
마우스 포인터 제어를 위해 지능형 인식을 이용한 핸드 인터페이스

박일철* · 김경훈* · 권구락**

Hand Interface using Intelligent Recognition for Control of Mouse Pointer

Il-cheol Park* · Kyung-hun Kim* · Goo-rak Kwon**

요 약

본 논문에서 제안 방법은 카메라로 들어오는 입력 영상에서 색상정보를 이용해 손을 인식한다. 이는 인식된 손을 이용해 마우스 포인터를 제어한다. 또한 마우스 포인터를 통해 특정 명령을 수행할 수 있도록 설계한다. 기존의 상호 작용 멀티미디어 시스템은 펜이나 마우스등과 같은 특정 외부 입력 장치들에 의존하였기 때문에 사용자가 불편함을 많이 느꼈다. 하지만 본 논문에서 제안하는 방법은 외부 입력 장치가 필요 없이 손을 이용하여 이러한 단점을 보완한다. 실험 방법으로는 카메라로부터 획득된 영상에서 색 정보를 이용하여 손 영역과 배경을 분리하고, 분리된 손 영역의 중심 좌표를 이용하여 모니터 상의 마우스 포인터 좌표를 결정한다. 이 좌표를 이용해 미리 입력된 영역에 마우스 포인터를 위치시키면 로봇에게 이동 명령을 실행하게 된다. 실험 결과로 제안한 알고리즘은 손 인식률은 더 정확해졌지만, 여전히 조명에 따른 컬러 값의 변화에 민감하다.

ABSTRACT

In this paper, the proposed method is recognized the hands using color information with input image of the camera. It controls the mouse pointer using recognized hands. In addition, specific commands with the mouse pointer is designed to perform. Most users felt uncomfortable since existing interaction multimedia systems depend on a particular external input devices such as pens and mouse. However, the proposed method is to compensate for these shortcomings by hand without the external input devices. In experimental methods, hand areas and backgrounds are separated using color information obtaining image from camera. And coordinates of the mouse pointer is determined using coordinates of the center of a separate hand. The mouse pointer is located in pre-filled area using these coordinates, and the robot will move and execute with the command. In experimental results, the recognition of the proposed method is more accurate but is still sensitive to the change of color of light.

키워드

손동작 인식, HCI, 핸드마우스, 영상처리

Key word

Hand gesture recognition, HCI, Hand mouse, Image processing

* 준회원 : 조선대학교 정보통신공학과

접수일자 : 2011. 01. 18

** 정회원 : 조선대학교 정보통신공학과

심사완료일자 : 2011. 02. 22

*** 정회원 : 조선대학교 정보통신공학과 (교신저자, grkwon@Chosun.ac.kr)

I. 서 론

오늘날 HCI분야에서의 새로운 인터페이스 관련 연구가 활발하다. 현재 발의 움직임, 머리 움직임, 눈 깜박임 등으로 컴퓨터를 제어하는 연구가 진행 중이다. 그러나 그 중 손을 이용한 연구가 많은 비중을 차지한다. 손은 인간이 많이 사용하는 신체 부위 중 하나로 편리한 인터페이스 도구로 활용된다. 손의 동작을 인식하고, 인식된 정보를 사용하면 실시간 휴먼 인터페이스를 구현 할 수 있다. 이런 점에서 손 동작인식에 관해 많은 연구가 이뤄진다. 하지만 손의 움직임이 빠르고 복잡하기 때문에 실시간으로 정확하게 인식하기가 매우 힘들다. 따라서 이를 실용화하는데 많은 어려움이 있다.

손동작 인식 방법은 장비를 이용한 방법과 비전을 이용하는 방법이 있다. 장비를 이용한 방법은 사용자가 직접 장비를 몸에 착용하고, 장비에 부착된 센서를 이용하여 손동작을 인식하거나 손에 마킹을 하여 이 마킹 점을 추출함으로써 손동작을 인식하는 것이다. 이 방법은 정확하게 손동작을 인식할 수 있으나, 장비를 착용하거나 손에 마킹을 해야 하기 때문에 사용자에게 불편함을 주는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하는 특별한 장비 없이 비전을 이용하는 방법은 크게 모델 기반 방법과 윤곽선 기반 방법이 있다. 모델 기반 방법은 인식하려는 손 모양을 3차원적으로 모델링한 후에 입력되는 영상과 기존의 모델링된 영상들을 비교하여 손 모양을 인식한다. 이 방법은 정확하고 다양한 손동작을 인식할 수 있으나 실시간 처리 응용에 적용시키기 어렵다. 윤곽선 기반 방법은 손의 형태상의 특징을 추출하여 손 모양을 인식하는 방법이다. 이 방법은 카메라로 획득된 2차원 영상을 사용한다. 연산이 복잡하지 않기 때문에 주로 실시간 시스템에서 많이 사용된다. 하지만 손가락 움직임, 폐쇄 영역, 손의 회전등으로 인한 형태상의 변화에 민감하다.[1]

본 논문에서는 웹캠과 인텔사에서 제공하는 OpenCV라이브러리를 이용하여 손 영역을 인식하여 기존의 마우스를 대신하는 새로운 휴먼인터페이스 시스템을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대해 설명하고, 3장에서는 실험 조

건 및 실험, 4장 결론 및 향후 진행방향 순으로 끝을 맺는다.

II. 웹캠을 통한 영상 인식 및 컬러 모델

2.1. 웹캠을 통한 영상 인식

본 논문은 웹캠을 통해 인식된 영상을 이용한 인터페이스 구현에 목적을 두고 있기 때문에 웹캠을 통한 영상인식이 가장 중요한 부분을 차지한다. 실험에 사용되는 OpenCV에서는 영상처리를 위해 다양한 라이브러리를 제공한다. 이 라이브러리를 사용하기 전에 영상처리과정의 기본적인 사항을 알아야 한다. 웹캠(또는 카메라)을 이용한 영상처리방법에는 다음과 같은 방법들이 있다.

첫 번째로 차영상을 이용한 영상처리 방법이다. 웹캠을 통해 배경이 되는 영상을 촬영 해놓고 배경 이미지와 매 프레임마다 움직임을 처리하는 방법이다. 두 번째는 RGB값과 YCbCr스킨 컬러 값을 이용한 영상처리 방법이다. 본 논문에서는 두 번째 방법을 이용하기로 하였다. 첫 번째 방법은 차영상을 이용하기 때문에 영상을 처리하는 연산 속도 부분에서 상당히 느리다는 점이 있었기 때문이다. RGB와 YCbCr을 이용하여 색상영역에서 피부색을 추출하는 방법을 택한 것이다.

2.2. 컬러 모델

컬러 모델에는 RGB 컬러 모델과 HSB 컬러 모델이 있다. RGB 컬러 모델은 빛의 삼원색인 빨강, 초록, 파랑을 이용하여 색상을 표현하는 방식이다. 이 세 가지 색상을 가지고 색을 분리하는 방법인데 각 성분을 8비트의 256단계로 표현하는 방식을 True Color라고 한다. 검정색을 00으로 표현하고 흰색을 FF로 표현한다. 각 성분에 16진수 두 자리씩 총 16자리를 이용하면 모든 색을 나타내는 것이 가능하다. 빛은 혼합할수록 점점 밝아지기 때문에 RGB 컬러 모델을 가산혼합이라고 하며 이것을 가지고 3차원 색상 큐브로 표현을 할 수 있다.

우리 눈의 감각 체계가 빨강, 초록, 파랑에 해당하는 세 가지 빛의 파장을 받아들이는 수용체가 있기 때문에

컬러 큐브의 3차원적인 모습을 그림 1 과 같이 표현할 수 있는 것이다.[2]

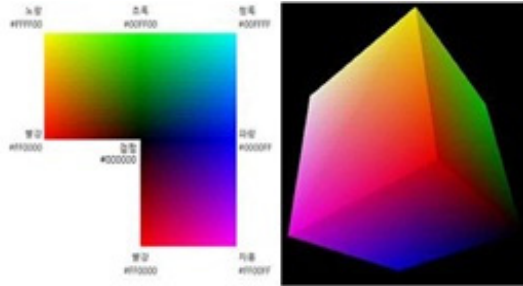


그림 1. RGB 색상들과 컬러 큐브
Fig. 1 RGB colors and color cube

HSB 컬러 모델은 이미지의 색상, 채도, 밝기 정보를 구분해서 상을 만드는 방식이다. 이것은 원뿔 모양의 좌표계로 표현된다. 색상(Hue)은 그 색의 원색을 나타내는 역할이고, 채도(Saturation)는 색의 순수도를 나타내는 것으로 원색에 어느 정도 흰색이 혼합되어 있는지를 나타낸다.

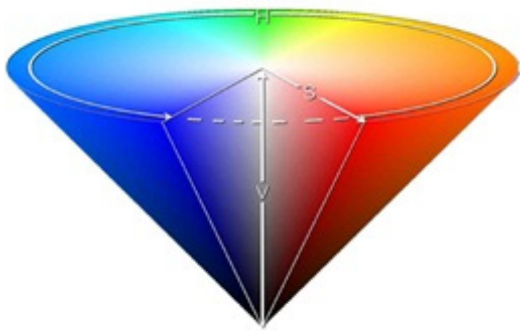


그림 2. HSB 컬러 모델의 원뿔 표현
Fig. 2 HSB color model of cone display

이것을 원뿔 모양의 좌표로 나타낸다면 그림2와 같이 표현할 수 있다. 0°를 빨강으로, 120°는 초록으로, 240°는 파랑으로 각각 표현한다. 채도는 0~1까지의 값을 가지며 원뿔 중심으로부터의 수평거리로 표현된다. 여기서 말하는 수평거리는 가로축과의 거리를 나타내고, 명도

는 세로축에 해당한다. 가장 아래쪽의 값을 명도의 0인 검정색으로 표현하고, 가장 위쪽은 명도 1인 흰색을 표현한다.

이렇게 표현되는 것은 RGB와는 다르게 HSB는 인간이 감성적으로 색상을 받아들이는 방법으로 구성되어 있기 때문이다. RGB 컬러 모델에서는 인간의 신경계를 바탕으로 생물학적인 빛을 감지하는 방법으로 구성되어 있기 때문에 HSB 컬러 모델과 다소 차이가 있다.[2]

III. 실험 조건 및 실험

3.1. 개발환경

본 논문에서는 Microsoft Visual Studio 6.0의 MFC와 Intel OpenCV Library를 이용하고, 실험에 사용된 웹캠의 모델은 Logitech Webcam 250을 사용하였다.

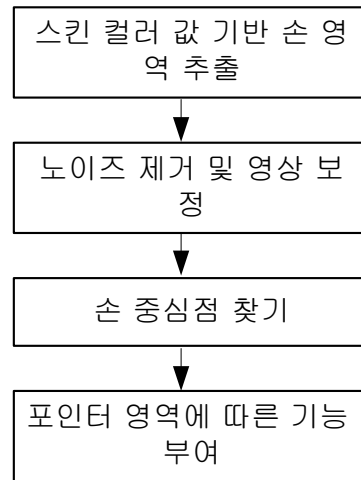


그림 3. 실험 순서도
Fig. 3 Experimental flowchart

3.2. 스킨 컬러 값 기반으로 손 영역 추출

영상 안에서 RGB 영역 기반의 스킨 컬러 값과 YCbCr, HSB 영역에서의 스킨 컬러 값을 기반으로 영상 안의 살색 부분을 찾음으로써 손 부분을 검출하게 된다.

1차적으로 RGB 공간에서 살색 부분이라고 판단되는 부분을 필터링하고 그 결과를 다시 2차적으로 YCbCr 공간에서 살색인지 여부를 검사하여 필터링한다. 두 번의 필터링을 거쳐 입력영상에서 손 영역을 좀더 정확하게 추출할 수 있게 한다. 손 영역을 추출한 다음에는 추출된 손 영역과 손이 아닌 영역을 구분해 준다.[3]

3.3. 노이즈 제거 및 영상 보정

스킨 컬러 값을 기반으로 손 영역 추출과정을 거친 영상은 노이즈를 제거하고, 다른 영상 포인터에 저장한다. 5×5 마스크 크기 단위로 노이즈 제거를 실행하는데 입력 영상의 5×5 영역의 데이터를 바탕으로 노이즈를 판별한다.[4]

다음으로 노이즈가 제거된 이미지에서 손으로 구분된 영역(살색)을 이진 영상으로 변환하고 팽창과 침식 연산을 이용해 영상의 빈 공간을 채워 준다. 또한 손의 모양을 정확하게 인식하기 위해서 소벨 에지 처리를 해 준다.[4]

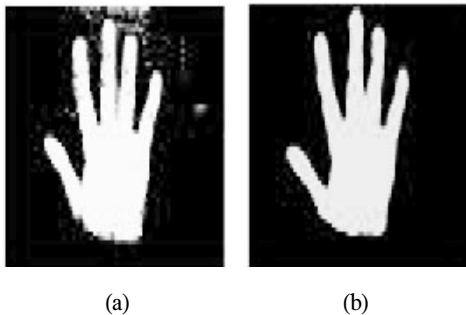


그림 4. 노이즈 제거 전(a)와 노이즈 제거 후(b)
Fig. 4 Before the noise reduction (a) and After the noise education (b)

3.4. 손 중심점 찾기

위의 과정을 거쳐 추출된 손 영역을 바탕으로 마우스 컨트롤에 필요한 기준점을 제공해 주어야 한다. 이때 본 실험에서는 손 영역의 중심점을 기준으로 잡았다. 손의 중심을 찾기 위해서는 그림 5 과 같이 추출된 손 영역 영상의 x 좌표의 처음부터 끝 값과 y 좌표의 처음부터 끝 값을 2로 나누는 방법으로 간단하게 중심을 찾을 수 있다.

이 과정을 거친 후에 마우스를 이용한 처리 기능을 구현하게 되는데 웹캠(또는 카메라)을 통해 프레임 단위로 들어오는 영상을 계속적으로 분석하여 중심점을 찾기 때문에 마우스 포인터의 위치가 수시로 민감하게 바뀌어 정확한 명령 수행에 어려움이 있을 수 있다. 이러한 문제를 보완해주기 위해 움직이는 마우스 포인터 값에 평균값을 이용하여 좌표 값을 안정화시킨다.

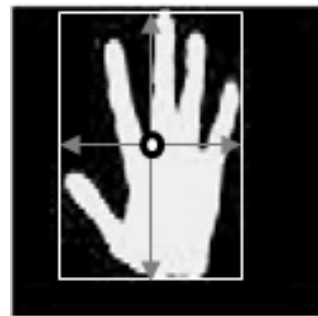


그림 5. 손 중심점을 찾기
Fig. 5 Find the center of hand

3.5. 마우스 포인터 영역에 따른 기능부여

위의 모든 과정을 거친 후 마우스 포인터가 화면의 특정 위치에 위치하면 각각 지정해 놓은 기능을 수행하게 된다. 실제 실험에서는 무선으로 로봇을 제어하는 프로그램을 제작하여 그림 6 과 같이 제어창의 마우스를 이동 시키면 마우스가 위치한 특정 좌표 영역에 미리 입력해 놓은 명령을 수행하도록 하여 로봇을 컨트롤할 수 있도록 하였다.

그림 6 은 마우스 위치에 따른 무선 로봇제어 명령 창을 나타낸 것이다. 마우스 포인터의 위치가 (a)처럼 2번 영역에 위치하게 되면 로봇은 직진하는 명령을 수행하게 되고 (b)처럼 4번 영역에 위치하면 좌회전, (c)처럼 5번 영역에 위치하면 정지, (d)처럼 6번 영역에 위치하면 우회전, (e)처럼 8번 영역에 위치하면 후진 명령을 수행하게 된다. 결과적으로 마우스 포인터의 해당 위치에 따라 미리 입력된 명령이 수행되어 진다.

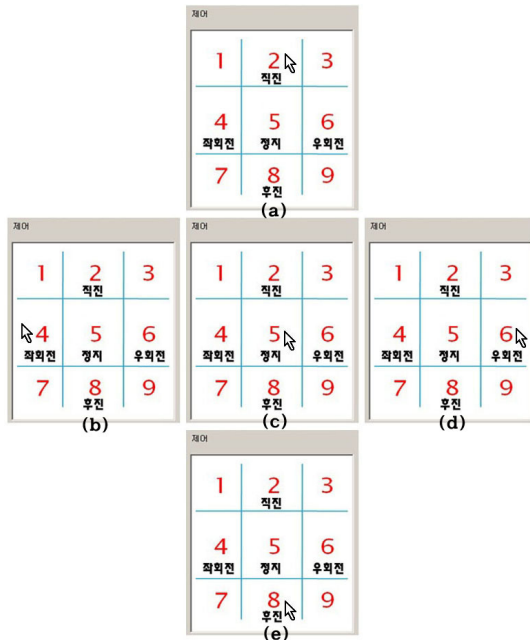


그림 6. 명령 제어창 (a) 직진 실행 (b) 좌회전 실행 (c) 정지 실행 (d) 우회전 실행 (e) 후진 실행
 Fig. 6 Command control window (a) Straight execute (b) Turn left execute (c) Stop execute (d) Turn right execute (e) Countermarch execute

그림 7은 실제 실험에 이용한 프로그램을 플로어 차트로 표현한 것이다. 자세히 설명하자면 먼저 카메라를 통해 영상을 입력 받으면 1차적으로 RGB 공간에서 손 영역을 검출하게 된다. 그 다음 좀 더 정확한 손 영역을 검출하기 위해 2차적으로 YCbCr 공간에서 손 영역을 검출한다. 이 두 번의 필터링을 거쳐 추출된 손 영역 영상은 5×5 단위로 노이즈 제거를 수행하게 되고 빈 공간을 채워주기 위해 팽창과 침식 연산을 이용해 영상을 보정한다. 그리고 손 모양을 정확히 인식하게 할 수 있도록 소벨 에지 처리를 해준다. 다음으로 마우스 컨트롤을 위한 기준 점인 손의 중심점을 계산하고 마우스 포인터의 안정된 좌표 값을 위해 평균값을 이용한다. 마지막으로 제어 창에 마우스 포인터가 특정 좌표 영역에 위치할 경우 미리 입력된 명령을 수행한다.

그림 8은 실제 실험에 쓰인 프로그램을 실행한 화면이다. 손 중심에 따라 화면의 마우스 포인터가 이동하게 되는데 손을 움직여 마우스 포인터를 이동시켜주면 그

림 6 과 같이 마우스 포인터의 위치에 따라서 로봇 제어에 필요한 명령들이 수행되어 진다.

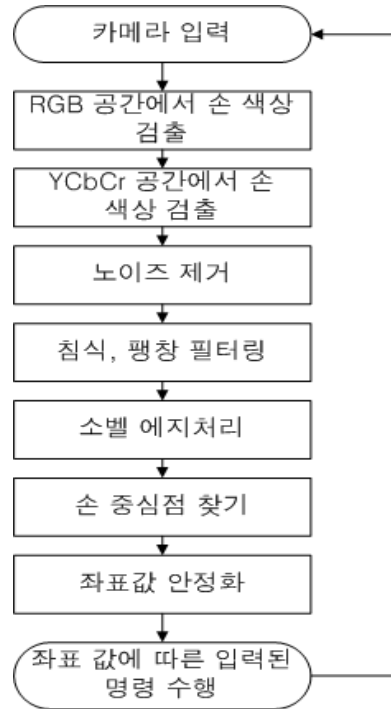


그림 7. 프로그램 플로어 차트
 Fig. 7 Programs floor chart

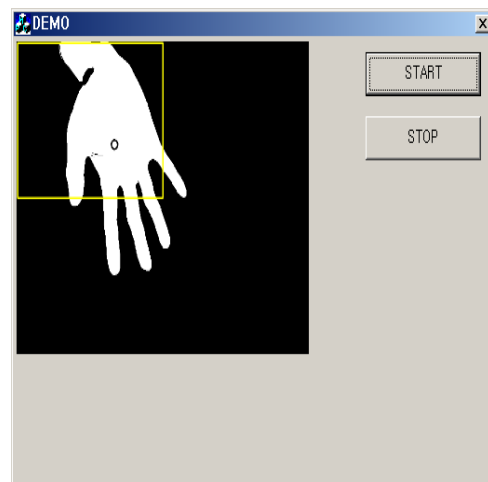


그림 8. 메인 프로그램
 Fig. 8 Main program

IV. 결 론

본 논문에서 제시하고 있는 시스템을 개발하면서 몇 가지 문제점이 발생한다. 우선 손 객체를 인식함에 있어서 주변의 다른 색상들과 객체가 겹쳐 손을 제대로 인식하지 못하는 점이다. 이것은 RGB 컬러 모델의 단점으로 주변의 배경색과 조명에 따른 컬러 값이 변화가 생기면서 발생된 문제였다. 이를 해결하기 위해 특정 색을 배경으로 두면 문제 해결이 된다. 또 다른 문제점은 웹캠을 이용해 얻은 객체의 트래킹 문제이다. 객체를 인식하고 트래킹 하는 과정에서 이동 포인터가 많이 흔들리고 부정확하다. 추후 많은 실험과 기존 연구결과를 바탕으로 문제점을 보완할 것이다.

참고문헌

- [1] 이동욱, 김수동, 이동석, 유지상, “마우스 포인터 제어를 위한 실시간 손 인식 알고리즘”, 한국방송공학회 추계학술대회, pp. 211-214, 2008.
- [2] 이길만, 문대성, 김성옥, 김민환, “실생활 환경에서의 손동작 인식 및 추적 방법”, 한국멀티미디어학회 추계학술발표 논문집, 577-582, 1999.
- [3] 정성환, 이문호, 오픈소스 OpenCV를 이용한 컴퓨터 비전 실무 프로그래밍, 홍릉 과학출판사, 2008.
- [4] 강동중, Visual C++를 이용한 디지털 영상처리, 사이텍미디어, 2003.

저자소개



박일철(Il-Cheol Park)

2010년 조선대학교
정보통신공학과(공학사)
2010년 ~ 현재 조선대학교
정보통신공학과 석사과정

※ 관심분야: 멀티미디어 영상처리, 정지영상 코덱, 동영상 코덱



김경훈(Kyung-Hun Kim)

2011년 조선대학교
정보통신공학과(공학사)

※ 관심분야: 멀티미디어 영상처리, 컴퓨터 비전



권구락(Goo-Rak Kwon)

2007년 2월 고려대학교
메카트로닉스학과 공학박사
2004년 5월 ~ 2007년 2월 Dali Tech
Co., Ltd. 책임연구원 및
대표이사

2008년 3월 ~ 현재 조선대학교 정보통신공학과 조교수
※ 관심분야: 미디어 신호처리, 정보보안, 컴퓨터 비전