

◆특집◆ 서비스 로봇

빌딩용 도우미 로봇

김문상*, 정우진*, 여인택**, 이충동**

Doumi Robot for Office Building

Mun Sang Kim*, Woo Jin Chung*, In Teak Yeo**, Choong Dong Lee**

Key Words : Service robot, Office building, sensing, manipulation, planning, collision avoidance

1. 서론

컴퓨터(Computer) 기술과 정보산업이 급격히 발달함에 따라 인간과 기계간의 간격은 더욱 좁아지고 있다. 인간과 기계간의 상호관계를 대표하는 장치로 로봇이 있으며 이러한 상호작용이 가능하게 된 이면에는 엄청나게 발전하고 있는 컴퓨터의 연산 능력과 네트워크(networking) 기능이 중요한 역할을 하고 있다. 이제는 흔해진 개인용 컴퓨터의 가격이 매년 엄청나게 싸지고 있고 연산속도는 매년 약 두 배씩 빨라지고 있다. 이러한 기반 위에 로봇은 매우 빠르게 우리에게 다가오고 있는 것이다. 개인용 로봇과 서비스 로봇 그리고 휴머노이드 로봇의 개념은 많은 과학자들에 의해 약간씩 다르게 정의되고 있으나 대체적으로는 다음과 같이 정의 될 수 있다. 개인용 로봇이란 인간과 기계간의 상호관계에 초점을 맞춘 로봇 분야로 인간과 공존하며 직접적인 교류가 이루어 지는 로봇을 말한다. 다시 말하면 노약자를 보조한다든지 인간의 감정 및 의사표현을 수용하여 심부름 등을 하는 인간중심으로 설계된 로봇을 일컫는다. 휴머노이드 로봇이란 기본적으로 인간과 같은 형

상을 하고 있고 운동학적으로나 감각적으로 인간과 같은 기능을 추구하는 로봇을 말한다. 서비스 로봇이란 개인용 로봇과는 다음과 같은 개념상의 차이점을 가지고 있는데 기본적으로는 로봇의 자율성에 근거를 두고 작동하는 로봇들을 말하며 인간과의 상호작용을 최소화하며 주변환경의 구조와 물리학이 중요한 관심대상이다.¹⁾

빌딩용 도우미 로봇은 이러한 관점에서 서비스로봇 분야에 속하며 주요한 핵심 기술 또한 이의 범주에 국한되어진다고 할 수 있다. 다만 활동영역이 인간이 많이 존재하는 대형 빌딩 내라는 특수성에 의거하여 개인용 로봇에서 요구하는 인간 중심의 다양한 기능이 부가적으로 요구되어질 것으로 생각되어진다. 빌딩용 도우미 로봇의 성공적인 완성을 위해서 요구되어지는 기능적인 측면들은 인간과 로봇간의 인식의 문제, 이동을 위한 로봇의 위치 선정 문제, 로봇의 작동 계획(motion planning) 등을 포함하는 로봇과 인간간의 상호 작용 문제, 그리고 로봇의 손쉬운 제어를 위한 내장된 지능의 정도 문제, 그리고 마지막으로 인간을 고려한 센싱(sensing) 및 구동문제를 들 수 있다.

본 논문에서는 빌딩용 도우미 로봇의 개발 방향 설정을 위한 기반 기술들을 분류하고 장단점을 분석하여 본 로봇이 지향하여야 할 개발 방향을 설정함에 그 목표를 둔다. 실질적인 로봇의 개발 방향을 확립하기 위하여 적용 가능한 대상으로 대형 병원을 설정하였고 두 차례 방문하여 실제적인 상황 등을 조사하여 한국적 상황을 고려한 적용목표

¹⁾ 한국과학기술연구원 휴머노이드 연구센터 센터장
Tel. 02-9585623, Fax. 02-958-5629, Email munsang@kist.re.kr
관심분야, Mechanism design, Robot sensing, Robot kinematics and Motion Planning
** 현대중공업㈜ 기전 연구소 소장
Tel. 0331-289-5011, 0331-289-5189, Emailcdlee@hhi.co.kr
관심분야, 기계 구조 전공

및 요구되어지는 기술들을 정의하는 데에 이용되었다.

본론에서는 실내용 이동 로봇의 바퀴 구조(wheel mechanism) 및 조작기(manipulator) 부분을 기구학적으로 분류 검토하고, 추측위치(dead reckoning)를 위한 센싱, 항법(navigation) 문제, 조작(manipulation) 분야의 최고기술(state of the art)을 조사한 후 개발하고자 하는 빌딩용 도우미 로봇의 지금까지 정의된 기구학적 구조 및 제어기의 기본 사양 그리고 적용하고자 하는 동작 계획기(motion planner) 개념 등에 대해 논하고자 한다.

2. 빌딩 도우미 로봇 분야의 세계적 추세

국내 대형 건물 들 중에서 물류 자동화의 개념이 가장 많이 도입된 곳이 바로 병원이라 할 수 있다. 수많은 인간의 유동 및 다양한 형태의 정보 및 물품의 이송이 활발하게 이루어 지고 있고 특히 24 시간 동안 계속적인 활동이 이루어진다는 점 그리고 궁극적으로는 기능적인 목표 대상이 바로 환자인 인간이라는 점이 가장 적극적인 활용 대상으로 병원이 꼽히는 이유가 될 것이다. 실질적으로 상업화된 서비스 로봇으로 미국의 Helpmate 사 로봇의 첫 적용 장소가 병원이라는 점은 시사하는 바가 크다.(Fig. 1) 현재는 그림에서 보는 바와 같이 약품, 재료, 음식물 등 물건의 이송 등에 이용하는 수준으로 머물러 있으나 그 활동 영역을 확장해 나갈 것은 명확하다.



Fig. 1 Robot Helper (Helpmate Inc.)

국내 대형 병원의 물류자동화 정도를 요약하면 다음과 같다. 먼저 가장 골치 아픈 임상병리

기록의 보관 및 이송은 부분적으로 공압 토출기(air shooter)나 사람에 의해 전달되고 있는데 궁극적으로는 몇 년 안에 전산화가 이루어 질 것으로 예상되며 결국은 서류 없는 진료가 이루어 질 것으로 판단되어 진다. 따라서 병원측에서도 임상기록 물류의 자동화를 위한 기계적인 장치에의 투자는 없을 것으로 판단되어진다. 병원이라는 특수 상황에서 가장 중요한 물류는 임상기록을 제외하면 역시 약품 및 병실내의 비품과 쓰레기 그리고 환자용 음식물 등이다. 이러한 물류를 효율적으로 처리하기 위한 시도는 매우 다양하게 시도되고 있다. 창고 및 병실간의 물류를 담당하고 있는 주요한 자동화 시스템으로는 공압 튜브 시스템, 플라스틱 상자 이송용 컨베어 시스템 등이 주종을 이루고 있고 경우에 따라서는 케도식 이동 대차인 자동 트랙 시스템(auto track system) 등도 사용되고 있다.(Fig. 2) 배식 또는 약품전달 등과 같이 환자와 직접적인 접촉을 요하는 작업에 로봇을 직접적으로 적용하는 것은 시기상 그리고 기술의 난이도를 고려할 때 아직 부적절하다고 판단된다. 병원의 식단이 환자의 증세에 따라 매우 다양하고 환자와의 인간적인 교감이 요구되는 작업이다. 따라서 안전성을 고려하고 로봇이 가지는 한계로 미루어 보아 환자와의 직접적인 물리적 접촉(혹은 의사소통)을 요하는 작업에는 극도의 주의를 요한다는 것이 병원측의 일관된 의견이었다. 환자와의 직접적인 상호작용(interaction)을 배제하는 경우 조작기를 이용하여 수행할 필요가 있는 작업은 그리 많지 않다. 예를 들어 이동 로봇 이 승강기를 타야 하는 경우 사람들이 붐비는 상태에서 시각시스템이 승강기 단추를 인식하기조차 어렵고, 인식을 한다 하더라도 승강기 내,외부가 붐비는 경우, 사람들이 극도의 친절을 베풀어 타고 내리는데 적극 협조하지 않는 한 승강기를 타거나 내리기가 불가능하다는 점도 한국적인 상황에서의 단점으로 파악되고 있다. 따라서 실제적인 적용을 위하여서는 이동 로봇을 이용한 자동화의 한계 예를 들어 일정치 않은 조명, 좁은 통로, 전력소비, 시스템 관리(특히 승강기 시스템과의 연계) 등의 복합적인 요인들을 해결하여야 할 것이다. 결론적으로 이러한 상황하에서의 단계적인 적용을 시도하는 것이 바람직하다고 판단하고 있으며 우선적인 적용이 가능한 분야로는 병원의 로비에서

내방객의 목적지를 단말기 혹은 음성인식,출력을 통하여 안내하는 안내로봇, 건물 로비, 복도 청소를 담당하는 청소 로봇, 시각기시스템을 이용한 순찰 업무, 독성, 위생을 요하는 특수 물류 운반로봇 등이며 단계적으로 고기능의 일들이 포함되어 창고에서의 물류작업 및 전달, 병실내의 쓰레기 처리 및 청소 등을 담당하는 조작 기능을 부가할 수 있을 것으로 판단된다.

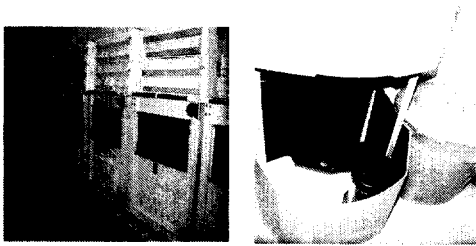


Fig. 2 Material Flow systems in big hospitals (Hyundai Choongang Hospital, Samsung Hospital)
a) autotrack system b) air shooter

미국의 CMU와 독일의 Bonn 대학이 공동으로 개발한 박물관 안내 로봇은 이 분야의 세계적인 기술 수준을 잘 보여주고 있는데 많은 사람들이 봄비는 장소인 박물관에서 박물관 소개 및 소장품 소개의 임무를 수행하도록 개발되었다.(Fig. 3) 사람들 사이를 안전하고 신뢰성 있게 통과하며 사람들과 상호 교류하는 기능을 갖추고 있다. 인간의 보행속도를 확보하며 의외의 장애물을 판별하고 회피하도록 기능이 부여되어 있다. 로봇 내부에 3대의 개인용 컴퓨터(PC)를 그리고 외부에 3대의 SUN workstation이 제어를 담당하고 있다. 계층적 계획기(hierachical planner)가 전체 계산시간을 단축하는 데에 많은 기여를 하고 있고 분산된 연산 능력(computing power)은 동시작업(multi-tasking)을 가능하게 함으로서 실시간성(real time)을 보장한다.

로봇 제어기의 연산 능력이 현 수준으로 볼 때 너무 부담스러울 정도로 많이 요구되어지고 있으나 컴퓨터 발달 속도로 볼 때 멀지않은 장래에 많은 부분이 해결되어질 것으로 판단 된다. 인간과 로봇의 공존이라는 관점에서 살펴보면 가장 큰 문제는 결국 안정성 및 신뢰성 문제이며 이러한 측면을 해결하기 위한 연구개발의 비중이 높아질 것

이다.



Fig.3 Museum Guide Robot (CMU,USA) [2]

3. 기능별 세계적 추세

3.1 기계 구조

3.1.1 바퀴 구조

이동 로봇의 바퀴 구조는 크게 전방향성(omni-directional)과 이방향성(bi-directional)으로 나눌 수 있다. 빠른 속도와 높은 하중을 겸비한 이동 로봇은 대개 이방향성 구동방식을 사용하며 전방향 이동 로봇에 비해 비교적 단순한 구조를 가지고 있다. 험로주행이나 빠른 속도를 내야 하는 이동 조건에 쓰이고 있는 차동 조향(differential steering) 방식은 좁은 통로나 한정적인 주행경로에 따른 제어조건이 많이 뒤따른다. 이러한 단점을 해결하기 위해 개발된 바퀴 구조가 전방향성 장치이다. 1987년 개발된 Bradbury의 운송 장치는 이중 실린더를 사용하여 전방향성 구동방식을 실현하였다. 또 다른 로봇은 조향가능한 바퀴 구조를 채용하여 주로 공장내의 부품 운송용으로 활용되고 있다. muratec사의 Rav 계열을 포함한 90% 이상의 자동 이송 로봇(AGV)은 이러한 구동방식을 사용하고 있다.

홀로노믹(holonomic) 전방향성 구동방식도 활발히 개발이 진행되고 있다. MIT의 asada and west는 구형 바퀴(sphere wheel)를 사용하여 홀로노믹 전방향성기능을 갖추어 장애인용 휠체어에 적용하여 하체 장애인자가 자유롭게 이동할 수 있도록 하였다.(Fig. 4) 일본의 RIKEN 로봇은 로울러 바퀴(roller wheel)를 사용하여 바퀴에 옆면에서 구속하는 마찰을 로울러로 없애 3개의 구동모터로 홀로노믹 전방향성 주행기능을 갖췄다. 그러나 스

웨디쉬 바퀴(swedish wheel)의 단점인 낮은 하중 지지력을 보완하기 위해 wada 와 mori¹³⁾는 단일 오프셋 구동용 바퀴(single offset castor wheel)를 사용하여 조향과 구동(drive)을 능동적으로 실현하였다.

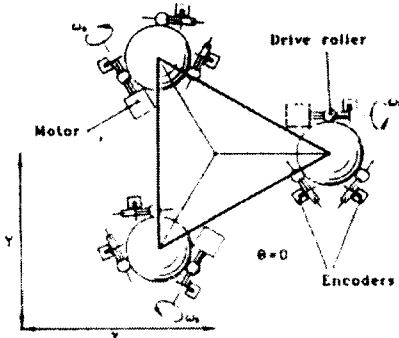


Fig. 4 MIT Asada & West track

3.1.2 인간형 조작기

이동부에 장착되어 쓰이고 있는 조작기는 아직 많지 않으며 상용화된 시스템으로는 mitsubishi사의 PA10 로봇 정도이다. 이 로봇 또한 이동부를 염두에 두고 전용으로 개발된 시스템은 아니며 따라서 이동부와의 결합은 많은 문제점을 가지고 있다. 이동부에 장착되어질 조작기의 기능은 대략 다음과 같은 전제 조건을 가지고 있다.

1. 복합재료 등을 이용한 경량화를 실현함으로써 구동장치 및 이동부의 설계 및 선정에 장점을 가질 수 있도록 한다.
2. 인간과 공존하는 로봇이므로 안전성에 최우선의 우선권을 둔다. 예상치 않은 인간과의 접촉시의 안전 보장을 위한 센서 및 제어 알고리즘의 개발 등이 요구되어질 것이다.
3. 유지보수를 쉽게 하기 위한 모듈식 설계 개념이 바람직하다.

3.1.3 손

다지 로봇 손에 대한 연구는 70년대 말부터 시작되어 안정된 파지를 위한 동역학 해석 및 모사에서 실제 다지 로봇 손 하드웨어의 개발에 이

르기까지 활발한 연구가 진행되고 있다. Hanafusa 손¹⁴⁾, Rovetta 손¹⁵⁾은 물체의 안정된 파지만을 목표로 하여 설계, 제작되었으며 Okada 손¹⁶⁾, Salisbury 손¹⁷⁾은 물체의 안정된 파지 뿐만이 아니라 3개의 손가락을 이용하여 파지된 물체를 회전시킬 수도 있다. 따라서 단순한 물건 이송의 기능을 넘어서 볼트 조립과 같은 다양한 기능을 수행할 수 있다. Utah/MIT 손¹⁸⁾, NTU 손¹⁹⁾은 인간의 손을 모델로 하여 설계, 제작되어 많은 자유도 만큼이나 다양한 기능을 수행할 수 있다. 그러나 많은 수의 조인트를 구동하기 위하여 많은 구동부와 제어부가 로봇본체에 추가로 첨가되어야 하는 단점을 가지고 있다. 또한 인접한 여러 조인트 각각을 간편하게 구동하기 위하여 줄(tendon)을 사용하였다. 그러나 줄 방식은 장력에 따라 위치정밀도가 달라지게 되며 독립적인 구동을 위해서는 조인트 수의 두 배 만큼의 구동부가 필요한 단점이 생긴다.

이러한 단점을 극복하기 위하여 UT/RAL 손²⁰⁾은 자석식 클러치를 Laval 손²¹⁾은 불충분 구동 링크 기구(under-actuated linkage mechanism)를 사용하여 구동부의 수를 줄였다. 또한 신뢰도를 갖는 상용제품으로는, 4개의 모터로 3개의 손가락의 롤링 움직임(rolling motion)과 회전 움직임(rotation motion)을 수행하는 Barrett 손이 출시되었다.

3.2 이동 로봇의 위치 측정에 쓰이는 센서 및 항법

항법 문제는 “Where am I?”라는 간단한 문장으로 함축할 수 있다.(Borenstein²²⁾) 항법을 위하여 응용되고 개발되어지는 센서는 매우 다양하고 각기 장단점을 가지고 있다. 따라서 많은 연구자들은 이러한 다양한 센서들은 여하히 선택하고 조합하여 원하는 정보를 추출하느냐에 많은 관심과 노력을 기울이고 있다. 센서의 조합은 궁극적으로는 인간에 준하는 능력을 갖는 것이 최종 목표가 되겠으나 현실적으로는 적용하고자 하는 주변 환경 및 얻고자 하는 이동 로봇의 기능의 정도에 따라 결정되어지는 것이 일반적이다. 항법의 관점에서 본 센싱 시스템을 고찰하여 본다.

1. 주행거리계(odometry) 와 같은 데드레코닝(Dead Reckoning) 방법들
2. 능동형 신호(Beacon) 항법 방법

3. 표식(Landmark)에 의한 항법 방법
4. 작성된 지도에 근거한 항법
5. 시각 장치에 근거한 항법

주행거리계는 가장 일반적으로 쓰이는 항법 방법으로서 짧은 거리에서는 가격에 비해 좋은 정확도를 제시하지만 근본적으로 주행거리계가 가지는 누적 움직임(Incremental motion) 정보에 의한 계산이라는 측면 때문에 누적되어지는 위치 오차를 극복할 수가 없다. 따라서 이를 보상하기 위한 여러 방법들이 시도 되고 있는데 바퀴 설계상의 노력, 절대 위치 측정시스템과의 연계, 표식을 이용한 로컬 위치(local position)의 보정 등이다. 일반적으로 많이 쓰이는 방법은 다음과 같다.

1. 추가의 엔코더 트레일러(encoder trailer)를 꼬리 부분에 달아 바퀴의 미끄럼 혹은 여타의 이유로 인한 오차를 보정하는 방법^[14] (Fig. 5)
2. 기계적인 보정(calibration) 방법으로 정해진 주행 규격에서의 오차를 절대적으로 측정하여 제어기내의 기구학에 강제적으로 오차를 보정하는 방법
3. 두대 이상의 로봇이 서로의 움직임을 정지, 운동을 번갈아 가며 감시하는 방법
4. 두대의 로봇이 상대적인 운동을 측정함으로써 미끄럼 등에 의한 오차를 보정하는 방법

자이로(Gyroscope)나 가속도계(accelerometer)를 이용한 관성(Inertial) 항법 방법도 센서를 로봇 내에 내장할 수 있다는 장점을 가지고 있으나 역시 자이로의 특성상 시간이 경과함에 따라 편류(drift)가 발생할 소지가 있어 절대 정확도를 확보하는데에는 한계가 있다. 원래 항공기의 항법등에 쓰이는 장치로 일반적으로 매우 고가이나 최근 광학식 화이버 자이로(optical fiber gyroscope)의 등장으로 매우 저렴한 시스템 활용의 길이 열려있다. 주행거리계 단독 사용시 보다 자이로의 혼용은 매우 좋은 정확도를 보장한다고 알려져 있다.

능동 신호 항법 시스템은 선박이나 항공기에서 쓰이는 가장 일반적인 방법으로서 매우 빠른 처리속도와 높은 신뢰성을 가진다. 빛이나 무선주파수(radio frequency)를 발사하는 3 개 이상의 고정된 신호로부터 위치 정보를 계산해 내는 방법으로 신호 들은 아주 잘 알려진 장소에 위치 하여야 한다.

표식을 감지하므로써 로봇의 위치를 인식하는 방법은 크게 인위적 표식과 자연적 표식을 감지하는 방법으로 나눌 수 있다.

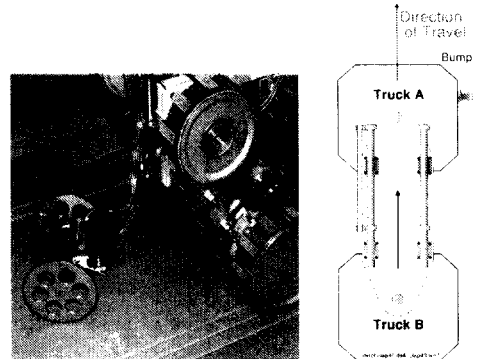


Fig. 5 Encoder trailer and compliant linkage autonomous platform [univ. of Michigan J. Borenstein]^[14]

인위적 표식 방법이란 로봇이 감지하기에 최적인 표식을 제작하여 부착하는 방법을 말하고 자연적이라 빌딩내의 경우 복도의 형상이나 문형상 등 이미 존재하고 있는 형상을 말한다. 센서로는 일반적으로 팬-틸트 기구(pan-tilt mechanism)에 장착된 시각 장치가 쓰이고 있으며 경우에 따라 레이저 지시기(time of flight laser pointer) 등이 혼용되기도 한다. CANADA Ontario Hydro Technology 사의 ARK 시스템은 표식 항법 방법을 이용하여 수 cm의 위치 정확도를 가진다고 보고하고 있다. 그 외에 표식으로 사용되어지는 것으로는 선(line) 항법을 들 수 있는데 전자 자기식 유도(electromagnetic guidance), 반사식 테이프(reflecting tape) 혹은 페라이트 유도(ferrite painted guidance) 등이 AGV 시스템을 위해 개발되어 사용되고 있다.

건물내의 항법의 경우 초음파 센서 등을 이용한 지도(map)를 작성하여 전체 지도와의 비교를 통한 위치화(positioning) 방법도 이용되고 있다. 이 방법은 간단히 초음파 센서 등을 이용해서 위치화할 수 있다는 장점이 있으나 지도 작성을 위해 충분한 구역을 검색해야 한다던가 하는 까다로운 조건들을 만족해야만 충분한 정확도를 보장 받을 수 있다. 그외 최근에는 연산능력의 발달로 3 차원 지도와의 일치(matching)에 의한 방법 혹은 형상에

근거한 일치(feature based matching) 방법 등이 연구되고 있다.

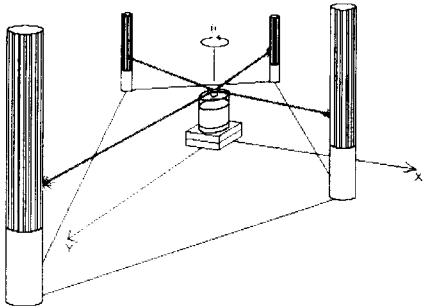


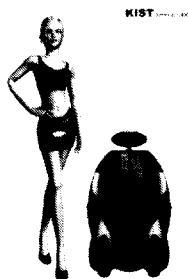
Fig. 6 active beacon navigation using LED sensor from TRC Inc. [14]

4. 빌딩용 도우미 로봇

본 절에서는 한국과학기술연구원(KIST)에서 개발하고 있는 빌딩용 도우미 로봇의 기능을 정의하고 주력으로 개발해 나가고 있는 사양들에 대해 소개하고자 한다. 그림 7은 빌딩용 도우미 로봇의 이상적인 설계를 형상화한 예이다. 로봇 손을 포함한 조작기와 청소기 등은 기구학적으로 로봇 본체에 모듈라 형식으로 연결되어지며 많은 양의 물건을 이송할 수 있도록 트레일러 또한 장착 가능한 형태이다. 로봇 조작기의 부착은 도우미 로봇의 이동성에 조작성이라는 커다란 가능성을 부여한다. 이동 로봇의 3 방향 이동 기능을 고려한 조작기의 설계가 요구되며 주어진 조작 환경 및 목적에 따른 작업 위주의 설계가 이루어지고 있다.



Fig. 7 A conceptual Design for office building robot at KIST



4.1 설계

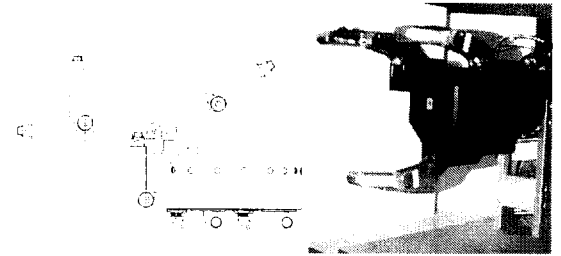


Fig. 8 KIST Mobile Manipulator and its hand

매니플레이터와 손은 이동부의 협력작업을 고려하여 설계 제작되고있다(Fig. 8). 손은 4 개의 서보 모터를 이용하여 구동되는 구조를 가지고 있다. 손가락에 추가되는 접촉력 및 위치를 감지하기 위한 토크 센서가 개발되어 손가락 접촉부에 설치되어 미세한 제어가 요구되는 작업에 대응하도록 설계되었다. 바퀴 시스템은 본 연구에서는 높은 하중 지지력과 위치제어의 신뢰성, 내구성, 주행안정성을 확보하기 위하여 타이어를 사용하면서도 홀로노믹, 전방향 이동을 가능하게 하기 위하여 그림과 같이 바퀴가 조향 축에 대하여 이중오프셋(double offset)을 가지는 구조를 고려한다(Fig.9).

본 이중 오프셋 바퀴 구조를 이용하여 홀로노믹 전방향 이동을 비교적 간단한 기구와 높은 신뢰성을 가지고 실현할 수 있다. 이는 운동계획의 용이함과 더불어 좁은 통로에서의 주행을 가능하게 한다. 또한, 로봇 매니플레이터를 장착하였을 경우, 이동 조작의 응용을 용이하게 할 뿐만 아니라, 트레일러 견인 등의 응용에서 손쉽게 제어를 설계할 수 있어 시스템의 확장성을 높여 주는 장점이 있다.

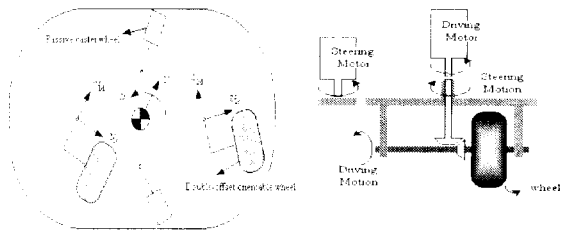


Fig. 9 Omni-directional Wheel mechanism with double offset mechanism

4.2 자율제어

4.2 자율제어

대부분의 일이 자율적으로 수행되어야 하는 빌딩용 도우미 로봇의 지능의 문제는 이동로봇의 항법 문제와 함께 조작부의 대상 물체의 자율적인 조작에 있다. 이를 위해 대부분의 로봇들은 대상 물체 인식을 위한, 혹은 충돌 회피를 위한 시각 시스템 및 다양한 센서 들이 장착되어 있으며, 하나 혹은 그 이상의 조작기와 손을 가지고 있다. KIST 도우미 로봇은 항법 및 조작을 위한 센싱 시스템으로는 초음파 센서, 레이저 탐색(laser scan) 센서, 스테레오 시각 장치 등을 장착하고 있으며 작업에 따라 적절히 센싱 데이터를 융합함으로써 원하는 정보를 취득할 수 있다. 그림 10은 포텐셜 필드(Potential field) 이론을 적용한 충돌 회피 계획을 보여주고 있다. 사람과 같은 이동 방해물의 실시간 인식과 운동 예측을 위한 알고리즘의 개발이 주요한 연구 주제이다.

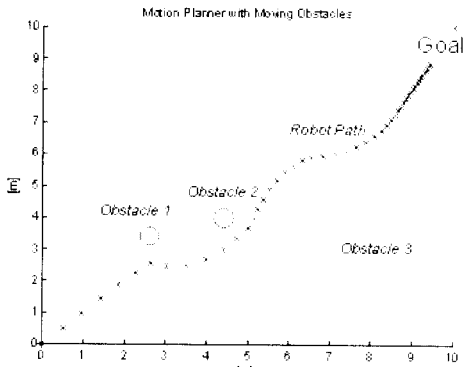


Fig. 10 Collision Avoidance using Potential field theory

센서정보에 근거한 조작부의 작업은 대부분은 집기-놓기 작업(pick and place operation) 작업인데 로봇이 이 작업을 완전하게 수행하려면 경로 계획, 파지 계획뿐만 아니라 작업 단계간의 제한 조건 및 충돌 등을 고려한 경로 계획이 수행되어야 한다. 이러한 운동계획을 자동으로 생성하기 위한 방법으로 학습을 통한 지능의 부이 등이 시도되고 있으나 실제적인 적용까지는 요원한 상태이다. 따라서 실시간 경로계획을 가능하게 하는 시각 장치에 근거한 움직임 계획(vision based motion planning) 방법을 개발하여 어떠한 작업에도 조작기의 해를 제시할 수 있는 계획기를 개발하고 있다.¹¹⁾ 개발

하고 있는 계획기는 그림 11에서 보는 바와 같이 작업 범위 안의 주어진 어떠한 시작점으로부터 어떠한 종료점 까지 라도 재파지 작업과 충돌회피 기능을 이용하여 항상 해를 실시간으로 결정할 수 있다.

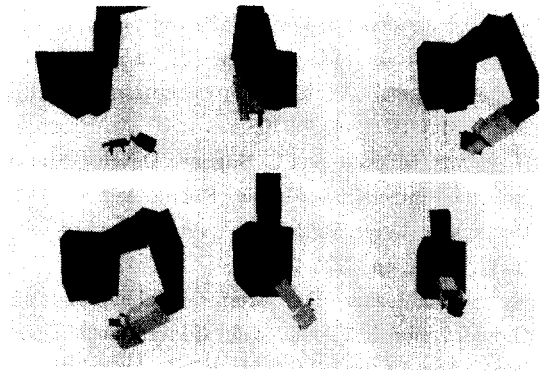


Fig. 11 Sensor based motion planner

4.3 하드웨어 및 소프트웨어의 제어 구조 (architecture)

KIST 도우미 로봇의 제어 구조의 기본은 분산형 제어기를 바탕으로하는 하이브리드(hybrid) 제어 구조이다.¹¹⁾ 본 연구에서는 개방형 로봇 제어를 위한 객체를 정의하고, 기존의 하이브리드 접근 방법의 장단점을 파악한 후, 조작부가 장착된 이동 로봇의 개방형 복합 로봇 제어 구조를 제시하고자 하였다. 미래의 확장성 및 범용성 등이 고려하여 PC를 기본으로 하는 제어기가 구성되었고 장착되어질 매니플레이터 및 손을 효율적으로 제어하기 위하여 CAN에 근거한 분산 제어기가 개발되고 있다. 시각 장치 및 센서 데이터 처리 등의 기능을 담당하는 연산 장치 들도 궁극적으로는 분산 처리되어질 예정이다.

5. 결론

개발하고자 하는 빌딩용 도우미 로봇 관련 분야의 세계적 추세 및 현재의 개발 상황과 앞으로 개발 방향에 대하여 기술하였다. 연구되어지고 있는 서비스 로봇이 세계적인 경쟁력을 갖기 위한 핵심기술 들을 정의하고 연구 개발하는 데에 앞으로의 모든 연구역량을 집중할 예정이다.

참고문헌

1. NSF-CNRS workshop in LAAS in France, 1999
2. The Interactive Museum Tour-Guide Robot, Wolfram Burgard, Armin B. Cremers, Dieter Fox, Dirk Hähnel, Gerhard Lakemeyer, Dirk Schulz, Walter Steiner, and Sebastian Thrun, CMU, Univ. of Bonn
3. Mark West et al, "Design of a Holonomic Omnidirectional Vehicle", Proceedings of IEEE, ICRA, May 1992, pp. 97-103.
4. H. Asama, M. Sato, and L. Bogoni, "Development of an Omni-directional Mobile Robot with 3 DOF Decoupling Drive Mechanism", Proceedings of 1995 IEEE, ICRA, pp. 1925-1930.
5. M. Wada and S. Mori, "Holonomic and Omnidirectional Vehicle with Conventional Tires", Proceedings of the 1996 IEEE, ICRA, April 1996, pp. 3671-3676.
6. Hanafusa, H. and Asada, H. 1977, A robot hand with elastic fingers and its application to assembly process, Proc. IFAC Symp. on Information and Control Problems in Manufacturing Technology, pp. 127-138
7. Rovetta, A. 1985, Sensors controlled multifingered robot hand, Proc. IEEE Conf. Robotic and Automation, pp. 1060-1063
8. Okada, T. 1982, Computer control of multijointed finger system for precise object-handling, IEEE Trans. Sys. Man Cybernet, SMC-12(3):289-299
9. Salisbury, J. K. and Roth, B. 1983, Kinematic and force analysis of articulated mechanical hands, ASME J. Mech. Trans. Automation Design 105:35-41
10. Jacobsen, S. C. et al. 1986, Design of the Utah/MIT dexterous hand. Proc. IEEE Conf. Robotics and Automation, pp. 1520-1532
11. Lin, L. and Huang H. P. 1996, Mechanism Design of a new multifingered robot hand, Proc. IEEE Conf. Robotic and Automation, pp. 1471-1476
12. Kim, J. J. et al. 1987, Computer architecture and low level control of the PUMA/RAL hand system, Proc. IEEE Conf. Robotic and Automation, pp. 1590-1594
13. Laliberte, T. et al. 1997, Simulation and design of underactuated mechanical hands, Mech. Mach. Theory 33(1/2) : 39-57
14. J. Borenstein, H.R. Everett, L Feng, "Where Am I" Sensors and Methods for Mobile Robot
15. Munsang Kim, et. al., "Look-up table based task planning for Humanoid robot", Proceedings of Intelligent autonomous systems 6, Venice, July 2000, pp 265-272
16. Kawasaki, H. et al. 1998, " Development of an anthropomorphic robot hand driven by built-in servomotors," Proc. Of the 3rd Int. Conf. on Advanced Mechanics, Okayama Japan, pp. 215-220