

## 게임 사용자 얼굴표정 인식을 위한 얼굴인식 기법 분석

유 채 곤  
대덕대학 컴퓨터게임제작과

An Analysis of Face Recognition Methods  
for Recognition of Game Player's Facial Expression  
Chae-Gon Yoo  
Department of Computer Game Production, Daeduk College

### 요 약

컴퓨터 기술의 발전에 따라서 게임분야 역시 다양한 첨단 기술이 적용되고 있다. 예를 들면 강력한 3D가속 기능을 가진 비디오카드, 5.1 채널 사운드, 포스피드백 지원 입력 장치, 운전대, 적외선 센서, 음성 감지기 등이 게임의 입출력 인터페이스로서 이용되고 있다. 전형적인 방법 이외에도 광학방식이거나 휴대용 게임기에 대한 플레이 방식에 대한 연구도 활발하다. 최근에는 비디오 게임기에도 사람의 동작을 인식하여 게임의 입력으로 받아들이는 기술이 상용화되기도 하였다. 본 논문에서는 이런 발전 방향을 고려하여 차세대 게임 인터페이스의 방식으로 사용될 수 있는 사람의 표정 인식을 통한 인터페이스 구현을 위한 접근 방법들에 대하여 고찰을 하고자 한다. 사람의 표정을 입력으로 사용하는 게임은 심리적인 변화를 게임에 적용시킬 수 있으며, 유아나 장애자들이 게임을 플레이하기 위한 수단으로도 유용하게 사용될 수 있다. 영상을 통한 자동 얼굴 인식 및 분석 기술은 다양한 응용분야에 적용될 수 있는 관계로 많은 연구가 진행되어 왔다. 얼굴 인식은 동영상이나 정지영상과 같은 영상의 형태, 해상도, 조명의 정도 등에 따른 요소에 의하여 인식률이나 인식의 목적이 달라진다. 게임플레이어의 표정인식을 위해서는 얼굴의 정확한 인식 방법을 필요로 하며, 이를 위한 비교적 최근의 연구 동향을 살펴보고자 한다.

### 1. 개 요

최근의 게임분야는 그래픽의 고급화와 더불어, 인체공학적인 인터페이스, 5.1 채널 사운드 및 가상현실 등의 분야에서 다양한 연구가 진행 중이다. 현재 게임플레이어가 게임에 입력을 주는 방법으로는 키보드, 조이스틱(패드), 음성, 적외선 감지기, 운전대, 발판 등과 같은 전형적인 방법 이외에도 광학방식이거나 휴대용 게임기에 대한 플레이 방식에 대한 연구도 활발하다. 본 논문에서는 차세대 게임 인터페이스의 방식으로 사용될 수 있는 사람의 표정 인식을 통

한 인터페이스 구현을 위한 접근 방법들에 대하여 고찰을 하고자 한다. 사람의 표정을 입력으로 사용하는 게임은 심리적인 변화를 게임에 적용시킬 수 있으며, 유아나 장애자들이 게임을 플레이하기 위한 수단으로도 유용하게 사용될 수 있다. 영상을 통한 자동 얼굴 인식 및 분석 기술은 다양한 응용분야에 적용될 수 있는 관계로 많은 연구가 진행되어 왔다.

얼굴 인식은 동영상이나 정지영상과 같은 영상의 형태, 해상도, 조명의 정도 등에 따른 요소에 의하여 인식률이나 인식의 목적이 달라진다. 영상에 존재하는 모든 얼굴들을

찾는 분야나 얼굴의 특징을 묘사하기 위한 특징 분석도 얼굴 인식 분야의 중요한 주제로 연구되어 왔다. 본 논문에서는 얼굴인식에 관련된 분류 방법과 함께 비교적 최근의 연구 동향을 살펴보고자 한다.

## 2. 필요성 및 관련 연구

### 2.1 게임 입력 인터페이스의 발달

컴퓨터게임은 사용자의 입력과 이에 대한 컴퓨터의 반응이 피드백의 연속으로 이루어지는 작업이다. 그림 2-1에서는 전형적인 게임 입력 인터페이스를 도시하고 있다. 컴퓨터에서 일반적으로 사용되는 키보드와 마우스로부터 조이스틱, 조이패드, 드라이빙휠, 각종 발판 등의 인터페이스는 이미 오래 전부터 게임에 대한 입력 인터페이스의 역할을 해오고 있었으며, 게임 사용자의 모션을 인식하기 위하여 적외선 센서와 같은 장치도 일부 적용되고 있다. 최근에는 음성인식기술이 게임에 이미 적용되기 시작하였으며, 스타크래프트, 디아블로 2 등 국내에서 인기가 높은 게임과 음성인식 기술을 접목해 복잡한 조작을 단순화시킬 수 있는 게임 입력 기술이 등장하고 있다.

향후에는 게임의 고급화와 더불어 영상을 이용한 게임입

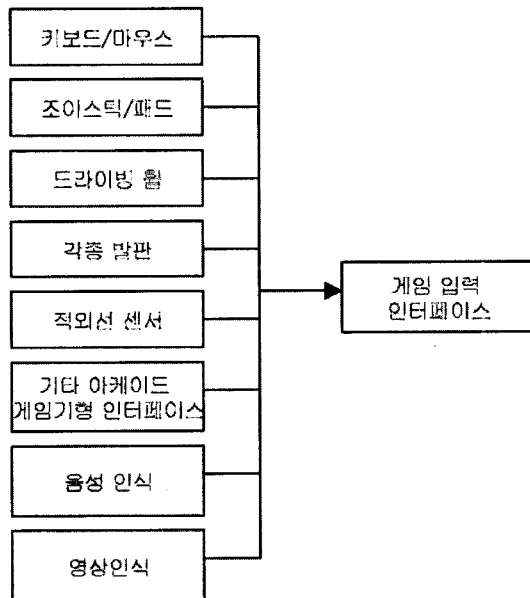


그림 2-1. 게임 입력 인터페이스

력 인터페이스가 또 하나의 필수 요소로 역할을 담당하리 가 판단된다. 예를 들어서 음성 인식의 경우 유아나, 장애인 등의 게임 사용자가 직접 손을 사용하지 않아도 게임을 플레이할 수 있는 편의성을 제공하지만 게임방과 같이 여러 사람이 모인 공간에서는 소음의 발생을 야기 시키는 부작용을 함께 가지고 있다. 또한, 차세대의 게임이 사용자의 단순한 신체적인 반응만을 감지하는 수준을 넘어서 사용자의 심리적인 작용을 판단하는 부분으로 성장하기 위해서는 사용자의 미묘한 심리를 감지하기 위한 방법의 하나로 사용자의 얼굴 표정을 이용할 수 있다. 이런 취지에서 게임 사용자의 얼굴 표정 인식은 게임 입력 인터페이스의 한 단계 발전을 의미한다.

### 2.2 관련 연구 분석

얼굴 인식 기술은 많은 연구들이 진행되어 왔고 현재도 진행되고 있다는 점은 방법이 다양하고 아직도 완벽한 해법을 찾기가 힘들다는 것을 의미한다. 관련된 연구들은 기술적인 관점에 의하여 분류할 때 몇 가지 범주가 존재한다. 본 장에서는 몇 지 관점 하게 분류되어 있는 방법을 소개하고, 추가적으로 게임 사용자의 얼굴 인식에 필요하다고 판단되는 관련 연구를 소개한다.

#### 2.2.1 인식 환경의 전제 조건에 의한 방법들

첫 번째로, 배경 이미지의 설정이 임의로 가능한 경우는 가장 쉬운 형태가 되며, 단색 혹은 배경 이미지를 미리 취득하여 놓는 경우 배경 이미지의 제거가 쉬우므로 정확한 얼굴 영역을 빨리 검출할 수 있지만 미리 배경이미지를 취득해야 하는 약점을 가진다. 두 번째, 피부의 색상을 사용하여 얼굴을 찾는 경우에는 사람의 피부색이 다양하다는 점이 문제점으로 작용하지만, 전형적으로 피부에 존재하는 색상을 통계적으로 사용하는 방법들이 시도된다.

세 번째로, 실시간 비디오의 경우 얼굴의 이동이 지속적으로 발생한다는 특징을 사용하여 얼굴의 위치를 일차적으로 감지할 수 있다. 이 경우는 게임 사용자의 얼굴을 실시간적으로 추적하는 경우와 흡사한 경우이다. 비디오 각 프레임의 이동 영역을 지속적으로 감지하여 얼굴의 위치를 추적하는 방법이다. 마지막으로, 가장 이상적인 형태이며 많은 어려움이 존재하는 방법으로, 아무런 제약이 없는 상황

에서 얼굴을 감지하는 방법이다. 이 방법은 다양한 특징 추출 방법을 사용하며 다음 절에서 소개되는 방법들로 구성된다.

**2.2.2 추출 기술 기반으로 분류된 방법들**

Erik Hjelmas[1]이 추출 기술을 기반으로 분류한 방법은 표 2-1과 같이 분류된다. 관련 연구의 분류 범주를 특징 기반 방법과 영상에 기반 한 방법으로 크게 분류하였으며, 특징 기반 방법에서는 크게 저수준 분석, 특징 분석, 능동형 모형 모델로 분류하여 얼굴인식 방법들을 분류하였다.

기반 범주	관련 방법
Feature-based	Low-Level Analysis * Edges * Gray information * Color * Motion * Generalized measures
	Feature Analysis * feature searching * Constellation analysis Active Shape Models * Snakes * Deformable template * Point distributed models
Image-based	Linear Subspace Methods Neural Networks Statistical Approaches Comparative valuation

표 2-1 접근 방법에 따른 얼굴인식 기술 분류

**2.2.3 기타 방법들**

특정한 제약조건이 없는 일반적인 환경 하에서의 얼굴 인식의 시도로서 Yanjiang Wang[3]은 얼굴검출의 첫 번째 단계로서 피부 색상 모델을 사용하였는데 피부색의 변화에 불변적으로 대처하기 위하여 정규화 RGB를 사용하였고, HSV(Hue, Saturation, Value) 모델을 부가적으로 사용하였다. 얼굴의 예상 지역을 결정한 후 이를 분리하기 위해서는 에이전트라고 불리는 기준점을 예상 지역에 설정한 후 점진적으로 에이전트의 영역을 변화시켜서 예상 픽셀들을 검출하였다. 얼굴의 영역이 검출된 후에는 얼굴의 특징을 분석하고 눈의 위치를 검출하는 단계를 취하였는데, 얼굴의 특징 라인 6개로서 두 눈썹, 두 눈, 코, 입을 사용하였다. 최

종 처리 단계로 Wavelet 분할을 이용하여 얼굴의 특징을 분석하였고, 눈의 정확한 검출은 신경망을 이용하였다.

Kwok-Wai[2]의 접근 방법으로는 역시 사람얼굴의 강력한 특징인 눈의 위치를 찾기 위하여 모든 계곡 지역(Valley Region)을 탐색하는 방법을 사용하였다. 다음 단계로는 후보 위치들이 유효한 얼굴 영역인지의 판단을 위하여 대칭성(symmetry)을 검사하였으며, 그 후 눈썹, 홍채, 콧구멍, 입의 코너 등을 추가적으로 검출하였다.

F. Marques[4]의 시도에서는 비디오 시퀀스내에서의 얼굴을 분리하고 추적하기 위한 방법을 시도하였다. 이 연구에서는 연결 연산자 (Connected Operator)라는 개념을 사용하여 얼굴에 속해 있는 가능성이 높은 연결 요소를 추출하기 위하여 사용하였다. 연결 연산자는 이진 분할 트리(Binary Partition Tree)를 사용하여 구성된다. 이 방식에서는 분할 전사 접근(Partition Projection Approach)라는 작업을 수행하는데, 이는 이전 프레임의 파티션을 현재 프레임에 전사하는 방법이다. 현재 프레임의 이미지는 얼굴 영역, 비얼굴 영역, 불확실 영역으로 나뉘어져 처리된다.

Lian Hock Koh[5]의 접근 방법에서는 특별한 전제조건에 구애받지 않는 복잡한 장면에서 얼굴 인식을 위한 방법을 시도하였다. 이 접근 방법에서는 복잡한 배경으로부터 원형 테두리 안에 얼굴을 분리하는 방법을 사용하였다. 원형 테두리 안에는 방사형 그리드(Grid)가 존재하며, 그리드의 중앙이 사람의 코에 위치하도록 한 후 기타 특징들의 추출을 시도한다. 그리드에 대한 특징 벡터들은 얼굴 식별을 위한 신경망의 입력 값으로 사용된다.

Olugbenga Ayinde[6]의 방식에서는 다양한 포즈, 조명, 크기, 표정 등의 이유로 인하여 얼굴 인식의 난점을 지적하였으며, 접근 방법으로서 Gabor 필터를 통과한 이미지의 순위 상관(Rank Correlation)을 사용하였다. 이미지의 표현은 원영상과 Gabor 필터 처리된 영상으로부터 계산된다. 이 방식에서는 학습처리 과정에서는 계산시간이 요구되는 반면 인식 과정은 매우 짧다는 특성을 가진다.

위에서 살펴본 접근 방법들이 얼굴 자체의 인식에 초점을

맞추는 반면 Ying-Li Tian[7]의 방법에서는 얼굴의 표정을 인식하기 위한 활동 유닛(Action Unit)을 추출하는 것을 목적으로 한다. 크게 표적은 행복, 화, 놀람, 그리고 공포로 구분되어 질 수 있다. 이 논문에서 구현하고 있는 자동얼굴분석(Automatic Face Analysis) 과정에서는 눈썹, 눈, 입 등과 같은 영구적인 얼굴 특징을 추출할 뿐 아니라 얼굴의 자세한 입자들의 변화를 FACS(Facial Action Coding System)의 활동 유닛으로 인식하는 방식을 사용한다. 추적의 대상은 입술, 눈, 눈썹, 볼과 더불어 주름살을 대상으로 하며 특징들의 정량화된 묘사(description)를 추출한다.

마지막으로 살펴볼 방식은 Pong C. Yuen[8]의 독립 요소 분석을 사용한 얼굴 표현이다. 이 방법에서는 독립요소들은 독립적이기는 하지만 상호간 직교적이지는(orthogonal) 않다는 것이며, 학습 집합 이외의 이미지는 직접 함수에 의하여 매핑될 수는 없다는 특징을 가진다. 새로운 표현을 위하여 Householder 변환을 사용한 최소승(Least-squares) 방법을 사용하였다.

### 3. 게임 인터페이스로서의 적합성

향후 발전하게 될 게임 입력 방식의 하나로써 이미지를 통한 사람 얼굴의 표정이나 움직임의 인식을 위한 관련 연구들을 살펴보았다. 얼굴인식 과정에서의 문제점은 일반적인 영상처리분야에서와 마찬가지로 영상의 복잡성, 찾고자 하는 대상의 크기, 조명변화, 포즈변화, 잡음, 해상도 등의 문제점을 가지고 있다.

게임 입력으로서 얼굴인식이 사용되기 위해서는 실시간 처리, 조명에 불변, 표정 감지, 얼굴 트래킹, 눈동자 인식, 사용자 식별(보안이 필요한 경우) 등의 요구조건이 필요하다. 현재 대부분의 연구나 상용화된 구현분야에서 동영상 프레임 간의 차영상을 통하여 얼굴의 위치나 이동사항은 큰 어려움이 없이 감지가 가능하다. 이에 추가적으로 얼굴의 구조를 정확하게 판별하기 위한 방법에 대한 접근이 필요하다. 기존의 얼굴 관련 연구들은 보안을 위한 얼굴의 인식(Recognition)을 위하여 PCA (Principal Component Analysis)나 LDA (Linear Discriminant Analysis)에 관련된 분야에 초점이 맞추어져 있는 반면, 게임입력으로서의 얼굴인

식은 빠르고 정확한 얼굴의 트래킹과 특징 자체의 추출 및 의미 분석이 중요하다고 할 수 있다.

위에서 살펴본 방법들을 기반으로 게임 입력에 필요한 과정을 정리하여 보면 먼저 RGB나 HSV(Hue, Saturation, Value)를 사용한 피부의 영역 감지는 다른 특징 추출과정에 비하여 속도가 빠른 방식이므로, 게임 입력 인터페이스에 필요한 실시간 처리를 만족시킬 수 있는 기본적인 접근 방법이라고 할 수 있다. 물론 RGB 컬러모델의 변형모델로서, YCbCr, YUV, YIQ 등도 실시간 변환에 문제가 없으므로 실시간 얼굴감지와 인식에 사용이 가능하며, 특히 이 컬러모델들은 조명 성분이 분리되어 처리되기 때문에, 조명의 변화에 덜 민감하다는 장점을 추가적으로 갖는다. 단 배경의 색상이 피부색과 비슷할 경우에는 오차가 발생할 수도 있지만, Yanjiang Wang의 방법에서와 같은 여섯 가지 특징들을 부가적으로 사용한다면 얼굴 영역 결정의 정확성을 높일 수 있다. 물론 피부색의 통계에 근거하므로, 사용 대상의 인종에 따라서 약간의 조정(Adjusting)을 필요로 할 것이다.

많은 접근 방법들은 아무런 제약이 없는(unconstrained) 상황에서의 인식 방법을 탐색하고 있지만, 게임 입력 환경의 경우에는 사용자와 게임기간의 거리가 전형적으로 정해져 있는 상태에서 사람의 얼굴 크기 또한 추측이 용이하기 때문에, 완전 무제약 환경에서의 처리에 필요한 비용을 모두 소비할 필요는 없을 것이다.

Kwok-Wai의 방법에서 사용된 바와 같이 눈동자를 검출하는 경우 사용자의 관심사를 감지하는데 매우 유용한 정보로 작용을 하며, 눈의 움직임 자체가 게임 동작에 대한 명령어로도 사용될 수 있는 유용함을 가진다.

### 4. 결론 및 향후 연구

게임 입력 인터페이스로 사람의 얼굴을 이미지를 사용하기 위한 전형적인 분류들과 관련 연구들을 살펴보았다. 이 방법들의 최종적으로 아무런 제약이 없는 상황에서 정확한 얼굴 위치의 탐색, 표정의 인식, 그리고 얼굴의 표현을 목적으로 하고 있다. 얼굴 인식은 보안이나 각종 장치의 입력 등에 다양하게 적용될 수 있는 실용적인 기술이다. 얼굴 인식

분야는 서두에 언급한 바와 같이 아직도 보다 나은 해법을 찾기 위하여 다양한 연구가 진행 중이다.

게임 입력 인터페이스로서의 얼굴인식은 얼굴의 크기나 자세를 예측할 수 있는 강화된 전제조건을 가지므로, 더욱 기술 구현이 유리한 점을 가지고 있다. 본 논문에서는 비교적 최근에 진행된 연구들과 최대한 다양한 관점의 이론을 가진 대상을 선정하여 살펴보았다. 향후 연구로서는 본 논문에서 살펴본 관련 연구들의 적용과 더불어 게임 인터페이스에 더욱 적합한 수행시간을 절약할 수 있는 방법의 연구를 진행할 예정이다.

### 참고 문헌

[1] Erik Hjelmas, Boon Kee Low, "Face Detection : A Survey," Computer Vision and Image Understanding, Vol. 83, 2001, pp. 236-274

[2] Kwok-Wai Wong, Kin-Man Lam, Wan-Chi Siu, "An algorithm for human face detection and facial feature extraction under different conditions," Pattern Recognition, Vol. 34, 2001, pp. 1993-2004.

[3] Yanjiang Wang, Baozong Yuan, "A novel approach for human face detection from color images under complex background," Pattern Recognition, Vol. 34, 2001, pp. 1983-1992.

[4] F. Marques, V. Vilaplana, "Face segmentation and tracking based on connected operators and partition projection," Pattern Recognition, Vo. 35, 2002, pp. 601-614

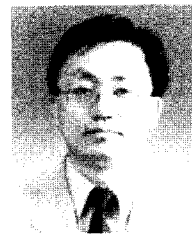
[5] Lian Hock Koh, Surendra Ranganath, Y.V. Venkatech, "An integrated automatic face detection and recognition system, Pattern Recognition," Vol. 35, 2002, pp. 1259-1273.

[6] Olugbenga Ayinde, Yee-Hong Yang, " Face recognition approach based on rank corelation of Gabor-filtered images," Pattern Recognition, Vol. 35, 2002, pp. 1275-1289.

[7] Ying-Li Tian, Jeffrey F. Cohn, "Recognizing Action Units for Facial Expression Analysis," IEEE

Transactions on Pattern Analysis and machine Intelligence, Vol. 23, No. 2, Feb. 2001, pp. 97-115.

[8] Pong C. Yuen, J.H. Lai, "Face representation using independent component analysis," Pattern Recognition, Vol. 35, 2002, pp. 1247-1257.



유 채 곤

1992 충남대학교 전산학과 (이학사)  
 1997 충남대학교 전산학과 (이학석사)  
 1998 South Dakota 주립대 전산과 (이학석사)  
 2004 충남대학교 컴퓨터과학과 (이학박사)  
 현. 대덕대학 컴퓨터게임제작과 교수 및 학과장  
 현. 대덕대학 원격교육센터장  
 현. 한국게임학회 이사 및 교과개발위원장  
 관심분야 컴퓨터게임, 영상처리, 컴퓨터비전