

컴퓨터비전을 이용한 손동작 인식에 관한 연구*

박 창 민**

〈목 차〉

I. 서론	IV. 결론
II. 손동작 인식을 위한 이미지 프로세싱	참고문헌
III. 현존하는 시스템	Abstract
1. 시스템 성능과 분할	
2. 특징과 분류	
3. 오오 인 메치비아	

I. 서 론

1970년대 중반, MYRON.W과 KRUEGER에 의해 새로이 제안된 인간과 컴퓨터의 상호 작용을 지배하는 새로운 형태는 "Come as you are" 라는 새로운 형태의 도구가 되었다. 인간의 움직임과 표현은 카메라를 이용하여 컴퓨터로부터 인식되어진 컴퓨터와 대화를 한다.

이것은 아마도 요구되는 컴퓨터의 능력과 비디오 구성에 많은 들것으로 예상된다. 그리고 디지털 이미지 프로세싱의 기술에서 이러한 생각은 더 이상 발전되지 않았다. 움직임과 표현을 통한 상호작용에 관계된 발전은 센스로부터 고려된 다른 분야에 속한다. 전형적인 예는 데이터 장갑을 들 수 있다.

정보는 데이터장갑에서 장갑의 손가락에 전달되는 유연한 탄성모양 형태에 의해 전달된다. 공간에서 손의 위치는 추적 시스템에 의한 전자 마그네틱에 기본을 두고 정확하게 전달되는

* 이 논문은 2000년 성심외국어대학 연구비지원에 의해 연구됨.

** 성심외국어대학 경영정보시스템전공 전임강사

수신자와 송신자에 의해 확정된다. 수신된 정보는 컴퓨터로 다시 전달되며 반응을 위한 계산에 응용된다.

시각적인 것에 기본을 둔 시스템과는 달리 “Come as you are”의 개념을 특별한 기계에 사용했을 때 방해가 생긴다는 것이 단점으로 나타나고 있다.

마이크로 프로세스와 비디오 시스템으로부터 기술적인 발달을 가능케 하고 멀티미디어 시스템에 의한 비디오 구성요소의 점진적인 확장은 저렴한 가격과 능률을 향상시키는 하드웨어 구성요소를 형성할 수 있다.

이러한 사실을 통하여 볼 때 손동작(Hand Gesture)의 인식(Recognition)은 시스템에 칼라 신호를 공급할 수 있다. 피부칼라로부터 독립된 사람의 피부에 많은 부분을 차지하는 Red를 통하여 칼라를 분리해 낼 수 있다. 예를 들면, 포착된 이미지의 배경에서 머리부분 또는 손을 분리하는 방법이다. 배경에서 특수하게 제한되거나 표시된 다른 재료(특별한 무늬를 가진 장갑 또는 양복)는 그것을 통하여 피할 수 있다.

이미지 프로세싱 시스템으로부터 첨가되는 환경에 낮은 제한조건을 통하여 사람과 컴퓨터 사이의 컴퓨터비전을 기본으로 하고 이러한 기본적인 상호작용을 하는 응용 부분으로부터 계속적인 스펙트럼을 보인다. 손 움직임을 이용한 무선조작에 대한 비전은 근본적으로 가능하다. 예를 들면 손의 모양이나 손가락 위치를 통하여 가진 제품을 무선조작 할 수 있는 방법들이다.

본 논문은 위에 제시된 분야와 개발에 대하여 논의한다. 시스템에 대한 문제점과 요구사항, 그리고 대두되는 복잡한 환경들에 대하여 II.에서 토론하고, III.에서는 실제 시스템들과 그들의 특징에 대하여 서술한다. IV.에서는 모양을 기본으로 하는 상호작용으로부터 형체와 인간공학의 관점에서 토론하며 결론을 맺는다.

II. 손동작 인식을 위한 이미지 프로세싱

손동작 인식에 관한 작동은 손의 위치와 모양이 중요한 의미를 가지고 있다. 정적인 손 자세는 주어진 손의 변형을 의미한다. 즉 굽은 손가락과 나머지 손가락의 구조를 뜻한다. 동적인 손 자세는 손의 변형 진행을 나타낸다. 이것은 손가락들과 나머지 손가락으로부터 굽어지는 진행의 순서를 말한다.

손의 위치는 일정한 장소에서 손의 위치를 말한다. 그때 정적인 것과 동적인 손의 위치는 차이를 둔다. 손동작은 손의 자세와 손의 위치를 복합적으로 나타낸 것이다. Harling and Edwards[8]은 손동작을 SPSL(Static Handposition, Static Handlocal), DPSL

(Dynamic Handposition, Static Handlocal), SPDL(Static Handposition, Dynamic Handlocal), DPDL(Dynamic Handposition, Dynamic Handlocal)로 구분하였다. SPSL 형태는 SGE(static Gesture)으로 표현할 수 있다.

손동작 인식의 최종 목적은 촬영으로부터 미리 주어진 손 모양을 구별하는데 있다. 그때 촬영을 단지 한 개의 카메라를 이용한다. 하지만 여러 개의 카메라를 사용할 경우도 가능하다. 따라서 손의 여러 가지 각도를 통하여 인식 문제를 더욱 간단히 해결할 수 있다. 더욱이 3D에 관련된 문제도 간단히 해결할 수 있는 가능성도 있다.

손동작 인식을 해결하는데 이미지 프로세싱 경로를 구분하게 된다. 먼저 카메라로부터 촬영된 이미지를 디지털화시키고 준비하는 단계이다. 두 번째는 배경으로부터 손을 표현하는 지역을 구별하는 분할(Segmentation)작업이 이루어진다. 세 번째는 특징을 추출하는 것이다. 이 특징은 분할된 지역에서 추론된 작은 집단이며, 여러 가지 주어진 형태의 차이로부터 참고할 수 있다. 더욱이 모양이 요구되는 경우 손이 있는 장소는 정해져야 한다.

네 번째 참고되는 특징과 모양이 있는 장소로부터 구별하는 것이다. 손동작 인식의 이미지 프로세싱에서 한가지 중요한 요소는 실시간에서 이루어져야 한다는 것이다. 즉, 2개의 이미지가 따라올 경우 도착하는 이미지에서 시간적인 간격을 두고 작업이 이루어져야 한다. 이것의 시간적 차이는 1/25초에 해당된다. 만약 불가능할 경우 뒤따라오는 모든 이미지를 함께 처리하기 어렵다. 시간 간격이 너무 큰 경우도 마찬가지로 에러 발생률이 높다.

이미지 프로세싱을 실현하기 위하여 국부적인 환경과 광역적인 환경에서의 손동작 인식의 차이를 증명할 수 있어야 한다. 국부적인 환경이란 좁은 공간에서 손의 움직임을 말한다. 이것은 손의 움직임에서 중요한 부분만을 볼 수 있기 때문에 분할이 단순하게 일어날 수 있다. 광역적인 환경이란 손의 움직임이 넓은 지역에서 발생한다.

넓은 지역이란 사용자가 공간에서 자유로이 움직일 수 있는 공간을 말한다. 국부적인 상태에서는 소형의 응용부나 행동언어 인식에 의하여 일어난다. 예를 들면 손은 고정된 카메라 운동에서 마우스를 대신하여 사용할 수 있다. 이것은 손의 움직임에 대하여 마우스 커서를 조작하고 마우스 클릭에 대응하는 여러 가지 손 자세에 반응하여 나타난다. 국부적인 환경에서 손동작 인식은 인식된 객체가 다음의 특징을 나타낸다.

1. 무한객체경계: 손과 팔 사이의 변환
2. 매끈한 객체: 각이 없는 손
3. 변형 할 수 있는 객체: 손의 형태 변화
4. 여러 가지 객체의 크기와 위치

광역적인 환경에서 손 모양 인식은 이용자의 자연적인 형태를 첨가 시켜야 한다. 그리고 광역적인 견해도 사실적이어야 한다. 특히 다음의 어려움이 있다.

1. 계속적인 견해의 포용
2. 원근 적인 비틀림
3. 차이와 변화의 가속
4. 여러 객체의 동시추적 예) 두 개의 손과 머리
5. 사라졌다 다시 나타나는 객체
6. 3D-위치의 추정
7. 손 방향의 확정 예) 손가락 방향

광역적인 환경에서 모양 인식은 특히 객체가 반드시 있어야 한다. 예를 들면, 시간이 지나면서 손의 위치를 추적하는 것이다. 객체를 추적하는 문제는 구별하기 위한 연속적인 이미지에서 단 한 개의 이미지를 인식하는 객체에 관련된다.

객체 추적에서 중요한 부분적인 문제는 지금까지 처리되어진 연속 이미지에서 다음의 이미지 위치를 미리 찾아내는 것이다. 이러한 예측에서 찾았던 객체를 발견하여 이미지의 부분을 예측할 수 있다. 이미지의 부분에서 어떤 제한을 통하여 다음의 처리 단계를 특히 분할, 등을 줄일 수 있다.

컴퓨터로 조작하는 카메라 움직임 응용은 카메라가 어떤 장면에서 흥미 있는 지역을 서술적인 표현을 하기 위하여 예측에 상응하는 처리를 하게 된다. 광역적인 환경에서의 모양 인식에 의하여 객체가 그림에서 사라질 수도 있다. 예를 들면 사용자의 머리가 손을 덮을 수도 있다. 그래서 카메라는 더이상 객체를 볼 수 없게 된다. 움직임의 예측은 사라진 객체가 다시 보이게 되면 빠른 시간 안에 다시 찾을 수 있도록 도와준다.

객체추적과 위치예측은 수많은 처리에 대한 해결이며 모양 인식에 이용할 수 있는 어려운 문제이다.

Ⅲ. 현존하는 시스템

컴퓨터 비전을 바탕으로 하는 사람과 컴퓨터간의 상호작용에 관한 학문적 분야는 1900년도 초부터 시작하여 연구와 발전이 계속되어 왔다. <표 1>에 서술된 특징과 사용된 방법은 이 시

대에 나타난 모양인식 시스템이다. 여기서 수행된 시스템들은 단지 손 모양에 국한되지 않았다.

1995년도 Huang and Pavlovic(12)의 연구논문을 바탕으로 하여 1997년도 후반기에 설문조사가 수행되었다. 결과는 현재 진행중인 연구와 사용된 방법론들이 여러 방면에서 나타났다. 즉, 한 개의 카메라 시스템과 여러 개의 카메라 시스템은 많은 차이가 있다. 다수의 카메라 시스템은 특별히 광역적인 환경에서 모양 인식의 장점을 보여주고 있다.

이것은 다수의 카메라는 한 개의 카메라 시스템이 찾지 못하는 부분까지 확인할 수 있다는 점이다. 더욱이 지역적인 위치에서 더 큰 장점이 있다.

〈표 1〉 비전을 이용한 손동작 인식방법

저자	사용된 방법	응용분야	분류	적용 예
S. Ahmed(1)	HV	손가락 인식		
S. Ahmed(2)	SGE		가우시안 뉴럴 네트워크	
D. Banarse	SGE	테두리 인식	네오 뉴럴 네트워크	
U. Broeckl-Fox	HV SGE	모멘트, Polare 분할	Correlation	3D GUI
R. Cipolla	DGE	손가락 인식		
K. Cho	SGE		지역적 학습	
J.L. Crowley J. Martin	HV, DGE SGE SSE	독단적 공간	특정공간의 거리	
T. Darrell	DGE		여러 각도를 통한 모델	
J. Davis M. Shah(1)	HV	손가락인식, 손가락 점	3D 손가락 모델	
J. Davis M. Shah(2)	DGE	손가락 인식	모델비교	
A. Downton	GV		순서적인 3D 모델	
S. Eickler A. Kosmala G. Rogoll	DGE	이미지 차이의 모멘트	연속적인 Hidden-Markov-Modell	리모콘, 로봇조정
W. Freeman	DGE	히스토그램정렬		TV 리모콘
T. Heap, R. Bowden	HV, SGE		2D/3D 포인터분류모델	
K. Grobel, H. Hienz	SGE, DGE	보수적, 특수한 분야	Hidden-Markov-Modell	

단독 카메라시스템에 의한 개념은 반사박스(Mirror Box)에 대하여 연구할 가치가 있다. 반사박스는 Broeckl-Fox(3)에 의해 개발되어 왔고 Millar and Crawford(20)에 의해 응용되어 졌다. 이것은 단독 카메라 시스템에 대하여 서술되었지만 다수 카메라 시스템과 유사한 반사박스에도 관련이 있다. 다른 개념으로는 제어할 수 있는 줌(zoom)을 가진 움직이는 카메라를 첨가하는 것이다.

이러한 카메라들은 사용자에 대하여 광역적인 환경에서 모양 인식에 의해 경험할 수 있고, 손동작 인식에 의해 특별히 손을 눈에서 유지할 수 있다. 영구적인 카메라는 높은 해상도를 가지고 있음에도 불구하고 항상 카메라의 시계(視界) 내부에서 상호작용 하는 구역이 제한되어 있다. 움직이는 카메라는 Kohler(15)의 시스템에서 이용되었다.

〈표 1〉은 단독 카메라와 다수의 복합 카메라 시스템을 알파벳순으로 정리하였다. 여기서 Problem은 시스템의 근본적인 능력을 서술하였다. 다음의 분할방법에는 어떠한 근거를 가지고 분할이 이루어 졌는지에 대하여 서술하였고, 사용된 방법에는 이미지 분석을 통하여 추출하는 방법이다. 이것은 다음의 응용분야에서 자세히 기술되어 있다.

1. 시스템 성능과 분할

시스템 성능과 관련 있는 중요한 사항은 Static Gesture(SGR) 또는 Dynamic Gesture(DGR)의 인식에 차이가 있다. 대부분의 시스템들은 목적을 위한 사용된 방법으로는 모양을 인식하지 못한다. 시스템에서 분할은 국부적인 환경이나 광역적인 환경에서 큰 문제를 표명하고 있다. 이러한 문제는 장갑을 사용한 손동작 인식의 부호를 이용함으로써 단순화할 수 있다. 이런 종류의 시스템들은 〈표 1〉에서 표현된 분할에서 MHS로 표현하였다.

분할은 Gray Level을 기본으로 하거나 컬러를 기본으로 하여 일어난다. Gray Level을 기본으로 하는 이미지 프로세싱과는 반대로 컬러를 이용한 것은 동작 인식이 매우 자연적이다.

컬러를 기본으로 하는 분할을 위하여 컬러 LUT(Lookup Table)를 확정하고, 컬러가 표현되는 지역의 컬러 값을 확정해야 한다. 이것은 손 또는 배경을 말한다. 대부분의 컬러를 기본으로 하는 시스템은 고정된 분할방법을 사용한다.

이것은 변화된 빛의 관계에서 문제시된다. 그래서 네온 불빛 아래에서와 구름 낀 날씨에서 백색 균등의 피부를 나타내고 비디오 시그널에서 Red와 Yellow의 부분이 표시된다. 네온불빛을 끄게 되면 손은 Blue와 Green으로 나타난다. Schroeter(21, 22)은 적응성과 클러스터를 기본으로 하는 컬러분할시스템을 개발하였다. 이것은 Kohler의 응용분야에서 찾을 수 있는 시스템으로 ARGUS-System에서 LUT를 참고로 하여 만들어진 객체와 배경 컬러에 대한 분

할이다.

정의된 빛의 관계성을 이끌어 내기 위한 한 가지 가능성은 반사박스에서 주어진 조명 배합을 통하여 생성되어지는 것이다. 광역적인 환경에서 동작인식은 어려움이 있다. 그것은 손의 자세(Hand posture)가 더 이상 알 수 없을 정도로 아주 작게 포착된 경우이다.

Kohler의 ARGUS-System에서와 같이 움직이는 카메라를 통하여 이러한 문제를 최소화할 수 있다. 이러한 촬영은 분할에 대한 어려움을 극복하는데 도움을 준다. 단지 칼라 값을 기반으로 하는 분할은 찾아낸 객체가 정확히 표현되지 않은 지역을 같이 제공한다.

손동작 인식에서 한 가지 특수한 문제는 손에 곧바로 연결되지 않은 팔꿈치이다. 그리고 이것은 컬러로 나타낼 수 없다. 눈으로 볼 수 있는 팔꿈치의 길이는 이미지와 이미지 사이에서 변화할 수 있다. 왜냐하면 그것은 옷의 한 부분을 통하여 또는 이미지의 틀에 의하여 잘려버릴 수도 있기 때문이다.

팔꿈치 분리에 대한 과제는 손과 팔꿈치를 덮고 있는 분할지역으로부터 부분을 인식하고 손을 표현하도록 분리하는 것이다. 이러한 과제를 해결하기 위하여 지역의 국부적인 모양을 분석해야 한다. 이것을 위한 가능성과 방법론은 Chung-Lin Huang(11), Kok Fung Lai(17), Jean Serra(23)에서 제공하고 있다.

위에서 제시한 방법들은 일부분에서 실시간 처리를 위하여 계산적인 소비가 높은 것이 문제가 되고 있다. 다음의 방법들, 즉 Stark *et. al.*의 ZYKLOP-System와 Kohler *et. al.*의 ARGUS-System에서는 위에 제시된 문제들을 다소간 해결할 수 있다.

위의 두 시스템은 distance transform[5]의 근사치를 기반으로 하고 있다. distance transform은 조사된 지역의 $(x, y) - pointer$ 에서 지역 둘레까지의 거리 $d(x,y) \in R$ 를 최소화한다. distance transform에서 최대 절대값 d_{max} 를 가지는 원형의 중심은 반경 d_{max} 를 가지고 완전히 손 면적 내부에 놓여진 최대 원의 중심 부분이다. 이 원을 중심으로 distance transform의 값을 계산하고 그 값이 최대가 되는 점에서 한 접선이 놓이게 된다. 그 접선에는 손과 팔꿈치 사이의 분리 선이 포함되어 있는 경우이다.

2. 특징과 분류

분류에서는 특별히 3개의 시스템형으로 구별할 수 있다.

- ① 손과 팔 모델을 이용하는 시스템. 예를 들면 원통상의 3D 손 또는 사지 손발 모델
- ② 이미지 특성을 그대로 표현하는 시스템. 예를 들면 기하학적 모양, 상관관계성, 뉴럴 네

트위크, 탄성 그래프 매칭, 복합분류

- ③ 시간에 종속된 파라미터를 이용하는 시스템. 예를 들면 Hidden Markov Model (HMM)의 응용에서 찾을 수 있는 정적으로 서술한 변형

위 ③에서 서술한 HMM은 무엇보다도 몸짓 또는 제스처 인식에 이용된다. HMM을 이용한 시스템을 예를 들면 Campbell(4)의 Flesh Finder이다. Flesh Finder는 먼저 2개의 카메라 시스템에서 피부컬러의 지역을 찾을 수 있다. 이 지역은 타원형의 얼룩으로 덮여지게 되고 중심축과 측면축의 중심, 위치, 손 포물선의 곡선, 그리고 그곳에서 미분되어 다시 되돌려 주는 타원의 속도가 된다. 분류에서는 95%의 인식률에 의한 18개의 머리모양 분류에 사용되었다.

3. 응용 및 배치분야

〈표 1〉에서는 시스템의 응용분야와 배치분야에 대하여 나타내었다. 몇몇 시스템들은 응용분야에 관계없이 3차원적으로 그래픽 사용자 인터페이스로서 작성되었다. 사용목적은 마우스와 키보드의 입력에 대한 구별의 제한과 2차원적인 메뉴와 윈도우시스템을 서로 연결하기 위함이다. 이러한 문제와 관련하여 한 가지 특이하게 명심할 가치가 있는 시스템은 데스크탑 응용 그룹에서 빠진 가상터치스크린시스템이다.

비디오 프로젝트는 컴퓨터 화면을 데스크탑 스크린에 비춰준다. 사용자는 비춰진 버튼들을 이용하여 터치 스크린으로 이용하게 된다. 동작인식시스템은 모양과 손가락 끝의 위치 그리고 반응을 규정한다. 가상적인 터치스크린은 Maggioni(13, 18, 19)의 논문에 잘 나타나 있다. 그는 Siemens 회사의 키오스크 정보시스템에 이러한 시스템을 이용하였다. 이 시스템의 장점을 살펴보면 공공장소에 설치하여 사용될 수 있다는 점이다.

IV. 결 론

몸짓이 포함된 상호작용은 두 가지 중요한 관점에 유의해야 한다. 첫 번째 관점은 몸짓에 대한 선택이다. 이것은 사람의 해부학적인 가능성에서 접근할 수 있다. 하지만 그것 역시 몸짓의 중복성과 구별성에 주의해야 한다. Broeckl-Fox의 시스템 연구는 간단히 수행할 수 있는 68개의 복잡한 손 모양에서 최대 24개의 손 모양을 인식할 수 있다. 이것을 약 50%를 단순

하게 인식해 낼 수 있는 시스템이다. 광역적인 환경에서 몸짓을 기반으로 하는 대화형태의 다른 문제는 시스템에서 작동할 수 없는 몸짓으로서 사용자의 움직임으로부터의 표현이다.

이러한 어려움은 복합형태의 상호작용을 통하여 최소화 할 수 있다. 즉, 여러 가지 통신 채널을 결합시키는 것이다. 예를 들면, 몸짓과 언어 입력의 결합은 효과적인 것이 될 수 있다. 왜냐하면 언어 입력만으로는 원하지 않았던 표현이 포함될 수 있는 위험성이 크기 때문이다.

참 고 문 헌

1. Gunilla Borgefors(1986). Distance Transformations in Digital Images. CVGIP, 34:344-371.
2. Marcus Breig(1997). Entwicklung einer Bewegungsdetektion und - vorhersage fuer den Einsatz zweier beweglicher Kameras bei menschlichen Bewegungen. Diplomarbeit, University of Dortmund, December .
3. Ulrich Broeckl-Fox(1995). Unersuchung neuer, gestenbasierter Methoden fuer die 3D-Interak-tion. PhD thesis, Universitaet Karlsruhe, Februar. Shaker-Verlag, ISBN 3-8265-0620-0.
4. L.W. Campbell, D.A. Becker, A.J. Azarbayejani, A.F. Bobick, and A. Pentland, Invariant Features for 3-D Gesture Recognition(1996), In Second International Conference on Face and Gesture Recognition, pages 157- , Killington VT, Oktober. MIT Media Laboratory, IEEE Computer Society Press.
5. P.E. Danielson. Euclidean Distance Mapping(1980), CGIP, 14(3):227-248.
6. Bernd Deimel. (1998), Entwicklung eines stabilen videobasierten Verfahrens zur Segnren-tierung der Hand am Unterarm.(1998), Diplomarbeit, Lehrstuhl Informatik 7, Universitaet Dortmund, Januar.
7. W.T. Freeman and C. Weissman(1995), Television control by hand gestures. In M. Bichsel, editor, Proc. Intl. Workshop on Automatic Face-and Gesture -Recognition, IEEE Computer Society, pages 179-183, Zuerich, Switzerland, June.
<http://www.merl.com/TR/TR94-24>.
8. Phil A. Harling and Alistair D.N. Edwards(1996), Hand tension as a gesture segmentation cue. In P.A. Harling and A. D.N. Edwards, editors, Progress in Gestural Interaction, pages 75-88, University of York, UK, March 19th. Springer. ISBN 3540760946.
9. Michael Hoch(1996). Object Oriented Desgin of the Intuitive Interface. In B. Girod, H. Nie-mann, and H-P. Seidel, editors, 3D Image Analysis and Synthcsis '96, pages 161-167, Universitaet Erlangen-Nuernberg, November

- 18-19. infix Verlag. ISBN 3-89601-000-X.
10. Michael Hoch.(1997), Human Body Tracking for the Intuitive Interface. In 3. Workshop Farb-bildverarbeitung, pages 73-79, Stuttgart. ITB-Verlag Fraunhofer Gesellschaft.
 11. Chung-Lin Huang and Ching Wen Chen. (1992), Human Facial Feature Extraction for Face Interpretation and Recognition. Pattern Recognition, 25(12) :1425-1444.
 12. Thomas S.(1995), Huang and Vladimir I. Pavlovic. Hand Gesture Modeling, Analysis and Synthesis. In M. Bichsel, editor, Proc. Intl. Workshop on Automatic Face- and Gesture-Recognition, IEEE Computer Society, pages 73-79, Zuerich, Schweiz, Juni.
 13. B. Kaemmerer and Ch. Maggioni(1995), GestureComputer: Research and Practice. In Proc. Interface to real and irtual Worlds, Montpellier, France, June.
 14. Markus Kohler(1996), Vision Based Remote Control in Intelligent Home Environments. In B. Girod, H. Niemann, and H-P. Seidel, editors, 3D Image Analysis and Synthesis '96, pages 147-154, University of Erlangen Nuremberg/Germany, November 18-19. infix Verlag. ISBN 3-89601-000-X: see also Ein ergonomisches Dialogsystem zur Steuerung von technischen Systemen in Wohnbereichen mittels Gestenerkennung-Abschluerbericht at Dep. f. CG/University of Dortmund.
 15. Markus Kohler((1997), System Architecture and Techniques for Gesture Recognition in Un-constraint Environments. In Nadia Magnenat Thalmann, editor, International Conference on Virtual Systems and Multimedia VSMM'97, PAGES 137-146, University of Gencva, Switzerland, September 10-12th. IEEE Computer Society. ISBN 0-8186-8150-0.
 16. Myron W. Krueger(1991), Artificial reality H. Addison-Wesley, Reading,
 17. Kok Fung Lai.(1994), Deformable Contours:Modelling, Extraction, Detection and Classifi-cation. PhD thesis, University of Wisconsin-Madison.
 18. Ch. Maggioni(1995), GestureComputer: New Ways of Operating a Computer. In M. Bich-sel, editor, proc. In. Workshop on Automatic Face-and Gesture-Recognition, IEEE Computer Society, pages 166-171, Zuerich, Schweiz, Juni.
 19. Ch. Maggioni and B. Kaemmerer(1996), GestureComputer: Die neue Art der Rechnersteue-rung. unix/mail magazine, 1.

20. Richard J. Millar and Gordon F. Crawford(1996), A Mathematical Model for Hand Shape Analysis. In P.A. Harling and A.D. N. Edwards, editors, Progress in Gestural Interaction, pages 235-245, University of York, UK, 19. Maerz. Springer. ISBN 35440760946.
21. Sven Schroeter(1996), Entwicklung von Verfahren zur automatischen Kalibration eines farbbasierten Objekterkennungssystems. Master's thesis, University of Dortmund, Oktober 16th.
22. Sven SCHROETER(1997), Automatic calibration of lookup-tables for color image segmentation. In B. Girod, H. Niemann, and H-P. Seidel, editors, 3D Image Analysis and Synthesis '97, pages 123-129, University of Erlangen-Nuremberg/Germany, November 17-18. infix Verlag. ISBN 3-89601-007-7.
23. JEAN sERRA. (1982), Image Analysis and Mathematical Morphology, volume 1. Academic Press, London.
24. Jochen Triesch and Christoph von der Malsburg(1997), Robotic Gesture Recognition. In Ipke Wachsmuth and Martin Froehlich, editors, Gesture and Sign Language in Human- Computer Interaction, volume 1371 of Lecture Notes in Artificial Intelligence, pages 233-244. Universitaet Bielefeld, Springer- Verlag Berlin 1998, 17-19. September.
25. Christopher Wren, Ali Azarbayejani, Trevor Darrell, and Alex Pentland.(1997), Pfunder: Real-Time Tracking of the Human Body. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 19(7):780-785, July. also as Technical Report No.353.

Abstract

A Study on Hand Gesture Recognition using Computer Vision

Park Chang-min

It is necessary to develop method that human and computer can interact by the hand gesture without any special device. In this thesis, the real time hand gesture recognition was developed. The system segments the region of a hand, recognizes the hand posture and track the movement of the hand, using computer vision. And it does not use the blue screen as a background, the data glove and special markers for the recognition of the hand gesture.