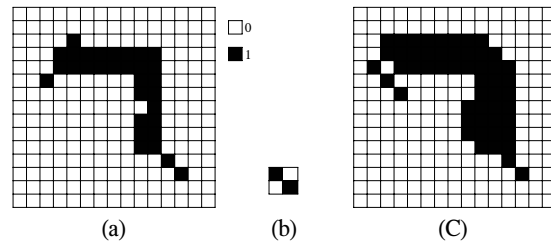


그림 5. 이진 영상에 대한 팽창(dilation)연산
(a) 원 영상 (b) 구조요소 (c) 팽창 처리 결과
Fig 5. The Dilation Operation for Binary Images
(a) Original Image (b) Structure Elements (c) Result of Dilation

본 연구에서는 이진 모폴로지 연산을 잡음 제거를 위한 목적으로 사용하기 위해 팽창연산 수행 후 침식 연산을 수행하는 제거(opening) 연산을 적용하였다.

3.4. 물체 분할(segmentation)

분할은 배경(background)에서 물체(object)를 추출하는 것을 뜻한다. 영상에서 관심 있는 영역은 물체가 되고 나머지는 배경으로 취급된다. 본 연구에서는 물체 분할을 위해 라벨링(labeling)과 경계 추적 알고리즘을 이용한다.

3.4.1. 라벨링(labeling)

센서 라벨링은 인접하여 연결된 모든 화소에 동일한 번호를 붙이고 다른 연결 성분에는 다른 번호를 붙이는 영역 구분 방법이다.

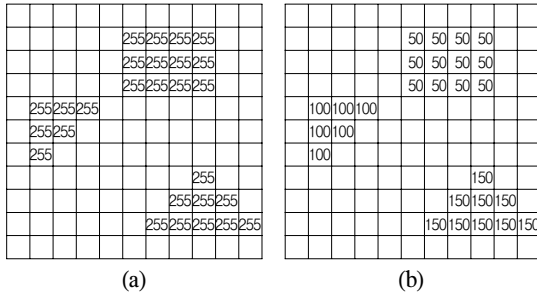


그림 6. 이진화 된 영상과 라벨링 된 영상의 예
 (a) 이진화 된 영상 (b) 라벨링된 영상
 Fig 6. An Example of a Binary Image and Labeled Image (a) Binary Image (b) Labeled Image

이진화 된 영상을 라벨링하는 가장 간단한 방법은 **Glassfire** 알고리즘이다. **Glassfire** 알고리즘은 마른 잔디에서 불이 번져나가는 모양과 비슷하게 화소를 라벨링 하기 때문에 붙여진 이름이다. 본 연구에서는 스택을 사용하여 라벨링을 구현하고, 이를 이용하여 손과 배경을 분리한다.

3.4.2. 영역 경계의 추적

영역의 경계 추적이란 이진화 된 영상 또는 라벨링된 영상에서 일정한 밝기값을 가지는 영역의 경계를 추적하여 경계 픽셀의 순서화된 정보를 얻어내는 것이다.

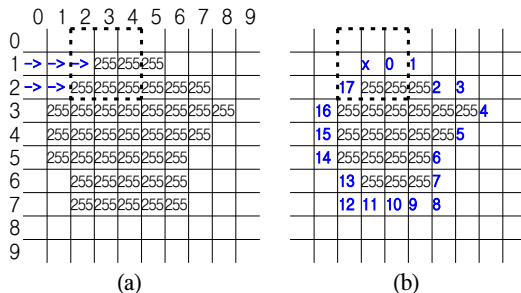


그림 7. 경계추적의 예
 (a) 이진화 된 영상 (b) 추적된 경계위치
 Fig 7. An Example of Border Tracing
 (a) Binary Image (b) Traced Border

밝기 값 255를 가지는 영역에 대해 경계를 추적하면 1 픽셀 두께를 가지는 픽셀의 순서화된 연속체인 정보를 얻는 것이 가능하다. 연속체인 정보를 이용하여 수직, 수평 경계와 대각 방향의 화소의 개수를 따로 구해 수직, 수평 경계 화소의 개수 값과 대각 방향은 화소의 개수에 $\sqrt{2}$ 를 곱한 값을 더하여 경계의 길이를 구한다.

영상의 왼쪽 맨 위에 있는 픽셀부터 차례로 스캔하다가 값이 255인 픽셀값을 만나면 경계추적을 시작한다. 255인 픽셀을 처음 만나면 이 점을 중심으로 8-이웃 연결성을 이용하여 돌면서 값이 255인 픽셀을 찾고 마킹을 한다. $N'=(N+5)\&7$ (N' 는 탐색시작점, N 은 탐색된 점)

5	6	7
4	x	0
3	2	1

그림 8. 관심 픽셀의 주위 픽셀번호
 Fig8. Numbers of Surrounding Pixels of the Target Pixel

중심 위치는 방금 마킹한 경계위치로 옮겨지고, 이러한 방식으로 계속 경계를 따라 마킹해 나가다가 한 바퀴를 돌아서 처음 시작점에 도달하면 경계추적이 종결되게 된다.

3.5. 특징값 추출(feature extraction)

3.5.1. 영역의 면적

마우스 라벨링된 영상 내에서 숫자 라벨이 같은 화소의 수를 구해 영역의 면적을 구한다.

$$Area(i) = \text{라벨이 } i \text{와 같은 픽셀의 수} = n \quad (3)$$

3.5.2. 물체의 중심

무게중심(center of mass)이라고도 한다. 영상 내부에서 물체의 위치를 나타낸다. 식 (4)와 (5)에서 x_i 와 y_i 는 라벨링된 임의의 한 영역에 대한 구성픽셀의 세로와 가로 영상 좌표이다.

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} x_i \quad (4)$$

$$y = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{N-1} y_i \quad (5)$$

3.5.3. 경계 길이

이진화된 영역의 경계를 추적해서 경계 길이를 픽셀의 수로 얻는 것이 가능하다. 영역의 경계 길이는 인식을 위한 유용한 형상 정보를 줄 수 있다.

3.5.4. 원형도

원형도는 형상의 모양이 얼마나 원에 가까운가를 나타내는 척도로써 이상적인 원에 대해 1의 값이 나오며 원형에 멀어질수록 값이 작아지게 된다. 원형도의 계산식은 다음과 같다.

$$e = \frac{4\pi A}{l^2} \quad (6)$$

식 (6)에서 A는 형상의 면적이고 l은 주위길이 또는 형상의 경계길이이다. 동일한 면적에서 형상이 복잡해질수록 경계의 길이가 늘어나므로 원형도는 떨어지게 된다.

3.5.5. 손가락 끝점과 개수

무게중심을 기준으로 일정한 길이로 원을 그려 원 밖에 있는 개체(손가락)의 경계 좌표 중 무게중심에 가장 멀리 떨어져 있는 좌표를 손가락 끝 점으로 잡고, 그 개체의 개수를 세서 손가락의 개수를 구한다.

3.5.6. 손가락 두께

손가락 끝점을 기준으로 좌, 우 경계를 역 추적하여 좌표를 구하고 직선의 방정식을 이용하여 손가락의 두께를 구하고 다른 손가락 두께와 비교하여 손가락이 붙어 있는지 떨어져 있는지 알 수 있다.

3.5.7. 손가락 방향

손가락 끝점의 좌표와 무게중심과의 위치를 판단하여 손가락의 방향을 판단한다.

IV. 지화인식 시스템 구현 및 평가

4.1. 지화인식 및 이벤트 처리

그림9는 위에서 추출한 특징값들을 분석하여 다음 표 1을 판단 기준으로 하여 청각장애인들이 일반적으로 사용하는 한글 지화를 인식하는 구현시스템의 수행과정을 보여주고 있다.

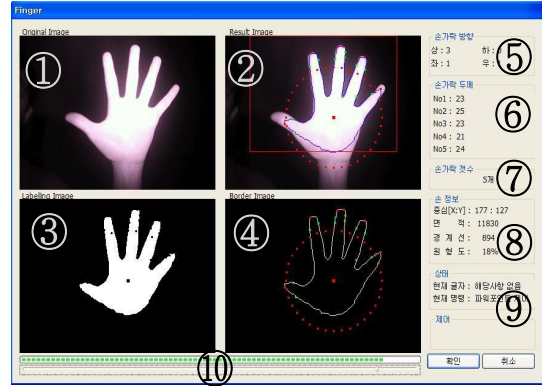


그림 9. 지화인식 과정
Fig 9. The Finger Gesture Recognizing Process

- ① 원본 적외선 이미지
- ② 결과 이미지
- ③ 이진화 후 라벨링한 이미지
- ④ 경계선 추적 후 손끝 좌표 표시한 이미지
- ⑤ 상, 하, 좌, 우 별 손가락의 방향값 출력
- ⑥ 손가락 두께값 출력
- ⑦ 손가락 개수 출력
- ⑧ 손 정보 출력
- ⑨ 손 모양에 따른 글자와 이벤트내용 출력
- ⑩ 이진화 임계값 조절 슬라이더

표 1. 지화 판단 기준
표 1. Criteria for Finger Gesture Recognizing

구분	개수	손가락 위치				이벤트
		상	하	좌	우	
ㄱ	2		1		1	
ㄴ	2	1			1	슬라이드 쇼 보기
ㄷ	2				2	다음 슬라이드
ㄹ	3				3	슬라이드 쇼 종료
ㅁ	2		2			
ㅇ	3	3				
ㅂ	3		2		1	
ㅅ	4		3		1	
ㅇ	0					
ㅎ	1	1				
ㄱ	1			1		
ㅍ	1		1			
ㅡ	1				1	이전 슬라이드
.	5		5			PPT/마우스 제어 모드 변환
.	1		1			마우스 포인트
.	2		검지, 엄지			왼쪽 버튼 클릭
.	2		검지, 소지			오른쪽 버튼 클릭

아울러 테스트를 실시한 결과 지화별 인식률은 아래 그림10과 같은 결과를 나타내었다. 측정거리는 1m를 기준으로 하였다.

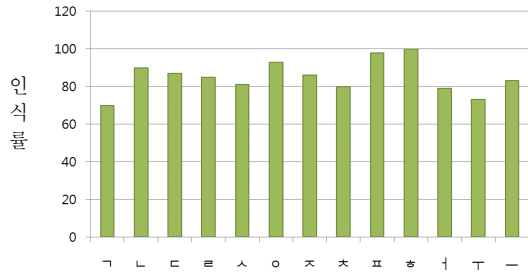


그림 10. 지화별 인식률

Fig 10. Recognition Rates for Each Finger Gestures

4.2. 마우스 제어모드



그림 11. 마우스 제어 모드 손모양

Fig 11. THE Hand-shaped Icon for the Mouse Controlling Mode

마우스 제어 모드는 위의 그림11과 같이 검지가 마우스 포인터가 되고 엄지는 마우스 왼쪽버튼, 새끼손가락은 오른쪽 버튼이 되어 마우스를 제어하여 인터넷 서핑이나 폴더 이동 등을 지원한다. 손가락을 다 펴고 약3초 정도 유지하면 마우스와 파워포인트 변경 모드로 변환된다.



그림 12. 마우스 제어모드를 이용한 인터넷 서핑
Fig 12. Internet Surfing by means of the Mouse Controlling Mode

4.3. 파워포인트 제어모드

파워포인트 제어 모드는 MFC 자동화 클라이언트를 만들어 MS Office의 파워포인트2007을 제어한다. 아래 그림13과 같이 해당 지화에 따라 이벤트를 발생시킨다. 실제적용 사례는 그림14와 같다.

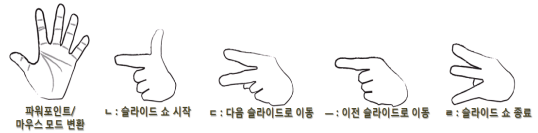


그림 13. 파워포인트 제어 모드 손모양

Fig 13. The Hand-shaped Icon for the PowerPoint Controlling Mode

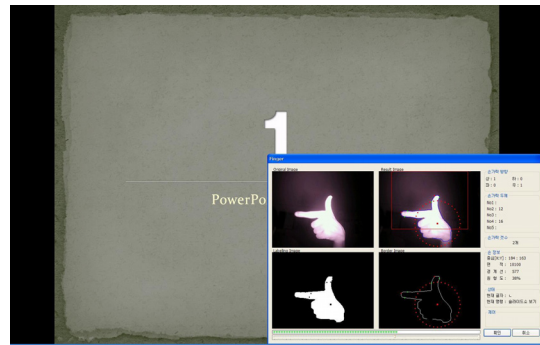


그림 14. 파워포인트 제어 : 슬라이드쇼 보기
Fig 14. PowerPoint Controlling: Slide Show

V. 결론

본 적외선 카메라를 이용한 지화인식 시스템은 마우스와 키보드를 대체할 차세대 인터페이스로서 상당히 좋은 결과를 얻을 수 있었으며, 앞으로의 활용 가능성을 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 미래의 가상현실 환경의 응용에 적합한 차세대 인터페이스 개발을 위하여 다음과 같은 사항을 수행하였다. 먼저 적외선 카메라를 사용하여 일반 카메라보다 외부환경에 영향을 적게 받아 오차를 줄였다. 한편 역전파 알고리즘의 신경망을 이용한 지화 인식은 기계학습을 해야 하기 때문에 손 모양에 따라 많은 학습 자료가 요구되며, 학습시간이 오래 걸려 개발하기에 많

은 어려움이 있었으나 본 연구에서는 특징값을 추출해 지화를 인식함으로써 개발 시간을 줄이고, 인식률을 높였다.

이번 연구에 사용한 적외선 카메라는 형광등을 사용하는 실내 환경에서는 만족할만한 결과가 나왔지만 실외나 백열등이 있는 환경에서는 적외선이 과다하게 방출되어 오차 발생률이 높았다. 앞으로 외부 환경 빛에 따라 자동으로 이미지를 보정하는 알고리즘을 개발하여 사용한다면, 보다 나은 결과를 얻을 수 있어 실용화하기에 충분할 것으로 판단된다. 또한 본 결과물은 청각 장애우들이 일상적으로 사용하는 지화를 이용하여 컴퓨터를 제어할 수 있도록 하였으며, IPTV나 스마트 TV에 적용하여 리모컨 없이 TV를 제어하는데 활용할 수 있을 것으로 보여진다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 호남대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음

참고문헌

[1] Carnegie Mellon University Wearable Group, <http://www.weqrablegroup.org/>

[2] Essential Reality Corp. <http://www.essentialreality.com/>

[3] Immersion Corp. <http://www.immersion.com/>

[4] Kinect-Introduction. <http://kinect.gamespot.com/>

[5] 송준환, 강효주, 김광백, “FCM 알고리즘을 이용한 지화인식”, 한국해양정보통신학회 2008 춘계종합 학술대회, pp. 353-358, 2008. 5.

[6] 민승기, 정기철 외, “한글 지화 인식에 최적화된 데이터 글로브 시스템”, 2007 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol. 34. No. 1, 2007.

[7] Kostas N. Tarchanidis and John N. Lygouras. “Data Glove With a Force Sensor”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, VOL. 52, NO. 3. 2003.

[8] David J.Sturman and David Zeltzer. “A Survey of Glove-based Input. Computer Graphics and Applications”, IEEE, 1994.

[9] J. Lee, T. L. Knuii, “Model-based analysis of hand posture”, IEEE Computer Graphics Application, pp.77-86, 1995.

[10] C. C. Lien, C. L. Huang, “Model-based articulated hand motion tracking for Gesture recognition”, Image and Vision Computing 16 pp.121-134, 1998

[11] S. Tamura, S. Kawasaki, “Recognition of sign language motion images”, Pattern Recognition 21(4) pp.343-353, 1988

[12] T. S. Huang, V. I. Pavlovic, “Hand Gesture Modeling, Analysis, and Synthesis”, Proc. of International Workshop on Automatic Face- and Gesture-Recognition (IWAAGR), Zurich, Switzerland, June 26-28, 1995

저자소개

김남호(Nam-Ho Kim)



1990 전남대학교 무기재료공학과 (공학사)
 1997 포항공과대학교 정보통신학과 (공학석사)

2000 전남대학교 전산통계학과 (박사수료)
 1991 ~ 1997 포스데이타(주)
 1998 ~ 현재 호남대학교 인터넷콘텐츠학과 부교수
 ※ 관심분야: 웹응용, 유비쿼터스 컴퓨팅, 생체인증