

## 밀폐형 초음파 센서 모듈의 기술 및 시장 동향 분석

### Technology and Market Trend Analysis of the Sealed-type Ultrasonic Sensor

권영일

한국과학기술정보연구원

Kwon young-il

Korea Institute of Science and Technology  
Information(KISTI)

#### 요약

밀폐형 초음파 센서와 구동회로를 모듈화하는 기술이 개발되면 지능형 로봇의 거리측정 능력이 향상될 것으로 예상된다. 초음파 센서의 모듈화 기술은 ASIC 기술 및 MEMS 기술과 접목되어 발전될 것으로 전망된다. 밀폐형 초음파 센서 모듈의 국내 시장규모는 2008년 약 10억원, 2012년 57억2천만원으로 예상된다. 최근 서비스 로봇에 대한 관심과 정부주도의 시범사업으로 인하여 서비스 로봇 시장이 급속히 성장하고 있다. 밀폐형 초음파 센서 모듈이 서비스 로봇에 성공적으로 적용될 경우 기존의 광 센서를 빠르게 대체할 것으로 예상된다.

#### Abstract

Technologies related to sealed-type ultrasonic sensors and driving circuit modules for them are the key elements for intelligent robot industry. Those technologies are believed to yield a drastic enhancement of the performance measuring distances in the intelligent robot systems. Modulization technologies of ultrasonic sensors are expected to develop ASIC and MEMS technologies in the future.

The size of domestic market for sealed-type ultrasonic sensor modules is expected to grow to 1 billion and 5.72 billion Won by 2008 and 2012, respectively. Recent interest to service robots and government-driven programs are promoting the rapid growth of the market for the service robots. Successful application of the sealed-type ultrasonic modules to the service robots is expected to replace the conventional photo-sensors in a near future.

## I. 서론

초음파를 이용한 거리, 형상 계측 기술은 물체의 위치나 크기 등을 인식하는 어군탐지기, 소나(Sonar), 초음파 탐상, 의료용 진단 등에 널리 사용되어 왔으며, 최근에는 제조업 분야의 공장 자동화 및 주차계, 자동차 산업, 로봇 산업 등의 발달로 인해 초음파를 신호원으로 사용하는 초음파 센서/모듈의 수요가 증가되고 있다.

초음파 센서/모듈은 감도, 신뢰도, 안정성의 기본요건을 갖추어야 한다. 특히, 지능형 로봇 분야에 적용되는 초음파 센서는 장애물 회피, 맵핑, 로봇위치 인식 등에 활용되고 있으며, 기존의 광센서나 근접센서의 거리 측정 한계로 인해 빠르게 초음파 센서가 채택되고 있다.

기존의 범용 초음파 센서를 이용하여 폭넓은 영역을 감지하려면 다수의 유닛과 모듈을 사용해야 하고 설치비용이 상승하였으며, 회로가 복잡하게 되어 기존의 광학식 센서 모듈을 대체하기 어려웠다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 광대역 지

향성 밀폐형 초음파 센서의 개발이 필요하게 되었다. 지능형 로봇에서 거리측정시 바닥반사의 영향을 최소화하기 위해서는 이방성, 고지향성, 편방성 등 특화된 초음파 센서 모듈의 개발이 필요하다.

## II. 기술동향 및 전망

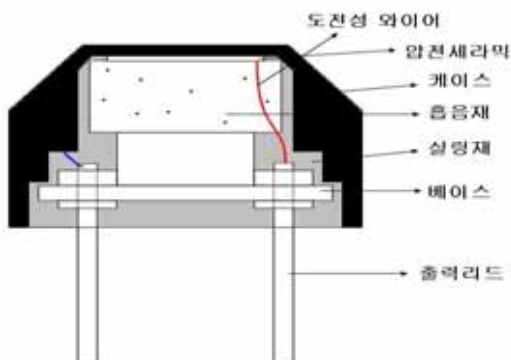
### 1. 밀폐형 초음파 센서 모듈의 개요

초음파 센서는 20kHz 이상의 음향에너지를 검출 하는 장치이다. 특히, 밀폐형 초음파 센서는 초음파를 발생하는 소자가 밖으로 드러나지 않고 하우징에 의해 밀폐되어 있어 물이나 먼지 등 오염에 의한 오동작을 방지하는 특징이 있다. 밀폐형 초음파 센서 모듈 기술은 밀폐형 타입의 이방성, 지향성을 가지는 초음파 센서 기술과 초음파 센서에 특화된 구동회로(Pulser/Receiver)를 이용하여 거리 혹은 물체와의 각도 및

위치 등의 정보를 획득하는 고집적화된 전용칩 설계 기술로 구성되어 있다.

범용 초음파 방식의 센서는 일본제품(무라타, 니세라 등)이 사용되고 있고 응용된 사례도 많으나, 특정한 목적으로 활용하기 위해서는 여러 가지 한계점을 가지고 있었다. 기존의 범용 초음파 센서를 이용하여 폭넓은 영역을 감지하려면 다수의 유닛과 모듈을 사용해야 하고 설치비용이 상승하며, 회로가 복잡하게 되어 기존의 광학식 센서 모듈을 대체하기 어려웠다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 광대역 지향성 센서의 개발이 필요하게 되었고, 로봇이나 차량에 적용할 경우 바닥반사의 영향을 최소화하기 위해서는 이방성, 고지향성, 편방성 등 특화된 센서 유닛의 개발이 필요하다.

밀폐형 초음파 센서 모듈은 일반가전 제품을 비롯하여 산업용 제품에 사용되며, 향후 특정한 공간 영역 내의 이동물체나 장애물 등을 감지하는 용도로 사용될 전망이다. 공장 자동화 설비 중에서 제품의 공정과악이나 위험감지를 위한 근접센서로 광학식(적외선 발/수광에 의한 물체감지) 센서가 주로 사용되고 있으나 감지기능의 한계점(비 반사체 검출 불량 및 거리 측정 곤란 등)이 있고, 자기식 근접센서는 강자성체 금속에 한해 적용되는 등 제한된 곳에만 응용 가능하여 이런 문제점을 보완할 수 있는 초음파 센서가 새로운 대안으로 떠오르고 있다. 지능형 로봇 등에서 장애물 회피를 위해 광학식 센서를 이용할 경우 검정색 벽지나 유리 등에서 오동작하는 문제가 발생하는데 초음파 센서 기술은 이러한 기능적 한계를 극복하는데 유용한 기술이다. 지능형 로봇용 초음파 센서는 실내에서 동작하는 서비스 로봇용 초음파 센서와 달리 상당히 열악한 환경에서 작동해야 하므로 새로운 구조 및 형식의 밀폐형 초음파 센서 모듈이 필요하다.



▶▶ 그림 1. 밀폐형 초음파 센서의 내부 구성도

밀폐형 초음파 센서는 측정의사각지대를 없애기 위해 전면이 약 40~45°정도로 모따기가 되어 있는 원통형 금속 케이스의 밀면에 납땜 방식으로 연결된 도전성 와이어가 있는 압전

세라믹이 접착된다. 초음파가 금속의 후미 방향으로 전파되는 것을 방지하고 불필요한 진동 및 잡음을 방지하기 위해 흡음재가 압전 세라믹의 후미에 장착되며, 케이스와 이격된 상태로 베이스가 설치되고 내부는 실링재로 충전된다. 압전소자의 진동은 케이스 전면부로의 진동뿐만 아니라 케이스 실린더부의 연동을 허용하고, 이 진동이 과도하면 초음파 센서의 링타입이 길어져 짧은 거리를 측정하는데 어려움이 있으므로 압전 세라믹과 금속 케이스를 접착시킨 측면 모서리 및 금속 케이스 외벽부를 실링재로 충전한다.

## 2. 국내외 연구개발 동향

일반적인 초음파 센서는 일본의 무라타, 니세라, 미국의 SenseComp 등에서 개발하고 있다. 개방형 초음파 센서의 경우 모든 방향에 대해 초음파가 동일한 각도로 퍼지는 등방성 초음파 센서이다. 이들 센서는 성능의 한계로 인하여 지능형 로봇 등에 사용될 경우 전면의 장애물 감지를 위해서 16~20개 정도의 초음파 센서를 사용해야 함으로 경제성과 사용자 편의성에서 문제를 지니고 있었다. 또한 밀폐형(방수형)인 경우는 자동차 후방감지 분야에 적용되고 있으나 로봇용 센서로는 적합하지 않다.

국내에서는 2003년부터 (주)하기소닉에서 다양한 초음파 센서와 모듈을 개발하고 있으며, 포항산업과학연구원에서 장애물을 포함한 주변 환경 분석을 위한 다채널 초음파센서 시스템 및 알고리즘 개발을 수행하고 있다. 그 결과 (주)하기소닉에서는 지능형 로봇에 특화된 개방형 이방성 초음파 센서 AniBat™ 등의 제품을 개발하였다.

KAIST에서 ARM CPU를 이용한 위상 배열형 초음파 거리계에 대한 기반연구가 수행된 바 있다. 또한 CMU, Tsukuba 대학을 중심으로 Sonar 개념의 초음파 거리계에 대한 연구가 진행 중이며, U.Grimaldi에서는 Noise-tolerant 초음파 거리센서가 개발되었다.

국내에서 PZT형 초음파 소자는 포항산업과학연구원 및 포항공대에서 연구되었으며, 구동부는 로봇제작 업체인 한울로보틱스 등에서 자체 개발하여 적용하고 있으나 단순한 TOF(Time of Flight) 개념을 적용하고 있다. KRISSE와 POSTECH을 중심으로 위상 배열형 소나(Sonar) 형태의 신개념 초음파 소자(pMUT, cMUT) 연구가 수행되었다. 소자 구동부의 경우 단순한 형태로 개발 되었으며, array 구동형은 Medison, KAIST 등에 의해 연구가 진행되고 있다.

## 3. 향후 기술 전망

향후 개방형 이방성 초음파 센서 및 모듈 기술을 응용하여 밀폐형 이방성 초음파 센서 모듈 기술을 완성한다면 소형화

및 저가격화가 실현될 수 있을 것으로 예상된다.

지능형 로봇에 필요한 지향각 특성을 가지는 초음파 센서와 구동회로가 일체화되면서 로봇의 내부 네트워크에 연결되어 다양한 서비스(Bearing Angle, Surface Angle, 다중 장애물 인식 등)를 제공할 수 있을 것으로 판단되며, 이러한 기술은 ASIC 기술 및 MEMS 기술과 접목되어 발전될 것으로 전망된다. 이러한 기술이 모두 개발되면, 기존 초음파 센서 보다 성능이 향상되고 네트워크와 연동되어 지능형 센서 시스템으로 발전될 전망이다.

### III. 시장동향 및 전망

#### 1. 시장의 개요

최근 IT산업의 발달과 로봇 기술(RT)의 발달로 인하여 한국과 일본의 주도로 IT와 RT가 융합된 서비스 로봇을 Killer Application으로 특화하여 개발하고 있다. 특히 국내에서는 잘 발달된 IT 인프라를 기반으로 정부주도의 대규모 사업이 진행되고 있다. 밀폐형 초음파 센서 모듈의 시장은 로봇분야의 핵심인 로봇위치 인식 및 장애물 회피 등을 위한 센서 시장으로 정의될 수 있다. 서비스 로봇 시장의 미래를 예측한 결과는 국가별 혹은 기관별로 조금씩 다르지만 그 성장성 및 가능성에 대하여 낙관적인 견해를 보이고 있다. 또한, 초음파 센서 시장은 산업화가 진행될수록 커지는 시장이고, 모든 산업분야가 망라되어 있다.

#### 2. 시장의 특징

초음파 센서 모듈은 서비스 로봇의 위치인식을 위해 사용되는 특징이 있다. 로봇위치 인식의 경우 초음파를 이용한 Active Beacon과 풍경 인식법을 이용한 각종 센서류(Stargazer, StarLITE, Northstar 등)가 사용되고 있으며, 장애물 회피를 위한 거리 및 근접센서로 광센서, 레이저 센서가 사용되고 있다. 또한, 기존의 자동화 라인 및 차량 후방감지기, 주차 관제 시스템 등에도 초음파 센서가 사용되고 있다. 최근 서비스 로봇의 기능이 강화되면서 기존의 광센서로 해결하지 못했던 문제를 초음파 센서를 이용하여 해결해 나가고 있으며, 반도체 및 LCD 라인과 같이 표면 조도가 낮은 대상을 검출해야 하는 자동화 라인에서 초음파 센서가 도입되기 시작했다.

현재, 밀폐형 초음파 센서의 성능이 구현되지 않았으나 서비스 로봇에 필요한 개방형 이방성 초음파 센서 기술은 완성되어 있고, 초음파 센서의 구동회로 ASIC 기술은 상당부분 개발되어 있기 때문에 1년 내에 상용화가 가능할 것으로 예상된다. 밀폐형 초음파 센서 모듈은 센서기술과 모듈기술이 융합되어 시너지 효과를 창출할 것으로 전망된다.

특히, 초음파 센서용 구동회로의 ASIC화는 모듈의 가격을 낮출 수 있으므로 관련산업 파급효과가 클 것으로 예상된다.

### 3. 국내외 시장동향 및 전망

초음파 센서 및 모듈시장 관련 자료가 없으므로 로봇의 시장규모와 센서 시장규모를 파악한 후 관련 기관의 자료를 참조하여 수요예측을 실시하였다. 밀폐형 초음파 센서 기술 및 구동회로 ASIC 기술은 서비스 로봇 및 기존의 위치·근접센서 분야에 활용될 것으로 전망하여 전체 센서 시장에서 위치·근접센서의 점유율과 서비스 로봇 시장의 성장 전망을 고려하여 시장분석을 수행하였다.

#### 3.1 세계 시장 동향

로봇산업의 발전으로 센서 수요가 증가하여 세계 센서 시장은 2000년 216억 달러에서 2006년까지 316억 달러 규모로 확대되어 연평균성장률(CAGR)이 6.5%를 달성한 것으로 조사되었다.

산업 각 분야에서 정보화, 자동화가 진행되면서 센서는 없어서는 안될 필수품이 되고 있다. 반도체 관련 업종의 상승세와 환경계측 및 제어 관련 센서의 수요가 증가할 것으로 예측된다. 지능형 로봇이 언제 어디서나 객체의 위치를 인식하기 위해 사용되는 초음파 센서의 수요도 증가할 것으로 예상된다.

[표 1] 세계 센서 시장 동향

(단위 : 백만 달러, %)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	CAGR
시장 규모	21,642	23,165	24,677	26,242	27,906	29,657	31,585	6.5

자료: 비아글로벌, "광섬유센서 시장분석", 2007.3

Freedonia Group에서 발표한 자료에 의하면 초음파 센서가 포함된 위치 근접센서의 시장 규모가 2005년 12억 6,500만 달러에서 2015년까지 연평균 5.9%의 성장률을 보이며 22억 5,000만 달러의 시장을 형성할 것으로 전망된다.

[표 2] 미국의 센서 시장 동향

(단위 : 백만 달러, %)

구분	1995	2000	2005	2011년	2015	'05~'15 CAGR
위치·근접센서	949	1,117	1,265	1,680	2,250	5.9
압력센서	763	955	940	1,080	1,200	2.5
속도센서	908	920	1,065	1,270	1,550	3.8
하중힘센서	297	340	335	360	390	1.5
진동·충격센서	202	235	235	260	290	2.1

자료 : The Freedonia Group, "Sensors(US Industry Study with Forecasts to 2010 & 2015", 2006.5

위치·근접센서 시장은 기존 전기식 센서인 Conventional

타입과 광섬유센서 및 레이저센서, 초음파 센서 등을 포함하는 Advanced 타입으로 나눌 수 있다.

초음파 센서 및 레이저 센서는 기술혁신을 통해 감도가 보다 개선되었으며, 가격 또한 낮아지고 있으므로 위치·근접센서 시장은 Advanced 타입으로 빠르게 대체되어 갈 것으로 전망된다.

미국의 Conventional 타입 위치·근접센서 시장은 연평균 3.0%의 성장률을 기록하여 2015년까지 12억 달러 규모로 확대될 것으로 예상된다. 미국의 초음파 센서를 포함하는 Advanced 타입 위치·근접센서 시장은 2005년 3억 7,000만 달러로 전체 위치·근접센서의 29.2% 정도이며, 연평균 11%의 높은 성장률을 기록하여 2015년 10억 5,000만 달러 규모로 확대(위치·근접센서의 46.7% 점유)될 것으로 전망된다.

[표 3] 미국의 위치·근접센서 시장 동향

(단위 : 백만 달러, %)

구 분	2000	2005	2010	2015	'05~'15
					CAGR
<b>위치·근접센서</b>	<b>1,117</b>	<b>1,265</b>	<b>1,680</b>	<b>2,250</b>	<b>5.9</b>
Conventional 타입	884	895	1,040	1,200	3.0
Advanced 타입	233	370	640	1,050	11.0
<b>위치·근접센서 중 Advanced 타입의 비중(%)</b>	<b>20.9</b>	<b>29.2</b>	<b>39.0</b>	<b>46.7</b>	<b>-</b>

자료 : The Freedonia Group, "Sensors(US Industry Study with Forecasts to 2010 & 2015", 2006.5를 이용하여 재작성

### 3.2 국내 시장 동향

2006년말 기준 우리나라 로봇 산업의 규모는 세계 6위 수준이며, 로봇 사용대수는 세계 5위, 로봇 보유 밀도는 일본에 이어 세계 2위 수준이다.

지능형 로봇 사업은 2000년대 들어 서비스 로봇 중심으로 재편되고 있으며, 정보통신부는 로봇 산업의 발전을 위해 "9대 IT 신 성장 동력산업"의 일환으로 지능형 서비스 로봇 관련 업체를 지원하고 있다.

산업연구원은 가사 지원, 교육, 엔터테인먼트 등 다양한 홈서비스를 제공하는 개인서비스용 로봇은 2015년에 8억9천만 달러의 시장을 형성할 것으로 전망하였다. 2005년부터 2010년까지 연평균성장률이 36.9%, 2010년부터 2015년까지 연평균 성장률이 30% 정도일 것으로 전망하였다.

[표 4] 개인서비스용 로봇의 국내 시장 전망

(단위: 백만달러, %)

연 도	2005	2010	2015	CAGR	
				'05~'10	'10~'15
국내시장	50	240	890	36.9	30.0

자료 : 산업연구원, "로봇산업의 2020 비전과 전략", 2007.8 자료를 이용하여 재작성

산업자원부에서 발표한 "로봇산업 조사통계", 산업연구원에서 발표한 "로봇산업의 2020 비전과 전략" 및 관련업체의 전문가 인터뷰에 의해 로봇용 초음파 센서의 시장규모를 산정하였다.

로봇용 근접 센서의 국내 시장 규모는 2003년 201백만원에서 2007년 9,500백만원으로 증가할 전망이다. 로봇용 초음파 센서의 국내 시장 규모는 2003년 4천만원에서 2007년 3,325백만원으로 증가할 전망이다. 로봇용 근접 센서에서 로봇용 초음파 센서가 차지하는 비중은 미국의 위치·근접센서 중에서 Advanced 타입의 비중과 전문가의 의견을 반영하여, 2003년 20%에서 2007년 35% 까지 증가할 것으로 예상된다.

[표 5] 로봇용 초음파 센서의 국내 시장 동향

(단위: 백만원, %)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	CAGR
로봇용 근접센서	201	1,555	2,389	4,700	9,500	162.2
로봇용 근접센서 중 로봇용 초음파센서의 비중(%)	20	23	26	30	35	-
로봇용 초음파센서	40	358	621	1,410	3,325	202.0

자료 : 산업자원부, "로봇산업 조사통계", 2006.12, 산업연구원, "로봇산업의 2020 비전과 전략", 2007.8, 관련업체의 전문가 인터뷰에 의해 작성

## 4. 향후 시장 전망

지능형 로봇용 밀폐형 초음파 센서 모듈이 성공적으로 개발되어 안정성과 가격 경쟁력이 확보된다면 적용할 시장이 확대될 것으로 전망된다. 현재 범용 초음파 센서와 이방성 초음파 센서가 사용되고 있으나, 향후 주변 환경변화에 대응할 수 있는 로봇용 밀폐형 초음파 센서 모듈이 사용될 것으로 예상된다.

로봇용 초음파 센서의 2008년부터 2012년까지의 연평균 성장률을 결정하기 위해 산업자원부에서 발표한 "로봇산업 조사통계"에 나와 있는 "로봇 부품 및 부분품"의 2003년부터 2005년까지의 연평균 성장률(59.7%)과 산업연구원에서 발표한 개인서비스용 로봇의 2010년부터 2015년까지 연평균 성장률(30%), 한국센서연구조합 및 관련업체 전문가의 의견을 검토하였다.

로봇용 밀폐형 초음파 센서 모듈의 2008년부터 2012년까지의 연평균 성장률을 최대한 보수적으로 산정하기 위하여 산업연구원에서 발표한 개인서비스용 로봇의 2010년부터 2015년까지 연평균 성장률(30%)을 적용하였다. 한국센서연구조합 및 관련업체 전문가의 의견을 반영하여 로봇용 초음파 센서에서 로봇용 밀폐형 초음파 센서 모듈의 비중을 2008년도에 20%, 2012년에 40%를 적용하여 수요를 예측하였다.

2008년~2012년까지의 로봇용 밀폐형 초음파 센서 모듈의 시장규모는 2008년 10억원에서 2012년 57억2천만원(연평균 54.7%)으로 증가될 전망이다(표 6).

[표 6] 로봇용 밀폐형 초음파 센서 모듈의 수요 예측

(단위: 백만원, %)

구분	2008	2009	2010	2011	2012	CAGR
로봇용 초음파센서(A)	5,000	7,000	9,000	11,000	14,300	30.0
밀폐형초음파센서 모듈의 비중(%)	20	25	30	35	40	{(B/A)×100}
로봇용 밀폐형 초음파센서 모듈(B)	1,000	1,750	2,700	3,850	5,720	54.7

자료 : 산업자원부, "로봇산업 조사통계", 2006.12, 산업연구원, "로봇산업의 2020 비전과 전략", 2007.8, 관련업체의 전문가 인터뷰에 의해 작성

- 1) Freedonia Group(<http://www.freedoniagroup.com/>)
- 2) 한국무역협회(<http://www.kita.net/>)
- 3) 통계청(<http://www.nso.go.kr/>)
- 4) 하기소닉(<http://www.hagisonic.com>)
- 5) 무라타(<http://www.murata.com>)
- 6) SenseComp(<http://www.sensecomp.com>)
- 7) 니세라(<http://www.nicera.co.jp>)

#### IV. 결론

밀폐형 초음파 센서 모듈의 국내 시장규모는 2008년 약 10억원이고, 2012년 57억2천만원으로 예상된다. 최근 서비스 로봇에 대한 관심과 정부주도의 시범사업으로 인하여 서비스 로봇 시장이 급속히 성장하고 있다. 향후 ASIC화를 통해 제품의 신뢰성, 작업 생산성 및 가격 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 예상되므로 향후 성장가능성이 높다고 볼 수 있다.

밀폐형 초음파 센서 모듈이 서비스 로봇에 성공적으로 적용될 경우 기존의 광 센서를 빠르게 대체할 것으로 예상되며, 향후 55.7% 정도의 고속성장이 예상된다. 또한, 타 산업분야인 차량 후방 감지기, 공장 자동화용 근접센서, 주차관리 시스템 등에 활용될 수 있으므로 기존의 센서가 수행하던 분야를 대체하여 새로운 분야의 시장을 형성할 가능성이 높을 것으로 예상된다.

#### ■ 참고 문헌 ■

- [1] 권영일, "서비스 로봇과 산업용 로봇의 사업성 비교분석", FA 저널, 2005.7
- [2] 비아글로벌, "광섬유센서 시장분석", 2007.3
- [3] 산업연구원, "로봇산업의 2020 비전과 전략", 2007.8
- [4] 산업연구원, "차세대 성장동력 주력기간 산업", 2003.4
- [5] 산업자원부, "로봇산업 조사통계", 2006.12
- [6] 한국산업기술재단, "지능형로봇 산업기술로드맵", 2005.5
- [7] 한국센서연구조합, "공장자동화/근접센서: 통계", 2005
- [8] 한국센서연구조합, "주차계 및 후방용 센서: 통계", 2005
- [9] EIC 전자정보센터, "유럽의 최근 로봇개발 동향", 2007.9
- [10] The Freedonia Group, "Sensors(US Industry Study with Forecasts to 2010 & 2015)", 2006.5
- [11] 참고 사이트