

# 바이오시스템학 : 21세기 과학기술의 신대륙

이도현 | KAIST 바이오시스템학과 교수

## I. 서론

옛날 어느 마을에 약초 전문가로 알려진 양치기가 한 명 있었다. 어느 날 대장장이가 찾아와서 심한 복통이 있다고 호소했다. 양치기는 약초 하나를 주면서 달여 먹으라고 처방했다. 대장장이는 그 약초를 먹고 나서 복통이 없어졌다고 좋아했다. 양치기는 복통의特效약을 찾았다고 좋아하면서 자신의 약초 수첩에 기록했다. 얼마 후 이번에는 재봉사가 찾아와서 비슷한 복통을 호소했다. 양치기는 예전의 그 약초를 권했다. 하지만 재봉사는 그 약초를 먹고 나서 오히려 복통이 더 심해졌다. 양치기는 그것을 보더니, 약초 수첩에 다음과 같이 기록했다. '이 약초는 복통에特效이지만 재봉사에게는 듣지 않는다.'

전산 생화학에 관한 책의 서두에 나오는 우화이다. 생명 현상의 원리에 대해 무지했던 과거에는 결국 이 우화와 같은 경험주의(empiricism) 외에는 대안이 없었을 것이다. 하지만 생명 현상을 단백질과 같은 분자 수준에서 다룰 수 있는 과학 기술이 발전하면서, 개별 생체 분자의 특성과 작용 원리를 이해함으로써, 생명 현상의 본질을 파악하려는 소위 환원주의(reductionism)가 대두되기 시작했다.

물리학 분야에 비유한다면 마치 역학이나 전자기학의 기본 원리가 밝혀지고, 그것을 응용할 수 있게 된 것이라고 할 수 있다. 하지만 개별 생체 분자의 특성을 아무리 잘 이해해도 생체의 전반적인 이해는 아직 요원하고 생체의 반응은 늘 예상하지 못하는 형태로 나타나곤 한다. 마침 최근 인간 지놈 프로젝트(Human Genome Project: HGP)를 포함한 다양한 지놈 프로젝트를 속속 성공시키면서 생명체의 전체 유전자 지도를 파악하기 시작했다. 그와 함께 대량의 생체 현상을 한꺼번에 관찰할 수 있는 고속 분석 기술이 개발되고 있다. 이러한 기술의 발전에 힘입어 생명 현상을 전반적인 시스템 상호작용으로 이해하려는 시스템 생물학(systems biology)이 전 세계적으로 관심을 끌기 시작했다. 마침 새로운 밀레니엄의 시작과 함께 생명 현상에 관한 과학 기술이 마치 르네상스 시대를 만난 듯이 매우 빠른 속도로 발전하고 있는 것이다.

이러한 생물학적 르네상스는 단순히 생명 현상에 대한 호기심 충족 차원을 벗어나 사회 전반적인 변화를 이끌게 될 것이다. 마치 지난 20세기에 역학과 전자기학의 기본 원리를 이용한 기계공학, 전자공학, 컴퓨터공학 등이 인류 문명을 크게 발전시켰듯이, 이제 21세기에는 생명 현상의 기본 원리를 이용한 바이오 기술이 새로운 산업 분야를 창출하

## Biosystems

*Bio-*  
**Informatics**      *Bio-*  
**Electronics**      *Bio-*  
**MEMS**

## Biology

〈그림 1〉 바이오시스템학의 요소 기술

고 인류의 문명을 또 한 차례 변혁적으로 발전시킬 것이라고 앨빈 토플러를 비롯한 많은 석학들이 전망하고 있다. 이미 의료, 농업, 환경 등 다양한 산업 분야에서 바이오 기술의 잠재적 가능성이 입증되고 있다. 바이오 센서를 이용한 휴대용 혈당 측정 장치, 미생물을 이용한 해충 퇴치, 환경 오염 측정, 공업용 화학물의 대량 합성 등 많은 성공 사례가 발표되고 있다. 또한 개인별 유전자 차이에 입각한 맞춤 의학, 유전자 조작에 의한 질병의 근원적 치료와 같은 새로운 기술에 대한 연구 역시 활발히 진행 중이다. 조혈 호르몬의 일종인 에리스로포이에틴(erythropoietin: EPO)의 경우 1그램에 수억 원이나 한다는 사실이 대변하듯, 새로운 바이오 기술 개발의 성공은 엄청난 이윤과 직결되기 때문에 세계 각국의 기업, 연구소, 대학 등에서 적극적인 투자와 연구가 이루어지고 있다.

1982년 미국 국방성에서 TCP/IP 통신 규약을 발표할 때만 하더라도 현재와 같이 인터넷 산업이 발전할 것이라고 예견한 사람은 거의 없었을 것이다. 기존 오프라인 산업의 온라인화는 물론, 인터넷 정보검색, 일대일 거래(peer-to-peer transaction), 온라인 경매(auction), 온라인 커뮤니티 서비스 등

인터넷을 전제로만 가능한 새로운 형태의 비즈니스 모델도 양산되고 있다. 인터넷은 산업은 물론 정치, 사회, 문화적인 측면에서도 질적인 변화를 이끌고 있다. 마찬가지로 바이오 기술의 발전은 기존 산업의 획기적인 발전은 물론, 전혀 새로운 산업 분야를 창출하고 사회를 변혁시키는 데 견인차 역할을 하게 될 것이라는 기대감이 높다.

바이오 기술이 제대로 발전하기 위해서는 정보 기술과의 통합이 필수적이다. 예를 들어 바이오 기술의 총아인 유전자의 기능 규명과 조절을 위해서는 엄청난 양의 서열 및 구조 데이터를 처리해야 하므로 컴퓨터 기술의 지원이 필요하다. 또한 고집적도의 바이오 칩을 제작하기 위해서는 반도체 제작 기술과 같은 정교한 전자공학 기술을 활용해야 한다. 이처럼 바이오 기술과 정보 기술을 결합한 새로운 융합 기술 분야를 바이오시스템학(BioSystems)이라고 부른다. 〈그림 1〉은 바이오시스템학을 구성하는 요소 분야를 도식하고 있다. 이 글에서는 바이오시스템학의 요소 분야에 해당하는 바이오정보학(Bio-Informatics), 바이오전자(Bio-Electronics), 바이오멤스(Bio-MEMS) 등에 대해 간략히 살펴보고자 한다.

“

새로운 밀레니엄의 시작과 함께 생명 현상에 관한 과학 기술이 마치 르네상스 시대를 만난 듯이 매우 빠른 속도로 발전하고 있다. 이제 21세기에는 생명 현상의 기본 원리를 이용한 바이오 기술이 새로운 산업 분야를 창출하고 인류의 문명을 또 한 차례 변혁적으로 발전시킬 것이라고 앨빈 토플러를 비롯한 많은 석학들이 전망하고 있다.

”

## II . 바이오정보학

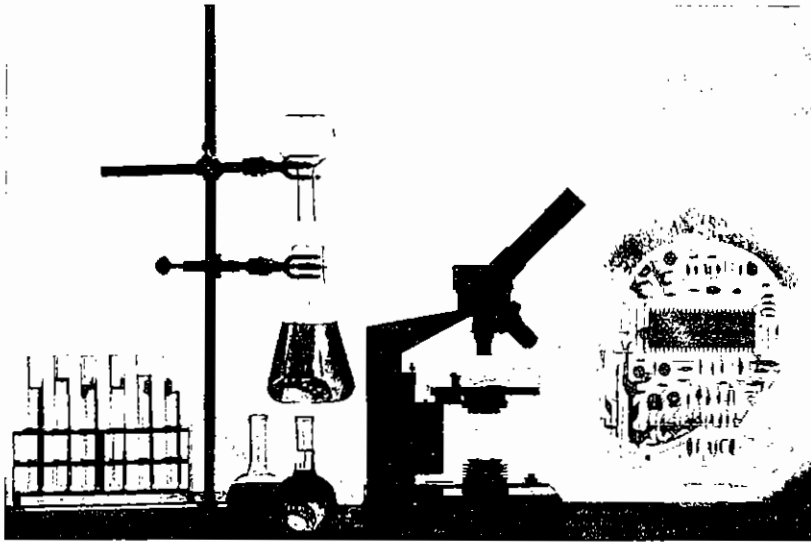
바이오정보학(bioinformatics)은 기본적으로 생물학(biology)과 컴퓨터(informatics = computer science)의 합성어이다. 따라서 생물학과 컴퓨터학이 결합된 분야라고 정의할 수 있다. 세분하면 생물학을 위해 컴퓨터학 기술을 적용하는 방향과 새로운 컴퓨터 기술을 위해 생물학적 원리를 적용하는 방향으로 나누어 볼 수도 있다. 현재 국내외적으로 통용되는 정의에 의하면 바이오정보학(bioinformatics)은 전자 즉, 생명 현상과 관련된 데이터를 저장, 분석, 검색, 가공하기 위한 제반 컴퓨터 기술을 의미한다. 후자 즉, 생물학적 원리를 바탕으로 새로운 컴퓨터 기술을 연구하는 분야는 별도로 바이오컴퓨팅(bio-computing) 분야라고 부른다.

### 1. 바이오정보 분석 기술

유전체 연구자들은 2001년 2월 인간 지놈 프로젝트 컨소시엄과 셀레라 지노믹스사가 공동으로 인간 유전체 서열 초안을 발표한 시점을 중심으로 지놈 시대(genome era)와 포스트 지놈 시대(post-genome era)를 구분한다. 지놈 시대의 유전체 연

구 목표는 인간을 포함한 대표적인 모델 종의 지놈(genome), 즉 유전체의 서열과 구조를 밝히는 것이었다. 한편 포스트 지놈 시대의 주된 유전체 연구 목표는 밝혀진 유전체의 구조를 바탕으로 각 유전자 및 해당 단백질의 생체적 기능과 조절 방법을 밝히는 것이다. 이러한 연구 분야를 기능적 유전체학(functional genomics)라고 부른다. 결국 유전자 및 단백질의 기능과 조절 방법을 알아야만 신약 개발, 유전자 치료, 신물질 개발과 같은 실용적인 성과를 얻어낼 수 있다. 바이오 정보는 서열, 구조, 행렬, 네트워크, 수식 등 다양한 형태로 표현된다. 이러한 바이오 정보간 유사성을 검출하거나, 특정 패턴을 발굴하고, 상호 관계를 유추하기 위한 다양한 분석기법이 필요하다. 전통적인 서열 검색, 정렬 기법을 포함하여, 인공지능, 통계학, 자연어처리, 최적화 등 많은 기법들이 활용되고 있는데, 국내외적으로 이러한 분석 기술을 소프트웨어로 개발하여 공급하는 바이오정보 기업이 속속 등장하고 있다.

생물학 실험실에서는 in vitro, in vivo라는 용어가 자주 쓰인다. in vitro는 실험실이라는 정제된 환경에서 행하는 실험을 의미하며, in vivo는 직접 생체를 이용하여 행하는 임상 실험을 의미한다. 비슷한 맥락에서 in silico라는 용어가 최근 많이 사용



되고 있다. 말 그대로 실리콘, 즉 컴퓨터 내에서 행하는 실험을 의미한다. 수많은 바이오정보 분석도구와 데이터베이스를 이용하여 유전자나 단백질 기능을 상당한 수준까지 예측할 수 있기 때문에 유전체 실험실에서 *in silico* 실험의 중요성과 역할이 점점 증대되고 있다. 최근 미국과 일본에서 추진 중인 가상 세포(virtual cell or electronic cell) 연구는 이러한 *in silico* 실험의 극단적인 모습을 보여 준다. 가상 세포란 세포 내에서 일어나는 신호 전달(signal transduction), 대사 경로(metabolic pathway)와 조절 네트워크(regulatory network)를 컴퓨터 프로그램으로 표현하여 모의 실험을 할 수 있도록 한 장치이다. 물론 생체 메커니즘이 매우 복잡하고 아직 알려지지 않은 부분도 많기 때문에 가상 세포를 만드는 것은 간단치 않지만 부분적으로 주목할 만한 성과를 거두고 있는 것으로 보고되고 있다.

## 2. 바이오컴퓨팅

1994년 『science』지에서 DNA 복제원리를 이용한 새로운 컴퓨터 기술의 가능성이 발표된 이후로, 현재의 전자식 컴퓨터를 대체하거나 보완할 수 있는 차세대 컴퓨터 기술로서 바이오 컴퓨팅 혹은 분자 컴퓨팅 기술이 주목받기 시작했다. 분자 수준의 생화학 반응은 매우 높은 병렬성을 가진다. 또한 분자의 크기가 나노 수준이기 때문에 집적도 또한 전자식 회로에 비해 매우 높다. 따라서 원하는 정보를 생체 분자로 표현하고, 그들 간의 생화학 반응을 정교하게 통제하고, 그 결과를 정확히 측정할 수 있다면 전자식 컴퓨터보다 훨씬 효과적인 병렬 컴퓨팅 도구를 개발할 수 있게 된다. 이미 전자식 컴퓨터로 해결하기 어려운 고전적인 난제들을 바이오 컴퓨팅을 이용하여 보다 효과적으로 해결할 수 있다는 것이 속속 실험을 통해 입증되고 있다. 이러한 바이오 컴퓨팅 기술은 또 다른 대안인 양자 컴퓨팅(quantum computing)과 함께 현대 컴퓨터의 한계를 극복할 대안으로 인정되고 있다.

“

바이오 기술이 제대로 발전하기 위해서는 정보 기술과의 통합이 필수적이다.  
 예를 들어 바이오 기술의 총아인 유전자의 기능 규명과 조절을 위해서는  
 엄청난 양의 서열 및 구조 데이터를 처리해야 하므로  
 컴퓨터 기술의 지원이 필요하다. 이처럼 바이오 기술과 정보 기술을 결합한  
 새로운 융합 기술 분야를 바이오시스템학(BioSystems)이라고 부른다.

”

### 3. 바이오정보기술의 산업화

엄밀히 보면 바이오 기술의 산업화와 바이오정보기술의 산업화는 구분할 수 있다. 하지만 바이오정보기술의 수요가 곧 바이오 기술로부터 창출되기 때문에, 바이오 기술의 시장이 크게 확대되면 그와 동시에 바이오정보기술의 시장이 함께 확대된다. 앞서 논의한 바와 같이 바이오 기술이 창출할 미래의 산업 분야는 인터넷의 경우와 마찬가지로 현재의 지식으로 예측하기는 곤란하다. 따라서 새로운 산업 분야에 대한 완전한 논의는 일단 미지로 남겨 두고 현재 예측 가능한 바이오정보 산업의 유형을 열거하면 다음과 같다.

컴퓨젠(CompuGen)사, 인사이트 제노믹스(Incyte Genomics)사 등이 이미 상업화하고 있듯이 유전체 정보의 유통을 위한 데이터베이스 서비스 비즈니스가 유망하다. 현재로서는 주로 기업간 거래(B2B)만 대상으로 하고 있지만, 가까운 미래에 기업과 개인간(B2C) 거래 역시 시작될 것이다. 아울러 각종 제약 회사, 병원, 바이오 벤처를 대상으로 한 바이오 데이터베이스 구축 비즈니스도 활성화될 것이다. 또한 서열 검색, 구조 검색, 구조 비교, 기능 예측 등에 필요한 다양한 분석 소프트웨어 개발 비즈니스와 그러한 분석 소프트웨어를 이용한 분석 서비스 비즈니스 역시 활발하게 전개될 것이

다. 이미 IBM 사가 블루진(Blue Gene) 프로젝트를 시작했듯이 바이오 데이터 분석을 위한 고성능 컴퓨터 개발 분야는 이미 경쟁이 시작되었다. 오라클이나 DB2와 같은 데이터베이스 관리 시스템 역시 바이오 데이터 관리를 위한 특화된 기능을 장착하게 될 것으로 알려져 있다.

### Ⅲ. 바이오전자

바이오전자(bioelectronics)란 유전 물질의 상호작용, 생체막의 정보 수용 및 전달, 뇌의 정보처리, 신경 전달, 에너지 변환 혹은 물질 운송 기능과 같은 생체 기능을 직접적으로 활용하거나 모방하고 전자공학적인 장치와 결합하여 특정 기능을 수행하도록 하는 기술을 의미한다. 전자공학적인 장치가 수행하기 어려운 기능을 생체 기능을 통해 보완하거나, 역으로 생체 기능을 전자공학적인 장치를 통해 손쉽게 조절함으로써, 한층 고수준의 기능과 성능을 가진 장치나 기구를 개발하는 것이 가능하다. 앞으로 많은 세부 분야가 창출되겠지만 최근 구체적인 개발 성과가 나오고 있고 일부 상업화까지 진행되고 있는 뇌과학(brain science), 바이오센서(biosensor), 바이오칩(biochip) 분야에 대해 살펴보기로 하자.

## 1. 뇌과학

뇌과학의 주요 연구 목표는 인간의 뇌정보처리 기능을 이해하고 이를 이용하여 지능형 기계를 구현하는 데 있다. 즉, 인간의 뇌기능을 시각, 청각, 촉각, 후각 및 미각의 5각으로부터 정보를 받아 추론하고 행동하는 것으로 보고, 통상 5각 중 정보량이 많은 시각과 청각 모듈, 그리고 판단/추론 모듈, 행동 모듈의 4가지 모듈로 나누어 연구한다. 공자는 "예의가 아니면 보지 말고, 듣지 말고, 말하지 말고, 행동하지 말라"고 하였는데, 이는 뇌 기능이 위의 4가지로 구성됨을 반어적으로 설명한다. 사람의 언어는 겉으로 나타나는 현상이지만, 내면에서의 추론의 결과로 생각할 수 있다. 인간과 같은 시각, 청각, 추론 및 행동 기능을 갖는 지능형 기계를 개발하여 비교적 단순한 인간 기능을 수행하게 함으로써, 인간을 보다 창의적이고 인간다운 기능에 몰두하게 하는 것이 뇌과학 연구의 목표이다.

판단과 추론을 거친 뇌는 팔다리와 입을 움직이는 제어기능을 수행한다. 제어 대상인 신체는 성장에 따라 시스템 특성이 바뀌므로, 시스템에 대한 특성을 모르면서도 학습에 의해 제어가 이루어져야 한다. 인간의 신체와 같은 복잡한 로봇의 제어 등에서는 뇌과학에 기반한 신경회로망이 매우 유리할 것으로 기대된다. 의료 분야에서는 환자의 상태를 측정하여 병의 유무 및 종류를 판단하는 진단보조 시스템이 시도되며, 심전도, 뇌파, 근전위 등의 시간함수 신호와, X-선이나 자기공명 단층촬영 등의 영상신호에 대한 신경회로망의 인식기능을 이용한다. 또한 신경회로망은 주가, 이자율, 환율 등 경제자료와 기상자료의 예측에도 널리 사용되고 있다.

## 2. 바이오센서

통상 센서(sensor)란 분석대상(analyte)의 원하 특성값을 측정하는 장치를 의미한다. 바이오센서는 특성값을 측정하기 위해 배타적 생화학 반응을 이용한다. 즉, 측정 대상과 배타적으로 반응하는 효소, 항체 등의 기능성 생체 분자를 이용하여 혼합물로부터 원하는 측정 대상을 선택적으로 측정하는 원리이다. 일반적으로 바이오센서는 생체 인식막(bio-recognition layer)과 신호 변환기(transducer)로 구성된다. 생체 인식막에는 효소, 항체, 미토콘드리아, 올리고 핵산, 리셉터와 같은 기능성 생체 분자가 일정한 구조로 배열되어 있다. 생체 인식막은 측정하고자 하는 물질과 배타적으로 반응하는 생화학적 특성을 가진다. 생체 인식막에서 발생한 생화학적 반응량은 신호변환기에 의해 측정되어 전기적 신호로 변환된다. 이러한 신호변환기를 측정 방식에 따라 빛의 흡수차, 반사율과 같은 광학적 요소를 측정하는 광학 기반 변환기, 생화학 반응에 수반되는 질량 변화를 측정하는 질량 기반 변환기, 온도의 변화를 측정하는 열 기반 변환기, 전기적 특성의 차이를 측정하는 임피던스 기반 변환기로 구분할 수 있다.

미국 시그너스(Cygnus)사에서는 바이오 센서 기술을 이용한 휴대용 혈당 측정 장치를 개발하여 판매하고 있다. 물론 포도당 산화효소를 이용한 혈당 측정 장치 이외에도 콜레스테롤 산화효소를 이용한 콜레스테롤 측정 장치, 미생물을 이용한 식중독균 측정 장치 등이 개발된 바 있다. 또는 발광 박테리아를 배지에 고정하여 독성에 의해 변하는 발광량을 측정함으로써, 독성 화학 물질을 감지하는 바이오 센서 기술도 개발되어 휴대용 독성 탐지기로 활용되고 있다.

### 3. 바이오칩

바이오칩은 엄지손가락보다 작은 크기의 기판에 DNA, RNA 혹은 단백질을 정교하게 배치하여 유전자 발현, 단백질 분포, 생화학 반응 양상 등을 분석할 수 있도록 하는 마이크로칩을 의미한다. 유전자 발현을 분석하기 위한 바이오칩은 DNA 탐침(probe)을 이용하기 때문에 DNA 칩이라고도 부르며, 크게 cDNA 마이크로어레이(microarray)와 올리고 핵산 칩(oligo-nucleotide chip)으로 구분한다. 최근 각광받고 있는 올리고 핵산 칩은 제작 기술에 따라 다시 미국의 애피매트릭스(Affimatrix)사가 특허를 갖고 있는 광선 지시(light-directed) 방식, 우리나라에서도 개발 예정인 잉크젯 방식, 미국 국립암센터(National Cancer Institute)에서 개발하고 있는 모세관 스탬프(capillary-stamp) 방식 등이 있다. 이와 함께 단백질 탐침을 배열하여 단백질 분포를 분석하기 위한 단백질 칩(protein chip)에 대한 연구도 최근 활발히 진행되고 있다. DNA와는 달리 단백질은 특성상 온도에 민감하고 변성이 쉬워서 다소 취급하기 곤란한 단점을 갖고 있지만, 유전자 발현의 최종 산물인 단백질을 직접적으로 분석할 수 있다는 장점이 있다.

한편 기판 위에 미세한 터널을 만들고 생화학 반응에 필요한 효소 및 화합물들을 배치하여 물질의 분리, 합성, 정량 분석과 같은 복잡한 공정을 하나의 칩 위에서 실현하기 위한 소위 랩온어칩(lab-on-a-chip) 기술도 활발히 연구되고 있다. 마이크로플로이드스(microfluidics)라고도 부르는데, 이것을 이용하면 반복적인 분석작업을 더 이상 실험실에서 수행할 필요 없이, 극소량의 시약 및 샘플만 가지고도 매우 간단히 처리할 수 있게 된다.

### IV. 바이오멤스

멤스(MEMS)는 Micro Electronic Mechanical System의 줄임말로써, 말 그대로 초소형 전자, 기계 장치를 의미한다. 또한 나노기술(nano-technology)이라는 말도 자주 쓰이고 있는데, 이것은 나노(nano) 즉, 십억 분의 일 미터 크기 수준에서 구조를 제작하거나 대상을 관찰하는 기술을 의미한다. 그 정도의 미세한 크기는 분자 크기에 해당하므로 나노기술은 결국 분자 수준에서 이루어지는 기술을 의미하게 된다. 최근 멤스 연구가 지향하는 바는 바로 나노 수준의 초소형 장치를 개발하는 것이다.

나노 수준의 멤스를 개발하기 위해서 고집적도 반도체 생산에 적용되는 전자 기계식 미세 조작(micromanipulative) 기술을 적용할 수 있다. 하지만 최근 더욱 관심을 모으는 방식은 생체 시스템의 자가 조립(self-assembly) 특성을 활용하여 원하는 장치를 개발하는 것이다. 생체 시스템 내에서 발생하는 생화학 반응에는 기본적으로 전자의 흐름이 관여한다. 생체 구성 분자를 일정한 방향으로 배열시킴으로써 전자의 흐름에 방향성을 부여할 수 있다. 이러한 동작은 마치 전자회로의 다이오드에서 전자의 흐름에 방향성이 있는 것과 유사하다. 이러한 기본 원리를 이용하여 전자회로와 유사한 동작을 하는 생체회로를 제작할 수 있다. 생체 구성 분자를 원하는 방향으로 배열시키기 위해서는 전자회로의 기판 역할을 하는 다층막이 필요한데, 가장 널리 쓰이는 다층막 제조 기법은 랭뮤어-블라젯(Langmuir-Blodgett: LB) 방식이다. LB 필름 상에 원하는 구조로 생체 구성 분자를 배열하여 필요한 기능을 수행하도록 하는 것이다. 이러한 자가 조립 기법을 활용하기 위해서는 첫째, 원하는 나노 구조와 구성 분자간의 관계를 이해해야 하고, 둘째,


원하는 구조가 나올 수 있도록 분자를 개조할 수 있어야 하며, 셋째, 생성된 자가 조립 구조를 미세하게 조정하고 안정화시킬 수 있는 미세 조작 기술을 확보해야 한다.

이렇게 생체 시스템을 활용하게 되면 기존의 전자 소자를 활용하는 데 비해 여러 가지 상대적인 장점이 있다. 우선 전자 소자에 비해 열 발생이 적어서 고밀도 집적이 가능하다. 또, 자기 조립 및 배양성에 의해 극미세 가공이 가능하고, 제작 비용이 절감된다. 분자 단위의 정보전달능력에 의해 정보전달의 속도를 높일 수 있다. 아울러 이러한 바이오멤스를 인체에 장착하는 경우, 전자장치에 비해 혈액 적합성과 조직 적합성이 높아 인체 거부 반응을 크게 줄일 수 있다. 생체 시스템은 자가 증식이 가능하므로 손상을 입었을 경우 스스로 복구하도록 할 수도 있게 될 것이다.

## V. 맺음말

이 글에서는 최근 부각되고 있는 새로운 학문 분야인 바이오시스템학에 대하여, 그 요소 기술인 바이오정보학, 바이오전자, 바이오멤스를 중심으로 소개했다. 최근 세계 각국이 앞선 바이오시스템 기술을 확보하기 위해 범국가적인 노력을 기울이고 있다. 우리나라에서도 정부의 정책 수립, 민간 기업의 투자, 대학의 인재양성 등에 관해 활발한 논의가

이루어지고 있으며, KAIST의 바이오시스템학과를 포함하여 관련 학과나 학제 프로그램이 여러 대학에 신설되고 있다.

순수 바이오 기술 분야에서 기존 선진국이 강력하게 앞서가고 있다는 것은 주지의 사실이다. 바이오 기술이 21세기의 산업 견인차가 될 것이라는 전망은 이미 오래 전부터 팽배해 있었기 때문에 미국, 유럽은 물론 아시아의 여러 나라 역시 활발히 연구 개발을 추진하고 있다. 하지만 바이오정보학, 바이오전자, 바이오멤스와 같은 바이오시스템 기술은 이제 막 실험실에서 현장으로 뒤흔쳐나온 상황이므로 아직 전세계적인 승자가 없는 기술의 신대륙이라고 할 수 있다. 우리나라의 경우 집중적인 정보기술 투자 및 벤처 열풍에 힘입어 우수한 정보기술 인력 및 연구 개발 기반을 확보하고 있으므로, 정보기술 인프라와 바이오 기술을 효과적으로 융합하기 위한 노력을 범국가적으로 경주하면 국제적인 경쟁력을 가질 수 있을 것이라고 생각한다. 

### 이도현

KAIST 전산학과에서 박사 학위를 받고, 미국 텍사스 주립 대학, 미국 국립보건원 임연구소 등에서 연구하고, 현재 KAIST 바이오시스템학과 교수로 재직 중이다. ACM Transactions on Internet Technology의 부편집인을 맡고 있으며 100여 편의 컴퓨터, 바이오정보학 관련 국내외 논문을 발표하였다.