제스처 인식과 응용에 관한 연구 동향

김태은*, 이강호**

*남서울대학교 멀티미디어학과
**송호대학 정보산업계열

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 제스처 인식의 개요
Ⅲ. 최근의 연구 동향
Ⅳ. 응용의 예
Ⅴ. 결 론

Ⅰ. 서 론

컴퓨터 기술의 발달과 함께 정보 시스템이 복잡하게 되면서 인간과 정보 시스템 사이에 자연스럽게 정보를 교환할 수 있는 지적 인터페이스에 관한 관심이 날로 커지고 있다. 인간의 일상생활에서 제스처, 표정과 같은 비언어적 수단을 이용하여 수많은 정보를 전달한다. 따라서 자연스럽고 지적인 인터페이스를 구축하기 위해서는 제스처와 같은 비언어적 통신 수단에 대한 연구는 매우 중요하다. 최근에 들어, 대규모 비디오 데이터베이스의 구축, 감시 시스템, 고압축 통신 시스템의 구축을 위해 제스처 인식에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

제스처를 인식한다는 것은 인체 각 부위가 시간축에 대해 어떠한 형상 변화를 가지는가를 자동으로 알아내는 것을 의미한다. 그러나 인체는 매우 복잡한 3차원 관절 구조를 지니고 있어서 자동으로 제스처를 인식하는 것은 매우 어렵다. 초기에는 인체 각 부위의 관절에 부착된 센서를 통하여 형상 변위값을 입력하여 시공간적인 형상 패턴을 추출하여 제스처를 인식하였다. 이 방법은 장치를 몸에 붙이는 과정이 복잡하고 초기 교정이 어려울 뿐만 아니라 연결 케이블 때문에 자유스런 제스처 입력이 불가능하여 현재는 거의 사용되지 않고 있다. 최근에 들어, 광학적 마커를 몸에 부착하고 카메라로 입력된 영상으로부터 마커들의 궤적을 추적하여 제스처를 인식하는 방법들이 개발되었다.

본 논문에서는 제스처 인식에 대한 최근의 연구 성과를 중심으로 요소 기술의 중요 내용과 응용에 대해서 설명한다.

Ⅱ. 제스처 인식의 개요

2.1 제스처의 정의

제스처는 신체의 움직임과 관련이 있다. 사전적 의미에서의 제스처는 "...표현의 수단으로서 팔다리 또는 신체의 사용; 생각, 감정, 태도를 표현하거나 강조하는 신체나 팔다리의 움직임"으로서 정의된다[15]. 그러나 여기서 일컫는 제스처의 개념은 다소 다르다. 무심코 한 움직임이 아닌, 의미를 전달하는 움직임이나 기계와 컴퓨터를 조작하기 위한 움직임을 일컫는다.

2.2 제스처의 인식 단계

제스처 인식은 모델링(modeling), 해석(analysis), 인식(recognition)의 3단계로 이루어진다. 제스처 모델링은 인식할 제스처의 수학적 모델을 만드는 것이다. 모델링을 하는데 사용된 접근법들은 제스처 인식의 중추적 역할을 하고 제스처 해석의 성능에 영향을 준다. 모델이 만들어지면, 비디오 입력으로부터 파라미터를 추출하고 계산을 통해 제스처를 인식한다.

2.3 제스처의 분류

(1) 센서 기반 제스처 인식

움직임의 위치와 방향을 얻기 위한 방법으로 기계식 방식, 음향학적 방식, 관성 방식, 자기 방식과 광학 방식[18] 등이 사용되는데, 주로 자기 방식과 광학 방식이 사용된다. 자기 방식은 자기장의 변화를 사용하여 동작 데이터를 측정하는 방식이다. 이는 3차원 데이터의 흐름을 실시간에 출력해 주므로 실시간 응용에 매우 유리하지만 사람의 몸에 수신기를 부착하기 위한 많은 케이블이 연결되어 동작을 제한하는 단점이 있다. 광학 방식은 마커를 관절에 부착하여 마커의 2차원 좌표 값을 이용해 3차원 운동 궤적을 계산한다. 이 방식의 가장 큰 단점은 동작할 때 마커가 때때로 가려질 수 있다는 점이다.

(2) 영상(시각) 기반 제스처 인식

행위자의 신체에 장치를 부착하지 않고 비디오카메라와 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 제스처 정보를 획득하는 방식이다. 이 방식은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 이 방식은 영상 그 자체를 이용하거나 카메라의 입력 영상으로부터 기하학적인 특징을 추출하여 이용한다. 계산 양이 적어서 실시간 인식에 적합하나 일반성이 결여되어 있다는 단점을 안고 있다. 기하학적인 특징을 이용하는 것은 주로 정적인 제스처나 포즈를 해석할 때에 이용되는 방법이다. 관절의 각도를 이용하는 것으로 정교한 표현이 가능하나 많은 계산 양을 요구하므로 실시간 인식에는 부적합하다.

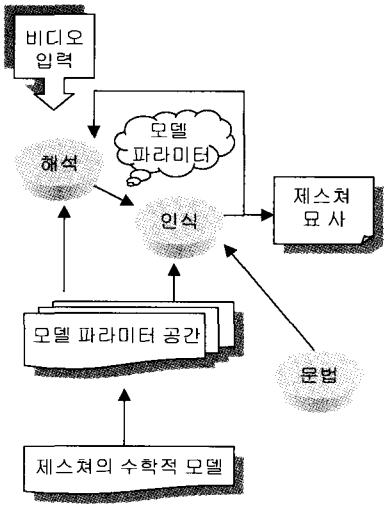

그림 1. 시각에 의한 제스처 해석

III. 최근의 연구 동향

3.1 제스처 모델링

(1) 3차원 모델

3차원 제스처의 모델은 크게 두 가지로 구분할 수 있다.

- 체적 측정의 모델(volumetric model)
- 골격의 모델(skeletal model)

체적 측정의 모델은 주로 컴퓨터 애니메이션에서 사용되는 것으로 컴퓨터 비전 분야에서는 analysis- by-synthesis 기법에 사용된다[15]. 이 기법은 신체의 3차원 모델을 합성함으로써 신체의 자세를 해석하고 모델과 실제의 신체가 같은 영상으로 보일 때까지 변화시키는 것이다. 이는 사실감을 줄 수는 있지만, 실시간에서 나타내기에는 너무 복잡하다. 그래서 원통 (cylinder), 표면의 2차 곡면(super-quadric)과 같이 단순한 3D의 기하학적인 구조를 사용한다[5]. 원통의 모델의 경우 높이, 반지름, 색깔의 3가지 파라미터를 가지고 표현할 수 있다. 주로 간단한 신체 일부를 표현할 때 사용하는 것으로 복잡한 신체를 나타낼 때는 간단한 신체 일부를 연결하여 사용한

다. 체적 측정의 모델은 2가지 문제점을 가지고 있다. 첫째는, 파라미터 공간의 차원이 높다는 것이다. 손 하나를 나타내는 데에도 23×3 이상의 파라미터가 필요하다고 한다. 둘 째는, 컴퓨터 비전 기술을 통해 파라미터를 얻는 것이 꽤 복잡하다는데 있다.

체적 측정의 모델을 사용하는 것 대신, 관절 각도의 파라미터를 사용하기도 한다. 이는 골격의 모델로 알려져 있다. 뼈를 연결하는 관절은 자유로움의 정도가 다르다. 따라서 자유도(DoF)를 가지고 해석한다[15]. 골격의 모델 역시 너무 복잡하고 많은 계산 양을 필요로 하는 단점을 안고 있다.

(2) 외관 기반 모델(Appearance-Based Model)

외관 기반 모델의 제스처들은 크게 3가지 그룹으로 나누어 볼 수 있다. 첫째는, 변형이 가능한 2D 모형(deformable 2D template)을 사용하는 것이다. 모형에는 average point sets, point variability parameters, external deformation 이 속한다. average point sets과 point variability parameter는 내부(internal)로 나타내어지는데, 내부의 파라미터는 Principal Component Analysis(PCA)[2]를 통해서 얻어진다. external deformation은 변형이 가능한 모형의 전체적 모션을 나타내는데 사용된다.

두 번째 그룹으로, 2D 영상의 시퀀스를 사용하는 것이 있다. 대부분의 경우 단지 하나(monoscopic)나 두 개(stereoscopic)의 관찰(view)이 사용된다. [1]에서는 카메라를 사람의 측면과 위쪽에 설치하여 각각의 카메라로부터 얻은 영상을 이용하였다. 최근에는 MHI(Motion History Image)[4]를 이용해 제스처의 모형을 만든다. MHI는 하나의 2차원 영상에 모션을 누적시킨 것으로 화소의 크기는 그 화소에서 모션이 얼마나 오랫동안 관측되었는가와 관련이 있다.

마지막으로 영상으로부터 유도된 파라미터를 사용하는 그룹을 들 수 있다. 윤곽선, 영상의 모멘트, eigenvector[1][2]가 여기에 속한다.

3.2 제스처의 해석(Gesture Analysis)

(1) 특징 검출(Feature Detection)

3.1절에서 설명한 모델이 만들어지면 특징을 검출하여 파라미터를 만들 수 있다. 먼저, 특징을 검출하기 위해서는 신체에 해당되는 영역을 배경으로부터 따로 분리해야 한다. 이를 위해 사용되는 2가지 방법이 있는데 컬러 큐(color que)와 모션 큐(motion que)가 그것이다.

컬러 큐는 피부색을 이용해 구분하는 방법으로 RGB 공간에서보다 hue-saturation 공간에서 조명 변화에 덜 민감하다. 색깔을 이용하는 기법의 주된 단점은 밝기 조건에 따라서 피부색이 다양해진다는 것이다. 이로 인해 잘못된 세그멘테이션이 이루어질 수 있다. 특정 위치나 어떤 크기의 영역에서만 제스처가 발생한다면 그 영역만을 고려하면 되기 때문에 문제가 다소 경감될 수는 있다. 다른 해결책으로 사람이 배경과 뚜렷하게 구별되도록 배경색과 사람이 입는 옷을 정해둘 수도 있다. 하지만 너무 부자연스럽고 절대적인 제약을 가한 것으로 근본적인 해결책은 아니다.

모션 큐는 한 사람의 제스처만 존재한다는 것과 배경이 고정되어 있다는 조건하에 움직이는 부분만을 분리하는 것이다. 이런 제약으로 배경이 고정되어 있지 않거나 한 명 이상의 제스처가 존재한 경우에는 문제가 발생한다.

이렇게 영역이 분리되면 다음 단계로 제스처의 특징을 검출한다. 전체 영상을 특징으로 사용하는 것은 MEI (Motion Energy Image), MHI와 관계가 있다[4]. 이들은 모션 정보를 하나의 2차원 영상에 누적시킨 것으로 전달의(communicative) 제스처를 인식하는데 타당하다. 그러나 조작의(manipulative) 제스처와 추적(tracking)의 응용에서는 제한적인 것 같다.

실루엣(silhouette)은 가장 간단한 것 중의 하나지만 가장 잘 사용되어지는 것이다. 실루엣 영상은 입력 영상에서 배경이 되는 영상을 뺀 후 이진화를 하여 얻는다[2]. 이는 3차원 모델이나 외관 기반 모델을 해석하는 데에서 발견되어진다.

(2) 파라미터 추정(Parameter Estimation)

파라미터는 선택한 모델과 특징에 따라서 다른 방법으로 추정한다. 3차원 모델의 파라미터는 두 단계의 과정으로 추정될 수 있다.

- 파라미터의 초기화
- 시간에 따른 파라미터의 갱신

파라미터를 초기화하는데 사용되는 방법은 누적된 비틀림 모멘트를 이용하는 것과 discretized forward kinematic mapping의 보간법(interpolation)[15]을 이용하는 것이 있다. 파라미터의 갱신은 prediction/ smoothing[15] 기법을 이용하는데 주로 사용되는 것은 Kalman filtering and Prediction[15]이다. 3차원 모델을 추정하는 것에는 2가지 문제점이 있다. 첫째는, 계산적으로 복잡하다는 것이다. 둘째는, 크기 변화로 인해 관절 각도의 잘못된 추정을 초래할 수 있다는 점이다. 모션 추정의 경우 간소화된 기하학적 3D 모델과 실제 이미지와의 상관 관계를 구한다. 주로 사용되는 특징은 에지나 윤곽선이다. [5]에서는 champer matching을 사용하였다.

외관 기반 모델은 주로 제스처의 움직임을 묘사하는데 사용된다. 이런 모델은 시간의 모델(temporal model)로 부른다. 여기에 사용되는 파라미터는 주요 프레임의 집합을 이용하거나 eigendecompositon 표현을 사용한다. 최근에 개발된 것은 공간과 시간의 정보를 하나의 2D 영상으로 나타낸 것으로 기하학적인 모멘트나 eigendecomposion과 같은 기법으로 파라미터를 쉽게 얻을 수 있다. 변형할 수 있는 2D 모델(deformable 2D template)을 기반으로 한 모델은 신체의 공간적인 모델로서 적용되어진다. 이들은 모형들의 평균과 공분산의 한 쌍으로 구체화되어진다. 파라미터의 추정은 Principal Component Analysis(PCA)를 통해 얻을 수 있다[2]. 마지막으로 외관 기반 모델은 실루엣 영상이나 그레이 영상을 사용한다. 주로 적용되는 기술은 기하학적인 모멘트로 이루어진다. 다른 기술로 크기가 회전에 불변인 Zernike 모멘트[15]를 사용한다. 외관 기반 모델의 파라미터는 추정하기는 쉬우나, 보이는 것에 너무 민감하다.

3.3 제스처 인식(Gesture Recognition)

제스처를 인식하기 위해, 벡터 양자화(Vector Quantization)로부터 유래된 클러스터링(clustering)기법들이 사용된다. 즉, n차원 공간상에서 가장 가까운 이웃을 결정하기 위해 거리와 훈련 예들을 통하여 집합으로 분할하는 것이다. [6]에서는 계층적인 분할을 시도하였다. 기하학적인 모멘트를 파라미터로 선택한 경우 회전에 의해 변한다. 그래서 같은 포즈라도 회전에 의해 다른 포즈로 분류되어질 수 있다. 이는 사용되는 데이터가 크게 차이가 있거나 회전에 대해 정규화를 하면 다소 문제가 경감될 수는 있다. 다른 해결책으로는 Zernike 모멘트[15]나 orientation histogram [15]을 적용하는 방법이 있다. 이들은 회전에 불변인 성질을 가지고 있다.

최근에 제안된 제스처 인식법으로 시간의 모형(tempoarl template)을 이용한 방법이 있다. 이런 모션 모형은 영상 시퀀스의 모션들을 하나의 2차원 영상에 누적시킨다. 인식은 2차원 영상 클러스터링 기법을 사용하여 이루어진다. 이것의 장점은 계산상의 단순함이다. 그러나 모션이 누적되기 때문에 연관이 없는 물체의 모션이 있을 경우 문제가 생긴다.

과거의 사건들 모두 주어졌을 때 현재 사건의 조건 확률 밀도가 단지 가장 최근에 발생한 j번째 사건에만 의존한다면 시간 도메인 과정은 마르코프의 특성을 지닌다고 말할 수 있다. 현재 사건이 가장 최근의 마지막 사건에 의존하면 그때 그 과정이 1차 마르코프 과정이다. 은닉 마르코프 모델에 대한 초기 형태는 얼마나 많은 상태들이 하나의 신호를 나타내는데 필요한지를 측정함으로써 결정되어질 수 있다. 이 형태를 잘 조율하는 것은 경험에 입각하여 이루어질 수 있다. 여러 가지의 형태들이 각 신호에 대해 형성되어질 수 있다.

은닉 마르코프 모델은 3가지 주요 단계들이 있다. 계산, 추정, 디코딩이 그것이다. 관측 결과와 모델이 주어졌을 때 계산 값은 관측된 결과가 모델($\Pr(O \mid \lambda)$)[16]에 의해서 생기는 확률이다.

관측된 결과들에 대해서 모든 후보 모델들의

계산이 이루어지면, 그 때 가장 높은 확률 값을 갖는 모델이 인식으로 선택되어질 수 있다. 추정은 관측 결과 O가 주어졌을 때, $\Pr(O \mid \lambda)$를 최대화시키기 위해서 어떻게 λ를 적용시킬 것인가 하는 것이다. 초기 모델이 주어지면, 그 모델은 균일한 확률 값들을 갖게 되고 forward-backward 알고리듬[9]은 이 확률을 계산할 수 있게 해 준다. 남은 것은 초기 모델을 진보시킬 방법을 찾는 것이다. 불행히도, 분석의 해답은 알려져 있지 않다. 그러나 되풀이하는 기법이 적용될 수 있다. 위에서 설명한 추정과 계산 과정은 은닉 마르코프 모델 시스템의 개발에 충분할 지라도 Viterbi 알고리듬[9]은 실제로 HMM's의 집합을 계산하는 빠른 방법을 제공할 뿐 아니라 디코딩 문제에 대한 해답을 제공한다. 디코딩의 목표는 관측 결과들이 주어졌을 때 상태 시퀀스를 재생하는 것이다. Viterbi 알고리듬은 각 단계에서 최대 경로가 모든 경로를 대신할 수 있다는 점에서 forward-backward 알고리듬의 특별한 형태로서 보여질 수 있다. 이 최적화는 계산 양을 감소시키고 가장 유사한 상태 시퀀스를 재생한다.

파라메트릭 은닉 마르코프 모델(PHMM)[10][11]은 표준 은닉 마르코프 모델(HMM)의 출력 확률 안에 전체적인 파라메트릭 변화를 포함함으로써 확장한 것이다. 선형 파라메트릭 은닉 마르코프 모델(Linear PHMM)과 비선형 파라메트릭 은닉 마르코프 모델(Nonlinear PHMM)로 나누어서 살펴볼 수 있다. 표준 은닉 마르코프 과정(HMM)은 각 제스처 부류의 공간적 변화를 노이즈로 간주하는 반면, 파라메트릭 은닉 마르코프 모델(PHMM)은 각 부류에 존재하는 공간적 변화를 복원하여 구분함으로써 표준 은닉 마르코프 과정(HMM)보다 더 나은 성능 결과를 얻을 수 있다. 비선형 파라메트릭 은닉 마르코프 모델(Nonlinear PHMM)은 선형 파라메트릭 은닉 마르코프(Linear PHMM)과정보다 더 많은 제스처를 모형화 할 수 있는 장점을 갖는다.

은닉 마르코프 시스템은 2가지 큰 제약점이 있다. 첫째, 상향식 시스템 구성 방식으로 인해, 에러가 발생한 경우나 영상 특징이 빠진 경우 안정성에 문제가 생긴다. 이는 선택적 처리 기법을 적용한 하향식 시스템을 구축함으로써 해결된다. 둘째, 단일 오브젝트이어야 한다는 점 또한 다중의 오브젝트를 동시에 인식할 수 없다는 제약을 가진다. 그러나 활성화된 상태들을 색깔 있는 토큰으로 표시하는 방식으로 극복할 수 있다[14]. 다른 접근법으로는 한 쌍의 은닉 마르코프 모델(CHMM)[12][13]이 있다. 이 방식은 훈련 속도, 초기 상태에 대한 민감성 등에 있어서 은닉 마르코프 모델보다 더 우위에 있다.

IV. 응용의 예

4.1 가상 지휘자 시스템

이 시스템[1]은 지휘자의 제스처를 인식하고 제스처의 속도와 크기 정보를 얻는다. 속도 정보는 컴퓨터에 의해서 연주되는 음악의 속도를 제어하고 크기 정보는 소리를 제어한다. 그림2에 그 개략적인 모습을 보인다.

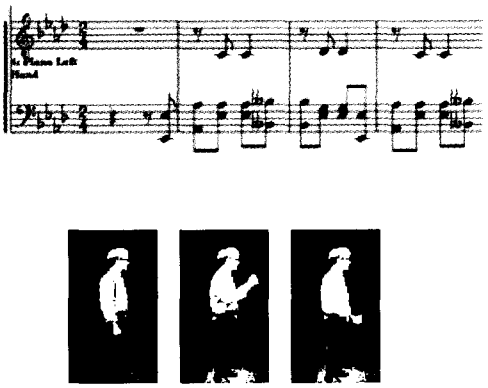

그림 2. 지휘자의 제스처

4.2 The KIDSROOM

이 시스템[4]은 대화를 할 수 있는 어린이용 놀이 장소이다. 그 방은 최대 4명의 어린이를 감지하고 어린이들이 하는 행동에 의해서 영향을 받는데, 이야기를 통해서 진행이 된다. 컴퓨터는 조명, 음향 효과, 점수 그리고 두 벽에 투사되는 장면들을 제어한다. 현재 시나리오는 Monster-

land의 어드벤쳐 여행이다.

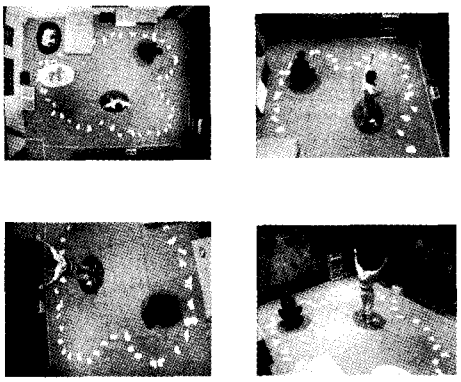

그림 3. The KIDSROOM

4.3 Virtual PAT: A Virtual Personal Aerobics Trainer

이 시스템[19]은 보통의 체조 비디오 테이프나 TV의 운동 쇼와는 달리, 에어로빅 세션을 사용자의 요구대로 만들 수 있다. 다양한 미디어 기술과 컴퓨터 알고리듬으로 가상의 강사와 대화할 수 있는 시스템을 구축한 것이다.

그림 4. 가상의 개인 에어로빅 강사

4.4 기 타

Artificial Life Interactive Video Environment는 사람이 가상의 창조물과 대화할 수 있는 시스템이다. 이 외에도 City of News, DanceSpace 등의 응용들이 존재한다.

그림 5. Silas T. Dog

V. 결 론

지금까지 제스처 인식을 위한 중요 기술을 중심으로 최근의 연구 동향을 알아보았다. 제스처는 모델링, 해석, 인식의 3단계로 이루어진다. 어떤 모델을 사용하는지에 따라 해석과 인식 방법이 달라진다.

현재, 제스처 인식 기법은 주로 상징적인 요구에 관한 응용들에 대해서 연구되어져 왔다. 그리고 손 제스처의 경우 한 손만을 대상으로 이루어져 온 것이 대부분이다. 따라서 보다 다양한 제스처 인식이 요구된다. 계산 속도에 있어서도 더 나은 진보를 이루어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Takahiro Watanabe and Masahiko Yachida, "Real Time Recognition of Gesture and Gesture Degree Information Using Multi Input Image Sequence", ICPR, 1998

[2]Shigeyoshi Hiratsuka, Kohtaro Ohba, Hikaru Inooka, Shinya Kajikawa, and Kazuo Tanie, "Stable Gesture Verification in Eigen Space", LAPR Workshop on Machine Vision Application, Nov. 17-19, 1998

[3]J akub Segen, Senthil Kuma,"Fast and Accurate 3D Gesture Recognition Interface", ICPR, 1998

[4]J ames W. Davis, Aaron F. Bobic, "The Representation and Recognition of Action using Temporal Templates", CVPR, 1997

[5] D.M. Gavrila, L.S. Davis,"Towards 3D model-based tracking and recognition of human movement: a multi-view approach", Int. Workshop on Face and Gesture Recognition, 1995

[6] Yuntao Cui, Daniel L. Swets, and John J. Weng, "Learning-Based Hand Sign Recognition Using SHOSLIF-M"

[7] A. F. Bobick, Y. A. Ivanov, "Action Recognition using Probabilistic Parsing", CVPR, 1996

[8] Trevor J. Darrel, Alex P. Pentland, "Recognition of Space-Time Gesture using a Distributed Representation", Technical Report

[9] Thad Starner, Alex Pentland, "Real-Time Ame rican Sign Language Recognition from Video using Hidden Markov Models", ISCV, 1995

[10] Andrew D. Wilson, Aaron F. Bobick, "Parametric Hidden Markov Models for Gesture Recognition", IEEE Transaction on PAMI, Vol. 21, No. 9, September 1999

[11] Andrew D. Wilson, Aaron F. Bobick, "Recognition and Interpretation of Parametric Gesture", ICCV, 1998

[12] Mattew Brand, Nuria Oliver, and Alex Pentland, "Coupled Hidden Markov Models for complex action recognition", CVPR, 1997

[13] Christian Vogler, Dimitris Metaxas, "ASL Recognition Based on a Coupling Between HMMs and 3D Motion Analysis", ICCV, 1998

[14] Toshikazu Wada, Takashi Matsyama, "Appearance Based Behavior Recognition by Event Driven Selection Attention", CVPR, 1998

[15] Vladimir I. Pavlovic, Rajeev Sharma, and Thomas S. Huang,"Visual Interpretation of Hand Gestures for Human-Computer Interpretation: A Review", IEEE Transaction on PAMI, Vol. 19, No. 7, July 1997

[16] X. Huang, Y. Ariki, and T. O'Rourke. A Basic Course in American Sign Language. T. J. Publ., Inc., Silver Spring, MD, 1980

[17] Tony Jaara, Alex Pentland, "Action Reaction Learning: Analysis and Synthesis of Human Behavior", CVPR, 1998

[18] 이인호, 박찬종, "모션캡쳐 기술의 현황과 응용 분야",멀티미디어학회지,1999

[19] James W.Davis, Aaron F. Bobick, "Virtual PAT: A Virtual Personal Aerobics Trainer", 1998

저 자 소 개

김태은

• 1989년 8월 중앙대학교 전기공학과 졸업(공학사)
• 1992년 2월 중앙대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
• 1997년 2월 중앙대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
• 1996년 삼성전자 휴먼테크논문대상 은상수상
• 1997년 2월 ~ 현재 남서울대학교 멀티미디어학과 조교수
• 주관심분야 :컴퓨터 비전, 영상인식, 감성공학, 촉각공학, 인공시가, 3D가상현실

이강호

• 1986.2. 중앙대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
• 1991.8. 중앙대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
• 1990.3 ~2000.2 대덕대학 사무자동화과 조교수
• 1999~ 한국사무자동학회 부회장, 현재 송호대학 정부산업계열 부교