

## 센서기술과 시장동향



이덕동

경북대학교 전자전기공학부  
교수

### I. 서론

인류의 역사가 시작되면서 그 형태와 질은 달랐겠지만 인간의 생존과 자기보호를 위해 부단히 센서나 액추에이터를 사용하여 온 것이 사실이다. 이와 같이 생활 및 생존의 필수품으로서 센서가 실용성을 갖춘 형태와 성능을 갖출 때까지는 많은 시간과 노력을 필요로 하였다. 이는 하나의 센서라 할지라도 여러 관련학과 기술의 조화 없이는 출현될 수 없으며 이와 같은 다학문·복합기술이 서로 어우러지기 위해서는 상당한 시간과 노력을 필요로 했기 때문이다. 센서는 다양한 학문과 기술이 날과 써가 되어 짜여지는 천과 같은 것이다. 어느 하나의 기술이 부실할 경우에도 전체의 질과 가치를 보장할 수 없는 경향이 센서의 경우 특히 높다고 생각된다. 특히 오늘날 요구되는 센서는 인간의 오감기능에 접근하는 고기능

의 것이 요구되므로 보다 고도화된 기술과 학문의 유기적인 결합이 필요하게 된다. 또한 요구되고 있는 센서의 종류도 날로 다양화되고 있어 이에 대처할 수 있는 기술개발이 중요한 과제가 되고 있다.

주지하는 바와 같이 센서는 각종 생산과정과 환경제어, 자동차산업 및 의료·복지산업 등은 물론 일상생활에 이르기까지 그 이용범위가 극히 넓고 이용대상으로 보면 거의 전지구적이라 할 수 있다. 이와 더불어 센서기술의 고부가 가치성과 여타기술에 미치는 파급효과가 높고 크다는 점이 인식되고 있어 센서기술개발에 대한 관심과 열기의 강도가 점차 높아질 것으로 믿어진다. 이와 같은 상황에서 센서기술의 개관과 국내·외 시장 현황과 전망을 살펴보는 일은 센서에 대한 이해와 그 수요파악의 면에서 의미를 갖는 것으로 생각된다.

### II. 센서기술

센서이용의 역사는 오래지만 정작 '센서'라는 용어가 탄생된 것이 1960년대 후반의 일이며 본격적인 실용화 형태의 센서소자는 대부분 1970년 이후에 출현된 것이라 할 수 있다. 이와 같이 다른 기술분야의 소자구조에 상응하는 형태의 센서가 개발 및 활용되어온 역사는 짧으나 앞서 말한 그 용도의 다양성과 높은

파급효과 때문에 센서의 세계는 짧은 시간이지만 기술적으로 큰 진전을 보이고 있고 사용처는 가히 전지구적이라 할만큼 넓은 것으로 생각되고 있다. 센서의 응용분야와 대상이 다양하고 넓기 때문에 이들의 요구에 부응할 수 있는 센서의 종류 역시 다양하고 날로 높은 성능의 소자가 요구되고 있다. 그런데 그 성능의 우수성은 바로 센서가 외부의 임의 신호를 채취 입수하여 측정가능한 전기적 신호로 변화하는 기능의 정확성과 신뢰성에 있다. 아울러 센서가 그 개별소자 자체보다는 계측기의 핵심소자로서 시스템의 중심적 역할체로 이용될 때 그 진가를 발휘하는 것으로서 센서의 성능은 결국 계측의 정확성과 신뢰성에 직결되는 것이다. 이런 의미에서 센서기술은 소위 3C 기술(Computer, Communication, Control)중의 하나인 계측기술의 성패를 가름짓는 핵심기술이라 할 수 있다. 표 1은 센서의 계측기능을 응용할 수 있는 분야를 요약하여 나타낸 것이다.

표 1에 나타낸 응용 예에서 최근 센서기술이 감성공학의 구현기술로서 큰 관심을 끌고 있다는 점을 간과해서는 안될 것이다. 예를 들면 자동차 실내환경 최적화를 감성공학 적으로 구현함에 있어서 센서는 기본 구성소자로 이용되며 기타 실내 환경 쾌적화와 의복이나 의자 등의 인간공학적 쾌적화에 이르기까지

표 1. 센서기술의 응용 예

응용 분야	응용 예
산업 분야	정보통신, 생산제조, FA, 농수산, 안전방재, 토목건축, 자동차 등
민수 분야	HA, 주택관리, 의·식생활, 위생·건강, OA 등
공공 분야	환경관리제어, 교통, 금융, 의료, 교육 등
특수 분야	군사, 해양, 천문우주, 자원탐사, 기상 등
기타	감성기술 등

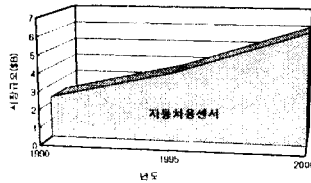
센서는 필수적인 부품과 시스템 구성요소로 이용되는 것이다. 전체적인 응용범주는 표 1과 같으나 현재의 산업사회에서 요구되고 있는 센서의 주요 면에서 볼 때 자동차산업, 환경산업 및 의료산업의 3대 분야가 대표적인 센서응용분야라 할 수 있다. 이들 각각에 대해서는 다음절에서 기술하기로 한다.

### III. 센서기술의 수요

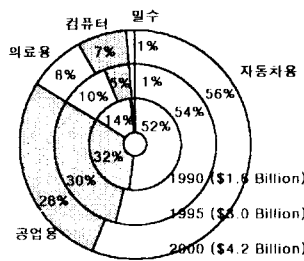
최근 센서 및 센서기술의 수요는 산업전 분야에 걸쳐 높아지고 있으며 이에 비례하여 기업간·국가간 경쟁이 첨예화되고 있다. 그리고 센서기술은 현재 급속한 발전을 하고 있는 반도체기술과 마이크로머시닝 기술 등의 첨단기술과 접목되어 소형·경량화 및 고성능화 실현에 급진전을 보임에 따라 각 산업분야의 수요에 부응하면서 더욱 그 기술개발이 가속

화되고 있는 것으로 생각된다.

현재 산업면에서 센서기술의 요구도가 가장 높은 분야로서 자동차산업을 들 수 있으며 이 외에도 최근 부각되고 있는 환경문제와 관련하여 환경측정용 센서가 큰 관심을 끌게됨에 따라 환경산업분야 센서와 산업성이 높은 의료용 센서 등이 제품개발 면에서 중요



(a)



(b)

그림 1. 세계 자동차센서 시장  
(a) 총 자동차센서 시장  
(b) 업종별 자동차 센서시장

시되고 있다. 다음에 이들 3분야에 대해 간단히 살펴보기로 한다.

#### 1. 자동차용 센서

##### 1.1 시장현황과 전망

현재는 물론 앞으로 자동차의 고급화와 쾌적 운전 시스템의 정착으로 자동차용 센서의 수요가 급증할 것으로 예상된다. 현재 개발 또는 시판되고 있는 센서 중 자동차용 센서가 가장 시장성이 크고 앞으로의 높은 성장세를 보일 것으로 전망되고 있다.

그림 1은 세계 자동차용 센서의 시장규모를 연도에 따라 보인 것이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 1995년에 약 50억불 규모였으며 2000년에는 62억불 규모로 성장할 것으로 보고 있다. 그리고 그림 1(b)에서 보는 바와 같이 자동차용 센서시장이 전세계 센서시장의 절반이상을 점유하고 있으며 해가 거듭될수록 그 점유율이 증가될 전망이다.

그림 2는 미국의 자동차센서 시장을 용도별로 그 비율을 나타낸 것이다. 속도센서와 가속도센서의 점유율이 상대적으로 높아질 것으로 전망하고 있다.

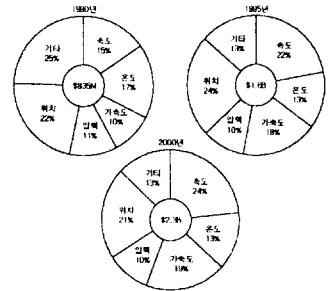


그림 2. 미국 자동차 센서 시장의 센서 종류별 점유율

#### 1.2 자동차 시스템과 센서

현재 및 미래형 자동차에서 요구되는 센서는 18개 시스템에 대해 100종 이상의 센서가 이용될 것으로 보고 있다. 표 2는 자동차 시스템에서 요구되는 센서를 간략히 표시한 것이다. 이 표에서 나타난 센서 중 중요한 몇 가지를 간략히 기술하기로 한다.

##### (1) 압력센서

절대압력이나 기압을 감지하는 센서에는 선형가변 트랜스포머(LVDT)센서, 아네로이드 챔버, 용량형 세라믹 센서 및 압저항 또는 용량형 실리콘 센서이다. 그림 3은 압저항 센서의 단

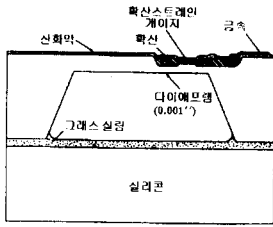


그림 3. 압저항 센서

면도를 나타낸 것이다. 이 센서는 실리콘 확산층의 휨에 따른 저항변화를 브리지회로로 검출하

는 것이다. 용량형 센서는 보다 소형이며 감도가 좋은 소자로서 미세 압력측정용으로 적합하여 생체 내 압력측정에 이용된다.

압력센서는 미국 General Motors와 Motorola 및 Honeywell 사 등이 생산하고 있으며 유럽에서는 Phillip사 등에서 생산하고 있다.

(2) 가속도센서

압저항형과 용량형이 있으며 압력센서와 마찬가지로 용량형의

경우 높은 감도를 가진다. 앞으로 에어백이나 안전성과 쾌적감의 향상을 위한 자동차 시스템에 그 이용도가 증가할 것이다. 미국, 일본 및 유럽 등지에서 이에 대한 개발 연구가 활발히 진행되고 있으며 국내에서는 센서기술연구소를 중심으로 개발되고 있다.

(3) 산소센서

엔진 배기가스제어 특히 공연비 제어용으로 필수적인 센서로서 지르코니아 산소센서가 널리 사용되고 있으며 이 밖에 타이타니아 산소센서도 상당한 주목을 끌고 있다. 산소센서는 자동차용뿐만 아니라 일반 연소설비와 실내환경제어에 이용될 수 있어 이에 대한 개발연구는 앞으로도 계속될 전망이다. 특히 저전력형인 전기화학식 산소센서가 최근 관심을 끌고 있으며 새로운 재료와 새로운 형태의 산소센서의 개발이 기대되고 있다.

(4) 가스센서

자동차 배기가스 측정에 이용되는 HC, CO, NOx 등의 센서에 대한 수요가 높아지고 있으며 최근에는 자동차 실내가스 측정용 가스센서에 대한 관심이 증대되고 있다. 예를 들면 온도와 습도 센서 이외에 CO<sub>2</sub>나 CO 등의 함량측정을 위한 센서가 각광을 받을 것으로 보인다.

(5) 유속·유량센서

기계식 체적유량계량방식, 베인식 체적유량계량방식, 질량유량방식 및 드로틀 스피드 방식 등이 있으며 독일 보슈사의 Jetronic이 대표적인 제품으로 시판되고 있다. 현대자동차에서는 일본 미쯔비시사의 Karman Vortex type의 계량방식을 적용하고 있으며 대우자동차는 보슈사의 Vane type과 MAP type이 이용되고 있다.

표 2. 자동차 시스템에서 요구되는 센서

시스템	감지변수	시스템	감지변수
엔진 제어	절대압력	운전자 정보판	차량속도
	고도		엔진속도
	배기 산소		오일압력
	NOx		오일레벨
	연료성분		냉각제 압력
	EGR 압력		주위온도
	드로틀 위치		냉각제 레벨
	연소 압력		스티어링 각, 방향
	연료 성분		가속
	속도		노면상태
	온도	측면변위	
	크랭크 각/위치	전자 파워 스티어링	스티어링 휠 토크
	엔진 냉각수 온도		유압
	습도		차량속도
	토크		스티어링 휠 위치
	오일 량		네바퀴 스티어링
유체상태	스티어링 휠의 각		
주위온도 등	어링	전·후 휠의 각	
브레이크	바퀴속도	안전 및 keyless 입차	원격지시
	스위치		바퀴압력
	압력		미션오일레벨
절착 마찰 제어	엔진속도	배터리액 오일	일광센서
	스티어링 변화율		우수센서
에어백	감속	좌석 제어	좌석위치조정
	백의 압력		선택스위치
	차량 속도		자이로 스코우프
실내 환경 제어	습도	운행	지자기 센서
	온도		주행거리
	공기 성분		
	기류, 외기속도		

**(6) 온도센서**

자동차에서 가장 많이 사용되는 센서로서 저항·온도센서, 열전대 및 서미스터 등이 있다. 엔진, 오일, 냉각수 및 운전실내의 온도측정은 필수적이며 자동차용 센서중 수급의 변화가 가장 작은 부품으로 평가된다.

**2. 환경측정용 센서**

**2.1 대기환경측정용 센서**

현재 전지구적인 관심사인 환경문제는 그 대상에 따라 대기환경, 수질환경 및 토양환경으로 나누어 볼 수 있다. 이 중 대기환경문제의 원인이 되고 있는 대기오염은 단시간 내에 불특정 다수인에게 치명적인 위해를 가져다주는 것으로 알려져 있다. 따라서 대기환경오염원을 연속적으로 모니터링 하여 대기환경제어 및 오염배출원에 대한 규제를 적극적으로 시행할 필요가 있다.

대기오염을 측정하기 위해 필요한 센서와 허용기준은 다음과 같다.

- (1) SO<sub>x</sub> 센서 : 0.15 ppm (8시간 평균치)
- (2) NO<sub>x</sub> 센서 : 0.15 ppm (1시간 평균치)
- (3) O<sub>3</sub> 센서 : 0.1 ppm (1시간 평균치)
- (4) TSP 센서 : 120µg/ℓ
- (5) CO 센서 : 10 ppm
- (6) HC 센서 : 10 ppm (1시간 평균치)
- (7) CO<sub>2</sub> 센서 : 350 ppm

그리고 오염배출원에 대한 배출허용기준은 다음과 같다.

- (1) SO<sub>x</sub> : 850 ppm
- (2) NO<sub>x</sub> : 250 ppm
- (5) CO : 350 ppm
- (6) NH<sub>3</sub> : 250 ppm (1시간 평균치)
- (7) CH : 200 ppm

현재 이들 오염가스 측정을 위한 센서는 주로 NDIR방식이나 UV방식을 쓰고 있으며 CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> 등의 정량을 위해 고체전해질식이나 반도체식 센서에 대한 연구가 개발차원에서 이루어지고 있으며 실내환경측정용으로 이용될 수 있는 가능성이 높다.

**2.2 수질측정용 센서**

수질측정대상 성분은 대기성분에 비해 다양한 것으로 알려져 있으며 상수원과 하·폐수에 대한 측정항목만 제시하고 자세한 설명은 지면관계상 생략하기로 한다. 이들 항목에 대한 센서는 현재 주로 이온센서종류가 개발되고 있다.

**2.2.1 상수원 수질 측정 대상 항목**

측정 항목	기준	비고
pH	6.5-8.5	상수원 1급
BOD	1이하	자연환경보전
COD (mg/ℓ)	1이하	Cd (0.01mg/ℓ 이하)
SS (mg/ℓ)	25이하	As (0.05mg/ℓ 이하)
DO (mg/ℓ)	7.5이하	CN (0mg/ℓ 이하)
MPN (/ml)	50이하	Pp (0.1mg/ℓ 이하)

**2.2.2 하·폐수 수질 측정 대상 항목**

**3. 의료용 센서**

의료용 센서시장이 확대됨에 따라 의료진단용 센서 및 병원실내환경 센서 등에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 대표적인 예로는 다음과 같은 것이 있다.

- (1) 의료진단용 센서
  - pH 센서
  - Ca, Na, K, Cl 이온 센서

측정항목	적용기준(mg/ℓ)
BOD	30 - 40
COD	50이하
SS	70이하
PH	5 - 9
폐놀류	5이하
시안	1이하
크롬	2이하
철	10이하
아연	5이하
카드뮴	0.1이하
수은	1이하
비소	0.5이하
납	1이하

- 방사선 센서
- 초음파 센서
- (2) 병원실내환경 센서
  - 온도 센서
  - O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> 센서
  - 소음·진동 센서

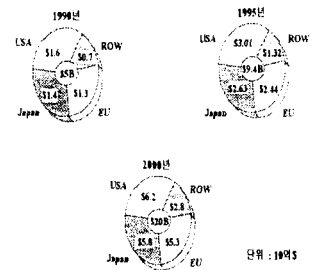


그림 4. 지역별 세계 센서시장 (ROW:나머지 지역)

**IV. 센서시장**

**1. 세계 센서시장**

센서기술의 응용범위가 날로 확대되어 가고 또한 그 파급효과가 커짐에 따라 센서산업이 급성장세를 보이고 있다. 전세계 센서시장의 규모는 1990년도에 약 50억불이었으나 매년 급성장하여 95년에는 약 90억불, 2000년에는 약 200억불의 규모에 이를 것으로 내다보고 있다. 그러나 이 규

모든 유럽 전문가에 의한 것으로 조사기관에 따라 차이를 보이고 있으나 공통적인 점은 매년 20-25%의 성장률을 나타내어 5년마다 거의 100%의 성장률을 예상한다는 것이다. 그림 4은 지역별 센서시장을 연도별로 나타낸 것으로 미국, 일본, 유럽이 각각 전체의 3분의 1을 점유하고 있으며 나머지 전 국가의 점유율은 약 14%에 불과한 것을 알 수 있다. 이와 같은 경향은 2000년까지 계속될 것으로 전망되고 있다. 세계 센서시장의 성장은 실리콘 센서기술의 급성장에 의해 더욱 가속화될 것으로 예상된다.

각 국별 센서 관련업체를 보면 미국이 1500개사, 일본이 1200개사, 독일이 500개사, 영국이 350개사 그리고 스위스가 160개사로 미국, 일본, 독일의 순으로 센서 관련업체를 보유하고 있으며 상품 경쟁력은 일본이 1위로 인정받고 있다.

## 2. 국내 센서시장

국내 센서시장은 전 세계의 약 1.5%를 점유하고 있으나 앞으로의 상승세 여부는 국내 중소기업의 경기와 연관되어 있어 불투명한 상황이다. 통계에 의하면 국내 센서관련 업체수는 약 410개로서 이를 업종별로 나타내면 표 3과 같다.

표 4는 국내 센서업체의 지난 3년간의 생산, 수입 및 수출 통계를 대표적인 3개 분야에 대해 나타낸 것이다.

## V. 결론

지금까지 센서기술과 시장동향에 대해 간략히 살펴 보았다. 센서기술은 이제 일본이나 미국의 전유물이 아닌 전세계 각국의 공유기술로 인식되고 있다. 특히 최근 유럽 각국의 센서기술에 대한 관심과 기술 발전은 괄목할 만하다. 앞으로 반도체 기술 못지 않은 첨단 기술로서의 센서기술의 급속한 진전이 예상된다. 다양한 응용분야와 센서기술 수요의 급신장은 5년 이내에 세계 센서시장이 100% 성장될 것을

표 3. 국내 센서업체의 업종별 분류

센서	업체수	비고
역학센서	365	89%
열센서	41	
전자기센서	10	
화학센서	39	
광센서	66	
음향센서	20	
생물센서	1	
방사선센서	4	
계	546	업종중복

표 4. 국내 센서 연도별 통계

(단위 천개, 백만원)  
(수입수출 천\$)

품목명	년도	생산	수입	수출	시판
센서 총계	95	796,841천개 168,684백만원	675,817Kg 137,707천\$	117,920Kg 8,574천\$	1,444,940 268,839
	96	939,004 214,638	754,800 124,432	223,213 11,241	1,524,816 305,629
	97	1,790,924 283,895	119,942	15,269	1,286,352 344,060
역학 센서	95	9,141 79,785	122,628 17,880	71,971 2,698	9,215 92,082
	96	8,827 88,142	197,031 21,747	71,971 2,698	9,215 92,082
	97	13,968 129,533	26,947	4,622	13,344 139,450
가스 센서	95	1,380 11,490	10,582Kg 4,435천\$	31Kg 2천\$	1,744천개 14,908천\$
	96	2,301 17,578	20,850 5,757	515Kg 13천\$	2,640 22,196
	97	1,633 17,726	5,446천\$	216천\$	1,566 21,812
서미 스터	95	142,958천개 34,835백만원	172,785Kg 25,339천\$	37,460 3,608천\$	172,692 47,627
	96	161,789 47,007	166,887 22,913	68,922 5,708	185,549 60,840
	97	169,633 46,819	102,656 22,839	72,227 7,987	125,078 55,569

전망하고 있으며 이는 새로운 센서의 개발과 실용화 가능성으로 볼 때 매우 낙관적인 예측이라 생각된다. 특히 센서의 3대 시장을 형성하게 될 자동차용 센서, 환경측정·제어용 센서 및 의료용 센서에 대한 신기술개발 및 이에 따른 시장확산은 세계 센서시장의 활성화에 큰 기여를 할 것으로 믿어진다.

#### 참고문헌

1. N. Taguchi : U.S. Patent 3: pp. 695-848, 1972.
2. T. Seiyama et al, "A New detector for gaseous components using semiconductive thin films", Anal. Chem. 34, 1962.
3. M. Nitta and M. Haradome, "Thick Film CO Gas Sensors", IEEE Trans., ED-26(3), 1979.
4. T. Oyabu, "Sensing Characteristics of SnO<sub>2</sub> Thin Film Gas Sensor", J. Appl. Phys. 53(11), 1982.
5. I. Lundström, M.S. Shivaramanm "A Hydrogen Sensitive MOS Structures", Linköping Instr.(Sweden) 1, 20, 1980.
6. Ronald C. Penny, Roy Sinclair, Visible and Ultraviolet Spectroscopy, Crown. pp. 17-21, 1987.
7. H. Futata, "Miniaturization of Catalytic Combustion Sensors", Chmical Sensor Technology vol. 4, pp. 85-92, 1992.

< 장 권 의 이 사 >