

BA 423

2005 미래유망 사업화아이템 이슈분석

4G 이동통신

이동통신기술의 진화와 어플리케이션

박창걸 · 구영덕 · 성경모



한국과학기술정보연구원

머 리 말

21세기는 지식과 정보가 그 국가의 경쟁력을 좌우하는 지식기반 산업사회로 나아가고 있으며, 최고가 아니면 살아남을 수 없는 무한 경쟁시대가 되어가고 있습니다. 우리나라가 이러한 변화 속에서 생존하기 위해서는 국가경쟁력 강화가 필수 불가결한 것으로 인식되고 있으며, 이를 위해서는 선진국형 고부가가치 산업의 육성이 절실히 요구되고 있습니다.

이러한 시대적 요구 속에서 한국과학기술정보연구원에서는 우리나라가 지식기반 산업사회를 선도해 나갈 수 있도록, 미래유망사업화 아이템을 도출·선정하고 이에 대한 심층분석정보를 제공하고 있습니다. 이를 통해, 국가 과학기술 확산은 물론 국제경쟁력을 극대화시키기 위해 노력하고 있습니다.

미래유망사업화 아이템 이슈분석사업의 일환으로 출간되는 본 보고서는 4G 이동통신 산업발전에 적으나마 기여할 것으로 기대하고 있습니다. 4G 이동통신은 학문분야에서는 연구의 수단으로, 산업분야에서는 기술개발의 도구로 점차 활용 폭을 확대해 나가고 있습니다. 이와 같이 4G 이동통신은 여러 산업들에 파급효과가 매우 커서, 국가 산업측면에서 중요성이 부각되고 있습니다.

본 보고서는 미래유망사업화 아이템의 도출과정 및 선정경위와 4G 이동통신에 대한 기술·시장의 분석, 이슈분석을 통해 체계적이고 심도있는 분석정보를 제공하고자 하였습니다. 본 연구의 결과가 관련 과학기술정보를 국내에 확산시키고, 이와 아울러, 관련 산업의

국제경쟁력 증대에 작으나마 도움이 되었으면 합니다.

끝으로 본 보고서는 한국과학기술정보연구원의 박창걸 선임연구원, 구영덕 선임연구원과 한국정보통신기술협회의 성경모연구원이 집필한 것으로서, 이 분들의 노고에 감사드리며, 수록된 내용은 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2005. 11.

한국과학기술정보연구원

원장 조영화

목 차

I. 서 론	1
1. 4G 이동통신의 개념	1
2. 분석목적 및 필요성	2
3. 분석 방법	3
II. 선정과정	5
1. 유망아이템 발굴/평가 프로세스	5
가. 프로세스 설계의 배경	5
나. 정성적 프로세스	7
다. 정량·정성적 프로세스	10
2. 4G 이동통신의 선정과정	14
가. 유망아이템 후보군의 도출	14
나. 4G 이동통신의 유망성 평가	17
III. 산업시장분석	21
1. 개요 및 특성	21
가. 기술의 특징	21
나. 시장의 특징	23
다. 주요 기술	25
2. 동향 및 전망	31

II

가. 연구개발 현황	31
나. 시장동향과 전망	33
다. 업체 동향	35

IV. 이슈 분석

39

1. 이동통신 기술의 진화	39
가. 이동통신 시스템의 진화 과정	39
나. 각 세대별 이동통신의 특징 및 비교	41
2. 세대별 대표적 제품군	45
가. 2세대(Digital Cellular) 와 2.5세대(PCS)	45
나. 3세대(IMT-2000)	46
다. 3.5세대(휴대인터넷 과 HSDPA)	47

V. 결 론

53

참고 문헌

55

표 목차

<표 2-1> 정량-정성적 유망아이템 발굴 프로세스	12
<표 2-2> 유망성 평가지표별 평가기준	13
<표 2-3> 미래 유망사업 아이템 후보군의 도출	16
<표 2-4> 미래 유망사업 아이템의 선정	17
<표 2-5> 4G 이동통신의 평가내용	19
<표 3-1> 세계모바일단말기 보급률	24
<표 3-2> 3G와 4G 이동통신 시스템 비교	31
<표 4-1> 2세대와 3세대의 비교	43
<표 4-2> 3세대와 4세대의 비교	44
<표 4-3> 경쟁서비스와의 휴대인터넷 특징 비교	49

그림 목차

<그림 2-1> 정성적 프로세스 개발 방법	8
<그림 2-2> 정성적 유망아이템 프로세스	9
<그림 2-3> 선정단계에서의 유망성 평가기준	10
<그림 3-1> 4G 개념 및 로드맵	22
<그림 3-2> SDR 개념도	27
<그림 3-3> 이동통신단말기 시장 전망	35
<그림 4-1> 이동통신 기술의 진화	40
<그림 4-2> 휴대 인터넷의 개념	48

I. 서 론

1. 4G 이동통신의 개념

- ITU-R WP8F에서는 3G 시스템보다 한차원 향상된 무선전송 방식의 기술과 WLAN 또는 WMAN 및 휴대인터넷, 디지털 방송 그리고 위성통신의 기능을 모두 포함하는 것을 4G이동통신이라 함.
- ITU에서 제시하는 4G는 저속 이동 사용자에게 1Gbps 이상, 고속 이동 사용자에게 100Mbps 이상의 데이터 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있음.¹⁾
- 4G라는 용어는 1~3세대의 명칭으로부터 이어져 오는 일반적인 명칭이나 2001년 발행된 ITU-R의 PDNR (Preliminary Definition New Recommendation)에서는 전체 시스템을 총괄하는 개념으로 Systems beyond IMT-2000이라는 용어를 제정하여 사용하고 있음.
- 4G는 현재 B3G라는 용어로 널리 사용되고 있으며, 특히 이 용어는 이해관계에 따라서 다양하게 사용되고 있는데, 아시아를

1) 최진성, "4G 이동통신 국내외 연구 및 표준화 현황," TTA 저널 93호, LG전자 이동통신기술연구소, pp.102-103, 2004.

2 4G 이동통신

중심으로 4G라는 용어가 널리 사용되며, 기존 시스템의 발전 및 통합을 강조하는 유럽의 국가들을 중심으로 B3G란 용어가 더 널리 사용되고 있음.

- ITU-R WP8F에서 제시한 4G의 비전과 목표를 바탕으로 4G 시스템은 크게 Ubiquitous & Seamless Connection, High data rate, Openness, Network convergence의 특징을 갖음.
- 무선망과 핵심망 모두 위의 특징을 갖추어야 4G 시스템의 완전한 구성을 이룰 수 있으며 무선망은 특히 high data rate에 초점을 맞추어 전파를 이용한 무선 접속 구간에서의 대용량 데이터 전송이 가능하도록 하는 기술 개발을 요함.

2. 분석목적 및 필요성

- 이동통신단말기의 이용자들은 2세대, 3세대, 4세대와 같은 용어에 익숙하지만, 그 의미나 차이점에 대해서는 잘 알지 못하는 실정임.
- 따라서, 이러한 차이점에 대한 정보를 제공하고 향후 4G단말기에 대한 이해를 높이기 위해서 각 세대별로 현황분석을 통해 차이점을 밝히고자 함.
- 또한 국가정책수립자에게는 국가연구개발 자원의 효율적 활용을 위한 기초분석자료로 제공하고, 기업 및 연구기관의 기획 및 전략수립자들에게는, 기업의 사업계획 또는 R&D계획 수립

시 객관적이고, 충실한 정보를 제공하는 데 연구의 목적을 두었음.

3. 분석 방법

- 본 연구에서는 4G 이동통신 단말기를 중심으로 분석하였음.
- "II. 선정과정"에서는 미래 유망 사업 아이템으로서 4G 이동통신이 선정된 경위에 대하여 기술하였음. 사용된 주요 방법론은 미래 유망사업의 선정과 관련한 국내외 각종 기관 및 컨설팅사의 방법론을 참고로 하여 KISTI-SERI가 공동으로 개발한, 통합 프로세스 측면의 정성적인 방법론이었으며, IT 및 관련산업을 대상으로 하였음.
- "III. 산업시장분석"에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI) 보유 문헌 분석, 국내외 조사전문기관의 발표자료 분석, 전문가 자문 및 업계실태조사 등의 방법을 통해 기술·산업·시장의 동향을 파악하고 전망하였음.
- "IV. 4G 이동통신"에서는 전문가 자문 및 업계실태조사 등의 방법을 통해 "이동통신기술의 진화와 어플리케이션"을 이슈로 분석하였음.

II. 선정과정

1. 유망아이템 발굴/평가 프로세스

가. 프로세스 설계의 배경

- 미래 유망 사업아이템(이하 아이টে으로 칭함) 발굴 프로세스는 연구기관별 채택하는 방법론에 따라 상이하게 나타나고 있지만, 기본적으로 ① 환경분석(메가트렌드 분석), ② 유망 아이템 후보군 발굴, ③ 평가/우선순위결정으로 구성됨.
- 국내 주요 연구기관의 미래 유망아이템 발굴 방법론은 해외예측기관의 발표자료를 종합하는 방법 또는 전문가 위원회의 구성을 통한 정성적 접근방법 등이 매우 중요시되고 있음.
 - 해외의 경우는, 전문가 위원회의 활용이 매우 체계적인 것으로 파악되지만, 정성적 접근이 중요시되는 점은 국내의 경우와 크게 다르지 않음.
- 이러한 정성적인 전문가 위원회의 활용은 각종 의사결정에 있어서 장점이 많은 방법이지만 절차의 복잡성과 과도한 시간 및 비

6 4G 이동통신

용 소요, 소수 전문가의 과도한 영향력 발휘에 의한 왜곡 등의 단점이 있음.

- 따라서 최근에는 전형적인 전문가 위원회 구성 방식 이외에 설문 통계분석, 기술연관분석(고병열, 2003), KDD(Knowledge discovery in database)/KM(Knowledge Mapping), Bibliometrics 등 보다 정량적이고 객관적인 방법이 주요 의사결정 시스템에 많이 도입되고 있음.

- 이 중에서 최근 주목받고 있는 방법은 방대한 과학기술정보를 수록한 과학기술 DB 데이터를 대상으로, Bibliometrics, Text mining, Mapping 기법을 활용하여 보다 객관적인 사실을 도출하고자 하는 KDD 방법임(Porter, 2004; 윤문섭, 2004, Yoon, 2005; 윤병운, 2005; NISTEP, 2003).

- 그러나, “미래 유망아이템”의 경우, 다양한 사회현상과 밀접하게 연관되어 있기 때문에 시스템화된 정량적 발굴 프로세스를 100% 적용하기란 사실상 어려운 점이 있음.

- 따라서, 효과적으로 미래유망 아이템을 발굴하기 위해서는 정성적 프로세스(주지한 바와 같은 단점이 존재하지만) 및 정량적 프로세스와 병행하여 사용할 필요가 있음.

- 이에 따라, 본 보고서에서는 유망아이템 발굴에 대한 정성적 프

로세스와 정량적 프로세스를 모두 적용하였음.

- 한편, KDD/KM 등의 활용을 통한 정량적 프로세스의 적용은 기술분석 및 기술기획 관련 정책제언에 주로 적용되어 왔으나, 유망아이템 발굴과 같은 산업/시장분석²⁾ 측면으로의 활용은 현재까지 전무함.
- 따라서, 본 보고서에서의 정량적 프로세스는 이에 대한 최초의 시도로 볼 수 있음.
- 종합하면, 본 보고서에서 개발한 미래유망 아이템 발굴 프로세스는 정성적 프로세스 및 정량-정성적 프로세스로 나뉘어짐.
- 정성적 프로세스를 통하여 IT 및 관련 산업분야 15대 유망아이템을 발굴하였고, 정량-정성적 프로세스를 통하여 화학-금속-바이오 산업분야 15대 유망아이템을 발굴하였음.

나. 정성적 프로세스

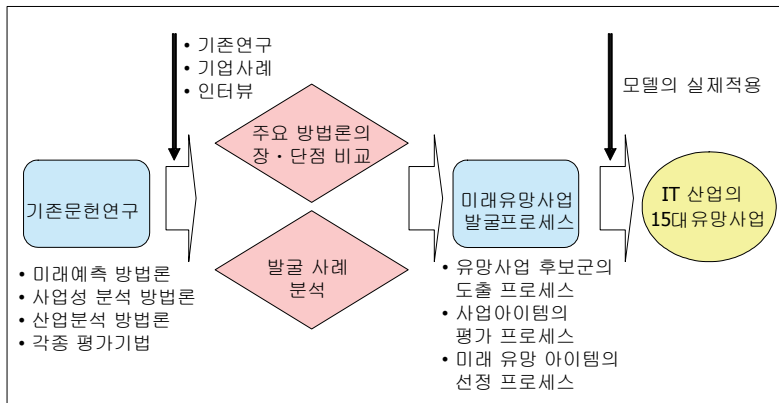
- 정성적 프로세스는 미래 유망사업의 선정과 관련한 국내외 각종

2) 예를 들어, 산업구조분석, 시장수요예측, 시장기회/위협요인 분석, 메가트렌드 분석 등이 해당되며 “유망아이템의 발굴”은 이러한 다양한 산업/시장분석 방법론이 종합된 형태로 볼 수 있음.

8 4G 이동통신

기관 및 컨설팅사의 방법론을 분석·비교하여 장단점을 파악한 후, 통합 프로세스를 고안하는 형식으로 개발하였음(<그림 2-1>).

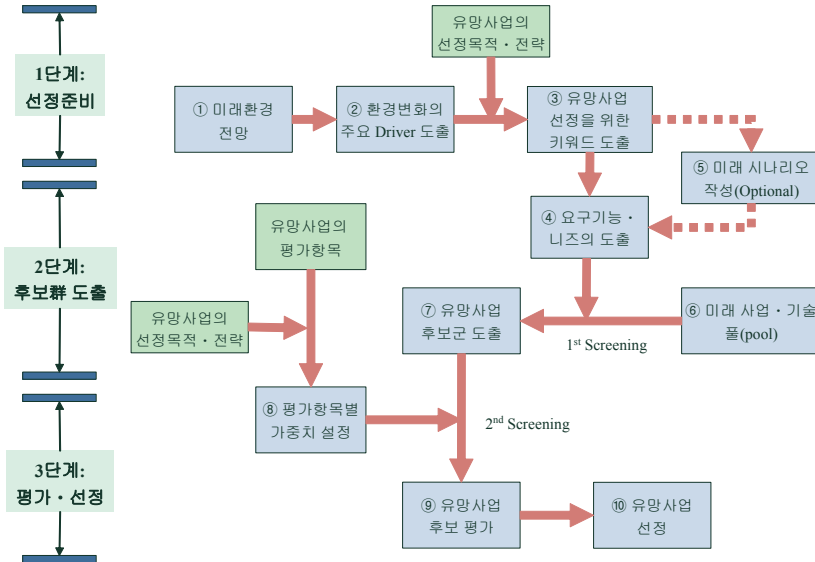
<그림 2-1> 정성적 프로세스 개발 방법



- 개발된 프로세스를 IT 및 관련산업에 적용하여 15대 미래유망사업 아이템을 도출하였음.
- 문헌고찰, 사례연구, 전문가 브레인스토밍, 과거 시장자료 DB 분석 등의 연구방법을 주로 사용하였음.
- 정성적 유망아이템 발굴 프로세스는 1) 선정준비, 2) 후보발굴, 3) 평가·선정의 3 단계에 걸쳐 총 10개의 세부모듈로 구성됨.³⁾

3) 한국과학기술정보연구원과 삼성경제연구소가 공동으로 개발하였음.

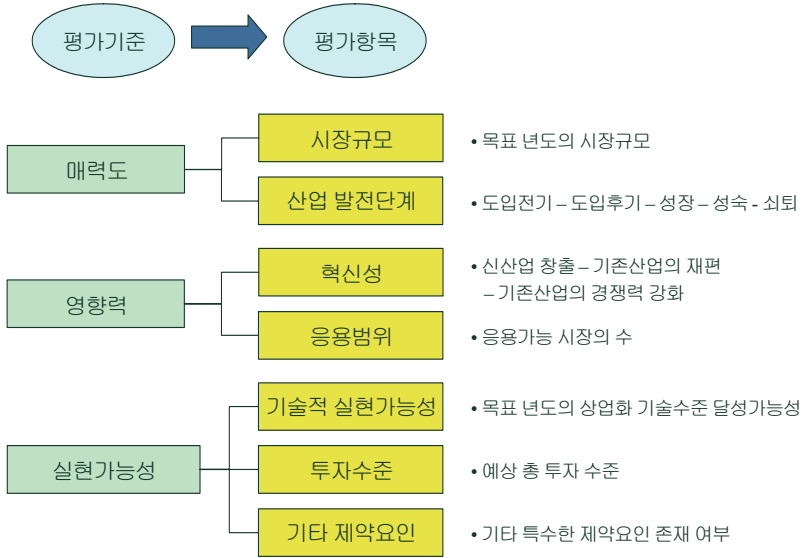
<그림 2-2> 정성적 유망아이템 프로세스



- 선정준비 단계 : 미래환경전망, 환경변화의 주요 動因 도출, 유망사업 선정을 위한 키워드 도출
 - 후보발굴 단계 : 미래 시나리오 작성, 요구기능니즈 도출, 대상산업의 미래 사업기술목록 작성, 유망사업 후보군 도출
 - 평가선정 단계 : 평가항목별 가중치 설정, 후보사업 평가, 유망사업 선정.
- 선정단계에서 유망성 평가기준은 매력도(시장규모 및 산업발전단계), 영향력(신사업 창출 가능성, 사업응용 범위), 실현가능성(국내 기술수준, 투자수준, 기타 제약요인)으로 설정하였음(<그림 2-3>

참조).

<그림 2-3> 선정단계에서의 유망성 평가기준



다. 정량-정성적 프로세스

○ 동 프로세스의 개발은, 상용화에 근접한 기술을 파악할 수 있는 특허 DB에 미래 유망아이템의 후보군이 존재한다는 기본 개념에서 출발함.

- 대상 특허 DB는 미국특허이며, 이 중 IPC C 코드로 한정하였음.
즉, 산업분야로 볼 경우, 화학, 금속, 바이오 산업의 영역으로 볼

수 있음.

- 특허는 IPC라는 기술분류 체계를 따르고 있기 때문에, 이를 산업/제품 분류 체계와 연관 지을 경우 매우 유용한 결과를 도출할 수 있음.
 - 즉, 최근 들어 급격히 부상하고 있는 특허 분류코드 및 키워드들을 파악하고 이들을 산업/제품 분류체계에 대응시킬 경우 미래 유망아이템 후보군을 도출할 수 있고, 해당 기술/산업 분야의 메가트렌드를 파악할 수 있게 된다는 의미임.
 - 이는, “현 시점에서 기술혁신 활동이 활발한 기술분야와 연관된 산업/제품이 미래 유망산업/제품이 될 가능성이 높다”⁴⁾는 의미와 상통함.
 - 이상과 같이 후보군이 도출되면 간단한 평가지표를 사용하여 우선순위를 결정하였음.
- 이상의 기본 개념을 바탕으로 <표 2-1>과 같이 유망아이템 발굴 프로세스를 설계하였음⁵⁾.
 - 기술-산업 연계구조 및 특허 키워드 분석 등 KDD/KM 측면의 접근을 시도한 것을 특징으로 함.

4) 가능성이 높다는 측면에서 유망아이템 후보군이라는 표현을 사용하였으며, 이후의 선정 단계에서 유망아이템을 최종 발굴한다.

5) 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, 863-887.

<표 2-1> 정량-정성적 유망아이템 발굴 프로세스

단계	내용	방법론	
① 분석대상 선정	최근 10년간 출원빈도가 급증하는 IPC 분류코드 (부상코드)와 정체되어 있는 분류코드(정체코드)의 선정	· 특허추세분석	정 량 적
② 메가트렌드 분석	부상코드와 정체코드의 IOM/SOU 분석을 통하여 기술혁신 추세변화가 산업에 미치는 영향을 분석	· IOM/SOU* 분석 (기술-산업연계구조 분석)	
③ 유망아이템 후보군 도출	부상코드 내에서, 1990년 대비 2000년에 새로이 출현한 키워드(부상키워드) 및 이들 간의 동시발생분석 분석결과를 대상으로 하여 산업적으로 의미있는 아이템화하여 도출	· 키워드 분석 · 키워드 동시발생분석	
④ 유망아이템 선정	유망아이템 후보군을 대상으로 메가트렌드 부합도, 시장 규모, 시장성숙단계, 기술의 혁신성 등의 평가지표를 사용하여 스크리닝	· 주요 평가지표를 사용한 평점모형	정 성 적

주* : 캐나다 지적재산권 관리국에서는 1972년부터 1995년까지 출원된 30만건 이상의 특허에 대해서 각 기술의 IPC 분류 코드를 해당 기술이 개발된 산업(Industry of Manufacture : IOM)과 그 기술이 활용되어지는 산업(Sector of Use : SOU)으로 분류하였음. Yale 대학에서는 이를 차용하여 IPC 분류 코드가 특정 IOM-SOU 조합으로 분류될 확률을 계산하였고, IPC 분류에 따른 특허자료를 연관된 IOU-SOU 행렬로 변환하는 공정을 최종 완성하였음(Johnson, 2002).

자료: 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, p.873.

- 발굴된 유망아이템 후보군으로부터 평가과정을 거쳐서 최종적으로 유망아이템의 우선순위를 결정하는 과정(④)은, 아이템의 매력도 및 영향력 등을 객관적으로 가늠할 수 있는 평가 지표를 도출한 후 이에 따라 후보아이템별로 평점을 부여하고 합산하는, 평점모형 방식으로 수행하였음.
- 이 단계에서는 DB의 정량적 활용이 어려워 기존의 모형(김은선 외, 2004; 삼성경제연구소, 2005)을 간략한 형태로 적용하였음(<표 2-2>).

<표 2-2> 유망성 평가지표별 평가기준

평가지표	평가 기준					
	5점	4점	3점	2점	1점	0점
세계 시장규모 (단위: 억달러)	300 이상	100 ~ 299	10 ~ 99	1 ~ 9	1 미만	
발전단계	성장기	도입후기	도입전기	성숙기		쇠퇴기
				현시점이 도입기인 경우	현시점이 성장기인 경우	
혁신성 ⁶⁾	Radical (신산업창출)		Disruptive (기존산업 재편)		Sustaining (기존산업의 경쟁력강화)	
메가트렌드 부합도	B2C화				부합	비부합
	바이오화				부합	비부합
	서비스화				부합	비부합

6) 기술의 혁신성이 높을수록 미래의 신산업 창출로 연결가능성이 높을 것으로 판단하여 높은 점수를 부여

2. 4G 이동통신의 선정과정

- 4G 이동통신은 IT 및 관련 산업에 속하는 아이템으로서, 앞서 제시된 프로세스 중 정성적 프로세스를 통하여 발굴되었음.

가. 유망아이템 후보군의 도출

1) IT 산업의 미래사업·기술 리스트

- 국가과학기술지도 및 중·장기 과학기술예측 자료를 IT 산업의 미래사업·기술 리스트로 활용함.
 - 국가과학기술지도(과학기술부, 2002)의 “정보-지식-기능화 사회구현” 비전에 따른 IT 관련 부문의 미래기술·사업을 기본 목록으로 사용. 국가과학기술지도의 IT관련 세부기술은 총 214개임.
 - 국가과학기술지도의 목표 년도가 2012년으로 본 보고서의 목표 년도인 2015년과 비교적 근거리이므로 큰 차이는 나지 않을 것으로 판단하여 이를 후보군에 포함하였음.
 - 최근 발표된 『제3회 국가과학기술예측』의 정보·지식 분야의 중·장기 미래기술 목록 중 국가과학기술지도와 중복되지 않는 기술들을 포함(과학기술부, 2005). 이 중 실현 예측시기가 2015년경 이내인 70개 기술들만 대상에 포함하였음.
 - 일본 문부과학성이 실시한 제7회 기술예측보고서의 「정보·통신」 및 「일렉트로닉스」 분야 중 국가과학기술지도 및 제 3회

국가과학기술예측과 중복되지 않는 기술을 포함(일본문부과학성, 2002). 이 중 실현 예측시기가 2015년 경 이내인 107개 기술들만 대상에 포함하였음.

2) 환경분석을 통한 유망아이템 후보군 도출

- 2015년의 유비쿼터스 환경에 필요한 요구기능·니즈 및 제약요인을 기준으로 IT 산업의 미래사업·기술 리스트로부터 유망사업 후보군을 도출하였음.
- 요구기능·니즈로부터 내용상 중복되는 것을 제외하고 총 8가지의 선별기준을 정함.

< 유비쿼터스 미래의 핵심 니즈·기능 >	
① 실시간·대용량 통신 네트워크	② 대용량 컴퓨팅
③ 정보 보안	④ 실시간 위치확인
⑤ 원격·상시 건강상태 확인·진료	⑥ 소형화·휴대성
⑦ 주택용·차량용 각종 기기의 지능화	
⑧ 기타 유비쿼터스 활용 서비스·솔루션	

- 상기 8가지의 니즈를 기준으로 미래사업·기술의 관련성 여부를 평가하여 총 22가지의 유비쿼터스 관련 유망기술 후보군을 <표 2-3> 과 같이 도출하였음.

<표 2-3> 미래 유망사업 아이템 후보군의 도출

기능	미래사업·기술	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
표시	Flexible 디스플레이						○		
	전자종이						○		
저장	차세대 메모리		○				○		
통신	4G 이동통신	○				○			
	UWB(Ultra Wideband)	○					○	○	
프로세싱	SoC					○	○	○	
	Grid 컴퓨팅		○						
전원	2차전지					○	○		
	마이크로 연료전지						○		
감지	바이오센서					○			
컨텐츠	가상현실 시스템								○
	전자화폐·금융 시스템								○
	오감형 미디어 콘텐츠								○
	S/W Agent							○	
	광·양자 암호			○					
응용	착용형컴퓨터						○		
	Telematics							○	
	U헬스					○			
	가정용 서비스로봇					○		○	
	biometrics			○					
	Interactive TV							○	
	RFID				○		○		

주 : 1) 표의 번호는 본문 박스 내에 있는 8가지 미래의 핵심니즈·기능의 번호임.

2) 상기 표에서 미래사업·기술 별로 8가지 핵심 니즈·기능을 실현하는 것과 관련이 있는 항목에 ○ 표시를 함

나. 4G 이동통신의 유망성 평가

- 이러한, 22개 유비쿼터스 관련 후보 사업·기술에 대해 기존 자료 및 연구진의 토의를 통해 평가항목별로 평점을 부여(<표 2-4>)하였음.

<표 2-4> 미래 유망사업 아이템의 선정

유망아이템 후보군	총점	시장 규모	발전 단계	혁신성	응용 범위
가중치	1.00	0.1	0.2	0.2	0.2
Telematics	4.60	5	5	5	5
RFID	4.40	3	5	5	5
SoC	4.30	5	5	3	5
Flexible 디스플레이	4.20	2	4	5	5
마이크로 연료전지	4.20	3	5	3	5
바이오센서	4.20	3	3	5	5
S/W Agent	4.20	3	5	3	5
4G 이동통신	4.10	5	5	4	5
U헬스	4.10	5	3	5	5
차세대 메모리	4.00	4	5	2	5
Grid 컴퓨팅	3.80	3	5	4	2
오감형 미디어 콘텐츠	3.70	4	4	3	5
가정용서비스로봇	3.70	5	4	5	4
가상현실 시스템	3.60	2	3	3	5
Interactive TV	3.60	5	5	2	2
전자종이	3.20	2	4	4	2
2차전지	3.10	4	1	1	5
착용형컴퓨터	3.00	3	3	3	3
biometrics	3.00	5	5	2	1
UWB(Ultra Wideband)	2.70	2	4	2	3
전자화폐, 금융시스템	2.60	5	1	1	1
광·양자 암호	2.30	1	3	4	1

(계속)

18 4G 이동통신

유망아이템 후보군	기술실현 가능성	투자 요인	계약 요인	계약요인 내용
가중치	0.2	0.1		
Telematics	5	1		
RFID	5	4	-0.3	개인정보유출
SoC	5	2		
Flexible 디스플레이	5	2		
마이크로 연료전지	5	3		
바이오센서	5	3		
S/W Agent	4	5		
4G 이동통신	5	1	-0.3	정책, 시장의 불확실성
U헬스	5	3	-0.3	법률, 제도 정비 필요
차세대 메모리	5	2		
Grid 컴퓨팅	4	5		
오감형 미디어 콘텐츠	2	5		
가정용서비스로봇	3	3	-0.3	안정성 문제
가상현실 시스템	4	4		
Interactive TV	5	3		
전자종이	4	2		
2차전지	5	3		
착용형컴퓨터	3	3		
biometrics	4	4	-0.3	윤리적 문제
UWB(Ultra Wideband)	3	4	-0.3	정책 불확실성
전자화폐, 금융시스템	5	5		
광촬양자 암호	1	4		

- 이 중, 4G 이동통신은 다음과 같이 평점을 부여받아 2015년 유망아이템으로 선정(<표 2-5>)되었음.

<표 2-5> 4G 이동통신의 평가내용

평가항목	평점	가중치	가중평점
시장규모	5	0.1	0.5
발전단계	5	0.2	1
혁신성	4	0.2	0.8
응용범위	5	0.2	1
기술실현가능성	5	0.2	1
투자요인	1	0.1	0.1
계약요인	-0.3		-0.3
합계			4.1

III. 산업시장분석

1. 개요 및 특성

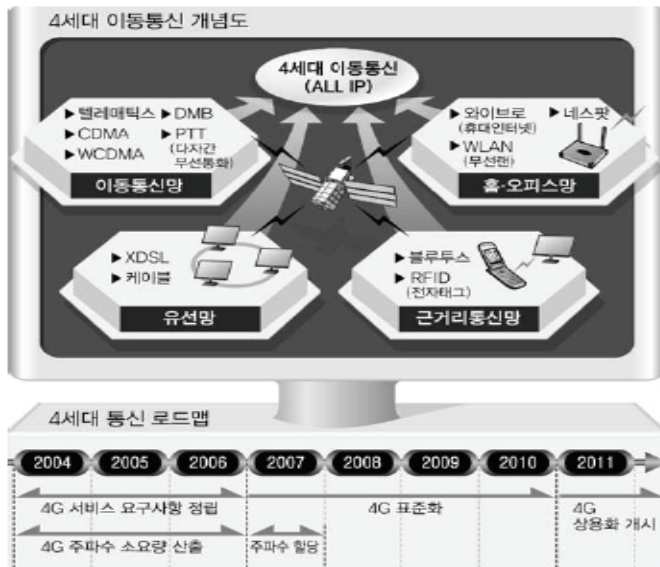
가. 기술의 특징

- 4G관련 기술은 크게 주파수(Radio), 액세스 네트워크(Access Network), 코어 네트워크(Core Network), 어플리케이션(Application) 등 4개의 구성 요소로 이뤄져 있음.
- 각 부문의 연구개발은 기존 3G이동통신 기술의 한계를 극복하기 위해 주파수 효율성 향상, 가격대비 전송률 최적화, 기존 통신 및 방송시스템과의 융합 등을 고려해 진행되고 있음.
- 주파수 부문은 효율적으로 송/수신할 수 있는 기술을 담고 있으며, 액세스 네트워크는 사용자가 4G 네트워크에 접속할 수 있는 기술로 셀 방식을 중심으로 Mesh Network 나 Adhoc Network 등의 기술을 함께 포함하고 있음.
- 코어 네트워크는 4G의 핵심 망으로 올 IP 개념이 적용될 것이 확실시되고 있으며, 어플리케이션 부문은 사용자가 4G 단말기를 통해 이동통신 서비스를 이용할 수 있도록 해주는 모바일 플랫폼과 각종 응용 프로그램을 포괄함.
- 특히, 플랫폼의 경우 한국의 WIPI를 비롯해 노키아 심비안, MS 포켓PC 및 스마트폰 운영체제(OS), 선마이크로시스템즈 JAVA 등이 경합을 벌일 것으로 예상됨.

22 4G 이동통신

- 위에 나열한 4G 기술 가운데서도 가장 핵심은 주파수 대역을 효율적으로 사용하기 위한 '무선 다중 접속 및 다중화'와 '고속 패킷 데이터 전송방식' 등을 꼽을 수 있으며, 무선 다중 접속 및 다중화 방식은 OFDM방식이 유력하고, 고속 패킷 전송은 MIMO방식이 대세로 인식되고 있음.

<그림 3-1> 4G 개념 및 로드맵



자료: 권수갑, "4G 기술 개념과 동향," IT리포트, 전자부품연구원, 2005, p.3.

- <그림 3-1>에는 4G의 개념과 로드맵을 나타내었으며, 4G의 핵심 기술로 예측되는 MIMO(Multiple Input Multiple Output)기술, 스마트안테나 기술, UWB(Ultra Wide Band) 기술, SDR(Software Defined Radio) 기술 등에 대해 분석하였음.

나. 시장의 특징

- 인터넷의 보급과 전송속도의 증가, 그로 인한 정보공유의 세계화 추세는 해외 로밍(Roaming), 화상통화 및 멀티미디어 서비스 등에 대한 높은 요구로 이어져 3세대 방식이 등장하는 원동력이 되었음.
- 2002년 일본의 NTT DoCoMo에 의해 WCDMA 방식이 최초로 상용화된 후 3세대 방식은 유럽을 중심으로 그 시장을 점차 넓혀가고 있는 과정에 있음.
 - 그러나 3세대 방식 역시 IMT-2000의 기치를 내세우고 글로벌 단일표준을 추구했던 초기의 목적달성에는 실패하여 WCDMA, CDMA 2000 1x EV-DO/DV, TD-SCDMA 등의 다양한 방식이 채택되고 있는 상황임.
- 3세대 이동 통신서비스의 발전과 함께 국내외적으로 향후 새롭게 시장수요를 견인해 나갈 차세대 단말기에 대한 관심이 높아지고 있음.
 - 이동통신서비스 사업자들에 의한 혁신적인 서비스와 차세대 이동통신 네트워크에 대한 접근성, 그리고 단말기 제조업체들에 의한 단말기 자체 특징과 성능의 강화, 즉 컬러 스크린, 디지털 카메라, 다중 화음, 게임기능, AV 기능 등이 중요해짐.
 - 차세대 이동통신 네트워크 및 서비스를 지원하면서, 새로운 특

24 4G 이동통신

정과 성능을 보유한 차세대 단말기를 시장에 경쟁사보다 먼저 출시함으로써 신제품의 출시 주기가 지속적으로 단축됨.

- 국내 이동통신단말기 산업은 2002년 말 기준으로 세계 단말기 생산의 25%이상을 차지하고 있으며, 생산의 85%이상을 수출하는 3대 주요 수출품목 중의 하나로서 국민 경제적 비중이 매우 큰 산업임.

<표 3-1> 세계모바일단말기 보급률

지역/국가	2002	2003	2004	2005	2006
일본	62.0%	65.6%	68.4%	70.3%	71.5%
한국	67.3%	69.0%	70.9%	72.1%	72.8%
중국	16.1%	19.8%	22.2%	23.9%	24.5%
아시아(other)	5.6%	7.3%	10.4%	12.5%	14.4%
북미	49.0%	50.7%	54.2%	56.7%	58.5%
남미	18.9%	23.5%	27.5%	31.9%	33.7%
서유럽	76.5%	77.6%	77.9%	78.0%	78.0%
동유럽	22.2%	26.0%	28.1%	29.1%	29.6%
기타	6.4%	9.1%	10.7%	11.8%	12.4%
Total	18.5%	21.0%	23.5%	25.3%	26.4%

자료: 김병선, 2004년 이동통신단말 시장전망 및 기술동향, 전자부품연구원, 2003, p.7.

- <표 3-1>에 나타난 바와 같이, 2003년 세계의 이동통신 보급률은 21%로, 그 중에서 서유럽과 한국 그리고 일본은 70% 정도의 보급률을 보이고 있음.
- 따라서, 이러한 국가에 대해서는 대체수요를 증가시키기 위한 단말기의 보급이 필요함.

- 대체수요를 증가시키기 위해서는 음성의 품질과 신규데이터 서비스의 지원이 가능해야 함.
- 주요국가의 단말기 교환 시기는 미국이 2.5~3년, 서유럽이 2~5년, 일본이 1.5~2년임.

다. 주요 기술

1) MIMO (Multiple Input Multiple Output) 기술

- MIMO기술은 간단히 설명하면 이동통신 환경에서 다수의 안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 다중 안테나 신호처리라고 할 수 있음.
- 페이딩을 경감하기 위해서 다양한 수신 다이버시티 기법이 사용되어왔으며, 이러한 전통적인 다이버시티는 다만 Multiple mobile antennas를 구현하기 어렵고 Forward Traffic의 증가에 대해서는 Solution이 없다는 점에서 Transmit Diversity 기법이 도입되기 시작했음.
- 3GPP에서도 다루어진 이 기술은 쉽게 말해서 송신 단에도 안테나를 두 개 달아 송신측에서부터 다이버시티 기법을 이용하는 역발상에서 시작되었는데 그 기술로는 STTD (Space-Time Transmit Diversity), OTD(Orthogonal Transmit Diversity), TSTD(Time Switched Transmit Diversity)등이 있음.
- MIMO 기술은 송신 단에 N개의 안테나를 배열하고 수신 단에도 N개의 안테나를 배열하여 다양한 기법을 사용하여 신호를 보내면 N배의 전송률 증가를 낼 수 있는 기법으로서 OFDM

기술과 함께 사용될 경우 고속의 전송률과 전송데이터를 대용량화 할 수 있는 멀티미디어 서비스에 이용될 수 있음.

2) SDR 기술

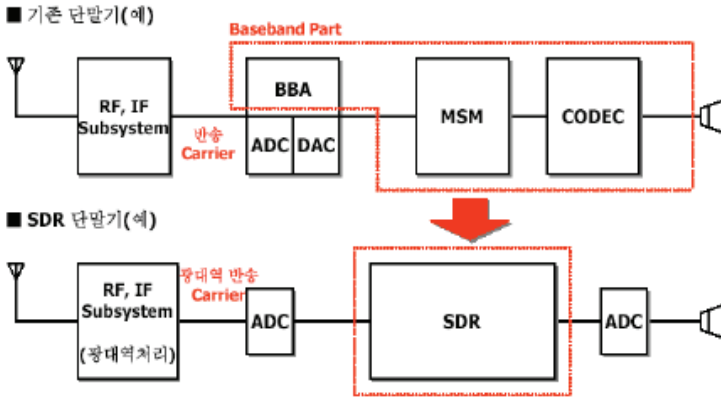
- SDR(Software Defined Radio)은 여러 세대의 이동통신시스템, 무선방송 및 통신시스템이 존재하는 다양한 통신환경에서 소프트웨어 업그레이드로 무선장치 및 서비스를 제공할 수 있는 효율적인 해결방안의 기술임.

- 21세기의 통신 수단은 고정형에서 이동형으로, 유선에서 무선으로, 음성위주에서 고속 멀티미디어로, single band/ single mode에서 multi-band/multi-mode로 계속 확대 발전해 나감.

- SDR 기술은 다음과 같은 주요 특성을 갖고 있음.

 - SDR은 시스템 재구성이 가능하므로 대역이나 모드를 선택할 수 있는 유동성(Flexibility)을 가짐.
 - 디버깅이나 성능 향상을 위한 업그레이드가 용이함.
 - 기존의 기능들을 다수 추가함으로써 SDR 시스템의 기능과 용량을 향상(Scalability)시킬수 있음.
 - 새로운 기능을 추가함으로써 SDR 시스템의 성능을 향상(Extensibility)시킬 수 있음.

<그림 3-2> SDR 개념도



자료: 권수갑, "4G기술 개념과 동향," IT리포트, 전자부품연구원, 2005, p.9.

3) 스마트 안테나 기술

- 이동통신에 대한 수요가 증가함에 따라 한정된 스펙트럼을 효율적으로 이용하기 위해 모뎀기술을 비롯하여 여러 가지 방법이 연구되고 있음.
- 기지국을 증설하지 않고 진보된 안테나 기술을 적용해서 통신 용량을 대폭 증가시키고, 통화품질을 향상시키기 위하여 스마트 안테나 기술이 지금도 연구되고 있지만 제4세대 이동통신 시스템의 핵심기술로 떠오를 전망이다.
- 스마트 안테나 기술은 원하는 가입자의 방향으로 전파를 집중시키고 타 가입자의 간섭 신호는 저하시켜 송수신함으로써 기존의 이동통신시스템의 성능을 크게 향상시킬 수 있음.

28 4G 이동통신

- 안테나 배열과 전파 방향을 제어할 수 있는 디지털 신호처리 기술을 복합적으로 활용하여 구현되는 Beam Forming 기술로서 통신 사업자 간에 지대한 관심을 불러일으키고 있음.
- 스마트 안테나 기술은 Switched Beam 형태와 Adaptive Array 형태로 크게 구분됨.
 - Switched Beam 및 Adaptive Array Antenna 기술은 모든 User의 위치에 따라 이득을 증가시키지만, 단지 적응 안테나 시스템만이 최적 이득을 제공하면서 동시에 간섭 신호를 추적하여 그 세기를 최소화하는 기술임.
 - 스마트 안테나의 목표는 무선신호의 좀 더 집중된 전송을 통해 무선 기반 시스템의 신호품질을 높이면서 주파수 재사용(Frequency Reuse)율을 증가시켜 시스템 용량을 높이는 것임.
 - 스마트안테나의 이 두 가지 종류 모두 기존 Sectored Antenna 시스템보다 우수한 이득을 제공하며, 특히 적응 안테나의 간섭제거 능력은 Switched Beam 시스템보다도 우수한 커버리지를 제공함.

4) ALL-IP 기술

- NGcN(Next Generation convergence Network) 분야에서도 언급되어지는 기술로서, 기존의 IPv4 기술에서는 32비트로 주소가 부족하여 DHCP, CIDR, NAT과 사설 IP 기술 등으로 해결해 왔으나 근본적인 해결책이 되지를 못했음.

- 따라서, IETF에서 표준화를 구성하였고, IPv6에서 128비트로 주소가 거의 무한적으로 사용할 수 있도록 규정하였음.
- IPv6의 주요 기능은 무한한 주소로 주소의 개수를 산술적으로 계산하여 지구단면적으로 나누어 볼 때 3.4×10^{13} [개/제곱센티미터]의 무한한 주소를 보유함.
- IETF Mobileip WG에서는 과거의 Mobile IPv4에서 생겼던 Triangle 통신 방식 문제를 해결하였기 때문에 이러한 IPv6표준화로 말미암아 제4세대 이동통신망도 All-IP망으로 진화하고 있음.

5) OFDM 기술

- 일반적으로 무선에서 데이터를 고속으로 전송할 경우 Multi-path Fading과 Doppler 확산 등으로 BER(Bit Error Rate)이 높아져 이러한 문제를 해결할 기술이 필요하게 되었기 때문에 Spread Spectrum방식이 제안 되었는데 DS-SS방식은 10[m]이상을 데이터 전송시에 칩 간의 간섭이 증가함에 따라 하드웨어 복잡도가 증가하고, Multi-user Interference에 의해 용량에 한계가 있는 것으로 알려져 있음.
- 한편 FH-SS방식은 고속 데이터 전송 시에 동기 추출이 어렵다는 단점이 있는데, 이러한 단점을 해결하는 기술로 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex)기술이 각광을 받기 시작했음.

- OFDM방식은 상호 직교성을 갖는 복수의 반송파를 사용하므로 주파수 이용 효율이 높아지고 송/수신 단에서 이러한 복수의 반송파를 변/복조하는 과정은 IDFT, DFT를 수행한 것과 같은 결과가 되어 IFFT와 FFT를 사용하여 고속으로 구현할 수 있음.
- 이러한 OFDM방식은 고속데이터 전송에 적합하기 때문에 IEEE802.11a와 HyperLAN2, IEEE802.16의 BWA(Broadband Wireless Access), DAB(Digital audio Broadcasting), 디지털 지상파 TV방송(DTTB: Digital Terrestrial Television Broadcasting), ADSL, 그리고 VDSL의 표준으로 채택되었음.
- OFDM방식은 주파수 효율이 높고 간단한 단일 탭 등화기로 고속 전송 시에도 급격히 증가하는 Symbol간 간섭의 보상이 가능하며 FFT를 이용하여 고속으로 구현할 수 있기 때문에 고속 데이터 무선통신을 위한 전송방식으로 채택되어 왔고 제 4세대 이동통신시스템에 적용될 것임.

2. 동향 및 전망

가. 연구개발 현황

- 전송속도를 향상 시키려는 노력은 정보통신 기술발전의 중한 근간을 이루고 있음.
- 3세대 이동통신인 IMT-2000 기술의 전송속도를 더욱 향상시키려는 노력과 4세대 이동통신에 적용할 새로운 무선전송 기술을 개발하는 부문으로 나뉘어 전개되고 있음.

<표 3-2> 3G와 4G 이동통신 시스템 비교

비교파라미터	3G 이동통신 시스템	4G 이동통신 시스템
주파수	2GHz	60GHz
서비스 속도	최대 2Mbps	최대 155Mbps
	셀룰라	셀룰라
이동성	단말기속도 100Km/s	100Km/s
	개인 이동성	개인 이동성
	셀크기 가변	셀크기 100~200m
셀크기	셀 영역 범용	상업지역, 주요도로

자료: 김창환, "차세대(4G) 이동통신서비스 동향," IT리포트, 전자부품연구원, 2004, p.13.

- 3G와 4G의 시스템을 비교해 보면, <표 3-2>에 나타난 것과 같이 다른 파라미터에 비해 주파수와 서비스속도에서 큰 차이를 보이고 있는 것을 알 수 있음.

32 4G 이동통신

○ 해외 개발동향

- 3G 이동통신 시장을 양분하고 있는 CDMA2000과 WCDMA의 무선전송 속도를 증가시키기 위해 3GPPx를 중심으로 최대 4.8Mbps를 지원하는 CDMA2000 1x EVDV 기술을 표준화 하고 있음.
- 미래 이동통신 적용을 위한 새로운 초고속 패킷 무선전송 기술 개발은, 미국의 경우 NSF(National Science Foundation)가 대학 중심의 기초연구를 지원하고 있으며, AT7T Labs-Research, 루슨트, 텔코디아, 노텔, 마이크로소프트 등도 기초연구 추진중에 있음.
- 영국은 컨소시엄(Mobile VCE)을 구성하여 산업체를 지원하고 있으며, 에릭슨, 지멘스, 알카텔, 노키아 등 업체 중심으로 4G 이동통신의 비전 정립 및 기초연구 추진 중에 있음.
- 일본은 총무성을 통하여 정부차원의 4G 이동통신 기술개발계획을 확정 발표한 바 있으며, 현재 NTT DoCoMo를 중심으로 기초연구 중에 있음.7)

○ 국내 개발동향

- IMT-2000으로 대표되는 3G 이동통신 상용화에 대한 결론이 나타나기도 전에 우리 정부는 4G 이동통신 핵심 기술을 준비 중임.
- ETRI가 개발하고 있는 광역무선 LAN 기술인 'HPi(high speed Portable Internet)'의 개발을 4G 이동통신 기술개발의 내용에

7) 김창환, "차세대(4G) 이동통신서비스 동향," IT리포트, 전자부품연구원, 2004, p.13.

포함시켜야 한다는 경향이 진행되고 있음.

- 삼성전자는 4G 이동통신 기술의 연구개발에 3,000~4000억원을 투자하고 국내 WCDMA 사업자들이 투자를 진행 중인 기술보다 한 단계 발전한 Release 5-HSDPA로 빨리 넘어갈 수 있을 것으로 전망하면서, 자체적으로 3.5G WCDMA와 3G EVDV용 장비와 칩을 개발하였음.⁸⁾

나. 시장동향과 전망

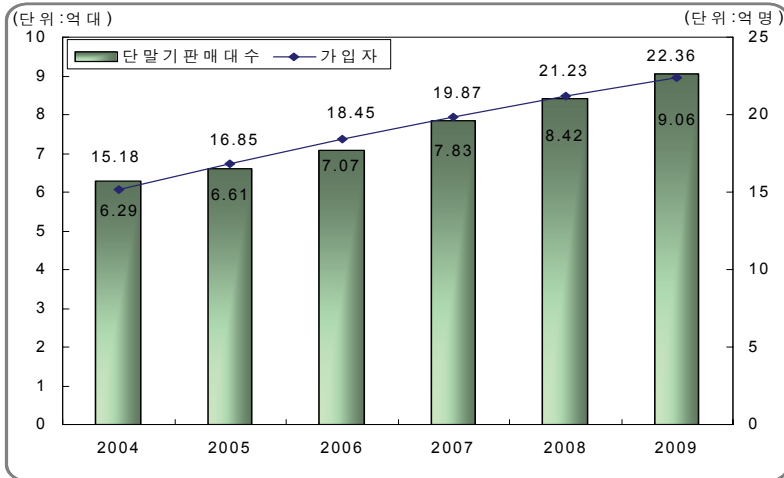
- 세계 시장은 신규 시장의 성장 및 교체수요의 증가에 따라 2001년 마이너스 성장률을 딛고 다시 성장세의 회복이 이루어지고 있음.
 - 1990년대 후반 단말기 시장은 이동통신 수요의 폭발적인 증가로 인해 1996~2000년 사이에 연평균 57.3% 고성장을 이루어 왔음.
 - 그러나 2001년도에 들어와 미국 경제의 침체, 세계 IT산업의 성장률 둔화, 3G 서비스의 도입 지연, 이동전화 단말기 교체수요의 감소 등으로 시장이 크게 위축되었으며, 처음으로 마이너스 성장률을 기록함.
 - 2002년에는 중국을 포함하는 아태지역 및 동유럽 등 신규 시장의 급성장, 일본, 한국에서의 카메라폰의 판매증가 및 서유럽·북미시장에서의 컬러 단말기 중심의 교체수요 증가 등으로 회복세에 들어섰음.

8) 김창환, "차세대(4G) 이동통신서비스 동향," IT리포트, 전자부품연구원, 2004, p.14.

34 4G 이동통신

- 향후 시장의 성장은 5% 내외의 점진적인 성장이 전망되고 있으며, 기존시장에서의 중고가·고기능 단말기 중심의 교체 수요와 신흥 시장의 중저가·저기능 단말기에 대한 신규 수요를 중심으로 성장할 것으로 판단됨.
- 동남아, 러시아, 인도 등의 시장은 신규 수요가 가장 빠르게 성장하고 있는 시장으로, 중저가·저기능의 시장진입단계(Entry level) 단말기를 중심으로 성장이 예상됨.
- <그림 3-3>에서 보는 바와 같이, 2005년도 이동통신단말기 시장규모가 6억 6천1백만달러로 2004년도 대비 5~6%의 타 성장 산업에 비해 낮은 성장률을 보였으며, 향후 2009년까지 연평균 성장률 7.57%의 성장을 보일 것으로 예상됨.
- 세계 이동통신가입자는 2005년도에 16억8천5백만명을 넘을 것으로 예상되며, 2009년까지 연평균 7.3%의 성장률을 보일 것으로 예상됨.(<그림 3-3>참조)
 - 세계 이동통신단말기 가입자중 GSM가입자가 74.47%, CDMA 가입자가 25.53%를 차지하고 있음.
 - 세계에서 이동통신 가입률이 가장 높은 국가는 대만으로 2002년도에 이미 100%를 초과하였음.

<그림 3-3> 이동통신단말기 시장 전망



자료: 하상욱, “이동통신기기 기술 및 산업동향”, 에이치텔레콤, p.8, 2005.와 전자부품연구원, “이동통신기기 개황 및 4G”, 전자정보센터, p.4, 2005 자료를 바탕으로 2008~2009 단말기 판매대수를 필자 재구성.

다. 업체 동향

○ 해외 업체

- 4G 개발은 유럽, 북미, 동아시아에서 활발히 진행 중이며, Nokia, NTT DoCoMo, Ericsson 등의 Major 기업이 여러 단체와 Project에서 적극적인 활동을 진행 중임.)
- Nokia는 Lucent Technology, Motorola와 같은 휴대 단말기 제조업체들과 같이 “Wireless Research Forum”을 결성하여 4G 관련 장비 개발에 적극적으로 나서고 있음.

9) 전자부품연구원, “이동통신기기 개황 및 4G”, 전자정보센터, pp.21-22, 2005.

- 이와는 별개로 3G이동통신 기술의 속도를 더욱 향상시키려는 노력이 3GPP에서 WCDMA 계열의 HSDPA로 표준화가 제정되었고 Nokia, Ericsson, Nortel, Lucent 등이 개발 중이며 2005년 상반기에 상용화 되었음.
- 미국에서는 NSF(National Science Foundation)의 주관 하에 지상과 위성통신망의 통합으로 차량에서 멀티미디어 서비스를 구현함은 물론 원격 진료, 인터넷을 통한 원격 교육 등의 서비스를 제공하는 100Mbps급의 4G 통신망을 2010년경에 구축하기 위해 노력하고 있음.
 - AT&T와 Lucent에서는 현재 ATM을 근간으로 25Mbps의 속도까지 제공할 수 있는 BHAMA(Broadband Adaptive Homing ATM Architecture) 프로젝트를 추진 중임.
- 유럽에서는 90년대 초부터 ETSI의 주도하에 여러 기관들에서 4G 이동통신에 대한 규격을 개발하고 있고, MBS(Mobile Broadband Service), MEDIAN, Magic WAND, SAMBA, AWACS 등의 프로젝트를 진행 중이며, 19~60 GHz대역에서 낮은 이동속도로 최고 155Mbps까지 높은 이동속도에서는 약 34Mbps 정도의 전송률을 지원하는 시스템을 개발 중임.
- 일본은 총무성을 통하여 정부 차원의 4G 이동 통신 기술 개발을 발표 하였고 NTT DoCoMo를 중심으로 연구를 진행 중임.
 - NTT는 사용자가 공공장소, 집, 사무실 등에서 10Mbps의 전송속도로 ATM 망에 접근할 수 있는 AWA 프로젝트를 수행 중임.

- NTT DoCoMo는 최근 반도체 분야의 선도 업체인 인텔과 4G 휴대폰 칩 공동 개발, 무선 통신망에 사용되는 중계기 공동 개발에 합의함으로써 향후 국제 경쟁에서 자사 기술의 표준화를 도모한다는 야심찬 계획을 가지고 있음.
- AWA는 유럽의 ACTS 프로젝트와 연계하여 같은 시험시스템을 사용하고 있으며, 3~30GHz 대역에서 사용자당 최고 12Mbps의 전송속도를 제공함.

○ 국내 업체

- 최근 삼성전자와 LG전자는 3G 서비스가 올해부터 세계적으로 본격화하고 이에 따른 기술개발 또한 어느 정도 완성단계에 이르렀다고 보고, 조만간 도래할 것으로 예상되는 4G시대에 대비, 기술개발 및 표준화 활동에 박차를 가할 계획임.
- 국내 기업은 특히 노키아, 모토로라 등 글로벌 기업과 본격적으로 맞붙게 될 기술개발 경쟁서 우위를 확보하기 위해 핵심기술 개발인력 확보에 전력을 기울이는 한편 세계 표준화 논의에도 주도적으로 참여할 예정임.
- 삼성전자는 2.5G 및 3G에 이어 4G에서도 주도권을 지속적으로 가져간다는 방침 아래 2005년 연구개발(R&D) 예산 1조 4000억원의 30% 가량인 4200억원을 4G 부문의 기술개발 및 표준화 활동에 투입하고 있음.
- 삼성전자는 4G 관련 기술개발과 표준화에 참여하고 있는 165명의 인력 이외에도 지속적으로 전문인력 확보에 나설 예정임.

38 4G 이동통신

- LG전자(대표 김쌍수)도 올해를 4G시대의 주도권 확보를 위한 선행기술 개발 및 표준화 활동의 원년으로 삼을 예정임.
- LG전자는 2.5G, 3G 위주의 기존사업을 4G부문의 강화에 맞추는 등 R&D 부문 재편에도 나설 예정이며, 4G 전문인력도 50명 이상을 신규로 확보했으며, 연말까지 100명의 4G 연구개발 인력을 확보할 계획임.
- LG전자는 2005년 100억원의 예산을 투입, 4G 기본기술 개발 및 표준화 활동을 강화하고 있으며, 나아가 상반기 내에는 4G 기술개발을 위한 장기과제 개발계획을 완료할 방침임.¹⁰⁾

10) 권수갑. "4G 기술 개념과 동향", 중소기업청, pp.15-16, 2005.

IV. 이슈 분석

- 이동통신기술의 진화와 어플리케이션 -

1. 이동통신 기술의 진화

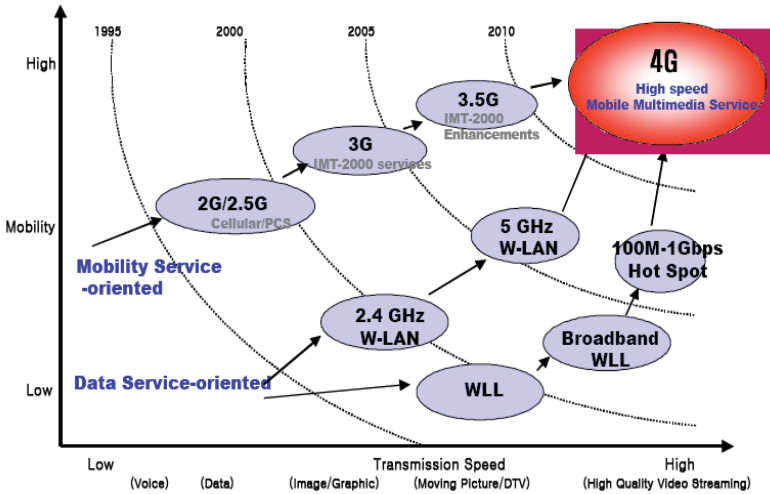
가. 이동통신 시스템의 진화 과정

- 아날로그 이동전화를 제1세대, PCS(Personal Communication Service) 디지털 이동전화를 제2세대, 그리고 국제이동통신 IMT-2000을 제3세대 이동통신 서비스라고 하며 제4세대 이동통신 서비스는 그 뒤를 잇는 통신서비스로 하나의 단말기로 위성망, 무선랜(LAN), 인터넷망 등을 모두 사용할 수 있음.
- <그림 4-1>에서 보면, 제2세대 이동통신 이후의 이동통신 시스템의 진화과정을 볼 수 있음.
 - 개인휴대통신(PCS)이후 IMT-2000과 IMT-2000 EVDO/EVDV를 거쳐 제4세대 이동통신에 이르고, 무선 LAN의 IEEE 802.11X 계열들은 이동통신 서비스와 결합하면서 제 4세대 이동통신에 이르고 있음.
 - 무선 가입자망(WLL) 서비스는 Hot-spot의 휴대 인터넷(Wi-Fi)을 통하여 진화하고 위성 방송, 위성 통신, 그리고 위성측위

40 4G 이동통신

서비스 외에 개인구역 무선 PAN까지 완전히 통합하는 서비스로 진화 하고 있음.¹¹⁾

<그림 4-1> 이동통신 기술의 진화



자료: 박승창, 국내의 차세대(4G) 이동통신 산업의 최근동향 분석, 전자부품연구원, 2003, p7.

- 제4세대 이동통신은 제3세대 이동통신 서비스보다 훨씬 진화하고 Any-X(anyone, anywhere, anytime, anyservice)에 충실한 서비스가 요구 됨.
- 이동통신망의 진화에 따라 이동통신 단말기 분야 또한 기술적인 환경변화가 이루어짐.¹²⁾

11) 박승창, “국내의 차세대(4G) 이동통신산업의 최근동향 분석”, EIC, p.6, 2003,

- 멀티미디어의 가속 : 컬러디스플레이 탑재, AV 기능의 강화, 무선인터넷 지원 기능 강화 등 다양한 어플리케이션을 구현하는 멀티미디어 단말기로 변모하고 있음.
- 단말기의 가격인하 가속 및 기능 다양화 등에 대응하여 부품의 모듈화, One-chip화 경향이 심화되고 있음.
- 융합,복합화의 진전 : 디지털 컨버전스의 진전, 대역폭 확장 및 네트워크 통합 등 통신인프라의 혁신, 고객니즈의 다양화 등을 바탕으로 통신, AV, 컴퓨팅 등의 기술융합, 기능복합이 진전됨.

나. 각 세대별 이동통신의 특징 및 비교

- 1세대는 아날로그 FM을 이용하여 음성을 전송하는 이동통신 방식으로 1984년 SK Telecom 이 차량을 이용한 이동전화로 시작하여 1998년을 마지막으로 시스템을 철수하였고 지금은 사용하지 않음.
- 1세대의 용량부족과 낮은 품질문제를 해소하기 위해 2세대인 디지털 셀룰러(digital cellular)가 등장하였고, 2세대 이동전화가 등장한 후 일반인들이 사용할 수 있도록 가격이 저렴하고 사용이 보편화된 PCS 서비스가 등장함.
- 2세대 네트워크를 통한 음성 및 단문메시지 이동통신 서비스가

12) 조준일, "이동통신단말기의 진화방향", LG경제연구원, 2003, p.29.

42 4G 이동통신

성공함에 따라 이동통신 업체들이 속도가 더 빠르고 풍부한 데이터를 서비스 할 수 있는 3세대 기술로 이행하기 시작하였음.¹³⁾

- 3세대 서비스인 IMT-2000은 유럽과 일본 중심의 W-CDMA와 북미중심의 cdma2000 두 가지 방식이 있음.
 - 전자는 비동기식 방식인 GSM에서 발전된 중속 회선교환서비스인 HSCSD(High Speed Circuit Switching Data) 와 중속 패킷교환서비스인 GPRS(General Packet Radio Service)가 발전한 형태임.
 - 후자는 동기식 방식인 CDMA가 IS-95A, IS_95B, cdma2000-1X 등을 거쳐 발전한 것임.
 - 동기식은 위치추적시스템인 GPS를 이용해 기지국의 시각을 일치시키는데 반해 비동기식은 자체적으로 이를 조정하는 방식을 말함.
 - <표 4-1>에서는 기존의 2세대(Celluar,PCS)와 3세대(IMT-2000)의 차이점을 전송속도, 주파수 대역, 제공서비스 등으로 구분하여 간단하게 표현함으로써 속도가 더 빠르고, 다양하고 풍부한 데이터를 서비스 할 수 있게 됨을 보여줌.¹⁴⁾

13) 김민식, "차세대 이동통신단말기 개발 현황과 시장전망" 정보통신 산업연구실 주임연구원, 2002, p.22.

14) 원정욱, 4G를 향한 이동통신기술진화, ETRI, 2003, p.14.

- 3세대 IMT-2000 의 경우, 사용자의 변화하는 이동통신 서비스의 요구에 대한 서비스 제공에 한계가 있을 것으로 예측되고 서비스의 핵심인 국제간 로밍이 불투명하며 속도가 미진한 실정임.¹⁵⁾

<표 4-1> 2세대와 3세대의 비교

구분	디지털 이동통신		IMT-2000
	Celluar	PCS	
세대	2세대	2.5세대	3세대
주파수 대역	824-849MHz 869-894MHz 총50M	1.75-1.78GHz 1.84-1.87GHz 총230M	1.885-2.025GHz 2.110-2.200GHz 총230M
채널당데이터 전송속도	9.6-64Kbps	14.4-128Kbps	이동:144-384kbps 실내: -2Mbps
음성보코더	8Kbps(EVRC)	13Kbps	8-32Kbps
대역폭	1.25MHz		5/10/20MHz
제공서비스	음성위주의 저속데이터		고속멀티미디어 서비스(음성,데이터,영상)
로밍범위	국가, 지역적		범세계적

자료: 원정욱, "4G를 향한 이동통신기술진화", ETRI, 2003, p15.

- 4세대 이동통신 새로운 세대라고 규정 지을수 있는 근거나 기준은 유*무선 통합과 유비쿼터스 서비스에 있음.

- 서비스의 기본개념이 현재의 음성 및 패킷 데이터 통신위주에

15) 김대식 외 2명, "차세대 이동통신 서비스 연구동향", ETRI, P.12.

44 4G 이동통신

서 고속 이동 중에 최대 100Mbps, 정지 및 저속 이동중에 155Mbps~1Gbps의 데이터 전송속도를 기반으로 하여 유 *무선 방송 통합에 의한 진정한 멀티미디어 통신이 가능토록 하는데 있음.

- 유비쿼터스 서비스 제공을 위한 플랫폼 실현에 있음.
- 즉, 각각의 망을 가지고 있는 유선서비스, 이동통신 서비스, 방송서비스가 하나의 망으로 융합되기 위해서는 서비스 통합부터 이루어 져야 함.16)

<표 4-2> 3세대와 4세대의 비교

구분	3세대	4세대
전송 속도	144-2Mbps	2M-150Mbps
주 서비스	음성/저속 Multimedia	고속 Mulitmedia
중심 주파수	2GHz	20-60GHz
주파수이용효율	70%	100%
Cell 구성	Macro/Micro Cell	Micro/Pico Cell
무선제어	기지국-제어국간 ATM망	기지(무선)국-제어국간 IP over WDM망
호제어	ATM 지원 호 제어 Hard QoS 기반	IP 지원 호 제어 Soft QoS 기반
무선접속 프로토콜	고정/예약 할당방식 ARQ	지능형 동적 예약 할당방식 Hybrid ARQ
로밍	이기종간 제한적인 로밍	글로벌 로밍
무선접속	CDMA 전용 FDD/TDD 단일/다중 반송파 OCQPSK/QPSK	CDMA/PDMA TDD/FDD 혼용 다중 반송파 OFDM/OCQPSK/QAM

자료: 권수갑, "4G(Beyond IMT-2000) 개념과 동향" 재구성, EIC, 2003, p3.

16) 김대식 외 2명, "차세대 이동통신 서비스 연구동향", ETRI, P.12.

- <표 4-2>를 보면 4세대 이동통신이 3세대 이동통신인 IMT-2000의 단점인 전송속도 측면에서 2Mbps 보다 높은 전송률을 보이며 완벽한 글로벌 로밍 지원, 그리고 고속 멀티미디어 서비스가 가능함을 보여주고 있음.

2. 세대별 대표적 제품군

가. 2세대(Digital Cellular) 와 2.5세대(PCS)

- 2세대 이동통신 기술인 Digital Cellular 는 다중접속방식에 의해 시분할 다중접속(TDMA: TIME Division Multiple Access) 방식과 코드분할 다중접속(CDMA: Code Division Multiple Access) 방식으로 구분됨.
 - TDMA 방식에서는 각 무선 채널이 여러개의 시구간(timeslot)으로 구성되며, 각 사용자 들에게 특정의 주파수,시구간이 할당되어짐.
 - CDMA 방식에서는 확산된 주파수 대역을 사용자가 공유하여 사용할 수 있도록 한 방식으로 직접확산 방식과 주파수 도약 방식이 있음.
 - 직접확산 방식에서는 하나의 셀 안에서 하나의 주파수가 여러 이용자에 의해 사용되며, 각 신호들은 서로 다른 부호로 확산되어 구별이 가능함.

46 4G 이동통신

- 개인 휴대통신(PCS: Personal Communication System)은 언제, 어디서나, 누구와도 통화가 가능하도록 하는 통신의 개념이며, PCS의 특징은 셀룰러 이동전화에 비해 사용요금이 저렴한 보행자 중심의 서비스이며 유선전화와 동등한 수준의 통화 품질을 제공함. 17)

- 음성뿐만 아니라 데이터, 단문메시지, 호출 서비스 등은 물론 멀티미디어 서비스를 제공하며, 단말기의 이동성을 보장함.
- 경제적인 측면에서 PCS는 기존의 셀룰러 시스템보다 가입자당 서비스 비용을 줄일 수 있는 장점이 있음.
- 비록 PCS를 구현하는데 있어 셀룰러 시스템보다 많은 수의 기지국이 필요하지만 PCS용 기지국은 그 크기가 작아 설치가 용이하므로 비용을 줄일수 있기 때문임.
- 즉, 망 구축에 드는 비용이 PCS가 셀룰러 보다 낮음.

나. 3세대(IMT-2000)

- 2세대의 기술방식 및 주파수대역의 제약으로 인한 한계를 극복하고, 보다 빠른 전송을 통해 멀티미디어 수준의 서비스를 제공하고자 등장한 것이 3세대 이동통신서비스인 IMT(International Mobile Telecommunication System) 임.

- IMT-2000 시스템은 5/10/20MHz의 넓은 채널 대역폭을 가지

17) 한국정보통신 수출진흥센터, “이동통신 개관”, 2004, P.16-17.

고 있으므로 멀티미디어 서비스 환경에 적합한 구조를 갖고 있음.

- 실내의 경우 최대 2Mbps까지 전송이 가능하고 이동시에는 144-384Kbps급의 비교적 빠른 수준의 데이터통신 서비스 이용이 가능함.
- 대부분의 국가에서 cdma2000 또는 W-CDMA 2개의 기술표준 중 하나 또는 모두를 채택하였고, 동일 주파수 대역(2000MHz)을 사용함에 따라 IMT-2000 가입자는 세계 어느 지역에서나 자신의 단말기를 통해 이동통신망으로의 접속이 가능하게 됨.

다. 3.5세대(휴대인터넷 과 HSDPA)

- 휴대인터넷 서비스는 휴대인터넷 단말을 이용하여, 정지 및 이동 중에서도 언제 어디서나 고속으로 무선인터넷 접속이 가능한 서비스로 정의됨.
 - <그림 4-2>에서 볼수 있듯이 휴대인터넷의 특징은 정지 및 보행뿐만 아니라 약 시속 60km정도 중속의 이동성 및 ADSL과 유사한 수준인 최대 1Mbps급의 데이터 전송률을 지원하는 것임.
 - 초기단계의 개념에서는 정지 및 보행자 속도의 이동성만을 고려했으나, 이후에는 이동통신 사업자들이 휴대인터넷 사업화가 본격적으로 참여하면서 상당한 수준의 이동성을 확보하고자 하는 목표가 반영된 것임. 18)

<그림 4-2> 휴대 인터넷의 개념



자료: '모바일 멀티미디어 2005 컨퍼런스'를 기초로 재작성

- 국내에서는 2002년도부터 2.3GHz 대역을 활용하여 기존시스템의 한계를 극복하고 ADSL 수준의 품질과 비용으로 정지 또는 저속 이동 중에도 고속 인터넷 접속이 가능한 무선인터넷 서비스로서 '휴대인터넷(WiBro)'이라는 새로운 서비스를 개념화한 바 있음.
- <표 4-3>을 보면 무선랜은 일반적으로 최대 11Mbps의 전송속도를 제공할 수 있는 서비스지만, 전송거리가 짧고, 한지역의 서비스 지역에서 다른 서비스 지역으로 이동할 때 접속을 끊

18) 사업기획개발센터, "휴대인터넷(2.3GHz)", 전자정보센터, 2005, p.3.

고 다시 해야 한다는 이동성의 제약을 받고 있음.

- 다른 한가지인 모바일 인터넷 서비스는 넓은 서비스 지역과 이동성의 제약이 없다는 장점이 있지만, 무선랜과는 비교되는 낮은 전송속도와 이와 달리 높은 이용요금이라는 문제점으로 활성화되지 못함.
- 하지만 휴대인터넷은 무선랜과 같이 이동성의 제약도 모바일 인터넷 서비스처럼 낮은 전송속도 및 비싼 이용요금의 단점을 보완한 것이라 할 수 있음.¹⁹⁾

<표 4-3> 경쟁서비스와의 휴대인터넷 특징 비교

구분	무선랜	CDMA 1x EV-DO WCDMA	휴대인터넷
전송속도	11-54Mbps	2Mbps	1-2Mbps
요금	저가(정액제)	고가(종량제)	저가 (정액,종량,혼합제)
이동성	정지/준정지	고속이동	중/저속 이동(60km)
단말기	PDA,노트북	휴대폰	휴대폰,PDA,스마트폰 노트북
장점	높은 전송속도 및 범용성	넓은 서비스 커버리지 소속의 이동성 확보	저렴한 이용요금 유무선 콘텐츠 이용
단점	제한된 커버리지 끊김현상 (Hand Off)	제한된 콘텐츠 높은 이용요금 낮은 전송속도	중저속의 이동성

자료: 지경용 "휴대인터넷 서비스 시장동향 및 전망, ETRI, p.1, 2004.

- 일명 3.5G 서비스로 불리는 HSDPA(High-Speed Downlink Packet Access, 고속 하향 패킷 접속)는 평균 데이터 전송량

19) 사업기획개발센터, "휴대인터넷 서비스 전망 보고서", 전자정보센터, 2005, p.3.

3.4Mbps, 최고 전송량 14Mbps으로 동기식 3G인 EV-DO 보다 는 7배, 비동기식 3G인 WCDMA보다 5배 이상 빠른 기술이며, 지원가능한 이동속도는 최대 250Km까지 발전할 예정으로 이동 중에도 동영상 통화는 물론 대용량의 멀티미디어 다운로드와 고속 무선인터넷 접속이 가능함.

- AMC (Adaptive Modulation and Coding) : HSDPA 의 핵심 기술의 하나로 하향채널 상황에 관계없이 고정된 변조방식을 사용하던 기존의 시스템과는 달리 하향채널 상황에 따라 변조 방식을 달리하는 방식임.
- 멀티미디어 데이터는 서비스 종류에 따라 다양한 전송률, 다양한 전송 품질등을 요구하므로 기존의 음성위주의 서비스 제공과는 다른 개념의 링크 적응 기법이 요구됨.
- AMC 기법은 이러한 데이터 전송에 효율적인 링크 적응 기법으로, 전송 전력이 아니라 전송률을 채널환경에 맞게 변화시키는 적응 방식임.
- HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request) : HSDPA 의 두 번째 핵심 기술로 기지국으로부터 Packet Data를 수신하면 Packet Data의 성공적인 수신여부를 기지국에게 알려줌으로써 기지국으로 하여금 필요시 해당 Packet을 재전송하게 하는 방식임.
- ARQ 기법은 수신 Packet에 오류가 발생하는 경우 재전송을 요청하여 이를 수정하는 기법으로 네트워크 프로토콜의 2계층인 데이터 링크 계층에서 널리 사용되는 기법임.

- HSDPA에서는 동작 영역을 FER(Frame Error Rate : 프레임 오류 확률) 10%로 설정하고, 이때 발생하는 Packet 오류를 HARQ를 이용하여 수정하는 방법을 사용하여 전송전력을 크게 낮출수 있었음.
- 최근에 무선랜, 휴대 인터넷과 같은 경쟁 서비스 시스템의 출현으로 W-CDMA의 진화 시스템인 HSDPA의 조속한 시장 진입이 요구됨.
- 이동통신 사업자를 중심으로 체계적인 비즈니스 전략과 수익 모델의 창출 및 실행 의지, 가치사슬 내 관련 기업들과의 협력과 제휴, 강력한 정책적 지원 등이 행해지고 있음.
- 이런 3G 사업의 딜레마를 극복할 수 있는 진정한 3G 서비스의 실현수단으로 HSDPA는 중요한 돌파구를 마련해 줄것으로 기대됨.²⁰⁾

20) 사업기획개발센터, "HSDPA 개념과 동향", 전자정보센터, 2005, p.16.

V. 결 론

- 현재의 소비자들은 개인의 이동성 보장과 저렴한 비용의 데이터 통신, 그리고 언제 어디서든 통신이 가능할 수 있는 이동통신 환경을 요구하고 있음.
- 따라서, 저렴한 비용과 장소의 구애를 받지않는 망통합 개념의 4G 이동통신이 현재 이슈로 떠오르고 있음.
- 4G 이동통신이 상용화되는 시기를 2010년경으로 보고 있으며, 4G 이동통신은 3G, 3.5G 등의 과도기적인 이동통신 방식의 발전형태가 될 것으로 판단됨.
- 따라서, 2.5G, 3G, 3.5G 등은 장기적인 관점에서의 비전과 개념을 설정하고 핵심이 되는 요소기술을 선도적으로 확보해 나가면서, 세계와의 경쟁과 협조를 통한 기술개발의 추진이 필요함.
- 4세대 이동통신은 새로운 서비스와 비즈니스의 견인차가 될 것이므로, 향후 기술 진전에 따라 전자화폐, 모바일EC, intelligent 가전, 음악, 영상콘텐츠의 배포, 로봇제어 등 새로운 서비스, 비즈니스를 창출하여 편리하고 윤택한 라이프 스타일을 실현할

54 4G 이동통신

것임.

- 하지만, 4G의 출현으로 인해서 기존의 세대별 이동통신 방식이 바로 사라질 것으로 판단하지는 않음.
 - 따라서, 기존의 방식과 차세대 이동통신 방식이 호환(핸드오프)이 가능하도록 기술의 발전이 이루어질 것으로 판단됨.
- 우리는 2세대, 3세대 이동통신 시스템의 노하우를 충분히 가지고 있으므로, 이러한 강점을 바탕으로 보다 혁신적이고 장기적 비전을 제시할 수 있는 4세대 이동통신 시스템을 개발하고 핵심기술을 조기에 확보함과 동시에 국제 표준화를 선도하여 세계 최고의 IT강국을 만들어 나가야 할 것임.

참고 문헌

1. 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, pp.863-887.
2. 고병열, 홍정진, 손종구, 박영서, “기술연관분석을 통한 중소기업형 전략적 기술개발과제의 우선순위 도출,” 기술혁신학회지, 6(3), 2003, pp.373-390.
3. 과학기술부, 국가과학기술지도, 2002.
4. 과학기술부, 제3회 과학기술예측조사, 2005.
5. 권수갑, “4G(Beyond IMT-2000)”, 전자부품연구원, 2003.
6. 권수갑, “4G기술 개념과 동향,” IT리포트, 전자부품연구원, 2005.
7. 권수갑, “3G 산업동향”, 전자부품연구원, 2005.
8. 권수갑, “HSDPA 개념과 동향”, 전자부품연구원, 2005.
9. 김대식 외 2명, “차세대 이동통신 서비스 연구동향”, ETRI, 2004.
10. 김민식, “차세대 이동통신단말기 개발 현황과 시장전망”, 정보통신 산업연구실 주임연구원, 2002.
11. 김병선, “2004년 이동통신단말 시장전망 및 기술동향”, 전자부품연구원, 2003.
12. 김창환, “차세대(4G) 이동통신서비스 동향,” IT리포트, 전자부품연구원, 2004.
13. 김은선, 고병열, 박창걸, 황규희, “기업의 성공적 사업다각화를 위한 유망사업군 발굴 프로세스의 설계”, 기술혁신학회 춘계학술대회, 2004, pp.174-191.

14. 박승창, “국내외 차세대(4G) 이동통신 산업의 최근 동향분석”, (주)폴리소프트 대표이사, 2003
15. 사업기획개발센터, “휴대인터넷(2.3GHz)”, 전자정보센터, 2005.
삼성경제연구소, 유망아이템 발굴 프로세스 개발, 한국과학기술정보연구원, 2005.
16. 원정욱, “4G를 향한 이동통신기술진화”, ETRI, 2003.
17. 윤병운, 특허 분석을 통한 기술 지식의 관리와 신기술 개발 방법론, 공학박사학위논문, 서울대학교, 2005.
18. 일본 문부과학성 과학기술정책연구소·미래공학연구소, 한국과학기술정보연구원(역), 2030년의 과학기술, 2002.
19. 전자부품연구원, “이동통신기기 개황 및 4G”, 전자정보센터, 2005
20. 전자부품연구원, “휴대 인터넷 서비스 전망 보고서”, 전자정보센터, 2005.
21. 조준일, “이동통신단말기의 진화방향”, LG경제연구원, 2003.
22. 최진성, “4G 이동통신 국내외 연구 및 표준화 현황,” TTA 저널 93호, LG전자 이동통신기술연구소, 2004.
23. 하상욱 “이동통신기기 기술 및 산업동향”, 에이치텔레콤, 2005.
24. 한국 정보통신 수출진흥센터, “이동통신 개관”, 2004.
25. Johnson, Daniel K.N., The OECD Technology Concordance(OTC), Patents by Industry of Manufacturer and Sector of USE, OECD STI Working Paper, 2002.
26. NISTEP, 「科學技術の中長期發展に係る俯瞰圖的 豫測調査, 急速に發展しつつある研究領域調査」, 2003年 調査報告書, NO.82., 2003.

27. Porter, A., "Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods," *Technological Forecasting & Social Change*, 71, 2004, pp.287-303.
28. Yoon, B. and Park, Y., "A systematic approach for identifying technology opportunities:Keyword-based morphology analysis," *Technological Forecasting & Social Change*, 72, 2005, pp.145-160.

저자 소개

박 창 걸

- 산업기술정보원 책임연구원
- 현, 한국과학기술정보연구원 선임연구원
- 저서 : 미래유망산업 선정프로세스의 개발 및 체계화, 산업시장분석 및 경제적 타당성 분석 등

구 영 덕

- 공학 박사
- 산업기술정보원 책임연구원
- 현, 한국과학기술정보연구원 선임연구원
- 저서 : 홈네트워크, 정밀금형, MEMS 등

성 경 모

- 현, 한국정보통신기술협회 연구원
- GNSS기술협의회 회원
- 저서 : 차세대이동통신시스템의 비교평가 외 다수