2

비전 기반 실내로봇용 위치인식 기술

연세대학교 ▌김 은 태
인하공업전문대학 ▌박 창 우
서울산업대학교 ▌김 영 석
세종대학교 ▌백성욱 · 문승빈*

I. 서 론

1.1 지능형로봇에서의 위치인식 기술

최근 RT(Robot Technology, 로봇 기술) 산업은 IT(Information Technology, 정보 기술), BT(Bio Technology, 생명 공학 기술)에 이어 또 하나의 거대시장을 형성하는 차세대 핵심 산업으로 급부상하고 있다. 현재는 제조업 분야의 산업용 로봇 시장의 규모가 가장 크지만, 앞으로는 휴먼 인터페이스, 네트워크 기술 등이 집적된 지능형 서비스 로봇 및 청소 로봇, 비제조업 산업용 로봇이 급속히 발전하여 향후 10년내 가전시장을 추월할 것으로 전망되며, 일본의 유수의 대기업들에서도 막대한 비용을 들여 다양한 로봇을 개발하기위하여 대규모 자본을 투입하고 있다. 일본 미쯔비시연구소는 로봇 시장이 2010년에는 1,000억 달러, 2020년에는 1조 4천억 달러에 이를 것이라는 예측을 내놓았고, 이는 1조 달러로 예상되는 BT 시장을 추월하는 규모이다. 그림 1은 지능형 로봇의 응용분야를 나타내고 있다[1].

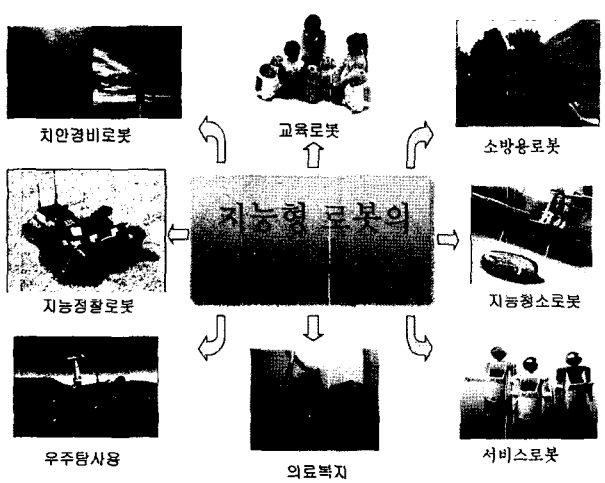


그림 1 지능형로봇 응용분야

지능형 로봇은 최근 전자기술의 눈부신 발전에 따라 새로운 응용분야를 찾아가고 있으며 과거에는 불가능했던 초고속 대용량 반도체의 기술발전 추세에 따라 새로운 개념의 로봇들이 속속 등장하고 있는 현실이며 로봇산업의 여명기를 어떻게 대처하는가에 따라 우리나라 산업계도 큰 영향을 받을 것으로 예상되고 있다. 또한 고가의 반도체가 대량으로 사용되는 로봇산업의 발전은 전자산업이 특히 발달한 우리나라 산업계에 미치는 파급효과는 대단히 클 것으로 생각된다[15].

지능형 로봇의 특징의 하나는 외부에서 조정되는 것이 아닌 내부의 전자두뇌가 독립적으로 판단하여 이동하는 자율 이동이다. 특히 실내 공간을 이동하려면 로봇이 실내공간상에서 어느 위치에 있는가, 어느 방향을 바라보고 진행하고 있는가를 로봇 스스로 인식할 수 있는 기능이 필요하다. 이러한 인식기능의 핵심 기술이 위치와 회전방향을 인식해서 제공하는 위치인식센서(localization sensor) 기술이다. 국내외를 막론하고 수십년 동안 위치인식센서 기술 연구를 해왔지만 성능과 가격면에서 아직도 만족할 만한 수준에 이르지 못하고 있다.

최근 시장이 급속하게 성장하고 있는 청소 로봇과 서비스 로봇의 경우에는 장애물회피, 바닥/벼랑 감지, 충돌감지, 배터리 모니터링/자동 충전 등의 기능은 물론 최단거리를 중복되는 부분과 누락부분 없이 최대한 짧은 경로와 최단시간동안 임무를 마치는 기능이 요구된다. 이러한 요구를 충족하기 위해서 필수적으로 요구되는 기술이 자기위치인식기술이다. 이러한 위치인식센서 시스템은 알려지지 않은 작업 공간에 대해 로봇이 이동 가능 경로를 인식할 수 있는 유일한 수단인 만큼 어떤 종류의 센서를 어떤 알고리즘으로 사용하느냐에 따라 로봇의 활동성이 좌우되는 중요한 핵

* 정회원

심기술 중 하나이다.

청소용 로봇은 주로 엔코더, 적외선, 초음파 등의 센서를 장착하여 오도메타(odometer) 정보에 의존해 로봇의 자기위치 좌표를 인식하고, 장애물의 여부 정도를 인식하였다. 엔코더를 이용할 경우 장시간 운행 시 누적오차에 의하여 로봇의 항법이 매우 어렵다는 치명적인 단점을 가지고 있다. 로봇이 거쳐 가지 않은 경로를 제대로 인식하고 효율적으로 매핑(mapping)하기 위해서는 누적오차를 가지지 않으며 광범위한 지역을 인식할 수 있는 정확한 전역 좌표를 산출하는 정밀한 센서의 개발이 요구된다.

로봇이 자기의 위치를 인식하기 위해서는 랜드마크를 기준으로 운동 방향 및 공간상의 위치를 추론해 낼 수 있는 기술이 필요하며, 이 때 랜드마크의 유형에 따라 자연 랜드마크를 이용하는 방법과 인공 랜드마크를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다[8]. 현재 인공 랜드마크의 유형에 따라 다양한 방법이 소개되고 있으며, 최근에는 자연랜드마크를 이용한 위치인식 기술이 각광받고 있다. 자연랜드마크는 환경 상에 존재하는 위치인식을 위한 이정표의 역할을 하는 특징으로 정의되며, 최근에 비전센서를 이용한 자연랜드마크의 추출과 이를 기반으로 한 위치 추정기술개발이 이루어지고 있다. 아래 표 1에 현재까지 개발 및 상용화가 이루어진 로봇 위치인식 기술 현황이 나타나 있다.

본 논문에서는 지능형로봇의 위치인식 기술의 산업적 필요성 및 중요성에 대해 살펴보며, 특히 실내로봇의 자기위치인식을 위해 비전기반의 자연랜드마크를 이용한 기술에 대해 집중적으로 논한다.

1.2 로봇 위치인식 기술 및 산업

실내로봇용 인지모델기반 전역 위치인식 기술은 지능형로봇이 스스로 자율주행하며, 정해진 서비스를 인간에게 제공하기 위해 필수적으로 필요한 핵심 기술로서, 로봇 주행을 위한 기반 데이터를 제공하는 것으로, 비전센서를 중심으로 한 로봇 환경의 변화를 감지하여, 로봇 스스로 자기 위치를 인식하는 기술이며, 로봇 위치인식을 위하여, 비전기반의 입력 영상 데이터를 바탕으로 획득되어지는 환경 특징의 변화를 추적함과 동시에, 로봇이 속한 환경을 이해하여 이를 바

표 1 로봇 위치인식관련 기술개발 현황

기술명	개발 단계	개발 내용	개발주체
위치인식 (인공표식, 수동)	상용화	NorthStar: 천정에 적외선 spot 생성용 projector/ 적외선 detector를 이용한 위치인식	美Evolution Robotics 사
위치인식 (자연표식)		vSLAM: 영상기반 자연표식 추출, 영상기반 자연표식 인식/매핑을 통한 위치인식	
Navigation Toolkit		Carmen: 기본적인 navigation toolkit: base and sensor control, logging, obstacle avoidance, localization, path planning, and mapping 오픈소스로 제공	美 Carnegie Mellon 대학
물체인식모듈 SDK	Pilot	SentiSight SDK(SIFT기반 전용 물체인식 알고리즘 모듈)	美 뉴로테크놀로지사
SLAM		스테레오 및 단안 카메라와 국부 관성 센서 정보를 융합하여 멀티 모달 센서융합기반 SLAM	프랑스 LAAS-CNRS
자율주행		거리감지센서 기반 위치정보에 영상기반 환경정보를 융합한 자율주행 기술	독일 프라운호퍼 연구소
SLAM		영상기반 환경 모델링 및 환경정보 데이터베이스 최적 관리 기술 개발	일 ATR 연구소
물체인식기술	기술검토	확률론을 이용한 다중물체 Object Recognition	美 CMU RI
맥락 인식, 영상 분석		영상 맥락 기반 물체 인식 기법	美 MIT
SLAM		Star node 기반 Graphical SLAM	스웨덴 KTH 연구소
		동적 환경에서 SLAM 기술 개발	美 스텐포드 대학
		단안 카메라이용 3D 자연표식 SLAM Loop closing 및 Data association 연구	英 옥스퍼드 대학
		초음파 센서의 SLAM	美 MIT
		16개 초음파 센서를 이용한 SLAM GVG 위상지도 개발	美 Carnegie Mellon 대학

탕으로 로봇 이동 공간을 인지하여 전역적, 국부적 위치인식을 동시에 수행하는 기술이다[4].

로봇 위치인식 신뢰성과 정밀도를 향상시키기 위한 Natural Landmark 추출 및 환경을 구성하는 영상 Feature set의 강인화된 구축 기술과 비전센서를 중심으로 한 Range 및 관성 센서와의 융합을 통한 위치인식 정밀도 향상 기술, 고효율 인공랜드마크 기반 위치인식 기술을 포함하며, 실내로봇용 인지모델기반 전역 위치인식 기술은 지능형로봇(개인, 전문 서비스)의 완성도를 가름하는 핵심 기술로서, 산업화의 걸림돌이 되고 있는 수요자의 가격적인 수용도와 성능의 만족도를 동시에 해결할 수 있는 로봇산업 활성화의 핵심 기술이며, 고기능/저가격 위치인식 모듈의 개발은 로봇의 수요를 획기적으로 창출 할 수 있는 기술로서, 이러한 기술을 바탕으로 개인서비스 로봇이 각 가정으로 보급되는 촉매 역할을 할 것으로 예상되는 지능형서비스로봇의 핵심 기술이 될 수 있다[15].

향후 전문서비스, 개인서비스를 위한 지능로봇은 가정은 물론 실외(Field)에서 인간과의 인터랙션, 인지기능을 기반으로 다양한 이동, 조작기능이 강조되는 만큼 위치인식 기술의 완성도가 전문서비스, 개인서비스 로봇의 산업화 및 시장 활성화에 결정적인 역할을 할 것으로 예상되는 기술이다.

현재 개발되고 있는 자율이동 로봇을 위한 자연표식(SW기반, HW의존적) 및 인공표식(설치물) 기반 위치인식 기술들은 최적화 및 porting, 고사양 HW, 설치/Calibration 및 신뢰성 문제로 인하여, 기업들의 로봇 상품화에 적용하지 못하고 있으며, 다양한 위치 및 이동성 기반 로봇 어플리케이션 개발이 제한되고 있다.

그림 2에서 보이는 바와 같이 소비자의 기대수준을 충족할 수 있으며, 로봇 상품화에 적용될 수 있는 지능형 로봇 위치인식 기술의 부재는 로봇 산업화의 Neck-

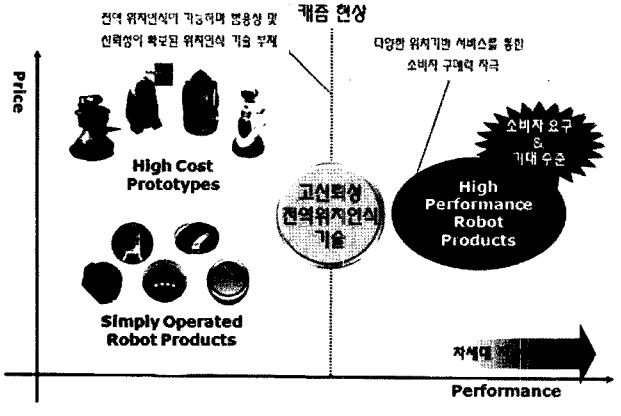


그림 2 위치인식기술 시장 동향

point가 되고 있는 상황이며, 일반적으로 사람들은 평소에 위치인식의 필요성을 느끼지 못하므로 매우 쉬운 것으로 생각하는 경향이 있어, 로봇에 대한 소비자의 기대수준과 현재 기술수준과의 괴리가 매우 크게 되는 원인의 하나가 되고 있다.

궁극적으로는 인간지능과 같이 내부센서를 통해 얻은 주변정보를 전역지도 데이터베이스와 정합함으로써 전역위치를 인식하는 고급지능 기술이 필요하나, 환경 변화에 대한 대처 능력 부족으로 인해 신뢰성 있는 결과를 얻지 못하고 있는 상황이기 때문에 환경변화에 대처 가능하도록 환경정보 뿐만이 아닌 보다 정확한 로봇의 Internal 속성을 추정함으로써 위치보정 신뢰성을 증가 시킬 필요가 있으며, 이에 대한 센서 및 보정 알고리즘의 새로운 개발이 매우 필요한 상황이다.

위치인식 기술은 컴퓨터에서 운영체제에 해당하는 기반기술이므로, 위와 같은 기술적 한계점들이 극복된다면, 로봇개발 Third party 업체들은 신뢰성있는 위치인식 기반기술을 바탕으로 다양한 환경에서 다양한 수준의 위치기반 서비스 어플리케이션을 개발할 수 있으며, 현재의 단순 반복적인 왕복 주행에서 벗어나 소비자의 다양한 기대수준을 맞춤으로써 소비자의 구매력을 자극할 수 있는 제품군 개발이 가능하게 되며, 향후 전문서비스, 개인서비스를 위한 지능로봇은 가정은 물론 실외(Field)에서 인간과의 인터랙션, 인지기능을 기반으로 다양한 이동, 조작기능이 강조되는 만큼 위치인식 기술의 완성도가 전문서비스, 개인서비스 로봇의 산업화 및 시장 활성화에 결정적인 역할을 할 것으로 예상된다.

2. 자연 랜드마크 기반 로봇 위치인식 기술

2.1 자연 랜드마크 추출 기술

자연 랜드마크를 이용한 로봇 실시간 환경지도 구축 및 전역 공간인지 기술은 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. 먼저 영상을 처리하여 물체 인식과 위치를 파악하는 부분과 위치 정보를 이용하여 환경지도를 만들고 이동물체의 위치를 파악하는 부분으로 구분할 수 있다[3].

영상을 통해 개별 물체를 인식하는 기술은 입력된 영상에서 모델 데이터베이스에 등록된 것과 완전히 동일한 특정 물체의 존재를 확인하고, 그 위치와 자세를 찾는 것이다. 그러나 똑같은 물체는 똑같은 영상을 만들지 않고 동일한 물체에 대한 영상은 시점변화에 따라서 기하학(geometry)적인 변화를 겪게 되고, 조명

변화에 따라 광도(photometry)의 변화를 겪게 된다. 그리고 물체가 가려짐이 존재하면 물체 일부의 정보를 얻을 수 없게 되고, 배경이 복잡해지면 물체 인식을 혼란스럽게 만드는 다양한 정보들을 만나게 된다[6].

그러나, 최근 지역 특징 점(local feature)에 관한 연구가 체계적으로 발전을 하면서 동일한 특정 물체(specific object)를 인식하는 분야에 있어서 획기적인 발전이 이루어 졌다. 지역 특징점이란, 영상의 국소적인 명암 정보를 사용하여 돌출되어 보이거나 두드러지게 보이는 지점들을 추출한 특징점이다[13]. 이 지역 특징점은 인간의 눈이 망막으로 들어온 모든 영상에 골고루 관심을 기울이는 것이 아니라, 특정한 특징 점들에 기반을 두어 인식 행위를 수행한다고 하는 심리학 분야의 실험 결과를 반영한 것이다. 이러한 특징점이 인식에 효과적으로 쓰이기 위해서는, 조명, 크기, 평행이동, 약간의 시점변화 등에도 변하지 않는 특성을 가지고 있어야하며, 노이즈에도 민감하지 않아야한다. 컴퓨터로 이러한 특징 점을 수학적으로 모델링하고 추출하기 위하여, David Lowe는 그림 3에서 보이는 바와 같은 SIFT를 제안했다[2].

SIFT는 영상의 스케일을 변화시켜가면서 DoG(difference of gaussian)을 구하여 차례대로 쌓아 영상 피라미드를 만든 다음, 이 스케일 공간에서 국소적 최대 또는 최소 점들을 구하는 방식으로 특징 점을 찾는다. 이러한 스케일 공간을 활용하면, 해당 특징 점의 스케일을 결정지을 수 있다는 장점이 있다. 또한, 그 특징 점에서 해당 스케일에 비례하는 국소 영역에 대한 미분 히스토그램을 사용하면 해당 특징 점의 방향을 부여할 수 있다. 따라서 SIFT 특징 점은 위치, 스케일, 방향의 성분을 가지게 된다. 마지막으로, 이러한 특징 점을 정합에 사용하기 위해서는, 그 특징 점 주변의 외관 특성을 함축하는 정보가 필요한데, 이것을 기술자(descriptor)라고 명한다. 그림 4는 SIFT 기술자를 형성하는 방식을 시각적으로 보여주고 있다. 각각의 특징 점은 위치, 스케일, 방향을 가지고 있으므로, 각 특징 점의 위치에 해당하는 영역에 해당 스

그림 3 Lowe의 SIFT를 이용한 물체 인식, 위치 파악[2]

케일과 방향을 따라 4 × 4의 국소 격자 영역을 설정(아래 그림에서는 2 × 2)하고 각 격자 영역에 대해 미분 히스토그램을 가지고 방향을 결정한 뒤, 이를 한데 모아 벡터로 만든다. 이것이 이 특징 점에 해당하는 SIFT 기술자(descriptor)가 된다. 이 특징 점과 기술자를 사용하면, 두 이미지 간의 특징 점 대응 쌍들을 손쉽게 찾을 수 있으며, 물체 인식을 뒷받침 할 수 있다[2].

SIFT를 통한 물체 인식을 위해서 인식하고자 하는 물체의 특징 점과 기술자에 대한 데이터베이스가 미리 준비가 되어야 되며 물체를 관찰하는 각도나 조명에 대한 여러 가지 환경에서 특징 점과 기술자에 대한 자료가 존재하면 각도나 조명의 영향에 대한 잘못된 인식을 줄일 수 있다. 그림 5와 6은 SIFT 추출을 통한 평면 물체인식 및 3D 물체인식 결과를 보여준다[2].

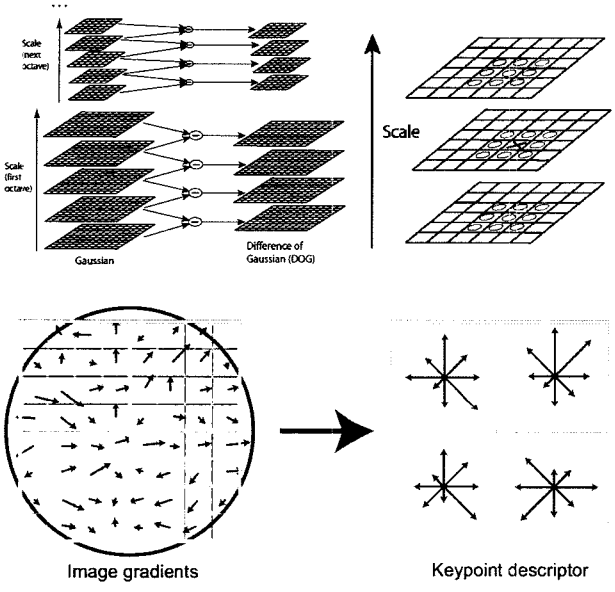


그림 4 SIFT 추출 과정[2]

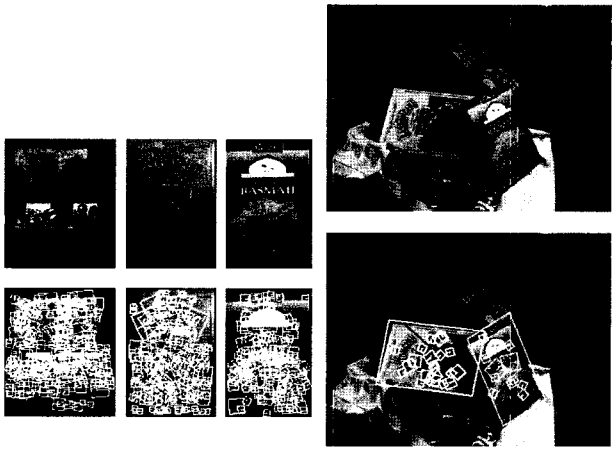


그림 5 SIFT 추출을 통한 물체 인식 (평면 물체인식)[2]

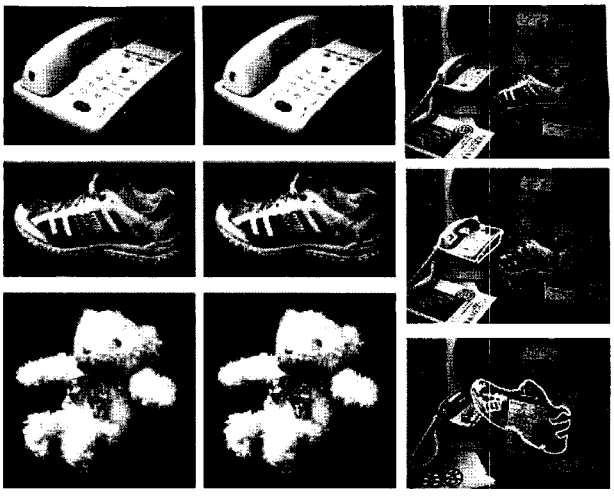


그림 6 SIFT 추출을 통한 물체 인식(3D 물체인식)[2]

2.2 자연 랜드마크기반 로봇 환경지도 구축 및 위치인식 기술

환경지도를 만들고 이동물체의 위치를 파악하는 기술(SLAM)은 로봇이나 자율주행 로봇에 적용되는 기술로 주변 환경에 대한 지식이 없을 때 주변 환경에 대한 지도를 만들고 동시에 자신의 위치와 자세를 계속 파악하는 것이다. 이동물체가 다음 스텝에서 센서를 통해 데이터를 수집하고 이를 통해 지도를 만들고 자신의 위치를 파악하는 일은 계속 오차가 누적이 된다. 하지만 SLAM에 사용되는 센서는 레이저 스캐너, 초음파 센서, 적외선 감지기, 카메라 등 여러 가지 센서들이 독자적으로 또는 같이 사용되고 있다. 그리고 칼만 필터 또는 파티클 필터를 통해 지도를 만들거나 이동물체의 위치를 파악하며 스캔 매칭이란 기술을 사용한다. 그리고 격자 지도를 사용할 것인지 아니면 위상지도를 사용하는지에 따라 분류되기도 한다[4].

지도를 저장하는데 있어서 두 가지 방법이 있다. 격자지도(grid map)는 전체 환경을 일정한 크기의 작은 격자로 나누어 각 격자가 물체에 점유되어 있는 정도를 확률 값으로 나타내는 방법이다. 상대적으로 쉬운 방식을 이용하여 정확한 지도를 작성할 수 있다는 장점이 있으나, 대용량의 메모리를 요하며, 계획을 수립함에 있어서 비효율적이고, 또한 시간을 많이 소요하게 된다는 단점이 있다[7].

위상지도(topological map)는 노드와 노드 간의 연결성을 나타내는 에지만으로 지도를 표현하는 방법이다. 위상지도는 격자지도에 비해 주어지는 메트릭 정보의 양이 적으므로 위치추정에 어려움이 있을 수 있지만, 노드와 에지의 정보만을 추출하여 지도를 작성하므로 큰 메모리의 사용 없이 전역지도로 손쉽게 확장할 수 있고, 이를 주행경로로 직접 활용할 수 있는

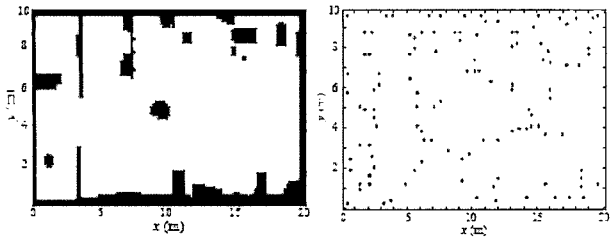


그림 7 격자 지도와 위상 지도의 예[10]

장점이 있다. 그림 7은 이러한 격자지도와 위상지도의 예를 보여준다[9].

간단하게 격자지도를 그리는데 있어서 센서를 통해 들어온 데이터를 격자로 구분된 지도에 표시를 하는 방법이 있다. 격자지도는 격자의 수가 많아짐에 따라 자세한 지도생성이 가능하지만 계산 량이 많아지는 단점이 있다.

EKF SLAM은 확률모델을 가우시안으로 가정한 확장된 칼만 필터(extended kalman filter)를 사용하면서

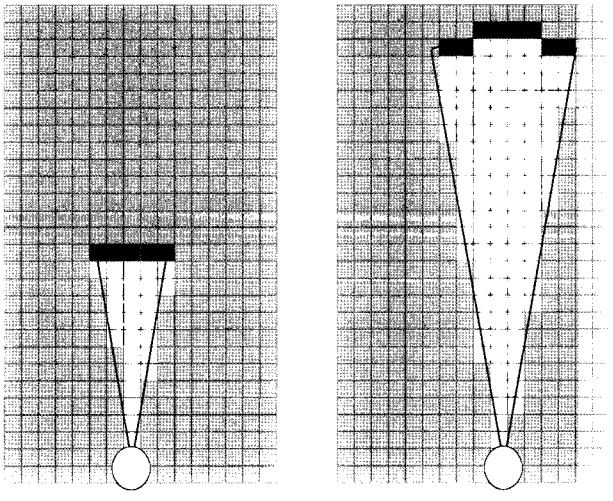


그림 8 격자지도 생성 원리[10]

SLAM을 하는 방법으로 격자지도 보다 효율적인 지도를 생성한다. 지도의 모든 정보들을 저장하지 않고 특징 점(land mark)들의 위치를 상태식에 저장하는 방법이다. 이 방법은 비교적 정확한 특징 점들이 존재하고 이들이 공간상에서 충분히 흩어져 있을 때 효과가 크다. 특징 점들은 인위로 만들어 사용하기도 하고 스스로 추가하여 사용하기도 한다. 단점으로는 상태식에 추가적인 지도 정보를 기억하기 때문에 지도 정보가 추가될수록 공분산 매트리스가 증가하며 계산 량도 같이 증가하게 된다. 그림 8, 9는 격자지도를 통한 환경지도 구축 과정을 보여준다[10].

그림 10에서 회색 타원은 로봇의 공분산을 의미하며 붉은색 타원은 특징 점(land mark)의 공분산을 의미한다. (a)부터 로봇이 출발하여 위치의 공분산이 점점 커지는 것을 (b), (c)에서 볼 수 있다. 특징 점의 위치는

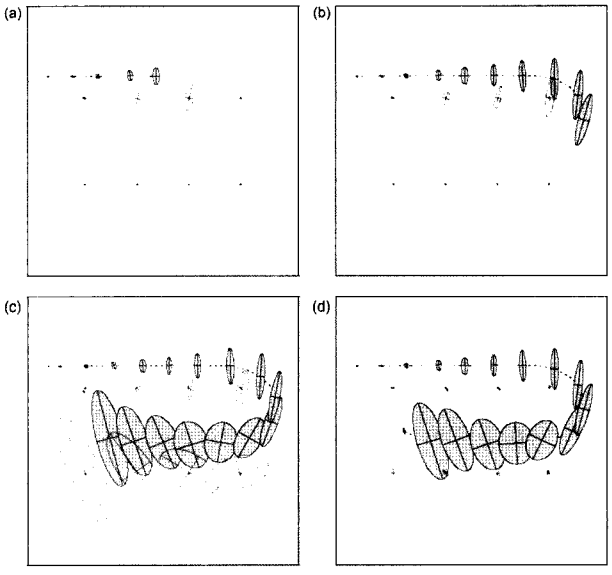
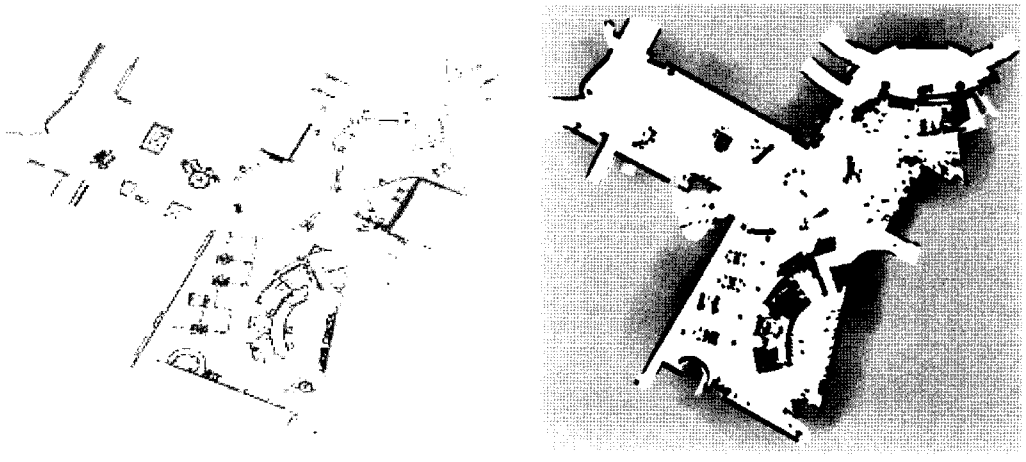
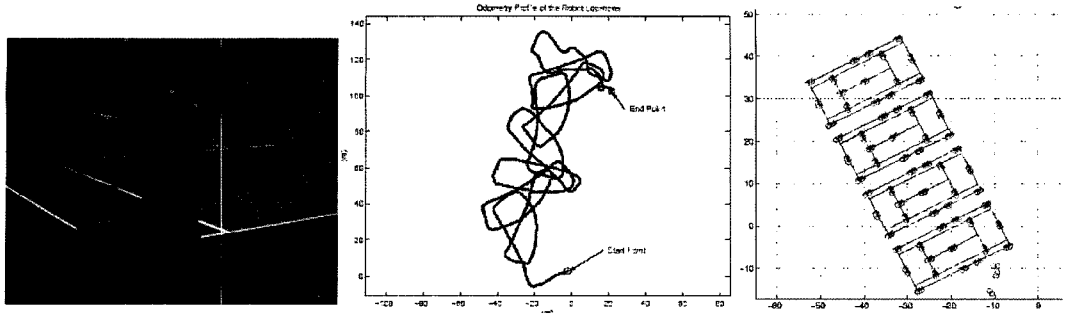


그림 10 EKF SLAM 수행 시 이동 물체와 특징 점의 공분산[10]



(a) 실제 지도 (b) 생성된 격자 지도

그림 9 단순한 격자지도 예제[10]



(a) MIT B21 robot (b) Raw odometry (c) EKF-SLAM

그림 11 EKF SLAM 수행 결과[10]

로봇의 위치를 바탕으로 측정이 되기 때문에 로봇의 위치 공분산 보다 특징 점의 위치 공분산이 더 좋을 수 없다. (d)에서는 이전의 발견 되었던 특징 점을 다시 발견된 상황으로 로봇의 공분산이 다시 작아 졌으며 이전에 발견된 특징 점들의 공분산들도 업데이트 되어서 모두 작아짐을 볼 수 있다. 그림 11은 EKF SLAM을 통한 로봇 환경지도 구축과 위치추정 결과를 보여준다[10].

파티클 필터는 몬테카를로 방법으로도 불리며 샘플들을 이용하여 확률모델을 나타내기 때문에 가우시안 모델이 아닌 경우 EKF보다 좋은 성능을 낸다. 단점으로는 EKF 보다 계산 량이 많아지며, Kidnapping 문제가 발생하면 물체를 놓칠 수 있다. 다음 그림 12에서 붉은 색 점은 샘플들의 평균값을 의미하며 흰색 점은 실제 로봇의 위치를 의미한다. 검은 색의 점들은 샘플들을 의미한다[5].

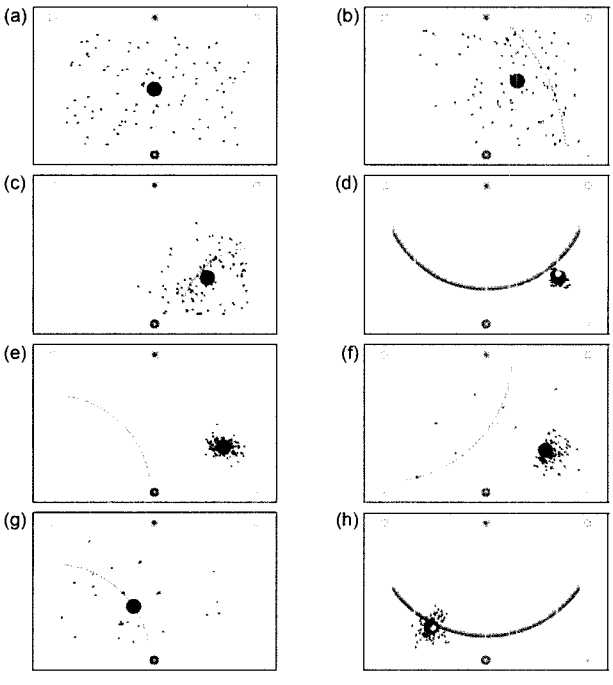


그림 12 파티클 필터의 예제[10]

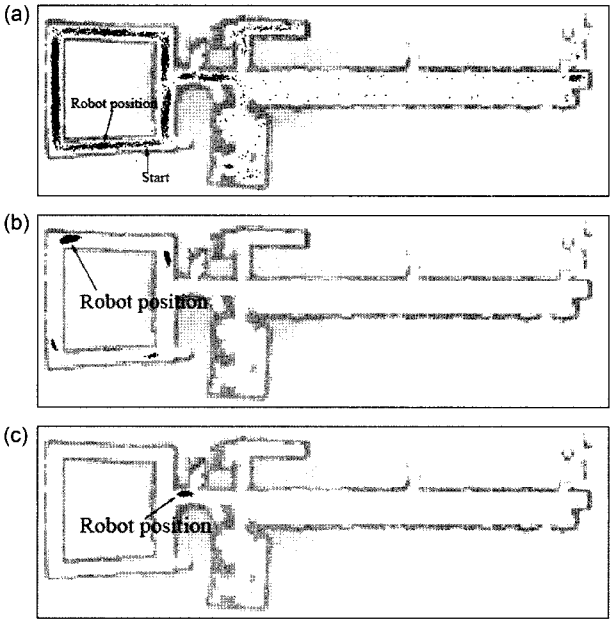


그림 13 파티클 필터를 통한 위치추정 결과[10]

다음 예제는 그림 13에서와 같이 주어진 지도에서 로봇의 위치를 찾는 예제이다. (a)는 샘플들이 골고루 뿌려진 다음 초기 정보로 인해 샘플들이 비슷한 상황에 수렴되는 결과를 보여주고 있다. (b)에서는 비슷한 환경 네 곳에서 샘플이 수렴되고 있다. (c)에서는 로봇의 위치에 샘플들이 수렴하여 위치를 찾은 모습이다[5].

한편 Stephen Se는 SIFT와 스테레오 카메라를 이용한 SLAM을 선보였다. 스테레오 카메라를 통해 들어온 두 장의 이미지를 SIFT 하여 공통적인 부분의 특징 점들을 이용하여 3D 지도를 만들었다. 그림 14는 스테레오센서를 이용한 SIFT 매칭을 보여주며, 그림 15는 이러한 SIFT 특징점들의 집합을 통해 2D 및 3D로 특징 지도(Feature MAP)을 생성한 결과를 보여준다[12].

Stephen Se는 이동 로봇을 이용하여 전역지도를 생성하는 방법을 제시 하였다. 국부지도를 서로 연결

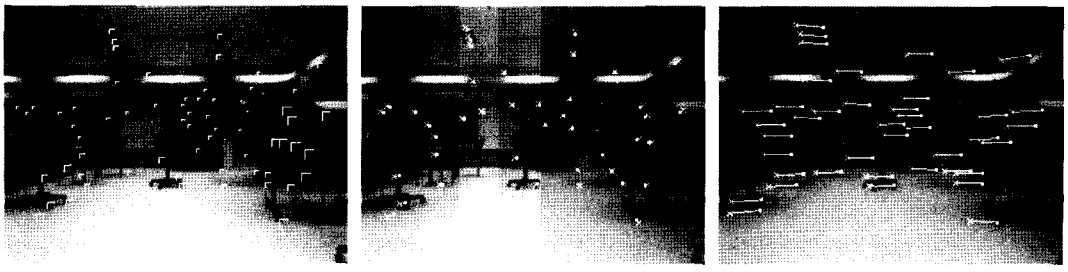
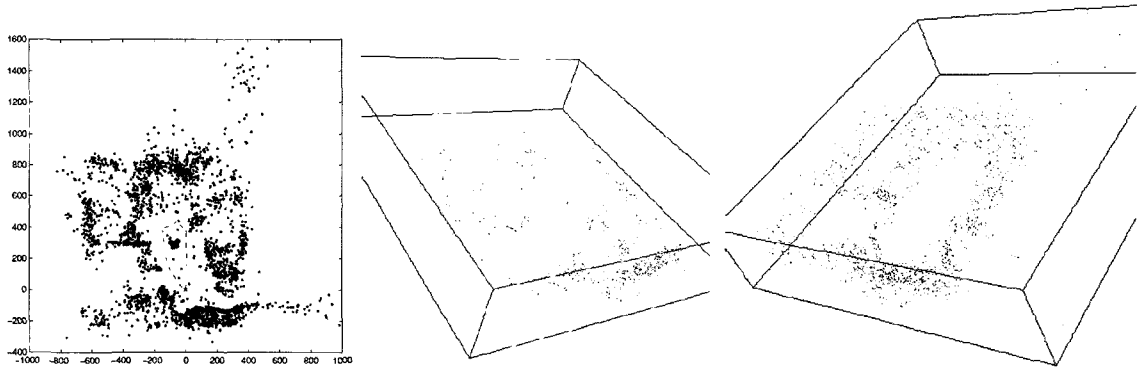


그림 14 SIFT 매칭 결과[11]



(a) 2D Feature MAP (b) Feature MAP

그림 15 SIFT기반의 Fature MAP[11]

하기 위하여 RANSAC 방법을 이용하였다. RNASAC은 RANdom SAmple Consensus 의 약자로서 반복적인 방법으로 주어진 외곽선을 포함하는 데이터 집합으로부터 수학적 모델의 인자들을 찾는 방법이다. RANSAC 방법은 Hough transform 방법보다 명확한 특징 점들에게 효율적이나 명확하지 않은 특징 점들에게는 나쁜 성능을 낸다[12].

Andrew J. Davison 은 하나의 카메라를 이용한 실시간 Mono SLAM 방법을 제시하였다. 30Hz의 Frame의 표준 PC를 사용하였으며 카메라의 이동은 손으로 부드럽게 움직이는 환경이다. 그림 16과 17은 Mono SLAM을 통한 특징추출 결과와 SLAM 실시 결과를 보여준다[11].

3. 위치인식 기술 및 산업 전망

지능형 서비스 로봇의 행동기능을 위한 자율주행을 구성하는 핵심기술인 자기위치인식 기술은 지능형 서비스 로봇의 인간에 대한 서비스 제공을 위한 핵심 공통 기술이므로, 선진기술 대비 취약한 로봇 원천기술 확보를 기대할 수 있으며, 현재까지 개발되어오고 있는 지능형 자기위치인식 기술의 문제점인 환경적 응성을 확보하기 위한 핵심 알고리즘 및 센서모듈의 개발을 통해 다양한 로봇 시스템에 신속하게 적용이 가능하도록, 인식 신뢰도를 갖춘 공통 플랫폼의 개발을 통해 로봇 자율주행 원천 기술의 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다. 지능형 서비스 로봇의 개발 및 상품화를 위한 Neckpoint기술인 자율주행에 필요한 위치감지 기능이 센서와 함께 모듈화가 이루어지면, 이를 기반으로 로봇 작업제어 기술들의 비약적인 발전으로 연결 될 것으로 예상된다.

로봇 자율주행 및 자기위치 인식기술에 대해 개발된 원천 · 공통 기술은 타 산업분야의 지능화에 활용

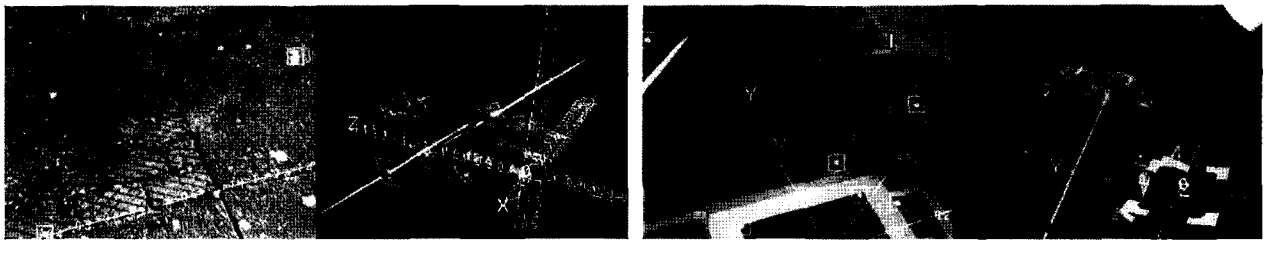


그림 16 Mono SLAM에서 feature 찾은 결과[12]

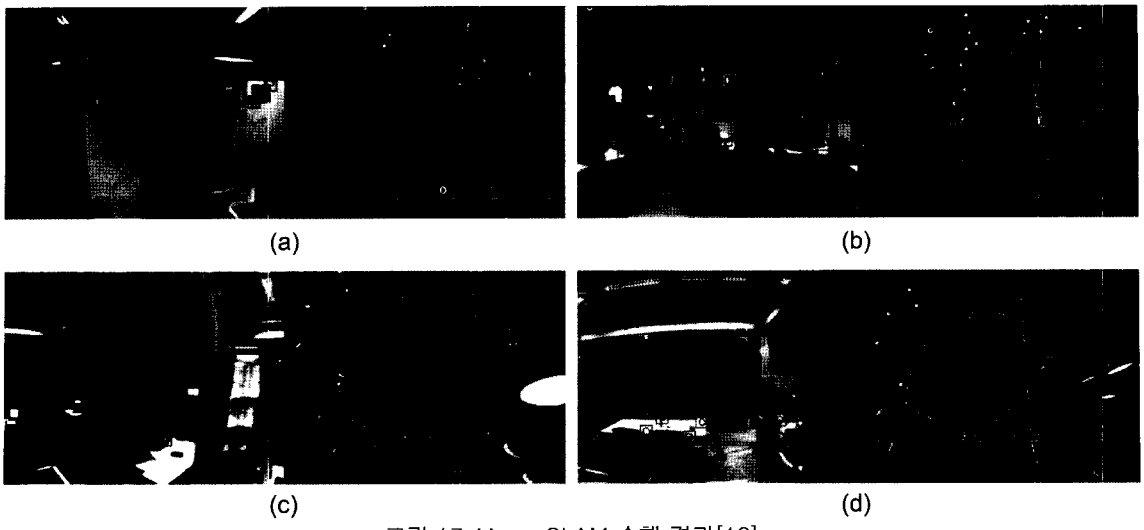


그림 17 Mono SLAM 수행 결과[12]

가능하며 산업 전반에 걸쳐 기술파급이 예상되며, 주행기술이 핵심을 이루는 청소로봇, 정보서비스로봇 등 가정용/개인용 로봇의 전체적 서비스 성능을 좌우하는 로봇 이동기술의 기능을 구현하는 자기위치 인식 기술의 개발을 통해 로봇 시스템 구현 기술의 신뢰도를 높일 수 있고, 위치인식 기술은 이동성을 갖는 지능형 로봇의 기반 기술이므로 이를 통해 다양한 위치기반 서비스 개발이 가능할 것으로 사료된다.

영상기반 위치인식 기술은 인간지능과 같이 궁극적으로 달성해야할 기술로 영상신호처리 뿐만 아니라, 계산지능, 광학, 영상하드웨어 등 많은 관련 분야의 연구를 촉진할 수 있으며, 현재 전역 위치인식 모듈이 필요한 지능형 로봇 시장은 그 성장 가능성과 잠재력은 있으나, 핵심 기술에 해당되는 위치인식 알고리즘과 연장선상에 있는 자율주행 기술이 시장이 요구하는 로봇 성능의 Neck Point로 작용하여 로봇시장의 성장을 가로막고 있으나, 센서기술의 발전과 컴퓨팅 파워의 향상을 토대로 한 비전기반 전역 위치인식 기술의 발전으로 시장요구에 부합하는 기능을 로봇이 구현한다면 폭발적인 시장성장을 기대할 수 있다.

향후 지식사회 출현, 고령화사회 도래, 삶의 질 향상에 따른 새로운 제조방식 및 서비스분야에 대한 수요증가(청소/경비로봇, 의료/복지로봇, 바이오로봇 등) 등으로 인간이 하기 힘든 굳은 일이나 위험한 일을 대체할 시장의 요구가 증대될 것으로 예상된다. 2006년 국내 로봇 시장은 7,659억원으로 세계시장의 약 3%를 점유하고 있으며, 성장률 연 35%의 고성장을 보이고 있다. 특히 전역위치인식 모듈이 절대적으로 필요하게 될 서비스용 로봇은 2010년 1,000억 원대의 시장을 형성하여 급성장할 것으로 예상되어, 위치인식 관련 제품의 성장이 높을 것으로 예상된다[14].

4. 결 론

본 논문에서는 지능형로봇의 주행기능을 위한 핵심 인지 기술인 위치인식 기술의 현황 및 산업적 중요성에 대해 살펴보았으며, 현재까지의 기술적 이슈와 한계점, 그리고 이를 극복하기 위한 기술적 요소들을 살펴보았다.

지능형로봇의 자연랜드마크 기반 위치인식 기술을 위해 비전센서를 이용하는 방법은 향후 지능형로봇의 환경 인지 기능을 위해 필수적인 기술요소가 될 것이므로 강인 자연랜드마크 추출을 위한 영상기반의 원천기술 개발과 이를 통한 고정밀 환경 지도 구축 및 이를 통한 위치인식 기술개발이 수행되어야 할 것이다.

또한 향후 지능형로봇의 사업성을 고려하여 기업이 시장분석, 상품 수요조사를 지속적으로 실시하면서 위치인식 사업화 품목의 기술 개발을 주 관점으로 연구개발을 진행해야 할 것이며, 실용화 및 원천기술의 동시, 조기 확보를 위하여 기존에 개발된 국가연구개발 기술을 적극 활용하고 또한 향후 사업화 시기와 맞추어 타사업의 핵심기술을 보완, 수정하여 기술개발 및 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

[1] 산업자원부, "지능형 로봇산업의 기반조성을 위한 종합지원체계 구축 기획보고서", 2004.

[2] D. G. Lowe, "Object recognition from local scale-invariant features", Proc. Seventh int'l Conf. Computer Vision, pp.1150-1157, 1999.

[3] A. J. Davison, "Mobile robot localization using

active vision", Proc. Fifth Europian conf. Computer Vision, pp. 809-825, 1998.

[4] A. J. Davision, I. D. Reid, N. D. Molton and O. Stasse, "MonoSLAM: Real-time single camera SLAM", IEEE Trans. Pattern analysis and machine vision, vol. 29, no.6, pp.1052-1067, June 2007.

[5] R. Sim, P. Elinas, M. Griffin and J.J. Little, "Vision based SLAM using the Rao-Blackwellised Particle filter", Proc. IJCAI Workshop Reasoning with Uncertainty in Robotics, pp.120-129, 2005.

[6] A. J. Davison, "Active search for real-time vision", Proc. 10th Int'l Conf. Computer Vision, pp.549-566, 2005.

[7] P.M. Newman and K. Ho, "SLAM loop-closing with visually salient features", Proc. IEEE Int'l Conf. Robotics and Automation, pp.390-397, 2005.

[8] A. J. Davision and D.W Murray, "Simultaneous localization and map-building using active vision" IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 24. no.7, pp.865-880, July 2002.

[9] S. Thrun, W. Burgard and D. Fox, "A real-time algorithm for mobile robot mapping with applications to multi-robot and 3D mapping", Proc. IEEE Int'l Conf. Robotics and Automation, pp. 198-205, 2000.

[10] S. Thrun, W. Burgard., and D. Fox, Probabilistic Robotics, The MIT Press, 2005.

[11] S. Se and D. Lowe, "Mobile robot localization and mapping with uncertainty using scale-invariant visual landmarks", The International Journal of Robotics Research, vol. 21, No.8, pp.735-758, 2002.

[12] S. Se, D. Lowe and J. J. Little, "Vision based global localization and mapping for mobile robots, IEEE Trans. Robotics, vol. 21, No.3, pp.364-375, June 2005.

[13] S. Atiya and G.D. Hager, "Real-Time Vision-Based Robot Localization," IEEE Trans. Robotics and Automation, vol. 9, no. 6, pp. 785-800, Dec. 1993.

[14] 산업자원부, "로봇산업조사통계", 2006.

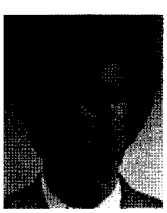
[15] 2006 산업기술로드맵 -지능형로봇, 지능형로봇사업단 & 산업자원부, 2006.

김 은 태

1992 연세대학교 전자공학과(학사)
1994 연세대학교 전자공학과(석사)
1999 연세대학교 전자공학과(박사)
1999~현재 연세대학교 전기전자공학부 부교수
2008~현재 University of California, Berkeley, visiting researcher
관심분야 : 지능제어, 로보틱스, 로봇비전
E-mail : etkim@yonsei.ac.kr

박 창 우

1997 고려대학교 전자공학과(학사)
1999 연세대학교 전자공학과(석사)
2003 연세대학교 전자공학과(박사)
2003~2008 전자부품연구원 선임연구원
2008~현재 인하공업전문대학 디지털전자정보과 조교수
관심분야 : 로보틱스, 지능제어, 컴퓨터비젼
E-mail : drcwpark@keti.re.kr



김 영 석

1980 서울대학교 기계공학과 (학사)
1983 한국과학기술원 기계공학과 (석사)
1988 한국과학기술원 기계공학과 (박사)
1996~현재 서울산업대학교 기계설계자동화공학부 교수
관심분야 : 로보틱스, 지능제어, 레이저공학
E-mail : kys0101@anut.ac.kr

백 성 욱

1987 서울대 계산통계학과(학사)
1992 미국 Northern Illinois University(석사)
1999 미국 George Mason University(박사)
1997~2002 Datamat Systems Research Inc.(USA), Senior Scientist
2002~현재 세종대학교 컴퓨터공학부 디지털콘텐츠학과 부교수
관심분야 : 컴퓨터 비전, 패턴 인식, 인공지능
E-mail : sbaik@sejong.ac.kr

문 승 빈

1985 명지대학교 전기공학과(학사)
1988 Univ. of Michigan, EECS(석사)
1993 Purdue Univ EE(박사)
1993~1999 삼성전자 수석연구원
1999~현재 세종대학교 컴퓨터공학과 부교수
관심분야 : 로보틱스, 컴퓨터비젼
E-mail : sbmoon@sejong.ac.kr