



# 비전 기반의 사람 동작 인식에 관한 기술과 적용사례

김정환·정기철 (승실대학교)

## I. 서론

컴퓨터 기술의 발달과 함께 정보 시스템이 복잡하게 되면서 인간과 정보 시스템 사이에 자연스럽게 정보를 교환할 수 있는 지적 인터페이스에 관한 관심이 날로 커지고 있으며 특히 컴퓨터 비전기술을 기반으로 하는 얼굴과 제스처 인식 알고리즘을 적용하여 다양한 대화형 시스템을 구축하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다.

이러한 얼굴과 제스처 인식의 연구가 관심을 받게 되는 이유는 일상생활에서 인간의 제스처, 얼굴의 표정과 같은 비언어적 수단을 이용하여 수많은 정보를 전달하기 때문이고, 따라서 자연스럽게 지적인 인터페이스를 구축하기 위해서는 얼굴과 제스처와 같은 언어적 통신수단에 대한 연구는 매우 중요하다.

인식한다는 것은 인체 각 부위가 시간 축에 대해 어떠한 형상 변화를 가지는가를 자동으로 알아내는 것을 의미하며 신체 특정부위의 동작을 추적하여 분석하는 연구로서 손 제스처 또는 얼굴의 움직임 등을 인식하는 알고리즘들이 개발 및 다양한 분야에서 응용되고 있다.

본 고에서는 컴퓨터 비전 기술 기반에 얼굴과

제스처 인식 기술의 현황과 그 적용 사례들에 대해 알아보려고 한다. 본 고의 구성은 제 II장에서 컴퓨터 비전의 개요를, 제 III장에서는 컴퓨터 비전 기술을 이용한 얼굴과 제스처 인식 기술에 대해 알아보며 제 IV장에서는 비전 기반의 인식 기술을 로봇에 적용한 사례 그리고 제 V장에서는 향후 전망을 살펴보고자 한다.

## II. 컴퓨터 비전 기술의 개요

시각(Vision)은 인간이 지니고 있는 지적 감각능력 중에서 아마도 가장 뛰어난 것이라고 할 수 있을 것이다. 인간은 사물과 직접 접촉하지 않고서도 시각시스템을 통하여 주변 환경에 대한 정보를 얻을 수 있어 다른 어느 시스템보다도 경이적인 속도와 가장 높은 해상도(resolution)로서 정보를 얻을 수 있다.

이와 같이 인간은 주어진 환경에 적응하면서 방대한 양의 정보를 습득하고 학습하는 과정을 반복하며 이러한 정보 획득 및 학습 활동의 많은 부분이 시각 활동을 통하여 구현된다.

인간에게 있어서의 시각 능력은 태어날 때부

터 주어지는 것이지만 기계(컴퓨터 또는 로봇)에 시각 능력을 부여하는 것은 상당히 어려운 문제이다.

이를 위해 컴퓨터 비전(Vision) 기술은 어떤 영상에서 장면이나 특징(scene or features)들을 컴퓨터로 하여금 “이해(Understanding)”를 위한 중요한 분야로 영상으로부터 유용한 정보를 추출하는 작업을 의미한다. 즉, 여러 화소들의 배열인 영상으로부터 물리적인 대상을 명확하고 의미 있게 해석하는 과정을 의미하는 것으로 자동검사, 물체인식, 물체추적 등 많은 응용분야에서 연구되고 활용되고 있다.

### III. 컴퓨터 비전 기술 기반의 얼굴과 제스처 인식 기술

#### 1. 얼굴 인식(Face Recognition)

비전 기술을 이용한 얼굴 인식은 카메라로 입력된 영상으로부터 데이터를 해석 및 참조하여 사람의 얼굴을 인지하는 것을 말하며 사용자의 특별한 동작이나 행위에 대한 요구가 없이 비접촉식으로 자연스럽게 확인할 수 있다는 장점 때문에 다른 생체인식 기술에 비해 경쟁력이 높은 기술로 평가되고 있다.

실제로 국내 특허 출원 기술 내용에서도 ‘조명 변화, 얼굴 표정 변화 등에 독립적인 얼굴 인식 방법’, ‘화면 보호기에서 얼굴 인식을 이용한 사용자 인증방법’, ‘비디오 화상으로부터의 얼굴 인식’, ‘표정 변화와 주변 환경에 독립적인 얼굴 인식을 위한 학습 및 인식 방법’, 등의 얼굴 인식 기술에 대한 내용이 늘어나고 있는 추세이다.

또한 생체 인증의 기술로 이를 통해 개인 식별

및 인증, 금융 기관, 스마트 카드, 접근 제어 등의 보안 분야에서도 큰 잠재력을 갖는다<sup>[1]</sup>.

이러한 이유로 최근 대학이나 사회에서 얼굴 인식 기술에 대한 관심이 크게 증가하였으며 얼굴 인식을 위한 자동화 시스템을 구성하기 위해 노력하고 있다.

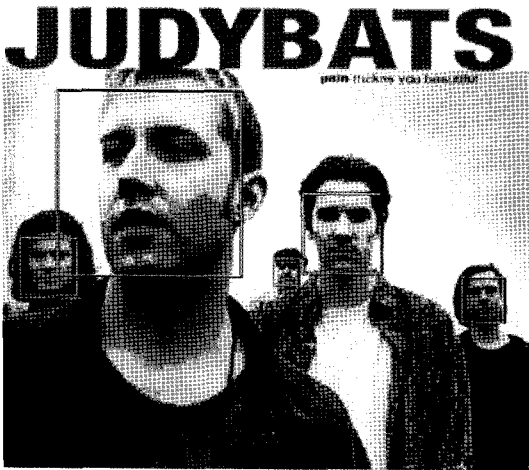
얼굴 인식을 위한 자동화 시스템을 구성하기 위해서는 먼저 입력 영상에서 얼굴을 찾는 것(Detection)이 선행되어야 하며, 얼굴을 찾는다는 것은 복잡한 입력 영상으로부터 얼굴이 있는지 없는지를 결정하는 것이다<sup>[2]</sup>.

얼굴 검출을 위한 방법으로는 신경망을 이용한 얼굴 검출 방법<sup>[3~7]</sup>, SVM(Support Vector Machines)을 이용한 얼굴 검출 방법<sup>[8]</sup>, ASM(Active Shape Model)을 이용한 얼굴 검출 방법<sup>[9]</sup>, 특징 기반의 얼굴 검출 방법<sup>[10]</sup>, 모폴로지(Morphology) 기반의 전처리 과정을 기반으로 한 얼굴 검출 방법<sup>[11]</sup> 등의 방법들이 사용되었으며, 최근에는 Adaboost 알고리즘이 제안되어 많이 사용되고 있다.

Adaboost 알고리즘은 기본적으로 Haar-like Feature를 이용하여 Object의 특징 값을 연산하고, Haar-like Feature 하나당 한 개의 약 분류기(Weak Classifier)를 생성한 뒤, 그 약 분류기들의 성능을 측정, 선택하여 강 분류기(Strong Classifier)를 만들어 Object를 분류하는 방법이다. Adaboost 알고리즘을 이용한 Object 검출의 장점은 속도가 빠르고, 검출률이 높으며, 배경과 밝기 변화에 강인한 것이 장점이다.

[12]는 Adaboost를 이용하여 실시간 얼굴을 검출 방법의 결과로 논문에서 92%의 <그림 1>과 같이 높은 검출률을 보여주고 있다.

최근 컴퓨터 비전 기술을 보다 쉽게 사용하고 자 Intel사에서 OpenCV 라이브러리<sup>[13]</sup>를 무료



〈그림 1〉 Adaboost를 이용한 실시간 얼굴 검출 결과<sup>[12]</sup>

로 제공하고 있다. OpenCV 라이브러리를 통해 Adaboost 알고리즘 및 다른 비전 알고리즘들을 손쉽게 사용할 수 있다.

위에서 얼굴 인식의 선행 작업으로 얼굴 검출 방법들에 대해 알아보았다. 이후로는 얼굴 인식과 얼굴 인식 및 추출을 기반으로 한 응용된 사례에 대해 알아보도록 하자.

일반적으로 얼굴 인식을 위해 데이터베이스가 필요하며 입력된 얼굴 영상과 비교를 통해 누구 인지를 판별하는 작업으로 얼굴 인식 기술은 크게 3가지로 분류된다<sup>[1]</sup>.

첫째로 전체관적 방법(Holistic methods)은 각 얼굴 영상이 하나의 다차원 벡터로 표현하는 방법으로 세밀한 텍스처(Texture)와 형태 정보를 보존할 수 있어 얼굴들을 구별하는데 있어서 유용하다<sup>[14~17]</sup>.

두 번째로 지역적 방법(Local methods)은 얼굴 인식을 위해 정해진 영역의 특징들만을 사용하여 얼굴을 인식하는 방법이다. 전체관적인 방

법에 비해 저차원 벡터를 사용하는 것이 특징이다<sup>[18~22]</sup>.

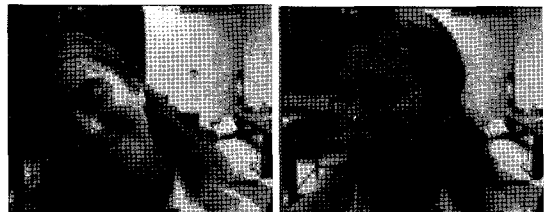
마지막 방법으로 혼성 방법(Hybrid methods)이 있다. 혼성 방법은 위에서 언급한 전체관적인 특징과 지역적인 특징을 동시에 사용하는 방법으로 장점만을 취하여 단점을 보완하려는 것이 목적이다<sup>[23]</sup>.

얼굴 인식을 응용한 방법으로는 얼굴의 특징 성분들, 눈, 코, 입 등 얼굴의 특정 부위 움직임을 이용하여 입력 장치로 이용하는 경우와 머리의 위치 방향을 추적하여 시스템의 입력으로 이용하는 방법 등이 있다.

그 예로 눈의 위치를 시스템이 판단하여 사용자의 의도에 따라 여러 가지 다른 이벤트를 취해주는 경우 사용자의 의도를 파악하기 위해 시선 검출(Gaze Detection), 눈 깜박임(Eye Blinking), 눈 추적(Eye Movement Tracking), 머리 추적(Head Tracking) 등의 방법이 사용되기도 한다.

다른 예로 얼굴의 특징 성분을 이용하여 Magic Pointing<sup>[24]</sup>은 eye tracking과 fixation detection을 결합해 마우스 포인터를 움직이는 시스템을, Nouse<sup>[25]</sup>는 〈그림 2〉와 같이 코 끝의 고유한 픽셀의 패턴을 이용해 코를 마우스처럼 사용하는 시스템을 제안하였다.

이외에도 다양한 분야에서 얼굴 인식 기술이



〈그림 2〉 'Use Your Nose as a Mouse' 코의 특징점 추적 기술<sup>[25]</sup>

응용되고 있으며 특히 생체인식 방법 중 가장 자연스러운 방법으로 생체인식 애플리케이션 성장에 있어서도 중요한 역할을 할 것으로 보인다. 얼굴 인식 시장 규모는 급격히 성장하고 있고 업체의 신규 개발 계획도 얼굴 인식 분야가 상위권을 차지하고 있어 지속적인 발전이 예상된다.

## 2. 제스처 인식(Gesture Recognition)

컴퓨터 비전을 이용한 인식 기술의 또 다른 영역으로는 제스처 기반 상호작용이 있다. 제스처란 손가락, 손, 팔, 머리 또는 몸의 신체적인 움직임 포함하는 의미 있는 신체의 동작을 말하는데 여기에는 움직이고 있는 동작이나 정지되어 있는 상태까지 포함한다<sup>[26]</sup>. <그림 3>은 제스처 인식을 위한 시스템의 한 예이다.

제스처 인식은 크게 센서에 기반한 제스처 인식, 영상 기반의 제스처 인식으로 구분된다<sup>[27]</sup>.

센서 기반의 제스처 인식은 움직임의 위치와 방향을 얻기 위한 방법으로 기계식 방식, 관성 방식, 자기 방식, 광학 방식 등이 사용되며 이와 같은 센서 기반의 방식은 사람의 몸에 수신기를 부착하기 때문에 동작을 제한하는 단점이 있지만

정교한 제스처나 포즈 인식이 가능하다.

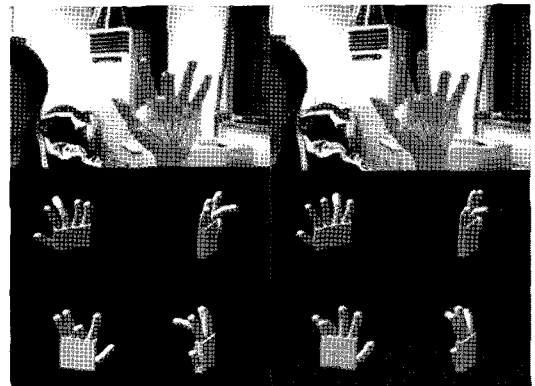
영상 기반의 제스처 인식은 주로 비디오카메라와 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 정보를 획득하는 방식으로 영상 그 자체를 이용하거나 카메라의 입력 영상으로부터 기하학적인 특징을 추출하는 방식이다. 영상 그 자체를 사용하는 경우 계산량이 적어 실시간 인식에 적합하나 일반성이 결여되고 기하학적 특징을 이용하는 경우는 정적인 제스처를 인식하기 위해 이용되고 있지만 많은 계산 양을 필요로 하기 때문에 실시간 인식에는 부적합하다.

손 포즈를 모델링하거나 손 또는 손가락의 움직임을 인식하는 방법으로 [28]에서는 <그림 4>와 같이 3차원 손 모델링 기반의 방법을 제안하였고 가상 키패드를 이용하여 효율성을 확인하였으며 이와 같은 손 포즈, 손 움직임 모델링 방법은 HCI, 제스처 인식과 같은 여러 응용에 사용될 수 있다.

손의 포즈나 동작 외에 사람의 포즈를 인식하는 방법으로는 컴퓨터 비전(Computer vision) 뿐만 아니라 기계학습(Machine learning), 패턴 인식(Pattern recognition) 등의 분야에서도 연



<그림 3> 제스처 인식을 위한 3차원 인식 시스템



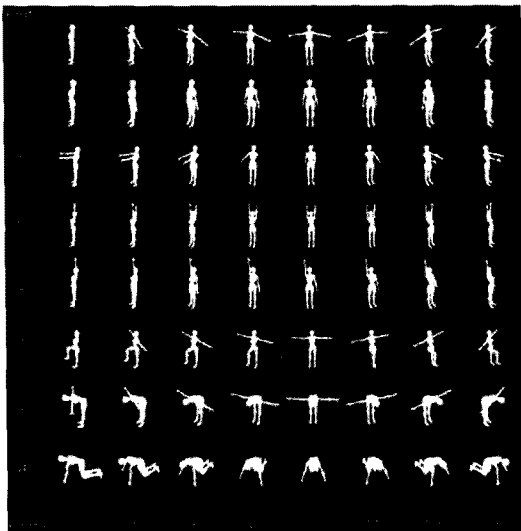
<그림 4> 3차원 손 모델링 기반의 손 제스처 동작 인식 기술<sup>[28]</sup>

구가 진행되고 있다.

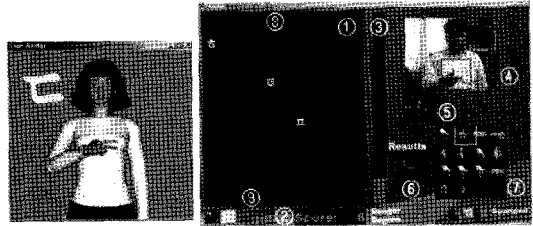
이중에서 비전 기반의 포즈인식 연구는 크게 2D 방법, 3D 방법으로 나눌 수 있다. 2D 포즈인식은 다시 명시적으로 신체의 특정 부분을 찾아 인식하는 방법과 포즈의 모양이나 특징 추출 기반의 방법으로 나누어지고, 3D 포즈인식은 사용한 카메라의 수에 따라 단일 시점(Single-view) 기반의 방법과 <그림 5>와 같이 다시점(Multi-view) 기반의 방법으로 나눌 수 있으며 보다 좋은 인식률을 위해 포즈 인식 연구도 활발하게 진행 중에 있다.

앞서 제스처 인식의 종류와 방법에 대해 이야기 하였다. 이제부터는 제스처 인식의 적용 사례에 대해서 알아보도록 하자.

제스처 인식의 적용 사례로 손의 자세와 손가락 움직임을 인지하여 그림을 그리는 DrawBoard 시스템<sup>[29]</sup>이, 게임 분야에서는 상용된 게임으로 Sony의 Eye Toy는 PlayStation II 용 웹 카메라를 이용해 게이머가 카메라를 통해 화면에 비



<그림 5> 다 시점 기반의 3D 포즈 인식을 위한 실루엣 모델



<그림 6> 청각장애인을 위한 수화 인식을 적용한 게임

치게 되어 게이머의 손 동작, 몸 동작으로 즐기는 게임<sup>[30]</sup> 등이 있으며, 최근 Wii 게임기와 같은 센서 기반의 제스처 인식을 통해 인간의 몸 동작을 이용한 게임 기술도 상용화 되고 있다.

또한 장애인을 위한 인터페이스로도 제스처 인식 기술이 많이 이용되고 있다. <그림 6>은 청각장애인을 위한 수화 인식 방법으로 만들어진 게임이다. 이 게임은 손 영역에 템플릿 매칭을 이용하여 입력된 손 영역과 저장된 각기 다른 손 모양간의 유사성(Similarity)을 계산하여 계산된 유사성이 최대가 되는 값(Maximum value)을 찾아 가장 유사한 영역이라고 판단하는 방식을 적용하였다.

이처럼 제스처 인식은 게임, 가상현실, 상호작용을 위한 각종 인터페이스 등 그 쓰임이 다양한 응용 분야로 확대되고 있다.

#### IV. 비전 기반의 인식 기술을 로봇에 적용한 사례

최근 RT(Robot Technology) 산업은 IT(Information Technology), BT(Bio Technology)에 이어 또 하나의 거대시장을 형성하는 차세대 핵심 산업으로 급부상하고 있다. 특히 지능형 로봇은 최근 전자기술의 눈부신 발전에 따라 새로



〈그림 7〉 포인팅 제스처를 이용한 로봇을 제어하는 장면<sup>[12]</sup>

운 응용분야를 찾아가고 있으며 과거에는 불가능했던 초고속 대용량 반도체의 기술발전 추세에 따라 새로운 개념의 로봇들이 속속 등장하고 있다.

이와 같은 지능형 로봇에서 비전기술은 필수적인 기술로 입력 영상 데이터 또는 설치된 센서 등을 바탕으로 획득되는 정보를 이용하여 사람과 로봇의 상호작용을 가능하게 한다.

[31]에서는 사람과 로봇의 자연스러운 상호작용을 위해 제스처 인식을 적용하였고, [32]에서는 <그림 7>과 같이 포인팅 제스처를 이용한 사람과 로봇의 상호작용을, [33]에서는 편리하고 효율적인 로봇과의 상호작용을 위해 손의 포즈 인식을 인터페이스에 적용하였다.

비전기반의 인식 기술은 로봇과 사람간의 자연스럽고 편리한 상호작용을 위해 연구되고 있으며 비단 로봇뿐 아니라 다양한 분야에서 연구 및 활용되고 있다.

## V. 향후전망 및 맺음말

향후 만들어질 로봇에 인식 기술을 적용하는

예로 경비 로봇에 얼굴 인식 기술을 적용하면 검출된 사람이 내부의 등록된 사람인지 외부 침입자인지를 구분해낼 수 있다. 안내 로봇경우 방문객의 성별 또는 연령대를 인식하여 선호하는 정보를 우선적으로 제공할 수 있을 것이다.

또한 제스처(손짓)를 이용하여 멀리 있는 로봇을 통제할 수도 있고 주인의 얼굴 표정을 인식하여 주인의 기분이 나쁘면 기분이 좋아지도록 장난을 친다거나 기분이 좋아질 때까지 가만히 기다리는 등의 행동을 취할 수 있을 것이다. 이런 다양한 예시들은 현재 상용화된 것도 있으며 몇 년 안에 실현 가능한 기술들도 있다.

하지만 우리나라의 로봇전문 인력 중 비전을 제대로 전공한 사람의 수가 여타 로봇분야에 비해 턱없이 부족한 것이 현실이다. 기계공학 전공자를 주축으로 우리나라의 로봇학계가 성립됐기 때문에 로봇연구에서 비전분야에 관심은 상대적으로 떨어지게 된 것이다.

국가별로 보면 미국은 로봇비전도 무인자동차·군용무기와 같은 현실적 목표를 설정해두고 막대한 자원을 투입하는 연구방식을 선호하고 있다. 유럽은 인간시각을 기계적으로 모방하는 기초연구와 모델개발에서 앞서가고 있다.

이웃하는 일본은 산업장비의 시각적 검사, 측정에 사용되는 이른바 머신비전에서 강력한 경쟁력을 갖췄다. 중국도 영재들이 가장 많이 진출하는 분야가 로봇비전이고 MS가 출범 시킨 로봇사업부 역시 비전 전문가들이 주축을 이루고 있다.

위와 같은 비전의 핵심 기술은 로봇에 대해서 국한된 이야기가 아니며 출입 통제 시스템, 비디오 감시 시스템, 비자, 여권, 주민등록증의 위변조 판단, 용의자, 영상 검색, 아바타 표현 등 다양한 시스템에서 다양한 목적으로 광범위하게 활용되고 있다.

따라서 현실적으로 비전 기술의 중요성과 필요성이 증대되는 현 시점에서 우리나라도 비전 기술에 전문적인 인력양성과 더불어 상용화를 위한 연구와 기술 개발이 지속되어 경쟁력 있는 인력과 기술이 필요한 때이다.

### 참고문헌

- [1] W. Zhao, A. Rosenfeld, "Face recognition from a single image per person: A survey," *Pattern Recognition*, Vol.39, pp.1725-1745.
- [2] M. Yang, N. Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.24, No.1 pp.34-58, 2002.
- [3] R. Fe'raud, O.J. Bernier, J.-E. Villet, and M. Collobert, "A Fast and Accuract Face Detector Based on Neural Networks," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.22, No.1, pp.42-53, Jan., 2001.
- [4] P. Juell and R. Marsh, "A Hierarchical Neural Network for Human Face Detection," *Pattern Recognition*, Vol.29, No.5, pp.781-787, 1996.
- [5] S.-H. Lin, S.-Y. Kung, and L.-J. Lin, "Face Recognition/Detection by Probabilistic Decision-Based Neural Network," *IEEE Trans. Neural Networks*, Vol.8, No.1, pp.114-132, 1997.
- [6] H. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade, "Neural Network-Based Face Detection," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.20, No.1, pp.23-38, Jan., 1998.
- [7] K.-K. Sung and T. Poggio, "Example-Based Learning for View-Based Human Face Detection," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.20, No.1, pp.39-51, 1998.
- [8] E. Osuna, R. Freund, and F. Girosi, "Training Support Vector Machines: An Application to Face Detection," *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.130-136, 1997.
- [9] A. Lanitis, C.J. Taylor, and T.F. Cootes, "An Automatic Face Identification System Using Flexible Appearance Models," *Image and Vision Computing*, Vol.13, No.5, pp.393-401, 1995.
- [10] K.C. Yow and R. Cipolla, "Feature-Based Human Face Detection," *Image and Vision Computing*, Vol.15, No.9, pp.713-735, 1997.
- [11] C.-C. Han, H.-Y.M. Liao, K.-C. Yu, and L.-H. Chen, "Fast Face Detection via Morphology-Based Pre-Processing," *Proc. Ninth Int'l Conf. Image Analysis and Processing*, pp.469-476, 1998.
- [12] P. Viola, M. Jones "Robust Real-Time Face Detection," *International Journal of Computer Vision* pp.137-154, 2004.
- [13] <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>
- [14] Wu, J. and Zhou, Z.-H., "Face Recognition with one training image per person. *Pattern Recognition Letters*, Vol.23, pp.1711-

- 1719, 2002.
- [15] Chen, S. C., Zhang D.Q., and Zhou Z.-H. Enhanced (PC)2A for face recognition with one training image per person, *Pattern Recognition Letters*, Vol.25, pp.1173-1181, 2004.
- [16] Yang J., Zhang D., Frangi A. F. & Yang J., "Two-dimensional PCA: A new approach to appearancebased face representation and recognition," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.26, pp.131-137, 2004.
- [17] Wang J., Plataniotis K.N. and Venetsanopoulos A.N., Selecting discriminant eigenfaces for face recognition, *Pattern Recognition Letters*, Vol.26, pp.1470-1482, 2005.
- [18] Gao Y. and Qi Y., Robust visual similarity retrieval in single model face databases, *Pattern Recognition*, Vol.38, pp.1009-1020, 2005.
- [19] Wiskott L, Fellous, Kruger N. and Malsburg C.von, Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching, *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.19, pp.775-779, 1997.
- [20] Lawrence, S., Giles, C.L., Tsoi, A. and Back, A. Face recognition: A convolutional neural-network approach. *IEEE Trans. on Neural Networks*, Vol.8, pp.98-113, 1997.
- [21] Tan X., Chen S.C., Zhou Z.-H., and Zhang F. Recognizing partially occluded, expression variant faces from single training image per person with SOM and soft kNN ensemble. *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol.16, pp.875-886, 2005.
- [22] Chen S.C., Liu J., and Zhou Z.-H.. Making FLDA applicable to face recognition with one sample per person. *Pattern Recognition*, Vol.37, pp.1553-1555, 2004.
- [23] Martinez, A.M. Recognizing imprecisely localized, partially occluded, and expression variant faces from a single sample per class. *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence* Vol.25, pp.748-763, 2002.
- [24] S. Zhai, C. Morimoto, S. Ihde, "Manual And Gaze Input Cascaded(MAGIC) Pointing," In Proc. CHI 99.
- [25] D.O. Gorodnichy, G. Roth, "Nouse 'Use your nose as a mouse' perceptual vision technology for hands-free games and interfaces," *Image and Vision Computing*, Vol.22, pp.931-942, 2004.
- [26] S. Mitra, T. Acharya, "Gesture Recognition: A Survey," *IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics*, Vol.37, No.3, pp.311-324, 2007. 5.
- [27] 이철우, 김태은, "제스처 인식과 응용에 관한 연구 동향", *정보통신 기반 영상예술컨텐츠기술 워크샵*, 2001. 10.
- [28] 석홍일, 이성환, "3차원 손 모델링 기반의 실시간 손 포즈 추적 및 손가락 동작 인식" *정보과학회논문지 제 35권 12호*, pp. 780-788, 2008. 12.
- [29] I. Laptev, T. Lindeberg, "Tracking of multi-scale hand models using particle



filtering and a hierarchy of multi-scale image features,” Technical Report CVAP245, 2000.

- [30] <http://www.eyetoy.com>
- [31] H, Yang, S. Lee, “Gesture Spotting and Recognition for Human-Robot Interaction” IEEE Transactions on Robotics, Vol.23, No.2, pp.256-270, 2007. 4.
- [32] K. Nickel, R. Stiefelhagen, “Visual recognition of pointing gestures for human-robot interaction,” Image and Vision Computing, Vol.25, pp.1875-1884, 2007. 12.
- [33] X. Yin, M. Xie, “Finger identification and hand posture recognition for human-robot interaction,” Image and Vision Computing, Vol.25, pp.1291-1300, 2007. 8.

**저자소개**



**김정환**

2008년~현재 송실대학교 미디어학과 석사과정  
 주관심 분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 패턴인식



**정기철**

1996년 경북대학교 컴퓨터학과 (공학석사)  
 1999년 Intelligent User Interface Group, DFKI(The German Research Center For Artificial Intelligence GmbH), Germany 방문 연구원  
 1999년 Machine Understanding Division, Electro Technical Laboratory, Japan 방문 연구원  
 2000년 경북대학교 컴퓨터학과 (공학박사)  
 2000년~2002년 PRIP Lab, Michigan State University, U.S. 박사후연구원  
 2003년~현재 송실대학교 IT대학 미디어학부 교수  
 2009년~현재 SFU University Adjunct Professor  
 주관심 분야 : HCI, Interactive Contents, 영상처리 / 컴퓨터비전, 패턴인식, 증강현실, 인공지능