

# SR

» Special Report

## IT중심 나노/바이오 융합기술 -u 지능화 사회 서비스기반 (Part A)

본 스페셜리포트에서는 다가오는 21세기 유비쿼터스 지능화사회 (Intelligence Society)에서 예측되는 서비스를 기반으로 한 IT중심의 나노/바이오 융합기술에 대해 거시적 관점에서 살펴보고자 한다.

융합기술의 개요 및 발전전망을 서두로 국내외 동향 및 경쟁력분석을 통한 중점영역을 총론에서 다루었고, 서비스분야별로 세분화 하여 Part별로 3회에 걸쳐 연재할 계획이다.

# IT 중심 나노/바이오 융합기술

## -u 지능화사회 서비스기반 (Part A)

장선호 기술역/공학박사\_chans@iita.re.kr, 임문혁 연구원\_mhyim@iita.re.kr

이민경 연구원\_jeemk@iita.re.kr 정보통신연구진흥원 IT SoC/부품/융합기술 전문위원실

조수지 연구원\_susie@iita.re.kr / 지능형로봇 및 차세대PC 전문위원실

김재준 사무관/공학박사\_jkim@mic.go.kr / 정보통신부 산업기술팀

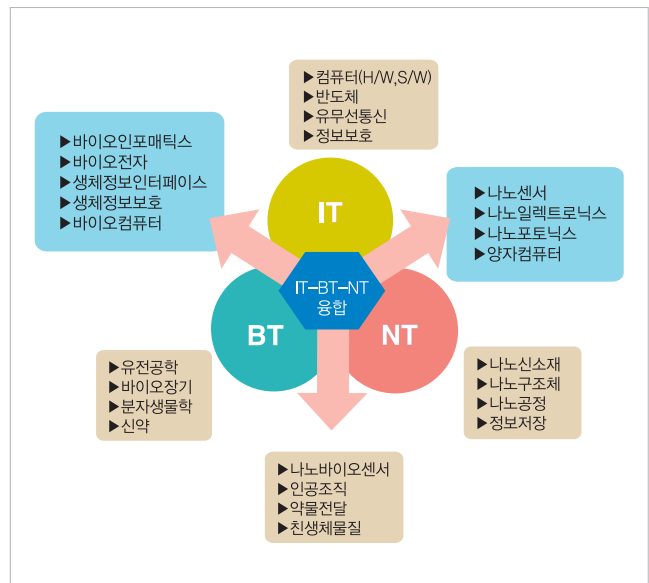
본 스페셜리포트에서는 다가오는 21세기 유비쿼터스 지능화사회(Intelligence Society)에서 예측되는 서비스를 기반으로 한 IT중심의 나노/바이오 융합기술에 대해 거시적 관점에서 살펴보고자 한다. 기존의 요소기술 위주의 bottom-up형태에서 벗어나 IT 중심 나노/바이오 융합기술의 서비스 분야를 추출한 후 각 서비스별로 필요한 요소기술을 발굴하는 top-down 형태로 접근하였다. IT중심에서 나노 및 바이오 분야로 확장되면서 발생하는 여러 기술분야 중, 유비쿼터스 지능화 사회에서 필요로 하는 서비스 분야별 핵심제품 및 요소기술을 도출하였다.

세계적 융합기술 포럼에서 발표된 21세기 서비스 분야 중 IT중심시각에서 발굴한 지능형실감통신, u엔터테인먼트 및 ur아이프, u디지털헬스, u환경 및 안전 서비스를 주요 대상으로 하였으며, 서비스 영역별 시장 및 기술 전망을 토대로 핵심 요소기술을 추출한 후 국내외 동향 및 한국의 경쟁력 분석을 통하여 2010년~2015년을 목표로 개발해야 할 시스템/단말 및 부품/소재/공정을 도출하였다.

현 IT산업에서 나노 및 바이오 기술이 접목되어 나타나는 다양한 응용분야 중 특히, 차세대PC 및 나노 지능로봇에서 많은 연구개발이 전개 될 것으로 예상되며, 이를 가능케 하는 invisible 실리콘 및 embedded 소프트웨어가 결합하여 서비스온칩(Service on a Chip)의 역할이 급증할 것으로 기대된다. 본고에서는 융합기술의 개요 및 발전전망을 서두로 국내외 동향 및 경쟁력분석을 통한 중점영역을 총론에서 다루었고, 서비스 분야별로 세분화 하여 Part별로 3회에 걸쳐 연재할 계획이다.

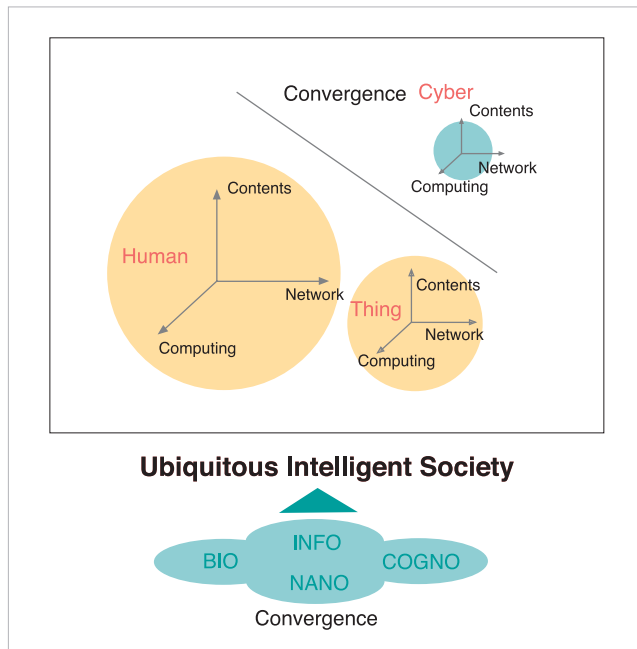
### 1. 융합기술 개요

융합기술은 정보기술(IT)을 바탕으로 나노기술(NT) 또는 바이오기술(BT)이 접목되는 기술 분야를 총칭하며 (광의적 정의) 인지과학(Cognitive Science)도 일부 포함하는 추세이다.



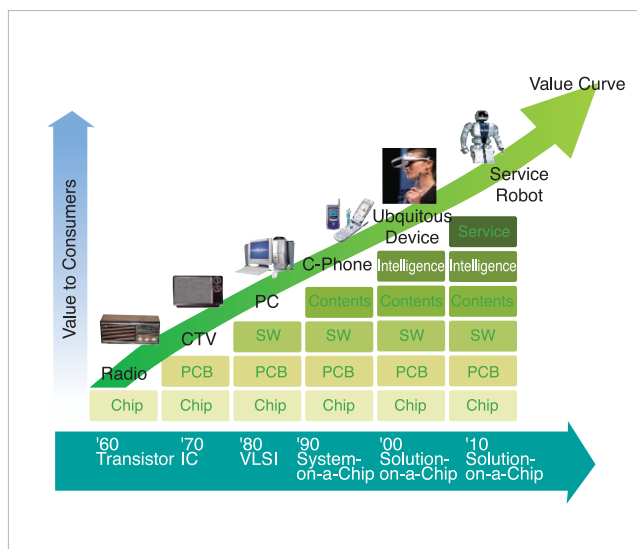
<그림 1> IT/BT/NT 융합기술 분야

협업적 개념으로 IT중심 시각에서 생각하면 콘텐츠/컴퓨팅/네트워크를 기본 축으로 한 인간(Human)/사물(Thing)/가상공간(Cyber)에서의 융합 기술을 말한다. IT의 발전과 더불어 NT, BT등과의 융합발전은 휴먼, 사물, 환경(Real, Cyber)의 능력 신장과 지능화(고도화)를 가져올 것이다.



〈그림 2〉 IT중심의 융합기술 개념

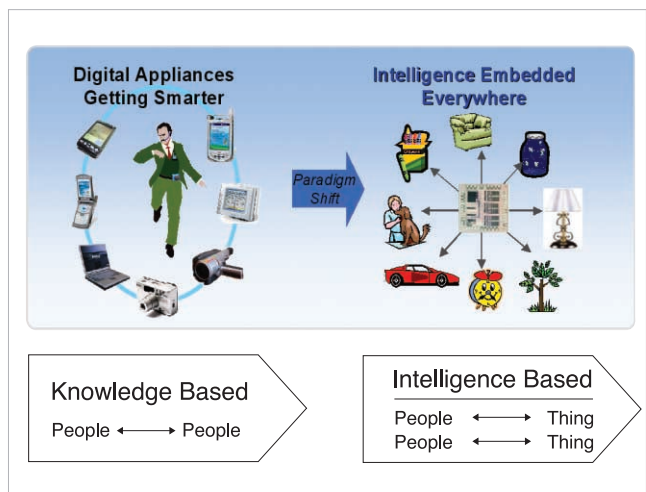
IT 산업을 발전단계로 보면 1차(생산), 2차(지식유통:Web), 3차(서비스: 정보가공)로 분류 할 수 있으며, 현재는 2단계의 지식기반 사회에서 3단계의 정보가공 서비스 사회로 발전해가고 있으며, 3단계에서는 다양한 지능형·맞춤형 IT 서비스들이 창출될 것이다. 21세기 선도신기술은 융합기술에



〈그림 3〉 Invisible 실리콘 및 소프트웨어의 부가가치

바탕을 두게 될 것 있으며, 유비쿼터스 지능화사회로의 발전에 핵심이 되는 기술이며 특히, 임베디드 지능화를 가능케하는 Invisible실리콘 및 소프트웨어는 소비자에게 많은 가치를 전달하게 될 것이다.

통신 및 인터페이스 기술, 인지과학 등을 통해 휴먼, 사물, 환경(Real, Cyber)의 융합이 가능해짐으로써, 궁극적으로는 이들이 유기적으로 연결되어 고도의 지능형 사회를 실현하게 될 것이다. 유비쿼터스 지능화 사회에서는 세계 어느 곳에 있든 사물·환경·사람으로부터의 정보에 접근할 수 있는 정보환경을 가지게 될 것이며, 실용·학문적 정보 및 개인에게 특화 가공된 정보등을 통한 새로운 IT 서비스들이 창출될 것이다.



〈그림 4〉 지식기반사회에서 유비쿼터스 지능화사회로의 변화

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 나노기

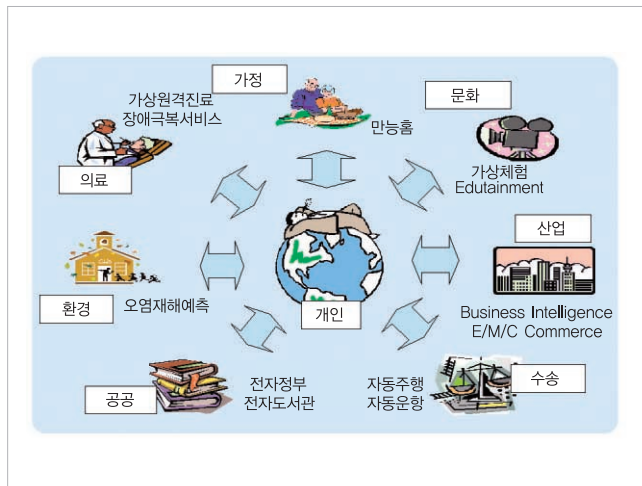
〈표 1〉 IT기술과 NT/BT 기술의 융합

| IT와 NT의 융합 |  | IT와 BT와의 융합 |  |
|------------|--|-------------|--|
| NT         | 미래 IT기술의 한계 극복을 위한 원천 기술 제공<br>>>예) 양자점 광통신기술, 나노진자소자기술, 나노구조 전자기술     | IT          | IT와 융합을 통한 기술적 한계 극복<br>>>예) DNA컴퓨터, 휴먼컴퓨팅 기술, 인체정보감지 및 휴먼인터페이스 기술 |
|            | NT분야에서의 효율적 R&D를 위한 인프라 제공<br>>>예) 나노단위 시뮬레이션이 가능한 컴퓨터 기술, 나노기술융합정보시스템 |             | BT기술/산업발전 촉진 및 신산업 창출<br>>>예) Bioinformatics, DNA칩, 바이오닉스 장치, 생체인증 |
|            |  |             | BT   |

술에 의해 정보 생성/처리/표시/저장/통신기술 등의 성능 및 효율 등이 1~2 order 향상되어 그 가능성을 가속화 시키게 될 것이다.

IT중심의 융합기술은 기존 전통산업의 제품 또는 공정에 IT기술개발 결과를 응용하여 신제품·신공정을 만드는 "IT접목"과는 구별되며, IT와 타 신기술(BT, NT등)과의 결합을 통하여 새로운 산업을 창출하는 신개념에 해당한다.

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.



(그림 5) 융합기술 응용 산업분야

미래사회는 인간적능력, 사회적성과, 국가적생산성, 삶의질 극대화를 추구하게 된다고 한다. 즉, 다양한 배경 및 다양한 능력을 갖고 있는 사람들에 의해 일 능률 및 배움의 향상 (개인과 그룹의 생산성 향상)을 이루고, 편안한 웨어러블 센서 및 컴퓨터에 의한 개인적 센싱 및 인지능력의 증대를 가져오며, 헬스케어의 혁명적 변화가 발생하여 오래살고, 더 건강하게 되며, 스트레스, 생물학적 위협, 노화에 내성이 증가하고, 신체적 정신적 장애의 극복이 가능해 집에 따라 두뇌/두뇌 상호작용, 휴먼/머신 인터페이스 등 통신기술이 고도화 되며 인텔리전트 환경이 발달하게 될 것으로 예측되고 있다.

현재의 산업군을 토대로 융합기술 관련된 기술 및 단계별 예상서비스를 분류해 보면 <표 2>과 같다.

<표 2> 유비쿼터스 도시건설 현황

| 現 산업 군      | 컨버전스 관련   | 기술 1단계 서비스 (2010)   | 2단계 서비스 (2015)                                   | 3단계 서비스 (2020)        |
|-------------|---|---|--|-----------------------|
| 의료          | - 원격진료/치료<br>- 인공장기<br>- 의료용 로봇<br>- 신약개발<br>- 바이오정보처리  | -u-digital health   | - DNA 조절<br>- 생체장기 복제<br>- 맞춤형 신약개발              | - 인공생명 감성 및 감정조절 기술   |
| 문화 콘텐츠      | - 가상현실<br>- 게임엔진<br>- 휴먼인터페이스<br>- 오감 융합<br>- 인공지능<br>- 대용량 정보 처리<br>- 문화 원형 복원<br>- 생체정보인식/보안  | - u-business<br>- u-learning<br>- u-digital health<br>- virtual entertainment | - 로봇 도우미   | - 휴머노이드               |
| 통신/방송/메카서비스 | - 가상원격진료 장애극복서비스<br>- 가정 만능홈<br>- 문화 가상체험 Edutainment<br>- 산업 Business Intelligence E/M/C Commerce<br>- 환경 오염재해예측<br>- 공공 전자정부 전자도서관<br>- 수송 자동주행 자동차운행 | - DMB<br>- 이동멀티미디어<br>- 휴대인터넷<br>- 위성통신<br>- 지능형로봇                            | - u-digital health (응급구조)<br>- 4세대 통신<br>- 로봇도우미 | - 유비쿼터스 통신<br>- 휴머노이드 |
| 운송/유통       | - RFID/u-sensor<br>- GPS/LBS<br>- 대용량 정보 저장<br>- 무인 자동차<br>- DSRC   | - 실시간 유통 관리<br>- 신선도/원산지 관리<br>- u-office                                     | - 바이오 조정/조절 (식품 개선)                              | -u-transportation     |
| 전통산업 고도화    | - 지능성 전자섬유<br>- 기상 정보 처리<br>- 농업기술의 고도화   | -u-digital health (의식주고도화)<br>- 환경 모니터링                                       | - 환경 최적화<br>- 기상조절                               | - 인공피부 섬유             |
| 국방          | - 스마트 먼지 센서<br>- 지능형 유도 센서 기술<br>- 합성개구 전파센서 기술<br>- 비파괴 검사 기술<br>- 생화학 센서 기술   | -u-digital health (방어)  | - 가상 대리전   | - 현실 워 게임 (대리전)       |
| 우주/항공       | - 위성체 기술<br>- 우주정거장 요소 기술<br>- 위성발사체 기술<br>- 무인기 기술   | - 무인비행체<br>- 우주정거장 설계   | - 우주정거장<br>- 유인우주기술                              | - 유인 우주정거장            |

## 2. 발전방향

### 2.1 미래 핵심서비스

멀지 않은 미래에 도래하게 될 유비쿼터스 환경은 언제 어디에 있는지 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.

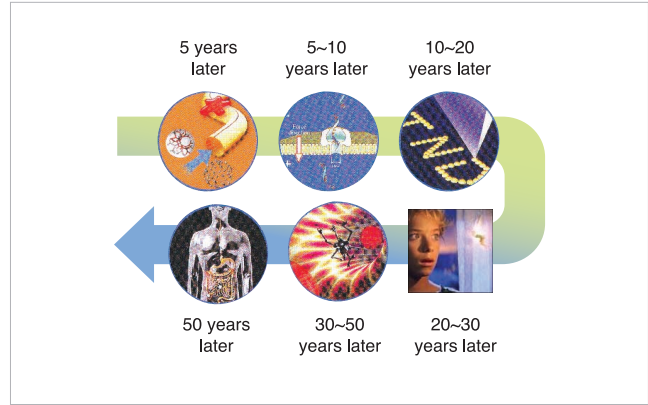
미래의 유비쿼터스 지능화 사회에서는 융합기술의 발전에 의해 다음 네 가지의 핵심 서비스를 필요로 하게 될 것으로 전망되고 있다.

- 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 톨의 향상 (환경 모니터링)
  - 글로벌하게 연결된 탐지 소자

### 2.2 융합기술 발전전망

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

단계별로 가능한 기술분야를 살펴보면 다음과 같이 정리된다.



〈그림 6〉 융합기술 발전 전망

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

### 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

- National Nanotech. Initiative (NNI) 설립 - \$4.4억(2001년) \$8억(2004), \$23.6억(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
- NASA: Integrative R&D 전략수립
- 융합기술 연구 활동 회사: IBM, Dupont, HP, Rockwell Scientific, Intel, GE 등

[참고] [www.gpoaccess.gov/usbudget](http://www.gpoaccess.gov/usbudget)

##### 2) 일본

- 2003년 생명공학 R&D예산: 4400억엔 (문부과학성/후생노동성)
- 정부부처별 지원분야
  - 경제산업성: IT-BT융합, 나노캡슐, 나노바이오장치
  - 후생노동성: 나노메디슨
  - 문부과학성: 단백질분석, 뇌 과학, 맞춤형약, 재생의료
- \$7.5억 (2002)
  - "밀레니엄 프로젝트" 계승연구사업 (예산 6400억원)
  - 인간기능유전자 분석 > 신약개발 : 바이오인포매틱스 기술개발

[참고] 일본생물산업협회

##### 3) EU

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

[참고] RTD Info: Magazine for EU research, Nov. 2002

#### 3.2 기술개발 동향

주요국가의 융합기술 분야의 기술명, 수행과제명 및 최종목표 등 개발동향을 정리하면 다음 표와 같다.

〈표 3〉 미국의 융합기술 개발동향

| 분야            | 기술명<br>[사업주체]     | 단계  | 수행과제명<br>[수행기관/ 사업규모]  | 최종목표  |
|---------------|-------------------|-----|--|---|
| IT<br>-<br>BT | Biotech           | 성장기 | - NSF, DOD, NASA, NIH 등에서 바이오센서, 랩온어 칩 등 개발 (\$70억/년)  | - 질병 진단 및 치료와 신약개발에 연구역량을 집중 하고 있음  |
|               | Bioinformatics    | 도입기 | - 바이오 메디컬 컴퓨팅 (NIH: 160억/년)<br>- 선진 의료기기 개발 프로그램 (DOD: \$70억/년)  | - 바이오 인포매틱스 인프라 구축<br>- 바이오 의료진단 시스템 구축   |
| IT<br>-<br>NT | 나노융합기술<br>[NNI]   | 도입기 | - Semiconductor Microelectronics and Nanoelectronics Programs (ATP/NIST : \$12.4M/Y)<br>- Grand Challenge for Healthcare(NIH/\$6M/Y) | - Nano-Lithography<br>- Sub-100nm Device Process<br>- Nano-robotics<br>- Biosensors |
|               | Sensor<br>[DARPA] | 성장기 | - DARPA CoSensor Project(XeRox)외 다수  | - Multi-level collaborative<br>- Signal analysis                                    |
|               | 로봇<br>[MIT]       | 도입기 | - 감성지능로봇(Kismet)   | - 7가지 감성표현<br>- 인지/학습 지능 통합   |
|               | 로봇<br>[NASA]      | 성장기 | - 탐사로봇(NOMAD)  | - 4륜구동 이동로봇<br>- 영상전송<br>- 경로계획 이동  |
| NT<br>-<br>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 4〉 일본의 융합기술 개발동향

| 분야    | 기술명<br>[사업주체]     | 단계  | 수행과제명<br>[수행기관/ 사업규모]  | 최종목표  |
|-------|-------------------|-----|--|---|
| IT-BT | Biotech           | 도입기 | - 맞춤형약, 재생의료 등의<br>Biotech 개발 (\$8억/년)   | - 국제 경쟁력 확보를 위<br>한 발전기반 조성 (센<br>서 기기, 생물정보 등)   |
|       | Bioinformatics    | 도입기 | - Protein 3000일<br>(ATIP:1000억/년)  | - 3000개 단백질 구<br>조 규명   |
| IT-NT | 나노융합기술<br>[경제산업성] | 도입기 | - 차세대반도체소자 프로세<br>스 기술개발(MIRAI : 60억<br>엔/년)<br><br>- 재료나노테크놀로지 프로<br>그램(사업단/50억엔/년) | - 50nm 반도체공정<br><br>- 나노가공계측<br><br>- 나노 의료디바이스   |
|       | 로봇<br>[기업]        | 성장기 | - 휴머노이드 로봇<br>(Honda/ASIMO <sup>1)</sup> )   | - Dynamic<br>Locomotion<br><br>- Auto balancing<br><br>- Stereo vision<br><br>- Voice recognition |
|       |                   |     | - 지능형로봇(SONY/AIBO <sup>2)</sup> )  | - 상용 애완견 로봇<br><br>- 개인용 지능형로봇  |
|       |                   |     | - 지능형로봇<br>(NEC/PaPeRo <sup>3)</sup> )   | - 인간과 의사소통이<br>가능한 로봇<br><br>- 음성인식 및 대화  |
| NT-BT | Nano-biosensor    | 도입기 | - MEXT, METI 주도로 기초<br>연구, 유전자기술, 장기응<br>용, 단기응용의 4개 분야로<br>나누어 NT 기반의 바이오<br>기술 개발  | - 나노 바이오 기술 및<br>인력 인프라 구축  |
|       | Drug Delivery     | 도입기 | - 후생노동성(나노 메디슨 약<br>물 전달)  | - 무독성 항암제   |

1) ASIMO : Advanced Step in Innovative Mobility  
 2) AIBO : Artificial Intelligence Robot  
 3) Partner-type Personal Robot

〈표 5〉 유럽의 융합기술 개발동향

| 분야    | 기술명<br>[사업주체]   | 단계  | 수행과제명<br>[수행기관/ 사업규모]   | 최종목표  |
|-------|---|-----|---|---|
| IT-BT | - 선진 계능연구<br>및 건강 관련<br>응용 연구<br><br>- 주요 질병 퇴치<br>연구         | 도입기 | - 생명과학, 유전체학 그리고<br>건강에 관련된 바이오기술<br>(EUFP6: 2002~2006/<br>EUR 2,514 million)                   | - 포스트 계능연구와<br>바이오 의료 및 바이오<br>기술을 집적시킴                     |
|       | - 매우 혁신적이<br>며 고기술이 요<br>구되는 다학제<br>간 영역 개발                   | 도입기 | - New and Emerging<br>Science and Technology<br>(EU FP6: 2002~2006/<br>EUR 215 million)         | - 핵심적이고 상상력이<br>요구되는 연구 지원                                  |
| IT-NT | - 입는 스마트 바<br>이오센서 개발<br><br>- 건강 정보관리<br>및 건강 정보소<br>스의 상호연동 | 도입기 | - e-Health : 나은 삶과 건<br>강을 위한 집적된 바이오<br>메디칼 정보 기술<br>(EC FR6 2002~2006/<br>EUR 79million)      | - 더 나은 건강 정보<br>획득을 위해 모든 관련<br>된 바이오메디칼 정보<br>를 집적 처리함     |
|       | - 의료, 신경 및 바<br>이오인포메틱스<br>분야에서의 지식<br>증진 및 개발                | 도입기 | - Ambient Intelligence<br>[Fraunhofer/240억/3.5년]  | - 유비쿼터스 컴퓨팅에<br>서 필요한 센서임베<br>딩기술, 적응형 S/W,<br>Natural UI기술 |
| NT-BT | - 장기간 다학제<br>적 연구를 통한<br>생명 현상 이해,<br>공정기술 개발<br>및 연구 툴 개발    | 도입기 | - 나노기술, 나노과학 및 지<br>식 기반의 다기능 소재,<br>신공정 기술 및 소재개발<br>(EU FP6: 2002~2006/<br>EUR 1,429 million) | - 지식 기반의 좀 더<br>환경 친화적인 기술<br>을 위한 과학적 기반<br>창출             |
|       | - 나노바이오 기술<br><br>- 나노미터 수준<br>의 공학 기술<br><br>- 소자 제어 및<br>조작 | 도입기 |   |   |

#### 4. 경쟁력분석 및 중점영역

주요 분야별 기술격차 및 상대수준 등의 기술수준은 다음 표와 같다.

〈표 6〉 국·내외 기술수준 분석표

| 주요분야       | 기술수준             | 기술수준 |         | 판단사유   |
|------------|------------------|------|---------|--|
|            |                  | 격차   | 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 있는 상태에서 센서기술 및 응용 서비스 기술의 상용화가 필요함      |
| 통신방송/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         | 스마트 먼지센서         | 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 수치임

융합기술에 대한 한국의 SWOT 분석 결과는 〈표 7〉과 같다.

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

〈표 7〉 융합기술 SWOT 분석

각 영역에 따른 대응전략은 다음과 같다.

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

기술수준 및 SWOT분석을 통한 경쟁력분석으로부터 다음과 같은 시사점을 찾을 수 있었다. 첫째, 한국이 잘 하는 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, IT839 전략에 연계하여 현재의 IT SoC 기술에 융합기술이 접목된 서비스온칩 (Service on Chip) 으로 발전시키고, 다양한 차세대단말기 및 디지털콘텐츠를 중심으로 응용기술을 발전시켜야 한다는 점이다.

본 스페셜리포트에서 다루는 융합기술에 의한 서비스지향적 주요제품 및 핵심기술은 하향적 방법으로 도출하였으며 그 배경은 다음과 같다. 지식 기반 사회에서 유비쿼터스 지능화 사회로 변화하면서 궁극적으로 인간/사회는 건강, 엔터테인먼트, 환경/안전, 실감통신 등의 서비스를 지향하게 될 것으로 전망된다. (주) Converging technologies for improving human performance, NSF, 2002.) 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. 나노, 바이오 융복합 시대에 대비하여 현 IT839 기술개발 분야에 이어 IT중심축에서 신 먹거리를 창출하기 위하여, 중장기적으로 준비해야 할 기술개발 분야를 발굴하고자 하며, 중장기적 기술개발 분야 중에서 특히, 임베디드 지능화를 가능케 하는 invisible 실리콘 및 embedded 소프트웨어 등의 인프라/요소 기술이 중요하며 융합기술 서비스 실현을 위해 구축해야 할 여러 기술개발 분야 중 SWOT분석을 통하여 한국이 잘 할 수 있는 중점기술 개발 영역을 도출하고자 함이다.

이와같은 도출과정을 통해 얻은 결과는 <표8>과 같이 요약되며, 각 서비스 분야별 융합기술에 대해 본 매거진 9월호를 포함 연속 3회에 걸쳐 소개될 예정이다.

<표 8> 응용기술 서비스별 서비스·제품·기술 분류표

|                   | 2010                                   | 2015   | 2020                                 |                                 |
|-------------------|--|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| 서비스               | 지능형실감통신                                | 멀티미디어 통신<br>(100Mbps급)<br>스마트통신(새로운<br>주파수대역서비스) | 실감 통신<br><br>사이버 통신                  |                                 |
|                   | u-엔터테인먼트<br>및 u-라이프                    | 3D 게임/교육/방송                                      | 실감형 게임/교육/<br>교통정보/유통                | 가상현실<br>인간친화형 엔터테인먼트/교육/교통정보/유통 |
|                   | u디지털<br>헬스                             | u디지털 진단  | u디지털 진단<br>및 치료                      | 맞춤형 u디지털 진단<br>및 치료             |
|                   | 환경<br>감지/안전/최적화<br>u-환경 및 안전           | 환경감지<br>u모니터링/제어                                 | 환경안전, u건축<br>인텔리전트 환경/안전             | 환경최적화<br>인간친화형 환경               |
| 제품/상품<br>(시스템/단말) | 센서폰<br>웨어러블PC<br>가사로봇                  | 실감폰<br>먹는PC<br>휴대로봇                              | 인간형 에이전트단말기<br>임플란트PC<br>나노바이오/오감 로봇 |                                 |
|                   | 3D 게임기<br>멀티 플랫폼 협력형<br>u-learning 시스템 | 실감형 게임기<br>맞춤형 u-learning<br>시스템                 | 인간/머신 교감 게임기<br>체험형 u-learning       |                                 |
|                   | 모바일진단기                                 | 모바일진단/치료기  | 개인맞춤형모바일<br>진단/치료기                   |                                 |

|                  | u환경/안전<br>감시제어기   | 지능형 환경/<br>안전 시스템  | 인간친화형 환경/<br>안전 시스템   |
|------------------|---|--|---|
| 부품/소재/공정<br>요소기술 | 나노/바이오 센서<br>및 디바이스<br>Flexible 디스플레이<br>초소형/대용량<br>저장장치<br>랩온어칩<br>환경탐지 소자<br>38nm 설계/공정<br>나노/바이오 센싱<br>다중신호 처리<br>저전력고속 통신<br>(10Gbps) | 초소형 메디컬모듈<br>웨어러블 센서<br>실감디스플레이<br>스마트 센서/소재<br>iMEMS<br>초소형 패키지<br>21nm 설계/공정<br>나노/바이오 센싱<br>생체신호 감지<br>다중신호실시간처리<br>(50Gbps)<br>오감 인터페이스<br>Flexible 회로 | 임플란트 메디컬모듈<br>다중 디스플레이<br>iNEMS<br>나노캡슐<br>15nm 설계/공정<br>지능화 센싱<br>공간인식<br>휴먼/머신 인터페이스<br>감성 인터페이스<br>생체친화 organic 회로 |

## u엔터테인먼트 및 u라이프

### 1. 개요

유비쿼터스 네트워크를 둘러싼 변화들 중의 하나는 영상·음성 위주의 휴대전화 콘텐츠가 방재, 방범 등의 생활 서비스를 지원하는 데까지 확대되었으며 '유비쿼터스 네트워크 = 실생활 지원'이라는 패러다임으로의 변화가 시작되고 있다. 융합기술에 의해 새롭게 변화될 미래 사회의 모습과 놀이 문화를 u-라이프 및 u-엔터테인먼트라 정의하고, 유비쿼터스 지능화 사회의 엔터테인먼트 및 라이프 서비스 들은 지능화·실감화 단계를 거쳐 인간친화서비스로 발전될 것으로 전망된다.

현실적 감각과 체험을 중심으로 이루어졌던 콘텐츠의 창작과 소비 패턴이 앞으로는 현실을 재창조한 가상현실의 환경 속에서 환상(판타지)을 다루

는 방향으로 일대 변모될 것이며, 디지털컨텐츠 관련 컴퓨터그래픽, 가상현실, 영상처리 기술의 발달과 함께 고품질의 사실감(Reality)을 표현하는 콘텐츠에 대한 수요가 급증될 것이다. (그림 7)

한편 교육, 도로정비·유지관리 비용증대 및 융합서비스에 대한 수요증대에 따른 사회서비스의 비용증대 문제에 대한 대안이 필요하게 될 것이다. 자동차 운전자 안내정보 서비스에 도로교통 정보 뿐 아니라, 도로주변 시설 정보, 오락정보 콘텐츠 등이 확대되고 이러한 서비스는 맞춤형·지능형 서비스, 실감 서비스로 발전해나갈 것으로 전망된다. 따라서 본 스페셜리포트에서는 '유비쿼터스 지능화사회'에서의 실생활 지원 콘텐츠 및 사회시스템의 발전 방향을 크게 게임, 교육, 교통, 방송의 측면에서 살펴보고, 실감형·지능형 발전 방향의 핵심이 되는 가상현실, 휴먼 인터페이스 분야에 대한 내용을 함께 다루도록 한다.

공간적 감각정보 전달 방식이므로 교육에 매우 효과적이며 인간의 인지에 있어 시각이 아닌 소리나 기타 감각을 이용할 때 효과적으로 배울 수 있어 이와 같은 기술적 향상이 융합 기술에 의해 달성될 수 있을 것이다.

u-교육의 세계 시장규모는 2007년 389억불에 이를 것으로 예상되며 특히 유럽과 아시아 지역에서 40%를 넘는 높은 성장률이 예상된다.

〈표 9〉 u-Learning 기술개발 단계별 목표

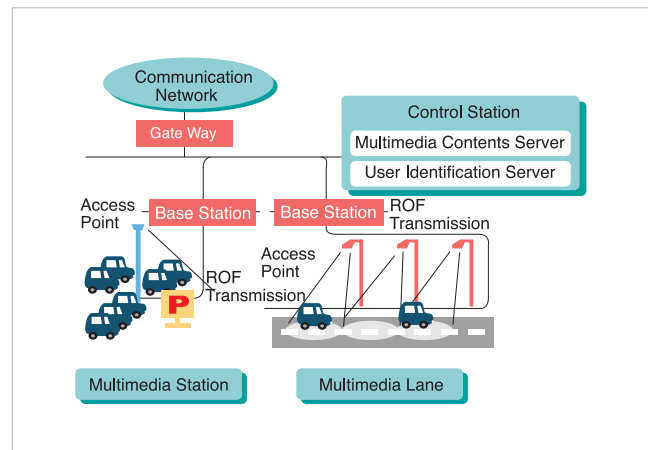
|    | 1단계 ('10)                  | 2단계 ('15)            | 3단계 ('20)             |
|----|----------------------------|----------------------|-----------------------|
| 목표 | 멀티플랫폼 기반<br>협력형 u-Learning | 개인 맞춤형<br>u-Learning | 지능형/체험형<br>u-Learning |

## 2. 시장 및 기술 전망

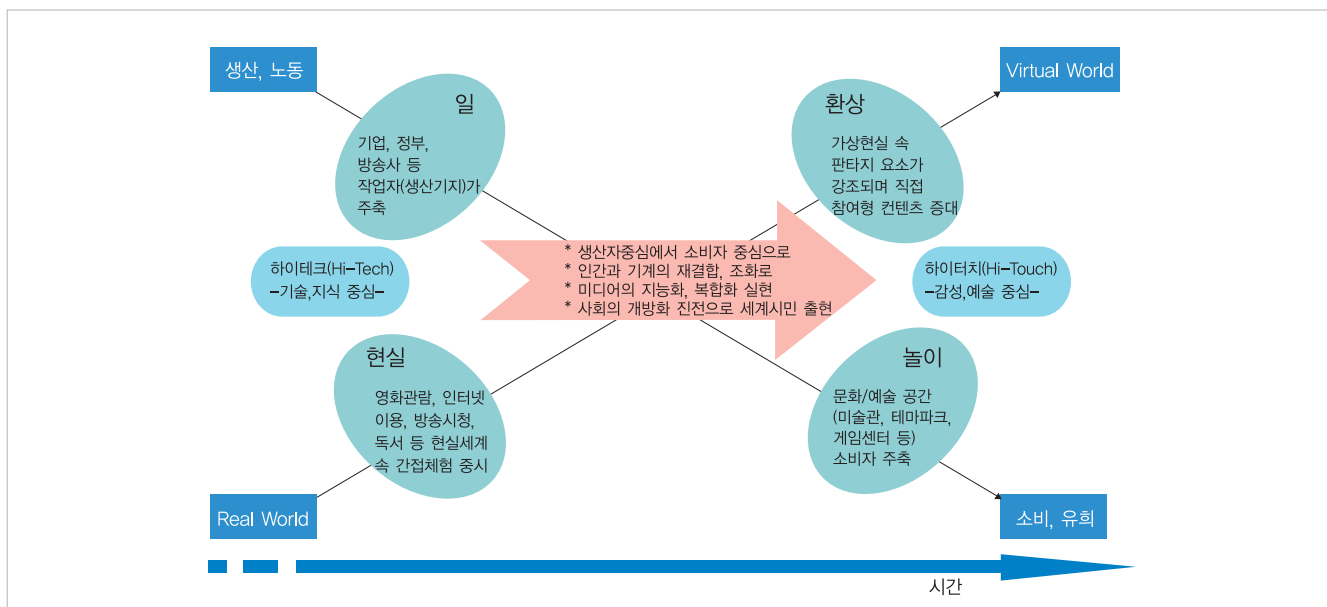
### 1) u-교육

인터랙티브 멀티미디어, 그래픽 시뮬레이션, 가상현실과 같은 교육 도구가 유치원에서 대학까지 전 교육과정에 이용될 것이며, 그 예로 유비쿼터스 환경의 다양한 플랫폼 상에서 학습 연결성이 보장되는 u-Learning 기술이 출현하고 이러한 교육은 획일적 교육이 아닌 개인의 특성에 맞는 개인형 맞춤 서비스로 진행 될 것이다. 인지적 특성을 반영한 멀티미디어 원격 가상현실 방식의 교육 소프트웨어를 통해서 과학, 수학, 공학을 효율적이고 흥미롭게 교육할 수 있는 시대가 도래할 것이며 가상현실, 가상환경은

### 2) u-교통



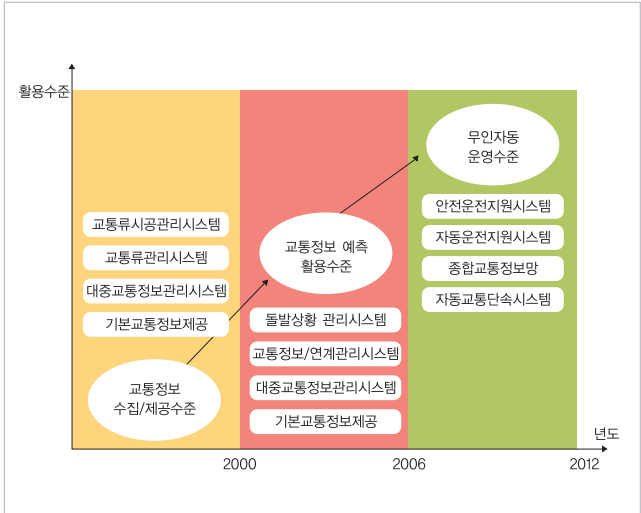
〈그림 8〉 u-도로 개념



〈그림 7〉 미래 엔터테인먼트 및 생활 변화 방향

유비쿼터스 지능화사회에서의 교통서비스는 기존의 단순 정보제공형 서비스에서 도로(환경), 자동차(사물), 이용자(휴먼)간의 상호 정보교환을 통해 인간친화형 서비스들이 창출될 것이다. 즉, 인력에 의한 비효율적인 교통운영 및 관리 등이 개선되고, 버스나 화물차의 위치, 수송물량, 운행소요시간 등의 실시간 정보들이 지능형 맞춤형서비스화 되어 최적 배차관리되고 버스 이용자들에게 실시간 서비스 되는 등 신서비스 시장이 창출되며, 인력에 의한 비효율적인 교통운영 관리 시스템의 개선(교통위반 단속, 과적차량 단속, 통행요금 징수 등)이 이루어질 것이다.

향후 u-교통 기술은 실시간 교통정보 수집·제공 수준의 기본교통정보 제공, 교통류관리시스템에서 예측을 통한 정보제공 그리고 안전운전자원시스템, 자동운전자원시스템, 종합교통정보망 등의 무인자동운영 수준의 단계로 발전할 것으로 기대되며 도로, 차량, 신호시스템 등 기존의 교통체계 구성요소에 센서 등 첨단기술을 접목하여 차와 도로가 인공 지능을 갖게 될 것이다. 인간, 차, 도로 등의 구성요소들이 상호 유기적으로 작동하여 교통 흐름을 원활히 하고, 기존 교통시설을 효율적으로 이용하여 운전자의 편의성과 안전성이 극대화 될 전망이다.



〈그림 9〉 u교통시스템 발전 로드맵

〈표 10〉 교통시스템 기술개발 단계별 목표

| 목표 | 1단계 ('05) | 2단계 ('01~'08) | 3단계 ('09~'13)     |
|----|-----------|---------------|-------------------|
|    | 교통정보시스템   | u-도로          | 지능형 맞춤형 교통·안전 시스템 |

### 3) u-게임

일과 현실보다는 놀이와 환상이 강조되는 방향으로 사회가 커다란 변화를 겪게 될 것이며, 향후 게임산업은 놀이와 환상의 양대영역에서 인간의

욕구를 충족시켜주고 오감을 즐겁게 해주는 방향으로 발전될 것이다. 게임 산업은 네트워크 인프라의 지속적인 확충으로 다양한 플랫폼에서의 온라인 게임이 발전하고 있고, 향후 온라인 실감형/체험형 게임으로 발전되고, 콘솔 게임 온라인화와 고기능 모바일기기의 등장 및 플랫폼간의 연동통합서비스 기술의 발전으로 새로운 형태의 온라인게임 서비스가 창출될 전망이다.

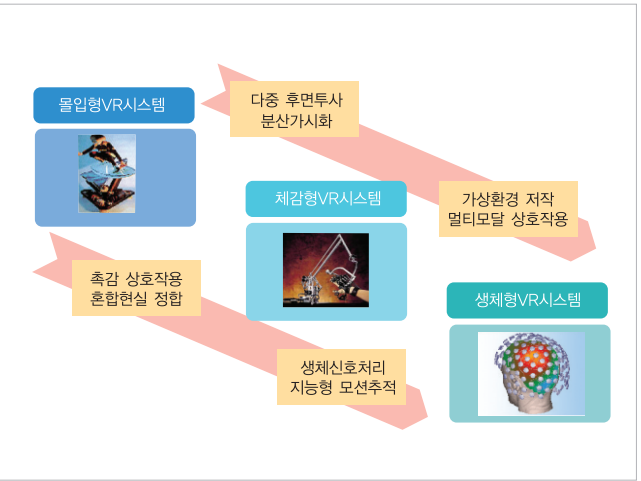
극사실적 렌더링 및 오감형 가상현실기술의 발전으로 몰입형/체험형/실감형 게임이 주류를 형성하고, 생체신호기반의 게임 인터페이스와 가정용 모션베이스 시뮬레이션 게임기술이 개발될 것이며, 이러한 놀이문화의 기본적인 진화발전은 일(노동)과 놀이가 하나로 일치하고 현실과 환상 또한 일체화하는 본질적 통합화를 나타낼 것으로 전망된다.

2007년까지 게임산업 세계시장은 359억불, 디지털영상산업은 554 억불까지 성장할 전망이다.

〈표 11〉 게임 기술개발 단계별 목표

| 목표 | 1단계 ('10)     | 2단계 ('15)       | 3단계 ('20)        |
|----|---------------|-----------------|------------------|
|    | PC기반 온라인 3D게임 | 멀티 플랫폼 온라인 3D게임 | 몰입형/ 체험형/ 실감형 게임 |

### 4) u-가상현실



〈그림 10〉 가상현실 발전 방향

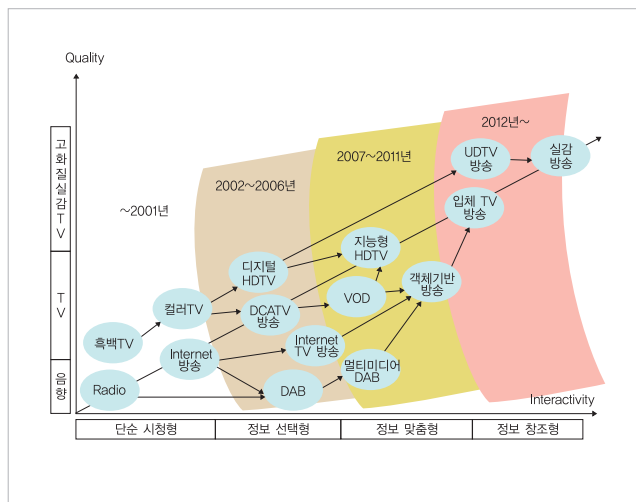
미디어의 지능화와 복합화에 따라 모든 콘텐츠의 표현과 구성 자체가 점차 가상현실을 강조하는 방향으로 바뀌게 될 것으로 보이며 시각·청각·촉각 등 인간의 오감과 상호작용을 통하여 실제와 같이 체험할 수 있고 인간의 생체신호를 인터페이스로 하는 차세대 가상현실 기술이 발전될 전망이다. 다음과 같은 기술들이 출현될 것으로 예측된다.

- 인간의 전 시야각을 커버하는 고품질 가시화 기술
- 인간의 심리음향기반 모델링을 통해 가상물체의 음상(위치 및 방향)과 음장(공간음향) 정보 제어기술
- 가상공간의 물체를 만질 수 있도록 반력감/촉감/중력감 구현 기술
- 실제공간에 가상정보를 부가하는 혼합현실 기술
- 가상환경 저작과 데이터 가시화 및 원거리 협업을 가능케 하는 가상 시뮬레이션 엔진 기술

<표 12> 가상현실 기술개발 단계별 목표

|    | 1단계 ('10)    | 2단계 ('15)    | 3단계 ('20)    |
|----|--------------|--------------|--------------|
| 목표 | 몰입형 가상현실 시스템 | 채감형 가상현실 시스템 | 생체형 가상현실 시스템 |

### 5) u-방송



<그림 11> 디지털 방송 발전 방향

언제 어디서나 가능한 통신/방송을 통해 다양한 콘텐츠와 서비스를 즐길 수 있을 것이며 극장, DMB, DTV 등에 사용되는 양방향 영상콘텐츠 제작을 위한 인터랙티브 영상콘텐츠 제작기술 및 홀로그램과 같은 입체 3D영상 디스플레이 기술의 발전과 함께 실제장면을 보는 듯한 영상을 제작하는 디지털 방송기술이 발전될 전망이다.

사용자에게 몰입감을 극대화시키는 오감형 기술을 이용한 방송 기술이 개발되고 고품질 방송수신기 및 개인 이동형 방송수신기를 통하여 언제, 어

디서나, 용이한 조작으로 실감형 영상 및 음향을 제공하며, 원하는 프로그램만 선택적으로 이용할 수 있는 맞춤형 서비스가 제공될 것이다.

<표 13> 방송 기술개발 단계별 목표

|    | 현재 ('05) | 1단계 ('04~'08) | 2단계 ('09~'13) |
|----|----------|---------------|---------------|
| 목표 | 디지털 방송   | 인터랙티브 방송      | 실감 방송         |

## 3. 국내의 동향

### 1) u-교육

북미지역의 총 교육시장 규모는 2000년에 1,176억달러였으나 2007년에는 1조5000억달러에 이를 것으로 전망되며, 온라인교육시장은 2000년에 69억 달러에서 2003년에 253억달러로 증가하고 이는 전체 교육시장의 1.7% 밖에 되지 않지만 그 비율이 점차 높아질 것으로 예상된다.

국내 총 교육시장은 지난 98년에 55조원이며 e-Learning 시장규모는 2000년 1조원에서 2007년에는 3조8000억원에 이를 것으로 전망된다.

### 2) u-교통

국내에서는 세계최고 수준의 무선인터넷 인프라를 바탕으로 경로안내 및 정보서비스 위주의 서비스를 제공하나 일원화된 교통정보의 제공이 이루어지지 않고 있는 실정이며 국내시장규모는 2010년에 약 7조3천억, 2020년에 약 14조8천억 원에 이를 것으로 전망된다.

북미는 GM과 Ford와 같은 자동차 업체들이 주도하여 교통정보서비스 제공하고, 일본은 실시간 교통정보를 제공하는 VICS센터와 연동하여 차량에 특화된 정보서비스를 제공하는 형태로 단말기에 서비스되고 있고, 유럽 지역은 FM 라디오를 이용하여 교통정보를 제공하며 무선인터넷을 이용하여 정보서비스를 제공하고 있다.

### 3) u-게임

가상오락의 경우 세계 콘텐츠산업은 2001년 8,840억달러 규모에서 2007년에는 1조 8,700억 달러대로 늘어날 것으로 전망되어 세계 콘텐츠 산업 연평균성장률은 7.2% 대를 나타낼 것으로 예측된다.

### 4. SWOT 분석 및 중점영역 도출

u엔터테인먼트 및 u라이프 산업 관련한 SWOT 분석결과는 <표14>과 같다.

<표 14> u엔터테인먼트 및 u라이프산업 SWOT 분석

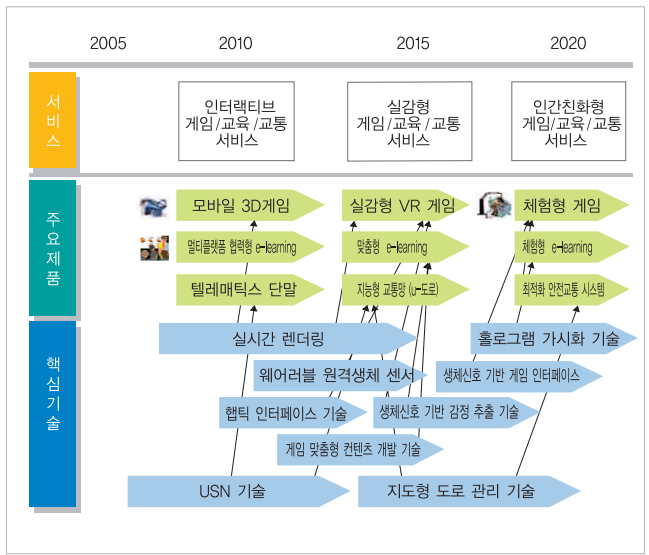
|   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- IT 기반기술 확보</li> <li>- 학연 연구기반 조성</li> <li>- 세계최고수준의 유무선 인터넷 인프라</li> <li>- 민간기업의 e-엔터테인먼트 투자활발</li> <li>- 인터넷, 무선통신 등 관련 인프라 풍부</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 서비스 및 원천기술 확보 미흡</li> <li>- 가상공간에서의 기획, 마케팅, 해외 유통부문의 인력 전문성 취약</li> <li>- 관련제품을 생산하는 국내 민간업체 취약</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- IT 기술 발전에 따른 기반 구축</li> <li>- 새로운 전자상거래 시장 등장 (지능형 모바일 협업비즈니스 등)</li> <li>- 시장선점 가능성 (지능형 모바일 협업비즈니스 등)</li> <li>- 글로벌 표준 제정 및 변경에 따른 시장 참여기회 제공</li> <li>- 통신기반기술이 새로운 차원의 융합, 복합기술로 발전</li> <li>- 케이블TV, 위성TV, 쌍방향 TV 등 뉴미디어 시장 성장세</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국산소프트웨어 기술에 대한 낮은 신뢰도</li> <li>- 핵심기술부족으로 인한 경쟁력 약화</li> <li>- 원천기술 확보 및 국제적 표준 미비</li> <li>- 원천기술 개발인력의 부족 및 마케팅, 수출을 위한 기반조성 미흡</li> <li>- 온라인상의 불법유통으로 인한 시장위축</li> <li>- 가상현실기술 등 원천기술 미확보로 인한 선진국의 시장독점</li> <li>- 국제표준 미국주도시 관련기술 시장</li> </ul> |

SWOT분석을 토대로 한 u엔터테인먼트 및 u라이프 단계별 중점 서비스, 시스템/단말 및 요소기술 도출 결과는 <그림12>와 같다.

<표 15> u엔터테인먼트 및 u라이프 제품·기술 분류표

| 구분               | 2010        | 2015  | 2020  |   |
|------------------|-------------|---|---|---|
| u-엔터테인먼트 및 u-라이프 | 서비스         | 3D 게임/교육/방송                                       | 실감형 게임/교육/교통정보/유통                                   | 가상현실 인간친화형 엔터테인먼트/교육/교통정보/유통            |
|                  | 상품 (시스템/단말) | 3D 게임기<br>멀티 플랫폼 협력형 u-learning 시스템<br>지능형텔레매틱스단말 | 실감형 VR 게임기<br>맞춤형 u-learning 시스템<br>지능형교통망 u-도로 시스템 | 체험형 게임기<br>체험형 u-learning<br>최적안전 교통시스템 |

|       |   |  |   |
|-------|---|--|---|
| 요소 기술 | 나노/바이오 센서 및 디바이스<br>안경형 디스플레이<br>초소형대용량저장장치<br>USN<br>실시간 렌더링<br>웨어러블 원격 생체센서 | 오감 인터페이스<br>생체신호 기반 감정 추출기술<br>지능형 도로관리기술<br>햅틱 인터페이스 기술 | 감성 인터페이스 기술<br>생체신호기반 게임 인터페이스<br>지능형 도로관리 기술 |
|-------|---|--|---|



<그림 12> u엔터테인먼트 및 u라이프 서비스/주요제품/핵심기술 로드맵

**[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, 한국정보통신수출진흥센터, 2005
- [6] 변화하는 학습환경 'e러닝 우리가 책임진다', 한국데이터베이스진흥센터, 2005
- [7] e-러닝을 통한 초·중등 교육 혁신, 한국정보산업연합회, 2005
- [8] 교육의 유비쿼터스화와 국가사회적 전략, 한국전산원, 2005
- [9] e러닝을 교육혁신과 인적자원개발의 핵심동력으로, 한국정보산업연합회, 2005
- [10] 엔터테인먼트 홈 네트워크 시장 전망, 한국정보통신수출진흥센터, 2004