

제스처 인식과 센서를 이용한 프레젠테이션 제어 시스템

Presentation Control System using Gesture Recognition and Sensor

장문수* · 광선동** · 강선미***

Moon-Soo Chang, Sun-Dong Kwak and Sun-Mee Kang

* 서경대학교 컴퓨터과학과

** 서경대학교 전자컴퓨터공학과

*** 서경대학교 전자공학과

요 약

요즘 발표 현장에는 대부분 컴퓨터를 사용하여 발표자료를 스크린에 비춰서 발표를 진행한다. 본 논문은 제스처 인식을 이용하여 프레젠테이션 컴퓨터를 제어함으로써 발표자가 별도의 도구나 사람을 통하지 않고 혼자서 발표를 진행할 수 있는 시스템을 제안한다. 영상 정보만을 이용하여 발표자가 발표 무대의 어느 위치에 있더라도 제스처를 인식하기 위해서는 무대 전체를 촬영할 수 있는 고해상도 카메라와 이 카메라에서 출력되는 고해상도 이미지를 처리할 수 있는 고성능 컴퓨터가 필요하다. 본 논문에서는 초음파 센서를 무대에 설치하여 발표자의 위치를 추적하고, 저해상도 카메라로 필요한 영역만 추출하여 제스처를 인식한다. 제스처는 손가락의 모양과 팔의 움직임으로 표현하고, 침식/팽창과 차연산 알고리즘으로 제스처를 인식한다. 영상 정보만을 이용하는 알고리즘과의 비교 실험에서 제안하는 시스템이 최소한 13%의 속도 향상을 보였다. 제스처 인식 실험에서는 약 98%의 인식률을 확인하였다.

키워드 : 제스처 인식, 센서, 프레젠테이션 제어, 손가락 추적.

Abstract

Recently, most presentations have been presented on the screen using the computer. This paper suggests that the computer can be controlled by the gesturing recognition, without the help of any person or tools. If we use only information in the form of images, we should have a high-resolution camera for capturing the images and a computer that can treat high-resolution images. However, this paper will present a solution whereby a low-resolution camera can be used at the stage. It uses the supersonic sensor to trace the presenter's location and a low-resolution camera for capturing the necessary limited and small area. The gesture is defined by the number of fingers and one's hand positions which are recognized by the Erosion / Dilation and Subtraction algorithm. The system this paper addresses has improved 13%, when comparing tests between the image-only data system and this paper's system. The gesture recognition tests have a 98% success rate.

Key Words : gesture recognition, sensor, presentation control, finger tracing

1. 서 론

‘발표(presentation)’는 한정된 시간 안에 정보를 정확하게 전달하여 청중을 설득시키는 행위를 말한다. 그러므로 의미 전달을 정확하게 하기 위하여 여러 가지 도구들을 활용한다. 아날로그 시대에는 차트나 OHP 필름과 같은 보조 도구를 사용하였고 요즘에는 컴퓨터와 빔 프로젝트를 사용하여 매우 효과적인 발표자료를 표현하고 있다.

발표에서 발표 자료나 이 자료를 표현하는 보조 도구들은 발표를 도와주는 중요한 요소이지만, 발표자가 발표를 진행할 때 이 도구들이 방해가 되거나 제약이 되는 경우가 종종 발생한다. 차트나 OHP 필름과 같은 도구를 사용하는

발표자는 다음 자료를 보여주기 위하여 이것들이 있는 위치에서 크게 벗어나기 어렵다. 컴퓨터를 사용하는 요즘에도 이와 같은 제약은 마찬가지로 존재해 왔다.

최근에는 무선통신 기술의 도입으로 더 이상 위치의 제약을 받지 않는다. 발표장소의 어느 위치에서도 레이저 포인터와 결합된 무선 제어기로 컴퓨터를 제어할 수 있게 되었다. 그렇지만 통일된 인터페이스가 없는 상태에서 여러 회사의 무선 제어기가 보급되면서 조작 오류에 대한 불편이 증가하고 있다.

한편 컴퓨터 비전 기술의 발전으로 카메라와 레이저포인터를 활용해 제어하는 시스템도 연구, 개발되고 있다[1]. 이 방법으로는 단순 제어 이외에도 레이저 포인터의 움직임을 이용해 선 그리기와 같은 기능이 가능하다.

무선 제어 방식이나 레이저 포인터 영상 인식 방식 모두 한 손에 장비를 들고 있어야 하기 때문에 칠판에 판서를 하거나 다른 도구를 이용하여 설명할 때는 제어 장비를 다른 손으로 옮겨 쥐거나 내려놓아야 하는 단점이 있다. 본 논문

접수일자 : 2011년 4월 29일

완료일자 : 2011년 7월 10일

본 논문은 한국산학협력재단 2009년도 학술연구비 사업의 연구결과로 수행되었습니다.

에서는 발표자의 두 손이 자유로운 상태에서 컴퓨터를 사용하는 발표 환경을 제어할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 제스처 인식 기술을 이용하여 발표자의 특정한 동작을 인식하여 컴퓨터를 제어한다.

제스처 인식 기술은 인간-컴퓨터 상호작용 기술의 하나로서 인식에 사용되는 장비의 형태로 보면 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 카메라를 이용한 비전 기반 기술로서 컴퓨터를 이용하여 하드웨어 장비를 제어하기도 하고, 최근에는 로봇과의 상호작용에 관한 연구가 많이 진행되고 있다 [2]. 다른 형태는 동작 센서를 이용하는 기술로서 데이터 글로브(data glove)를 착용하여 컴퓨터 화면을 제어하거나[3], 리모컨에 센서를 부착하여 비디오 게임기의 입력 장치로 활용하거나 가정용 AV기기의 조작에 활용하기도 한다. 본 논문에서는 카메라를 이용한 영상 처리 기법을 이용하여 발표자의 동작을 인식하는 방법을 제안한다. 그리고 제스처 인식이 실시간으로 이루어져야 하는데 발표장에서 사용하는 컴퓨터가 일반적으로 고사양의 컴퓨터가 아니므로 본 논문에서는 초음파 센서로 인식 대상을 추적하여 영상 처리의 범위를 좁혀서 영상 처리 효율을 높이고자 한다.

2장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템에 사용되는 발표자 추적 방식 및 제스처 인식 알고리즘에 대해서 기술하고, 3장에서는 제안하는 알고리즘을 적용한 프레젠테이션 제어 시스템의 구성과 동작 방식에 대해서 설명하고 실험을 통해서 제안하는 시스템의 효율성을 증명한다.

2. 발표자 추적 및 제스처 인식 알고리즘

고정된 위치에서 발표를 진행하는 발표자들도 있지만 많은 발표자는 발표 도중에 단상에서 이동하면서 발표를 진행한다. 발표자의 제스처를 인식하기 위해서는 발표 무대 전체를 영상 처리의 대상으로 해야 한다. 발표 무대 크기에 비하여 발표자의 몸이 차지하는 영역은 매우 작다. 제스처를 인식하기 위해서는 일정 개수 이상의 픽셀이 필요한데, 이와 비례하여 무대 전체 이미지를 획득하려면 고해상도의 이미지가 필요하고 그에 따라 카메라도 고가의 장비가 필요하게 된다. 방송용 장비를 사용하면 충분한 해상도의 영상을 확보할 수 있지만 이것을 처리하기 위한 시스템도 고사양이 필요하다.

그러나 제스처 인식에는 발표자를 중심으로 일부 영역만 필요하고 나머지 무대 영역은 불필요한 정보이다. 필요 없는 영역을 제외하고 발표자 주변의 영상만 획득하기 위하여 본 논문에서는 발표자 영역만 확대할 수 있고 발표자를 따라 움직일 수 있는 줌(zooming) 기능 및 회전이 가능한 카메라를 사용한다. 사람의 위치를 추적하는 데에는 여러 가지 방법이 연구되고 있다. 사람에게 무선 센서를 부착하여 추적[4]할 수도 있고, 특정한 표식을 부착하여 영상 인식으로 대상을 추적할 수도 있다. 최근에는 안면 인식 기술을 이용하여 사람을 추적하는 기술[5]이 많이 연구되고 있다. 센서를 부착할 경우에는 발표자에게 부가적인 장치를 달아야 하는 부담이 있고 안면 인식은 정면을 바라보지 않을 경우 추적에 실패할 수도 있다.

제스처 인식 대상인 발표자는 발표 무대라는 제한된 공간에서 이동하고 발표자 외에는 움직이는 물체가 없기 때문에 위에서 열거한 기술보다 단순한 방법으로 대상을 추적하는 것이 가능하다. 움직이는 대상을 검출하는 간단한 영상 처리 알고리즘으로 차연산이 있다. 동영상의 전후 프레임의 차를

이용하여 움직임이 있는 부분만 검출이 가능하므로 위치 추적에 많이 활용된다[6]. 그러나 차연산으로는 카메라와 일직선 상으로 움직이는, 즉 앞으로 움직이는 물체를 감지하기 어렵고 또한 거리를 측정하기 어렵기 때문에 영상의 크기를 조절하기 위한 확대/축소가 원활하지 않게 된다. 이러한 점들을 고려하여 본 논문에서는 발표 무대에 거리 측정이 가능한 초음파 센서를 일렬로 배치하여 발표자가 이동함에 따라 가장 가까운 센서가 감지하도록 한다. 이 방법은 발표자에게 부가적인 장치를 부착할 필요가 없기 때문에 편리하다.

2.1 발표자 위치 추적 알고리즘

발표자는 발표 무대 위에서 전후좌우로 움직이기 때문에 2차원 평면에서 이동하는 물체로 간주할 수 있다. 제스처 인식을 위한 영상을 획득하기 위하여 카메라는 발표자의 이동에 따라 적절하게 조절되어야 한다. 발표자가 좌우로 이동하면 카메라는 회전할 좌표값을 입력받아야 하고, 앞으로 움직이면 적당한 크기의 영상을 획득하기 위하여 확대/축소의 양을 입력받아야 한다. 그림 1은 발표 무대를 x-y평면으로 가정한 개념도이다. 본 논문에서 제안하는 초음파 센서 배열은 그림 1의 x축 상에 배치되어 각각 고유의 ID를 부여받는다. 발표자가 프레젠테이션 무대에서 움직이면 일렬로 배치된 센서들 중에서 하나의 센서와 반응을 한다. 반응된 센서의 ID는 발표자의 좌, 우 위치를 의미한다. 이때 측정된 값은 y축 상의 거리를 나타낸다.

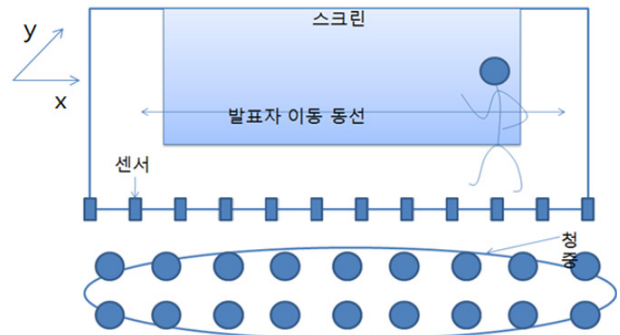


그림 1. 발표 무대의 개념도
Fig. 1. Presentation stage diagram

2.2 제스처 인식 알고리즘

사람이 취하는 제스처의 대부분은 얼굴 표정과 손동작으로 이루어진다. 얼굴 표정은 주로 감정을 나타내고 지시나 명령을 나타내는 제스처는 손동작으로 표현한다. 프레젠테이션 컴퓨터를 제어하는 것은 명령 동작이므로 본 논문에서는 손동작을 인식한다. 손동작은 손의 모양과 팔 동작의 조합으로 많은 의미를 표현할 수 있다. 본 논문에서는 특정 손의 모양과 움직임을 인식하여 프레젠테이션에 사용되는 프로그램을 제어한다.

2.2.1 손 모양 인식 알고리즘

일반적으로 손의 모양은 손가락의 모양으로 구별된다. 본 논문에서는 구별되는 손가락 수를 이용하여 손의 모양을 구분하는 알고리즘을 제안한다. 손가락의 수를 이용하면 모두 6가지 손의 모양을 구분할 수 있다.

가장 많이 사용되는 손가락 개수 확인 알고리즘은 손바닥의 무게 중심을 이용하여 무게 중심에서 특정 크기의 원

을 그려, 그 원과 손가락이 교차하는 횡수로 확인하는 방법 [7]이다. 그림 2는 이 알고리즘을 이용하여 손가락 수를 구하는 과정을 나타내고 있다. 원을 이용한 알고리즘은 원의 중심인 손의 무게중심과 원의 반지름을 구해야 한다. 무게 중심을 구하기 위해서는 손목을 제거하는 알고리즘이 추가로 필요하게 된다[8].



그림 2. 원을 이용한 손가락 수 검색 이미지
Fig. 2. Searching fingers using circle

본 논문에서는 속도 향상과 인식 오류를 줄이기 위하여 원을 이용한 손가락 검출 알고리즘보다 간단한 침식/팽창을 이용하여 손가락을 검출한다. 손가락은 인간의 신체 중에서 가장 가늘고 긴 특징을 가지고 있다. 침식 알고리즘을 여러 번 사용하면 손가락 부분이 다른 부분보다 먼저 사라지게 되고 손가락보다 두꺼운 부분(손목, 팔, 다리 등)의 정보는 모두 남아있게 된다. 손가락이 사라진 영상에 대해서 팽창 알고리즘을 반복하여 적용하면 손가락을 제외한 대부분의 영역을 복구할 수 있다. 원본 영상에서 침식/팽창을 적용한 영상을 빼주면 손가락만 존재하는 영상을 얻을 수 있다. 마지막으로 손가락의 수는 남은 영역의 개수로 결정된다. 그림 3은 침식/팽창을 적용한 손가락 검출 과정을 단계적으로 나타내고 있다.

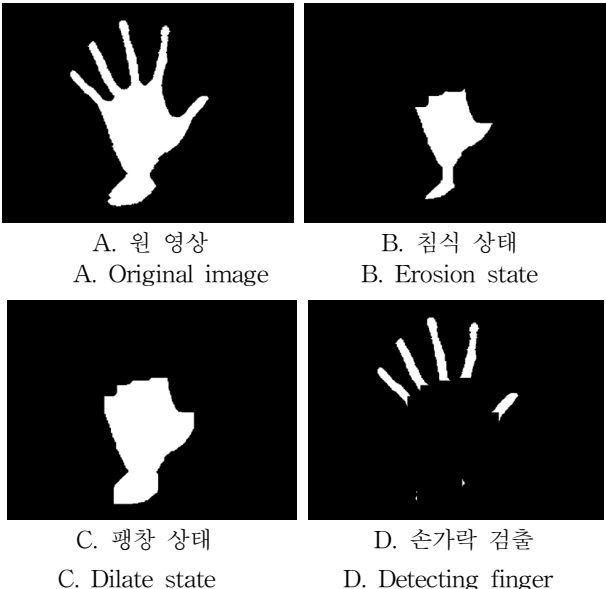


그림 3. 침식/팽창을 이용한 손가락 검출 이미지
Fig. 3. Image of detected fingers obtained using Erosion/Dilate algorithm

침식 횡수와 팽창 횡수가 동일할 경우 손가락 검출 이미지에서 점과 같은 잡음들이 발생한다. 침식 과정에서 손의 테두리 부분의 정보를 손실하기 때문에 발생하는 잡음이다. 이 잡

음은 침식 횡수보다 팽창 횡수를 크게 하면 해결이 가능하다. 그러나 손의 이미지 해상도가 낮게 되면 한 번의 추가 팽창 연산으로 손가락의 정보를 잃어버릴 수 있고, 손가락의 범위가 작기 때문에 잡음과 구분하기 어렵다. 침식/팽창 알고리즘은 손의 해상도가 클수록 인식률이 증가한다. 고 해상도의 손 이미지에서 추가의 팽창 작업으로 손의 테두리 정보를 제거할 때 발생하는 손가락 정보 손실은 저 해상도에서 발생하는 손실보다 적게 나타난다. 그러나 손 영상의 해상도를 높게 잡기 위해 카메라를 줌인하게 되면 손이 움직이는 과정에서 손이 카메라 영역 밖으로 나가는 문제점이 발생한다.

적절한 침식/팽창 횡수를 찾기 위하여 본 논문에서는 다양한 크기의 이미지에 대해서 실험을 하였다. 그 결과 식 1과 같은 손의 크기와 침식 횡수 간의 상관식을 찾았다. 표 1은 각 영상의 크기에 대하여 적절한 침식/팽창 횡수를 표시하고 있다.

$$\sqrt[3]{\text{손의 크기}} \pm 1 \approx \text{침식 횡수} \quad (1)$$

표 1. 손의 크기에 따른 침식 팽창 횡수
Table. Number of erosion and dilate by hand size

손의 크기	침식	팽창	$\sqrt[3]{\text{크기}}$
1900	5	6	6.6
3000	6	7	7.4
4500	7	8	8.1
7000	7	8	9.3
10500	9	11	10.1
16000	10	12	11.2
24000	12	14	12.4
35000	14	16	13.6

본 논문의 실험에서 사용하는 카메라는 640 * 480 픽셀의 해상도를 가지며, 이 해상도에서 양팔을 벌린 사람을 찍게 되면 손의 크기는 약 60 * 60 픽셀 크기가 된다. 따라서 손의 크기가 60 * 60 픽셀보다 커질 경우 발표자의 손이 움직일 때 손이 이미지 영역 밖으로 나갈 수 있다. 본 논문에서는 적절한 손의 크기를 60 * 60 픽셀로 가정하고 표 1에 따라 6번의 침식과 7번의 팽창을 적용한다. 그리고 센서를 이용하여 발표자의 위치를 파악하여 추적한 다음, y축 정보를 이용하여 사람의 손 크기를 평균 60 * 60 픽셀 정도가 되도록 카메라를 줌 인/아웃한다.

2.2.2 손의 움직임 추적 알고리즘

제스처는 손을 포함한 팔의 움직임이 만들어내는 궤적으로 구별한다. 그러므로 한 순간의 정확한 위치보다 이동 궤적을 추적하는 것이 중요하다. 손의 움직임을 추적하는 알고리즘은 손의 무게 중심을 찾아서 이것이 이동하는 궤적을 찾는 것이 일반적이다. 본 논문에서는 손가락의 개수를 파악하는 과정에서 생성되는 손가락의 무게 중심을 이용하여 손의 움직임을 추적한다. 손가락의 무게 중심은 손 전체의 무게 중심과 약간 차이가 난다. 그러나 두 무게 중심의 궤적은 거의 동일하기 때문에 본 논문에서는 따로 손의 무게 중심을 구하지 않는다.

손가락의 무게 중심을 손의 무게 중심으로 사용할 경우 손의 위치가 바뀌지 않은 상태에서 손가락만 움직일 때도

무게 중심이 이동하는 문제가 있다. 이 변화량은 크기 않기 때문에 제스처의 일부로 간주하지 않고 무시한다.

발표 도중에 손은 제스처 명령 이외에도 다른 많은 움직임을 보인다. 그래서 제스처 명령 동작을 충분히 크게 하도록 하고, 일정 범위 이내의 움직임은 제스처로 인식하지 않도록 한다. 실험을 통하여 발표자가 제스처를 취할 때 최소한의 손의 크기보다는 많이 움직이고 있음을 발견하고, 본 논문에서는 손의 크기와 유사한 50 * 50 픽셀 범위를 넘어설 때 제스처가 시작된다고 가정한다. 그림 4는 제스처 인식 범위와 방향을 나타내고 있다. 점선으로 이루어진 사각형 범위 내에서 이동되는 좌표는 제스처로 인식하지 않는다.

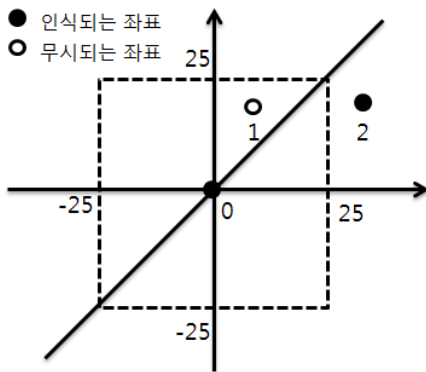


그림 4. 손가락 좌표 이동에 따른 제스처 인식
Fig. 4. Gesture recognition by finger coordination shift

그림 4에서 점은 시간 순서대로 입력된다. 1번 점은 45도 선보다 위에 있기 때문에 위쪽으로 움직인 것으로 인식한다. 그러나 1번 점은 50 * 50 픽셀 범위 안에 있기 때문에 인식 대상에서 제외되고 2번 점의 좌표로 넘어간다. 결과적으로 손의 움직임은 0에서 2번, 즉 오른쪽으로 움직인 것으로 인식한다.

3. 시스템 구현 및 실험

본 논문에서는 2장에서 기술한 위치 추적 센서와 카메라를 이용한 제스처 인식 알고리즘을 바탕으로 프레젠테이션 제어 시스템을 구현한다. 컴퓨터를 사용하는 발표 환경에서는 프레젠테이션용 소프트웨어로 주로 마이크로소프트사의 파워포인트(Powerpoint) 프로그램을 사용한다. 제안하는 시스템은 발표자의 제스처를 인식하여 파워포인트의 제어 기능을 대체한다.

3.1 시스템 설계

제안하는 시스템은 영상 입력부와 제스처 인식부, 프레젠테이션 처리부로 구성된다. 그림 5는 제안하는 시스템에 대한 간략한 구성도를 나타내고 있다.

영상 입력부는 발표자의 위치를 검출하는 초음파 센서 배열과 이 신호로 발표자를 추적하여 영상을 획득하는 카메라와 이들을 관리하는 제어 모듈로 구성된다. 제어 모듈은 센서 정보를 입력받아서 발표무대의 좌표로 변환하고 이 변환값을 다시 카메라의 회전값과 주밍값으로 전환하여 카메라를 제어한다.

제스처 인식부는 2장의 제스처 인식 알고리즘을 이용하

여 카메라 영상으로부터 발표자의 동작을 인식한다.

마지막으로 프레젠테이션 처리부에서는 제스처 인식으로 얻은 제어 명령을 윈도우즈 운영체제의 키보드 메시지로 변환한다.

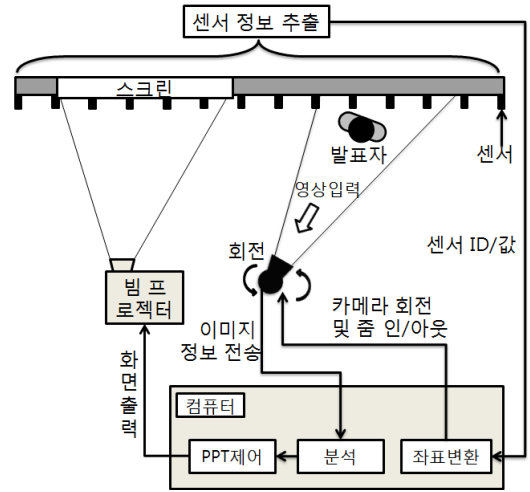


그림 5. 제안하는 시스템 구성도
Fig. 5. Schematic diagram of suggested system

3.2 프레젠테이션 제어 알고리즘

본 논문에서 구현하는 시스템에서는 발표 상황에서 빈번하게 사용하는 네 가지 제어 동작, 즉 페이지 전후 넘김과 슬라이드 쇼의 시작과 끝을 제스처로 실현한다. 각 제어 명령에 대응하는 제스처를 표 2에 나타내고 있다.

표 2. 제어 명령에 할당한 제스처

Table 2. Gestures assigned command

제스처	명령
상	슬라이드 쇼 시작
하	슬라이드 쇼 종료
좌	다음 페이지 넘김
우	이전 페이지 넘김

명령에 해당하는 제스처를 발표자의 일상적인 몸동작과 구별하기 위해서는 제스처의 시작과 끝을 정해준다. 본 논문에서는 제스처의 시작을 손가락을 모두 펼친 손 모양으로 하고 제스처의 끝을 손가락이 보이지 않는 주먹을 쥔 손 모양으로 한다. 표 2에 나열한 상하좌우의 방향으로 손을 이동하기 전에 발표자는 카메라를 향해 손가락을 펴서 보여주고 나서 제스처를 취한다.

시스템의 제스처 인식부에서는 제스처 인식을 위하여 그림 6에 나타낸 것과 같은 4가지 상태, 즉 입력대기 상태, 입력 상태, 분석 상태, 명령전달 상태를 반복한다. 입력대기 상태에서는 카메라로 들어온 영상에서 손가락의 수를 확인하여 4개 이상이면 입력 상태로 넘어간다.¹⁾ 그렇지 않을 경

1) 제안하는 시스템에서는 손가락을 완전히 펼친 상태와 주먹을 쥔 상태만 있기 때문에 인식을 향상시키기 위해 손을 펼친 상태를 손가락 4개 이상으로 정의하고 있다. 상태가 늘어날 경우에는 알고리즘의 수정이 필요하다. 손가락 인식에 대한

우에는 계속 입력대기 상태에서 손가락 수를 확인한다. 입력 상태에서는 손의 이동 방향을 추적한다. 앞장의 그림 4와 같은 방식으로 현재 위치와 다음 이동 위치를 이용하여 방향 벡터를 구한다. 그리고 손가락의 수가 3개 이하가 되면 제스처가 끝난 것으로 간주하고 분석 상태로 넘어간다. 분석 상태에서는 입력 상태에서 추적한 방향 벡터를 분석하여 최종적으로 제스처 방향을 결정한다. 입력된 벡터 수가 적으면 손이 움직이지 않은 것으로 간주하여 입력대기 상태로 돌아간다. 마지막으로 명령전달 상태에서는 제어 명령에 해당하는 키보드 메시지를 생성하여 운영체제로 전달하고 입력대기 상태로 돌아간다.

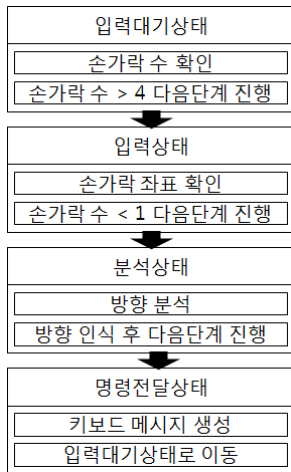


그림 6. 프레젠테이션 제어 알고리즘
Fig. 6. Presentation control algorithm

3.2 실험 및 결과

본 논문에서는 제안하는 시스템의 성능을 측정하기 위하여 두 종류의 실험을 한다. 하나는 인식을 실험이고 다른 하나는 센서를 이용한 시스템의 속도 향상 실험이다. 그리고 인식을 실험은 손 모양 인식을 위한 손가락 수 인식 실험과 제스처 동작 인식을 위한 제스처 인식 실험으로 나누어 실험함으로써 총 세 가지 실험을 실시한다.

첫 번째 실험으로 손가락 수 인식 실험은 두 가지 손 크기에 대해서 실험한다. 하나는 제스처에 관한 다른 연구들[8]의 실험에서 일반적으로 사용하는 손의 크기이고, 다른 하나는 본 논문의 제스처 인식에서 사용하는 손의 크기이다. 실험 방법은 컴퓨터 화면에 0에서 5 사이의 숫자를 무작위로 출력하게 하고 해당 숫자만큼의 손가락을 펼치는 방식이다. 실험 결과는 표 3에 나타난 것처럼 110*110 픽셀 크기에서는 98%, 65*65 픽셀 크기에서는 96%의 인식률이 나왔다.

두 번째 실험은 제스처 인식 실험으로써 충분히 떨어진 거리에서 표 2에 제시한 네 방향에 대한 제스처를 인식하는 방식으로 실험한다. 실험의 공정성을 위하여 세 사람에게 대해 실험하되 실험 대상자는 사전에 제안하는 시스템을 사용한 경험이 없는 사람으로 한다.

정확한 인식을 측정을 위하여 한 사람이 한 제스처에 대해서 60번씩 두 세트를 반복하여 120번 실험하였다. 총 실험은 1,440회 반복하였다. 실험 결과는 표 4에 나타나 있다. 평균 인식률은 약 98%가 나왔다. 이 결과는 앞서 제시한 손가락 수 실험보다 약간 좋게 나왔는데 이것은 제스처 인

실험은 3.3절에서 기술하고 있다.

식 알고리즘에서 손가락 수의 허용치를 넓게 한 결과인 것으로 판단된다.(3.2절 참조) 제스처 종류별로 살펴보면 왼쪽과 아래쪽 방향의 제스처에 대한 인식률이 약간 떨어지는데 이것은 실험자가 모두 오른손잡이이기 때문인 것으로 판단된다. 실험 후 인터뷰에서 실험자들은 손을 왼쪽으로 이동, 즉 몸쪽으로 이동하는 동작이 조금 더 어려웠다고 한다. 그리고 손바닥을 펼친 상태에서 아래쪽으로 이동하는 동작도 다소 어려운 동작으로 판단되었다.

표 3. 손가락 수 인식 실험 결과
Table 3. Results of finger recognition tests

손의 크기	횟수	인식률
110*110	150	98.0%
65*65	150	96.2%

표 4. 제스처 인식 실험 결과
Table 4. Results of gesture recognition tests

	실험자A	실험자B	실험자C	평균(%)
좌	98.3	95.8	95.0	96.6
우	99.1	99.1	98.3	98.8
상	100	96.6	99.1	98.6
하	99.1	97.5	96.6	97.5
평균	99.1	97.2	97.2	97.9

세 번째 실험은 영상처리 기술만으로 제스처 인식을 하는 것에 비하여 제안하는 센서를 이용한 위치 추적을 영상처리와 결합한 알고리즘이 어느 정도 속도를 향상시키는가에 대한 실험이다. 비교를 위하여 알고리즘이 간단한 피부색 검출 기술[9]을 이용하여 발표자를 추적하도록 하였다. 실험에 사용한 시스템은 윈도우즈 환경의 컴퓨터(CPU 2.93GHz RAM 3GB)와 카메라(EVI-D70)이다. 속도 비교는 동일한 영상에 대하여 한 프레임에 대한 처리에 소요되는 시간으로 하였다.

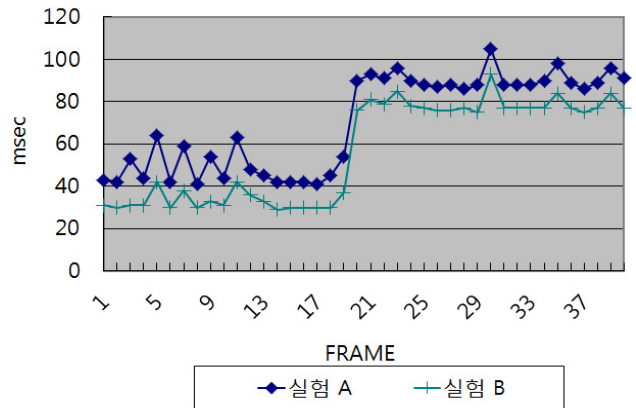


그림 7. 속도 비교 실험 결과
Fig. 7. Results of speed comparison tests

그림 7에서 실험 A는 이미지를 이용한 추적 알고리즘이고, 실험 B는 제안하는 알고리즘인 센서를 이용한 추적 알

고리즘의 결과이다. 실험 A는 약 70ms의 시간이 소요되었고 실험 B는 약 56ms의 시간이 소요되었다. 이 결과는 센서를 이용한 추적 알고리즘이 약 13%의 속도 향상 효과가 있음을 나타낸다. 실험에 사용한 피부색 검출 알고리즘보다 복잡한 알고리즘과 비교하면 더 큰 속도 향상을 나타낼 것으로 예상된다.

4. 결 론

프레젠테이션을 제어하는 보조 도구는 과거의 발표 환경에 비하여 편리하고 효과적인 발표를 가능하게 한다. 그러나 보조 도구의 비표준적인 인터페이스로 인한 조작 오류는 중요한 결정을 위한 발표에 부정적인 영향을 주기도 한다. 본 논문에서는 발표자가 부가적인 도구를 지나지 않고 손동작만으로 발표를 진행할 수 있는 프레젠테이션 제어 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 제스처를 인식하는 영상처리 기술과 빠른 처리 속도를 위한 초음파 센서를 이용한 발표자 추적 기술을 결합하여 일반적으로 발표 환경에서 사용하는 컴퓨터에서도 동작할 수 있는 시스템을 개발하였다. 본 논문에서는 시스템의 성능을 확인하기 위하여 상하좌우 네 방향의 제스처를 프레젠테이션 프로그램과 연동시켜 인식 실험을 한 결과 약 98%의 인식을 얻었다. 그리고 영상처리만을 이용한 알고리즘에 비하여 13% 이상 속도를 향상시켰다.

현재 시스템은 조명에 따라 인식율의 차이가 발생하는데 실용화를 위해서는 향후 조명에 강한 인식 알고리즘을 개발할 필요가 있다. 그리고 다양한 제스처 실험을 통하여 자연스러운 동작을 찾을 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이민호, 장문수, 강선미 “레이저 포인터 추적 알고리즘을 이용한 프레젠테이션 제어 인터페이스” 한국지능시스템학회 2009년도 춘계학술대회 학술발표논문집, 제19권, 1호 pp. 191-192, 2009.
- [2] 최경목, 나용길, 채승병, 정경훈, “손 제스처 기반의 로봇 원격제어” 한국방송공학회 2010년도 추계학술발표대회 논문집, pp. 196- 199, 2010.
- [3] Ing. Mario S. Ganzeboom, "User-independent recognition of dynamic hand gestures using a data-glove", *master's thesis*, university of Twente, 2010.
- [4] 심재호, 김종훈, 김태간, 한승진, 임기욱, 이정현, “스마트 홈 환경을 위한 관성 센서기반의 사용자 위치 추정 방법”, 한국정보과학회 2007년도 가을학술발표논문집, 제34권, 2호, pp. 575-579, 2007.
- [5] 기석철, “지능형 로봇과 얼굴 인식 융합기술”, 한국정보보호학회지, 제17권, 5호, pp. 25-31, 2007.
- [6] 이동규, 이기정, 황보택근, 임혁규, “신경망을 이용한 동작분석과 원격 응급상황 검출 시스템”, 한국콘텐츠학회논문지, 제6권, 9호, pp.50-59, 2006.
- [7] 복창순, 손연미, 방영철, 나보균, “손 인식을 이용한 컴퓨터 제어”, 한국정보과학회 가을학술발표논문집, 제35권, 2호(B), pp. 192-195, 2008.
- [8] 김주황, 박정훈, 전종서, 강민구, 이승현, “OpenCV

를 이용한 마우스의 손 동작 인식”, 한국인터넷정보학회 2009년도 추계학술발표대회논문집, pp. 303-306, 2009.

- [9] Vezhnevets V, Sazonov V, Andreeva A, “A Survey on Pixel-Based Skin Color Detection Techniques” *IN PROC. GRAPHICON*, pp.85-92, 2003.
- [10] A. Mulder, “Hand gesture for hci,” *Technical Report 96-1*, Simon Fraster University, 1996.

저 자 소 개



장문수(Moon-Soo Chang)

1992년 : 고려대학교 전자전산공학과 학사.
 1994년 : 동 대학원 전자공학과 석사
 2001년 : 동경공업대학 지능시스템전공 공학박사
 2000년~2003년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
 2003년~현재 : 서경대학교 컴퓨터과학과 조교수

관심분야 : 언어이해, 영상처리, 지능시스템
 E-mail : cosmos@skuniv.ac.kr



곽선동(Sun-Dong Kawk)

2011년 : 서경대학교 소프트웨어학과 졸업.
 2011년~현재 : 서경대학교 전자컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 컴퓨터 비전
 E-mail : Sigred@naver.com



강선미(Sun-Mee Kang)

1981년 : 고려대학교 전자공학과 학사
 1988년 : 예일랑젠-뉘른베르그 대학교 전기.전자공학과 Diplom
 1992년 : 고려대학교 대학원 전자공학과 박사
 1992년~1994년 : 고려대학교 정보통신기술 공동연구소 연구조교수
 1994년~1997년 : 고려대학교 산업대학원 객원조교수
 1997년~현재 : 서경대학교 전자공학과 부교수

관심분야 : 음성처리, 패턴인식
 E-mail : smkang@skuniv.ac.kr