

# 지능 로봇틱스 영상처리 기술동향

전자부품연구원 | 김영욱 · 이종배  
중앙대학교 | 백준기

## 1. 서론

지능 로봇은 스스로 인지(Perception) 할 수 있는 지능과 작업(Task) 기능을 가지며 인간과 시공간적으로 공존하며 인터랙션을 최종 목적으로 산업용 로봇과 더불어 국민소득 3만 시대를 열수 있는 차세대 국가적 먹거리 산업임과 동시에 ‘삶의 질 향상’이라는 사회적 패러다임 변화에 대응 할 수 있는 유망 산업으로 자리 잡아 가고 있다. 이를 실현하기 위하여 산·학·연 중심으로 지능로봇 플랫폼, 핵심 요소기술, 지능로봇용 부품의 연구개발이 활발히 진행되고 있으며, 청소로봇의 경우 중저가 제품위주로 사업화도 활발히 진행되고 있다.

2008년 2월 과학기술부에서 배포한 미래예측 시나리오인 ‘2008년 남자, 2030년 여자’[1]에서는 미래 사회를 획기적으로 바꿔놓을 미래상으로 유비쿼터스 세상 내에 존재할 아이를 돌봐줄 수 있는 ‘육아로봇’과 보통 사람의 몇 배의 힘을 내게 하는 ‘웨어러블 로봇’ 등을 선정하기도 하였다.

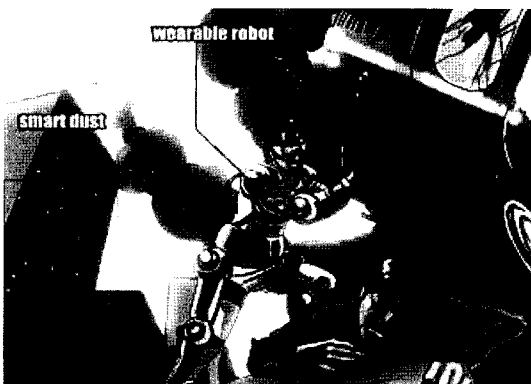


그림 1 웨어러블(Wearable) 로봇

† 본 투고는 산업자원부 산업기술개발사업 ‘청소(가정/빌딩)플랫폼용 영상기반 자율주행 모듈 및 상용화 기술개발’ 과제의 지원으로 투고되었음.

상기 미래예측 시나리오처럼 인간의 인지 기능, 인간-로봇 인터랙션 및 지능 작업 기능을 구현하기 위해서는 로봇이 위치한 환경에 대한인지와 사용자에 대한 이해 그리고 복잡한 환경에서의 작업수행을 위한 로봇과 인간과의 인터랙션 기능은 필수적이며 로봇이 환경을 이해하기 위한 장착된 센서로부터 취득된 복잡하고 다차원적인 정보를 해석하면서 모든 임무를 스스로 계획, 수행할 수 있게 된다.

지능로봇이 활동하게 될 환경 정보를 파악하기 위하여 로봇의 시각, 청각, 촉각 등 해당 감각 처리용 인지 센서 및 자율주행 시 절대 위치 파악을 위한 필수적인 엔코더를 비롯한 내부센서와 동적 환경변화에 대응하기 위한 카메라, 초음파, 레이저, IR 센서 등이 추가적으로 요구된다. 특히 이러한 기능이 로봇에 탑재되어 보급되기 위해서는 센서를 포함한 모듈의 저가격화 및 칩화가 필수적으로 요구된다.

본 고에서는 지능로봇이 주변 환경을 인식하고 자율주행하며 사용자 중심의 서비스를 위한 인터랙션과 지능로봇의 최종 목적 중 하나인 물체 조작 기능을 수행하기 위한 카메라 및 이를 통하여 취득된 영상을 목적에 맞게 처리하고 이해하는 과정에 대한 연구 동향을 환경인식과 HRI(Human Robot Interaction) 기술을 중심으로 살펴보도록 한다.

## 2. 지능로봇 6대 기술 및 영상처리

지능로봇 분야의 정부사업을 주도하고 있는 산업자원부 로봇팀에서 2007년 1월 지능로봇의 기술적 중요성과 고유성을 고려하고 산업화에 필수적이면서 Killer Application을 창출하기 위해 반드시 돌파해야 할 지능형 로봇 6대 중점기술을 선정하였다[2].

그림 2의 지능형로봇 6대 중점기술이 편익비용비(benefit/cost)를 만족할 만한 모듈형태로 개발이 되고 로봇 플랫폼에 적용 되었을 때 지능로봇의 고유 기능 및 인간에 대한 차별화된 서비스가 가능하다[3-5].

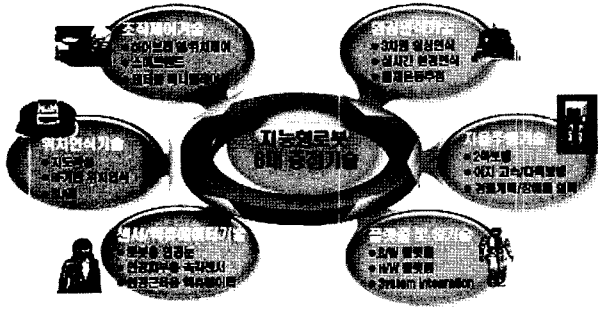


그림 2 지능형 로봇 6대 기술

## 2.1 6대 기술과 영상처리의 관계

지능 로봇의 시각 감각에 해당되는 로봇 시각(영상) 처리 기술은 지능로봇이 활동하게 되는 실내는 물론 실외 환경에서도 강인하게 대처할 수 있어야 한다. 그러나 물리적 환경 변화 즉, 조명변화, 시점변화, 동적 장애물, 객체(물체) 가려짐 등에 강인하게 대처해야 하는 어려운 기술 중 하나이다.

그림 3의 지능형 로봇 6대 기술과 시각처리 기술의 관계는 표 1과 같다.

환경인식은 로봇이 비전센서를 중심으로 타 센서 융합을 통하여 로봇이 활동하게 될 환경을 파악하기 위한 환경(Scene) 및 특정 물체를 인식하는 기술로서 사용되는 영상센서의 종류(CCD, CMOS), 형태 및 취득 방식(Active, Passive)에 따라 대응되는 처리 알고리즘이 분류될 수 있다.

최근 연구 동향은 인간의 시각 모델과 유사하게 거시적 관점에서 환경을 파악 한 후 특정 물체(specific

표 1 6대 기술과 영상처리

기술	주요 내용	해당 영상기술
환경(사용자) 인식	3차원 형상인식 실시간 환경인식 물체 운동 추정	환경인식을 위한 영상 기반 2D/3D 물체인식, 비디오 기반 사용자 인식기술(Face, Gait)
위치인식	환경 지도작성 RF 기반 위치인식 SLAM	영상기반 위치추정 기술, vision 기반 SLAM,
자율주행	2족 보행 야지고속/다족보행 경로계획/장애물회피	영상 기반 장애물 검지 기술, 사용자 추적기술.
조작제어	힘/위치제어 스마트 핸드 텐더블 머니플레이션	3D 비전 기반 위치/거리 인식 기술.
센서/액츄에이터	인공눈 촉각센서 인공근육 액츄에이터	스테레오 인공눈 센서.
플랫폼 및 SI 기술	S/W 플랫폼 H/W 플랫폼 SI	비전기반 HRI 기술. (Who am I, Follow me, Do it)

object)가 아닌 물체의 범주(object class)를 인식하고 전반적인 환경 정보를 이용하여 그 맥락(context)을 살펴 인식에 활용하는 기법이 연구되고 있다[6].

로봇플랫폼에서의 사용자 인식은 생체인식(Biometrics) 개념의 사용자 인식과는 다른 차원의 접근이 요구된다. HRI(Human Robot Interaction) 기술 중 'Who am I'에 해당되는 기술로 원거리 비접촉 형태로 사용자를 인식하고 표정에 의한 감성까지 인식하여 개인특화 서비스 제공할 수 있는 핵심 요소 기술이다. 얼굴영역을 정확하게 검출하고 기하학적인 특징기반, 템플릿 기반, 모델 기반으로 접근하여 인식하는 방법이 사용되고 있으나, 정확도와 인식률을 향상시키기 위하여 열화상 영상을 융합하거나 3차원 얼굴정보를 이용하는 방법이 연구되고 있다[7].

다른 접근 방법으로는 사용자의 신원을 확인할 수 있는 얼굴이 시점변화 혹은 거리적 제한으로 얼굴영역을 검출하기 힘든 경우는 행동양식을 분석함으로써 인식하는 방식으로 예를 들어 사람이 걸을 때 다리, 무릎, 관절, 팔, 팔꿈치 등 신체 일부가 반복적으로 일정한 패턴을 추출하여 DB구축 후 입력패턴과 비교하는 방법이다[8]. 이러한 기술은 주로 보안솔루션으로 활용되고 있고 CounterBomber<sup>®</sup>[9]란 제품도 출시되어 있으나 지능로봇에 적용된 연구는 초기 단계지만 HRI 기술의 일부로 활용될 가능성은 매우 높다.

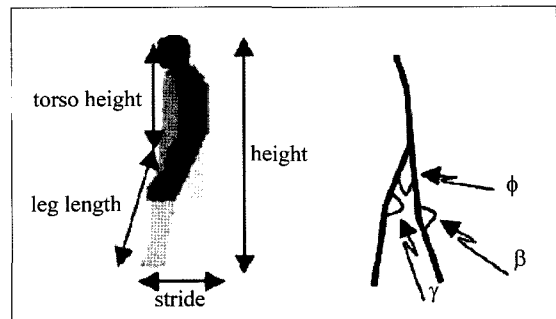


그림 3 Gait Analysis



그림 4 CounterBomber<sup>®</sup>

위치인식 기술은 로봇이 스스로 미지의 환경에서 절대위치를 파악하고 자율주행하며, 이를 바탕으로 다양한 서비스를 제공하기 위해 필수적인 기술이면서 가장 활발히 연구가 진행되고 있는 분야이다. 위치인식 기술은 세부적으로 로봇의 절대 위치 추정(Localization), 맵 생성(Map Building) 그리고 자율주행(Autonomous Navigation)으로 분류 할 수 있다. 최근 연구 동향은 위치추정과 맵생성을 동시에 수행하는 SLAM(Simultaneous Localization and Map building)에 대한 연구가 집중적으로 진행되고 있다.

SLAM은 Smith[10]에 의해 제안되었으며 Durrant-Whyte[11]가 기본적인 틀을 마련한 후 Sim과 Dudek[12]이 영상기반 자연적 랜드마크 인식 방법을 제안하였다.

SLAM 구현방식은 크게 무선신호 방식, 인공표식 인식방식, 자연표식 인식방식 방식으로 분류되고 있으며 자연표식 인식방식이 가장 수용할 만한 방식으로 연구가 집중되고 있으나 다양한 환경변화에 적용하면서 저 가격화된 모듈 형태로 출시된 제품은 아직 없다.

이와 같이 지능형로봇 6대 기술 대부분 영상(시각)처리 기술과 밀접하게 연관되어 있고 상당부분 동적 환경에 대응하지 못하며 저가격의 모듈화가 되지 못하는 현실은 지능로봇 산업 활성화에 neck-point가 되고 있다.

## 2.2 영상처리 관련 대표적 로봇 상품

영상처리 기술은 영상센서로부터 취득된 영상정보를 기반으로 하기 때문에 입력영상의 Stability 및 Repeatability가 보장이 되는 전제조건이 만족되지 않으면 여러 가지 환경외란을 처리하기 위하여 복잡한 해석과정을 거치는 것이 필수적인 과정이다.

이러한 환경왜란이 없는 응용분야에는 이미 영상(시각)처리 기술이 상용화 된 예가 많다. 머신비전 및 DTV 관련 Chip이 대표적인 예로 들 수 있다.

미국 ER(Evolution Robotics)사는 British Columbia 대학의 David, G. Lowe[13] 교수팀의 스케일 변화에 강인한 지역 특징추출 기술(SIFT)을 이전받아 물체인식 솔루션인 ViPR<sup>®</sup>[14]와 단일 카메라 기반 자율주행 솔루션인 vSLAM<sup>®</sup>[15]을 개발, 판매중이다.



그림 5 물체인식 SDK ViPR<sup>®</sup>

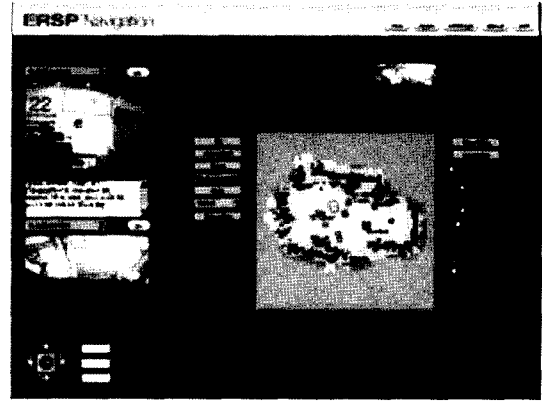


그림 6 비전기반 자율주행 SDK vSLAM<sup>®</sup>

두 가지 SDK의 핵심기술은 스케일, 회전 불변의 지역 특징점(Local SIFT feature)들을 이용함으로써 객체 가려짐 및 회전변화에 강인하게 대응하여 환경(물체)인식을 가능케 한다는 점이다. 이 솔루션들은 texture가 빈약한 환경(물체)에 잘 대응하지 못하는 단점이 있지만 ViPR<sup>®</sup>의 경우 초당 10프레임(QVGA 기준) 정도를 처리하는 실시간성을 확보하고 있다. 현재 ViPR<sup>®</sup> 솔루션을 이용하여 일본소니 아이보 및 NTT Docomo에 핸드폰 카메라 물체인식 기능이 상용화 되었고, vSLAM<sup>®</sup> SDK가 적용되어 Sharper Image사의 로봇 청소기, ZMP사의 MIURO에 적용되어 사업화에 성공하였다.

SDK 혹은 모듈이 아닌 영상시스템이 직접 탑재된 로봇 플랫폼이 대중화된 사례는 매우 드물다.

미국 Intouch Health사에서 모바일 로봇 플랫폼에 고해상도 영상을 송수신할 수 있는 모듈을 부착하여 Server/Client 형태로 환자의 상태를 의사나 가족이 원격에서 모니터링하며 로봇을 제어 할 수 있는 RP(Remote Presence)시리즈를 개발하여 판매중이다[16].

RP-7 플랫폼 가격이 \$300,000 정도로 매우 고가이지만 2003년부터 현재까지 약 260대 정도가 판매될 만큼 인기를 끌고 있고 주로 대형 종합병원, 대학병원에 판매 되고 있다.

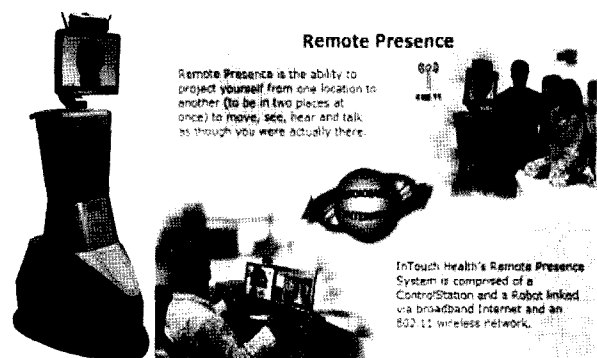


그림 7 Intouch Health사의 RP-7

영상기술에 기반을 둔 성공한 두 회사의 사업화 전략은 매우 대조적이다. ER사의 경우 영상기술의 모듈화 저가격화를 구현, 이를 이용하여 로봇 플랫폼(Robots)은 물론 일반 전자, IT기기의 영상기반 로보틱스(Robotics)를 추구한다.

반면 Intouch Health사의 경우 영상기술을 지능로봇의 장점인 위치인식, 물체인식, 자율주행 등 다양한 영상기반 AI 기능을 탑재하는 것을 지양하는 대신 안정화된 기술인 무선 영상통신 기술을 로봇에 탑재하여 철저한 고가 BM 모델을 추구하는 전략을 지향하고 있다.

이러한 업체들의 사업화 전략은 로봇관련 기술을 연구하여 사업화 하려는 국내 로봇 연구/산업/학계에 좋은 선례가 되고 있다.

### 3. 영상처리 부품 및 기술동향

2006년 3월 한국지능로봇산업협회가 발표한 ‘지능로봇 서비스 구현 및 시험검증 최종결과’에 따르면 가정용 로봇을 시범적으로 사용해본 64가구 중 80%가 10만원대 제품을 적정선이라고 밝힌바 있다. 국내 대표적 로봇청소기 업체인 LG전자가 2006년 소비자를 상대로 한 조사에서 고급형 및 보급형(위치인식, 자율충전, 물걸레질 기능 탑재)청소로봇의 수용가격을 50만원 이하라는 조사도 발표한 바 있다. 이는 현재 지능로봇 기술의 대중화가 얼마나 요원한지를 간접적으로 알 수 있는 대목이다.

이러한 캐즘(초기진입장벽) 및 기술적 neck-point를 뛰어 넘기 위해서는 시각시스템을 포함한 HRI 기술의 부품/모듈화가 필수적이다.

지능형 로봇용 영상(시각)처리의 시스템은 외부 환경에 대한 영상 취득을 위한 영상센서, 취득 후 영상 해석을 위한 전처리를 포함한 영상처리, 그리고 영상처리 결과를 H/W, 내/외부통신 및 로봇플랫폼에 응용하기 위한 로봇 응용 기술로 분류 할 수 있다.

#### 3.1 영상취득 센서 및 영상처리 부품

로봇용 시각센서는 외부 환경정보의 취득을 담당하는 가장 중요한 센서로서 광원 소스의 형태에 따라서 광학센서(CCD, CMOS), 적외선광을 사용하는 IR 센서 및 열분포 정보를 이미지화하는 적외선 열화상 센서로 분류 할 수 있다. 가장 많이 사용되는 광학센서는 반도체 및 통신 기술의 발전으로 인하여 저 가격에 고 해상도를 확보 할 수 있는 제품이 많이 출시되어 가장 많이 활용되는 센서이다.

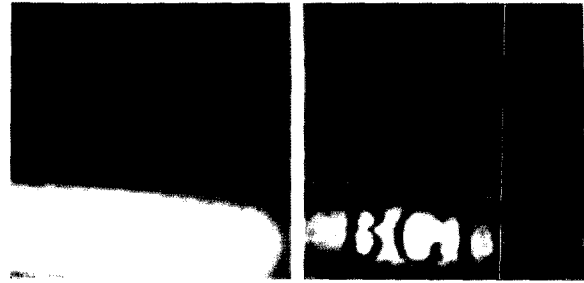


그림 8 일반 CMOS 센서 Vs. WDR 센서 영상

광학센서는 조도, 광량변화에 대응하기 위하여 역광보정 기능을 탑재하고 있지만 일정수준을 넘는 포화 현상에는 대응하기 힘들기 때문에 최근에는 광역역광보정인 WDR (Wide Dynamic Range) 기술이 채용된 센서가 각광을 받고 있다. 이러한 기술은 로봇이 창문영역이나 광원이 직접 조사되어 발생하는 광량포화 현상에 효율적으로 대응 할 수 있다.

스테레오 카메라센서의 목적은 정교하게 캘리브레이션된 양안식 영상에서 대응점을 찾아 거리정보를 추출하는데 있다. 캐나다 Point Grey Research 사는 Bumblebee<sup>®</sup> 2[17]라는 제품을 출시하여 XVGA급(1024×768)에서 초당 20프레임을 처리하는 성능을 갖추어 사용자 추적, 제스처 인식, 자율주행 등에 적용 할 수 있다. 미국 Videre Design사의 STOC(Stereo on a Chip)[18] 제품의 경우 FPGA 보드를 탑재한 저가/소형 형태로 출시되었고 양안 영상과 disparity 정보를 동시에 전송하는 기능을 갖추고 있다.

3차원 데이터를 취득할 때 상기 스테레오 카메라와 같이 광원을 가지는 이미지를 이용하는 수동적 방식과 더불어 광 패턴이 물체에 투영되어 두 개의 영상간 대응점을 찾는 능동적 센싱 방법의 거리정보를 추출하는 능동적 방식으로는 3차원 스캐너, Depth 카메라, TOF(Time of Flight) 카메라를 이용하는 방법이 있다. 대표적인 제품으로 독일 PMD사의 3D TOF 카메라 및 Swiss Ranger사의 SR 3000 등이 있다.

TOF 방식 센서의 장점은 조도에 영향을 받지 않고 거리정보를 신뢰성 있게 추출할 수 있고 실내는 물론 실외에도 강인하게 적용할 수 있지만 아직 고가이고 F.O.V가 비교적 좁고, 간섭이 생기는 단점이 있다.

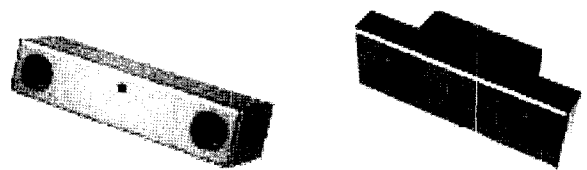


그림 9 Bumblebee<sup>®</sup> 2 및 STOC

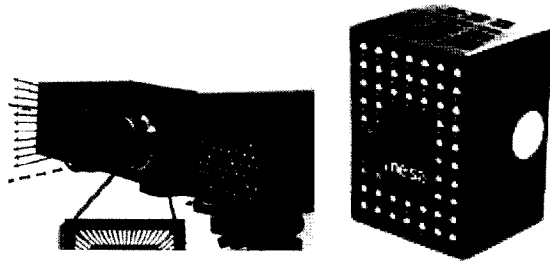


그림 10 PMD TOF 및 SR 3000

주로 비접촉으로 열 분포와 온도측정을 목적으로 하는 적외선 열화상센서의 경우 초고가로서 로봇에 탑재하기 힘든 상황이나 조명의 영향을 받지 않고 F.O.V도 비교적 넓게 확보할 수 있기 때문에 센서개발이 국산화 된다면 HRI의 사용자 추적, 인식 기능에 적용할 수 있다.

### 3.2 영상기반 HRI 기술동향

지능로봇 HRI는 로봇이 사용자와 인터랙션을 하며 개별 서비스를 제공함에 있어서 실질적인 핵심 기술로서 시각처리 기술은 음성신호처리, Tactile 정보처리, 환경인식, 조작등 지능형로봇 6대기술 전반에 걸친 기술이 모두 융합된 중요한 기술이다.

HRI기술은 로봇이 특정 사용자를 인식 할 수 있는 'Who am I' 기술, 인식된 사용자를 추정할 수 있는 'Follow me' 기술 사용자의 의도를 파악 하여 명령을 수행하는 'Do It' 기술, 이러한 기능을 부품/모듈화 하는 칩화 기술로 세분할 수 있다.

사용자 인식방법으로 생체인식분야에서 연구해온 얼굴인식이나 화자인식 방법이 많이 연구되고 있다. 얼굴인식의 경우 사용자 얼굴 영역을 우선 검출하고 기하학적인 정보인 눈, 코, 입 등의 주요 특징성분을 이용하거나 외형적인 부분을 신경망, SVM 등으로 학습하거나 ASM(Active Shape Model), AAM(Active Appearance Model) 등으로 모델링[19]하는 방법이 사용되고 있으며, 환경변화에 강인하게 대처하기 위하여 3차원 얼굴 영상을 사용하거나 열화상 영상을 융합한 형태로 연구[20]가 진행되고 있다.

얼굴이 노출되지 않아 얼굴영역을 검출하지 못하거나 일정수준의 얼굴영역 해상도가 확보되지 못한 원거리인 경우는 얼굴인식을 사용하기 어렵기 때문에 화자인식 또는 걸음걸이 패턴을 분석[21]하여 사용자 인식에 적용하는 연구도 활발히 진행되고 있다.

사용자 추종 기술(Person Following)은 로봇이 사람 검출(detect) 기능과 사람 추적(track) 기능을 모두 구현하는 stand-alone 형태의 방법과, 주변 환경에 두 대 이상의 카메라를 설치하고 별도의 시스템이 사람

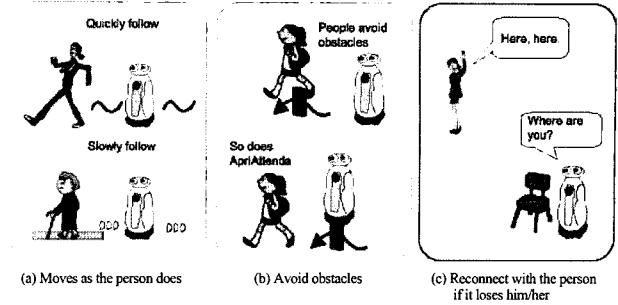


그림 11 동경대 ApriAttenda™

의 위치를 검출하여 로봇에게 사람의 위치만 전달해주는 두가지 접근 방법이 있다.

동경대학의 Hiroshi Miroguchi 교수 연구팀에서는 엔터테인먼트 & 교육용 로봇 보급을 목적으로 도시바와 공동 연구를 하고 있으며, 로봇 플랫폼인 ApriAttenda™가 Person following 기능을 완벽하게 수행하도록 연구[22] 중이다. 특히, 이 로봇은 비전 기반으로 사람을 검출하고 초음파 센서를 이용하여 물체를 회피하며 사람을 추적한다. 그림 11은 ApriAttenda™에 구현한 사람 추종 기술의 기능을 개념적으로 보여주는 그림이다.

미국 CMU의 Reid Simmons 교수팀은 사람 근처 혹은 주변을 주행하거나 사람과 로봇이 나란히 함께 일할 수 있는 사회적 로봇(Social Robot)을 연구 하고 있다. 이 팀은 레이저 센서 기반의 연구방법으로 주변 환경에 맞게 방법론을 달리 적용하여 더욱 정교하고 자연스럽게 사람을 추종할 수 있도록 Direct-Following 방법과 Path-Following 방법을 결합한 Person-Following [23] 방법을 제안하였다.

### 3.3 영상기반 환경인식 기술동향

HRI 기술과 더불어 지능로봇이 영상정보를 활용하여 위치파악은 물론 대상물체를 인지하는 기술 또한 차세대 로봇의 중요한 핵심 기술로 자리 잡고 있다. 또한 이러한 기술의 확보는 지능로봇에 대한 일반인의 현재 지능로봇 수준에 대한 선입견을 타파함으로써 대중화의 걸림돌을 해소 할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

최근에는 자율주행을 위한 영상기반 위치인식기술과 환경내 존재하는 물체를 개별물체가 아닌 범주 레벨에서 인식하려는 연구가 진행되고 있고 특히 영상 전체를 동시에 분석해 냄으로서 장면의 맥락이나 영상을 파싱 하는 방향으로 발전하고 있으나, 로봇환경의 시점변화, 조명변화, 배경변화, 동적 장애물에 의한 가리워짐 등에 강인하게 대처해야 하는 어려운 문제에 당면하고 있다.

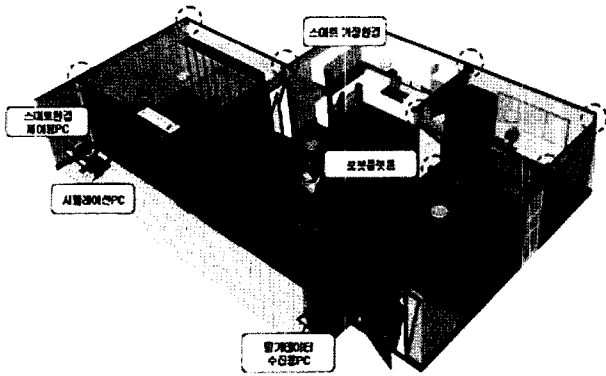


그림 12 무선신호 방식 위치인식 및 스마트 환경

위치인식 기술의 경우 로봇이 위치인식을 위해 사용하는 센서의 종류에 따라서 무선신호 방식과 인공 표식을 이용하는 방식 그리고 자연표식을 인식하는 방식으로 분류[24]할 수 있다. 무선신호를 송수신 할 수 있는 다수의 Transmitter 및 Detector를 스마트 환경에 구축하고 Wi-Fi, Zigbee, UWB, Indoor GPS와 같은 통신모듈을 이용하여 로봇의 위치인식을 하는 방식의 경우 로봇의 위치 및 각도오차를 줄일 수 있는 장점이 있는 반면, 설치 문제와 전원문제를 해결해야 하며 최종 사용자가 선호하지 않는 방식이지만 향후 유비쿼터스 환경구축이 실내외에 구축된다면 적절히 활용 할 수 있는 방식이다.

인공표식을 환경으로서의 영상 landmark 로 인식하여 로봇의 위치를 추정하는 기술은 능동적인 표식과 수동적인 표식을 이용하는 방법으로 세분된다. 수동적 인공표식방식의 대표적인 제품으로 미국 ER사의 NorthStar, 하기소닉사의 StarGazer가 있다. 능동적 인공표식방식의 경우 ETRI의 StarLite, 나인티시스템의 Indoor GPS 등이 있다.

인공표식 방식이 아닌 자연 환경 그대로를 영상 및 센서융합으로 해석하여 위치인식을 하는 방식으로는 ER사의 vSLAM<sup>®</sup>이 대표적인 제품이고 이와 유사한 연구가 국내 연구원 및 대학을 중심으로 활발하게 진행되고 있다.

고가의 레이저 스캐너 방식의 경우 성능적인 측면은 만족하고 있고, 초음파 센서를 어레이 형태로 구성하여 정보를 융합하여 위치추정을 하는 경우는 정확도가 떨어지는 단점이 있다.

영상과 로봇의 내부센서인 엔코더를 융합하는 방식의 경우 조명변화 및 시점변화로 인한 특징 추출의 정확도와 물리적으로 특징이 추출되지 않는 환경에 대한 문제가 제기되고 있으며 이러한 한계들을 극복하기 위해 환경변화에 강인한 특징추출 방법 및 핵심기술의 모듈화에 대한 연구가 진행되고 있다.

#### 4. 결론

지능로봇에서 영상(시각)센서는 로봇이 외부환경 정보를 취득하는데 대부분 의존하는 중요한 부품이고 이를 기반으로 영상을 해석, 재구성 하여 HRI나 환경인식을 하는 저가적의 시각처리 시스템은 지능로봇 산업화에 가장 중요한 핵심 요소이다.

본 고에서 현재까지 지능로봇의 HRI, 환경인식 기술을 구현하기 위한 국내외 영상센서 및 핵심기술 연구동향 및 제품화에 대한 사례를 살펴보았다.

환경변화에 따라 동일 물체(환경)이 다르게 취득되는 시각센서의 물리적인 한계를 극복하기 위해서 다양한 방식의 저가 영상센서 개발과 일정부분 환경변화에 강인한 시각처리 알고리즘의 개발이 필수적이고 이들이 경제적, 기술적으로 지능로봇 플랫폼에 적용될 수 있는 칩화 기술 또한 매우 중요하다.

이러한 난제들이 해결 된다면 시각처리 모듈이 지능로봇 산업 활성화에 기여 할 것이고 이는 다시 타 관련 산업으로 확산 되는 선순환 산업구조를 구축할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- [1] “2008년 남자, 2030년 여자” 2007 과학기술예측조사 결과로 본 미래예측 시나리오, 교육기술부, 2008년 2월
- [2] “제2의 반도체 신화창조” 차세대 로봇 시범사업 추진 계획, 산업자원부 로봇팀 2007년 1월
- [3] 전자정보센터(EIC) “로봇시장통계”, 2006
- [4] 한국산업기술평가원 로봇 Technology 로드맵 2001
- [5] 한국산업기술평가원 차세대 성장동력 로드맵 - 지능형로봇 - 2005
- [6] “차세대 로봇을 위한 물체인식 기술개발” 전략기술 개발시범사업 기획보고서, 산업자원부 2007년 10월
- [7] A-Nasser Ansari, Mohamed Abdel-Mottaleb and Mohammad H, Mahoor, “A multimodal approach for 3D face modeling and recognition using 3D deformable facial mask.” Journal of Machine Vision and Applications, Jan. 2008.
- [8] Ashok Veeraraghavan, Amit K. RoyChowdhury and Rama Chellappa, “Matching Shape Sequences in Video with Applications in Human Movement Analysis”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 27, Dec. 2005.
- [9] <http://www.setassociates.com/counter.html>
- [10] R. Smith, M. Self and P. Cheeseman, Estimating uncertain spatial relationships in robotics, Auto-

mous Robot Vehicles, I.J. Cox, G.T. Wilfong : Springer-Verlag, pp. 167-193, 1990.

[11] J. Leonard and H.F. Durrant-Whyte, "Simultaneous map building and localization for an autonomous mobile robot," Proc. of IEEE/RSJ Int. Workshop on Intelligent Robots and Systems, vol.3-5, pp. 1442-1447, 1991.

[12] R. Sim and G. Dudek, "Learning and evaluating visual features for pose estimation," In Proc., of the Seventh International Conference on Computer Vision (ICCV'99), Kerkyra, Greece, 1999.

[13] D.G. Lowe, "Distinctive image features from scale invariant keypoints," Int'l Journal of Computer Vision, vol. 60, no 2, pp. 91-110, 2004.

[14] <http://www.evolution.com/core/vipr.masn>

[15] <http://www.evolution.com/products/ersp/navigation.masn>

[16] [http://www.intouchhealth.com/products\\_rp7robot.html](http://www.intouchhealth.com/products_rp7robot.html)

[17] <http://www.ptgrey.com/products/bumblebee2/index.asp>

[18] <http://www.videredesign.com/vision/stoc.html>

[19] W. Zhao, R. Chellappa, P. J. Phillips and A. Rosenfeld, "Face recognition: A literature survey," ACM Computing Surveys, Volume 35, Issue 4 December 2003.

[20] Hui Chen, Bir Bhanu, "3D free-form object recognition in range images using local surface patches," Pattern Recognition Letters, Volume 28, Issue 10, July 2007.

[21] Toby H. W. Lam, Raymond S. T. Lee, David Zhang, "Human gait recognition by the fusion of motion and static spatio-temporal templates", Pattern Recognition, Volume 40 Issue 9 September 2007.

[22] Nafis Ahmad, Jiang Zhu, Hideichi Nakamoto and Nobuto Matsuhira, "Self-localization of home robot ApriAttenda™ based on Monte Carlo approach", Proceedings of the 2006 international symposium on Practical cognitive agents and robots, November, 2006.

[23] Rachel Gockley, Jodi Forlizzi and Reid Simmons, "Natural person-following behavior for social robots", Proceedings of the ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction, March, 2007.

[24] "청소 로봇 플랫폼 및 스마트 환경 기술개발" 산업 분석을 위한 연구기획사업 보고서, 산업자원부, 2007년 7월



**김영욱**

1995 홍익대학교 전기공학과 졸업  
 1997 홍익대학교 대학원 전기공학과 석사  
 2005 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 박사

1997~현재 전자부품연구원 지능로봇틱스 연구센터 책임연구원

관심분야: 지능영상처리, 로봇(컴퓨터)비전

E-mail : kimyo@keti.re.kr



**이종배**

1992 한양대학교 전자공학과 졸업  
 1994 한양대학교 대학원 전자공학과 석사  
 2004 한양대학교 대학원 전자공학과 박사  
 1995~현재 전자부품연구원 지능로봇틱스 연구센터 수석연구원

2007~현재 전자부품연구원 지능로봇틱스 연구센터 센터장

관심분야: 지능로봇(H/W, S.W)플랫폼, 로봇제어시스템

E-mail : leejb@keti.re.kr



**백준기**

1984 서울대학교 제어계측공학과 졸업  
 1987 노스웨스턴대학교 전기및컴퓨터공학 석사  
 1990 노스웨스턴대학교 전기및컴퓨터공학 박사  
 1990~1993 삼성전자 반도체총괄 선임연구원  
 1993~1999 중앙대학교 전자전기공학부 교수  
 1999~현재 중앙대학교 첨단영상대학원 교수

관심분야: 영상처리, 지능형시각시스템

E-mail : paikj@cau.ac.kr