

# 21세기 지식기반사회의 원동력

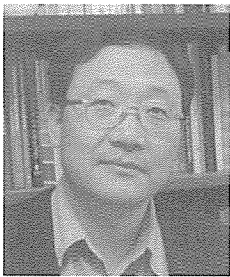
지난호까지 소개하여 오던 'IT의 세계'를 확대하여 '21세기 지식기반사회의 원동력'으로 일컬어지는 IT/BT/NT/ET 4개 분야에 대한 흐름, 동향, 관련정보들을 소개하는 코너를 이번호부터 신설하여 게재합니다. <편집자 註>

## 필진

IT(Information Technology)	趙煥奎 (부산대 공대 정보컴퓨터공학부 교수)
BT(Bio Technology)	李大實 (한국생명공학연구원 책임연구원)
NT(Nano Technology)	呂寅煥 (연세대 물리학과 교수)
ET(Environmental Technology)	金東玟 (서울시립대 환경공학부 명예교수)

## IT의 세계

### 3주전 약물복용 가려내는 「동공인식기술」



흥미롭게도 현재 가장 많은 감시용 카메라가 설치된 나라는 조지 오웰의 조국인 영국이다. 영국의 특정한 몇 개 도시에는 거의 백여미터 단위로 카메라가 설치되어 있다. 이런 카메라의 덕택으로 범죄율이 최고 50%까지 떨어진 도시도 있다고 한다. 자동인식장치가 쓰이는 분야는 크게 두가지인데

하나는 특정한 집단의 출입통제 용도이다. 예를 들어 이전과 같이 허술한 주민등록증 확인이 아니라 목소리, 지문, 홍채 무늬 등으로 개인을 식별한다. 이중에서도 눈동자 속의 홍채 무늬는 가장 확실하고 안정된 인식표지이다. 그 이유는 개별 차이가 뚜렷하고 복사가 불가능하기 때문이다. 지문은 실리콘으로 교묘하게 복사할 수 있다. 다른 하나의 응용은 집단감시분야이다. 예를 들어 철도역이나 공항 등과 같이 수많은 사람이 다니는 현장에서 특정한 사람(주로 수배중인 범죄자) 찾아내는 기술이다. 최근 미국에서는 얼굴인식 기술을 이용해서 미식 축구 경기장에 관람한 모든 사람을 검

사하며 수배중인 용의자로 판단되는 사람을 19명이나 찾아낼 수 있었다고 한다. 가장 최근에는 신체에서 나오는 열선을 이용해서 1백50미터 밖에서도 특정한 사람을 식별해내는 기술이 발표되었다.

그러나 이 일을 하기 위해서는 각 개인별 열 분포도를 등록하기 위해서 각 사람을 특별한 장치의 상자 속에 넣어서 열 분포를 측정해야하는 단점이 있다. 이 뿐만 아니라 대형 백화점에 설치된 카메라를 통하여 어떤 상품에 어떤 부류의 사람이 모이는지, 그들의 구매 형태는 어떠한지, 상품에 대한 반응까지 시간대별로 자세히 측정하는 시스템이 IBM에 의해서 개발되어 미

국 몇 백화점에서 설치되어 있다. 그러나 이런 감시카메라는 매우 교묘해서 거의 일반인들이 눈치채지 못할 정도이다. 예를 들어 벽시계, 얇은 안내판, 점원의 넥타이 등에 숨어 있다. 프랑스의 포세이돈 테크놀로지라는 회사에서는 수영장을 감시하여 사고가 생겼을 때 자동으로 관리자에게 연락하는 시스템이 개발되었다. 그러나 문제

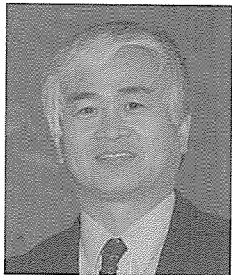
가 전혀 없는 것은 아니다, 자동차 운전자의 눈을 감시하여 졸리움을 방지하는 시스템에서도 문제점이 발견되었는데, 눈을 거의 뜬 채로 자는 사람이나 고개를 끄덕이지 않는 사람에게 이 시스템은 치명적인 오류를 발생시켰다.

개인 인식기술은 의료용까지 확대되기도 한다. 최근 한국계 미국인이 대

표인 IRITECH사에서 개발한 동공(pupil)인식기술은 도핑 테스트에 응용되고 있다. 보통 사용하는 소변검사나 혈액검사는 대략 2~3일 전에 복용한 약물만을 감지할 수 있는 데 비하여, 특정한 빛의 점멸에 반응하는 동공 움직임의 패턴만으로는 무려 3주 전까지의 약물복용 여부를 95% 정확도로 판별할 수 있다고 한다.

BT의 세계

세 차원의 생명과학 「유전체 정보」



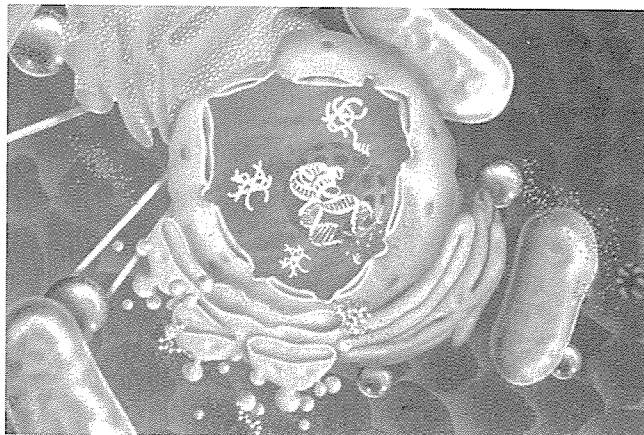
바이오세기가 새로운 모습으로 떠오르고 있다. 그 출발은 유전체(genome) 정보로부터다. 사람과 생물들의 DNA설계도를 우리 손에 올려놓고 생명현상과 바이오산업을 새로이 그릴 수 있기 때문이다. 지금 최대 관심사는 어떻게 유전체 정보를 더 확보하고 가공하여 유용한 정보를 산출하느냐에 집중되어 있다. 유전정보 없이 생명현상을 탐구하거나, 바이오산업을 구상한다는 것은 상상도 할 수 없게 되었다. 결국 유전체 정보는 생명과학과 바이오산업의 공통핵심이자 필수조

건이 되었다.

기술 선진국에서는 인간 유전체 정보를 얻으려 1980년대 말부터 국가적인 차원에서 지혜와 역량을 모았고, 그 결과 인간 유전체 지도의 초안을 2000년에 완성하였다. 그 과정에서 모든 과학분야를 동원하였고 생명과학을 개별의 과학에서 규모의 과학으로 발전시켰다. 21세기 바이오산업을 조형하는 산업정보와 산업기술을 창출한

셈이다. 이렇게 얻어진 지적재산권과 바이오산업의 원동력은 21세기 산업사회의 최대 지지대로 사용될 것으로 보인다.

유전체 정보는 우리에게 무엇을 제공하는가? 첫째로 생물의 DNA설계도다. 이는 생물의 생존방안이면서 생체 구성물의 조성과 구조를 알려주고 있다. 의학적 관점에서 보면 생체 구성물과 작동원리를 분자수준에서 알게



세포 내에 존재하는 유전체(genome)의 정보가 해독됨으로써 인간과 생물들의 DNA설계도가 완성되었다. 이 유전체 정보는 생명현상 탐구의 문을 새롭게 열어놓았고, 또 인류의 최대 지적재산으로서 21세기 바이오산업의 원동력이 되고 있다.

해줌으로써, 새로운 의술과 신약 창출의 돌파구가 되었다. 또한 생합성 관점에서 보면 생명체 수준의 정교한 생산능력을 확보할 수 있다는 의미다. 이는 정밀화학산업의 대체방안으로 이어질 수 있다.

한편 식물 유전체에 내재한 생합성 정보를 응용하면 식량과 에너지 그리고 산업소재의 확보방안까지 보인다. 두번째로 유전체 정보는 인간과 생물간의 상호관계를 담은 지구생물의 역

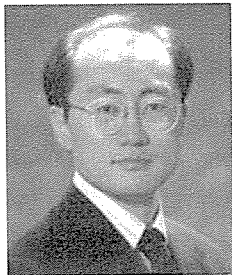
사다. 동일한 유전정보체계는 지구생물이 같은 뿌리로부터 출발했음을 알려주고 있다. 더 나아가 자연생태계에서 생물간 업무분담에 대한 질서를 알려주고, 자연환경의 균형과 정화의 해법을 제시해 주기도 한다.

이러한 흐름은 새로운 차원의 생명과학을 열어 놓았다. 먼저 부분적 개념에서 전체적 개념으로 확대되었다. 분자에서 세포로, 한 생물에서 모든 생물로 이어지는 연계점이 마련되었기

때문이다. 이는 유기적인 관점의 동양사상과도 통하고 있음을 알 수 있다. 둘째로 유형적 개념과 무형적 개념의 통합이다. 생명정보의 저장과 처리, 그리고 발현과 같은 물리화학적 현상이 그 예다. 결과적으로 '생명'이라는 주제에 맞추어 모든 과학분야가 동참하는 종합과학의 형태, 즉 생학(生學)으로 전개되고 있다. 크게 보면 생명현상의 본격적인 탐구는 이제부터가 시작이다.

## NT의 세계

### 극한의 물질조작기술로 기능성 구조물 창출



나노기술, 또는 줄여서 엔티(NT)라고 불리는 기술에 대한 정의는 한 마디로 내리기 어렵다. 서로 다른 10명의 전문가에게 물으면 10가지 다른 정의가 나올 것이다. 가장 기준이 될 것 같은 이름값의 1 nm, 즉  $10^{-9}$ m란 단순 길이조차도 공통적 준거가 되기 힘들다. 가령 단위 소재 또는 기술 대상이  $1\mu\text{m}$  크기 이하가 엔티라고 정하면 바로 하위 준거로 어느 차원의 길이를 가리키느냐 하는 문제가 기다리고 있

기 때문이다. 이를 푸는 한가지 방법으로서 기존의 기술을 분류하는 정의보다 오히려 엔티가 추구하는 궁극적 목표로부터 그 정의를 언어보자. 단순 정의의 부재에도 불구하고 엔티가 추구하는 미래는 공상과학소설가 줄 베르나 H. G. 웰즈의 작품이 동시대인들에게 주었을 이미지만큼 매우 환상적이다. 엔티가 제시하는 먼 미래의 한편에는 엔티의 총 복합체라고 할 수 있는 새로운 형태의 생명체인 나노로봇이 서 있다.

이 로봇은 미리 준비된 나노부품들을 이용하여 마치 박테리아와 같이 자가조립을 통하여 복제를 하며, 그러면서도 인간의 직접적인 프로그래밍이 가능하여 무한한 응용가능성을 갖게 될 것이다. 이러한 로봇에 대해서 이미 실현 가능성에 대한 시비와 함께,

최근 생명공학기술의 발전이 주는 파급효과와 유사한 우려의 소리가 나오고 있다. 또 한편에는 양자효과를 이용하여 엄청난 연산속도의 증가를 줄 양자컴퓨터가 있어 우리를 유혹하고 있다. 이것이 실현되면 기존의 암호기술과 비양자 컴퓨터는 무용지물이 되고 말 것이다. 위의 두가지 예가 제시하는 환상적인 미래로 가는 길에는 수많은 장애물이 놓여 있다. 이 장애물을 넘는데 공통적으로 요구되는 것은 이러한 '신세계'의 패러다임을 실현할 동작원리 및 설계와, 이를 구현할 극한의 물질 조작기술이다. 위에서 언급한 장치들을 만드는 데 필요한 기본 물질이나 동작원리들에 대해서는 아직도 어둠 속에 놓여 있다. 물질 조작기술도 매우 초보적인 수준에 머물러 있다. 여기서 물질 조작기술이라 함은

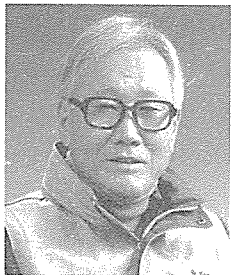
나노차원의 구조물을 구현하기 위해서 우리가 원하는 원자, 분자 또는 단위 구조물을, 원하는 위치에 놓고, 원하는 결합구조를 만들어가는 것을 말한다. 위와 같은 예를 통해서 보면 엔티의 정의가 무엇인지 비교적 선명해진다.

다. 엔티는 극한의 물질 조작기술을 통하여 새로운 패러다임의 기능성 구조물을 창출하는 기술이라고 말할 수 있다. 물론 이러한 기술을 실현시키는데 소요될 경제적·사회적 비용이 이를

정당화할 수 있는지는 아무도 알 수 없다. 그러나 이미 화살은 시위를 떠나 있으며, 과거의 핵기술과 현재의 유전자 조작기술과 같이 어느 첨단과 학기술처럼 양면의 날을 갖고서 우리의 선택을 강요하게 될 것이다.

BT의 세계

세계 인구 21억되면 지구는 낙원



이산화탄소(CO<sub>2</sub>)는 주된 온실가스로 알려져 있다. 그리고 대기 속에서의 급격한 그 농도증가는, 홍수·가뭄·태풍 등의 기상이변과 바닷물의 수위 상승을 가져오는 등, 인간에게 재앙을 안겨주는 위협으로 간주되고 있다.

그런데, 요즘 지구규모로 진행되고 있는 CO<sub>2</sub>의 엄청난 배출은 인간의 엄청난 물질활동과 역시 엄청난 그 수요(인구) 때문에 일어나고 있다. 만약에 이 두가지를 줄일 수만 있다면 그것들을 지탱시키는 에너지의 수요를 줄일 수 있고, 에너지원인 화석연료 연소를 또한 줄여서 CO<sub>2</sub>배출량을 감소시킬 수 있다. 둘다 불가능한 일이지는 하지만, 한번 짚은 짚어볼 만하다.

한데 이런 논쟁과 관련하여, Vaclav Smil이라는 분이 지구의 적정인구를 21억으로 계산해 내고 있다(World-Watch 14 : 4, p.36, 2001). 그의 계산내용은 이렇다. 즉 지구가 감내할 수 있는 화석연료 연소로 인한 세계의 연간 CO<sub>2</sub>배출량을 IPCC(기후변화에 관한 정부간 패널)의 목표치인 89억톤으로 잡고, 1인당 연간 CO<sub>2</sub>배출 허용량을 4.2톤으로 잡은 후, 전자를 후자로 나누면 그렇게 되는 것이다(89억톤 ÷ 4.2톤/인=21억인). 여기서 89억톤이라는 양은 세계의 1990년도 배출량을 60% 줄인 것이고, 4.2톤이라는 양은 1990년도의 1인당 배출량이다. 그리고 4.2톤은 또한 1인당 연간 64GJ(gigajoules)의 에너지 사용을 뜻하는데 그 정도면 현재의 물질활동수준과 복지수준을 대충 유지할 수 있는 것이 된다. 고로 현재의 물질활동과 복지수준을 지키면서, 인간을 기상이변의 재앙으로부터 구출하려면 그 수를 현재의 61억으로부터 21억으로 줄여야만 된다는 얘기가. 먼 미래에 그리될지도

모르지만, 도저히 현실성이 있는 얘기는 아니다. 그러나 21억의 인구수치가 뜻하는 상황과 환경을 한번쯤 생각해 보자. 지금의 현역세대는 감을 못잡겠지만, 필자는 그런 시대에 살았었다. 21억은 1940년도 세계인구였고, 그때 필자는 만 9세였다. 한반도의 인구는 2천5백만 그리고 서울은 25만 정도였다. 서울에 인력거와 적은 수의 미니택시는 있었지만 자가용 자동차는 전무하였다. 청계천은 아낙네들이 빨래를 할 정도로 맑았고, 비록 가난했고 초근목피로 연명하는 보릿고개가 있기는 했지만, 대문을 닫고만 다녀도 되는 낮은 범죄율·불면식(不面識)의 과객을 접대하는 인심, 그리고 밤이면 쏟아져 내리는 기라성의 별빛들 . . . . 아마도 어느 미래에 또다시 21억의 인간들이 1인당 연간 64GJ의 에너지를(그것도 재생가능한 것으로) 사용하면서 그리고 그 수준의 자연친화적인 문명활동을 하면서, 복지를 누리고 산다면 그때야말로 지상은 낙원이 되리라. ㉟