

지능형 로봇용 센서 기술

김창규(한국전자통신연구원), 김건년(전자부품연구원), 황 건(한국전자통신연구원)

1. 서론

1980년대 마이크로 마우스의 등장으로부터, 2000년대 혼다의 ASIMO 및 소니의 QRIO에 이르기까지 지능형 로봇은 점차 인간 친화적인 형태로 발달되어 왔다. 이처럼 로봇이 발달하여 복잡한 기능을 수행하고 인간 친화적인 상호작용을 위해서는 주위 환경에 대한 다양한 정보와 사람들의 명령을 관측하고 분석할 수 있는 능력이 요구되므로, 필요한 정보를 감지하고 인식하

기 위한 센서 기술이 필수적으로 발전하여야 한다. 인간의 오감을 대체하는 것이 지능형 로봇용 센서 기술의 궁극적인 목표이며, 구체적인 발전 방향은 <표 1>의 로드맵[1]에 제시되어 있다. 본 고에서는 이 중에서 가정 및 사무실의 인공 지능형 로봇이 인간의 명령을 이해하고, 외부의 물리적 상황을 감지하는 데 사용되는 청각, 시각, 촉각과 관련된 분야에 대하여 요소 기술의 동향과 향후 발전 전망을 다루었다.

<표 1> 로봇기술 중 감각 분야의 마크로 로드맵

촉각	인공피부 센서시스템										
	소형 힘/토크 센서시스템					Smart 힘/토크 센서시스템					
시각	실시간 stereo 시각 시스템			Smart stereo 시각 시스템							
	거리 측정기(range finder) 시스템										
	열화상 인식 시스템										
청각	Sound localization 기술										
	음성명령어 인식기술			감정대화 인식기술							
후각	가스 및 이상 감지기술										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011

<표 2> 청각센서 소자기술 비교표

Type	구조	실리콘 이외의 필요한 재료	감도	반도체 공정과의 호환성 및 batch process 적용성	장단점	평가
Dynamic	자석+코일	자성 박막 또는 영구 자석	우수	나쁨	반도체 공정과의 호환성이 나쁨	보통
Condenser	박막+백플레이트	실리콘	우수	아주 우수	반도체공정과의 호환성, 감도 우수 바이어스 전압을 필요로 함	우수
Piezoelectric	압전 박막 +멤브레인	ZnO, PZT	우수	보통	감도 우수, 압전 재료 개발	보통
Piezoresistive	압저항 막 +멤브레인	Boron	낮음	우수	반도체 공정과의 호환성 우수, 열에 대한 안정성이 취약	나쁨
Electret Condenser	Electret +평행판	SixNy, SiO2, 전하 주입	우수	보통	감도 우수, 전하주입의 추가 공정 필요	보통

II. 본론

1. 청각 센서

청각 센서는 크게 청각 센서 소자기술과 청각 시스템 기술로 나누어 생각할 수 있다.

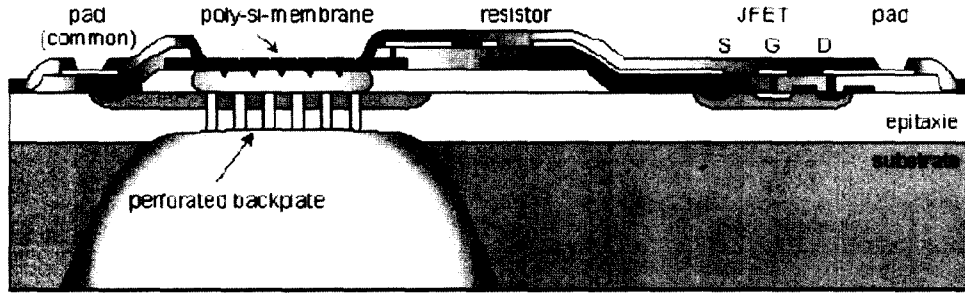
청각 센서 소자기술은 <표 2>와 같이 음파가 공기를 통하여 센서에 도달 시 음파를 감지하는 진동판의 구조에 따라 dynamic 방식, condenser 방식, piezoelectric 방식, piezoresistive 방식 등으로 나누어진다. 기존에는 dynamic 방식이 주로 사용되었으나 간단한 구조 및 대량 생산에 적합하며 소형화에 유리하다는 장점 등

으로 점차 condenser 방식으로 전환되고 있다.

<표 3>은 청각센서의 국외기술동향을 요약한 것으로 주로 콘덴서 방식 위주로 연구되고 있으며, 진동판인 박막의 민감도를 향상시키기 위하여 다양한 구조가 연구 중에 있다. 평면 구조의 박막에 대한 민감도 향상 방안에 대한 연구로부터 평면 구조를 변형한 corrugate 구조를 이용하여 민감도를 향상시키는 연구 등이 진행되고 있다[2]. 또한 박막의 두께와 크기, 박막과 백 플레이트 사이의 간격 등은 작게 하면서 성능은 향상시키는 노력이 진행되고 있다[3]. 여기에는 박막에 잔류하게 되는 잔류응력을 줄이려는 분야와 간극을 줄이면서 발생하는 박막의 sticking

〈표 3〉 청각센서의 국외기술 동향

기관명/국가	Type	Scale	Sensitivity at 1 kHz	Bias voltage	개발년도
DTU/덴마크	Condenser	2 × 2 mm ²	13 mV/Pa	1.5 V	2002
칭화대/중국	Condenser	1.5 × 1.5 mm ²	40 mV/Pa	14 V	2002
Infineon/독일	Condenser	2 × 2 mm ²	0.44 - 3.15 mV/Pa	4.5 V	2001
Berkeley대/미국	Piezoelectric	2 × 2 mm ²	30 mV/Pa	-	1996



〈그림 1〉 회로 내장형 청각 센서 구조의 예[4]

현상 해결이 중요한 과제이다. 콘덴서 방식은 바이어스 전압을 낮추어 구동전압과 소비전력을 줄이는 분야도 주요 연구 과제 중 하나이다. 한편 <그림 1>과 같이 전체 크기, 소비 전력과 잡음을 줄이면서 성능을 향상시키기 위하여 청각 센서와 주변회로가 결합된 회로 내장형 청각 센서 기술이 Integrated MEMS 분야에서 개발되고 있다[4].

청각 시스템 기술은 세부적으로 음성 인식 기술, 음성 합성 기술, 음향 인식 기술, 자연어 처리 기술, 감정 대화 인식 기술 등이 있다[1].

음성인식 (Voice Recognition) 기술은 로봇이 음성 명령을 인식하여 주어진 임무를 수행하게 하는 기술로 로봇이 명령어만을 인식하거나 명령어 전후에 임의의 음성이 발생되어도 명령어만을 추출하여 인식하거나, 또는 정형화된 문장 형태로 발음된 음성을 인식하여 명령을 수행하는 수단을 제공하는 기술이다. 세부 기술로

는 고립음성 인식기술, 음성명령 keyword spotting, 연속음성 인식기술 등이 있다.

음성합성 (voice synthesis) 은 두 개의 다른 방법으로 이루어진다. 하나는 자음과 모음을 다시 재결합하여 단어를 다시 만드는 방법이며, 이 경우, 각 단어는 자음과 모음이 결합될 때 다시 만들어진다. 이는 음성용 칩과 이의 프로그램으로 구성이 가능하다. 비록 이 형태의 시스템이 어떤 단어를 다시 만들어낼 수 있다 하더라도 그것은 부자연스럽고 기계같이 들릴 것이다. 이 같은 시스템에서 비슷한 발음들을 구별해서 인식하는 것은 극복해야 할 기술이다. 음성합성의 다른 기술은 필요할 때마다 메모리나 테이프를 통해 접근하고 합성하기 위해 단어를 기록하고 녹음해 두는 것이다. 자동응답전화기나 비디오 게임 등과 그 외의 많은 다른 기계 음성은 필요에 의해 미리 기록되고 접근된다. 비록 이 시스템은 매우 자연스럽게 들릴지도 모르지만 여기

에도 한계는 있다. 기계에서 사용될 말이 미리 알려져 있기만 하다면 이러한 시스템은 사용이 가능하다.

음향 인식기술은 로봇에 음원의 위치를 스스로 찾아내는 기술로 로봇을 보다 자연스럽게 행동케 하고 로봇 사용자들에게는 편리한 성능을 제공하는 기술이다. 세부 기술로는 음향 추정기술, 신호분리기술, 원거리 명령 인식기술 등이 있다.

감정대화 인식 기술은 사람들이 서로 대화하는 것처럼 사람과 로봇, 로봇과 로봇간의 대화에 감정이 가미되고 간투사, 반복, 생략 등을 포함하는 자연스러운 대화 음성을 구현하는 기술이다. 세부 기술로는 감정이해 대화인식기술, 가정구현을 위한 대화합성기술 등이 있다.

이러한 청각 센서는 아직까지는 인간의 청각과 비교하여 구조와 성능이 많이 뒤떨어진다. 특히 잡음에 대한 강인성, 미세한 주파수 구별 능력, 특정 신호에 대한 방향 감지 및 집중 기능 등이 반영되어야만 지능형 청각 시스템의 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 시각 센서

사람이 외부로부터 얻는 정보의 80% 정도가 시각과 관련되어 있는 것처럼 시각 센서는 지능형 로봇에서도 중요한 역할을 차지하고 있다. 시각 센서는 크게 시각 시스템과 거리 및 위치 센서로 나누어 생각할 수 있다.

가) 시각시스템

시각 시스템은 2대 이상의 CCD 혹은 CMOS 카메라를 이용하여 주변 영상을 획득하고, 삼각 측량법을 이용하여 대상 물체를 인식하는 stereo 시각 시스템이 대표적이다. 또한, 이 영상으로부터

특정한 컬러를 갖는 물체 혹은 표식을 구분해내는 컬러 인식 기술, 눈·눈썹·코·입 등 사람의 얼굴 특징을 분석해 인물을 구별하는 얼굴 인식, 눈썹 모양·눈 모양·입술 모양·입의 열림 정도·코구멍의 벌어짐 정도·안면 근육 등을 분석한 뒤 감정을 구별하는 감성/표정 인식 기술, 공간 속에서 다양한 물체 및 글자들을 구별해내는 패턴 및 인식 기술, 사람 혹은 신체의 일부를 인식하고 추적하며 이 데이터를 분석하여 운동 특성·명령·의도 혹은 감성 상태를 판단하는 목표물 추적 및 제스처 인식 기술 등이 있다[5]. 센서 측면에서는 폐쇄 회로 카메라, PC 카메라, 디지털 카메라, 휴대기기(휴대폰, PDA 등)용 카메라 등과 연관되어 관련된 분야는 급속도로 발전하고 있으며, 더 저렴하고 손쉽게 제조가 가능하며 더 많은 기능을 통합할 수 있는 CMOS 소자가 일정 부분 CCD 소자를 단점이던 특정 노이즈 제거 기술의 개발로 점차 CCD 소자를 대체할 것으로 기대된다. 이미지 센서의 움직임에 사람의 안구 운동과 같은 원리로 제어하기 위한 연구와 함께, 주로 소프트웨어와 관련하여 영상처리 기술과 처리 성능 향상에 관한 연구들이 진행되고 있다. 그러나 시각 시스템만으로 모든 영상 정보를 처리하는 것은 많은 자원과 시간을 소요하기 때문에 실시간으로 주변 상황을 인식하는데 어려움이 있으며, 따라서 보다 간단한 원리로 빠른 시간에 주변 상황을 감지하기 위한 다른 종류의 센서들이 요구된다.

나) 거리 및 위치 센서

지능형 로봇을 위한 거리 및 위치 센서는 비접촉식 센서 정보를 활용하여 내부적으로는 로봇을 구성하는 특정 부분의 위치를, 외부적으로는 주변 환경 및 대상 물체와의 상대 위치 및 거

(표 4) 위치 센서와 근접 센서의 종류 및 특징

분 류	종 류	특 징
위치 센서	엔코더	바퀴 또는 막대에 구멍을 내어 빛의 투과 여부를 측정, 절대 위치를 기준으로 주기적인 보정 필요
	포텐시오메터	저항기를 통해 위치 정보를 가변전압으로 변환
	선형 가변 미분형 변압기	철심코어의 위치가 변함에 따라 변화된 자속을 아날로그 전압으로 출력
	레졸버	선형 가변 미분형 변압기와 비슷한 원리이나 각운동의 측정에 사용
	자석 반사 변위센서	도체를 통하여 전달되는 펄스가 자석에 반사되어 돌아오는 시간을 측정하여 자석의 위치를 판별
근접 센서	유도전류	금속에 가변 자기장을 가하여 전류의 흐름이 발생하고 이에 따라 유도된 기전력을 측정
	정전용량	금속과 비금속, 액체와 고체에 관계 없이 거리의 변화에 따른 정전 용량 변화를 측정
	자기센서	자성체의 자기장을 측정

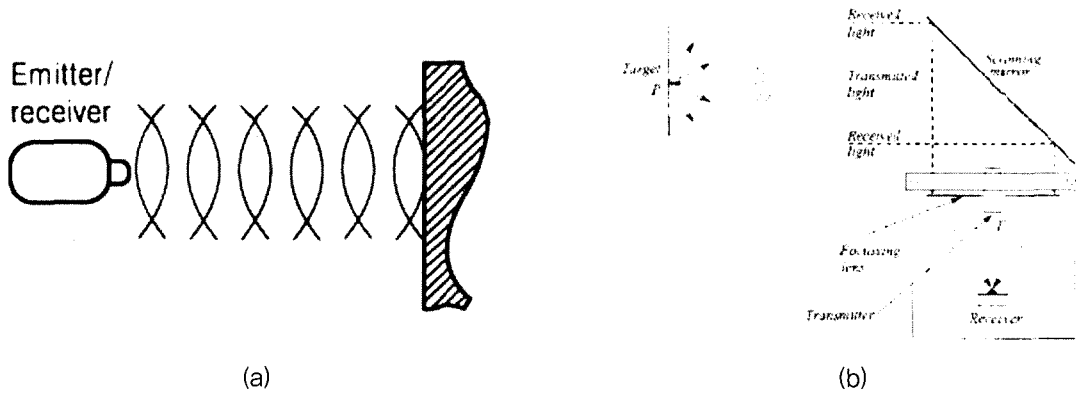
리 등을 인식하는 기술을 말한다. 위치 및 거리 측정을 위한 센서로는 기준점 혹은 시작점으로부터 이동한 거리와 방향을 이용하여 현재 위치까지의 상대적인 위치를 결정하는 위치 센서와, 주변의 물체 혹은 기준점을 이용하여 주변 물체와의 거리를 직접 측정하는 거리 센서로 구분된다. 거리 센서는 측정 범위에 따라서 수 십 mm 이내의 범위에서만 사용 가능한 근접 센서와 수 ~수 십 m까지 측정 가능한 거리 측정기로 나눌 수 있다. <표 4>는 대표적인 위치 센서와 근접 센서에 대하여 특징을 설명하였다[6].

따라서 대부분의 이동형 로봇에서는 이런 제약들로부터 좀 더 자유로운 초음파 혹은 빛을 이용하여 대상 물체까지의 거리를 측정한다. 이 센서들은 특히 시야 확보가 어려운 작업 환경에서 로봇이 주변 환경 및 대상 물체와의 상대 위치를 실시간으로 인식할 수 있게 하여, 로봇의 작업 영역을 확장시킬 수 있는 수단을 제공한다.

초음파 센서는 시각이 도태된 박쥐가 주변 물

체를 인식하는 원리와 동일하게 40 ~ 200 kHz 주파수(파장으로 환산하면 8.5 ~ 1.7mm에 해당함)의 초음파를 내보내고, 대상 물체에 반사되어 돌아오는 시간을 측정함으로써 거리를 판단한다(그림 2(a)). Polaroid가 자사 카메라에 초점 거리를 측정하기 위한 도구로 초음파 센서를 도입한 것이 시초가 되어, 1980년대 초부터 소형과 저가라는 장점 때문에 이동형 로봇에 널리 이용되었으며, 이로 인하여 초음파 센서 = Polaroid라는 인식이 확산되었다. Polaroid, Murata의 제품을 비롯하여, 정전형과 압전형에 관계 없이 많은 소자들이 하나의 트랜스듀서를 이용하여 초음파를 방출하고, 반사되어 돌아온 신호를 검출하는 기능을 수행한다.

초음파의 주파수가 높을수록 파장이 짧아지므로 보다 정밀한 측정이 가능하지만, 공기 중에서 감쇠가 주파수의 제곱에 비례하여 증가하므로 수 백 kHz의 주파수에 대해서 측정 가능한 거리가 수 m 이내로 짧아진다. 따라서 두 요



〈그림 2〉 (a) 초음파와 (b) 빛을 이용한 거리 측정 센서의 원리.

소를 최적화하는 주파수의 선택이 중요하다. 초음파 센서는 넓은 측정 범위와 정밀도 이외에도, 투명한 물체와 유체까지도 측정이 가능하며, 일반 공기 중에 존재하는 입자 형태의 불순물에 대해서 영향을 받지 않는다는 점이 큰 장점이다. 초음파 센서의 단점은 파장이 대상 물체의 표면에 존재하는 거칠기에 비하여 충분히 크기 때문에 산란이 없이 Snell의 법칙에 따라 대부분 반사된다는 점이다. 따라서 센서와 물체의 표면이 수직에 가까운 평면이나 모서리만을 정확하게 판단할 수 있으며, 센서와 물체의 표면이 평행에 가까울수록 감지가 어렵다. 또한 음파의 속도가 느리기 때문에 대상 물체까지의 거리가 15 m 이상이 되면 감지가 어렵고, 새로운 거리 데이터를 갱신하는 횟수가 1초에 3회 이상을 넘기기가 어렵다[7]. 이러한 단점을 극복하기 위해 최근에는 초음파 센서 어레이를 이용하여 지향성을 높이거나 연속적으로 일정 범위의 각도를 스캔하여 속도를 향상하는 기술, 복수의 관측점으로부터 얻은 데이터를 처리하여 지도를 작성하는 기술, 도플러 효과로부터 대상 물체의 거리뿐 아니라 운동 속도 및 방향까지 탐지하는 기술, 구동 및 신호처리 회로와 센서

소자를 하나의 기판 위에 결합하는 SoC 기술 등이 널리 연구되고 있다. 광 센서는 초음파센서보다 최근에 이용되기 시작하였으며, 넓은 측정 범위와 빠른 측정 시간, 그리고 높은 정밀도를 가진다. 800~1000 nm 대역의 빛을 이용하므로 초음파와는 달리 빛의 파장이 표면의 거칠기보다 짧기 때문에, 물체의 표면에서 Lambert의 코사인 법칙에 따라 산란된 빛 중에서 다시 되돌아오는 빛을 이용하여 거리를 측정한다(그림 2(b)). 거리 측정 방법은 빛이 물체까지 갔다가 되돌아오는 시간을 측정하는 TOF(time-of-flight)법, 주파수를 변조한 연속 파와 반사파의 맥놀이 주파수를 측정하는 FMCW(frequency modulated continuous wave)법, 그리고, 가까운 거리의 경우 진폭을 변조한 연속 파와 반사파의 위상 차를 측정하는 AMCW(amplitude modulated continuous wave)법이 대표적이며[7], 주로 TOF법과 AMCW법이 많이 이용된다. 상용으로는 SICK, Micro-Epsilon 등의 제품이 있다. 빛을 이용하는 측정법의 경우 습도나 온도에 관계없이 전파 속도가 일정하기 때문에 이로 인한 오차 보정이 필요하지 않지만, 검출기로 사용되는 APD(Avalanche

photodiode)나 PMT(photomultiplier tube)가 소자의 온도에 따라 특성이 달라지므로 회로를 이용한 보정이 필요하며, 높은 주파수의 신호를 사용하므로 송신회로와 수신회로 사이의 유도 현상이 문제가 된다. 또한 산란되는 빛의 양이 물체까지의 거리와 각도, 반사도에 따라 크게 변화하므로 매우 넓은 영역의 측정 감도를 갖는 검출기와 신호 인식 알고리즘이 필수적이다.

3. 촉각 센서

물체와의 접촉을 통한 촉각 센서는 외부와의 상호 교감을 갖는 매우 중요한 수단으로써 종래의 산업적 측면에 있어서 접촉센서, 접촉력(압력)센서, 미끄러짐 센서의 세 종류로 대별할 수 있다. 그러나 지능화에 따른 개인용 로봇을 위한 촉각센서는 접촉, 접촉력, 미끄러짐 뿐만 아니라 온도를 감지할 수 있는 감각 기능까지 보유했어야 한다. 외부와의 접촉을 통해 표면 조도, 접촉 부위의 물성 등 물체에 대한 물리적 특성을 파악하고, 또한 접촉을 통한 주위 환경의 정보인 접촉력, 진동, 표면 거칠기, 온도변화 등을 획득하는 촉각센서의 개발은 인간 생활을 지원할 수 있는 개인용 로봇뿐만 아니라 미세 산업용 로봇의 Gripper, 섬유 등의 질감에 대하여 정확한 파악을 위한 물리량 측정기, 혈관내의 미세 수술 및 미세 절개 수술 등의 원격의료진단 및 시술 분야, 장애인을 위한 재활 의료 분야, 식품 공정의 자동화 등에 적용될 수 있다[8].

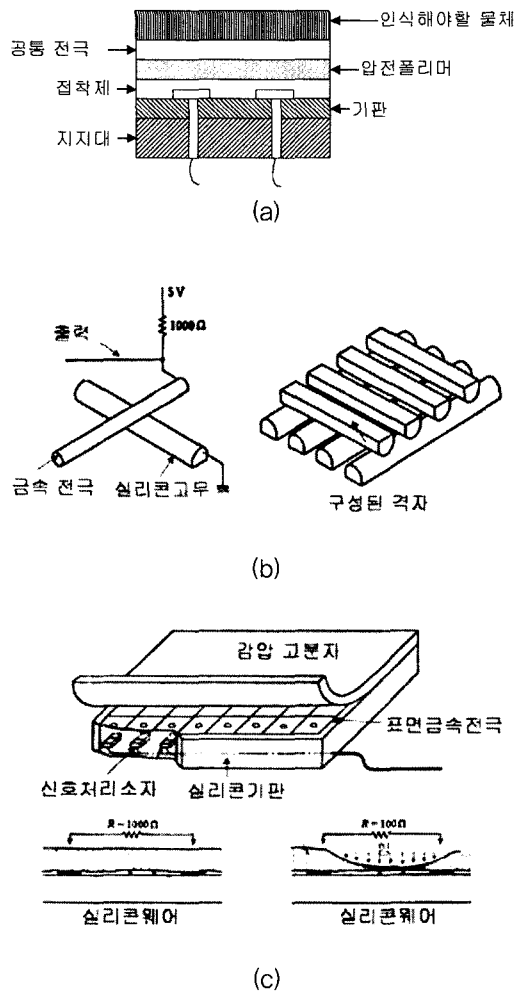
가) 접촉센서

접촉센서는 대상 물체가 로봇 손에 닿은 것, 또는 닿은 위치를 감지하는 센서를 말한다. 대상 물체의 탐색, 존재의 확인, 파지의 확인, 형상

기억 등에 사용할 수 있으며 접촉을 위한 센서 소자로서는 단순한 on/off 방식, 마이크로 스위치가 주로 사용되고, 이것을 로봇 손의 각부에 배치하기도 하며 고밀도로 분포시켜서 물체의 상태를 감지할 수 있다. 이러한 접촉센서의 요소로는 전도성 고무, 탄소 섬유, 탄소를 넣은 스펀지 등의 감압 저항체와 고무 및 우레탄 폼 등을 조합한 형태로서 접촉센서가 개발되어 왔으며 최근에는 압전형 고분자 재료를 이용한 접촉센서가 개발되었다. <그림 3(a)>은 압전형 고분자 재료를 이용한 접촉센서의 구조를 나타낸 것이며 아직까지도 압전 고분자를 이용하여 여러 형태의 접촉센서가 개발 되고 있다.

나) 압력 센서

압력 센서는 로봇손이 대상 물체로 주는 압력 및 압력 분포를 감지하는 센서로서 손바닥에 분포시켜 고밀도로 압력 또는 힘을 검출하는 것이다. 검출 요소로는 전도성 고무, 압전 저항소자, 탄소 섬유, 고분자 감압 재료, 흡소자 등이 이용된다. <그림 3(b)>는 실리콘 고무에 금속 또는 세라믹 분말을 혼입한 복합 재료인 전도성 고무의 원기둥과 금속 전극 막대를 격자 상태로 나열하여 접촉시키고 임의의 점에서 압력이 어느 정도 가해졌는가를 검출하는 접촉력 센서의 구조를 나타낸 것이다. 인공피부센서는 아니지만 지능형 로봇을 위한 고밀도 접촉력 센서의 예로서 MEMS 공정을 이용한 고기능 센서가 개발되었는데 <그림 3(c)>와 같이 감압 저항 특성을 갖는 전도성 플라스틱 층의 아래에 절연층과 금속 전극을 형성시켜 각각의 접점에 대응하도록 제작되었다. 이러한 고밀도 분포의 접촉력 센서는 손가락 표면의 물체에 의해 받는 압력 분포를 측정함으로써 그 파지력의 감지와 제어뿐만



<그림 3> (a) 압전형 고분자재료를 이용한 접촉센서 구조 (이탈리아 피사대학), (b) 전도성 실리콘 고무를 이용한 접촉력 센서 (미국 MIT), (c) 고밀도 접촉력 센서 (미국 NASA).

아니라 위치 확인과 형상인식, 더 나아가 손가락 내에서의 움직임 즉, 미끄러짐 센서의 역할도 가능할 것이다.

다) 미끄러짐 센서

미끄러짐 센서는 로봇 특유의 센서로서 파지

물체의 미끄러짐은 운동을 감지하는 것이다. 다시 말하면 물체가 두개의 손가락에 끼어 정지되어 있을 때 파지력 방향의 수직면 내에서 물체가 이동하는 경우 감지하는 센서를 말하는 것이다. 미끄러짐을 검출하는 방법은? 1) 미끄러진 변위를 롤러와 볼의 회전으로 변환하여 검출, 2) 미끄러질 때 손가락부의 미소진동을 감압 소자와 바늘을 사용하여 검출, 3) 손가락에 닿는 압력 변화를 손목부의 하중 검출기에 의해 검출, 4) 미끄러지기 직전의 손가락부의 변형과 압력 변화를 검출하는 방법 등이 있는데 1), 2)의 경우에는 너무 복잡하여 구성하는데 큰 어려움이 있으며 3)의 경우에는 손이라는 제한적 요소가 발생하고 있지만, 4)의 경우에는 소프트웨어적인 신호 처리로서 비교적 간단하게 구성될 것으로 사료된다.

라) 온도 센서

온도 센서는 촉각 센서로서 하나의 독자적인 분류로 나타낼 수 없지만 개인용 로봇을 구성할 인공피부 센서에 있어서 절대적으로 필수적인 요소라고 할 수 있다.

현재, 생체 피부 감각과 유사한 접촉, 접촉력, 미끄러짐, 온도 등의 감지 기능에 있어서 3가지 이하의 감지기능융합에 대한 기술 개발이 진행되고 있으며, 위의 4가지를 동시에 충족시킬 수 있는 연구 개발 결과 또는 센서 융합 기술에 대한 전반적인 기술은 미비한 실정이다. <표 5>는 최근의 센서 형태에 따른 촉각센서의 사양을 나타낸 것이다[9].

마) 인공피부센서

인간의 피부를 모색한 인공피부센서에 있어서 우선 접촉센서 및 접촉력 센서는 전도성 및 압저

〈표 5〉 각 연구그룹의 촉각센서 형태에 따른 사양

	연구그룹	Array 수	해상도	감도	로드범위
정전용량형	Suzuki, Michigan (1990)	32×32	0.5 mm	27 pF/N	0.01 N
	Chu, Delft (1996)	3×3	2.2 mm	13 pF/N (normal) 32 pF/N (shear)	0.01 N
	Gray, Berkely (1996)	8×8	0.16 mm	5000 (% Δ C/C0)/N	0.002 N
	Leineweber, Duisburg (2000)	1×8	0.24 mm	200~250 V/N	0.02 N
	Beebe, Lousiana (1995)	Single	6 mm	0.0015 V/N	10 N
압저항형	Kane, Stanford (1996)	5×5	0.6 mm	566 V/N (normal) 133 V/N (shear)	0.0162 N 0.0135 N
	MEI, Hefet, China (2000)	4×8	4 mm	0.013 V/N (normal) 0.0023 V/N (shear)	50 N 20 N

항 특성의 고분자를 이용한 형태로 구현되고, 온도센서는 써미스터의 형태로서 인간의 체온을 중심으로 0~100℃ 에서의 온도에 대한 저항계수변화가 매우 큰 재료를 이용하여 감지부를 구현해야 한다. 미끄러짐 센서는 위에서도 언급하였듯이 표면 부분의 변형되는 변위를 압력 변화에 대해 시간 혹은 거리에 따른 전기적 신호의 변화로 출력하는 시스템을 구현한다. 이렇게 구현된 감지부를 융합한다면 인간의 피부와 유사한 인공피부센서 개발이 가능할 것으로 생각된다. 또한 각각의 감지 요소에 대한 재료의 선택과 형태 및 구성 방법에 있어서도 감도 증가에 있어서 매우 중요한 특성을 나타낼 수 있다. 물체가 센서에 접촉했을 때 접촉 및 온도 감지가 먼저 이루어지도록 하고 힘을 가했을 때 압전 고분자 층에서는 압력에 따른 전기적 신호가 처리되고, 물체의 이동이 발생되면 시간 혹은 거리에 따른 압력 분포 변화의 발생으로 신호가 처리됨으로써 진동 혹은 미끄러짐이 감지되는 하나의 인공피부센서가 구현될 것으로 생각된다.

III. 결론

본 고에서는 지능형 로봇의 지능과 활용성을 결정하는데 중요한 역할을 하는 시각, 청각, 촉각과 관련된 여러 가지 다양한 센서에 대해 논의하였다. 각 센서들은 원리와 목적, 비용에 따라 다양하게 존재하며 각각 장점과 단점을 지니고 있으므로 시스템에서 필요한 센서가 무엇인지 또는 특별한 응용에서 어떤 센서가 최적인지를 결정하는 것이 중요하다. 이러한 센서들은 가격, 크기, 무게, 출력의 형태, 인터페이싱, 분해능, 감도, 선형성, 범위, 응답시간, 주파수 응답, 신뢰성, 정확성, 반복 정밀도 등 다양한 측면에서 요구사항을 만족시켜야 하며, 때로는 2가지 이상의 센서가 상호 보완적으로 같이 이용되기도 한다. 그러나 아직까지는 가정이나 사무실에서 사용할 수 있는 신뢰도를 갖춘 감지 및 인식 기술이 개발되지 못하였으므로, 자율적인 행동과 판단을 요구하는 지능형 로봇의 구현을 위하여 앞으로도 폭넓은 기술의 개발이 진행될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 이호길 외, 산업기술로드맵-로봇 (개인용 로봇 중심으로), 산업자원부, 2001.
- [2] Jin Chen, "On the single chip condenser miniature microphone using DRIE and backside etching techniques," Sensors and Actuators A, Vol. 103, pp.42-47, 2003.
- [3] Pirmin Rombach, "The first low voltage, low noise differential silicon microphone, technology development and measurement results," Sensors and Actuators A, Vol. 95, pp.196-201, 2002.
- [4] M Brauer, "Silicon microphone based on surface and bulk micromachining," J. Micromech. Microeng., Vol. 11, pp.319-322, 2001.
- [5] 성낙훈 외, 신기술 동향-지능형 로봇, 산업자원부, 2002.
- [6] Saeed B Niku, Introduction to Robotics: Analysis, Systems, Applications, Prentice Hall, pp. 247~278, 2001.
- [7] Martin D. Adams, "Coaxial Range Measurement-Current Trends for Mobile Robot Applications," IEEE Sensors J., Vol. 2, No. 1, pp. 2-13, February, 2002.
- [8] M. H. Lee and H. R. Nicholls, "Tactile sensing for Mechatronics-a state of the art survey," Mechatronics, vol. 9, pp. 1-31, 1999.
- [9] M. E. H. Eltaib and J. R. Hewit, "Tactile Sensing Technology for Minimal Access Surgery-a review," Mechatronics, vol. 13, pp. 1163-1177, 2003.

저자소개



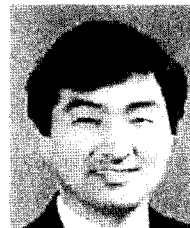
김창규

1994년 KAIST 물리학과 (학사)
 1996년 KAIST 물리학과 (석사)
 2001년 KAIST 물리학과 (박사)
 2002년 - 현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 주관심분야 MEMS/SENSOR



김건년

1991년 아주대학교 제어계측공학과 공학사
 1993년 아주대학교 제어계측공학과 공학석사
 2002년 - 현재 고려대학교 전기공학과 박사과정 재학중
 1993년 - 현재 전자부품연구원 나노메카트로닉스연구센터 책임연구원
 주관심분야 마이크로 센서 및 구동기 기술



황건

1983년 고려대학교 기계공학과(학사)
 1985년 KAIST 기계공학과 (석사)
 1999년 KAIST 기계공학과 (박사)
 1985년 - 현재 한국전자통신연구원 책임연구원
 주관심분야 MEMS, 청각센서/액츄에이터