

논문 2008-45SP-1-9

다중 얼굴 특징 추적을 이용한 복지형 인터페이스

(Welfare Interface using Multiple Facial Features Tracking)

주진선*, 신윤희*, 김은이**

(Jin Sun Ju, Yun Hee Shin, and Eun Yi Kim)

요약

본 논문에서는 얼굴의 다중 특징을 이용하여 마우스의 다양한 동작을 효율적으로 구현할 수 있는 복지형 인터페이스를 제안한다. 제안된 시스템은 5개의 모듈로 구성된다: 얼굴의 검출(Face detection), 눈의 검출(eye detection), 입의 검출(mouth detection), 얼굴특징 추적(facial feature tracking), 마우스의 제어(mouse control). 첫 단계에서는 피부색 모델과 연결 성분 분석을 이용하여 얼굴 영역을 검출한다. 그 후 얼굴영역으로부터 정확히 눈을 검출하기 위하여 신경망 기반의 텍스처 분류기를 사용하여 얼굴 영역에서 눈 영역과 비 눈 영역을 구분한다. 일단 눈 영역이 검출되면 눈의 위치에 기반 하여 에지 검출기(edge detector)를 이용하여 입 영역을 찾는다. 눈 영역과 입 영역을 찾으면 각각 mean shift 알고리즘과 template matching을 사용하여 정확하게 추적되고, 그 결과에 기반 하여 마우스의 움직임 또는 클릭의 기능이 수행된다. 제안된 시스템의 효율성을 검증하기 위하여 제안된 인터페이스 시스템을 다양한 응용분야에 적용 하였다. 장애인과 비장애인으로 나누어 제안된 시스템을 실험한 결과 모두에게 실시간으로 보다 편리하고 친숙한 인터페이스로 활용 될 수 있다는 것이 증명 되었다.

Abstract

We propose a welfare interface using multiple facial features tracking, which can efficiently implement various mouse operations. The proposed system consist of five modules: face detection, eye detection, mouth detection, facial feature tracking, and mouse control. The facial region is first obtained using skin-color model and connected-component analysis(CCs). Thereafter the eye regions are localized using neutral network(NN)-based texture classifier that discriminates the facial region into eye class and non-eye class, and then mouth region is localized using edge detector. Once eye and mouth regions are localized, they are continuously and correctly tracking by mean-shift algorithm and template matching, respectively. Based on the tracking results, mouse operations such as movement or click are implemented. To assess the validity of the proposed system, it was applied to the interface system for web browser and was tested on a group of 25 users. The results show that our system have the accuracy of 99% and process more than 21 frame/sec on PC for the 320×240 size input image, as such it can supply a user-friendly and convenient access to a computer in real-time operation.

Keywords: Intelligent interface, welfare interface, facial feature detection, facial feature recognition

I. 서론

최근 장애인들을 돕기 위한 로봇, 휠체어 등이 많은 관심을 모으며 개발되고 있다. 그러나 장애인들은 신체적인 능력의 한계로 인하여 이러한 장치들을 제어하는데 어려움을 느낀다. 따라서 장애인과 장치들 사이의

커뮤니케이션을 위한 인터페이스들이 최근 많이 개발되고 있다^[1-5]. 이러한 인터페이스들은 장치기반과 비 장치기반으로 분류된다. 1) 장치 기반 기술은 인간의 생체리듬과 같은 신호를 외부 장치를 이용하여 측정함으로써, 사용자의 의도를 파악한다. 2) 비 접촉식 방법은 카메라로부터 획득한 이미지 또는 비디오로부터 인간의 행동을 감지하여 추적하는 방법이다. 접촉식 방법은 특징 또는 신호를 정확하게 검출할 수 있다는 장점이 있지만 값비싼 외부 장치를 필요로 한다는 단점이 있다. 반면 비 접촉식 방법은 비용이 많이 드는 외부 장치를 필요로 하지 않고, 사용자가 편하게 사용할 수 있기 때문에 장애인을 위한 인터페이스에 적당하다.

* 정희원, 건국대학교 신기술융합학과
(Dept.of advanced technology fusion, school of Internet and multimedia Eng.Konkuk University)

** 정희원, 건국대학교 인터넷 미디어 공학부
(Internet and multimedia Eng. Konkuk University)

접수일자: 2007년5월3일, 수정완료일: 2007년1월2일

이러한 이유 때문에 비 접촉식 방법이 많이 개발되어 왔으며 특히 얼굴의 특징을 이용한 인터페이스들이 많이 개발되었다. 얼굴의 특징 중에서도 눈이나 입을 이용한 시스템이 많이 개발되었다^[6~8]. 눈을 이용한 시스템들은 눈의 움직임만을 통해 마우스의 움직임을 구현하고 한곳을 몇 초 동안 응시하도록 하여 마우스의 클릭의 기능을 수행 한다. 입의 움직임을 사용하는 시스템은 다양한 입 모양을 검출해냄으로써 입모양을 읽는 시스템(lip reading system) 또는 제어에 적용 하였다^[9~10]. 하지만 이러한 시스템들은 사용자와 장치간의 다양한 상호작용을 제공하는데 한계를 가진다. 눈의 움직임만 사용하는 경우 커서의 움직임은 사용자가 원하는 대로 자유롭게 움직일 수 있지만 클릭을 위해서는 한 곳을 몇 초 동안 응시해야 하기 때문에 waiting time으로 인하여 실시간 인터페이스에 적용하는데 어려움이 있다. 이전 연구에서 개발한 Eye Mouse의 경우 눈의 움직임만을 이용하여 마우스의 움직임을 구현하고, 사용자가 한 곳을 몇 초 동안 응시하도록 하여 마우스의 클릭 기능을 수행한다. 실험 결과 사용자는 커서를 움직이는 데는 별 다른 어려움이 없었지만 클릭을 위해서는 한 곳을 몇 초 동안 응시해야 하기 때문에 waiting time으로 인하여 실시간 인터페이스에 적용하는데 어려움이 있었으며, 클릭을 위해서는 사용자가 한 곳을 몇 초 동안 응시해야 하기 때문에 사용자가 쉽게 피로감을 느꼈다. 입의 움직임은 다양한 입 모양으로부터 사용자의 더 많은 의도를 표현 할 수 있지만 입의 움직임만으로는 마우스의 정밀한 움직임을 구현하기가 힘들다. 이러한 문제들은 얼굴의 단일 특징을 사용하였기 때문에 일어난다. 비록 몇몇의 방법이 얼굴의 다중 특징을 사용하여 개발 되었지만 얼굴의 다중 특징을 다루기 위한 계산의 오버헤드를 줄이기 위해 추가적인 외부 장치를 사용 하였다^[11]. 이런 것들은 사용자로 하여금 불편함을 느끼게 만든다.

따라서 본 논문에서는 다양한 장애를 가진 모든 장애인들에게 쉽게 적용할 수 있고 저렴하며 편리하게 사용될 수 있는 다중 얼굴 특징을 이용한 인터페이스를 제안한다. 또한 제안된 시스템은 다양한 마우스의 동작을 구현할 수 있다. 제안된 인터페이스는 USB카메라와 컴퓨터로 구성된다. 이를 사용하여 장애인은 눈과 입의 움직임으로써 컴퓨터를 작동 할 수 있다. 그림 1은 제안된 시스템의 전체적인 구조를 보여주고 있다. 제안된 시스템은 특징검출(face detection), 특징 추적(face tracking), 마우스 제어(mouse controller)로 구성되어

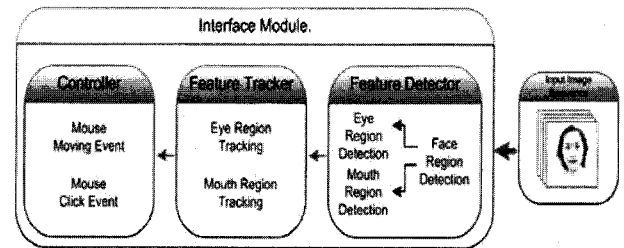


그림 1. 제안된 인터페이스의 구성
Fig. 1. The overall configuration of the system.

있다. 제안된 시스템은 카메라로부터 얻어진 사용자의 실시간 영상을 화면에 출력하고 이 영상을 분석함으로써 마우스를 제어한다.

제안된 시스템은 피부색 모델과 연결성분 분석을 이용하여 얼굴 영역을 검출한다. 그 후에 신경망 기반의 텍스처 분류기를 사용하여 눈 영역과 비 눈 영역으로 구분한 뒤 눈의 위치로부터 에지 검출기 (edge detector)를 이용하여 입을 찾는다. 이후에는 mean-shift 알고리즘과 template matching을 이용하여 계속해서 눈과 입을 추적하게 된다. 추적된 결과에 기반 하여 마우스의 움직임과 클릭과 같은 작동이 구현된다. 제안된 시스템은 복잡한 배경 또는 사용자의 안경 착용 상태에서도 얼굴 특징 영역을 정확하게 검출 할 수 있게 한다. 제안된 시스템의 효율성을 검증하기 위하여 눈과 입의 움직임을 명령으로 사용하는 여러 가지의 응용 프로그램의 인터페이스로 활용 하였다.

34명의 사용자에게 대하여 제안된 시스템을 테스트 한 결과는 제안된 시스템이 시간에 따라 변하는 조명 변화에 강건하고 안경에 의해 반사되는 빛에 덜 민감하다는 것을 보여 주었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 얼굴을 검출하는 방법을 기술한다. III장에서는 눈 영역을 검출하는 방법을 IV장에서는 입 영역을 검출하는 방법을 설명한다. 얼굴의 특징을 추적하는 방법을 V장에서 설명하며 VI장에서 얼굴 추적 결과에 기반 한 마우스의 제어 방법을 설명한다. VII장은 논문에서 제안한 시스템을 이용한 결과를 보여주며 VIII장에서는 결론과 향후 연구 방향에 대하여 설명한다.

II. 본 론

1. 얼굴 특징 검출

얼굴 특징 검출 모듈은 얼굴 영역과 얼굴 특징을 자동으로 검출해 낸다. 얼굴 영역은 피부색 모델과 연결

성분 분석을 이용하여 얼굴 영역을 검출해 낸다.^[4] 제안된 인터페이스를 이용하는 시스템들은 주로 실내에서 이용되기 때문에 피부색만으로 얼굴을 검출하기에 충분하다. 그 다음 신경망 기반의 텍스처 분류기를 이용하여 얼굴영역(face region)은 눈 영역(eye region)과 비 눈 영역(non eye region)으로 구분한다. 눈의 위치로부터 에지 검출기(edge detector)를 이용하여 입 영역을 찾는다.

가. 눈 검출 모듈

얼굴 영역이 검출되고 나면 눈 영역을 검출한다. 일반적으로 눈 영역은 다음과 같은 특징을 지니고 있다. 1) 눈은 흰 눈자위와 검은 눈동자 사이의 높은 밝기 차이를 가지고 있다. 2) 눈은 얼굴의 윗부분에 위치한다. 이러한 눈의 특징들은 문제의 복잡 도를 줄여주며 얼굴 전체 영역에서 눈 영역을 구별하는데 도움이 된다. 이 검출 모듈에서는 신경망(MLP) 을 이용하여 다양한 환경에서의 눈 영역과 비 눈 영역을 자동으로 구별한다. 제안된 시스템에서 눈은 얼굴 영역에서 구별되는 특정 텍스처를 가지며 이것으로 인하여 검출된다고 가정한다. 그림 2는 제안된 신경망 기반의 눈 검출 개요를 보여준다.

제안된 신경망은 입력 값으로 gray-level값을 사용하며 입력 벡터의 크기를 줄이기 위하여 autoregressive 방법을 사용한다^[9]. 이로 인해 결과적으로 신경망 분류기의 성능과 분류속도는 향상된다. 학습 후에 신경망의 출력은 0과 1사이의 실수 값으로 표현되며 만약 신경망의 출력이 임계치 값보다 크면 눈 영역으로 분류하고 그렇지 않으면 비눈 영역으로 분한다.

그림 3은 신경망 분류기의 눈 검출 예제를 보여준다. 그림 3(a)에서 파란색으로 표시된 부분이 얼굴 영역에서 검출된 눈 영역에 대응되는 화소들 이다. 신경망 분류기

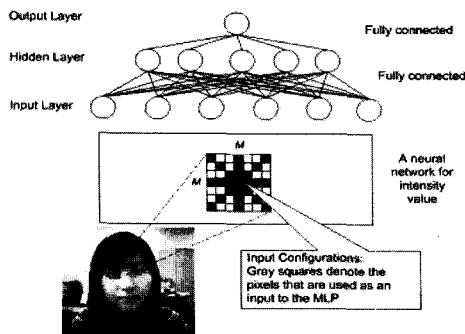


그림 2. 신경망 기반의 눈 검출 개요
Fig. 2. The architecture of the MLP-based texture classifier.

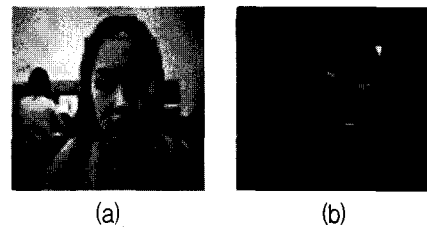


그림 3. 눈 검출의 예 (a) 신경망으로 분류된 결과(파란색 영역) (b) 후처리로 검출된 눈 영역(녹색영역)

Fig. 3 An example of eye detection (a) the classified image by the neural network (b) the detected eye region after post-processing.

로 검출된 결과는 많은 오 추출(false alarm)을 포함하며 이것을 제거하기 위하여 눈 영역의 크기 및 기하학적인 위치 정보와 같은 몇 가지 휴리스틱(heuristic)정보를 이용하여 잘못 분류된 영역을 제거한다.

나. 입 검출 모듈

입 검출 모듈에서는 검출된 눈의 위치를 기반으로 입을 검출하여 입 검출의 복잡성을 줄인다. 이때, 두 가지 휴리스틱 정보를 이용하여 수행된다. 1) 입은 검출된 두 눈 사이의 거리 안에 위치하며 얼굴의 아래쪽에 위치한다. 2) 입은 주위와 비교 하였을 때 높은 대조를 보인다. 이러한 휴리스틱에 기반 하여 입 영역의 범위가 얻어진다.

그림 4는 탐색 윈도우에서 입 영역이 검출되는 그림이다. D_H 와 D_V 는 각각 눈 사이의 거리와 탐색 윈도우와 두 눈 사이의 중심의 거리를 나타낸다. 탐색윈도우 $S=(S_H, S_W)$ 는 다음과 같이 정의 된다: 탐색 윈도우의 너비 S_W 는 D_H 와 동등하고, 탐색 윈도우의 높이 S_H 는 실험을 통해서 40px로 고정한다.

정해진 범위 내에서 에지 검출기를 이용하여 나타난 결과는 연결 성분 분석을 통해 작은 영역들은 제거되고

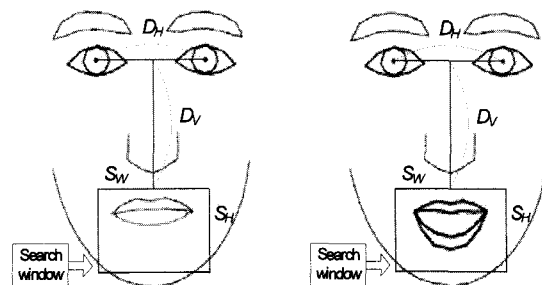


그림 4. 탐색 윈도우에서 입 영역을 검출
Fig. 4. Search window to detect mouth region.

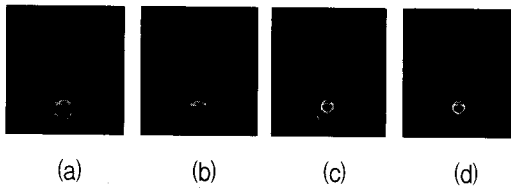


그림 5. 입 검출 결과

Fig. 5. An example of mouth detection.

최종적으로 입 영역이 검출된다. 그림 5는 에지 검출기에 의한 입 검출의 예를 보여 준다. 그림 5(a)-(c)는 에지 검출기에 의해 검출된 입술 영역이며 그림 5(b)-(d)는 후처리 결과로 검출된 입 영역이다.

2. 얼굴 특징 추적 모듈.

얼굴특징 추적모듈에서는 검출된 눈과 입 영역을 mean-shift알고리즘과 template matching을 사용하여 계속해서 정확하게 추적된다.

가. Mean shift를 기반으로 한 눈 추적

Mean-shift알고리즘은 object score distribution의 가장 가까운 모드(mode)를 찾는 비매개변수적(non-parametric) 방법이다. 제안된 시스템에서는 이러한 mean-shift 알고리즘을 사용하여 눈 영역을 추적한다. Mean-shift알고리즘은 정해진 범위 내의 탐색 윈도우를 스캔하여 눈이라고 짐작되는 가장 확률 높은 영역을 찾아 탐색 윈도우의 무게 중심을 옮김으로써 점차 눈이 있는 곳으로 이동하며 눈을 찾는다^[10].

나. template matching을 기반으로 한 입의 추적.

템플릿 매칭은 입에 대한 표준 템플릿을 만든 후, 입력 영상과 비교하여 입을 검출하는 것이다. 입에 대한 표준 템플릿은 K-means clustering에 의해 만들어 진다. K-means clustering은 주어진 데이터를 특징 성질에 기초해서 K개의 그룹으로 나누는 것으로 본문에서는 114개의 샘플 영상으로부터 6가지 입 모양에 대한 표준 템플릿을 만들었다. 그림 6은 K-means를 이용하여 분류된 6개의 표준 템플릿을 보여준다.

영상의 첫 번째 프레임에서 입이 검출되면, 다음 프레임에서는 입의 위치를 결정하며, 검출된 입 영역은 모든



그림 6. 입 모양의 기본 템플릿

Fig. 6. The examples of mouth shape templates.



그림 7. 얼굴 특징 추적 결과

Fig. 7. Tracking result of facial features.

템플릿과의 매칭 점수를 계산하여 최적의 매칭 점수를 가지는 템플릿을 선택하여 입의 열림과 닫힘을 인식한다.

그림 7에서 탐색된 입의 영역은 흰색으로 표시 되었으며, 그림에서 보이듯이 눈과 입 영역은 정확하게 추적 되었다.

3. 마우스 제어 모듈

컴퓨터는 PC 카메라로부터 얻어진 영상을 제안된 얼굴 특징 추적 시스템으로 처리함으로써 사용자의 눈과 입의 움직임을 마우스의 움직임으로 전환한다. 제안된 시스템 에서 마우스의 초기 좌표는 첫 프레임에서의 눈 중심으로 결정되며 이후 프레임에서는 추적된 눈의 위치에 기반을 두어 자동적으로 좌표가 계산된다. 각 프레임에서 눈 영역에 기반을 둔 좌표와 입의 형태 정보를 윈도우 함수를 통해 마우스의 이동과 클릭의 이벤트로 변환한다. 이때 마우스의 포인터는 눈의 움직임에 따라 이동하고 입을 벌린 상태가 되면 좌표에 대응하는 메뉴나 아이콘을 클릭하는 것으로 간주된다.

III. 실험

본 논문에서는 제안한 시스템의 효율성을 증명하기 위해 눈과 입의 움직임을 명령으로 받아들이는 웹브라우저, 스펠링보드, 새잡기 게임의 인터페이스로서 제안된 방법을 활용 하였다.

그림 8은 PC카메라와 컴퓨터로 구성되어 있는 제안된 인터페이스를 보여준다. PC카메라는 USB포트로 컴퓨터에 연결되며, 320×240 영상을 초당 30프레임으로 공급하며, 컴퓨터는 윈도우 XP기반의 펜티엄 4.3GHz를 사용 하였다.

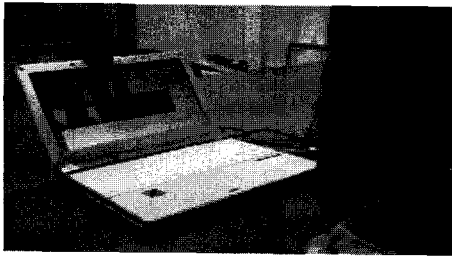


그림 8. 제안된 인터페이스의 구성
Fig. 8. The interface system using our facial features tracking method.

가. 추적 결과

제안된 추적방법의 장점은 복잡한 배경과 시간에 따른 조명변화, 안경에 의한 반사에 강건하다는 것이다. 그림 9은 제안된 방법을 다양한 조명과 복잡한 배경을 가지는 영상에 적용했을 때의 추적결과를 보여준다. 실험에 응

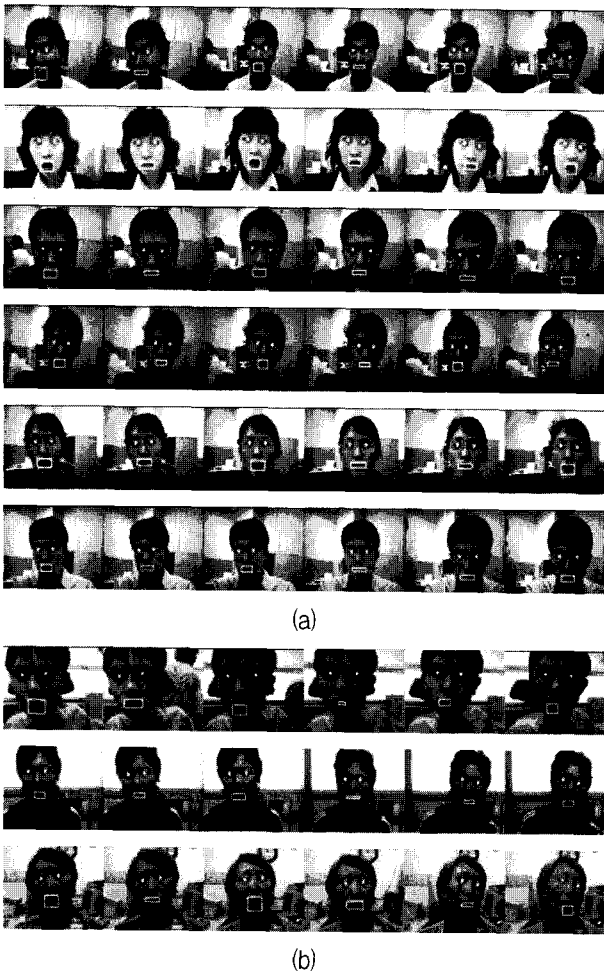


그림 9. 얼굴특징 추적 결과 (a) 비장애인의 얼굴 특징 추적결과 (b) 장애인의 얼굴 특징 추적결과
Fig. 9. Facial Feature Tracking results (a) tracking results for able-bodied users and (b) tracking results for disabled users.

표 1. 각 모듈의 처리속도

Table 1. Processing time of each modules.

Stage	Time (ms)
얼굴 검출	30
눈 검출	72
입 검출	15
추적	32
평균 처리 시간	47

표 2. 각 모듈의 정확도

Table 2. accuracy of each modules.

얼굴특징검출률(%)		얼굴특징인식률(%)	
얼굴	100%	얼굴	-
눈	98%	눈	98%
입	97%	입	97%

한 사용자는 장애인과 비장애인으로 나누어진다. 그림 9(a)는 비장애인에 대한 추적결과를 보여주며, 그림 9(b)는 장애인의 얼굴 특징 추적 결과를 보여준다.

표 1은 제안된 시스템의 각 모듈에 걸리는 처리시간을 보여준다. 이 시스템에서 얼굴과 얼굴 특징 영역의 검출은 초기 프레임에서만 이루어지고 이후 프레임에서는 얼굴 특징만이 추적된다.

표 2는 얼굴 특징 검출 모듈과 얼굴 특징 인식 모듈의 정확도를 나타낸다. 정확도는 사용자가 150프레임 동안 제안된 시스템을 사용하는 것으로 측정 하였고, 측정 결과 제안된 시스템은 150프레임 동안 한 번의 실수 없이 얼굴과 얼굴 특징 영역을 정확히 인식하고 추적하였다.

나. 성능 비교

제안된 인터페이스 시스템의 효율성을 증명하기 위하여 34명의 사람들로 실험 그룹을 만들어 테스트 하였다.

실험 그룹은 표 3에 나타나 있다. 이들은 장애인과 비장애인으로 나뉘며, 17명의 비장애인들은 모두 컴퓨터에 익숙하다. 17명의 장애인들은 수족 장애와 상체 부자유의 장애를 지니고 있다. 이들은 신체의 장애로 인하여 컴퓨터를 사용하는데 어려움을 갖는다.

표 3. 실험 그룹

Table 3. Testing group.

구분	명	컴퓨터사용 경험
		(팔호 안의 숫자는 10년 동안 하루에 평균 3시간씩 컴퓨터를 사용한 사람의 수)(%)
비장애인	17	100%
장애인	17	64%(23%)

제안된 시스템의 성능을 객관적으로 평가하기 위해 일반 마우스와 Eye Mouse를 제안된 시스템과 비교 하였다. Eye Mouse는 오직 눈의 움직임만을 사용한 것으로 단일 얼굴 특징 추적과 다중 얼굴 특징 추적간의 차이를 알아보기 위하여 선택 되었다.^[4]

일반마우스, Eye Mouse, 제안된 인터페이스를 비교하기 위하여 '웹브라우저', '새잡기 게임', '스펠링 보드' 의 세 가지 시스템에 테스트 하였다. 사용자들은 시스템이 어떻게 동작하는지 설명을 듣고 5분간 마우스의 커서를 움직이고 클릭하는 연습을 하였다. 실험에서 장애인들은 장애라는 특수한 상황 때문에 일반 마우스를 사용할 수 없기 때문에 Eye Mouse와 제안된 시스템만으로 테스트 하였다. 각 테스트에서 사용자가 아이템을 클릭하는 시간을 기록 하였다.

(1) 웹 브라우저

첫 실험에서는 그림 10에서 보여 지는 웹 브라우저를 이용하여 테스트 하였다. 특정한 링크를 클릭하기 위해 사용자는 매번 시작 위치에서부터 링크를 향해 움직인다. 첫 번째 실험에서는 사용자가 30번씩 반복한 시간을 측정 하였다.

이것은 세 가지 시스템들 간의 성능 차이를 알아보기 위한 실험으로서 표 4에 나타나 있다. 실험에서 일반



그림 10. 웹 브라우저
Fig. 10. Web browser.

표 4. 웹 브라우저 실험 결과
Table 4. Web browser test result.

	비장애인		장애인	
	평균	분산	평균	분산
Eye Mouse ^[4]	146.25	19.25	307.32	156.98
제안된 방법	95.25	14.02	188.94	76.56
일반 마우스	48.6	3.14	-	-

마우스를 이용하여 테스트한 결과가 가장 빠른 성능을 보여 주었다. 일반 마우스는 제안된 시스템 보다 2배 빨랐고, Eye Mouse 보다 3배 빨랐다. 이러한 성능 차이는 얼굴 특징을 검출하고 추적하는데 걸리는 시간 때문이다. 제안된 시스템과 Eye Mouse를 비교 했을 때, 전자가 후자보다 1.6배 빨랐다. 그 이유는 버튼을 활성화 시키는데 걸리는 대기 시간 때문이다. Eye Mouse를 사용 했을 때 마우스 클릭은 마우스의 포인터가 0.5초 이상 머물러 있을 때 발생한다. 반면, 제안된 시스템에서는 다중 특징을 사용하기 때문에 대기 시간을 고려하지 않아도 된다. 제안된 방법은 눈의 움직임을 커서의 움직임으로 사용하며, 입의 열림과 닫힘을 마우스의 클릭 기능으로서 사용한다. 비록 입을 검출하는 처리 시간이 필요하지만 제안된 시스템에서 이 처리 시간을 향상시킴으로써 전체적인 속도를 개선하였다.

(2) 스펠링 보드

이 실험에서 각 사용자는 일반 키보드를 대체할 수 있는 스펠링 보드를 가지고 마우스의 움직임과 클릭 기능만으로 글자를 입력 한다. 이 프로그램은 그림5에 서 보이듯이 삭제키와 스페이스 키를 포함하여 26개의 알파벳 버튼으로 구성되어 있다. 스펠링 보드 프로그램은 손을 사용하기 어려운 장애인이 키보드를 대신하여 유용하게 사용 할 수 있다. 실험은 먼저 사용자가 화면에 뜬 "hello world"라는 단어를 보고 시작키를 누른 후부터 모든 글자를 다 입력 할 때까지의 시간을 계산하게 된다.

이 프로그램을 조작하기 위해서는 마우스의 움직임

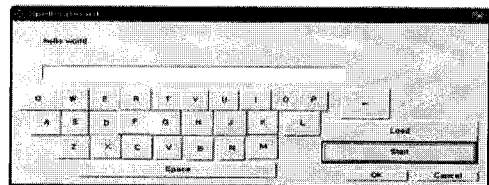


그림 11. 스펠링 보드
Fig. 11. spelling board.

표 5. 스펠링 보드 실험 결과
Table 5. spelling board test result.

	비장애인		장애인	
	평균	분산	평균	분산
Eye Mouse ^[4]	30.6	4.76	63.94	32.11
제안된 방법	16.95	4.19	37.12	18.40
일반 마우스	8.4	0.44	-	-

을 주로 필요로 하는 웹 브라우저와 달리 클릭기능이 주로 사용된다. 이 실험은 단일 특징과 다중 특징 간의 차이를 비교 하는데 도움이 된다. 실험에 대한 결과는 표 5에 나타난다.

세 시스템 사이에서 일반 마우스를 가지고 실험한 결과가 제일 빨랐다. 일반 마우스는 제안된 시스템 보다 2배 빨랐고 Eye Mouse 보다 3.6배 빨랐다. 그리고 제안된 시스템과 Eye Mouse를 비교 했을 때 전자가 후자보다 1.8배 빨랐다. 이 실험에서 시간 차이는 웹 브라우저에서의 결과보다 크다. 위에서 언급한 것처럼, 단일 특징을 사용한 시스템은 마우스 클릭을 구현하는데 따른 대기 시간이 필요한 반면 다중 특징을 사용한 시스템은 입 모양을 변화시킴으로써 마우스의 클릭을 즉시 구현 할 수 있다. 웹 브라우저와 스펠링 보드를 비교 했을 때, 후자가 전자보다 더 많은 마우스 클릭이 요구되며 이에 따른 시간 차이도 증가한다. 물론 짧은 대기 시간은 이 차이를 줄일 수 있지만 대기 시간이 너무 짧다면, 의도하지 않은 곳에서도 마우스의 클릭 기능이 발생하게 된다. 따라서 다중 특징을 사용한 제안된 시스템은 단일 특징을 사용한 시스템 보다 마우스의 다양한 작동을 더욱 효율적으로 구현 할 수 있다.

(2) 새잡기 게임

그림 12의 새잡기 게임은 슈팅게임으로서, 화면에 랜덤하게 날아오는 새를 맞추는 게임이다. 사용자의 얼굴의 특징을 이용하여 게임을 실행한다. 사용자가 눈을 움직이므로써 커서의 움직임이 제어되고, 사용자가 입

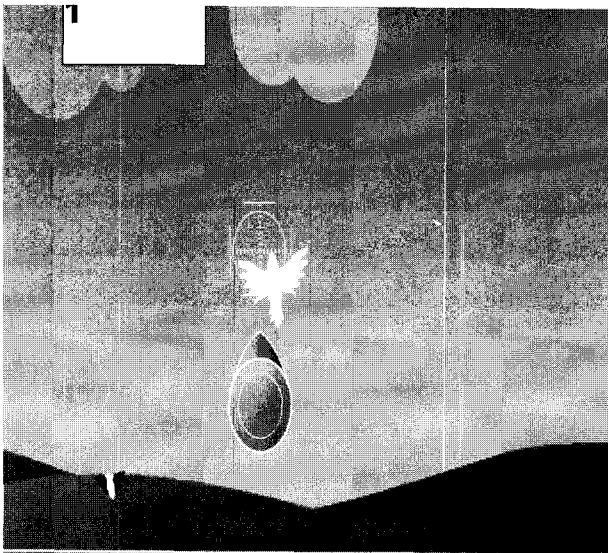


그림 12. 새잡기 게임
Fig. 12. The "Catching a bird" game.

표 6. 새잡기 게임 실험 결과
Table 6. Catching a bird test result.

	비장애인		장애인	
	평균	분산	평균	분산
제안된 방법	24.95	6.32	47.06	25.53
일반 마우스	13.2	1.2	-	-

을 벌림으로써 클릭 기능이 수행된다. 게임에서 새가 있는 곳으로 눈을 움직이게 되면 마우스가 움직이게 되며 새가 있는 곳에서 입을 벌리게 되면 총알이 발사된다. Eye Mouse는 클릭을 위해 응시하는 동안 캐릭터가 사라지기 때문에 실험하기 부적합 하여 새잡기 게임의 테스트는 일반 마우스와 제안된 인터페이스만 사용하였다.

새잡기 게임의 실험 결과는 표 6에 나타나 있다. 표 6은 게임에서 새를 10마리 잡을 동안의 시간을 평균과 분산으로 나타낸 것이다. 이 실험에서 일반 마우스가 제안된 시스템 보다 2배가 더 빨랐으며, 그 이유는 전 실험들과 같다.

위에서의 세 가지 실험은 제안된 시스템이 단일 특징을 사용한 다른 시스템보다 더 효율적 이라는 것을 보여준다. 각 실험들을 통하여 주목할 만한점이 두 가지 있다. 첫 번째는 제안된 시스템이 일반 마우스 보다 분산이 크다는 점이다. 이 차이는 사용자들이 일반 마우스에는 익숙하지만 제안된 시스템은 익숙하지 않다는 것을 말해 준다. 그러므로 사용자들이 제안된 시스템에 익숙해진다면 계산 시간이 줄어들 것으로 기대된다. 두 번째는 장애인과 비장애인의 분산을 비교 했을 때 장애인 그룹의 분산이 더 크다는 것이다. 이것의 차이는 첫 번째 경우와 같은 이유 이다. 대부분의 비장애인들은 컴퓨터의 사용이 자유롭지만 장애인들은 그렇지 못하다. 하지만 장애인들도 연습을 통해 제안된 시스템의 사용 시간을 줄일 수 있을 것이다.

결론적으로, 얼굴의 다중 특징을 사용한 제안된 시스템은 단일 특징 추적을 사용한 시스템 보다 더 빠르고 정확한 마우스의 다양한 작동을 효율적으로 구현 할 수 있다. 따라서 제안된 시스템은 비장애인뿐만 아니라 장애인에게도 효율적인 인터페이스로 사용 될 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 얼굴 특징 추적을 이용하여 마우스를 움직이는 PC기반의 인터페이스를 구현 하였다. 제안된

시스템은 PC카메라로 부터 얻어진 320×240 크기의 영상에서 얼굴 특징 영역을 초당 21 프레임의 속도로 추적하였다. 시스템의 효율성을 검증하기 위하여 웹 브라우저, 스펠링 보드, 새잡기 게임의 인터페이스로 활용하였고, 장애인과 비장애인으로 나누어 테스트 하였다. 실험 결과는 제안된 시스템이 실시간 시스템에 적용되기에 충분하며 보다 편리하고 친숙한 인터페이스로 활용될 수 있다는 것을 보여 주었다.

참 고 문 헌

- [1] Sharma, R., Pavlovic, V.I., Huang, T.S.: Toward multimodal human-computer interface. Proceedings of the IEEE , volume 86 , pp. 853 - 869 (1998)
- [2] Scassellati, Brian.: Eye finding via face detection for a foveated, active vision system. American Association for Artificial Intelligence. (1998)
- [3] W. G. Jeon and Y. S. Cho, "An equalization technique for OFDM and MC-CDMA in a multipath fading channels," in Proc. of IEEE Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing, pp. 2529-2532, Munich, Germany, May 1997.
- [4] Eun Yi Kim, Sin Kuk Kang.: Eye Tracking using Neural Network and Mean-shift. LNCS, volume 3982, pp. 1200-1209 (2006)
- [5] Michael J. Lyons.: Facial Gesture Interfaces for Expression and Communication. IEEE International Conference on Systems, Man, Cybernetics, volume 1, pp. 598-603. (2004)
- [6] Yang Jie, Yin DaQuan, Wan WeiNa, Xu XiaoXia, Wan Hui.: Real-time detecting system of the driver's fatigue. ICCE Inter⁶¹ Yang Jie, Yin DaQuan, Wan WeiNa, Xu XiaoXia, Wan Hui.: Real-time detecting system of the driver's fatigue. ICCE International Conference on Consumer Electronics, 2006 Digest of Technical Papers. pp. 233 - 234 (2006)national Conference on Consumer Electronics, 2006 Digest of Technical Papers. pp. 233 - 234 (2006)
- [7] Schiele, Bernet., Waibel, Alex.: Gaze Tracking Based on Face-Color. School of Computer Science. Carnegie Mello University (1995)
- [8] Chan a. d. c., Englehart K., Hudgins B., and Lovely D. F.: Hidden markov model classification of myoelectric signals in speech. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, volume 21, no. 4, pp. 143-146 (2002)
- [9] D. Comaniciu, V. Ramesh, and P. Meer.: Kernel-Based Object Tracking. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, volume 25, no. 5, pp. 564-577 (2003)
- [10] Gary R. Bradski and Vadim Pisarevsky : Intel's Computer Vision Library: applications in calibration, stereo segmentation, tracking, gesture, face and object recognition. IEEE Conference on Computer
- [11] Takami, O., Morimoto, K., Ochiai, T., Ishimatsu, T.. Computer Interface to Use Head and Eyeball Movement for Handicapped People. IEEE Conf. Systems, Man and Cybernetics. pp. 1119-1123 (1995)
- [12] Yunhee Shin, and Eun Yi Kim : Welfare Interface Using Multiple facial features tracking. LNAI 4304. pp. 342-462 (2006)

저 자 소 개



주 진 선(정회원)
 2006년 한국교육개발원 학사취득
 2006년~건국대학교 신기술융합
 학과 iIT전공 석사과정
 재학중
 <주관심분야 : 컴퓨터 비전, 패턴
 인식, 복지인터페이스, 지능형휠체
 어, 로봇 인터페이스>



신 윤 희(정회원)
 2006년 건국대학교 인터넷미디어
 공학부 졸업
 2006년~건국대학교 신기술융합
 과 iIT석사 재학
 <주관심분야 : 영상처리, 패턴인
 식, 컴퓨터 비전, 사용자 인터페이
 스>



김 은 이(정회원)
 1999년 경북대학교 컴퓨터 공학과
 석사 졸업
 2001년 경북대학교 컴퓨터 공학과
 박사 졸업
 2002년~건국대학교 인터넷
 미디어공학부 교수

<주관심분야 : 컴퓨터 비전, 패턴인식, 사용자 인
 터페이스, 디지털 콘텐츠, 생체인증 시스템>