

눈앞에 다가온 마이크로머신 時代

李 光 榮

(한국일보 기획위원/본지 편집위원)

지금 세계는 마이크로머신(micro-machine)시대를 맞고 있다. 최근 일본에서 손가락끝에 올려놓을 수 있는 초소형 자동차를 개발했다고 해서 세계에 화제를 일으킨 일이 있다. 초소형 자동차를 어디다 쓸 것인가 하고 반문할 사람이 있을지 모른다. 하지만 마이크로머신의 용도는 무한히 뻗어나갈 것으로 보인다.

마이크로머신 가운데 가장 먼저 실용화된 것은 초소형 센서이다. 초소형 센서는 이미 자동차의 유압장치와 환자의 상태를 알아보는 진단기구에 이용되고 있다. 아스피린 알약 크기의 진단용 센서를 삼키면 입 - 식도 - 위 - 십이지장 - 소장 - 대장 - 항문에 이르는 센서가 통과하는 모든 곳의 온도에서 산도(酸度) 등 정보를 알려 오는 초소형 진단기구가 이미 개발됐다. 여기에 초소형 로봇이 탄생되면 세상은 엄청난 변혁을 일으킬 것이다. 각종 기계를 뜯지 않고 수리할 수 있고 심장의 고장도 가슴을 열지 않고 치료할 수 있는 길이 열리게 될 것이기 때문이다.

「환상의 여행」(1966년 작품)이라는 제목의 공상과학영화에서는 뇌의 장애로 인해 생사를 헤매는 환자를 박테리아 크기의 초미세 잠수정으로 치료하는 내용을 다루

고 있다. 이 미니잠수정은 혈관을 타고 뇌속으로 들어가 환부를 레이저 광선을 이용해서 치료한 다음 환자의 눈물구멍을 통해서 몸 밖으로 빠져나온다. 초소형 로봇이 탄생되면 이같은 일도 꿈만은 아니다. 이미 머리카락 굵기보다 더 작은 프로펠러(1백분의1mm)와 터빈(1백분의5mm)이 개발됐다. 그리고 이 터빈을 정전기를 이용해서 자동차엔진보다 훨씬 빠른 분당 2만회전을 시키는데 성공하고 있다. 마이크로머신 기술이 지금과 같은 추세로 계속 발전해 간다면 2천년대초쯤엔 혈관을 타고 들어가 혈관의 질환은 물론 심장병을 치료하는 로봇이 등장할 것으로 내다보고 있다.

마이크로머신은 80년대에 들어서서 연구가 활발히 이루어지고 있지만 이에 대한 인식은 1900년대초 원자물리학의 발달로부터 싹텄다. 그후 1950년대로 접어들며 2차원의 극미세 가공기술의 발달로 집적회로(IC)가 탄생했고 이로부터 마이크로머신 제작기술이 본격적으로 발달하기 시작했다.

마이크로머신은 미세한 작업 또는 좁은 공간 속에서 작업을 할 수 있게 하는 높은 기능을 가진 미소기계를 말한다. 일반기

계가 m단위의 크기에 mm단위의 정밀도를 갖고, 정밀기계가 cm단위의 크기에 1천분의 1mm단위의 정밀도를 갖는 것이라면 마이크로머신은 mm단위의 크기에 1백만분의 1mm의 정밀도를 갖는 것을 말한다.

마이크로머신 제작(micromachining)기술은 반도체 제작기술의 발달이 큰 영향을 주었다. 그러나 반도체 제작기술은 평면적인 것(2차원)이어서 3차원적인 제품 생산엔 이용할 수 없다. 마이크로머신 제작기술이 큰 발전을 보게 된 것은 독일에서 X선 석판술(lithography)을 이용해서 특수공정(LIGA)이 개발되면서부터이다. 마이크로머신은 70년대 반도체 제작기술과 주변회로를 내장한 센서의 개발을 시작으로 80년대 초 스프링, 캔틸레버 등의 미세기계 부품을 만들 수 있게 됐고 80년대 후반 마이크로그리퍼, 모터, 기어 등이 만들어졌으며 90년대 센서와 논리회로, 그리고 미세작동기(actuator)가 들어간 마이크로 메카트로닉스(Micro Mechatronics:기계와 전자공학을 결합시킨 미세기술)로 발전하고 있다.

현재 마이크로센서만 해도 시장규모가 15억달러에 이르고 있으며 이는 10년 후

시장규모 10년후 5백억불...일본선 연구비 2백50억엔 투입

5백억달러 수준으로 오를 것으로 보고 있다. 미국과 일본 등 선진 여러나라가 마이크로머신과 마이크로머신 제작기술개발에 큰 힘을 쏟고 있는 까닭이 여기에 있다. 마이크로머신과 마이크로머신 제작기술에서 지금 앞서가고 있는 나라는 미국과 일본, 그리고 유럽이다. 미국은 80년대 초 캘리포니아 버클리대학을 중심으로 미시건대학, MIT, 스탠퍼드대학, IBM, 포드, GM, 노바센서 등이 참여하고 있다. 일본은 통상성(通商省)의 대형과제로 선정해서 91년부터 2천년까지 10년 동안 2백50억엔의 연구비를 투자할 계획이며 동경대(東京大), 동북대(東北大), 도요다, 도시바, 히다치, 니콘, FANUC 등이 참여 연구개발에 큰 힘을 쏟고 있다. 유럽은 독일의 베를린공과대학, 프라운호퍼연구소를 중심으로 LICA공정을 이용해서 미세기계 구조 연구를 하고 있고 네덜란드의 델프트대학, 스위스의 뉴카텔대학에서 센서와 미세 작동기에 대한 연구를 진행 중이다.

마이크로머신과 마이크로머신을 만드는 기술은 전자산업에서 마이크로 부품, 기계산업, 의료분야 등 응용범위가 매우 넓다. 반도체 제작에서 광섬유를 연결하는 일은 물론 극소형 유량, 압력, 속도, 온도, 위치, 가스, 광 등의 센서 제작과 인공청각, 인공시각, 몸안에 직접 들어가 진단과 치료를 할 수 있는 진단과 치료장치, 사람이 접근할 수 없는 원자로의 노심부분과 복잡한 화학공장의 배관 등을 점검해서 수리하는 초소형 로봇 등 이루 헤아릴 수 없을 정도이다.

이같은 마이크로머신과 마이크로머신 제작기술이 발전하면 그 이용범위는 대단히 커질 것이 틀림없다. 마이크로머신이

우선 진가를 발휘하게 될 곳은 복잡한 열개를 갖는 석유화학공장을 비롯한 정밀화학공장이다. 이들 공장은 수많은 파이프가 열기설기 얽혀 있어 고장이 났을 때 고장부위를 찾기가 어려울 뿐 아니라 고장수리도 간단치 않다. 만일 고장부위를 찾아내고 이를 수리할 수 있는 마이크로머신이 개발된다면 이같은 문제는 어렵지 않게 해결할 수 있다.

원자력분야에도 이용이 크게 기대되고 있다. 원자력발전소는 우리에게 값싼 에너지를 공급해준다. 하지만 원자력 발전을 하는 과정에서 인체에 해로운 강력한 유해 방사선이 생성된다. 이 때문에 원자력발전소의 핵심부분인 원자로가 고장을 일으킨다면 연료를 교체하기 위해 발전을 쉬는 동안 원자로 내부를 점검하고 원자로를 깨끗이 청소하는 일이 있게 되면 어려움을 겪게 된다. 수리하는 사람이 유해방사선에 피폭될 수 있게 되기 때문이다. 마이크로머신이 개발되면 이를 이용해서 언제든지 점검하고 수리를 할 수 있는 길이 열리게 된다. 실제로 일본과 같은 나라는 원자로 내부의 수리와 청소에 소형 로봇을 이용하고 있다. 그러나 지금까지 실용화된 것은 하는 일에 있어서 한계가 많다. 항공기와 같은 복잡한 열개로 이루어진 기계의 점검과 고장 수리에도 중요하게 이용될 것이다.

그러나 마이크로머신이 보다 큰 기대를 갖고 있는 분야는 질병을 치료하는 의료분야이다. 지금도 마이크로머신기술은 미세현미경수술 등 분야에서 큰 역할을 하고 있지만 마이크로머신이 보다 발전해서 독자적인 기능을 갖게 되면 이용범위는 무척 커질 것이다.

의료분야의 이용은 크게 눈, 코, 뇌, 혈관과 같은 곳을 수술할 때 사용하는 초소형 원격조정미세수술(Microsurgery), 미세혈관과 담관 등을 뚫고 들어가 진단하는 소구경내시경(Microendoscope), 인공세포나 인공혈구를 개발하는 마이크로캡슐(Microcapsule), 몸안에 삽입하는 인공청각기나 인공시각기와 같은 인공장기(Artificial organ), 진단과 치료용 초소형기기(Micro pill), 유전병 등을 치료하기 위해 세포를 조작하는 세포조작(Cell manipulator) 등이 있다.

몇가지 예를 들어보자. 요즘 장수시대를 맞으면서 세계적으로 심혈관계 질환이 사망원인의 주류를 이루고 있다. 마이크로머신은 이들 질환을 고치는데 신병기로 기대가 크다. 동맥경화는 혈관벽에 낀 기름기가 문제되고 있다. 마이크로머신은 이들 기름기를 청소하는 역할을 할 수 있다. 또 심장을 에워싸고 있는 관상동맥이 막혀 나타나는 심근경색은 지금까지는 수술로 막힌 혈관을 다른 곳으로 연결해서 혈액이 공급될 수 있도록 하는 일과 혈관을 통해 고무풍선 같은 것을 집어넣어 좁혀진 곳을 넓혀 주는 혈관확장술을 시행했다. 마이크로머신이 실용화되면 막힌 혈관을 뚫어주고 좁혀진 혈관을 넓혀줌으로써 간단히 해결할 수 있다. 질병의 진단에도 획기적인 발전이 기대된다. 이미 소형센서가 진단의 여러 분야에 이용되고 있지만 독자적인 기능을 갖는 마이크로머신이 실용화되면 이를 이용해서 환자에게 고통을 주지 않고 종합적인 질병진단의 길이 열리게 될 것이다. 아무튼 마이크로머신기술은 우리 삶의 질을 크게 높여 줄 것이 틀림없다.

로봇이 수리 · 청소 맡아 방사선 피해도 극복