

소셜 네트워크 분석을 통한 유망기술 탐색에 관한 연구

: 차세대 이동통신분야를 중심으로

이우형* · 석영철** · 박준철***

< 목 차 >

I. 서론	IV. 실증분석
II. 관련 연구	4.1 소셜 네트워크 분석을 위한 데이터 분류
2.1 소셜 네트워크 분석	4.2 기술간 소셜 네트워크 분석결과
2.2 유망기술 탐색	4.3 유망기술 분석결과
III. 연구방법	V. 결론
3.1 연구절차	참고문헌
3.2 소셜 네트워크 분석방법	<Abstract>
3.3 유망기술 분석방법	

I. 서론

새로운 연구 경향을 규명하는 것은 많은 이해 관계자들에게 있어서 주요 관심사 중의 하나이다. 대부분의 연구자들은 유망한 새로운 주제들에 관심을 기울이고 있으며, 유망한 분야들을 빨리 찾아내서 학제간 워크샵, 연구정보 공유를 통해 그 분야의 성장을 이끌고 있다. 특히, 산업 분야에서는 미래 발전가능성이 높은 연구를 모니터링하고 개척하여 경쟁력을 선점하기 위한 노력을 기울이고 있다.

최근 기술혁신의 주기가 빨라지고 기술개발의 불확실성이 높아짐에 따라, 국가 간 기술경쟁은 더욱 치열해지고, 지속적인 경쟁력 유지를 위해 효율적인 국가 R&D 전략수립이 필요하다. 또한 기술의 발전 속도와 방향 및 범위 등이 고려되면서, 국가 R&D 사업을 위해 특허 및 논문 등 객관적 데이터에 기반한 과학기술예측의 필요성이 대두되고 있다(이우형, 이명호, 박준철, 2009). 이에 반해 기존 국가 R&D 과제의 선정이 특허, 논문 등의 객관적 데이터의 분석이 충분히 반영되지 않은 각 부처의 ‘기술로드맵’만

* 한국산업기술진흥원, leewh@kiat.or.kr

** 한국산업기술진흥원 부원장, ycseok@kiat.or.kr

*** 강릉원주대학교 산업정보경영공학과 부교수(교신저자) jcking@gwnu.ac.kr

을 대상으로 하고 있어, 객관적이고 실제적 산업 기술 R&D 중장기 기술기획 등 정책기반 조성에 일정한 한계점을 지니고 있는 것이 현실이다. 이에 국가 R&D 기술기획의 체계적 전략수립 및 객관화된 분석을 통해 선별할 수 있는 유망기술 발굴 방법론(이우형, 김한주, 박준철, 2008)을 마련하여, 체계적이고 연계성이 높은 정책수립이 필요한 시점이라 할 수 있다.

국가 R&D 중장기 기술기획의 효율성 및 적합성을 높이기 위해서는 특허 데이터 등을 기반으로 유망기술의 예측가능성을 높일 필요가 있으며(이우형, 여운동, 박준철, 2011), 이를 위해 네트워크 분석과 같은 최신의 계량분석 방법론을 접목하여 형식적 분석을 지양하고 유의미한 결과를 도출하여 활용하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 측면에서 조기에 발전가능성이 있는 사업을 찾아내는 노력의 일환으로 소셜 네트워크방법을 통한 유망기술 도출 방법론을 연구하게 되었다.

따라서 본 연구는 먼저, 이론연구를 수행하기 위해 관련연구들을 살펴보고 다음으로 연구방법 및 실증분석을 수행할 것이다. 이를 위해 분석대상을 차세대 이동통신분야¹⁾로 정하고 RADERS 소프트웨어²⁾를 활용하여 이 분야의 유망기술을 탐색하였다. 끝으로 결론 도출을 통해 연구의 기여도 및 한계 그리고 미래연구방향을 제시하고자 한다.

II. 관련연구

2.1 소셜 네트워크 분석

잘 설계되고 실행된 소셜 네트워크 분석은 구체적인 통찰력을 제공한다(Borner, 2010). 즉 구체적인 질문에 대한 답을 준다는 것이다. 가장 일반적인 5가지 종류의 질문, 즉 언제, 어디서, 무엇을, 누구와 함께, 왜라는 질문이 있다. 대부분의 실제 세계에서 일어나는 결정을 위해서는 여러 가지 질문에 대한 답을 찾아보는 방법이 도움이 된다. 다양한 질문의 종류는 특정한 과학의 분야에서 개발된 약간씩 다른 알고리즘과 접근법의 적용을 필요로 한다.

소셜 네트워크의 데이터 분석은 micro(개별), mezo(지역), macro(세계적) 등과 같이 다양한 수준에서 실행될 수 있다. 서로 다른 수준은 서로 다른 접근법, 알고리즘, 도구를 사용하고 서로 다른 종류의 통찰력을 제공하며, 각 수준에서 얻을 수 있는 통찰력의 결합은 그 모두를 합한 것보다 훨씬 크다.

여러 유형의 네트워크는 다양한 질문에 대한 답을 준다. 공저자, 공동 발명자, 혹은 공동 지도자 네트워크는 각각 논문, 특허 혹은 과학기술위원회를 이해하는데 도움이 된다. 용어, 논문, 저널 등의 인용이나 읽기의 패턴을 통해 학자나 회사와 연결되는 네트워크는 중요한 지식을 이해하거나 소비하는데 도움이 된다. 인용, 다운로

- 1) 차세대 이동통신분야는 우리나라가 전세계에서 가장 앞서있는 분야로, 과거 우리나라가 취했던 Fast Follower 전략에서 선진국으로 도약하기 위해서 필요한 First Mover로 자리매김하는데 가장 큰 공헌을 할 분야로 판단되기 때문에 차세대 이동통신분야를 선정하였다.
- 2) RADERSTM는 Research Area DEtection through R&d information Scanning의 약자로, R&D 정보분석 시스템을 지칭한다. 이를 통해 현재 부상하고 있는 새로운 연구주제, 시간에 따른 연구동향 추이, 연구분야간 융합 연구 현황, 연구자, 연구기관 또는 국가간 공동 연구 현황 등 분석할 수 있다.

드, 상품 구매 기록은 논문, 특히, 온라인 서비스의 수출이나 사용 혹은 상품의 제공에 대한 정보를 담고 있다. 게다가, 동시에 나타나는 단어들 즉 두 용어가 자주 함께 사용되거나 두 건의 특허가 제 3의 특허에서 함께 인용되는 경우가 있다. 논문이나 특허에 나타나는 저작자들, 기관들 혹은 국가들도 제 3의 논문에 함께 인용될 수 있다.

이들 네트워크의 일부는 단봉형(uni modal) 네트워크 즉 하나의 노드만 갖는 유형이다. 예를 들자면 공저자 네트워크를 들 수 있다. 다른 네트워크는 두 가지 양식이 있는 즉 저작자-논문 네트워크이다. 네트워크의 엣지는 가중치가 주어지거나 혹은 그렇지 않거나 직접적으로 가리키거나 그렇지 않거나 할 수 있다. 공저자 네트워크는 가중치가 부여되고(예를 들면 논문이나 인용에 의해) 방향이 없다(즉 지식 이동의 방향이 나타나지 않는다). 이와 대조적으로, 저작자-논문 네트워크는 가중치가 부여되지 않으며(즉 모두 유일한 저작자가 하나의 논문에 한 번만 열거되므로) 방향이 있다(저작자는 적극적으로 논문을 발표한다).

네트워크는 노드와 엣지 수준에서, 그리고 네트워크 구조 수준에서 분석할 수 있다. 기본적인 노드의 속성에는 연결 정도 중심성(degree centrality), 사이 중앙성(betweenness centrality) 혹은 허브 점수(hub scores)와 권위점수가 포함된다. 엣지의 속성에는 유형(방향이 있거나 없는 유형, 가중되거나 가중되지 않는 유형), 강도(약하거나 강한), 밀도(네트워크에 실제로 존재하는 잠재적 엣지의 개수), 도달성(네트워크의 한쪽 “끝”에서 네트워크의 다른 쪽까지 가는데 취해야 하는 단계의 개수), 중심성(네트워크에

“중심”점이 있는지 여부), 품질(신뢰성, 확실성)이 포함된다.

네트워크 속성은 노드와 엣지의 수, 네트워크 유형(방향이 있거나 없는 유형, 가중되거나 가중되지 않는 유형), 네트워크 밀도, 평균 경로 거리, 결집 계수(clustering coefficient), 분리 노드의 개수, 평행인 엣지, 셀프 루프(self loop), 개별적인 네트워크 구성요소를 말하지만, 작은 세상(small-world), 척도 없는(scale-free), 혹은 계층적 등의 일반적인 속성을 도출할 수 있는 분포이기도 하다. 커뮤니티를 찾는 알고리즘(community detection algorithms)을 통해 주요 커뮤니티를 확인하고, 패스파인더 네트워크 스케일링(pathfinder network scaling)이나 최대 흐름 알고리즘(maximum flow algorithms)을 통하여 “백분”을 계산하는 것은 대규모 네트워크와 소통하고 그것을 이해하는데 도움이 된다.

이러한 소셜 네트워크 분석은 기존의 유망기술탐색 방법과 차별된다. 즉, 기존 유망기술탐색이 전문가 회의 등의 주관적인 방법에 의존하고 있다. 그러나 본 연구에서 주장하는 방법론은 이러한 주관을 배제한 객관적 데이터를 활용한다는 점이 가장 큰 차이점이라 볼 수 있다. 또한 최근에 객관적 데이터를 활용한 유망기술 탐색을 시도하고 있지만 이 역시 본 연구에서 주장하는 방법론과 다소 차이가 존재한다. 기존의 방법은 논문, 특허 데이터 등 객관적 데이터를 활용하는 것은 유사하지만, 기존 방법론은 연도별 건수를 기반으로 이들의 추세를 분석해서 유망기술을 탐색하고 있다. 하지만 소셜 네트워크 분석은 데이터들간의 관계를 분석하기 때문에 단순 추세분석으로는 찾아 낼 수 없는 부분을 보완할 수 있다.

2.2 유망기술 탐색

새로운 연구 분야를 규명하기 위한 서로 다른 접근법들이 제시된 바 있으며(Lee, 2008; Takeda et al., 2009), 성숙도 (Serenko et al., 2010; Watts et al., 2003), 그리고 발전 속도 (Van Raan, 2000; Braun et al., 1997)를 밝히기 위한 접근이 이루어졌다.

가장 처음으로 시도되는 연구 분야와 관련하여 아마도 가장 어려운 일은 모든 연구 분야를 서술하는 일이다. Zitt와 Bassecouard (2008), 그리고 Lewison(1991)은 연구 분야를 어떻게 정의할 지에 대하여 연구를 수행하였다. 연구 분야를 정의하는데 있어서는 다양한 방법이 있는데, 전문 학회지를 분류하는 방법, 저자의 목록을 수집하는 방법, 전문 분야별 용어집에 따라 주제별 질의를 이용하는 방법 등 다양하다.

하지만 신기술을 통찰하기에는 많은 제약이 있다. 이를 극복하기 위해서 여러 학자 (Kajikawa et al., 2008; Noyons et al., 2002, Schiebel and Horlesberger, 2007) 들이 사회학, 경제학, 생태학, 정치학과 같이 많은 분야에 걸쳐 다양한 방법으로 연구를 수행하였다.

Price 지표 (Price, 1970), 즉시성 지표 (Garfield and Small, 1989), 그리고 통화 지표 (Small(2006))와 같은 과학 지표들을 활용하여 과학 분야의 등장 또는 성장을 살펴보고, Lucio-Arias와 Leydesdorff (2007)는 네트워크 분석을 적용하여 지식의 출현을 저널과 단어, 그리고 인용이라는 면에서 설명하였다. Leydesdorff와 Schank (2008)는 새로운 분야가 등장하는 동안의 저널 인용 패턴의 변화를 연구하였고, Kajikawa 등 (2008)은 인용 네트워크

분석을 통하여 연료와 태양 전지 연구가 빠르게 성장하고 있는 새로운 기술 주제라는 것을 알아내었다. Scharnhorst와 Garfield (2010)는 논문과 분야 이동성에 대하여 저자와 글을 바탕으로 접근하여 Merton (1968)의 특정 논문의 영향력을 추적해 보았다. Merton의 1968년도 논문에 대한 인용흐름에 대한 기록은 1970년대 과학과 기술 연구에 있어서의 새로운 분야의 등장을 밝혀내었다. 그들은 한 연구 분야의 시발점이 된 논문을 연구하거나 한 학자의 학문적인 궤적을 따라가보는 것이 지식의 전파를 추적하는 실용적인 방법이 된다는 것을 보여주었다.

많은 학자들은 정량적인 모델을 이용하여 특정 학술 커뮤니티 안에서 어떻게 아이디어가 전파되는지, 그리고 어떻게 학술 분야가 시간에 따라 발전되는지를 연구하였다. 은 여러 연구를 통해 학술 분야의 시간적 발전을 수학적으로 모델링하였다(Goffman, 1966; Goffman, 1971; Goffman and Harmon, 1971; Goffman and Newill, 1964). 그는 어느 특정 학문 분야의 흥망을 역학적 모델이 예측할 수 있다고 주장한다. Bettencourt 등 (2008) 은 여러 과학과목 안의 새로운 분야들의 시간에 따른 진화를 저자와 출판 수에 따라 역학에서 사용되는 접촉 모델을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 연구방법

3.1 연구절차

본 연구는 소셜 네트워크분석 방법론을 활용한 유망기술 발굴 방법을 제안하고, 실증분석을

통해 타당성을 확보하는 것이다. 이를 위해 우리나라 산업기술을 총괄하고 있는 지식경제부의 산업융합원천기술개발사업의 한 분야인 차세대 이동통신 분야를 선정하였다. 그리고 특허(미국 특허)를 최신의 방법론을 통해 분석하고 차세대 이동통신 산업의 특허 기초통계 결과와 유망기술 발굴 분석결과를 종합 해석하여 유망기술 및 쇠퇴기술을 도출하였다.

입체적인 특허분석을 위해 지식경제부에서 기분류한 차세대 이동통신 산업의 대, 중, 소분류 단위(한국산업기술진흥원, 2012)³⁾로 구축된 특허 데이터를 바탕으로 다음과 같은 분석을 수행하였다. 첫째, 중분류 항목 기술간, 그리고 소분류 항목 및 IPC(International Patent Classification)⁴⁾간의 기술 네트워크 시각화 및 계량분석을 통해 기술 생태계의 변화를 살펴보는 기술 네트워크 분석. 둘째, 전략다이아그램, 잠재성장지수 및 핵심 IPC 및 소분류 기술 네트워크 분석에 근거한 유망기술 분석을 포괄하는 네트워크 분석을 실시하고 이를 종합하여 향후 유망기술 예측을 수행하였다.

네트워크 분석 및 전략 다이어그램에서 각각 사이중앙성(betweenness centrality) 및 성과지수를 통해 이미 기술의 허브 역할을 하고 있거나 성과를 내고 있는 기술을 변별해 낸 후, 성장

추세에 보다 강조점을 두어 향후 투자해야 할 유망기술을 별도로 찾아낸다. 이를 위해 전략 다이어그램 상의 표준 성과지수(NPI)보다 표준 성장지수(NGI)에 상대적 가중치를 둔 새로운 지표인 잠재 성장지수(Potential Growth Index: PGI)를 사용하여 기존의 평가 지표 및 분석결과가 간과할 수 있는 구조적 공백(structural gap)을 재조명한다.

3.2 소셜 네트워크 분석방법

소셜 네트워크 분석(social network analysis: SNA) 방법론은 단순히 빈도수와 총량에 의존하는 기존의 통계적 분석과 달리, 관계성을 계량 지표로 활용함으로써 이질적인 행위자(actant)들 사이의 관계 및 각 행위자의 구조적 위치가 과학기술의 혁신 시스템(innovation system)에 어떠한 영향을 미치고 있는지를 파악한다(Dolfsma and Leydesdorff, 2010). 네트워크 분석은 추출된 원자료(raw data)를 바탕으로 저자, 기관, IPC, 기술 항목간의 연결관계를 시각화하고 그 관계성을 수치화하여 중요한 노드(node)를 찾는 것을 목표로 한다. 소셜 네트워크 분석에서 활용되는 지표는 매우 다양하다. 하지만 본 연구에서 달성하고자 하는 목적에 부합하는 지

- 3) 차세대 이동통신은 고속·고품질 이동통신시스템, 서비스 플랫폼, 휴대용 멀티미디어 용·복합단말을 이용하여 언제 어디서나 정지 및 이동 중인 고객에게 멀티미디어기반의 다양한 응용서비스 및 용·복합 서비스를 제공해 주는 고부가가치 기술이다. 반도체, LCD, 휴대 단말, 부품 등 전후방 효과가 매우 커 폭넓은 산업 연관 효과를 유발시키는 산업이며, 주변 산업의 기술적 성과를 다양하게 적용할 수 있는 선순환 산업이다. 한국산업기술진흥원에서는 지식경제부의 산업융합원천기술개발사업의 연구기획을 위해 매년 산업기술로드맵을 작성하고 있으며, 차세대 이동통신 분야는 이동통신 기반 응용서비스, 이동통신 단말 및 부품, 계측 및 시험 인증, 이동통신 시스템 등으로 분류된다.
- 4) 특허(실용신안 포함)대상이 되는 기술분야는 다양하다. 특허분류란 여러 기술분야를 분류기호로 구분해 놓은 것이다. 국제특허분류(International Patent Classification, IPC)는 국가간 기술교류의 증가추세에 따라 각국의 독자적인 특허분류를 국제적으로 통일시킬 목적으로 '75년에 발효된 국제특허 분류에 관한 Strasbourg 협정(일명 IPC 협정)에 의한 분류체계이다.

표는 사이중앙성과 연결집중화지수로 이들 지표를 중심으로 설명하고자 한다.

1) 사이중앙성

중분류 항목 기술 간의 연결이 IPC의 동시출현 빈도수의 평균 이상 값을 연결한 간접적인 링크인 만큼, 링크의 빈도를 네트워크 그림을 통해서 직접 드러낼 뿐만 아니라, 사이중앙성을 이용해서 전체 연결망 속에서 노드의 구조적 위상을 분석한다. 네트워크 분석에서 사이중앙성(betweenness)은 전체 연결망 속에서 주된 매개 기능을 하는 노드의 중요도를 파악하기 위한 지표로, 사이중앙성이 높을수록 링크(link)을 매개로 한 기술 전파 및 확산에서 필수통과지점(obligatory passage point)이 될 가능성이 높다. 이를 통해 IPC를 매개로 어떤 기술들이 전파, 확산, 공유될 여지가 많은지를 파악하고 그 가운데에 가장 중심성이 높은 중분류 항목 기술이 무엇인지를 찾아낼 수 있다. 사이중앙성의 수식은 다음과 같다(Freeman, 1979).

$$\text{표준화된 사이 중앙성 } C'_B(P_m) = \frac{\sum_i \sum_j \frac{g_{imj}}{g_{ij}}}{(N^2 - 3N + 2)/2} \quad \text{단, } i < j, i \neq j$$

연결망 내에서 한 쌍을 연결시키는 가장 짧은 경로인 최단경로는 대체로 여러 개가 존재한다.

$$\sum_i \sum_j g_{ij} \text{는 결점 } i, j \text{를 연결하는 최단경로의 수}$$

$$\text{이고, } \sum_i \sum_j g_{mij} \text{는 결점 } m \text{이 } i, j \text{ 사이의 최단경}$$

로 위에 의치하는 경우의 수이다. 각 최단경로가 무차별하다면 i 와 j 가 어느 경로를 사용할지의 확률은 동일하므로 $1/g_{ij}$ 가 될 것이기에 최단경로에 여러 번 등장할수록 이 통로가 사용될 확률은 증가한다. 분모는 지표를 표준화(normalize)하기 위하여 분자가 가질 수 있는 최대값으로 나눈 것이다. 분자는 방사전 형태의 스타 연결망에서 가장 큰 값을 가지며, 그 값은 $n-1C_2$, 즉 $\{(N^2-3N+2)/2\}$ 이다.

2) 전체 네트워크와 비교

중분류 항목 기술의 네트워크 특성들(밀도, 중분류 기술당 평균연결개수, 연결집중화지수, 고립된 기술의 개수)에 대하여 분석하여 이를 각 시기별로 전체 평균과 비교하여 중분류 항목 기술 네트워크의 상대적 특성을 파악한다(김용학, 2004).

밀도는 가능한 총관계 수 중에서 실제로 맺어진 관계 수의 비율,

$$\text{즉, } G_k = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (Z_{ijk} + Z_{jik})}{N(N-1)/2} \text{로 정의되며,}$$

밀도가 높을수록 중분류 기술 항목간에 IPC 공유를 통한 기술 연계가 활성화되어 있을 가능성이 높다.

3) 중분류 기술당 평균연결개수

중분류 기술당 평균연결개수(Average Degree)는 각 중분류 기술이 타 중분류 기술과 맺고 있는 연결의 개수의 평균으로서, 이 수치가 높을수록 중분류 기술의 평균 기술 연계의 정도를 확인할 수 있다.

4) 연결집중화지수

연결집중화지수는 전체 연결망의 형태가 어느 정도 중앙에 집중되었는지를 나타내는 개념으로서, 방사선 형태의 연결망이 중심화가 가장 높은 연결망을 의미한다(Hanneman, 2001). 방향이 있는 그래프에서의 연결집중화지수는 그 결점으로 오는 방향의 연결들에 대해서는 내향 집중화(in-centrality)이라고 부르며, 그 점에서 밖으로 나가는 방향의 연결들에 대해서는 외향 집중화(out-centrality)이라고 부른다. 밀도의 경우와 마찬가지로, 연결집중화지수는 크기가 다른 연결망들간에는 직접적으로 비교할 수 없다는 문제가 있다. 연결망의 크기가 클수록 그 연결망에 속한 점들의 집중화가 낮아지는 경향이 있기 때문이다. 따라서 연결집중화지수는 같은 크기를 가진 연결망들 사이에서 비교하는 것이 적절하다.

Z_{ijk} 는 k 연결망에서 i 행위자로부터 j 행위자로의 관계를 의미한다. 비대칭인 경우, 외향 연결정도

$$\text{outdegree}_{ik} = \sum_{j=1}^N Z_{ijk} = Z_{ik}$$

는 행위자 i 로부터 다른 모든 행위자들 j 에게 가는 관계의 수이고, 내향 연결정도

$$\text{indegree}_{ik} = \sum_{i=1}^N Z_{ijk} = Z_{jk}$$

는 행위자 i 가 다른 모든 행위자들 j 로부터 받는 관계의 수이다. 연결집중화지수(degree centrality)은 전체 연결 수에서 각 행위자의 내향 연결정도와 외향 연결정도의 비율로 측정된다.

$$\text{연결집중화지수 } C_i = \frac{\sum_{j=1}^n (Z_{ij}+Z_{ji})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (Z_{ij})} \quad \text{단, } 0 \leq C_i \leq 1$$

5) 고립된 기술의 개수

고립된 기술의 개수는 다른 중분류 기술항목과의 평균 빈도 이상의 IPC 공유를 통한 기술 연계가 존재하지 않는 중분류 기술항목의 수를 의미하며, 고립된 기술의 개수가 많을수록 독자적으로 활용하는 중분류 기술의 비율이 높음을 확인할 수 있다.

3.3 유망기술 분석방법

유망기술의 분석은 전략 다이어그램, 잠재 성장지수, 핵심IPC와 소분류기술 네트워크로 이루어진다.

<표 1> 네트워크 중앙성 지표 및 활용

중심성 지표	의미	활용
연결정도 중앙성 (Degree Centrality)	노드에 직접 연결된 링크가 많을수록 노드의 중앙성이 높음	가장 기본적인 지표로, 논문 공저자, 기관의 중앙성 지표로 활용
사이 중앙성 (Betweenness Centrality)	다른 노드들 간의 최단 거리에서 해당 노드를 자주 경유할수록 중앙성이 높음	지식의 유통에서 효과적인 브로커 역할을 하는 중분류 기술, 논문 IPC 판별

1) 전략다이어그램 분석

전략다이어그램분석은 이재윤 외 (2011)의

수식을 활용하였으며, 해당 수식은 다음과 같다.

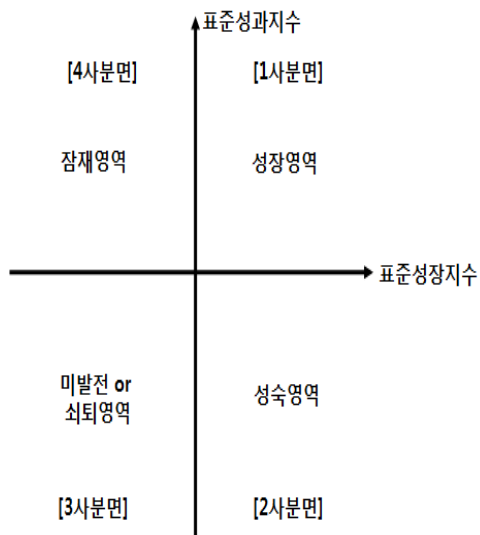
표준 성과지수:

$$NPI_a = \frac{\log(TP_a) - \sum_{i=1}^n \log(TP_i)/n}{\sigma}$$

표준 성장지수:

$$NGI_a = \frac{GI_a - \sum_{i=1}^n GI_i/n}{\sigma}$$

<그림 1>은 X축의 표준 성장지수(Normalized Growth Index)와 Y축의 표준 성과지수(Normalized Performance Index)를 그래프에 반영한 전략 다이어그램으로 중분류 및 소분류 항목 기술들을 연도별 특허 출원 빈도 데이터를 통해 공간상에 위치시킨다.



<그림 1> 본 연구의 전략다이어그램

표준 성과지수와 표준 성장지수는 각각 분석 대상 기술의 특허 건수에 자연 로그를 취한 후 z점수로 표준화하고, 절대적인 성장 추세를 나타내는 성장 지수를 타 연도의 성장추세와 비교하여 상대적으로 나타내기 위해 표준 점수화한 것이다. 비교를 위해 정규화한 전략 다이어그램의 분포에 따라 1사분면은 성장영역, 2사분면은 성숙영역, 3사분면은 미 발전 혹은 쇠퇴영역, 4사분면은 잠재영역으로 구분한다. 성장영역에서 우측 상단에 속할수록 전체 특허 출원수와 최근의 특허 출원수가 많은 현재의 성장 기술이고, 잠재영역에서 우측 상단에 속할수록 장래의 유망 기술이 될 가능성이 높다고 간주할 수 있다.

2) 잠재 성장지수

본 연구에선 기존 전략 다이어그램상의 Y좌표 값, 즉 성과지수가 이미 높은 기술들과 구별하여 잠재영역 내의 기술들이 실제 어느 정도의 유망성을 가지는지를 알기 위해 잠재성장지수를 고안하여 사용하였다. 잠재 성장지수는 ‘가중평균’의 일환으로, 표준 성과지수 및 표준성장지수의 합을 구하는 과정에서 표준성과지수에 0.3을, 표준 성장지수에 0.7을 곱하여 성장수치를 강조한다⁵⁾. 잠재성장지수를 통해 높은 잠재성장가능성을 가진 반면, 표준성과지수가 낮아 상대적으로 저평가되어 있는 구조적 공백(structural gap)을 찾고자 한다.

3) 핵심 IPC-소분류기술 네트워크

중분류 기술 내에 소분류 기술과 IPC 사이의

5) 본 가중치는 관련 연구자들과의 인터뷰를 통해 적절한 가중치를 선정하였음.

네트워크 분석에서 도출된 핵심IPC가 어떤 소분류 기술들을 매개하고 있는지를 파악하기 위하여 네트워크 맵을 그린다. 이를 통하여, 중분류 기술에서 활용되는 핵심IPC를 파악할 수 있다.

본 연구의 분석대상인 차세대 이동통신 분야에 대한 기술통계분석을 수행하였다(<표 2> 참조). 분석을 위해 지식경제부의 산업융합원천기술개발사업에서 수행하고 있는 기술로드맵의 기술 분류체계를 따랐다. 이 분류에 기반하여 2000년~2010년까지 미국특허청에 출원된 특허의 서지정보를 분석하였다.

IV. 실증분석

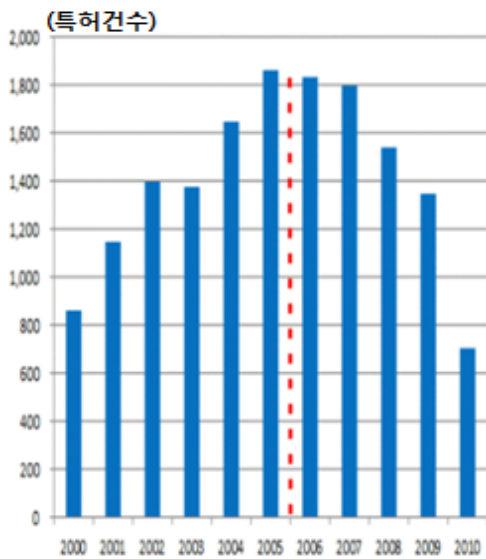
4.1 소셜 네트워크 분석을 위한 데이터 분류

<표 2> 차세대 이동통신 분야 기술통계분석 결과

대분류	중분류	소분류	특허건수
단말 및 부품, 시험인증	융복합 단말	모바일 단말 플랫폼	1,011
		확장형 융복합 단말	299
			712
	융복합 부품	개방형 사용자 인터페이스 융합부품	3,676
		광대역 RF 및 안테나	826
		센서 및 기능성 부품	703
융합 광대역 모뎀 및 AP 부품		1,872	
이동통신 시험/인증 시스템		275	
	시험 인증 기반 기술	506	
	시험 인증 시스템	265	
서비스 플랫폼	융합 서비스 플랫폼	다중미디어 서비스 융합플랫폼	241
		분산형 모바일 네트워크 서비스 플랫폼	2,646
		위치 및 상황인지 서비스 플랫폼	718
			1,123
	이동성 지원 플랫폼		805
		위치등록 및 관리 플랫폼	2,369
	이동통신 망구성 플랫폼	901	
	이동통신 보안/인증 플랫폼	651	
		817	
이동통신액세스시스템	광역 이동통신 시스템기술	3GPP기반 이동통신기술	2,666
		Beyond 4G 이동통신기술	908
		IEEE 802.16기반 이동통신 시스템	1,300
			458
	근거리무선통신시스템기술	차세대 WLAN 무선통신기술	1,792
		차세대 WPAN 무선통신기술	1,345
			447
	이동통신 응용 시스템	공공안전 및 기타 무선통신기술	2,260
		광대역 무선백홀 기술	381
	국방 이동통신 기술	456	
		1,423	
총합계			16,926

차세대이동통신 산업의 대분류 기술별 연도별 출원을 살펴보면, 이동통신 액세스 시스템의 비중이 가장 크고 단말 및 부품, 시험인증 분야의 최근 출원이 증가하고 있는 것으로 나타났다. 반면, 단말 및 부품, 시험인증 이외의 분야는 '06년부터 최근까지 감소세를 나타냈다.

<그림 2>는 특허건수 추이 그래프로, 기술의 전체적인 성장 시기와 감소시기를 확인하고 동질적인 추세를 갖는 시기를 묶어 네트워크 분석 기간을 구분할 수 있다. 2000년-2010년 기간 동안 특허 건수 추이에서 2005년까지 증가세(성장기)를 보이다가 2006년부터 전체적으로 감소세(감소기)를 보이고 있다(<구간별 특허건수는 <표 3> 참조).



<그림 2> 연도별 특허 증감 추이

이에 따라 차세대이동통신 기술의 특허 건수 증감 곡선을 2000-2005년/2006-2010년의 두 기간으로 나누어 중분류 항목간 네트워크의 변동

을 살펴보고, 각 중분류 항목 내의 세부기술(소분류 항목 및 IPC) 간 네트워크를 분석한다. 중분류 항목간 네트워크 분석은 기술 생태계 내에서 어떤 중분류 항목이 기술 교류 및 확산의 허브(hub)가 되는지를 파악하는데 있어 참고 자료가 된다.

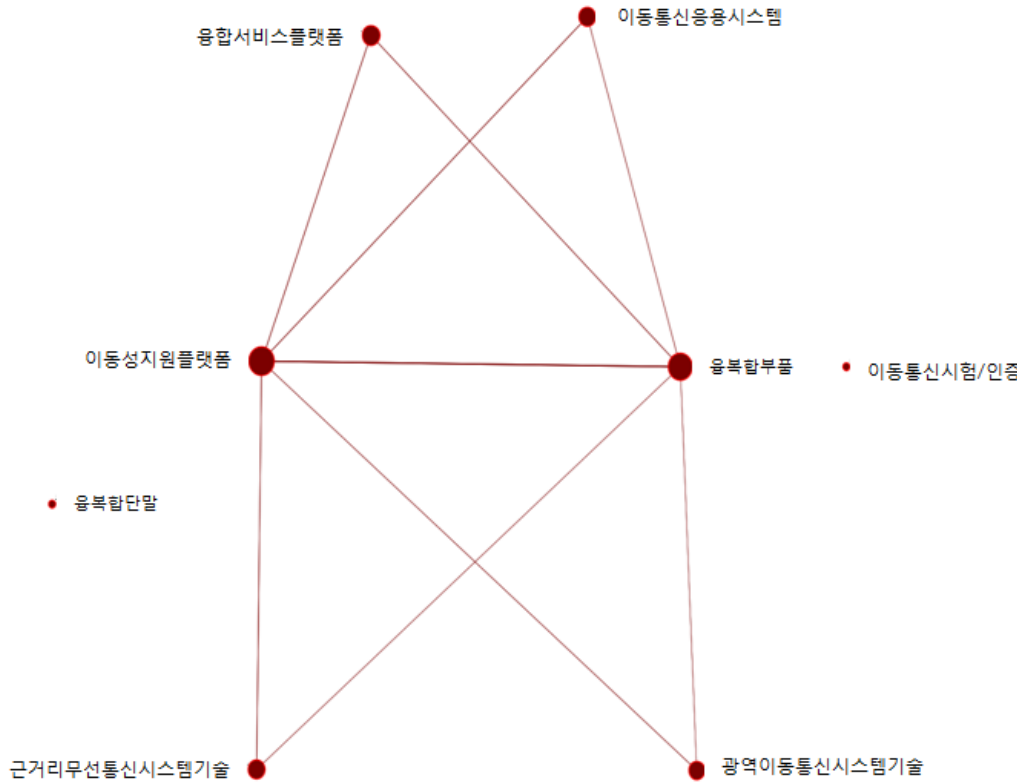
<표 3> 성장기 및 감소기 특허 총건수

구분	성장기 ('00-'05)	감소기 ('06-'10)	전체 ('00-'10)
특허출원 건수	8,276	8,650	16,926

중분류 항목 내의 소분류 항목과 IPC간의 네트워크 분석은 소분류 항목 기술들을 잇는, 기술 전파의 핵심적인 매개 기능을 하는 IPC를 파악하는데 도움이 된다. 네트워크 분석에서 사이중양성(betweenness)은 전체 연결망 속에서 주된 매개 기능을 하는 노드의 중요도를 파악하기 위한 지표로, 사이중양성이 높을수록 링크를 매개로 한 기술 전파 및 확산에서 필수통과지점(obligatory passage point)이 될 가능성이 높다.

4.2 기술간 소셜 네트워크 분석결과

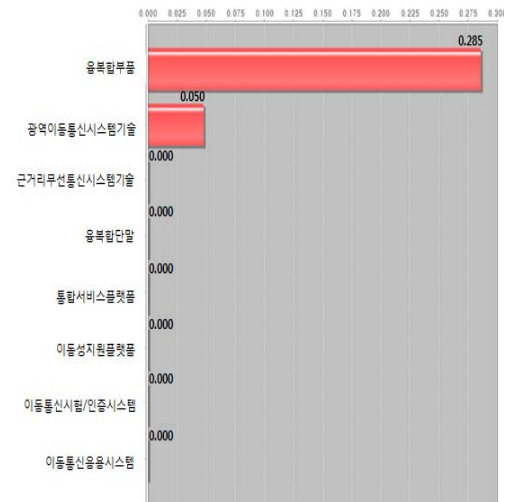
<그림 3>은 '00-'05년 사이 특허 출원에 있어 동일한 IPC를 공유하는 중분류 항목 노드간의 연결 빈도수가 전체 평균값(30903.22)을 넘는 경우를 선으로 연결한 네트워크 맵이다. 이동성 지원플랫폼과 융복합부품을 중심으로 중분류 기술 네트워크가 형성되고 있으며, 융복합단말과 이동통신시험/인증시스템의 경우 다른 중분류 기술 항목과 평균값보다 높은 빈도의 IPC 기술공유가 발생하지 않아 독자적인 기술체계를



<그림 3> '00-'05년 기간 중분류 항목간 네트워크

구축하고 있으며, '00-'05년 기간 융복합부품과 광역이동통신시스템기술이 타 중분류 항목과의 연관성이 높은 특허 허브로 나타났다.

그 외 나머지 중분류 기술 항목은 사이중앙성 지수(betweenness centrality)가 0으로 나타났다 (<그림 4> 참조) 그래프상 융복합부품과 광역이동통신시스템기술의 구조적 위치가 동일함에도 불구하고 전자의 사이중앙성이 높은 이유는 분석 툴 자체 알고리즘에 의해 IPC를 매개로 한 2-mode 네트워크에서 self-loop로서의 연결 정도가 많은 노드에 가중치를 부여하였기 때문이다. 융복합부품에 내재된 IPC들간의 연결이 보다 활발하고, 이것이 기술전파에 보다 큰 역할을 하고 있다고 이해할 수 있다.



<그림 4> '00-'05년 기간 사이중앙성 지표



<그림 5> '06-'10년 기간 중분류 항목간 네트워크

<그림 5>는 '06-'10년 사이 특허 출원에 있어 동일한 IPC를 공유하는 중분류 항목 노드간의 연결 빈도수가 전체 평균값(14358.98)을 넘는 경우를 선으로 연결한 네트워크 맵이다. '00-'05년과 마찬가지로 이동성지원플랫폼과 융복합부품을 중심으로 중분류 기술 네트워크가 형성되고 있으며, 융복합단말과 이동통신시험/인증시스템의 경우 다른 중분류 기술 항목과 평균값보다 높은 빈도의 IPC 기술공유가 발생하지 않아 독자적인 기술체계를 구축하였다.

'06-'10년 기간 융복합부품과 광역이동통신시스템기술이 타 중분류 항목과의 연관성이 높은 특허 허브로 나타났으며, 그 외 나머지 중분류 기술 항목은 사이중앙성 지수가 0으로 나타

났다.



<그림 6> '06-'10년 기간 중분류 항목간 네트워크

<표 4> 차세대 이동통신의 중분류 네트워크 속성: 전체 평균과의 비교

항목	시기 구분	중분류 기술 개수	총 연결 개수	밀도	중분류 기술당 평균연결 개수	연결 집중화 지수	고립된 기술의 개수
차세대이동통신	성장기	8	9	0.321	2.25	0.524	2
전체(25개)	성장기	22.24	49.84	0.20	4.09	0.43	5.84
차세대이동통신	감소기	8	10	0.357	2.50	0.476	2
전체(25개)	감소기	22.24	44.68	0.18	3.73	0.40	6.72

특이한 것은 '00-'05년 기간과 '06-'10년 기간에 전체 네트워크의 패턴과 사이중앙성 지수의 순위에 차이가 없다.

전체 평균과 비교하였을 때(<표 4> 참조), 차세대이동통신은 밀도가 높고(0.321/0.357), 고립된 기술의 개수가 낮아(2/2), 중분류 기술항목

간 기술 연계가 활발한 것을 확인할 수 있지만, 중분류 기술당 평균연결개수(2.25/2.50)는 낮다.

중분류 기술당 평균 연결개수가 낮은 것은 네트워크에서 노드의 개수, 즉 중분류 기술당 평균 연결개수가 낮은 것은 네트워크에서 노드의 개수, 즉 중분류 기술 개수가 작기 때문에 평균

<표 5> 핵심 IPC

IPC	설명
H04Q-007/20	“선택(스위치, 계전기, 셀렉터 H01H; 무선통신망 H04W)”
H04M-001/00	“전화통신(계수장치 G06M; 전화교환장치를 제외하고, 전화선로를 통해서 다른 장치를 제어하는 회로 G08; 코드를 감는 장치(reels) 또는 권취장치
H02G 11/00	교환국(Switching Centers) 간의 다중전송
H04J	교환기의 선택(Selecting) 장치
H04Q	라우드스피커, 마이크로폰, 축음기용 픽업(pick-ups)
H04R	무선통신네트워크 H04W) - 서브스테이션 장치, 예 : 가입자에 의해 사용되는 것(교환국에 의해 제공되는 가입자장치의 서비스나 기능
H04M 3/00	선납식 공중전화기
H04M 17/00	전류공급장치
H04M 19/08	일반적인 키보드 스위치 H01H 13/70, H03K 17/94)
H04L-012/28	“텔레정보의 전송, 예 전신통신(타이프 라이터 B41J; 지령전신, 화재 또는 경찰용 전신 G08B; 가시신호전신 G08B, G08C; teleautographic systems G08C; 암호문을 쓰고 암호를 해독하는 장치 그 자체 G09C; 부호화, 복호화 또는 부호변환 일반 H03M; 전신통신과 전화통신의 공통장치 H04M; 선택 H04Q; 무선통신네트워크 H04W) 경로구성을 특징으로 하는 것, 예. LAN[Local Area Network] 또는 WAN[Wide Area Network] (무선통신네트워크 H04W)

연결개수가 낮음에도 불구하고 전체적으로 기술 공유가 효율적으로 이루어짐을 의미한다.

또한, 연결 집중화지수가 높아(0.524/0.476) 소수의 중분류 기술항목이 다수의 기술항목과 연계되는 기술간 연결의 불평등성이 상대적으로 크게 나타나며, 전체 기술의 개수가 8개인데 비해 고립된 기술의 개수가 2개가 되어 고립된 기술의 비율도 상대적으로 높은 것을 확인하였다. 가장 높은 소분류 항목간 연결빈도를 보인 핵심IPC에 대한 설명은 <표 5>와 같다.

결론적으로 첫째, 전체와 비교하였을 때, 차세대이동통신은 네트워크의 밀도가 높고 고립된 기술의 개수가 낮아 중분류 기술항목간 기술연계가 활발한 것을 확인할 수 있다. 하지만, 중분류 기술당 평균연결개수와 낮으며 중분류 기술당 평균 연결개수가 낮은 것은 네트워크에서 노드의 개수, 즉 중분류 기술 개수가 작기 때문에 평균 연결개수가 낮음에도 불구하고 전체적으로 기술 공유가 효율적으로 이루어지고 있음을 확인시켜주었다. 둘째, 전체 기간에 걸쳐 이동성지원플랫폼과 융복합부품을 중심으로 중분류 기술 네트워크가 형성되고 있다. 그리고, 융복합단말과 이동통신시험/인증시스템의 경우 다른 중분류 기술 항목과 평균값보다 높은 빈도의 IPC 기술공유가 발생하지 않아 독자적인 기술체계를 구축하고 있으며, 이러한 중분류 수준에서의 네트워크의 패턴에는 차이가 나타나지 않았다. 셋째, 소분류 기술 항목에 있어 독자적으로 활용되는 세부기술IPC의 비중이 낮고 소분류 기술항목간 IPC 공유를 통한 기술연계가 활발하게 이루어지고 있다. 넷째, 위에 열거된 IPC들이 중분류 및 소분류 기술간 전파에 있어 중요한 역할을 하고 있음을 확인하였다.

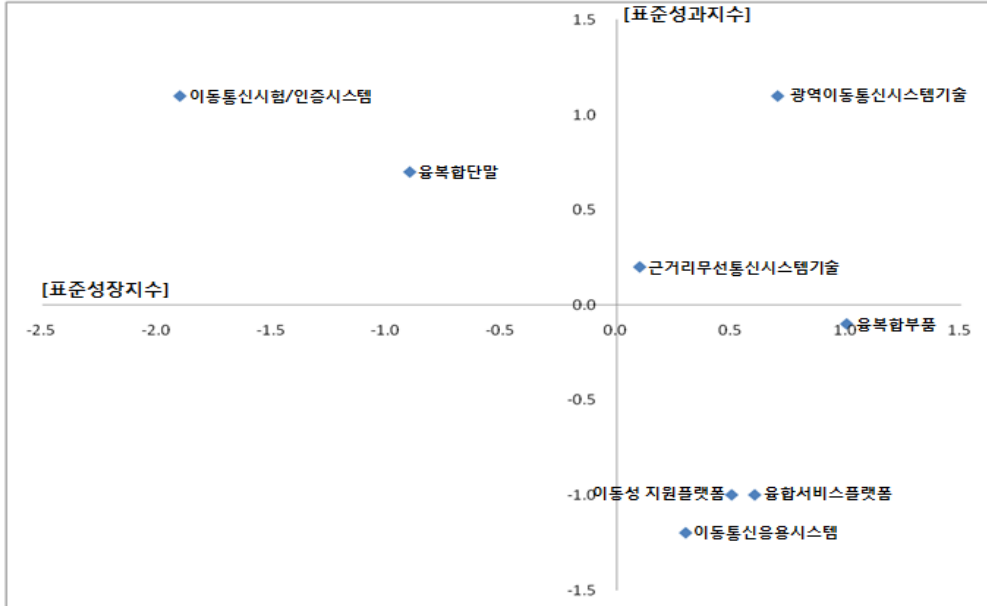
4.3 유망기술 분석결과

1) 전략다이어그램

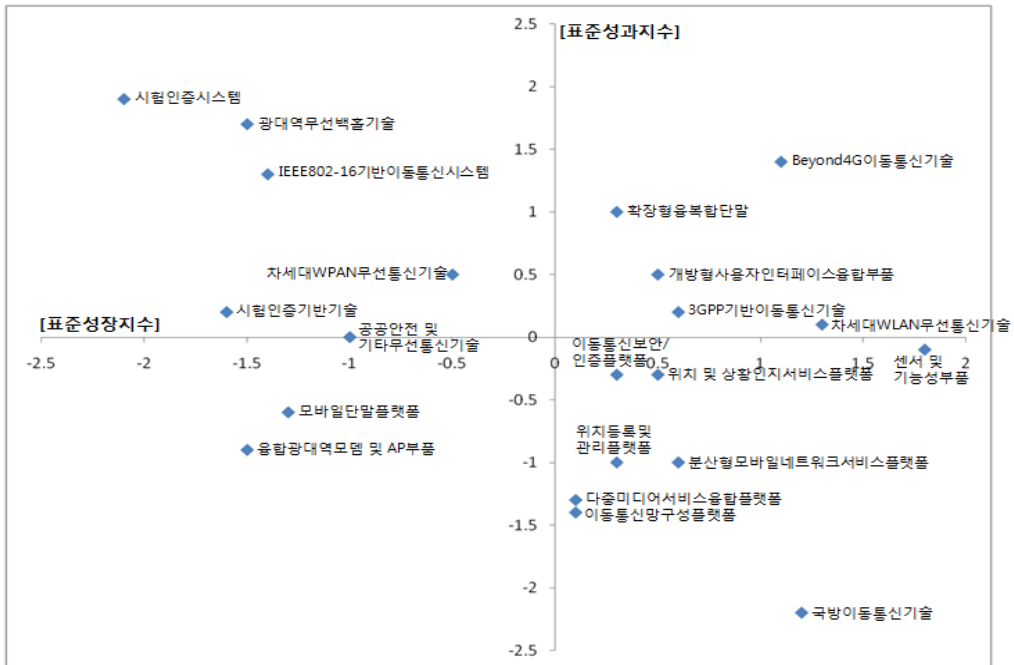
<그림 7>은 2000-2010년 기간 중분류 항목 기술을 X축의 표준 성과지수(Normalized Performance Index)와 Y축의 표준 성장지수(Normalized Growth Index) 그래프에 분포시킨 전략 다이어그램이다. 표준성과지수와 표준성장지수는 각각 분석대상 기술의 특허 건수에 자연 로그를 취한 후 z점수로 표준화하고, 절대적인 성장 추세를 나타내는 성장 지수를 타 연도의 성장추세와 비교하여 상대적으로 나타내기 위해 표준점수화한 것이다.

비교를 위해 정규화한 전략 다이어그램의 분포에 따라 1/4분면부터 시계 반대 방향으로 각각 성장영역, 잠재영역, 미발전 영역, 성숙영역으로 구분한다. 광역이동통신시스템기술, 근거리무선통신시스템기술의 특허 성과가 두드러지면서 성장영역에 속해 있고, 융복합부품, 융합서비스플랫폼, 이동성지원플랫폼, 이동통신응용시스템은 성숙 영역에 속해 있다. 잠재영역에 위치한 융복합단말, 이동통신시험/인증시스템의 향후 발전 가능성에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

<그림 8>은 2000-2010년 기간 모든 중분류 항목 내 소분류 항목 기술들을 앞서와 동일한 방법으로 그래프에 분포시킨 전략 다이어그램이다. Beyond4G이동통신기술이 성장영역에서 특허 성장 및 성과지수가 높은 반면, 융합광대역 모델 및 AP부품은 가장 미발전 상태이다.



<그림 7> 중분류 항목 전략다이아그램



<그림 8> 소분류 항목 전략다이아그램

<표 6> 전략다이어그램 정리

대분류	중분류	영역	소분류	영역
단말 및 부품, 시험 인증	융복합 단말	잠재	모바일단말플랫폼 확장형융복합단말	미발전 성장
	융복합 부품	성숙	개방형사용자인터페이스융합부품 광대역RF및안테나 센서및기능성부품 융합광대역모뎀및AP부품	성장 성숙 성숙 미발전
	이동통신시험 /인증시스템	잠재		
			시험인증기반기술 시험인증시스템	잠재 잠재
서비스 플랫폼	융합서비스 플랫폼	성숙	다중미디어서비스융합플랫폼 분산형모바일네트워크서비스플랫폼 위치및상황인지서비스플랫폼	성숙 성숙 성숙
	이동성지원 플랫폼	성숙	위치등록및관리플랫폼 이동통신망구성플랫폼 이동통신보안/인증플랫폼	성숙 성숙 성숙
이동통신 액세스 시스템	광역이동통신 시스템기술	성장	3GPP기반이동통신기술 Beyond4G이동통신기술 IEEE802.16기반이동통신시스템	성장 성장 잠재
	근거리 무선통신 시스템기술	성장	차세대WLAN무선통신기술 차세대WPAN무선통신기술	성장 잠재
	이동통신 응용시스템	성숙	공공안전및기타무선통신기술 광대역무선백홀기술 국방이동통신기술	잠재 잠재 성숙

<표 6>은 차세대 이동통신 기술의 중분류 및 소분류 전략다이어그램을 정리한 것으로, 잠재 영역에 속한 중분류 항목 기술 중에서도 이동통신시험/인증시스템 내의 소분류 항목 기술들(시험인증기반기술, 시험인증시스템)이 공히 잠재 영역에 속해 있음을 확인할 수 있다.

한편 미발전 영역은 성숙 단계 이후 쇠퇴하고 있는 기술, 혹은 아직 발전하지 못했으나 향후 성장 가능성이 있는 기술을 포괄한다.

2) 잠재 성장지수

<표 7>은 잠재 성장지수를 통해 중분류 기술을 서열화한 후, 전략 다이어그램상의 표준 성과 지수 및 표준 성장지수가 모두 0보다 큰 기술을 음영으로 표시한 것이다.

광역이동통신시스템기술이 표준 성과지수와 표준 성장지수에서 모두 2위를 기록하며 잠재 성장지수 종합 1위에 올랐다. 이미 특허 출원 성과와 성장률에서 종합적으로 검증이 된 음영 부분의 2개 기술(광역이동통신시스템기술, 근

거리무선통신시스템기술)을 제외하면 이동통신시험/인증시스템, 융복합단말, 융복합부품이 아직 성과가 충분히 검증되지 않았으나 잠재 성장 가능성이 높은 구조적 공백(structural gap)으로 나타났다.

3) 핵심 IPC 및 소분류기술 네트워크

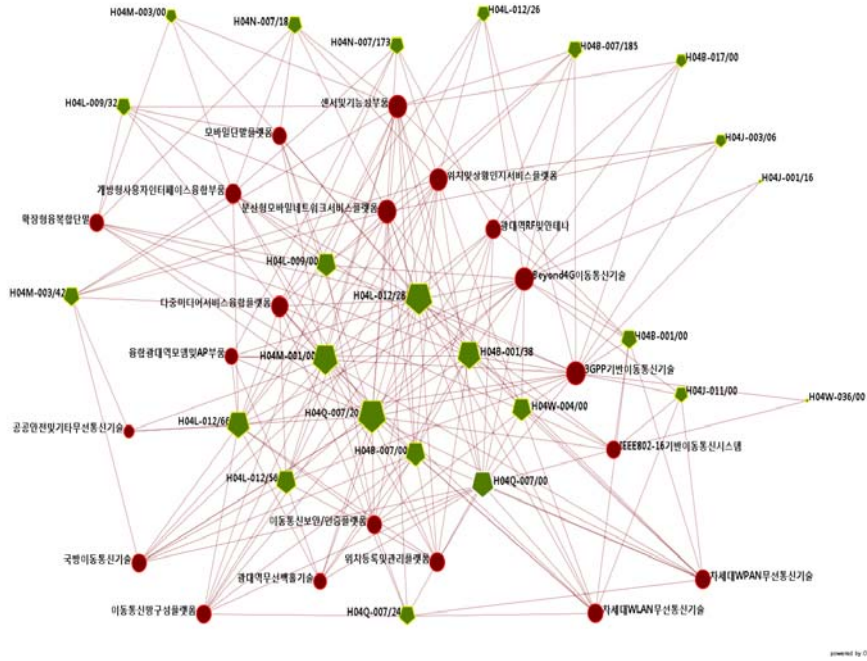
<그림 9>, <그림 10>은 <표 5>에서 나타난 핵심 매개 IPC와 소분류 기술 항목간의 연결관계를 2-mode 네트워크로 표현한 것이다(노드의 크기는 연결 빈도수 반영). '00-'05년 기간과 '06-'10년 기간 모두H04L-012/28, H04M-001/00, H04Q-007/20 등이 가장 핵심적으로 전체 네트워크의 허브에 위치하고 있다.

특히, 두 기간 네트워크상에서 별다른 변동이 없는 가운데 대다수의 소분류 항목 기술들이 공유 IPC를 기반으로 긴밀하게 연결되었다. 앞의 잠재성장지수 상에서 가장 높은 순위에 오른 이동통신시험/인증시스템의 소분류 항목 기술들은 핵심 IPC 네트워크에 등장하지 않은 반면,

<표 7> 잠재 성장지수 교차비교표

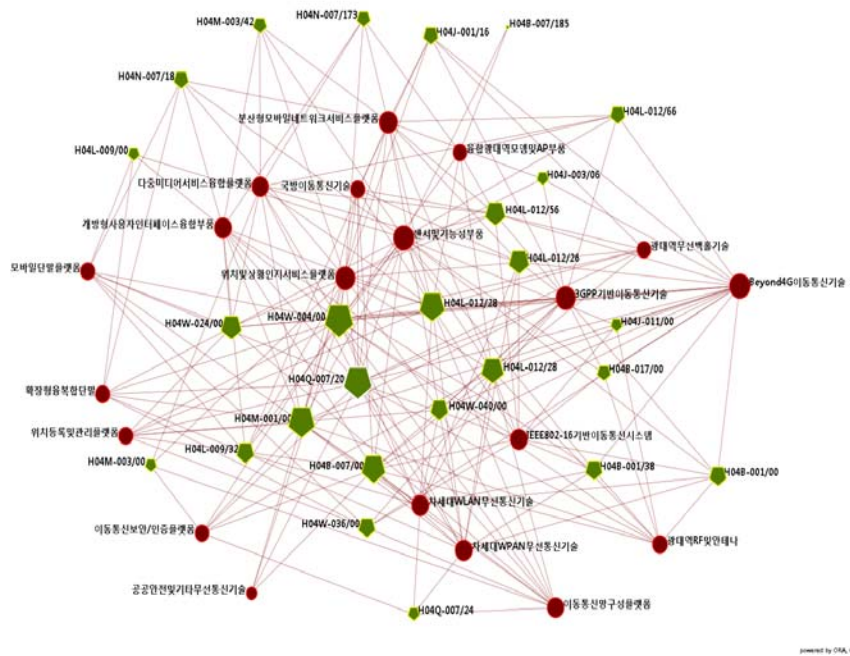
중분류	NGI	순위	NPI	순위	PGI	순위
광역 이동통신 시스템기술	1.2246	2	0.6228	2	1.0441	1
이동통신 시험/인증 시스템	1.2253	1	-2.0479	8	0.2433	2
융복합 단말	0.7059	3	-0.885	7	0.2286	3
융복합 부품	-0.1476	5	1.077	1	0.2198	4
근거리무선통신 시스템기술	0.2001	4	0.0867	6	0.1661	5
융합 서비스 플랫폼	-1.0196	6	0.5065	3	-0.5618	6
이동성 지원 플랫폼	-1.0479	7	0.3757	4	-0.6208	7
이동통신 응용 시스템	-1.1407	8	0.2642	5	-0.7192	8

차세대이동통신 06-05 - 1



<그림 9> 핵심 IPC 네트워크 ('00-'05년 기간)

차세대이동통신 06-10 - 1



<그림 10> 핵심 IPC 네트워크 ('06-'10년 기간)

융복합단말의 미발전 기술인 모바일단말플랫폼 (<그림 9> 좌측)은 '06-'10년 기간 H04W-004/00, H04Q-007/20 등 다수의 핵심 IPC와 연결되어 있어 향후 기술 공유를 통한 발전 가능성이 높게 점쳐진다. 융복합부품의 미발전 기술인 융합광대역모뎀 및 AP부품(<그림 10> 상단) 역시 H04L-012/28 등 핵심 IPC와 연결되어 있어 향후 성장에 영향을 받을 것으로 전망된다.

V. 결론

본 연구는 네트워크 분석을 통해 현재 국가적으로 고민하고 있는 여러 과제들 중에서 특별히 산업기술의 발전을 통해 선진국으로의 도약을 꿈꾸고 있는 우리에게 이러한 문제를 해결해 줄 수 있는 시발점이 될 수 있을 것이라는 기대를 가지고 접근해 보았다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 전략다이어그램상에선 이동통신시험/인증시스템 내의 소분류 항목 기술들인 시험인증기반기술, 시험인증시스템이 잠재영역에 속해 있고, 융복합단말의 모바일단말플랫폼, 융복합부품의 융합광대역모뎀 및 AP부품은 미발전 상태이다. 광역이동통신시스템기술(소분류 항목: 3GPP기반 이동통신기술, Beyond 4G 이동통신기술, IEEE 802.16기반 이동통신 시스템)이 표준 성과지수 및 성장지수 2위, 잠재 성장지수 종합 1위로 나타나, 당분간 성장세가 계속될 것으로 전망된다. 또한 이동통신시험/인증시스템, 융복합단말, 융복합부품이 아직 성과가 충분히 검증되지 않았으나 잠재 성장 가능성이 높은 구조적 공백(structural gap)으로 나타났다. 핵심

IPC 네트워크에서는 '00-'05년 기간과 '06-'10년 기간 모두 H04L-012/28, H04M-001/00, H04Q-007/20 등이 가장 핵심적으로 전체 네트워크의 허브에 위치하며, 두 기간 네트워크상 별 다른 변동이 없는 가운데 대다수의 소분류 항목 기술들이 공유 IPC를 기반으로 긴밀하게 연결되어 있다. 둘째, 네트워크 분석 결과, H04L-012/28, H04M-001/00, H04Q-007/20 등이 가장 핵심적으로 전체 네트워크의 허브에 위치하며, 시간의 흐름에 따른 네트워크상의 변동이 미미한 가운데 대다수의 소분류 항목 기술들이 공유 IPC를 기반으로 긴밀하게 연결되어 있다. 잠재 성장지수 상에서 가장 높은 순위에 오른 이동통신시험/인증시스템의 소분류 항목 기술들이 핵심 IPC 네트워크에 등장하지 않은 반면, 융복합단말의 미발전 기술인 모바일단말플랫폼과 융복합부품의 미발전 기술인 융합광대역모뎀 및 AP부품은 핵심 IPC들을 매개로 전체 기술 생태계와 연결되어 있어 향후 성장에 긍정적인 영향을 받을 것으로 전망된다. 셋째, 유망기술 분석 결과, 이상의 결과를 종합적으로 보았을 때, 대부분 소분류 항목 기술들이 핵심 IPC를 공유하며 함께 발전하는 차세대이동통신 기술 네트워크의 특성상 특정 기술에 대한 협소한 선택과 집중보다는 전체 생태계의 공생 관점에서 거시적인 기술개발이 이루어질 필요가 있다. 광역이동통신시스템기술(소분류 항목: 3GPP기반 이동통신기술, Beyond 4G 이동통신기술, IEEE 802.16기반 이동통신 시스템)의 성장세가 당분간 계속될 것으로 전망되며, 향후 이동통신시험/인증시스템의 발전 가능성에 주목하되 2010년까지의 데이터분석 결과에서 미발전 기술로 나타나는 모바일단말플랫폼과 융합광대역

모뎀 및 AP부품이 기존 기술 네트워크 생태계와 어떤 영향을 주고받으며 발전할 수 있을지에 대한 보다 상세한 관찰 및 연구가 요청된다.

한편 본 연구는 실무적 관점에서 소셜 네트워크 분석을 이용하여 어떻게 유망기술을 탐색할 것인가에 대한 방법론을 제시하는 것으로 이번 연구를 통해 의미있는 유망기술 탐색 방법론을 제시하였으며, 본 연구에서 제시한 신기술 탐색 방법론은 그 어느 때보다도 정보분석 체제의 구축에 대한 필요성이 시급한 현 실정에서 의미있는 시도라고 판단된다. 또한 본 연구에서 제시한 유망기술 탐색 방법론은 다음과 같이 활용될 수 있다. 첫째, 기존에 연구된바 있는 text mining, bibliometrics, technometrics, information visualization, KDD(knowledge discovery in database) 등의 기법들과 통합하여 국가연구개발 프로젝트의 연구기획 사전 타당성 분석에 활용될 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구에서 개발된 방법론을 활용하여 도출된 결과를 기반으로 기획예산처 및 국가과학기술위원회가 신규 대형 연구개발사업의 기획보고서 타당성을 평가함에 있어 합리적이고 객관적인 의사결정을 하는데 도움이 될 수 있을 것이다. 셋째, 향후 지속적인 연구를 통해 산업기술정보를 이용한 다양한 정량지표를 도출하고 이를 시스템화할 수 있는 시점에서는 이들을 통합하여 궁극적으로는 국가 연구개발사업 타당성 분석 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

본 연구는 연구방법론에 대한 실증분석의 다양성이 부족한 한계점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구에서 주장한 연구방법론은 네트워크 분석을 통한 유망기술의 탐색이다. 현재 이 분야의 가장 큰 이슈는 단연 유망기술을 찾는 연구이지

만, 아쉽게도 아직까지 그 누구도 명확한 해답을 내고 있지 못하고 있는 실정이다. 이러한 현실을 감안할 때 본 연구에서 주장한 방법론의 타당성은 이어지는 후속연구를 통해 확보해 나가야 할 것이다. 따라서 앞서 논의된 본 연구의 한계를 극복하고 본 연구와 관련된 향후 연구를 위해서 제안된 방법론을 보다 확실히 검증하기 위해서는 다양한 사례를 통한 추가적인 실증연구가 필요하다. 둘째, 본 연구에서 사용한 데이터는 과거 자료로서 소셜 네트워크 분석을 이용한 분석 결과와 실제 현 시점의 유망기술과의 비교연구가 필요하다. 후속연구를 통해 이를 보완해 나가야 할 것이다.

참고문헌

- 김용학, 사회 연결망 이론, 박영사, 2004
- 이우형, 김한주, 박준철, “정보분석 방법론을 활용한 유망기술 탐색,” 정보시스템연구, 제17권, 제3호, 2008, pp.235-254.
- 이우형, 여운동, 박준철, “계량서지 분석을 통한 국가간 협력도 분석에 관한 연구: LED 분야를 중심으로,” 정보시스템연구, 제20권, 제3호, 2011, pp.111-127.
- 이우형, 이명호, 박준철, “선도 R&D 계획에 관한 계량서지분석: 과학문헌에서의 유망동향 탐색,” 정보시스템연구, 제18권, 제4호, 2009, pp.19-40.
- 이재윤, 김관준, 강대신, 김희정, 유소영, 이우형, “계량서지적 기법을 활용한 LED 핵심 주제영역의 연구 동향 분석,” 정보관리연구, 제42권, 제3호, 2011, pp.1-26.

- Bettencourt, L., Kaiser, D., Kaur, J., Castillo-Chavez, C., and Wojick, D., "Population Modeling of the Emergence and Development of Scientific Fields," *Scientometrics*, Vol.75, No.3, 2008, pp.495-518.
- Borner, Katy, *Network Science: Theory, Tools, and Practice*, Im William Sims Bainbridge, Ed. Leadership in Science and Technology: A Reference Handbook. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2010
- Braun, T., Schubert, A., and Zsindely, S., "Nanoscience and Nanotechnology on the Balance," *Scientometrics*, Vol.38, No.2, 1997, pp.321-325.
- Dolfsma, W., and Leydesdorff, L., "Innovation Systems as Patent Networks: The Netherlands," *India and Nanotech. Paper presented at EAEPE Conference in Rome*, 2010
- Freeman, L. C., "Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification," *Social Networks*, Vol.1, No.3, 1979, pp.215-239.
- Garfield, E., and Small, H., "Identifying the Change Frontiers of Science," In M. Kranzberg, Y. Elkana, & Z. Tadmor (Eds.), *Conference Proceedings of Innovation*, At the Crossroads between Science and Technology, 1989, pp. 51-65. Haifa, Israel: The S. Neaman Press.
- Goffman, W., "Mathematical Approach to the Spread of Scientific Ideas: The History of Mast Cell Research," *Nature*, Vol.212, Issue 5061, 1966, pp.449-452.
- Goffman, W., "A Mathematical Method for Analyzing the Growth of a Scientific Discipline," *Journal of Association for Computing Machinery*, Vol.18, No.2, 1971, pp.173-185.
- Goffman, W., and Harmon, G., "Mathematical Approach to the Prediction of Scientific Discovery," *Nature*, Vol.229, No.5280, 1971, pp.103-104.
- Goffman, W., and Newill, V. A., "Generalization of Epidemic Theory: An Application to the Transmission of Ideas," *Nature*, Vol.204, No.4955, 1964, pp.225-228.
- Hanneman, R. A., *An Introduction to Social Network Methods*. Department of Sociology, University of California, Riverside, 2001
- Kajikawa, Y., Yoshikawaa, J., Takedaa, Y., and Matsushima, K., "Tracking Emerging Technologies in Energy Research: Toward a Roadmap for Sustainable Energy," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.75, No.6, 2008, pp.771-782.
- Lee, W. H., "How to Identify Emerging Research Fields using Scientometrics: An Example in the Field of Information Security," *Scientometrics*, Vol.76, No.3, 2008, pp.1588-2861.
- Lewisson, G., "The Scientific Output of the EC's

- Less Favoured Regions," *Scientometrics*, Vol.21, No.3, 1991, pp.383-402.
- Leydesdorff, L., and Schank, T., "Dynamic Animations of Journal Maps: Indicators of Structural Changes and Interdisciplinary Developments," *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol.59, No.11, 2008, pp.1810-1818.
- Lucio-Arias, D., and Leydesdorff, L., "Knowledge Emergence in Scientific Communication: From 'Fullerenes' to 'Nanotubes'," *Scientometrics*, Vol.3, No.70, 2007, pp.603-632.
- Merton, R. K., "The matthew Effect in Science: The Reward and Communication Systems of Science Are Considered," *Science*, Vol.159, No.3810, 1968, pp.56-63.
- Noyons, E. C. M., Buter, R. K., and Van Raan, A. F. J., "Bibliometric Mapping as a Science Policy Tool," *Information Visualisation, 2002 Proceedings Sixth International Conference*, 2002, pp.679-684
- Price, D. J. D. S., *Citation Measures of Hard Science, Softscience, Technology and Nonscience*, In C. E. A. P. Nelson, D. (Ed.), *Communication among Scientists and Engineers*, 1970, Heath Lexington Books, Massachusetts.
- Scharnhorst, A., and Garfield, E., "Tracing Scientific Influence," *Dynamic of Socio-Economic System*, Vol.2, Vol.1, 2010, pp.1-25.
- Schiebel, E., and Horlesberge, M., "About the Identification of Technology Specific Keywords in Eemerging Technologies: The Case of 'Magnetoelectronics'," *In: Proceedings of ISSI 2007*, 11th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics, Torres-Salinas D., Moed H. F. (Eds.), Madrid, June 25th -27th, 2007.
- Serenko, A., Bontis, N., Booker, L., Sadeddin, K., and Hardie, T., "A Scientometric Analysis of Knowledge Management and Intellectual Capital Academic Literature (1994-2008)," *Journal of Knowledge Management*, Vol.14, No.1, 2010, pp.3-23.
- Small, H., "Tracking and Predicting Growth Areas in Science," *Scientometrics*, Vol. 63, No.3, 2006, pp.595-610.
- Takeda, Y., and Kajikawa, Y., "Optics: A Bibliometric Approach to Detect Emerging Research Domains and Intellectual Bases," *Scientometrics*, Vol.78, No.3, 2009, pp.543-558.
- Van Raan, A. F. J., "On Growth, Aging, and Fractal Differentiation of Science," *Scientometrics*, Vol.47, No.2, 2000, pp.1588-2861.
- Watts, R. J., and Porter, A. L., "R&D Cluster Quality Measures and Technology

Maturity," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.70, No.8, 2003, pp.735-758.

Zitt, M., and Bassecouard, E., "Challenges for Scientometric Indicators: Data De-mining, Knowledge Flows Measurements and Diversity Issues," *Ethics in Science and Environmental Politics*, Vol.8, 2008, pp.49-60.

이우형(Lee, Woo-Hyoung)



저자는 한국외국어대학교에서 정보시스템으로 경영학 박사학위를 취득하였고, Boston 대학교에서 박사후 과정을 수행했다. 현재 한국산업기술진흥원 책임연구원으로 재직하고 있다.

석영철(Seok, Yeong-Cheol)



저자는 미국 오하이오주립 대학교에서 경제학박사학위를 취득하였고, 신시네티대학교 경제학과 교수로 재직했다. 현재 한국산업기술진흥원 부원장으로 재직하고 있다.

박준철(Park, Jun-Cheul)



저자는 대구대학교 경영학 과를 졸업하고 한국외국어대학교에서 MIS로 석사, 대구대학교에서 e-Business로 경영학 박사학위를 취득하였다. 현재 강릉원주대학교 공과대학 산업정보경영공학과에 교수로 재직하고 있다.

<Abstract>

Detecting Emerging Technology to Use Social Network Analysis : Focusing on Mobile Telecommunication

Lee, Woo-Hyoung · Seok, Yeong-Cheol · Park, Jun-Cheul

Social Network Analysis is an increasingly important part of a broader ‘toolbox’ of evaluation methods available to R&D policymakers to support decision-making. The aim of this research is to be an accessible, ‘beginner’s guide’ to social network theory and application in the area of mobile telecommunication research and development (R&D) decision-making. This research suggests the methodology of investigation into new technology, and the methodology suggested by this research is believed to be a meaningful first step toward the establishment of the information analysis structure, which is in desperate need.

Keywords : Social Network Analysis, Policy Makers, Mobile Telecommunication, R&D
Decision-Making, Information Resources

* 이 논문은 2012년 7월 18일 접수되어 1차수정(2012년 9월 18일)을 거쳐 2012년 9월 27일 게재 확정 되었습니다.