

# 2020년 미래 무선통신 유망기술 발굴

이경표\*, 송영근\*, 한우리\*\*, 이성주°

## Emerging Technologies in Mobile Communications for 2020

Kyungpyo Lee\*, Youngkeun Song\*, Woori Han\*\*, Sungjoo Lee°

### 요 약

최근 효율적인 R&D와 경쟁력 확보를 목적으로, 미래기술을 예측하고 유망기술을 발굴하고자 하는 활동이 전 세계적으로 활발히 이루어지고 있다. 특히 무선통신 분야는 기술발전 속도가 빠르고 적용영역이 광범위하여 유망기술 발굴이 더욱 중요함에도 불구하고, 국내에는 관련연구나 사례가 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 무선통신 분야의 미래 유망기술 발굴 방법론을 개발하고 이를 적용하여 2020년 무선통신 분야 10대 유망기술을 도출해 보고자 한다. 이를 위해 첫째, STEEP 관점에서 미래 주요 이슈들을 도출하고, 둘째, 주요 이슈 별 사용자 니즈를 도출하였다. 셋째, 사용자 니즈를 만족시키기 위한 기술들로 유망기술 후보군을 구성한 뒤 기술성과 경제성 평가를 통해 이들의 우선순위를 도출하였으며, 마지막으로 10대 유망기술을 선정하고 선정결과의 타당성을 검토하였다. 본 연구는 기존 연구에서 주로 활용하던 기술주도(technology-push) 접근법 아닌 시장주도(market-pull) 접근법을 활용하여 유망기술을 발굴하고자 하였다는 점에서 방법론적 의의가 있을 것이며, 연구결과는 무선통신 산업 내 전략적, 정책적 의사결정을 지원할 것으로 기대된다.

**Key Words** : Mobile communications, emerging technology, future technology, technology forecasting, needs-driven

### ABSTRACT

Recently, it becomes essential for firms or nations to forecast the future and identify emerging technologies in order to improve R&D efficiency and gain a competitive advantage. Particularly, the mobile communications industry is characterized by rapid advance and wide application of its technology and thus identifying emerging technologies is more important in the industry than in others. Nevertheless, few attempts have been made to explore its emerging technologies. Therefore, this research aims to develop a methodology to identify the future and emerging technologies especially for the industry and applied it to list top ten emerging technologies for 2020 in the industry. For this purpose, firstly, we focused the key issues in the future targeting 2020 and identified user needs relating to them. Then, candidates of emerging technologies were defined from a set of technologies to meet the needs, for which technological and economic feasibility is assessed to determine their priorities. Finally, the top ten most important technologies were selected and verified. This research is distinct from the previous studies in that it takes a market-pull approach instead of a technology-push approach. The research results are expected to provide valuable information to support strategy- and policy-makings in the mobile communications industry.

\* 주저자 : 아주대학교 산업공학과, devil19@ajou.ac.kr, 정희원

° 교신저자 : 아주대학교 산업공학과, sungjoo@ajou.ac.kr, 정희원

\* 한국전자통신연구원 기술경제연구부, iesong@etri.re.kr, 정희원

\*\* 서울대학교 산업공학과, hwr1984@snu.ac.kr

논문번호 : KICS2012-10-505, 접수일자 : 2012년 10월 24일, 최종논문접수일자 : 2012년 12월 21일

## I. 서론

급속도로 변화하는 과학기술 환경 속에서 국가와 기업이 경쟁력을 갖기 위해서는 현존하는 기술의 발전을 모니터링 함과 동시에 새롭게 부상하는 유망기술을 찾아야만 한다<sup>1)</sup>. 기업 차원에서는 한정된 자원을 활용하여 기술경쟁력을 확보하기 위해서 유망기술 발굴을 통한 효율적인 기술개발 전략의 수립이 필요하다. 국가 차원에서는 미래 사회의 비전을 실현할 수 있도록 유망영역을 먼저 발굴하는 것이 중요하다. 이러한 중요성을 인식하고 전 세계적으로 유망기술 발굴에 대한 노력이 다양한 분야를 대상으로 지속되고 있다<sup>2,3)</sup>. 특히 무선통신 분야는 기술발전 속도가 빠르고 기술의 적용범위가 광범위하며 기술개발의 파급효과 또한 상당하기 때문에 미래기술을 예측하고 전망하는 활동이 더욱 중요하다. 그럼에도 불구하고 국내의 경우, 무선통신 분야가 포함된 이동통신 분야 전체를 대상으로 유망기술을 발굴하고자 하는 시도는 활발하게 진행된 반면, 무선통신 분야만을 대상으로 이에 특화된 유망기술 도출 방법론을 개발하고 이를 체계적으로 적용한 사례는 많지 않다. IT 산업의 근간이 되는 기술이 무선통신 기술이며, 추후 미래사회에서 인류의 모바일 라이프를 지원하는 핵심기술이 바로 무선통신 기술임을 고려하였을 때 무선통신 분야 유망기술 발굴은 의미 있는 시도가 될 것으로 판단된다.

따라서 본 연구는 미래 무선통신 분야 유망기술 발굴을 위한 방법론을 개발하고 이를 적용하여 2020년을 목표로 한 무선통신 분야 유망기술을 실제 도출해 보는 것을 목표로 한다. 이를 위해 기술기반(technology-push) 접근법이 아닌 시장주도(market-pull) 접근법을 취한다. 유망기술 발굴과 관련된 대다수 연구들은 기술예측을 통해 기술의 유망성을 평가하는 기술기반(technology-push) 접근법을 취하고 있다. 그러나 유망기술 발굴을 위해서는 미래사회 환경 및 소비자 요구의 변화를 고려하여 기술의 발전 속도와 방향 및 범위 등을 합리적으로 전망하는 시장주도(market-pull) 접근법 또한 중요하다. 국내 무선통신기술은 세계제일의 수준으로 알려져 있으나 우수한 기술력을 바탕으로 시장에서 성공을 보장하기 위해서는 시장에 대한 체계적인 분석이 필요하다.

이에 본 연구에서는 우선 다양한 유망기술 발굴 방법론에 대한 고찰을 통해 각 방법론의 특징을 분석하고, 국내 무선통신 기술 환경과 시장 환경에 적

합한 유망기술 예측 방법론 개발한다. 마지막으로 2020년 시점을 목표로 현 시점에 우선적으로 추진해야 할 무선통신 분야 미래 유망기술 도출한다. 이론적인 측면에서 연구의 결과는 시장주도 접근을 활용한 유망기술 방법론 개발이라는 점에서 기술예측 방법론의 발전에 기여할 것으로 판단된다. 또한 실무적으로는 2020년 무선통신 분야 10대 유망기술을 제시함으로써 무선통신 산업의 전략적, 정책적 의사결정을 효과적으로 지원할 것으로 기대된다.

논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 선행연구 고찰을 통해 기존의 유망기술 발굴 방법론 및 무선통신 분야 유망기술 발굴 사례를 검토한다. 이를 토대로 3장에서는 본 연구에서 활용할 유망기술 발굴 방법론을 제안하고, 4장에서는 이를 적용한 유망기술 도출 결과를 제시한다. 마지막으로 5장에서는 연구의 한계점과 추후연구 방향에 대해 서술한다.

## II. 문헌 연구

### 2.1. 유망기술 발굴

2장에서는 유망기술의 개념과 발굴사례, 그리고 유망기술 발굴에 활용된 기존 방법론을 검토한다. 이 중 유망기술 발굴 방법론은 『유망기술 후보군 도출을 위한 미래예측 방법론』과 『유망기술 후보군의 우선순위 결정을 위한 의사결정 방법론』으로 구분하여 주요 기법들을 살펴보고자 한다.

#### 2.1.1. 유망기술 개념

유망기술에 대한 개념은 널리 사용되고 있음에도 불구하고 명확한 정의가 내려져 있지 않아 다양한 연구에서 목적에 따라 다양한 관점에서 유망기술을 정의하고 있다. 예를 들어 이희일(2006)은 미래 국가유망기술 선정에 관한 연구에서 유망기술이 가지고 있는 용어의 개념을 다음과 같이 제시하였다<sup>4)</sup>. 첫째, 환경오염, 에너지·물 부족, 저출산 및 고령화 등 향후 10~20년 후의 도전에 대한 효과적 대응이 가능하고 국가발전의 원천이 될 것으로 예상되는 산업기술을 의미한다. 둘째, 기존 기술개발 전략과의 관계를 고려하여 기존의 중기 기술개발계획을 단계적으로 이어가고, 향후 10~20년 후 새로운 성장 동력원으로서의 역할을 할 수 있는 기술이다. 마지막으로, 경제적 가치창출과 함께 국민의 삶의 질 향상과 공공성 제고에 기여할 수 있어야 한다. 여운동 등(2008)은 유사하게 유망기술의 개념을 다음과

같이 제시하고 있다<sup>5)</sup>. 첫째, 유망기술은 신·구 연구를 기능하는 상태로 사용될 수 있을 뿐만 아니라 최근 들어 부상하는 연구를 파악하는데 유용한 개념이다. 둘째, 유망기술이란 전이 또는 변화하는 과정에 있는 기술로, 이러한 전이나 변화는 점진적(incremental)일 수도 있으며 급진적(radical)일 수도 있으며, 현 시점에서는 파악하기 어려울 수 있으나 시장성 또는 경제적 잠재력을 지닌다<sup>6,7)</sup>. 마지막으로, 유망기술은 차츰 기초 과학에 대한 의존도가 점차 높아지는 특성을 갖는다<sup>6)</sup>. 최기석 등(2008)은 유망기술을 단기간의 후속연구를 통하여 기술이전 및 사업화가 가능한 기술이며, 기술혁신 관점에서 후속연구를 통해 향후 사회적 부가가치를 창출할 수 있는 기술사업화의 대상기술로 정의하고 있다<sup>8)</sup>. 이외에도 주원균 등(2011)은 국가연구개발 우수 유망연구기술에 관한 연구에서 유망기술이 가지고 있는 용어의 개념을 ‘최종평가 결과가 우수한 과제’의 연구 성과 중 추가적인 후속연구를 통해 기술이전·사업화가 가능한 기술을 의미한다고 정의하였다<sup>9)</sup>. 박병원(2005)은 유망기술은 핵심기술이 되어야 한다고 주장하며 이를 위해서는 정책 연관성, 차별성, 재현성 등 3가지 기준이 충족되어야 한다고 주장하였다<sup>10)</sup>.

이와 같이 유망기술이 가지고 있는 용어의 개념은 유망기술 발굴의 목적이나 발굴대상 산업의 특징 등 관점에 따라 다양하게 정의될 수 있다. 실제 김정석 등(2009)은 유망기술이 가지고 있는 용어의 개념은 보는 관점에 따라 미래 기술(future technology), 장래성이 있는 기술(promising technology), 신흥기술(emerging technology), 신기술(new technology), 돌파형 기술(breakthrough technology), 핵심기술(key technology) 등으로 다양하게 사용된다고 언급하였다<sup>11)</sup>. KISTI에서 또한 유

망기술에 대한 정의는 해석하는 주체에 따라 의미가 달라질 수 있다고 언급하고 있다<sup>12)</sup>. 예를 들어 국가차원의 유망기술은 글로벌 차원의 대응방안, 사회 시스템 및 제도 개발 등 정책수단과 관련된 기술개발, 혁신적 아이디어 및 비전 도출을 위해 선정하지만, 정부출연연구기관의 유망기술은 미래 국가/사회적 환경변화에 대비한 공공차원의 혁신적 기술 개발에 중점을 두어야 하는 것이다.

이를 종합하여 본 연구에서는 유망기술을 『도입기에 있는 와해성 기술로 10년 정도의 중장기 관점에서 국가·사회적 이슈를 반영하면서 전 세계 무선통신 산업을 선도해 나가는 데 기여할 것으로 기대되는 기술』로 정의한다.

### 2.1.2. 유망기술 발굴 방법론

일반적으로 유망기술 발굴은 미래기술에 대한 예측결과를 토대로, 유망기술 후보 군을 도출하는 과정으로 시작되며, 기존 사례에 의하면 다양한 기술 예측 방법 주로 미래사회 니즈 분석 기법, 미래예측 기법, 설문 조사, 문헌 조사, 전문가 의견활용 등이 활용되고 있다. 유망기술 후보 군은 유망기술에 대한 개념을 참고하였을 때, 이에 해당하는 특성을 보유한 기술들을 1차적으로 선정한다. 이러한 후보기술들은 기술예측 방법론을 통해 체계적으로 도출되거나, 전문가·일반인·문헌 등을 통해 가능한 다양한 후보기술들이 도출될 수도 있으며, 혹은 연구소 내 부적으로 평가가 필요한 기술들을 후보기술들로 도출할 수도 있다 ([표 1] 참고). 본 연구에서는 시장 주도형 접근법을 활용하고자 일반인 참여형 유망기술 발굴 방법론을 적용하였다.

특히 유망기술 후보군 발굴의 기반이 되는 많은 기법들이 기술예측 기법에 의존하고 있다. 일반적으로 활용되고 있는 기술예측 기법들을 분류하면 크게 『미래를 보는 시각』과 『자료이용 방식』이라

표 1. 유망기술 후보군 도출 방법론  
Table 1. Methods to explore candidates for emerging technologies

Approach	Exemplary techniques	Characteristics
Future needs-based	Needs analysis	Technologies are identified from future society needs.
Forecasting techniques-based	Scenario, Cross-impact analysis, Trend analysis	It is possible to consider future uncertainty in foresight and increase reliability of the foresight results.
Experts-based	Expert panel, Delphi	Experts can consider not only technological issues but also other key issues (environmental, social issues).
The general public-based	Survey	The general public participate in the foresight process.
Technological data-based	Patent analysis, Keyword analysis, Citation analysis	Signals hidden in quantitative data can be identified, this is more effective combined with other approaches

표 2. 유망기술 우선순위 결정 방법론  
Table 2. Methods to prioritize candidates for emerging technologies

Approach	Exemplary techniques	Characteristics
Quantitative data-based	Index analysis	It is difficult to evaluate tacit knowledge.
Decision-making-based	AHP, QFD	A complex evaluation problem can be broken down into many simple ones and it is also possible to identify the relationships between evaluation criteria.
Expert-based	Panel discussion, Scoring	It enables to collect necessary data for evaluation effectively.

는 두 가지 기준에 따라 분류될 수 있다. 이 중 미래를 보는 시각에 따라서는 도덕이나 규범 등의 가치적 요소를 가미하여 바람직한 미래의 방향을 설정하는 규범적 접근법(예. 기술로드맵)과 어떠한 기술이 출현하여 발전해 가는가를 예측하는 탐사적 접근법(예. 특허동향분석, 시나리오 등)으로 분류 가능하다. 자료 이용방식에 따라서는 계량적 자료를 이용하여 추세나 경향을 파악하는 정량적 접근법(예. 인포매틱스, 기술상호영향관계 분석)<sup>13)</sup>과 전문가의 의견이나 사고, 주관적 판단에 의해 미래를 예측하는 정성적 접근법(예. 델파이)으로 분류할 수 있다.

앞선 다양한 접근 방법과 주요 기법을 통해 유망 기술 후보군이 도출되면, 평가 기준에 따라 후보기술의 특성을 분석하고 우선순위를 평가하여 최종 유망기술을 도출하게 된다. 이 과정에서 AHP, QFD 등의 의사결정 지원기법과 Index analysis 등 계량 데이터 분석기법, 그리고 Panel discussion 등의 전문가 활용법 등의 기술평가 기법이 활용될 수 있다 (표 2 참조). 본 연구에서는 유망기술 후보군의 1차 평가를 위해서는 QFD를 사용하고 기술에 대한 2차 심층 분석을 위해서는 평가기준에 대한 점수법과 지표분석을 수행하되, 평가기준의 가중치 설정에는 AHP 분석을 적용하여 최종 유망기술을 도출하는 방법론을 제안한다.

## 2.2. 무선통신 기술

무선통신 기술은 고속, 고품질의 이동통신 시스템, 서비스 플랫폼, 휴대용 멀티미디어 융·복합 단말을 이용하여 언제 어디서나 정지 및 이동 중인 고객에게 멀티미디어 기반의 다양한 응용 서비스 및 융·복합 서비스를 제공하는 고부가가치 기술이라 정의할 수 있다<sup>14)</sup>. 따라서 무선통신 산업은 이동통신을 기반으로 하는 다양한 응용 서비스와 융·복합 서비스 산업, 차세대 이동통신 시스템 산업, 차세대 융·복합 단말·부품 산업, 차세대 무선 계측 및 인

증·시험 산업, 타 산업 영역과 융합된 신사업 등을 포함한다.

### 2.2.1. 무선통신 기술의 특성

국내 무선통신 기술은 다음과 같은 특성을 갖는다. 첫째, 기술의 지능화와 융합화이다. 무선통신 산업은 산업구조의 변화와 타 산업(자동차, 조선, 국방, 건설, 환경, 에너지, 교육, 의료 등)과의 융·복합화로 인해 사용자 요구사항이 증대하고 다양한 신규 비즈니스 모델이 발굴되고 있다<sup>15)</sup>. 둘째, 급격한 기술 혁신이다. 현재 IT 관련 기술 및 제품은 과거에 비해 생명주기가 더욱 짧아지고 있어 신기술에 대한 요구 또한 증대하고 있다<sup>16,17)</sup>. 이에 다양한 소비자의 수요와 산업 변화에 대응하기 위한 기술개발이 추진되고 있다<sup>18)</sup>. 셋째, 기술의 전후방 효과가 매우 크다. 무선통신 산업은 국내 총 수출의 10.4%, IT수출의 24.6%를 담당하는 등(2009년 기준), 경제 성장을 주도하는 전후방 연관효과가 큰 국가 중추 산업이다<sup>19)</sup>. 넷째, 높은 시장진입 장벽이다. 무선통신 기술은 대규모 R&D 비용과 제품 공급의 연속성으로 인해 시장 진입장벽이 매우 높다<sup>19)</sup>. 따라서 일부 국가나 기업이 전 세계 무선통신 시장을 장악하고 있으며, 통신장비 시장 또한 소수 업체가 주도하고 있다. 마지막으로 국가 기간산업이라는 점을 꼽을 수 있다. 무선통신 산업은 세계 최고 수준의 모바일 라이프 구현으로, 새로운 문화 창출, 국가 균형 발전 및 삶의 질 향상을 위한 국가 주력 기간산업으로 역할을 수행할 것으로 기대된다<sup>15)</sup>.

이러한 무선통신 기술의 특성을 고려할 때, 무선통신 유망기술 발굴 방법론의 개발에 있어 ‘시장니즈 반영’과 ‘선도 기술 발굴’은 반드시 고려되어야 할 요소로 판단된다. 즉, 본 연구에서 목표로 하는 유망기술은 첫째, 세계시장을 선도할 수 있는 기술이 되어야 한다. 과거에는 선도국과의 기술격차 해소를 위해 해외 기술개발 동향과 전략을 벤치마킹한 fast follower 전략으로 무선통신 분야 R&D를

추진해 왔으나 현재는 국내 무선통신 산업의 발전 및 국가 간 유망기술 개발경쟁의 심화 등으로, 우리 스스로가 선도적으로 미래를 주도할 기술을 발굴하여 개발해야 한다. 둘째, 시장의 니즈를 반영할 수 있어야 한다. 최근 무선통신 시장은 기술/기능 중심의 HW개발에 초점을 둔 공급주도(supply push) 시장에서 소비자 니즈 및 서비스 주변 환경까지 고려해야 하는 수요견인(demand pull) 시장으로 급속히 진화 중이다. 따라서 미래 시장 니즈에 기반을 둔 필요기술을 도출해야 한다.

### 2.2.2. 무선통신 분야 유망기술 발굴 사례

앞서 언급한 바와 같이, 유망기술 발굴에 대한 기존 연구들을 살펴보면 무선통신 분야에 한정된 연구보다는 정보통신 기술 전반에 대한 연구가 주를 이룬다. 따라서 무선통신 분야에 한정하지 않고, 정보통신(IT) 분야로 확장하여 사례연구를 진행하였으며, 주요 접근 방법론을 전문가 기반 사례, 계량 데이터 기반 사례, 복합적 활용 사례로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 전문가 기반 사례는 한역수 등(2008)이 IT 융합기술 분야 발굴을 목적으로 수행한 연구가 대표적이다. 해당 연구에서는 기술발전 속도가 빠르고 고객이 추구하는 욕구가 다양한 현시점에서는 가치와 편익을 제공할 수 있는 분야를 찾는 것이 필요하다고 주장하며, 이러한 IT융합기술의 특성을 반영하여 전문가 의견에 기반 한 유망 IT 융합기술 분야의 발굴 방법론을 제시하였다<sup>[20]</sup>. 유사하게 심진보와 하영욱(2010)은 스마트그리드 산업에서의 유망 IT 분야 도출을 위한 전문가 설문과 심층인터뷰를<sup>[21]</sup>, 임양섭(2012)은 IT융복합 유망분야에 대한 설문 조사를 실시한 바 있다<sup>[22]</sup>.

둘째, 데이터 기반 사례에서는 주로 특허 혹은 논문의 서지사항을 분석하거나 기술문서의 주요키워드를 추출하여 기술동향을 분석하고 있다. 예를 들어, IITA에서는 논문정보를 활용하여 새로운 정보 혹은 새로운 경향을 탐지함으로써 유망기술을 발굴하는 프로세스를 제안하였다<sup>[23]</sup>. 이우형 등(2008)은 문헌을 분석하는 수많은 방법 중 데이터의 본질을 밝히는 가장 좋은 방법은 그 문헌 내에서 연구자들이 사용한 키워드를 관찰하는 방법일 것이라 판단하여, 문헌 내 키워드로부터 IT R&D 유망역역을 탐색하는 접근법을 제안하였다<sup>[24]</sup>. 김방룡과 황성현(2009)의 연구에서는 특허전수의 증가율이 높은 기술을 '우수기술'이라 정의하고 특허전수 증가율의

변화율이 높은 기술을 '부상기술'로 정의한 뒤 두 가지 유형의 기술 모두를 유망기술 범주에 포함시켰다<sup>[25]</sup>. 실제 정보통신 분야에서는 계량데이터에 기반을 두어 유망기술을 발굴하고자 하는 시도가 매우 많았다. 정보통신 분야는 특허나 논문의 출원활동이 타 분야에 비해 상대적으로 활발하여 분석 자료가 풍부하고, 기술수명주기가 짧아 데이터로부터 그 변화를 쉽게 감지할 수 있으며, 기술영역이 제한되어 계량분석이 상대적으로 용이할 뿐 아니라 국가적으로 중요도가 높은 산업인 만큼 많은 관심을 받아왔기 때문으로 판단된다.

마지막으로, 일부 연구에서 데이터에 기반을 둔 정량적 접근법과 전문가 의견을 활용한 정성적 접근법을 복합적으로 활용하는 방법론을 제시하고 있다. ETRI(2009)에서는 사회·경제·기술 동향 분석과 미래사회 조망 및 사회·경제적 니즈 분석을 통해 IT 분야 미래 기술예측 모형을 개발하고자 하였다<sup>[16]</sup>. 특히 해당 연구에서는 시나리오 분석 등의 정성적 분석방법과 더불어 특허분석, 품질기능전개 등의 정량적 분석방법을 유기적으로 결합한 방법론을 전개하였다. 이영호 등(2009)의 연구에서는 '신규 서비스 개발을 위한 기술 발굴'과 '기존 서비스 향상을 위한 기술 발굴' 관점에서 이동통신 산업 내 유망기술 발굴 프레임워크를 제안하고 있다<sup>[26]</sup>. 이를 위해 전문가 의견과 함께 서지정보와 특허정보를 분석하여 유망기술을 발굴하는데 활용하였다. 심현동 등(2008)의 연구에서는 유망 기술을 제품(신규 수익 창출을 위한 수단), 고객(시장 점유율 확보를 위한 수단), 프로세스(비용 절감을 위한 수단)의 관점에서 도출했다<sup>[27]</sup>. 이 과정에서 외부 환경 분석을 통해 기업 전략 방향에 적합한 세부 이슈들을 도출하고 R&D 이슈를 도출한다. 이를 토대로 신기술 테마를 개발하고, 계량서지학 분석을 통해 기술관련 키워드를 추출했다. 최종적으로 키워드 분석을 통해 유망기술을 탐색한 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 일반인 및 전문가 설문이라는 정량적 분석방법을 주로 활용하되, 전문가 자문을 통해 연구결과를 보완하며, 도출된 유망기술에 대해서는 특허분석과 QFD를 통해 그 결과를 검증하는 복합적 접근법을 활용하여 연구를 진행한다.

## III. 연구 방법론

### 3.1. 유망기술 발굴 프레임워크

본 연구에서 제안하는 유망기술 발굴 프로세스는

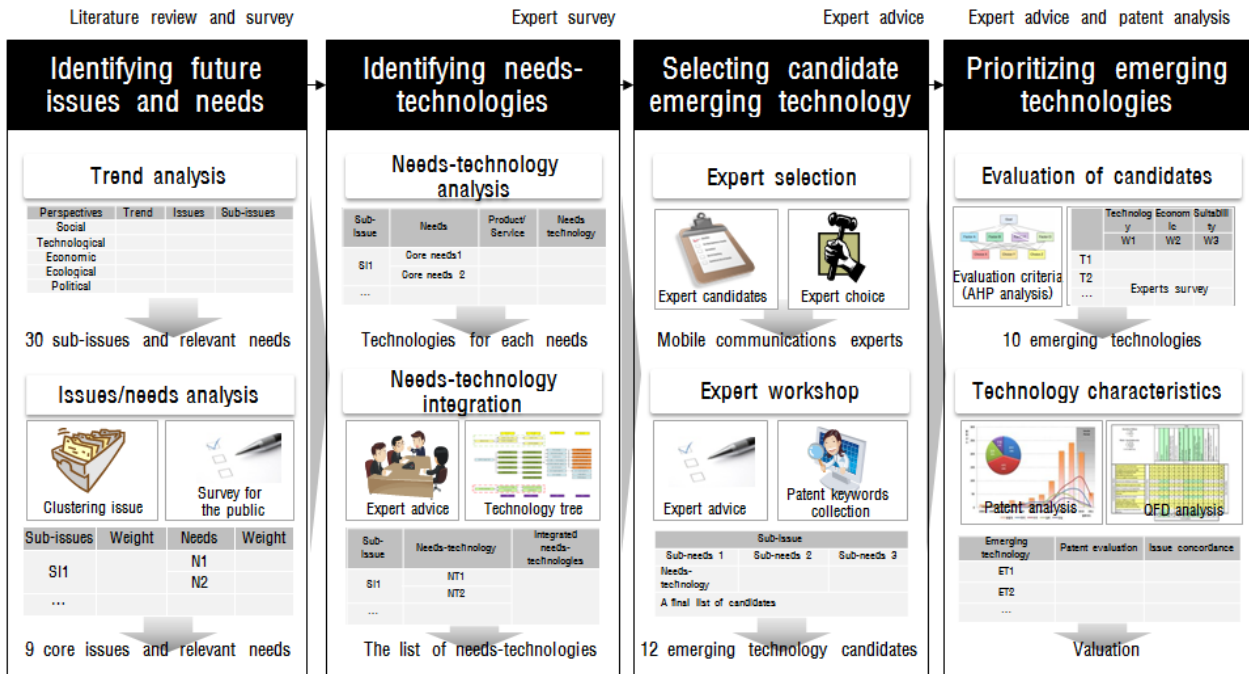


그림 1. 유망기술 발굴 프로세스  
Fig. 1. A framework to identify emerging technologies

아래 [그림 1]과 같이 크게 네 단계로 구성된다. 첫째, 『미래사회 이슈와 니즈 전망』 단계에서는 문헌조사(연구보고서, 전망보고서 등)를 통해 미래의 메가트렌드와 이슈를 정의하고 이로부터 향후 사회에서 필요성이 높아질 무선통신 기반 제품과 서비스를 도출한다. 본 과정에는 일반인이 직접 참여하여 기술전문가 관점이 아닌 사용자 관점에서 무선통신 관련 핵심 이슈와 니즈를 판단한다.

둘째, 『니즈기술 도출』 단계에서는 일반인들이 제시한 미래사회 니즈로부터 이를 만족시키기 위해 필요한 니즈기술을 도출하고, 이를 유망기술 후보군으로 활용한다. 특히 니즈기술을 정의하기 위해서 무선통신 분야에서 개발되어 활용 중인 기술 체계도를 참고하여, 중분류 수준에서 구체화된 기술로 정의하며, 기술전문성을 보유한 무선통신 분야 전문가들이 주도가 되어 가능한 다양한 니즈기술을 도출한다.

셋째, 『유망기술 후보군 선정』 단계에서는 앞선 단계에서 도출한 니즈기술들을 평가하고 평가를 종합하여 유망기술 후보군을 선정한다. 이때 전문가 자문을 통하여 유망기술 후보군을 도출하는데, 1차적으로 도출된 니즈기술들로부터 기술간 유사성과 기술별 규모를 고려하여 통폐합하여 유망기술 후보군을 도출하게 된다.

마지막으로 『유망기술 우선순위 평가』 단계에

서는 기술의 우선순위 평가지표를 선정한 뒤, 유망기술 후보군을 대상으로 전문가 설문평가를 수행, 선도 기술 및 전략기술로써 이들의 가치를 평가하며, 평가결과에 따라 10대 유망기술 최종 선정한다. 선정평가는 지표의 상대적 중요도 평가 결과와 각 기술의 원천성, 실현 가능성, 파급효과, 시장성, 국내적합성 평가 결과를 종합하여 진행한다. 끝으로 최종 도출된 10대 유망기술의 특허 분석을 통해 선정기술의 기술적 특징을 파악하고 이슈 대응성 분석을 통하여 사회적 특성을 파악하여 도출된 결과의 타당성을 검토한다.

### 3.2. 유망기술 발굴 절차

#### 3.2.1. 미래 이슈 및 니즈 전망

무선통신 분야 니즈기술을 발굴하기 위해서는 미래 거시동향(Mega trend)로부터 도출된 주요 이슈들에 대해 이러한 이슈들을 해결하기 위한 핵심 니즈들을 도출한다. 이는 총 3단계로 나눌 수 있는데, 1단계에서는 미래의 거시적인 동향과 주요 이슈를 도출한다. 국내외 다양한 연구기관에서 제시한 미래사회 동향과 이슈들을 종합하여 STEEP (Social, Technological, Economic, Ecological, Political) 관점에서 각 3개씩 총 15개의 이슈를 도출하였으며, 각 이슈에 대해서는 2개씩의 세부이슈를 도출하여

총 30개의 세부 이슈를 도출한다. 특히, 본 연구에서 유망기술은 기술기반이 아닌 니즈기반 접근법으로 도출되기 때문에 이슈와 세부이슈를 무선통신 기술 분야에 국한시키는 대신 STEEP 관점에서 일반적인 미래 동향을 폭넓게 제시한다.

1차적으로 도출된 30개 세부이슈와 관련된 다양한 니즈 중 일반인들이 판단하는 가장 중요한 미래 사회 이슈와 관련 니즈를 도출하기 위해 일반인 500명을 대상으로 설문조사를 수행하였으며, 이로부터 미래사회의 9대 핵심이슈와 관련된 각 3대 무선통신 관련 제품/서비스 니즈를 도출하였다. 설문조사는 소비자조사 전문기관인 Insight Korea에서 담당하였으며 2012년 1월 19일~1월 26일까지 일주일 동안 진행되었다. 설문 모집단은 우리나라 인구통계학적 특성에 일치하게 설계하되, 설문의 특성 상 무선통신 제품 및 서비스에 대한 기본적인 이해와 미래사회에 대해 전망할 수 있는 능력이 요구되기 때문에 사전에 몇 가지 질문을 포함하여 적합한 응답자를 선별하는 작업을 수행하였다.

본 설문에서는 첫째, 30개의 세부이슈들을 대상으로 '10년 뒤에 가장 중요하게 부각되는 이슈는 무엇이라고 생각하십니까?'라는 질문으로 1순위부터 5순위까지를 선정하였다. 그리고 선정결과를 종합하여 상위 9개의 이슈(일상생활 카테고리 내 3개, 전문기술 카테고리 내 3개, 국가사회 카테고리 내 3개)를 도출하였으며 이를 '핵심이슈'라 명명하였다. 또한 세부이슈들에 대한 우선순위 평가와 더불어 각 응답자가 선택한 5개의 세부이슈에 대해 각 세부이슈별로, '선택하신 세부이슈 관점에서 생각하였을 때, 안전하고, 편리하며, 윤택한 삶을 가능하게 하는 데 있어서 미래 사회에 반드시 필요한 무선통신 관련 제품 및 서비스는 무엇이라고 생각하십니까?' 라는 질문에 응답하도록 하였다. 응답자들은 본 질문을 통해 10년 후 시점에서 가장 필요하다고

생각되는 제품(단말, 시스템), 서비스를 3 순위까지 선택하게 된다. 그리고 앞서 선정된 핵심이슈 선정과 마찬가지로 각 세부이슈별로 선호도에 따라 상위 3개 니즈를 도출하였으며 이를 핵심니즈라 명명하였다.

### 3.2.2. 니즈기술 도출

유망기술 후보군을 도출하기 위해서는 일반인 설문조사를 통해 도출된 9대 핵심이슈와 3대 핵심니즈에 대해 핵심니즈를 실현하기 위한 니즈기술을 도출하였다. 본 과정에서는 학계 3인, 산업계 및 연구소 7인으로 구성된 총 10명의 무선통신 전문가가 참여하였다. 특히 이들은 무선통신 기술 분야 전반에 대해 전문성을 보유하고 있으면서 정책수립이나 전략수립에 활발히 참여하고 있는 전문가들로, 본 무선통신 니즈기술 도출 과정에서 핵심적인 정보를 제공하였다. 1차 전문가 설문은 2012년 2월 27일 ~ 3월 16일까지 총 10일간 이루어졌으며, 전화를 통하여 본 유망기술 발굴 작업의 배경을 설명한 뒤 참여를 부탁하였으며 이후 이메일 조사를 통한 설문이 진행되었다.

무선통신 니즈기술을 도출하기 위한 설문지는 [표 3]과 같다. 미래(2020년)에 핵심니즈를 만족시키기 위해 제공될 수 있는 서비스를 예시로 제안하고 전문가들은 첫째, 핵심니즈와 관련된 2020년형 미래 구현 서비스를 제시하며, 둘째, 이를 위해 필요한 기술을 도출해 내게 되며 이를 무선통신 니즈 기술이라 정의한다.

니즈기술을 도출하는 과정에서는 KEIT, 지경부 전략기획단 등에서 각각 제시하고 있는 무선통신 분야 기술로드맵 혹은 전략 기술 분야를 참고한다. KEIT에서는 무선통신 기술을 이동통신 서비스 플랫폼 (융합서비스 플랫폼 기술, 이동성 지원 플랫폼 기술), 이동통신 액세스 시스템 (광역 이동통신 시

표 3. 니즈 기술 도출 프레임워크 - 예. 노년층의 증가  
Table 3. A framework to identify needs-technologies - ex. increasing the old

Core needs	Examples of future(2020) services	Needs-technologies in the sector
통합 의료정보 관리 및 실시간 원격 진료시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 생체센서를 통한 실시간 건강진단 서비스</li> <li>- 스마트 단말을 이용한 건강 체크 및 관리 서비스</li> <li>- 화상을 통한 의료진의 건강진단 및 진료 서비스</li> <li>- 원격수술 시스템</li> <li>- 환자상태에 대한 고용량 정보의 저장 및 전송 서비스</li> <li>- 병원 간 개인의료기록 연동 서비스</li> <li>...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 초고속 무선통신 기술</li> <li>- 저 전력 무선 통신기술</li> <li>- 근거리 무선 통신기술</li> <li>- 커버리지 확장 기술</li> <li>- M2M 무선통신 기술</li> <li>- 빅데이터 처리 최적화 무선통신 기술</li> <li>- 무선통신 인증 암호화 기술</li> <li>- 초 광대역/지능형 네트워크 기술</li> </ul>



스텝 기술, 근거리 이동통신 시스템 기술, 이동통신 응용 시스템 기술, 이동통신 단말 및 부품, 시험인증 (융복합 단말 기술, 융복합 부품기술, 이동통신 인증 시험 기술)로 구분하여 제시하였다<sup>15)</sup>. 한편 지경부 전략기획단에서는 무선통신 기술을 이동통신 분야 (B4G 이동통신 시스템, 근거리 이동통신, 차세대 스마트 단말), 네트워크 분야 (광캐리어 인터넷 시스템, 新 인터넷 교환시스템, 유무선 융합 액세스 시스템, 지능형 서비스 제어 시스템)로 구분하여 제시한다<sup>14)</sup>. 기술 분야는 이러한 기존의 분류체계를 기반으로 하되, 전문가 위원회의 Panel discussion을 통해 최종적으로 결정되는 것을 권장하며, 이는 2단계 유망기술 후보군을 도출하는데 있어 기초자료로 활용된다.

### 3.2.3. 유망기술 후보군 선정

니즈기술은 Novelty detection과 Emerging trend detection을 통해 가능한 다양한 후보기술들이 도출되도록 니즈기반 관점에서 제안된 다양한 기술들을 고려한다. 이 작업은 4명의 전문가로 구성된 전문가 위원회에서 진행하였다. 결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 무선통신 기술 분야 전반에 전문성을 보유한 전문가들이 요구된다. 전문가 위원회에 속한 전문가들은 1차 전문가 설문에서의 응답대상자 중 무선통신 분야 전반에 가능한 폭넓은 지식을 보유하고 있으며 비교적 객관적으로 유망기술을 추출해 줄 수 있는 학계 전문가 2인과 연구소 전문가 2인으로 구성하였으며, 이 중 2012년 4월 10일~24일까지 3인 전문가 위원의 자문을 통해 관련 작업이 진행되었다. 이 때, 니즈 기술과 관련된 기술을 통폐합하여 중복되는 기술을 제거하고, 세부 니즈별로 도출된 1차 유망기술후보군을 통폐합하여 최종 유망기술 후보군을 제시한다. 유망기술 후보군 도출을 위한 프레임워크는 [표 4]와 같다.

### 3.2.4. 유망기술 우선순위 평가

무선통신 유망기술 우선순위 선정과정에서는 후보기술을 평가하기 위한 3가지 카테고리 - 기술성, 경제성, 적합성 - 의 5가지 지표 - 원천성, 실현가능성, 파급효과, 시장성, 국내적합성 - 를 도출하며, 각 지표의 상대적인 중요도를 도출한다. 상대적인 중요도(가중치)를 부여하기 위해서는 AHP 분석을 도입하였으며 AHP 평가는 유망기술 후보군 도출을 목적으로 구성되었던 전문가 위원회를 활용하여 진행된다. 본 과정에서는 2012년 6월 17~24일 기간 동안 전문가 위원회의 전문가 3인이 참여하였다.

다음으로 앞서 도출한 유망기술 후보 기술로 선정된 기술 후보군에 대해 기술성, 경제성, 적합성 평가를 수행하여 최종적으로 10대 유망기술을 선정한다. AHP 평가와 동일한 기간 동안 2차 전문가 설문을 통해 각 기술에 대한 평가를 진행하였다. 평가는 전문가 18인에게 [표 5]와 같은 평가 시트를 주고 각 후보 기술의 점수를 5점 척도로 측정하였다. 특히 본 과정에서는 평가의 객관성을 높이기 위해 1차 전문가 설문에 비해 많은 수의 전문가 의견을 반영하고자 하였다. 단, 전문가들이 다양한 기술을 평가해야 하는데 있어 발생하는 전문성 문제를 해결하고자, 각 기술에 대한 전문성을 5점 척도로 자가 평가하도록 하였으며, 전문성이 2점 이하(전문성 낮음, 전문성 전혀 없음)인 평가결과는 분석에서 제외하였다. 최종적으로 지표의 상대적 중요도를 가중치로 부여하고, 유망기술 후보 기술의 각 지표 값과 가중치를 곱하여 합한 값을 기준으로 상위 10개의 기술을 선정, 10대 유망기술을 도출하였다.

마지막으로 최종 10대 유망 기술의 기술적 영향력과 사회적 영향력을 알아보기 위한 심층 분석을 실시한다. 첫째, 기술적 영향력을 알아보기 위해서는 특허분석을 활용한다. 특허정보 수집을 위한 키워드 도출은 기술전문가들이 담당하되, 해당 기술과 관련된 키워드를 최소 4개 이상 도출한 뒤, 이를 동의어, 유사어, 약어, 전문어로 확장하였다. 특허

표 4. 최종 후보군 도출을 위한 프레임워크  
Table 4. A framework to identify candidates for emerging technologies

		Sub-issues			
Sub-needs 1		Sub-needs 2		Sub-needs 3	
Needs-technology 1	Preliminary candidates for emerging technologies	...		...	
Needs-technology 2					
...					
Needs-technology n					
A final list of candidates for emerging technologies					



표 5. 기술적 영향력 검증을 위한 특허분석 지표구성  
Table 5. Patent indexes to analyze technological impacts

Patent index		Operational definition	Description
Technological	Originality (TO)	(the average backward citations for a target technology/ the average backward citation for all technologies)	A high TO value indicates an extensive use of prior knowledge and low originality (교육과학기술부, 2010).
	Impact (TI)	(the average forward citations for a target technology/ the average forward citation for all technologies)	A high TI value indicates high technological impact because the technology has been widely used for the advances of the relevant technologies (Berman, 2002).
Economic	Marketability (TM1, TM2)	(the average number of patent family for a target technology)/ (the average number of patent family for all technologies)	A high TM1 value indicates the high economic impact (Ernst, 2003).
		(the average number of claims per patent for a target technology)/ (the average number of claims per patent for all technologies)	A high TM2 value for TM2 indicates the high economic effect (Korea Institute for Machinery & Materials, 2011)
	Size (MS)	the number of patent applications (the average for the past five years)	A high MS value indicates a large market size (Shon et al., 2010).
	Growth (GR)	the growth rate of patent applications (the average for the past five years)	A high GR value indicates a high growth rate (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, 2005).
Suitability (AI)		(the number of Korean patents for a target technology/ the number of patents for the target)/ (the number of Korean patents for all technologies / the number of patents for all technologies) * Korean patents = patents with Korean applicants, Korean inventors or priority country as Korea	A high AI value indicates that Korea has a relative strength for the target technology and the target technology is suitable to be an emerging technology for Korea (Soete, 1987).

데이터를 통해 진행하는 정량 분석의 경우, 인용 횟수, 특허 출원 개수, Family 특허 수, Claim 개수와 같은 특허 지표를 통해서 진행되고, 아래 [표 5]의 특허분석을 통해 도출된 기술의 타당성을 검증한다.

둘째, 사회적 영향력을 알아보기 위하여, 아래 [표 6]의 QFD 방식을 도입한다. 즉, QFD를 활용하여 각 유망기술이 미래 핵심이슈 중 어떤 이슈와 관련되어 있는지를 분석함으로써 기술의 이슈 대응성을 평가한다. 설문조사를 통해 이슈별 가중치가 부여되고, 각 니즈기술이 세부이슈와 관련이 있을 경우 1, 관련이 없을 경우 0의 값을 기입한다. 최종적으로 각 유망기술의 이슈대응성은 매트릭스 내 값을 가중 평균하여 산출하며, 이를 통해 이슈 대응성 관점에서 유망기술 도출결과와 타당성을 검증한다.

IV. 2020년 10대 무선통신 유망기술 도출 결과

표 6. 사회적 영향력 검증을 위한 이슈 대응성 분석표  
Table 6. Issue concordance matrix to analyze social impacts

	Issue	Issue 1	Issue 2	Issue 3	...	Issue N	Total scores
2020 emerging technologies	Weight						
Emerging technology 1							
...							
Emerging technology 10							

4.1. 2020년 핵심 이슈 및 니즈

4.1.1. 이슈 및 니즈 후보군 도출 결과

STEEP관점에서 도출된 미래 사회의 이슈는 다음 [표 7]과 같다. 총 15개의 이슈, 30개의 세부이슈가 도출되었으며, 이는 『인구구조와 인간관계의 변화』, 『지식기반 네트워크 사회의 진전』, 『융합기술의 등장과 에너지·환경 기술의 부상』의 메가트렌드로 요약될 수 있다.

4.1.2. 핵심 이슈 및 핵심 니즈 도출 결과

10대 주요 핵심이슈로 일상생활 부문에서 ‘노년층의 증가’, ‘자연재해 및 질병 위협의 증가’, ‘개인화 및 가치관의 변화’, ‘IT 기술을 통한 글로벌 활동의 증가’가 선정되었다. 전문 기술 부문에서는 ‘인공지능 로봇시장의 성장’, ‘대체에너지 및 에너지 자원의 효율적 활용’ ‘기술의 융합화와 시너지화’가 선정되었다. 마지막으로 국가사회 부문에서는 ‘사회 경제적 양극화의 심화’ 및 ‘글로벌 기술 협력

표 7. 2020년 미래 사회 이슈 도출 결과  
Table 7. Future social issues in 2020

Category	Issues	Sub-issues	
Social	인구 구조의 변화	1. 노년층의 증가 2. 개인화 및 가치관의 변화 3. IT 기술을 통한 글로벌 활동의 증가 4. 글로벌화로 인한 문화적 다양성의 확산 5. 시공간을 넘어선 학습사회의 구현 6. 시공간을 넘어선 인간관계의 형성	
	글로벌화		
	네트워크 사회		
Technological	가상 지능 공간		7. 익스트림 리얼리티에 기반을 둔 가상공간의 부상 8. 인공지능력 확장을 위한 기술의 발전 9. 기술의 융합화와 시너지화 10. 글로벌 기술 협력의 증가 11. 만물 지능 통신망의 확대 12. 인공지능 로봇시장의 성장
	기술의 융·복합화		
	로봇		
Economic	감성 중심 소비	13. 소비패턴의 다양화와 감성기반 서비스의 확대 14. 안전/웰빙 관련 소비의 증대 15. 모바일 경제로의 전환 16. 지식 집약적 산업의 성장 17. 스마트 워크의 활성화 18. 창의적 융합인재의 필요성	
	지식 기반 경제		
	노동 시장의 변화		
Ecological	기후 변화 및 환경오염		19. 자연재해 및 질병위험의 증가 20. 자원 순환형 사회의 실현 21. 스마트 그리드의 확산 22. 대체에너지 및 에너지 자원의 효율적 활용 23. 새로운 건강 위해 요인의 증가 24. 실시간 의료/진단 서비스의 보급
	에너지 위기		
	생명 연장의 꿈		
Political	지배 구조의 변화	25. 사회·경제적 양극화의 심화 26. 참여 채널 확대로 사회의 투명성 증가 27. 정보 집중과 독점으로 인한 권력집중과 분산의 현상 28. 자국 산업과 기술에 대한 보호주의의 심화 29. 한민족 네트워크 공동체의 구축 30. 정보통신 산업 내 남북한 협력의 진전	
	안전 위험성 증대		
	남북 통합		

의 증가’, ‘스마트 워크의 활성화’가 선정되었다. 그러나 이 중 ‘IT 기술을 통한 글로벌 활동의 증가’와 ‘글로벌 기술 협력의 증가’는 이슈나 니즈 측면에서 서로 유사하여 국가사회 부문 내 이슈 하나로 통합하였으며, 이를 ‘글로벌 협력 활동의 증가’로 명명하였다. 또한 핵심 이슈로부터 도출된 총 27개의 핵심 니즈 중, 일상생활 부문의 ‘개인화 및 가치관의 변화’에 속하는 ‘이동 중에도 빠르게 접속 가능한 무선통신 서비스’는 다른 핵심 니즈들의 기반이 되는 기술적 특성이며 따라서 다른 니즈들과 중첩되는 부분이 많아 삭제하였다. 국가사회 부문의 ‘글로벌 협력 활동의 증가’에 속하는 ‘재택근무 지원 단말과 서비스’와 ‘모바일 업무 지원 서비스와 어플리케이션’은 다른 니즈에 비해 다소 상세한 수준으로 기술되어, 두 개의 니즈를 통합한 ‘방송통신 인프라의 효과적인 활용’이라는 니즈를 구성하였다. 따라서 총 25개 핵심니즈가 도출되었다([표 8] 참

고).

#### 4.2. 니즈기술 및 유망기술 후보군

무선통신 기술 전문가들을 대상으로 설문조사를 수행하여 9대 핵심이슈와 25개 핵심니즈로부터 무선통신 니즈기술을 도출하였으며, 1차 도출된 니즈 기술들을 그 유사성에 따라 통폐합 한 결과는 다음 [표 9]와 같다. 도출된 니즈기술들은 그 기술유사성에 따라 6개의 기술군으로 그룹핑 되었으며 이를 종합하여, 무선통신 기반기술 관점에서 2020년도에 필요할 것으로 생각되는 12개의 유망기술 후보군(고전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신, 테라헤르츠 통신, 양자통신(Quantum Communication), 나노통신 네트워크, 초고속 D2D 및 협력통신, 초광역 커버리지 이동통신, 지능형 이동통신 네트워크, Intelligent M2M/MTC, 국가 재난방재 통합무선 네트워크, 초정밀 모바일 스마트 미터링, 무선 백본

네트워크, 소형셀(친환경, 저 전력))을 도출하였다.

### 4.3. 2020년 10대 무선통신 유망기술

#### 4.3.1. 유망기술 후보군 우선순위 평가 결과

12개의 유망기술 후보군을 대상으로 우선순위를 평가하기에 앞서 평가기준에 대한 AHP 분석결과는 살펴보면 다음과 같다. 우선 5개의 지표 중 ‘파급효과(0.312)’가 무선통신 유망기술 평가에 있어 가장 중요한 기준으로 나타났으며, ‘원천성(0.242)’, ‘시장성(0.210)’, ‘국내적합성(0.154)’이 그 뒤를 따른다. 반면 ‘실현 가능성(0.082)’은 가장 낮은 중요도를 갖는다. 이는 무선통신 기술의 경우 미래사회의 인프라 기술로 활용되는 만큼, 유망기술을 선택하는데 있어 기술개발의 위험성이나 국내 기술력 보다는 기술개발 결과가 가지고 올 파급효과 측면에서 평가가 중요하게 고려됨을 의미한다.

AHP 분석을 통해 산출된 세부 지표 가중치 결과와 전문가 설문 조사를 통해 도출된 세부 기술별 지표 값을 종합한 결과는 아래 [표 10]과 같다. 최종적으로 ‘고송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신’이 가장 큰 점수를 얻어 향후 10년 뒤 가장 유망한 기술로 평가되었고, ‘소형셀’ 기술과 ‘Intelligent M2M/MTC’ 기술이 다음 순으로 나타났다. 해당 기술들은 무엇보다 파급효과나 시장성 측면에서 타 기술보다 높은 값을 나타냈으며, 실현가능성이나 원천성, 국내적합성에 있어서도 비교적 우수한 값을 나타내고 있다. 반면 10대 유망기술에서 제외된 기술은 ‘테라헤르츠 통신’과 ‘국가 재난방재 통합무선 네트워크’ 기술로, 전자의 경우 원천성은 높으나 시장성이나 국내 적합성 측면에서 상대적으로 낮은 값을 나타내고 있으며 후자의 경우 실현가능성은 매우 높으나 시장성이 떨어지는 것으로 나타난다.

표 8. 9대 핵심 이슈와 25개 핵심니즈 도출 결과  
Table 8. Core issues and the relevant needs

Category	Core issues (Sub-issue level)	Core needs
전문 기술	인공지능 로봇시장의 성장	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 개인에게 필요한 서비스제공 로봇(가사/업무처리)</li> <li>● 인간의 운동능력 및 신체를 보조하는 보조로봇 시스템</li> <li>● 인간 및 사회와 상호작용하는 로봇</li> </ul>
	대체에너지 및 에너지 자원의 효율적 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 에너지 자원의 효과적인 활용</li> <li>● 에너지 통합관리 시스템</li> <li>● 저 전력(초절전) 시스템 구축</li> </ul>
	기술의 융합화와 시너지화	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 스마트 차량운행 서비스</li> <li>● 스마트 시티 구현 (스마트홈/빌딩/교통 포함)</li> <li>● 실시간 의료서비스 제공을 위한 U-헬스케어 서비스</li> </ul>
일상 생활	자연재해 및 질병위험의 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 자연재해 및 위험에 대비한 체계적 안전관리시스템</li> <li>● 통합 의료정보 관리 및 실시간 원격 진료시스템</li> <li>● 실시간 위험상황 감지 및 대응체계 운영</li> </ul>
	노년층의 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 통합 의료정보 관리 및 실시간 원격 진료시스템</li> <li>● 개인 맞춤형 헬스케어 및 응급처리 서비스</li> <li>● 편안하게 생활할 수 있도록 통합 관리되는 주거관리 시스템</li> </ul>
	개인화 및 가치관의 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 개인 맞춤형 인텔리전스 기기 및 서비스 제공</li> <li>● 감성인식 서비스 구현</li> </ul>
국가 사회	사회 경제적 양극화의 심화	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 개인 안전 및 사회 안전망 시스템</li> <li>● 소외지역 및 계층에 대한 디지털 장비 격차 해소</li> <li>● 전국 모두에 초고속 인터넷 접속 인프라 구축</li> </ul>
	스마트워크의 활성화	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 재택근무 및 스마트 워크센터 운영</li> <li>● 실시간 업무처리를 위한 지원 인프라</li> <li>● 외부에서 회사내부 자원의 효과적인 활용</li> </ul>
	글로벌 협력 활동의 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 방송통신 인프라의 효과적인 활용</li> <li>● 실시간 통번역 서비스</li> </ul>

단 유망기술과 필요기술은 다소 다른 것을 의미하므로, ‘국가 재난방재 통합무선 네트워크’의 경우 국가 차원에서 유망성은 다소 떨어지지만 필요성이 높다면 정부주도로 개발할 필요가 있음을 염두해야 한다.

4.3.2. 유망기술 특성 심층 분석 결과

1차적으로 선정된 10대 유망기술에 대한 심층 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 선정결과에 타당성을 검토하고 기술적 특성을 분석하기 위한 특허분석 데이터는 WIPS 데이터베이스를 통하여 수집하였다. 단, 여기서 심층 분석 중점대상은 10대 유망기술이지만 비교 분석을 목적으로 나머지 2개 기술 또한 분석에 포함하였다. 분석 대상 특허는 무선통신을 정의하는 키워드((mobile or wireless or

cellular) and (network\* or communicat\* or telecommunication\* or transmission))와 무선통신기술 관련 클래스(178\* | 340\* | 342\* | 343\* | 367\* | 370\* | 375\* | 379\* | 398\* | 455\* | 719\*)로 범위를 한정하였으며, 2007년 6월 1일부터 2012년 5월 31일까지 최근 5년 동안 등록된 미국 특허청에 등록된 특허 문서를 수집하였다. 그 결과 총 6,844개 특허를 수집, 분석하였으며, 기술별 특허 수집을 위한 검색식과 수집된 특허의 개수는 [부록 1]에 첨부하였다. 유망기술에 대한 기술성 분석 결과는 다음 [표 11]과 같다. 이 중 원천성은 지표의 특성상 TO값의 역수를 취하여 그 값이 적용되었으며, 경제적 파급효과는 두 가지 방식으로 산출되었다. 분석 결과를 살펴보면 원천성 측면에서는 ‘나노통신 네트워크’와 ‘초광역 커버리지 이동통신’이 매우 우수한

표 9. 무선통신 니즈 기술 도출결과  
Table 9. Needs-technologies in mobile communications

Technological fields	Technologies
무지연 실시간 무선 전송기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 5G 등 고 전송효율 광역 이동통신 기술</li> <li>● 초고속(테라급) 무선랜 기술</li> <li>● D2D 및 협력통신 기술</li> <li>● 친환경·저 전력 소형셀 네트워크</li> <li>● 초고속 이동체(시속 500km/h 이상)를 지원하는 무선통신</li> <li>● 양자통신 등 변혁적 이동통신 기술</li> <li>● 5G 등 고 전송효율 광역 이동통신 기술</li> </ul>
근접 또는 밀착형 무선 개인통신 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 초저전력 고신뢰성 무선 개인 통신기술</li> <li>● 이동통신-무선개인통신 연동 기술</li> <li>● 나노 통신 네트워크</li> </ul>
이동통신 커버리지 확대 및 지능형 네트워크 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 초저전력/장거리 무선통신 기술</li> <li>● Multi hop 통신 기술</li> <li>● 메쉬망 네트워크 기술</li> <li>● Relay 기술</li> <li>● 위치 및 공간정보활용기술</li> </ul>
미래형 사물통신 네트워크 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 다수의 센서기기를 수용하기 위한 M2M 기술</li> <li>● Cooperative sensor network 기술</li> <li>● 감성복합센서, 3D/자세제어/모션센서 기술</li> <li>● 센서에 원격으로 전력을 공급하기 위한 무선전력전송 기술</li> </ul>
차세대 무선 네트워크 관리 및 운영기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 모바일 클라우드 네트워크 기술</li> <li>● Multi-tier, Multi-layer 네트워크 구성 및 관리 기술</li> <li>● 무선 백본 네트워크 설계 기술</li> <li>● 이동통신 네트워크 긴급복구 및 이동기지국 기술</li> <li>● 보안 인증이 강화된 이동통신 기술</li> </ul>
무선통신 융합기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 감성생체기반 의료 서비스</li> <li>● 모바일 스마트 미터링 서비스</li> <li>● 국가통합 재난방재 무선통신서비스</li> <li>● 스마트 차량운행 및 교통관리 서비스</li> <li>● 실시간 체감형 스마트 m-learning 서비스</li> </ul>

표 10. 유망기술 후보군 최종 평가 결과  
Table 10. Prioritization results of candidates for emerging technologies

Candidates for emerging mobile communications technologies	Index	Originality	Feasibility	Impact	Marketability	Suitability	Total scores (max 5)
	Weight	0.242	0.082	0.312	0.210	0.154	
1 고전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신		3.94	4.25	4.25	4.38	4.31	4.61
2 소형셀(친환경, 저 전력)		3.69	4.50	4.06	4.19	4.31	4.41
3 Intelligent M2M/MTC		3.67	4.00	4.06	4.11	4.22	4.37
4 지능형 이동통신 네트워크		3.83	4.06	3.89	4.00	4.00	4.22
5 나노통신 네트워크		4.38	2.75	3.63	3.13	3.13	3.88
6 초고속 D2D 및 협력통신		3.47	3.65	3.59	3.41	3.59	3.78
7 초정밀 모바일 스마트 미터링		3.19	3.63	3.25	3.56	3.19	3.66
8 양자통신		4.33	2.33	3.67	3.00	3.22	3.65
9 초광역 커버리지 이동통신		3.25	3.81	3.19	3.06	3.25	3.64
10 무선 백본 네트워크		3.13	4.06	3.31	3.06	3.31	3.57
11 테라헤르츠 통신		3.92	3.23	3.08	2.92	2.92	3.47
12 국가 재난방재 통합무선 네트워크		3.22	4.33	3.00	2.61	3.83	3.27

것으로 나타난다. 파급효과의 경우 관점에 따라 다소 상이한 결과가 나타나고 있지만 전반적으로 ‘고전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신’, ‘양자통신’, ‘무선백본통신’ 등이 높은 값을 보이고 있다. 시장성의 경우 시장규모와 성장성이라는 두 가지 상이한 관점에서 다소 상이한 결과가 도출되었지만 전반적으로 ‘소형셀’과 ‘지능형 이동통신 네트워크’, ‘초고속 D2D 및 협력통신’ 기술의 시장성이 높게 평가되었다. 마지막으로 국내적합성은 ‘소형셀’, ‘나노통신 네트워크’의 값이 상대적으로 높다. 기술간 비교분석을 보다 용이하게 하기 위해 각 평가지표 별로 최댓값을 1, 최솟값을 0으로 정규화한 결과는

[표 12]와 같다. 정규화 된 값을 살펴보면, 각 기술 별로 강점을 보이는 영역이 상당히 상이한 것으로 판단된다. 예를 들어, 1위 기술로 선정된 ‘고전송효율 저전력 특성의 B4G 이동통신’의 경우 파급효과 측면에서 매우 우수한 값을 나타내고 있는 반면, 2 위 기술로 선정된 ‘소형셀’ 기술의 경우 국내적합성이 우수하다. ‘나노통신 네트워크’의 경우 원천성과 국내적합성은 매우 우수하지만 파급효과나 시장규모 측면에서 낮은 값을 나타내고 있다. 따라서 이러한 정규화 값을 활용하여 특허관점에서 각 기술의 우선순위를 산출해 보았다. 우선순위 산출을 위한 합계 점수는 가중평균값을 활용하였으며, 특허정보를

표 11. 특허 분석 결과 - 지표 값  
Table 11. Patent analysis results - index values

Emerging mobile communications technologies	Originality TO <sup>-1</sup>	Impact			Marketability		Suitability AI
		Technological TI	Economic		Market size MS	Growth rate GR	
			TM1	TM2			
고전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신	0.95	1.82	5.07	0.93	0.54	0.81	0.30
소형셀(친환경, 저 전력)	1.43	0.53	0.50	0.94	0.90	2.04	3.36
Intelligent M2M/MTC	1.01	0.59	0.82	1.03	0.30	0.31	0.55
지능형 이동통신 네트워크	0.96	0.94	0.60	1.00	3.00	1.22	0.64
나노통신 네트워크	3.18	0.61	0.30	0.87	0.40	0.47	3.18
초고속 D2D 및 협력통신	0.93	1.05	0.71	1.02	2.76	3.00	0.62
양자통신	0.82	1.03	1.21	1.01	1.42	1.62	0.23
초광역 커버리지 이동통신	2.54	0.72	0.42	0.99	0.87	1.00	1.26
무선 백본 네트워크	1.39	0.96	1.18	1.12	0.78	0.63	2.39
국가 재난방재 통합무선 네트워크	0.71	1.54	0.81	0.98	0.39	0.40	0.42
테라헤르츠 통신	0.63	1.64	2.65	0.91	0.46	0.33	0.71
초정밀 모바일 스마트 미터링	0.53	1.26	0.82	1.17	0.19	0.19	0.00

표 12. 특허 분석 결과 - 정규화 값  
Table 12. Patent analysis results - normalized values

Emerging mobile communications technologies	Index	Originality TO-1	Impact			Marketability		Suitability AI	Total scores
			Technological TI	Economic		Market size MS	Growth rate GR		
	TM1	TM2		0.179					
	Weight	0.236	0.284			0.179		0.144	
고전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신		0.16	1.00	1.00	0.20	0.12	0.22	0.09	0.40
소형셀(친환경, 저 전력)		0.34	0.00	0.04	0.23	0.25	0.66	1.00	0.36
Intelligent M2M/MTC		0.18	0.05	0.11	0.53	0.04	0.04	0.16	0.16
지능형 이동통신 네트워크		0.16	0.32	0.06	0.43	1.00	0.37	0.19	0.36
나노통신 네트워크		1.00	0.06	0.00	0.00	0.07	0.10	0.95	0.31
초고속 D2D 및 협력통신		0.15	0.40	0.09	0.50	0.91	1.00	0.18	0.46
초정밀 모바일 스마트 미터링		0.00	0.57	0.11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.24
양자통신		0.11	0.39	0.19	0.47	0.44	0.51	0.07	0.31
초광역 커버리지 이동통신		0.76	0.15	0.03	0.40	0.24	0.29	0.38	0.32
무선 백본 네트워크		0.32	0.33	0.18	0.83	0.21	0.16	0.71	0.39
테라헤르츠 통신		0.04	0.86	0.49	0.13	0.10	0.05	0.21	0.27
국가 재난방재 통합무선 네트워크		0.07	0.78	0.11	0.37	0.07	0.07	0.13	0.23

표 13. 이슈 대응성 분석 결과  
Table 13. Issue concordance analysis results

Emerging mobile communications technologies	Issue										Total scores
	Weight	14.1	13.7	13.2	12	12	10.3	9.9	9.7	6.7	
고전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신	1	1	1	1	1	1	1	1	1		94.9
소형셀(친환경, 저 전력)	1	1	1		1	1	1			1	79.9
Intelligent M2M/MTC 네트워크	1	1		1	1	1	1	1	1	1	88.4
지능형 이동통신 네트워크		1	1		1	1	1	1			68.8
나노통신 네트워크	1	1		1	1	1	1			1	78.7
초고속 D2D 및 협력통신	1		1	1	1			1			61.0
초정밀 모바일 스마트 미터링	1	1		1	1	1	1	1	1		81.7
양자 통신				1			1		1		33.2
무선 백본 네트워크	1	1	1	1			1			1	69.6
초광역 커버리지 이동통신	1	1	1	1	1	1	1	1			94.9
테라헤르츠 통신	1		1	1			1			1	55.9
국가 재난방재 통합무선 네트워크		1									13.7

활용하여 산출하기 어려운 ‘실현가능성’ 항목을 제외하고는 AHP 분석 결과에서 나온 가중치를 활용하였다. 이 때 파급효과는 3가지 관점에서 측정된 평가결과의 산술평균을 활용하였다. 평가결과를 살펴보면 ‘Intelligent M2M/MTC’와 ‘초정밀 모바일 스마트 미터링’ 기술을 제외하고는 10대 유망기술로 선정된 기술들이 특허평가에 있어서도 상대적으로

우수한 결과를 나타내는 것으로 판단된다. 두 기술의 경우 공통적으로 시장성에 있어 매우 낮은 값을 나타내고 있는데, 특허로부터 평가할 수 있는 시장성의 범위는 매우 제한적임을 고려할 때 특허분석 결과는 특허관점에서 기술의 특성을 참고하는 자료로만 활용되는 것이 바람직할 것이다.

마지막으로 기술의 사회적 영향력을 분석하고자

QFD 컨셉을 활용하여 '이슈대응성'을 평가한 결과는 다음 [표 13]과 같다. 이슈별 가중치는 일반인 설문결과와 산출된 값을 활용하였으며, 그 결과를 살펴보면 일반인들은 미래사회의 핵심이슈로 '노년층의 증가(14.1점)', '자연 재해 및 질병 위협의 증가(13.7점)', '글로벌 협력 활동의 증가(13.2점)'를 중요하게 판단하고 있다. 또한 각 기술이 각 핵심 이슈와 연관성이 있는지의 여부는 1(연관성 있음), 0(연관성 없음)의 2분법으로 평가하였으며, 평가의 객관성을 높이기 위해 전문가들이 각 핵심이슈와 관련된 니즈기술을 도출하는 과정에서 유망기술에 해당하는 니즈기술을 언급하였을 경우에는 1 값을, 그렇지 않은 경우에는 0값을 부여하였다. 각 유망기술이 얼마나 다양한 핵심이슈와 연관되어 있는지, 그리고 연관된 핵심이슈가 얼마나 중요한지를 반영하여 총 점수가 도출된다. 분석결과를 살펴보면, 미래 사회 핵심 이슈들과 가장 다양하게 연관되어 있는 기술들에 '고 전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신', '초광역 커버리지 이동통신', 'Intelligent M2M/MTC 네트워크' 기술 등이 포함된다. 반면, 10대 기술에서 제외된 '테라헤르츠 통신'과 '국가 재난방재 통합무선 네트워크'의 경우 핵심 이슈 중 일부에만 대응되는 특성을 보인다. 이러한 이슈 대응성의 경우 추후 보다 엄밀한 분석을 위해서는 2분법이 아닌 보다 정교한 평가방법을 활용할 필요가 있을 것이다.

4.3.3. 최종 10대 무선통신 유망기술 도출 결과

앞선 평가결과에 따라 최종적으로 선정된 10대 무선통신 유망기술은 다음 [표 14]와 같다. 본 기술들은 미래 사회의 니즈를 만족시키는데 있어 가장 핵심적인 무선통신 관련기술로 향후 보다 주목해야 하는 기술이 될 것이다.

표 14. 10대 무선 통신 유망기술  
Table 14. Top ten emerging technologies in mobile communications

Ranking	Technology
1	고전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신
2	소형셀(친환경, 저 전력)
3	Intelligent M2M/MTC
4	지능형 이동통신 네트워크
5	나노통신 네트워크
6	초고속 D2D 및 협력통신
7	초정밀 모바일 스마트 미터링
8	양자통신
9	초광역 커버리지 이동통신
10	무선 백본 네트워크

V. 결 론

본 연구는 무선통신 분야 유망기술 발굴을 위한 방법론을 개발하고 2020년을 목표로 한 무선통신 유망기술을 실제 도출하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해서 우선 기존의 미래 유망기술 발굴 방법론과 이를 위한 기술예측 방법론을 고찰하였다. 그 결과 미래 유망기술 발굴 프로세스는 크게 『유망기술 후보군 도출』과 『유망기술 후보군 평가 및 유망기술 선정』 프로세스로 구분할 수 있다. 이 중 유망기술 후보군을 도출하기 위해서는 미래사회의 니즈를 분석하거나, 미래예측 기법을 적용하는 방법을 주로 활용하고 있으며, 정보수집 방안으로 전문가 패널, 일반인 설문, 과학기술 데이터베이스 등을 활용하고 있다. 다음으로 유망기술 후보군을 평가하고 우선순위를 매기기 위한 목적으로는 AHP, QFD 등의 의사결정지원 기법, 전문가 평가 등의 정성적 평가기법, 지표 분석 등의 정량적 평가기법이 활용되고 있다. 본 연구에서는 각 방법들의 특징을 조사하여 예측목적과 예측대상에 적합한 방법론을 선택하는데 있어 지침을 제공하고자 하였다. 또한 무선통신 시장의 특성을 반영한 수요기반(needs-driven) 유망기술 발굴 방법론을 개발하여 이를 적용하고자 하였다. 그 결과 2020년 10대 유망기술로 고전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신, 소형셀(친환경, 저 전력), Intelligent M2M/MTC, 지능형 이동통신 네트워크, 나노통신 네트워크, 초고속 D2D 및 협력통신, 초정밀 모바일 스마트 미터링, 양자통신, 초광역 커버리지 이동통신, 무선 백본 네트워크 기술이 선정되었다.

본 연구의 기여도를 방법론적 측면과 실무적 측면에서 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 방법론적 측면에서 본 연구는 무선통신 기술에 적합한 유망기술 발굴 방법론을 제안했다는 점에서 의의가 있다. 특히 본 연구에서는 기술기반 혁신에서 니즈기반 혁신으로 진화해 가는 무선통신 산업의 특성을 반영하여 미래 사회 니즈의 구현이라는 관점에서 10대 유망기술을 도출하였다. 지금까지 다양한 미래예측 연구가 수행되었지만 기존 연구들은 사회적으로 이슈가 될 것으로 예상되는 구체적 문제를 다루기보다는 과학기술적 관점에서의 중요성이 포괄적으로 고려된 방법론을 제시하고 있었다. 즉 가까운 미래에 우리사회의 중요한 이슈로 등장할 사회문제 해결에는 다소 능동적으로 대응하지 못했다. 물론 최근 여러 정부 기관을 중심으로 기술예측에 일반인



을 폭넓게 참여시키는 3세대, 4세대 형 기술예측을 통해 미래 유망기술을 발굴하고자 하는 시도가 지속되고 있다는 점은 매우 고무적인 일이지만, 아직 무선통신 분야에 있어서는 활발한 시도가 이루어지지 않은 게 사실이다. 또한 본 연구에서는 유망기술 발굴 프로세스를 위해 미래니즈, 전문가 평가 등의 '정성적 기법'과 특허분석, 기술상호관계분석 등의 '정량적 접근법'을 복합적으로 활용한다. 이는 전문가 패널의 토론에만 기반을 둔 기존 연구에 비해서는 연구의 객관성을 높여줄 것으로 판단되며 과학기술 데이터베이스 분석에만 기반을 둔 기존 연구에 비해서는 연구의 전략적 가치를 높여줄 것으로 판단된다. 즉, 전문가, 일반인, 과학기술정도 등을 통합적으로 활용함으로써 다양한 관점을 반영한 연구를 수행할 수 있었다.

둘째, 실무적 측면에서 본 연구는 무선통신 기술 분야의 10대 유망기술을 실제로 발굴했다는 측면에서 의의가 있다. 무선통신 기술은 반도체, LCD, 휴대 단말, 부품 등 전후방 효과가 매우 커 폭넓은 산업 연관 효과를 유발시키는 기술이며, 주변 산업의 기술적 성과를 다양하게 적용할 수 있는 중요한 산업분야이다. 이러한 국내 시장에서의 전략적 중요성 외에도 우리나라의 기술 경쟁력이 상대적으로 높은 분야인 만큼 선도적으로 유망기술을 발굴해야 할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고 기존 연구들은 정보통신 분야 전반에 걸쳐 유망기술을 발굴한 적은 있으나 무선통신 분야에 국한된 시도는 많지 않았다. 본 연구에서 10대 유망기술을 발굴한 결과 향후 무선통신 기술은 융/복합 서비스 제공을 위한 다양한 기술들이 개발될 것이며 특히 에너지 저 소비 사회 구조로 전환하는데 있어서도 중심적인 역할을 담당할 것으로 판단되었다.

그러나 본 연구는 그 기여도에도 불구하고 다음과 같은 한계를 갖는다. 첫째, 본 연구는 무선통신 분야 유망기술 발굴을 위한 초기 연구로써 추후 지속적인 방법론의 개선과 고도화가 요구된다. 특히 우리나라는 과학기술예측 결과를 생성하기 위한 지식, 정보 인프라의 부족으로 메가트렌드 등의 사회동향 및 국내외 미래유망기술에 대한 자료 분석이 전문가에 의한 일회성으로 그치고 있으며 지속적인 지식, 정보의 축적 및 수정 보완이 이루어지고 있지 않은 실정이다. 이로 인해 기술예측 역량의 고도화가 이루어지지 못하고 있다. 본 연구가 일회성으로 끝나지 않도록 여러 가지 정보를 수집, 가공, 처리해서 예측하고 기획하며 동시에 연구에 의해 새로

운 정보를 창조해 나갈 수 있는 시스템이 구축되어야 할 것이다. 또한 본 연구에서는 니즈기술 접근법을 취하고 있지만 동시에 기술기반 접근법을 통합한 통합 접근법에 대해서도 그 가능성을 검토해 볼 필요가 있다. 무선통신 기술의 경우 기반기술의 특성이 강하며 기존 기술이 다음 세대 기술에 미치는 영향이 클 수 있다. 특히 최근 들어 광범위한 과학기술 데이터베이스를 활용하여 기술동향 속에 숨겨진 시그널을 조기에 발굴하고자 하는 시도가 지속되고 있다. 이에 무선통신 분야 유망기술 발굴에 특허분석 및 논문분석을 활용해 보는 것 또한 의미할 것이다. 마지막으로 본 연구에서는 유망기술 발굴 활동에 500명 내외의 일반인과 20명 내외의 전문가만이 참여하였다. 결과의 객관성을 높이기 위해서는 추후 보다 많은 일반인과 전문가가 기술예측 활동에 참여할 필요가 있을 것이다.

## References

- [1] K. K. Wheatley and D. Wilemon, "Global innovation teams: a requirement for the new millennium", in *Proc. the Portland Int. Conf. on the Manage. of Eng. and Technol. Manage. (PICMET)*, pp. 102, Portland, USA, Jul. 1999.
- [2] H. I. Lee, "Meaning of promising futuristic technology selection and direction of the ocean field", *The Korean Society for Marine Environment and Energy*, pp. 3-27, Jeju Island, Korea, Nov. 2006.
- [3] U. D. Yeo, E. S. Son, E. S. Jung and C. H. Lee, "Identification of emerging research at the national level: scientometric approach using Scopus", *J. of Inform. Manage.*, vol. 39, no. 3, pp.95-113, Sep. 2008.
- [4] N. Corrocher, F. Malerba and F. Montobbio, "The emergence of new technologies in the ICT field: main actors, geographical distribution, and knowledge sources", *Working Paper Prepared for the TENIA Project*, Dec. 2003.
- [5] A. L. Porter, D. Roessner, X. Y. Jin, and N. C. Newman, "Measuring national emerging technology capabilities", *Science and Technol. Policy*, vol. 29, no. 3, pp.

- 189-200, Jun. 2002.
- [6] G. S. Day and J. H. Schoemaker, *A different game*. In G. S. Day & P. J. H. Schoemaker (Eds.). Wharton on Managing Emerging Technologies, New York; Jhon Wiley & Sons, 2000.
- [7] S. C. Hung and Y. Y. Chu, "Stimulating new industries from emerging technologies: Challenges for the public sector", *Technovation*, vol. 26, no. 1, pp. 104-110, Jan. 2006.
- [8] K. S. Choi and G. C. Park, "Study on DB construction and usage structure of excellent technology", *Korean Society for Internet Inform. (KSII)*, vol. 9, no. 2, pp. 395-398, Nov. 2008.
- [9] W. K. Joo, K. S. Choi, and J. S. Kim, "Service system to promote the use of national R&D technical information", *J. of Comput. Sci. and Eng. (JCSE)*, vol. 38, no. 1, pp. 145-148, Jun. 2011.
- [10] B. W. Park, *Case of foreign promising futuristic technology selection*, KDI Press, 2005.
- [11] J. S. Kim and Y. D. Lee, "Priority setting of key technologies through technology foresight - Empirical analysis of Korean government research institutes", in *Proc. the Korea Technology Innovation Society (KOTIS)*, pp. 109-127, Seoul, Korea, May. 2009.
- [12] Y. H. Moon, *Monitoring and analyzing future technologies*, KISTI Press, 2007.
- [13] H. J. Kang, M. J. Um and D. M. Kim, "Study on forecast of the promising fusion technology by US patent analysis", *The Korean Society for Innovation Management and Economics*, vol. 14, no. 3, pp. 93-116, Dec. 2006.
- [14] Director general for electronics and IT industries, *The next big thing*, MKE Press, 2011.
- [15] Korea evaluation institute of industrial technology (KEIT), *Mobile Communication*, MKE Press, 2010.
- [16] Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), *Future technology predictions and promising technology selection for successful planning*, ETRI Press, 2009.
- [17] J. M. Yun, *Next-generation mobile communication trends*, KEIT Press, 2004.
- [18] H. J. Choi, "Study on the mobile communications market and technology", *The Institute of Electronics Engineers of Korea (IEEK)*, vol. 8, no. 1, pp. 10-19, Jun. 1992.
- [19] H. W. Lee, S. T. Kim, I. S. Park, C. H. Heo, K. D. Kim and H. R. Kim, "Mobile communications industry trends and research and development policy", *J. KICS*, vol. 28, no. 2, pp. 3-9, Feb. 2011.
- [20] U. S. Han, T. W. Kim, Y. M. Ki and S. T. Hong, "Development simulation of emerging IT convergence technologies", *Electr. and Telecommun. Trends*, vol. 25, no. 1, pp. 11-22, Feb. 2010.
- [21] J. B. Sim and Y. W. Ha, "A study on the prospective IT R&D fields in the smart grid area", *J. KICS*, vol. 35, no. 9, pp. 1416-1427, Sep. 2010.
- [22] Y. Lim, "A study on the futur strategy of convergence IT workforce program through the question analysis of convergence IT Promising area", *J. KICS*, vol. 37C, no. 3, pp. 267-276, March. 2012.
- [23] IITA, *Study on the IT promising technology*, NIPA Press, 2008.
- [24] W. H. Lee, J. B. Jung and S. H. Lee, "A study on the IT R&D emerging technology detection through knowledge map: Focus on Access Network field", *Asia Pacific J. of Inform. Syst. Editorial Board*, vol. 10, no. 2, pp. 1-19, Aug. 2008.
- [25] B. R. Kim and S. H. Hwang, "A study on the projection of the IT-based promising technologies utilizing patent database", *J. KICS*, vol. 34, no. 10, pp. 1025-1026, Oct. 2009.
- [26] Y. H. Lee, H. D. Sim, Y. W. Kim and J.

W. Byun, "A technology mining framework in developing new wireless", *J. of the Korean Academic Society of Business Administration*, vol. 26, no. 3, pp. 101-115, Nov. 2009.

[27] H. D. Sim, Y. H. Lee and Y. W. Kim, "Emerging technology mining framework design in mobile telecommunication industry", in *Proc. the Korean Academic Society of Business Administration*, pp. 157-161, Seoul, Korea, Oct. 2008.

이 경 표 (Kyungpyo Lee)



2011년 2월 아주대학교 산업공학과 졸업  
2011년 3월~현재 아주대학교 산업공학과 석사과정  
<관심분야> 기술경영, 통신공학, 유망기술 발굴

송 영 근 (Youngkeun Song)



2001년 2월 KAIST 산업공학과 석사  
2012년 2월 KAIST 경영학과 박사  
2001년 2월~현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
<관심분야> 기술경제성분석, 무선통신 산업분석, 기술경영

한 우 리 (Woori Han)



2007년 2월 서울대학교 산업공학과 졸업  
2007년 3월~현재 서울대학교 산업공학과 석·박사 통합과정  
<관심분야> 무선통신기술, 특허분석, 비즈니스 모델

이 성 주 (Sungjoo Lee)



2002년 2월 서울대학교 산업공학과 졸업  
2007년 8월 서울대학교 산업공학과 박사  
2009년 3월~현재 아주대학교 산업공학과 조교수  
<관심분야> 무선통신기술, 기술기획, 기술로드맵

부록 1. 특허수집을 위한 미국특허청 특허DB 검색 식

표 16. 무선통신 유망기술 특허분석을 위한 특허 검색식

무선통신 유망기술	검색 식	특허 수
고전송효율 저 전력 특성의 B4G 이동통신	(B4G or 5G or (5 adj generation)) and (Smart or (Lower adj power) or green or ((Energy or super or hyper or ultra) adj Efficient))	309
테라헤르츠 통신	((Tera adj Hertz) or Terahertz or THz) or (Ultra adj broadband)	264
양자통신	(Quantum or Qubit or Qbit)	810
나노통신 네트워크	(Nano* or molecular or (small adj scale)) adj5 (communicat* or network*)	226
초고속 D2D 및 협력통신	(Device adj to adj Device) or D2D or ((Cooperative or (Direct and Distributed)) adj Communication)	1572
초광역 커버리지 이동통신	((Long or Super or wide) adj (range or area or site)) near2 cover*	497
지능형 이동통신 네트워크	(Intelligent or smart ) adj2 network*	1709
Intelligent M2M/MTC	(Machine adj to adj Machine) or M2M or (Machine adj Type adj Communicat*) or MTC or (Internet adj of adj Thing*) or (Web adj of adj Thing*)	171
국가 재난방재 통합무선 네트워크	((national or public) and (disaster or risk)) near2 (protect* or manag* or relief or reliev*)	223
초정밀 모바일 스마트 미터링	((Smart or intelligen*) near2 (Grid* or Meter*)) or smartgrid* or smartmeter*	107
무선 백본 네트워크	(wireless adj2 (backbone or backhaul))	444
소형셀(친환경, 저 전력)	((femto or pico or nano) adj cell) or femtocell or picocell or nanocell	512
총 합		6,844