



서비스로봇을 위한 시각 센서 기술

유 범 재

한국과학기술연구원 지능제어연구센터

최근 정보통신 기술(IT)의 획기적인 발전과 미래의 상상가능성으로 인해 기존의 가치관과 생활풍습이 급격히 변해가고 있다. 인터넷과 무선 이동 통신을 통하여 새로운 세상에 대한 정보를 얻고 경험할 수 있는 환경이 구축되면서 과거에는 머리 속으로 상상했던 혹은 만화 속에서만 보았던 개념들이 현실에서 실현되고 사이버 공간 속에서는 나만의 세계를 마음대로 만들 수 있게 되었다. 이러한 삶의 변화는 과거 산업혁명과 비교될만한 것으로 정보통신 혁명으로 일컬어지고 있으며, 공개된 정보는 새로운 아이디어와 시스템을 창출하는 자료로 활용되기 때문에 기술 발전과 환경 변화의 속도가 매우 빨라지고 있다. 그에 따라 첨단 기술의 발달이 문화의 변화를 주도하고 있고 미래의 변화된 모습에 대한 인간의 상상력은 영화 혹은 예술작품을 통해 다양하게 표현되고 있다. 특히, 로봇 분야에서는 과거 공장에서 사람의 작업이 통제된 지역에 설치되어 인간을 대신해서 반복작업이나 힘든 작업을 대신해 주던 기존 산업용 로봇의 시장이 포화상태에 이르고 성장성이 둔화됨에 따라 시장 중심의 새로운 개념에 기초하여 다수의 대중들이 일상생활 속에서 손쉽게 활용할 수 있도록 로봇을 하나의 가전기기 혹은 개인용 상품으로 개발하기 위한 노력이 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 즉, 전자상가 혹은 가전기기 판매점에서 제품을 구입하여 손쉽게 활용할 수 있는 가전제품으로서의 로봇을 개발하기 위한 노력이 전 세계적인 경쟁 속에서 진행되고 있다. 이러한 로봇들은 가정용 로봇, 정소용 로봇, 상냥감 로봇, 엔터테인먼트 로봇, 퍼스널 로봇, 서비스 로봇 등 다양한 이름으로 소개되고 있으나 일본 소니(SONY)사의 강아지 로봇(Aibo)과 인간형 소형 로봇(SDR-4X), 혼다(Honda)사의 인간형 로봇들(P3, ASIMO), NEC사의 가정용 로봇(R100), 미국 iRobot사의 가정용 로봇, 스웨덴 Electrolux사의 진공정소용 로봇, 한국 (주)우리기술의 아이작(ISSAC), (주)삼성전자의 아이코마(iComar) 등이 대표적이다. 이들 로봇들은 산업용 로봇과는 달리 사람과 동일한 공간에서 생활하고 활동할 수 있는데 그동안 영화 혹은 만화 속에서 보았던 것과 같이 로봇이 가족 혹은 공동체의 한 구성원으로 활동하는 것으로, 정소 혹은 방범 등과 같은 특

수한 목적을 수행하는 기본기능 이외에 사람들에게 친숙하고 감성적인 느낌을 줄 수 있도록 인간 친화적인 상호 작용이 가능하도록 제어된다.

인간 친화적인 상호작용을 위해서는 주위 환경에 대한 다양한 정보와 사람들의 명령을 관측하고 분석할 수 있는 능력을 로봇이 탑재하고 있어야 하기 때문에 많은 종류의 센서들을 사용한다. 즉, 사람의 눈에 해당되는 영상 카메라, 피부와 같은 접촉 및 압력 센서, 박쥐의 거리 측정 원리를 도입한 초음파 센서, 귀에 해당하는 마이크, 사람의 코와 유사한 냄새 센서, 원거리에서 특정 지역의 온도 측정이 가능한 온도 센서, 원거리에서 운동을 감지할 수 있는 모션 센서, 주변 환경에 대한 거리 정보를 얻을 수 있는 레이저 센서(Laser Range Finder), 이동량(Odometer 및 Gyro) 센서 등 다양한 센서들이 사용되고 있다. 특히, 사람이 눈을 통하여 80% 이상의 정보들 받아들이고 그의 분석 결과에 따라 학습, 판단하고 행동한다는 점을 고려할 때 로봇의 시각 기능은 인간 친화적인 상호작용을 위한 필수적인 센서로 인식되고 있다. 또한, 시각 센서의 가격이 CMOS 영상소자를 활용한 웹 카메라(Web Camera)가 발표되면서 그 가격이 대폭적으로 인하됨에 따라 다른 센서와 비교하여 가격적인 측면에서도 경쟁력을 갖게되었고, 과거 아날로그 영상신호를 출력하는 형태에서 최고속도 100 MBPS의 USB 혹은 최고속도 400 MBPS의 IEEE 1394와 같은 고속 통신망을 통해 영상 데이터를 출력하는 디지털 카메라가 출현함에 따라 복잡하고 귀찮은 회로 설계의 부담을 많이 줄일 수 있어 시각 센서의 경쟁력이 점차 증가하고 있다. 또한, 과거 산업용 로봇에서 작업을 도울 수 있도록 대상물체에 대한 이차원 혹은 삼차원 자세 및 형상 정보를 분석하는 보조기구와 같은 수동성에서 탈피하여, 영상공간에서 얻어진 정보로부터 직접 로봇의 동작을 일으킬 수 있는 시각 기반 제어(Vision-based Control)를 통해 로봇과 일체화된 능동적인 센서로 변화되고 있다. 다만, 환경의 변화에 적응하면서 신뢰성 높은 영상처리 능력을 보장하고 로봇의 제어에 필요한 정보들을 매 순간 추출해 낼 수 있는 영상처리 능력이 시각 센서의 활용도를 결정하게 될 것으로 예상되며, 통신망을 통해 전달되는 영상 데이터를 개인

용 컴퓨터에서 처리하는 경우 운영시스템 부하로 인해 실시간 영상처리에 어려움이 따르기 때문에 출력되는 영상 데이터의 실시간 처리를 위한 고성능 저가격의 영상처리 모듈의 개발이 필수적이다.

이와 같은 영상 센서에 대한 인식 및 가격 변화와 함께, 시각 센서를 활용하여 사용자의 얼굴 인식, 표정 인식, 의도 인식(Intension Reading), 제스처(Gesture) 인식, 자기 위치 인식, 자율 주행, 실시간 영상 추적, 입체 물체 인식, 글자 혹은 안내판 인식 등 다양한 작업을 수행하기 위한 연구들이 세계적으로 진행되고 있다. 얼굴 인식의 경우 이차원 데이터를 이용하는 방식과 삼차원 복원된 데이터를 이용하는 방식, 이차원 및 삼차원 정보를 함께 이용하는 방식 등이 소개되고 있다. 기존 전산 분야의 연구에서 많은 결과물들이 제시되었으나 주로 얼굴을 정면에서 보았을 때를 가정할 알고리즘들이 제시되어 사람 얼굴의 방향 변화가 심한 로봇 분야에 적용하기 위해서는 얼굴의 방향 변화에 적용 가능한 인식 알고리즘이 필수적이다. 그러나, 얼굴의 방향이 변하는 경우 사용할 수 있는 영상 특징에 한계가 있어 인식이 현저히 떨어지는 단점을 가지고 있다. 표정 인식과 의도 인식 분야에서는 동일한 감정을 표현하는 방식과 자신의 의지를 표시하는 방식이 사람마다 다를 뿐 아니라 사용자의 심리적인 상태 혹은 육체적인 상태에 따라 동일한 사람에게서도 다른 방식으로 표정이나 의도가 표현되기 때문에 이러한 다양한 변화에 적용할 수 있는 영상처리 방식과 능력이 요구되어지고 있다. 퍼지 로직, 신경회로망 혹은 진화이론 등의 소프트웨어 기법을 사용하여 추론, 학습 및 진화에 의해 스스로의 능력을 개선해 가는 방식이 매력적이지만 사람이 학습 시마다 데이터를 입력해야 한다는 비현실적인 조건이 필요해서 로봇에의 직접적인 적용이 용이하지 않아 이러한 문제점을 극복하기 위한 노력이 동반되어야 할 것이다. 또한, 사람의 얼굴은 다양한 곡면을 포함하고 있어 빛의 방향에 따라 다양한 반사특성을 나타내므로 다양한 조명 조건 상태에서 얼굴영역을 찾아낼 수 있는 Color Clustering 알고리즘이 동시에 요구된다.

시각 정보를 사용하여 움직이는 로봇의 위치를 결정하기 위한 노력은 주변에 다른 물체들과 구분되는 Artificial Landmark을 부착하여 사용하는 방식에서 출발하여 Natural Landmark을 스스로 추출하여 이용할 수 있는 방식을 개발하기 위한 노력이 진행되고 있다. Artificial Landmark을 장착하는 방식은 주변 환경이 변화되더라도 Landmark을 신뢰성 있게 인식할 수 있어 천정에 원형의 패턴들을 부착하여 로봇의 위치를 결정하는 방식은 일부 상품화되어 소개되고 있다. 그러나, 주변 환경과 대비되는 표식을 붙여야 하므로 인터리어를 중요하게 생각하는 가정이나 건물에서는 사용하기 어려운 측

면이 있고 Landmark의 절대위치를 정확하게 입력해야 하기 때문에 실제 적용에 어려움을 겪고 있으며 다양한 조명환경 하에서 Landmark을 신뢰성 있게 추출할 수 있는 영상처리 능력이 요구된다. 또한, Natural Landmark을 사용하는 방식은 주변환경에 대한 변화를 주지 않고 사용할 수 있다는 장점이 있는 반면 절대 위치를 지정하기가 Artificial Landmark을 사용하는 방법보다 더욱 어렵고 조명 조건의 변화에 적응하여 지정된 Natural Landmark을 인식해야 한다는 측면에서 전자의 방법보다 한 단계 높은 영상처리 능력이 요구된다. 시각 기반 자율 주행 분야의 핵심은 로봇이 주행할 수 있는 영역을 영상처리를 통하여 인식하는 능력을 구현하는 것으로 다수의 카메라를 로봇에 장착하고 실시간으로 주변에 대한 삼차원 데이터를 복원하여 이를 이용하는 방식과 스테레오 카메라를 이용하되 카메라 간 기하학적인 특성과 영상 간 연산을 동시에 사용하는 방식이 제시되고 있다. 전자는 실시간 삼차원 복원 후 바닥을 분리하여 로봇이 이동할 수 있는 경로를 결정하는 방식으로 삼차원 데이터 복원을 위한 고속 알고리즘 혹은 전용 하드웨어의 사용이 필수적이며, 후자는 스테레오 카메라간의 Fundamental Matrix를 사용하여 한 쪽 영상을 다른 쪽 영상과 겹치도록 Mapping 한 후 차영상을 구해 Texture의 변화가 적은 영역을 바닥으로 인식하는 방식이다. 이 분야의 연구가 진척되면 기존의 초음파 센서나 레이저 센서를 사용한 주행방식에서 탈피하여 영상 카메라만을 사용한 주행이 가능해지고 특히, 시각 기반 자기 결정 방식과 접목이 되면 영상 카메라만을 사용하여 로봇의 운동이 가능해지게 될 것이다. 다음으로, 물체 인식 혹은 글자 인식의 경우 영상 처리 분야에서 다양한 알고리즘들이 제시되었으나 로봇에의 실제 적용을 위해서는 다양한 조명 조건 하에서의 신뢰성 확보 및 실시간 인식 능력 등이 개선되어야 할 것으로 판단된다. 즉, 대부분의 알고리즘들이 비교적 정확하게 인식된 경계 정보들이 있다는 가정 하에서 제시되었으나 로봇이 움직이는 실제 공간에서 이러한 가정을 만족시키기 위해서는 원하는 목표물 혹은 표시들에 대한 효과적이고 조명변화에 강인한 클러스터링 알고리즘이 필수적이다.

이에, 본고에서는 서비스 로봇에 장착하여 사용할 수 있는 영상 카메라의 종류에 대해 소개하고, 언급된 다양한 응용에 필수적인 조명 변화에 대한 적응성을 개선한 컬러 클러스터링(Clustering) 기술에 대해 소개하고자 한다.

1. 시각 센서

시각 센서는 사람의 눈과 같이 주변 환경에 대한 영



상을 읽어들이 수 있는 장치로 영상을 읽어들이는 카메라와 카메라에 입력되는 빛의 양을 조절하고 초점거리를 조절할 수 있는 광학계(렌즈)로 구성된다. 영상 센서는 고해상도 및 고화질의 데이터를 얻을 수 있는 CCD(Charge Coupled Device) 센서와 화질은 상대적으로 떨어지지만 가격적인 매력을 가지고 있는 CMOS 센서로 대별된다. 과거 산업용 검사 장치 혹은 산업용 로봇에 장착되어 사용되던 카메라들은 CCD 센서를 사용한 모델들이 대부분이고, 최근 개인용 컴퓨터의 보급과 함께 대폭적으로 보급된 웹 카메라는 가격이 저렴한 CMOS 센서를 사용한다.

두 종류의 센서는 가격이나 화질의 측면만이 아니라 영상 데이터의 출력 방식에서도 차이를 보이고 있는데 CCD 센서를 사용한 카메라의 경우 NTSC 방식의 아날로그 신호로 영상 데이터를 출력하는 모델이 많고, CMOS 센서를 사용한 카메라의 경우 개인용 컴퓨터와의 간단한 연결을 위해 USB 혹은 IEEE 1394 통신망을 통해 직렬방식의 디지털 데이터로 출력하는 경우가 대부분이다. 그러나, 기존 USB 카메라의 경우 640 x 480 해상도의 컬러 데이터를 실시간으로 전송하는데 어려움을 겪었고 특히, 개인용 컴퓨터의 운영시스템 부단에 따라 실시간 데이터 저장 및 처리에 어려움이 있어 320 x 240의 해상도의 적용이 가능한 응용분야에 한 해 실시간 영상처리를 위한 노력이 진행되고 있다. 반면, IEEE 1394 방식은 최고 400 MBPS의 속도로 데이터를 출력할 수 있어 640 x 480 해상도의 영상을 실시간으로 저장할 수 있으며 연산능력에 따라 실시간 영상처리도 가능하다. 또한, 기존 고화질의 영상 데이터를 얻을 수 있는 CCD 영상 센서를 사용하면서 IEEE 1394 방식으로 출력할 수 있는 모델이 일본 소니사에서 출시되면서 고급 CCD 카메라에 디지털 통신 인터페이스가 장착된 카메라의 출현도 예상된다. 특히, 기존 아날로그 카메라로부터 영상을 획득하기 위해서는 개인용 컴퓨터에 별도의 Frame Grabber를 장착하여 사용해야 했으나 디지털 통신 방식을 사용하는 경우 개인용 컴퓨터에 기본적으로 장착되어있는 통신 포트를 사용할 수 있어 가격 경쟁력을 더욱 개선하는 효과를 가져올 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 서비스 로봇이 지능화됨에 따라 스테레오 카메라 시스템을 필요로 하는 경우 고속 통신이 가능한 IEEE 1394 방식의 인터페이스를 채택함으로써 실시간 영상 저장 및 처리가 가능할 것으로 예상된다.

2. 컬러 클러스터링 기술

컬러 클러스터링이란 영상 속에서 특정한 컬러를 갖는 물체 혹은 표식을 구분해내는 영상처리 과정을 의미하는

것으로 얼굴 인식, 표정 인식, 목표물 추적, Landmark 인식, 목표물 혹은 글자 인식 분야에서 기본적으로면서도 필수적인 알고리즘이다. 특히, 이 알고리즘의 신뢰성에 의해 다음 단계에서 수행되는 영상처리의 신뢰성이 결정되기 때문에 그 중요성은 매우 높다 하겠다.

로봇이 동작되는 환경은 조명의 변화가 매우 심하다. 즉, 창문이 있는 건물에서의 조명의 변화를 생각해 보면, 아침부터 저녁까지 변화하는 밝기 변화, 날씨에 따라 변화하는 밝기 변화, 로봇이 움직이는 동안 비추어지는 조명등의 방향 변화에 따른 조명 변화, 목표물의 운동에 따른 조명의 변화 등 매우 다양한 원인에 의해 동일한 목표물의 조명 조건은 계속 변화한다. 이러한 현상은 사람이 사무실내에서 복도를 걸어가는 중에도 자연스럽게 발견된다. 일반 사무실 복도의 경우 형광등이 일정한 간격으로 배치되어 있으므로 형광등이 사람의 앞쪽에서 밝게 비추는 경우와 형광등을 등지고 서는 경우 다른 조명 조건이 된다. 또한, 걸어가는 중에 방문이 열리거나 창문이 열리면 햇빛이 들어와 이전과는 다른 조명 환경이 만들어진다. 이러한 조명의 변화에 대응하기 위해 영상 정보에서 밝기 정보와 무관한 데이터를 추출하여 컬러를 정의하고 이를 사용하여 목표물을 분리해내기 위한 접근 방식과 초기에 만들어진 컬러 모델에 근거하여 연속적으로 컬러 모델을 개선하면서 목표물을 추적, 구분하는 접근 방식 등이 제안되었다. 전자의 접근 방식들은 "고정된 조명 조건 하에서 동일한 컬러를 갖는 물체의 컬러 특성은 컬러 공간상에서 제한된 범위의 분포로 표현된다" 및 "컬러를 표현하는 Hue 정보는 백색광 조명 하에서 물체 표면의 자세, 조명 방향, 밝기 변화에 무관하다"[1,2]는 전제 하에 제안되었다. 그에 따라, 대부분의 알고리즘들이 Normalized RGB(Red-Green-Blue) 컬러 공간 혹은 HSI(Hue-Saturation-Intensity) 컬러 공간으로 영상 데이터를 변환한 후 밝기 정보를 제외한 영상 정보만을 사용하여 컬러 공간에서 특정한 영역에 속하는 화소만을 동일한 컬러로 판단하는 기법으로 컬러 클러스터링을 수행하였다. 후자의 접근 방식은 전자의 접근 방식을 확장하여 컬러 특성의 변화에 적응할 수 있도록 컬러 모델을 변화시키면서 목표물을 감지하는 기법을 적용하였다. 예를 들면, [3]에서 Swain과 Ballard는 RGB 컬러공간에서의 Color Histogram을 사용하여 컬러 모델을 만들었고, Yang과 Waibel은 Normalized RG(Red-Green) 컬러 공간에서 Color Histogram을 사용하여 피부영역에 대한 컬러 모델을 만든 후 Color Histogram의 형상은 밝기가 변화해도 비슷한 모양을 유지한다는 관측에 근거하여 컬러 모델을 변화시켜 가는 컬러 모델 적응 알고리즘을 사용하였다[4,5]. [6][7][8]에서는 밝기 변화에 대한 적응성을 확보하기 위해 HSI 컬러 공간에서 밝기

정보를 버리고 HS 컬러 평면에서 모델을 만들어주는 접근방식을 제안하였다. [9]에서는 RGB 컬러 공간에서 피부 영역 판단을 하기 위한 역치를 밝기에 따라 조정해주는 기법이 제시되었다.

그러나, 효과적인 컬러 클러스터링을 위해 컬러 모델을 상대적으로 넓게 선정하면 클러스터링 신뢰도는 개선되지만 다른 컬러와 혼동이 일어나 잘못된 결과를 도출하는 경우가 흔히 발생한다. 반면, 컬러 모델을 좁게 선정하면 다른 컬러와의 혼동을 줄일 수 있지만 조명이나 컬러 특성의 변화에 적응하지 못하는 문제점이 발생한다. 또한, 실제 생산되고 있는 카메라를 사용하여 동일한 컬러를 갖는 목표물에 대해 다양한 조명조건에서 촬영된 영상을 분석해 보면 밝기에 따라 컬러 분포가 변화하는 것을 관찰할 수 있다. 예를 들어, 소니 사의 XC 999 영상 카메라를 사용하여 사람의 피부 영역에 대한 영상을 획득한 후 밝기 분포에 따라 Hue-Saturation 컬러 평면에서의 분포를 살펴보면 (그림 1)과 같다. (그림 1)의 (a)는 밝기가 0부터 50사이의 화소들의 분포를, (b)는 밝기 50부터 100사이의 화소들의 분포를, (c)는 밝기 100부터 150사이의 화소들의 분포를, (d)는 밝기 150부터 200까지의 분포를 갖는 화소들의 분포를 나타낸다. (그림 1)의 그림에서 가로축은 Hue의 값을 표시하고, 세로축은 Saturation 값을 나타낸다. 밝기가 밝아질수록 Hue-Saturation 평면상에서의 분포영역이 줄어들고, 밝기가 어두워질수록 분포영역이 넓어지는 특성을 발견할 수 있다. 따라서, 초기에 특정한 조명환경 하에서 얻어진 컬러 모델이나 컬러 특성의 작은 변화에 적응하여 컬러 모델을 개선해 가는 접근방식은 로봇과 같이 활동범위가 넓은 응용분야에 적용하기에는 어려움이 따른다. 이러한 문제점을 극복하기 위한 한가지 방법으로 다양한 조명조건에서 대상 물체의 영상을 수집하고 수집된 대상물체의 컬러특성을 밝기에 따라 통계학적인 모델로 설정한 후 이를 B Spline Curve로 근사함으로써 밝기의 변화에 적용할 수 있는 컬러 모델을 구축하는 방법이 소개되었다 [10]. 모델 구축을 위한 관계식은 다음과 같다.

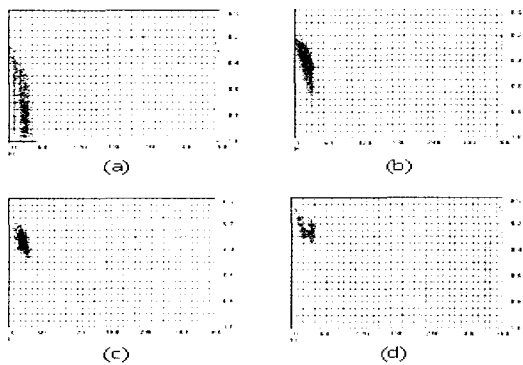


그림 1. 피부영역에 대한 밝기별 컬러 특성

$$H_m(i), 0 \leq i \leq 255 : \text{밝기에 대한 색상의 평균 곡선}$$

$$H_\sigma(i), 0 \leq i \leq 255 : \text{밝기에 대한 색상의 표준편차 함수}$$

$$S_m(i), 0 \leq i \leq 255 : \text{밝기에 대한 채도의 평균 함수}$$

$$S_\sigma(i), 0 \leq i \leq 255 : \text{밝기에 대한 채도의 표준편차 함수}$$

라 하면, 컬러 모델은

$$H_m(i) - T_{mh} \cdot H_\sigma(i) \leq H[p(i)] \leq H_m(i) + T_{mh} \cdot H_\sigma(i)$$

$$S_m(i) - T_{sh} \cdot S_\sigma(i) \leq S[p(i)] \leq S_m(i) + T_{sh} \cdot S_\sigma(i)$$

의 관계에 의하여 구축된다. 즉, 밝기 i 인 화소 $p(i)$ 가 Hue 및 Saturation에 대해 위의 두 조건을 만족하면 피부영역으로 판단된다. 컬러 모델에 사용된 역치 T_{mh} 와 T_{sh} 는 (그림 1)에 보인 데이터들을 포함할 수 있도록 컬러 모델 근사 과정에서 결정한다. 사용된 (그림 1)에 보인 컬러 분포를 사용하여 밝기 변화에 대한 Hue의 평균과 표준편차 및 Saturation의 평균과 표준편차를 B-Spline Curve Fitting을 사용하여 근사한 결과를 (그림 2)에 보였다.

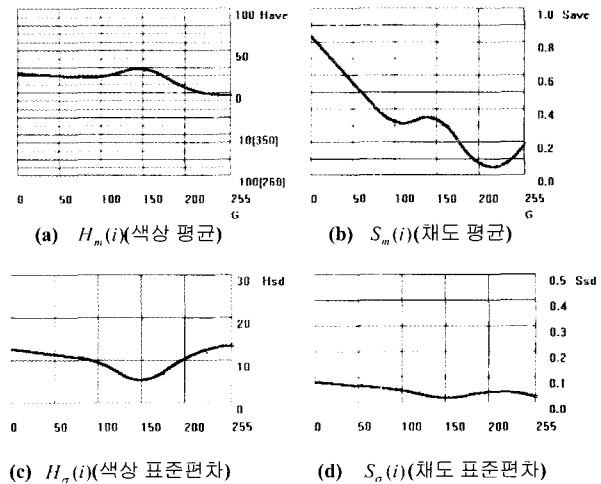


그림 2. 컬러 모델 근사 예

가로축은 화소의 밝기를 표시하고 세로축은 화소의 Hue와 Saturation의 평균값 그리고 Hue Saturation의 표준편차 값을 나타낸다. 이상의 컬러모델을 사용하여 다양한 조명조건 하에서 얼굴을 추적한 실험결과는 (그림 3)과 같다. (그림 3)에서 검은 색의 사각형으로 나타난 부분이 추적된 얼굴의 위치를 표시한다. 조명이 사람의 뒷쪽에 있어서 얼굴이 어둡게 나타난 경우, 측면에 있어서 좌우 얼굴의 밝기가 다른 경우, 조명이 앞쪽에서 밝게 비추어진 경우, 전반적인 조명이 어두워진



경우 등 다양한 환경에서 우수한 영상추적 결과를 보여 주고 있다.



그림 3. 얼굴영역 추적 결과

다음, 보다 구체적으로 피부 영역에 대한 인식 결과를 보기 위해 조명 조건이 현저히 다른 세 상의 영상에 대한 실험결과를 기존의 다른 기법과 비교한 결과를 (그림 4)에 보였다. 첫째열의 영상이 사용된 원 영상을 표시하고, 두 번째 열의 영상이 위에 소개된 기법[10]에 의해 인식된 결과를 나타낸다. 셋째 열은 [6]에 소개된 기법에 의한 Clustering 결과이고 넷째 열은 Yang과 Waibel의 기법[4]에 의한 방식에 의한 결과이다. 소개된 기법을 사용하는 경우 다른 방법에 비해 개선된 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.



그림 4. 다양한 조명조건에서의 비교 실험 결과

3. 결론

이상에서 서비스 로봇에 사용되는 영상 카메라의 발전 동향과 다양한 응용분야에서 사용될 수 있는 컬러 클러스터링 기법을 소개하였다. 이를 통해서 서비스 로봇이나 다양한 종류의 지능로봇에서 시각 센서를 사용하기 위해서 필수적인 조명변화에 대한 적응성의 중요성을 소개하였다. 미래의 로봇에서 시각 센서의 기능은 날로 증가할 것으로 예상되는 바 크기는 작지만 양질의 영상을 얻을 수 있는 저 가격형 영상 카메라의 개발, 보다 신뢰성이 높고 제약이 적은 영상처리 알고리즘의 개발과 로봇 제어에 필수적인 실시간 영상처리를 위한 저 가격형 고성능 영상처리 시스템의 개발 능력이 미래 사회의 지능 로봇의 활용도를 결정하게 될 것으로 예상된다.

참고문헌

1. J.-M. Geusebroek and Arnold W. M. Smeulders, "Measurement of Color Invariants", *Proceedings of IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 50-57, 2000.
2. T. Gevers and Arnold W. M. Smeulders, "Color-based Object Recognition", *Pattern Recognition* 32, pp. 453-464, 1999.
3. M. J. Swain and D. H. Ballard, "Colour Indexing", *International Journal of Computer Vision*, vol.7, no. 1, pp. 11-32, 1991.
4. J. Yang and A. Waibel, "A Real-time Face Tracker", *Proceedings of IEEE Workshop on Application of Computer Vision*, pp. 142-147, 1996.
5. J. Yang, W. Lu, and A. Waibel, "Skin-Color Modeling and Adaptation", *Proceedings of ACCV98*, vol. 2, pp. 687-694, 1998.
6. K. Sobottka and I. Pitas, "Extraction of Facial Regions and Features Using Color and Shape Information", *Proceedings of IEEE ICPR*, pp. 421-425, 1996.
7. K. Sobottka and I. Pitas, "Segmentation and Tracking of Faces in Color Images", *Proceedings of Automatic Face and Gesture Recognition*, pp. 236-241, 1996.
8. S. Feyrer and A. Zell, "Detection, Tracking, and Pursuit of Humans with an Autonomous Mobile Robot", *Proceedings of IEEE/RSJ International*

Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 864-869, 1999.

9. K. Cho, J. Jang, and K. Hong, "Adaptive skin color filter", *Pattern Recognition*, vol. 34, pp. 1067-1073, 2001.

10. Y. B. Lee, B. J. You, and S. -W. Lee, "A Real-time Color-based Object Tracking Robust to Irregular Illumination Variation", *Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp. 1659-1664, 2001.



회원혜택과 입회절차

▶ 회원 혜택

- ① 논문 및 학회지를 인터넷에서 무료로 다운로드 받을 수 있습니다.
- ② 논문지 및 학회지, 학술행사에 투고된 논문을 인터넷상에서 영구보존 및 관리해드립니다.
- ③ 학회지, 논문지, 학술대회 논문을 투고할 수 있습니다.
- ④ 자신이 투고한 논문심사의 모든 과정을 인터넷을 통하여 신속하게 검색 할 수 있습니다.
- ⑤ 인터넷을 통하여 학회에서 제공하는 정보(회원인물검색, 학술행사, 해외유명사이트정보 등)를 제공받을 수 있습니다.
- ⑥ 본 학회에서 주관하는 학술대회에 대한 정보를 얻으실 수 있으며, 참가 시 할인혜택을 받으실 수 있습니다.
- ⑦ 회원 개개인의 연구업적을 개인별로 데이터베이스화하여 대외에 홍보할 수 있습니다.
- ⑧ 기타 본 학회 정관에 명시된 정회원 및 학생회원의 권리를 부여합니다

▶ 회원의 입회절차

- ① 입회원서 작성(원서에 직접작성 또는 홈페이지 <http://icase.or.kr> 내에서 작성)하신후,
- ② 입회비 및 연회비 납부(정회원 : 50,000원(입회비 : 10,000원 포함),
학생회원 : 25,000원(입회비 : 5,000원 포함))
- ③ 회원등록확인(홈페이지내 회원검색에서 가입여부 확인)
- ④ 위의 회원혜택부여 및 회원관리

▶ 회비납부 안내

- 홈페이지 <http://icase.or.kr>을 통한 납부
- 홈페이지내 우측상단의 전자결제서비스 에서 신용카드 전자결제 가능

▶ 온라인 납부처

- 국민은행(영업3부 지점) : 760-01-0038-589
- 외환은행(강남역 지점) : 057-22-03148-4
- 한미은행(역삼동 지점) : 102-53439-253
- 한빛은행(테헤란로 지점) : 169-189026-13-002
- 지로용지: 첨부지로용지 사용