

u지능화사회 서비스기반 IT/BT/NT 융합기술

정보통신연구진흥원 ■ 장 선 호

1. 융합기술 개요

융합기술은 정보기술(IT)과 바이오기술(BT) 또는 나노기술(NT) 이 접목되는 기술 분야를 총칭하며 각 기술이 융합되어 생기는 분야는 그림 1과 같다.

IT 산업을 발전단계로 보면 1차(생산), 2차(지식유통:Web), 3차(서비스:정보가공)로 분류 할 수 있으며, 현재는 2단계의 지식기반 사회에서 3단계의 정보가공 서비스 사회로 발전해가고 있으며, 3단계에서는 다양한 지능형·맞춤형 IT 서비스들이 창출될 것이다. 21세기 선도 신기술은 융합기술에 바탕을 두게 될 것이며, 유비쿼터스 지능화사회로의 발전에 핵심이 되고, 임베디드 지능화를 가능케하는 invisible실리콘 및 소프트웨어는 그림 2와 같이 소비자에게 많은 가치를 전달하게 될 것이다.

통신 및 인터페이스 기술, 인지과학 등을 통해 휴먼, 사물, 환경의 융합이 가능해짐으로써, 그림 3과 같이 궁극적으로는 이들이 유기적으로 연결되어 고도의 지능화 사회를 실현하게 될 것이며, 유비쿼터스 사회에서는 세계 어느 곳에 있는 사물·환경·사람으로부터의 정보에 접근할 수 있는 정보환경을 가지게 될 것이며, 실용·학문적 정보 및 개인에게 특화 가공된

정보 등을 통한 새로운 IT 서비스들이 창출될 것이다.

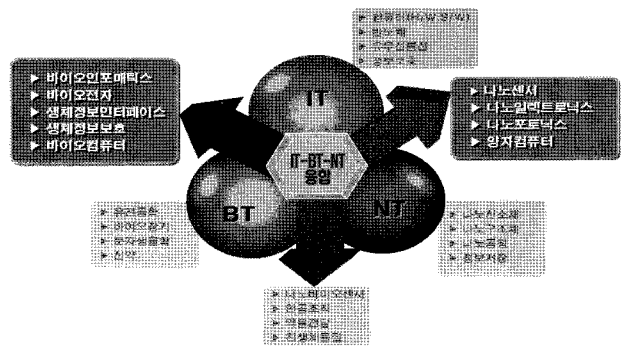


그림 1 IT/BT/NT 융합기술 분야

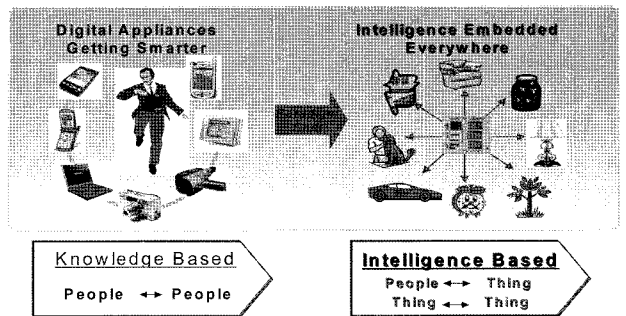


그림 3 지식기반사회에서 유비쿼터스 지능화사회로의 변화

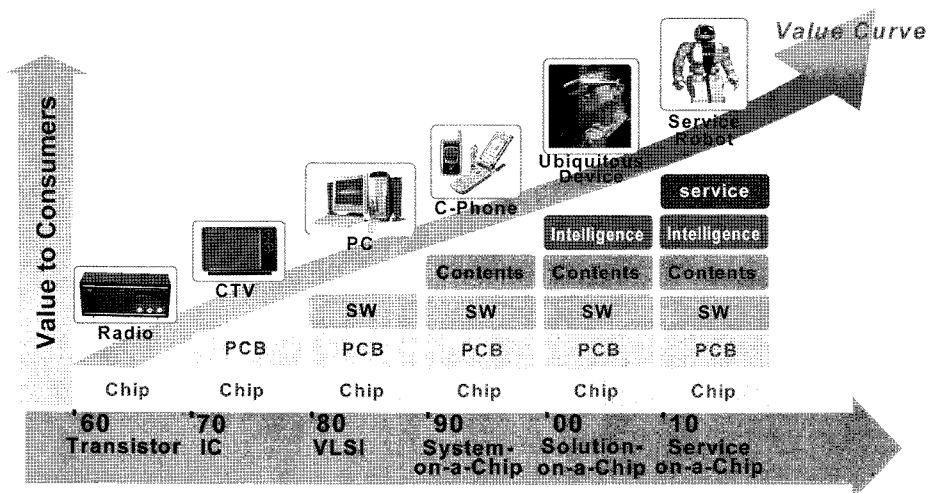


그림 2 Invisible 실리콘 및 소프트웨어의 부가가치

나노스케일 및 IT 영역에서의 융합(the push) 이 가속화되고, 인간 잠재력의 실현을 위한 바이오 및 인지분야에의 도전(the pull)으로 현실세계와 가상세계의 융합으로까지 발전하는 특성을 갖게 될 것이며 다양한 나노기술에 의해 정보 생성/처리/표시/저장/통신 기술 등의 성능 및 효율 등이 1~2 order 향상되어 그 가능성을 가속화 시키게 될 것이다. 신산업 창출은 시장요구에 의해 이루어지기도 하나 신기술의 급속한 발전에 따라 기술주도에 의해 이루어지는 것이 일반적이며, 전 세계적으로 기술개발 초기단계이므로 기술적 기회가 무한하고 새로운 기술패러다임 특성을 가지는 융합기술 분야의 기회 포착을 통하여 선진국과의 원천기술 격차 해소 및 신시장 선점이 가능한

분야이다. 또한 IT와 다양한 과학 및 기술 분야의 협력을 위한 첨단인프라 및 다학제적 전문인력의 확보가 연구성패를 좌우하는 기반투자요구형 연구분야이기도 하다.

미래사회는 인간적능력, 사회적성과, 국가적생산성, 삶의질극대화를 추구하게 된다고 한다. 즉, 다양한 배경 및 다양한 능력을 갖고 있는 사람들에 의해 일 능력 및 배움의 향상(개인과 그룹의 생산성 향상)을 이루고, 편안한 웨어러블 센서 및 컴퓨터에 의한 개인적 감지능력의 증대를 가져오며, 헬스케어의 혁명적 변화가 발생하여 오래살고, 더 건강하게 되며, 스트레스, 생물학적 위협, 노화에 내성이 증가하고, 신체적 정신적 장애의 극복이 가능해 짐에 따라 두뇌/두뇌 상

표 1 융합기술 관련산업 및 단계적 서비스 분류

현 산업 군	컨버전스 관련 기술	1단계 서비스(2010)	2단계 서비스(2015)	3단계 서비스(2020)
의료	- 원격진료/치료 - 인공장기 - 의료용 로봇 - 신약개발 - 바이오정보처리	- u-digital health	- DNA 조절 - 생체장기 복제 - 맞춤형 신약개발	- 인공생명 감성 및 감정조절 기술
문화 콘텐츠	- 가상현실 - 게임엔진 - 휴먼인터페이스 - 오감 융합 - 인공지능 - 대용량 정보 처리 - 문화 원형 복원 - 생체정보인식/보안	- u-business - u-learning - u-digital health - virtual entertainment	- 로봇 도우미	- 휴머노이드
통신/방송/메카서비스	- DMB - 이동멀티미디어 - 휴대인터넷 - 위성통신 - 지능형로봇	- u-digital health(응급구조) - 4세대 통신	- 멀티미디어 실감통신 - 실감입체방송 - 로봇도우미	- 유비쿼터스 통신 - 휴머노이드
운송/유통	- RFID/u-sensor - GPS/LBS - 대용량 정보 저장 - 무인 자동차 - DSRC	- 실시간 유통 관리 - 선선도/원산지 관리 - u-office	- 바이오 조정/조절 (식품 개선)	- u-transportation
전통산업 고도화	- 지능성 전자섬유 - 기상 정보 처리 - 농업기술의 고도화	- u-digital health (의식주고도화) - 환경 모니터링	- 환경 최적화 - 기상조절	- 인공피부 섬유
국방	- 스마트 먼지 센서 - 지능형 유도 센서기술 - 합성개구 전파센서 기술 - 비파괴 검사 기술 - 생화학 센서 기술	- u-digital health(방어)	- 가상 대리전	- 현실 워 게임 (대리전)
우주/항공	- 위성체 기술 - 우주정거장 요소기술 - 위성발사체 기술 - 무인기 기술	- 무인비행체 - 우주정거장 설계	- 우주정거장 - 유인우주기술	- 유인 우주정거장

호작용, 휴먼/머신 인터페이스 등 통신기술이 고도화되며 인텔리전트 환경이 발달하게 될 것으로 예측되고 있다. 현재의 산업군을 토대로 융합기술 관련된 기술 및 단계별 예상서비스를 분류해 보면 표 1과 같다.

2. 발전 전망

2.1 미래 서비스

멀지 않은 미래에 도래하게 될 유비쿼터스 환경은 언제 어디에 있든지 네트워크로부터 개인이 필요한 정보를 얻을 수 있는 환경을 의미하며, 이와 같은 유비쿼터스 환경에서는 현재의 정보통신 서비스와는 상이하고 다양한 서비스가 제공될 것이고, 우리는 이러한 환경에서 등장하게 될 다양한 서비스의 특징과 활용에 대해 관심을 기울일 필요가 있다. 미래의 유비쿼터스 지능화 사회에서는 융합기술의 발전에 의해 다음 4가지의 핵심 서비스를 필요로 하게 될 것으로 전망되고 있다.

- 1) 휴먼 인식 및 통신의 확대
 - 두뇌/두뇌 상호작용, 그룹 커뮤니케이션
 - 실감통신
 - 감성/오감 인터페이스 기술
 - 웨어러블 센서 및 컴퓨터
 - 공간인식 및 비주얼언어
- 2) 휴먼 헬스 및 신체적 능력의 개선
 - 헬스케어, 신체교체
 - 두뇌/머신 인터페이스
 - 센싱 능력향상 및 기능 확장
 - 장애인 삶의 질 향상
- 3) 유비쿼터스 엔터테인먼트
 - Virtual entertainment: 개인/그룹/환경
 - Ubiquitous learning 환경구축
- 4) 환경, 안전 및 국가보안
 - 인텔리전트 환경 구축(RFID/USN)

- 준비 및 위협예측 tool의 향상(환경 모니터링)
- 글로벌하게 연결된 탐지 소자

2.2 융합기술 발전전망

향후 10~20년 사이에는 초고속 나노소자(양자선/점), 스핀트로닉스 단전자 트랜지스터 등 기술이 진화적(evolutionary)으로 발전할 것이며, 향후 20년 이후에는 나노로봇, 원자조작 신물질 등 기술이 혁명적(revolutionary)으로 발전하게 될 전망이다(그림 4).

단계별로 가능한 기술분야를 살펴보면 다음과 같이 정리된다.

- 1) 5년 이내에 가능한 기술
 - Biosensor
 - Gene Chip
 - stem cell
 - bioengineered 미생물(bio촉매제 등)
 - self-healing bio-nano materials
 - MEMS
 - genetically modified organisms(GMOs) : 유전자변형생물
- 2) 5~10년 이내에 가능한 기술
 - gene therapy
 - Genetically modified crops
 - Bio-fuel
 - Multiple sensors on single chip
 - Computer modelling of "virtual plant", "e-cell"
 - biomarkers : 암 등의 질병을 조기에 알아낼 수 있는 마커 개발
 - 이식유전자 돼지기관을 사람의 심장/신장/간 에 이식하는 기술
- 3) 10~20년에 가능한 기술
 - Target 인구를 위해 특수 제작된 유전자 치료제
 - bio-engineered medication에 사용되는 분자 성분 제작을 위한 분자 nanotechnology
 - fuel cell을 위한 물에서 수소를 생산해내는 것의

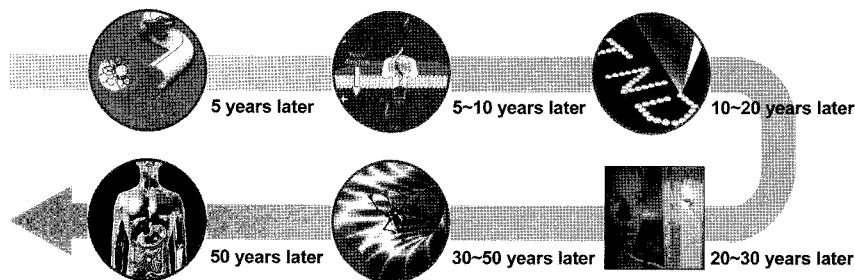


그림 4 융합기술 발전 전망

상용화

- bio-mimetic material system(bio 모방 재료)
- nano diagnostic products
- noninvasive, imaging diagnostics for cancer or major disease
- 실용화된 진단 톨로씨의 biochip
- sensory chip - taste, smell, sound(오감 chip)
- nano-robots
- 수술이나 약물 design을 대체할 수 있는 nanomedicine
- mind-machine interface

· NASA: Integrative R&D 전략수립

· 융합기술연구개발 회사: IBM, Dupont, HP, Rockwell Scientific, Intel, GE 등

2) 일본 [참고7]

- 2003년 생명공학 R&D예산:4400억엔(문부과학성/후생노동성)
- 정부부처별 지원분야
 - 경제산업성: IT-BT융합, 나노캡슐, 나노바이오 장치
 - 후생노동성: 나노메디슨
 - 문부과학성: 단백질분석, 뇌 과학, 맞춤형약, 재생의료
- \$7.5억(2002)
 - “밀레니엄 프로젝트” 계층연구사업(예산 6400 억원)
 - 인간기능유전자 분석 > 신약개발 : 바이오인포 매틱스 기술개발

3. 국내외 동향

3.1 투자 동향

세계적으로 융합기술에 관심을 갖고 있는 국가는 투자규모 순서로 볼 때 미국, 일본, EU, 한국 등이며 주요 투자동향은 다음과 같다.

1) 미국 [참고6]

- National Nanotech. Initiative(NNI) 설립 -\$4.4억 (2001년), \$8억(2004), \$23.6억불(2005-2007) R&D 방향제시 역할
- Nano Electronics 프로그램: ATP/NIST \$12.4M/Y
- NIH: \$424억(2006)
- NITRD(Networking and IT R&D): \$20억
- NSF: 장기적 관점의 Framework

3) EU [참고8]

- 제6차 Framework Program(2002-2006)
- 7개 주요 연구 분야 총 예산: 113억 유로(15.3조원)
- 이 중 65%가 IT/BT/NT 관련분야

3.2 기술개발 동향

주요국가의 융합기술 분야의 기술명, 수행과제명 및 최종목표 등 개발동향을 정리하면 표 2~4와 같다.

표 2 미국의 융합기술 개발동향

분야	기술명 [사업주체]	단계	수행과제명 [수행기관/ 사업규모]	최종목표
IT-BT	Biotech	성장기	- NSF, DOD, NASA, NIH 등에서 바이오센서, 랩 온어 칩 등 개발(\$70억/년)	- 질병 진단 및 치료와 신약개발에 연구역량을 집중 하고 있음
	Bioinformatics	도입기	- 바이오 메디컬 컴퓨팅(NIH: 160억/년) - 선진 의료기기 개발 프로그램(DOD: \$70억/년)	- 바이오 인포매틱스 인프라 구축 - 바이오 의료진단 시스템 구축
IT-NT	나노융합기술 [NNI]	도입기	- Semiconductor Microelectronics and Nano-electronics Programs(ATP/NIST : \$12.4M/Y) - Grand Challenge for Healthcare(NIH/\$6M/Y)	- Nano-Lithography - Sub-100nm Device Process - Nano-robotics - Biosensors
	Sensor [DARPA]	성장기	- DARPA CoSensor Project[XeRox]외 다수	- Multi-level collaborative - Signal analysis
	로봇 [MIT]	도입기	- 감성지능로봇(Kismet)	- 7가지 감성표현 - 인지/학습 지능 통합
	로봇 [NASA]	성장기	- 탐사로봇(NOMAD)	- 4륜구동 이동로봇 - 영상전송 - 경로계획 이동
NT-BT	Nano-biosensor	도입기	- NNI 주도의 나노 바이오 소재, 나노 바이오센서, 나노공정 등의 분야의 과제 수행	- 나노 바이오 기술 및 인력 인프라 구축
	Drug Delivery	도입기	- NIH 예산의 23%	- 무독성 항암제

표 3 일본의 융합기술 개발동향

분야	기술명 [사업주체]	단계	수행과제명 [수행기관/ 사업규모]	최종목표
IT-BT	Biotech	도입기	- 맞춤형의약, 재생의료 등의 Biotech 개발(\$8억/년)	- 국제 경쟁력 확보를 위한 발전기 반 조성(센서, 기기, 생물정보 등)
	Bioinformatics	도입기	- Protein 3000일(ATIP:1000억/년)	- 3000개 단백질 구조 규명
IT-NT	나노융합기술 [경제산업성]	도입기	- 차세대반도체소자 프로세스 기술개발 (MIRAI : 60억엔/년) - 재료나노테크놀로지 프로그램(사업단/50억엔/년)	- 50nm 반도체공정 - 나노가공계측 - 나노 의료디바이스
	로봇 [기업]	성장기	- 휴머노이드 로봇(Honda/ASIMO ¹⁾)	- Dynamic Locomotion - Auto balancing - Stereo vision - Voice recognition
			- 지능형로봇(SONY/AIBO ²⁾)	- 상용 애완견 로봇 - 개인용 지능형로봇
- 지능형로봇(NEC/PaPeRo ³⁾)	- 인간과 의사소통이 가능한 로봇 - 음성인식 및 대화			
NT-BT	Nano-biosensor	도입기	- MEXT, METI 주도로 기초연구, 유전자기술, 장기응용, 단기응용의 4개 분야로 나누어 NT 기반의 바이오 기술 개발	- 나노 바이오 기술 및 인력 인프라 구축
	Drug Delivery	도입기	- 후생노동성(나노 메디슨 약물 전달)	- 무독성 항암제

¹⁾ ASIMO : Advanced Step in Innovative Mobility

²⁾ AIBO : Artificial Intelligence Robot

³⁾ Partner-type Personal Robot

표 4 유럽의 융합기술 개발동향

분야	기술명	단계	수행과제명 [수행기관/ 사업규모]	최종목표
IT-BT	- 선진 계층연구 및 건강 관련 응용 연구 - 주요 질병 퇴치 연구	도입기	- 생명과학, 유전체학 그리고 건강에 관련된 바이오기술(EUFP6: 2002~ 2006/ EUR 2,514 million)	- 포스트 계층연구와 바이오 의료 및 바이오 기술을 집 적시킴
	- 매우 혁신적이며 고기술이 요구되는 다학제간 영역 개발	도입기	- New and Emerging Science and Tech- nology(EU FP6: 2002~2006/ EUR 215 million)	- 핵심적이고 상상력이 요구 되는 연구 지원
	- 입는 스마트 바이오센서 개발 - 건강 정보관리 및 건강 정보 소스의 상호연동 - 의료, 신경 및 바이오인포메틱스 분야에서의 지식증진 및 개발	도입기	- e-Health : 나은 삶과 건강을 위한 집 적된 바이오메디칼 정보 기술 (EC FR6 2002~2006/ EUR 79million)	- 더 나은 건강 정보 획득을 위해 모든 관련된 바이오메 디칼 정보를 집적 처리함
IT-NT	- Brain	도입기	- Ambient Intelligence [Fraunhofer/240억/3.5년]	- 유비쿼터스 컴퓨팅에서 필 요한 센서임베딩기술, 적응 형 S/W, Natural UI기술
NT-BT	- 장기간 다학제적 연구를 통한 생명 현상 이해, 공정기술 개 발 및 연구 틀 개발 - 나노바이오 기술 - 나노미터 수준의 공학 기술 - 소자 제어 및 조작	도입기	- 나노기술, 나노과학 및 지식 기반의 다 기능 소재, 신공정 기술 및 소자개발 (EU FP6: 2002~2006/ EUR 1,429 million)	- 지식 기반의 좀 더 환경 친 화적인 기술을 위한 과학 적 기반 창출

표 5 국·내외 기술수준 분석표

주요 분야		기술 수준		판단 사유
		격차(년)	상대수준(%)	
의료	u-digital health	3	70	미국, EU 등에서는 2001년부터 연구개발이 시작되었으나, 국내 연구개발은 아직 초기단계에 머물러 있음
문화 콘텐츠	e-business	4	50	기초 연구 수준으로 국내 기술선도를 위해서는 기술개발이 필수적임
	USN	1~2	90	네트워크 기반기술은 이미 구축되어 이는 상태에서 센서기술 및 응용 서비스기술의 상용화가 필요함
통신/방송/메카서비스	DMB	0	100	기술표준을 선도하고 있으며, 국내 상용화를 통한 세계시장 표준 및 기술 선도에 강점이 있음
	지능형 로봇	3	70	산업용 로봇기술 기반으로 기계 및 전자 소프트웨어 기술 선도가 시급한 시점임
운송/유통	mobile office	2	80	이동통신 기반의 인프라 구축을 통한 새로운 서비스 창출이 어려움
전통산업의 고도화	응급구조	2	80	응급구조 및 재난 시스템의 구축에 대한 서비스 기술이 초기 단계임
국방	스마트먼지센서	3	60	국내에서는 개념 정립 및 기초 연구 단계이나 통신기술발전으로 강점
우주/항공	위성체 기술	5	50	국내에서는 아직 소형 과학위성의 조립 수준으로 부품 국산화 및 설계에서 조립까지의 기술개발이 필요

※ 상대수준은 세계 최고 기술을 100으로 환산한 수치 임

4. 경쟁력분석 및 중점영역

주요 분야별 한국과 선진국의 기술격차 및 상대수준은 다음 표 5와 같다.

융합기술에 대한 한국의 SWOT 분석 결과는 표 6과 같다.

표 6 융합기술 SWOT 분석

S 세계적수준의 반도체제조 기술력 세계적수준의 IT유무선 인프라 IT839등 적극적 정부지원 의지 신 서비스의 빠른/높은 수용력	O 관련 세계시장 폭발적 성장 예상 세계적으로 개발초기 단계 고령화사회 진입으로 수요 증가 웰빙 산업 증대
W Bio/Nano 원천기술 열세 창의적/도전적 연구환경 미흡 민간부문 원천기술 투자에 소홀	T 선진국정부의 막대한 연구지원 선진국의 BT/NT 지적재산권 선점 한국의 이공계 기피현상

각 영역에 따른 대응전략은 다음과 같다.

SO : 반도체기술, IT유무선 인프라를 활용한 NT/BT 분야 발굴, 융합기술분야 집중개발로 비메모리시장 적극 육성, 조기 집중투자자도 원천기술 및 초기시장 확보
ST : BT/NT 핵심기술 보유기관과 국제공동연구 다각화, IT/바이오/나노 분야 인재육성
WO : 융합기술분야 대형국책 사업화, 산/학/연/관 융합기술사업 시스템 구축
WT : 선진국과의 차별화요소 발굴, 선택과 집중 국가적차원의 융합기술 준비위원회 활동

기술수준 및 SWOT분석을 통한 경쟁력분석으로부터 다음과 같은 시사점을 찾을 수 있다. 첫째, 한국이 잘하는 반도체 제조, IT유무선 인프라를 중심으로 나노 및 바이오 기술을 활용한 분야로 확대발전 시키는 전략이 필요하며 둘째, IT를 중심으로 나노/바이오 기술을 적용하여 IT 3차산업인 정보가공 및 서비스산업으로 발전시켜야 하며 셋째, 현재의 IT SoC 기술에 융합기술이 접목된 서비스온칩(Service on Chip) 으로 발전시키고, 다양한 차세대단말기 및 디지털콘텐츠를 중심으로 응용기술을 발전시켜야 한다는 점이다.

본 고에서 다루는 융합기술에 의한 서비스지향적 주요제품 및 핵심기술은 하향적 방법으로 도출하였으며 그 배경은 다음과 같다. 지식기반 사회에서 유비쿼터스 지능화 사회로 변화하면서 궁극적으로 인간/사회는 건강, 엔터테인먼트, 환경/안전, 실감통신 등의 서비스를 지향하게 될 것으로 전망된다. 따라서, 주요 서비스분야 관련하여 IT산업을 중심으로 나노, 바이오와 융합한 지능형, 맞춤형의 다양한 서비스를 창출하는데 핵심적인 중점요소기술을 도출하고 산업화 기술로 연계함이 필요하며, 이는 시스템/단말 개발로부터 부품/소재/공정 등의 요소기술 개발까지를 포함하는 일련의 서비스 지향적 기술 도출이 필요함을 의미한다. 이와 같은 도출과정을 통해 얻은 결과는 표 7과 같이 요약하였으며 서비스 지향적인 기술개발의 로드맵으로 다양하게 활용될 수 있기를 기대한다.

표 7 융합기술 서비스별 서비스-제품-기술 분류표

		2010	2015	2020
서비스	u-엔터테인먼트 및 u-라이프	3D 게임/교육/방송	실감형 게임/교육/교통정보/유통	가상현실 인간친화형 엔터테인먼트/ 교육/교통정보/유통
	u디지털 헬스	u디지털 진단	u디지털 진단 및 치료	맞춤형 u디지털 진단 및 치료
	u-환경 및 안전	환경감지 u모니터링/제어	환경안전, u건축 인텔리전트 환경/안전	환경최적화 인간친화형 환경
제품/상품 (시스템/단말)	센서폰 웨어러블PC 가사로봇		실감폰 먹는PC 휴대로봇	인간형 에이전트단말기 임플란트PC 나노바이오/오감 로봇
	3D 게임기 멀티 플랫폼 협력형 u-learning 시스템		실감형 게임기 맞춤형 u-learning 시스템	인간/머신 교감 게임기 체험형 u-learning
	모바일진단기		모바일진단/치료기	개인맞춤형모바일진단/치료기
	u환경/안전 감시제어기		지능형 환경/안전 시스템	인간친화형 환경/안전 시스템
부품/소재/공정 요소기술	나노/바이오 센서 및 디바이스 Flexible 디스플레이 초소형/대용량 저장장치 랩온어칩 환경탐지 소자 38nm 설계/공정 나노/바이오 센싱 다중신호 처리 저전력고속 통신 (10Gbps)	초소형 메디컬모듈 웨어러블 센서 실감디스플레이 스마트 센서/소재 iMEMS 초소형 패키지 21nm 설계/공정 나노/바이오 센싱 생체신호 감지 다중신호실시간처리 (50Gbps) 오감 인터페이스 Flexible 회로	임플란트 메디컬모듈 다중 디스플레이 iNEMS 나노캡슐 15nm 설계/공정 지능화 센싱 공간인식 휴먼/머신 인터페이스 감성 인터페이스 생체친화 organic 회로	

참고문헌

- [1] Converging Technologies for Improving Human Performance, NSF, 2002.
- [2] Nanoelectronics for an Ubiquitous Information Society, ISSCC, 2005.
- [3] Converging Technologies and Natural, Social, and Cultural World, Bibel, 2004.
- [4] 국가기술지도(National Technology Roadmap), 2002.
- [5] 2005년 중국 IT 융합기술이 가져올 4개 분야, 한국 정보통신수출진흥센터, 2005.
- [6] www.gpoaccess.gov/usbudget
- [7] 일본생물산업협회
- [8] RTD Info: Magazine for EU research, Nov. 2002.



장선호

1988~1996 LG반도체 System IC 연구개발
 2001 KAIST 공학박사
 2001~2003 Hynix반도체 System IC 상품기획
 (책임연구원)
 2004~현재 정보통신연구진흥원, IT부품/융합기술 전문위원실

국책R&D 기획 및 프로젝트 매니지먼트(기술역)
 관심분야 : u지능화사회 서비스 모델, IT/BT/NT 융합기술
 E-mail : chans@iita.re.kr