

정보분석 방법론을 활용한 유망기술 탐색

이우형* · 김한주** · 박준철***

〈목 차〉

I. 서론	IV. RADERS를 활용한 미래 유망기술 탐색
1.1 연구 배경	4.1 분석분야 선정
1.2 연구 목적	4.2 키워드 추출
II. 정보분석 방법론과 RADERS 시스템	4.3 데이터 교정
2.1 정보분석 방법론	4.4 분석결과
2.2 RADERS 시스템	V. 연구결과 및 연구의 한계
III. 미래 유망기술 탐색을 위한 연구 프레임 워크	5.1 연구결과 및 시사점
3.1 미래 유망기술의 정의	5.2 연구의 한계
3.2 미래 유망기술 탐색을 위한 연구 프레임 워크	참고문헌
	Abstract

I. 서론

1.1 연구 배경

시간이 정지하지 않는 한 진정한 현재란 없다. 우리가 현재라고 인식하는 모든 것들은 실재없이 과거로 흘러간다. 불과 1시간 전에 겪었던 일도 이미 과거이며 역사다. 그러나 우리는 지나간 과거를 제대로 안다고 감히 말하지 않

는데, 이는 간단히 정리하기가 어려운 많은 일들이 벌어지기 때문이다.

때론 이념적·정서적 편견 때문에 색안경을 끼고 과거를 대하거나, 같은 눈으로 과거를 바라보면서도 잣대가 다른 경우로 있다. 더욱 오래된 과거일수록 이런 현상은 더 많이 생긴다. 과거와 현실이 이룰진대, 미래는 두말 할 것도 없다. 불과 몇 시간 뒤도 알 수 없는 우리들이 몇 년 후를 내다본다는 것, 게다가 한 개인의 미래가 아닌 여러 사람이 빚어내는 과학기

* 정보통신연구진흥원 전략기획단 중장기전략팀, leewh@iita.re.kr

** 정보통신연구진흥원 전략기획단 중장기전략팀, joo@iita.re.kr

*** 강릉대학교 공과대학 산업시스템공학과 부교수(교신저자), jcking@kangnung.ac.kr

술의 미래상을 현실에 투영하고자 시도하는 일은 어쩌면 불가능한 일인지도 모른다.

그러나, 과학기술자들은 오래 전부터 이와 같은 도전을 포기하지 않았다. 그들은 불가능할지도 모르는 일에 도전했고, 미래를 예측하는 여러 가지 방법들을 개발하여 적용하기에 이르렀다. 현재까지 개발된 방법론들 중에는 본 연구에서 중점적으로 다루고자하는 정보분석 방법론이 있다. 과학분야나 사회과학분야에서의 개념, 아이디어, 그리고 문제들 간의 연계성을 도식화할 수 있도록 하는 것은 매우 중요하며, 이러한 도식화를 위해 몇 가지 방법이 시도되어졌다. 과학연구와 과학정책에서 사용되어진 전통적인 방법은, 상대적으로 소수 전문가들의 견해를 구하는 방법이었다(Law and Whittaker, 1992). 정보분석 연구 또는 서지분석은 정량적 측면에서 이러한 작업을 수행하기 위한 또 다른 방법이다.

글로벌 경쟁은 e-비즈니스를 기반으로 한 경쟁우위 전략들을 선택(박용재, 정경수, 2007)하고, e-Marketplace를 전략적 관점에서 선택하게 한다(박준철, 2007). 또한 이를 통해 정보통신 기술(IT), 생명공학기술(BT), 나노기술(NT)이 융합화·복합화·통합화된 신기술 혁신을 촉발 시킴으로써, 승자독식(Winner Takes All)이라는 새로운 경쟁원리로 인해 세계 주요 국가들 사이에 신기술 주도권 확보를 위한 경쟁이 갈수록 치열해지고 있다. 이에 세계 각국은 신산업 시장을 선점하기 위해 그 어느 시기보다 신기술 분야에 대한 연구개발투자를 정부가 주도하는 정책을 추진함으로써 정부연구개발비에서 차지하는 신기술 분야의 비중이 30-40% 수준으로 급속하게 높아졌다. 따라서 어떻게 유망연

구영역을 발굴하는가, 그리고 이를 위한 투자를 어떻게 국가전략목표에 부합하도록 방향을 일관성 있게 수립하고, 집중과 선택을 통해 효율성을 높일 수 있는가? 하는 전략연구기획이 필요하다.

1.2 연구 목적

신기술의 불확실성으로 인한 실패 위험이 크기 때문에 1990년대 중반 이후부터 신기술에 대한 연구평가는 사후(Ex-post)평가 중심에서 본격적인 투자가 시작되기 이전인 연구기획단계에서 유망연구영역을 조기에 탐색하고 유망한 기술기회를 찾고자 하는 사전기획(Ex-ante) 방법론 개발에 관심이 고조되어 왔다. 그러나 신기술의 불확실성으로 인해 여러 의사결정 대안들과 관련된 비용 및 확률을 계산하는 것이 어려워 전통적인 계량적 분석기법들을 적용하기 곤란하다. 또한 전문가 회의를 보완할 수 있는 사전 타당성 평가 방법을 찾기 어렵기 때문에 타당성 검토는 전적으로 과학기술자 위주의 전문가 회의(Peer Review)방식에 의존할 수밖에 없으며, 심의위원 1인이 검토해야 하는 사업수가 과도하게 많아 형식적인 검토가 이루어질 수밖에 없는 실정이다. 사전 조정 시 모든 사업을 심의대상으로 함에 따라 중요사업에 대한 중점심의 결여, 세부분야별 심의에 대한 이해와 전문성 부족, 사업의 규모 및 특성을 고려하지 않은 무리한 상대 비교 등의 문제점이 발생하고 있다. 특히 세계 신기술 동향과 우리나라의 전략적 위치를 파악할 수 있는 정보의 부족으로 내실 있는 심의가 이루어 지지 않고 있다(Kostoff, 1997). 최근 유망연구영역을 분석하

는 새로운 기법으로서 정보분석 방법론이 크게 주목을 받고 있는데, 특히 국가 차세대 성장동력 산업의 핵심 기술 개발 등 불확실성이 높은 국가적 차원의 전략설정과 정책수행을 효과적으로 지원하기 위해서는 전문적인 정보 분석 및 제공에 대해 효율적으로 투자되어야 할 것이다. 본 연구에서는 국가연구개발사업의 효율적 관리를 위한 전략적 연구기획 방법론에 대한 검토와 전문가 회의 방식을 보완할 수 있는 기법인 정보분석 방법론을 구현할 수 있는 시스템(RADERS)을 구현하고 이를 통해 이동통신분야의 유망 신기술 영역을 도출하고자 한다.

II. 정보분석 방법론과 RADERS 시스템

2.1 정보분석 방법론

2.1.1 정보분석 방법론 개요

정보분석 방법론이란 과학기술에 관한 지식과 정보를 저장한 매체(본 연구에서는 학술 DB를 의미)를 활용하여 여기서 추출된 정보의 패턴과 동향을 분석함으로써 과학기술과 지식의 동향과 예측을 수행하는 것이다. 이러한 정보분석은 Prichard(1969)에 의해 bibliometrics라는 용어로 불리게 되었다. 학술잡지의 논문은 연구성과의 주요한 전달수단으로서 이를 종합적으로 수록하고 있는 문헌초록 데이터베이스를 계량적으로 분석함으로써, 과학기술의 발전 동향, 기술간의 연관성 등을 추정할 수 있다(Moed et al., 2005). 여기에는 크게 지식맵(Knowledge

Map)과 지표(Indicators)를 활용한다. 연구개발비와 인력, 자원이 절대 부족한 우리로서는 축적되어 있는 과학기술 및 산업정보를 체계적으로 분석하여 연구개발 및 기술개발의 노력과 시간을 단축시킬 수 있는 국가적 차원의 정보 분석 및 예측 방법론의 개발 및 시스템 구축이 필요하다. 정보분석 방법론을 통해 구현된 기법들을 효과적으로 활용하여 지식관리의 효율성을 높일 수 있다면, 이는 연구개발이 수행되는 방식과 세계의 신기술의 실용화가 진전되는 방식을 크게 변화 시키게 될 것이다. 이러한 정보 분석 방법론을 활용하면, 신기술 탐색(Moed et al., 1995; Van Raan, 1996), 잠재된 도메인 지식 발견(Chen, 2003), 과학-기술의 연계(Leydesdorff and Meyer, 2006), 학문간 지식의 이동(Leydesdorff, 2007), 연구자간 협력(Newman, 2004) 등을 모니터링할 수 있고 이러한 결과를 장기적으로 분석하면 최종적으로는 패러다임의 변화를 추적(Kuhn, 1962; Small, 1977)할 수 있을 것이다.

2.1.2 정보분석 방법론에서 사용되는 용어

연구자의 과학적 결과물에 대해 보다 나은 관점을 얻을 수 있는 연구 출판물들을 포함하고 있는 정보를 활용하는 연구영역을 ‘계량서지분석(bibliometrics)’이라 명명하였다. 문헌에서, ‘계량서지분석(bibliometrics)’은 다양한 방법으로 정의된다. 몇몇 저자들은 ‘계량서지분석(bibliometrics)’, ‘과학계량서지분석 scientometrics’, 그리고 ‘종합계량서지분석(informetrics)’이라는 용어를 완전한 동의어로 고려했으나, 반면에 그들 간에 차이점은 명확하게 구분된다¹⁾. ‘계량서지분석(bibliometrics)’이라는 용어는 Pritchard

(1969)에 의해 명명되었는데, 그는 이것을 “책 그리고 다른 의사소통 미디어에 수학 그리고 통계학적 방법을 적용하는 것”이라고 정의했다. Diodato의 계량서지분석 사전(Dictionary of bibliometrics)에서 계량서지분석(bibliometrics)을 출판물과 문서를 이용했을 때 나타나는 패턴에 대한 수학과 통계적 분석이라고 정의했다(Diodato, 1994). 반면에, 종합계량서지분석(informetrics) 분야에서는 어떤 출판물에서 나타난 정보의 패턴을 다룰 뿐만 아니라 많은 life cycle 측면에서 어떤 패턴을 검사해서 밝힌다. 그래서 종합계량서지분석(informetrics)은 계량서지분석(bibliometrics)과 과학계량서지분석 scientometrics)을 포함하는 일반적인 용어로 고려할 수 있다(Diodato, 1994). Diodato(1994)에 따르면, 과학계량서지분석(Scientometrics)은 ‘과학에 계량서지분석(bibliometrics) 기법을 적용하는 것’이라고 했다. Van Raan(1997)에 따르면, 과학계량서지분석(Scientometrics)은 상당히 광범위하게 해석된다. 그는 “과학계량서지 분석(Scientometric) 연구는 과학과 기술의 계량적 연구에 공헌했다. 이것은 과학기술의 개발에 있어서 지식의 진보를 목표로 하며, 또한 사회 활동과 정치적 문제와 관련된다”라고 언급했다.

Tijssen(1992)은 ‘과학계량서지분석 (Scientometrics)’을 일반적으로 다음과 같이 해석된다고 언급했다. “정량화 할 수 있는 측면의 일반적인 아이디어를 가진 과학연구에서, 연구 접근 방법의 다양성을 위한 포괄적인 용어인 과학계량서지분석(Scientometrics)은 과학의 특성을 평

가하기 위해 활용될 수 있다”. 그래서, 계량서지분석(Bibliometrics)은 과학계량서지분석 scientometrics)의 특수한 사례로 보여진다. 그러나, 실제로 두 용어는 동일한 의미를 가지며, 교환적으로 사용된다. 마지막으로, ‘종합계량서지분석(informetrics)’ 용어는 계량서지분석(bibliometrics)을 포함한 과학계량서지분석 scientometrics)의 전체 연구 도메인을 종합계량서지분석(informetrics)이라고 일컫는다(Tijssen, 1992). Moed et al.,(2005)은 다음과 같은 관점을 가지고 있다. ‘과학계량서지분석 scientometrics)’은 ‘과학의 계량적인 측면으로 모든 과학을 표시하기 위해’ 이용되는 것이라고 지적했다. Moed et al.,(2005)에 따르면, 이것의 주요한 특징은 과학 그 자체를 위해 수학적으로 처리하고 측정하는 - 자연과학에서 기원한 기본 방법론 - 응용 소프트웨어이다. 과학계량서지분석(Scientometrics)의 개척자이며 대저서 Little Science, Big Science의 저자인 Derek de Solla Price(1963)는, 과학을 정량화하고 수학적으로 처리하는 것은, 관찰된 세상에 질서를 부여하는 힘을 가지고 있기 때문에 매우 가치있는 것이라고 지적했다. 그러나, 그는 정량화는 과학의 모든 문제를 해결할 수 없다고 지적했다. 게다가, 그는 계량적인 방법으로 과학연구의 ‘품질’을 측정하는 것은 결코 다루기 쉬운 주제가 아니라는 것을 깨달았다. ‘계량서지분석(Bibliometrics)’은 과학 출판물에서 파생된 계량적 서지 데이터를 분석하고 조정한 것을 보여주는 것이다. 과학계량서지분석 scientometrics)과 계량서지분

1) 본 연구에서 언급된 ‘계량서지분석(bibliometrics)’, ‘과학계량서지분석 scientometrics)’, 그리고 ‘종합계량서지분석(informetrics)’은 연구자가 임의로 해석한 이름으로 아직까지 이 이름에 대한 표준이 없기 때문에 전적으로 연구자 개인의 생각으로 명명한 것이다.

석(bibliometrics)간의 연결강도는 항상 강하다. 이러한 강한 연결의 하부에는 과학적 활동이 과학문헌에 반영된다는 기본 가정이 있다. 이러한 결과로 과학(혹은 이것의 정량적인 측면)은 과학문헌을 통해서 연구될 수 있다. 과학저널은 (때때로 ‘연속 간행물’로 여겨진다) 확실히 많은 과학분야에서 연구 발견을 이끌어내는 의사소통의 역할을 수행한다(Moed et al., 2005). 게다가, 계량서지분석(bibliometrics) 데이터를 사용하면 눈에 잘 띄지 않는 과학적 연구가 가능하게 된다. 즉, 예를 들어, 연구의 객관성과 같은 데이터의 독립성은 과학자로부터 얻을 수 있다(Tijssen, 1992).

그러나, 기술활동의 지표로서 특허가 중요하게 등장했지만, 아직 완전하지 못하기 때문에, 과학 저널의 출판은 과학활동을 측정하는 것과 동일한 역할을 수행한다. 그러한 아이디어를 의사소통하는 상당히 많은 부분이 언어(예를 들어, 개인의 의사소통 혹은 강의)의 형태에서 발생된다는 사실에도 불구하고, 또한 글로 표현해서 수행하는 모든 의사소통이 과학저널의 논문으로 표현되지 않음에도 불구하고, 모든 유사연구의 발견은, 결국 연속 간행물에 보고된다고 가정할 수 있다(Moed et al., 2005). 그러나 여러 연구(Tijssen, 1992; Van Raan, 1997)에서 연속 간행물의 역할이 과학안에 있는 모든 하위분야들 사이에 동일하게 중요하지는 않다고 지적하고 있다.

2.2 RADERS 시스템

2.2.1 기존 정보분석 시스템 검토

Chopper는 Dr. Ken Haase의 감독하에 MIT

Media 연구소에서 Machine Understanding Group 팀에 의해 개발된 자연언어분석엔진이다. Chopper가 어떻게 사용되는지를 설명한 출판물은 많지 않다. Chopper의 이점들 중 하나는 텍스트가 tokenization(구두점의 분리와 단어들의 상징)과 같은 특별한 처리 없이 제출될 수 있다는 것이다. 그러나, tokenization의 부재는 구두점(예, c. elegans)을 포함한 단어를 분류하는데 문제를 야기할 수 있다. 명사 어구들 뿐 아니라, 전시사적인 어구들 등 제출된 텍스트에 모든 워드를 포함한 어구들을 생성하게 만든다. NPtool(공식적으로 이용할 수 있는 명사 구 검출기)은 part-of-speech(Voutilainen, 1997)를 결정하기 위하여 통계적이거나 확률적인 방법 대신에 규칙에 근거한 disambiguation에 의존한다. 원래 Karlsson의 1100 개의 disambiguation 규칙과 강제 문법 형식을 사용한 헬싱키 대학교에서 일반어학으로 Dr. Atro Voutilainen에 의해 발전되었다. NPtool은 현재 LingSoft라는 핀란드 회사에 의해 배포되고 있으며, NPtool은 문구의 연관성있는 단어들의 나열하고 단어가 속해있는 구를 나타낸다. NPtool의 중요한 이점은 명사구들의 위치를 정할 수 있다는 것이다. 또한 Chopper와the AZ Noun Phraser와 달라서 명사 어구에 대한 최선의 선택뿐만 아니라 다른 가능한 선택 항목들을 목록에 나열한다. NPtool의 최대 단점은 소스코드가 없기 때문에 현존하는 애플리케이션 툴을 통합하는 것이 어렵다. AZ Noun Phraser는 문서 자료로부터 고품질 어구들을 뽑아내기 위하여 아리조나 대학교의 AI Lab에서 개발되었으며 tokenizer, a tagger, and a noun phrase generator(명사구 생성기) 등과 같은 3개의 중요한 성분으로 만들어진다. The

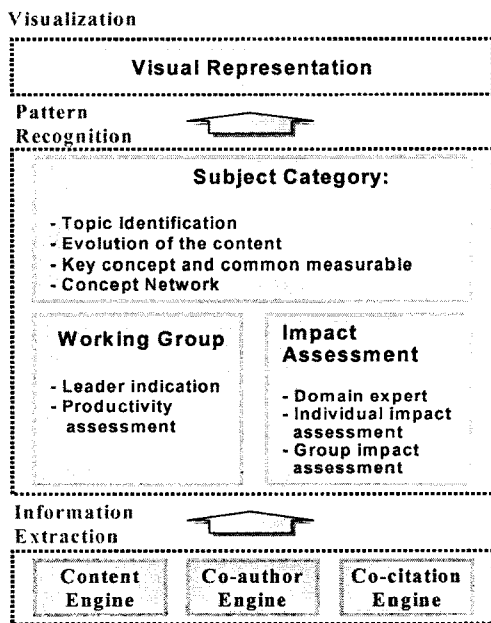
tokenizer 모듈은 가공하지 않은 원문 입력을 취하도록 설계되었으며 UPenn Treebank word tokenization 규칙에 따른 출력을 일으킨다. 이 작업은 본문의 내용을 훼손하지 않은 채 텍스트와 모든 구두점과 기호를 분리하는 것이다. 틀은 보통 텍스트와 SGML(표준화된 범용 표시 언어)의 전문 버전 모두로 작동된다. 아리조나 Noun Phraser의 tagger 모듈은 Brill tagger를 개선한 것이다. 아리조나 Noun Phraser의 3번째 주요한 성분은 구 생성 모듈로 단어를 바꾸고, tagger의 생성되어진 part-of-speech tags와 관련된 것을 noun phrases로 바꾼다. Overview + detail은 사용자들에게 최초의 종합적인 형태를 제공하는 개요와 함께 다양한 시각을 제공한다. 사용자가 흥미있어하는 부분만 상세히 설명되어 보여준다. 이 뷰는 동시에 또는 따로따로 나타내어질 수 있다. 상세한 뷰가 요구될 때, 대체적으로 확대방식의 2가지 형태가 관련된다(Card et al., 1997) : 공간 확대(spatial zooming)와 의미론적인 확대(semantic zooming). 공간의 확대는 공간적으로 선택된 시각 객체들을 크게 하는 처리에 관련되며, 의미론적 확대는 화면을 바꿈으로써 선택된 시각 객체에 대한 추가적인 내용을 제공한다. The focus + context technique는 능동적으로 상세한 설명(focus)과 개요(context)를 제공한다. 하나의 예제는 3D 인식 접근이 Information Landscape(Andrews, 1995) and Cone Tree (Robertson et al., 1991)과 같은 시스템에 차용되어 앞에 나타난 시각 객체들이 후방의 것보다 크게 보이는 것이다. 대중적으로 이용되는 또 하나의 focus + context 기술은 fisheye view(Furnas, 1986), 광각렌즈(wide-angle lens)와 같은 움직임을 변형한 기술로 포커스의

부분을 확대한다. 목적은 자세한 주변정보를 줄이고 동시에 흥미있는 영역의 더 많은 정보를 제공하는 것이다. 어떤 focus + context 접근에서도 사용자가 능동적으로 포커스의 영역을 바꿀 수 있다. fish-eye 기법을 적용한 시스템인 Hyperbolic Tree(Lamping et al., 1995)는 사용자가 포커스 영역을 자세히 조사할 수 있고 그리고 큰 그림을 위해 주위 노트들을 조사한다. 또 다른 focus + context 기법들은 여과, 강조 표시하는 것, 그리고 선택 집단화(Card et al., 1997)를 포함한다.

2.2.2 RADERS 시스템 개요 및 시스템 아키텍처

문헌 연구를 통해 대부분의 현존하는 정보시스템이 사용자가 관련된 정보를 찾는 것을 돕는데 주력하고 있음이 밝혀졌다. 그러나 사용자는 여전히 관련된 정보를 종합하기 위해 요구되는 노력에 압도되고 있다. 예를 들어, 검색관련 논문들은 연구원이 하루 내지는 수 주일을 논문에 매달리지 않는 한 좋은 가설을 만들어 낼 수 없다. 덧붙여, 현재 기술들은 연구 도메인에 대한 개요를 제공할 수 있으나, 이 도메인의 발전 정도를 그리지 않는다. 또 한편으로는, 링크 분석은 기록란에 핵심 연구가들을 식별하도록 사용된다. 그러나, 이와 같은 분석은 연구원이 주요한 연구자가 되는 것을 문맥상에 제공하지 않는다. 예를 들어, 링크분석으로 도메인에서 가장 많이 인용된 연구원들을 식별 해낼 수 있지만 그들의 주요업적을 말하진 않는다. 덧붙여, 유용성은 여전히 현존한 정보 시스템들에 주요한 문제로 남아있다. 따라서 R&D 관련 정보를 기초자료로 활용하여, 연구개발에 소요

되는 시간과 노력을 단축시킬 수 있는 국가적 차원의 “R&D 정보분석 시스템” 구축 및 활용 필요성이 제기된다. 본 연구에서는 RADERS라는 정보분석 프로그램을 개발하였다. RADERS는 Research Area DEtection through R&d information Scanning의 약자로서, R&D 정보분석 시스템을 지칭한다. 이는 전세계의 논문 및 특허 데이터를 계량적으로 분석하여 신기술 및 각 분야 전문가 정보 등을 탐색함으로써 R&D 기획에 활용할 수 있는 새로운 R&D 기획프로그램이다. RADERS 시스템 구축을 위해 System Architecture를 제안한다. 본 연구에서 제안한 System Architecture는 크게 정보추출(Information Extraction), 패턴 인식(Pattern Recognition), 시각화(Visualization) 등 세 부분으로 나뉜다.



<그림 1> RADERS 시스템 아키텍처

여기서, 첫 번째 단계인 정보추출단계에는

Content Engine, Co-author Engine, Co-citation Engine 등 세 개의 엔진을 포함하며, 각 엔진은 본문 문서들로부터 유용한 정보를 뽑아내기 위하여 사전 처리장치로 쓰여진다. 따라서 본 연구에서 제안한 과학기술지식의 정량 지표개발 방법론 중의 하나인 일반 bibliometric 분석방법에서 제시한 다양한 활용지표들을 추가·보완함으로써 좀 더 다양한 Information Extraction이 가능할 것으로 판단된다. 다음으로, 두 번째 단계인 패턴 인식 단계는 의사결정을 지원하도록 사용될 수 있는 중요한 패턴들을 식별하는 것이 목적으로, 여기에도 주제 범주, 연구그룹, 영향판단 등과 같은 3개의 엔진으로 이루어져 있다. 이 부분은 제한적인 범위에서 본 연구의 결과를 활용할 수 있을 것이다. 즉, 일반 bibliometric 분석방법에서 가장 많이 언급되고 있는 도메인 맵이나 공동저자 맵을 완성할 때 사용하는 Pattern Recognition Algorithm을 여기에 활용할 수 있으며, 또한 네트워크 분석에서 사용하는 Pattern Recognition Algorithm도 사용 가능하다. 마지막으로, 시각화 단계는 정책 입안자들이 상호작용을 가지고 있을지도 모르는 유일한 부분으로, 이 단계의 중요성은 2 단계에서 발견된 복잡도 그리고 현저한 패턴들의 고차원적 특성들로부터 기인한다. 이 단계에서는 본 연구에서 제안한 네트워크 분석 방법론의 Algorithm을 적용할 수 있을 것이다. 즉, 네트워크 분석에서 사용되는 다양한 Visualization 기법들의 특성을 고려하여 사용자가 원하는 시각화 방법과 일치하는 기법의 Algorithm을 활용할 수 있을 것이다. 제안된 아키텍처는 정보추출, 패턴 인식, 그리고 시각화 등의 3 단계로 이루어져 있다. 정보추출단계는 내용 추출, 공동

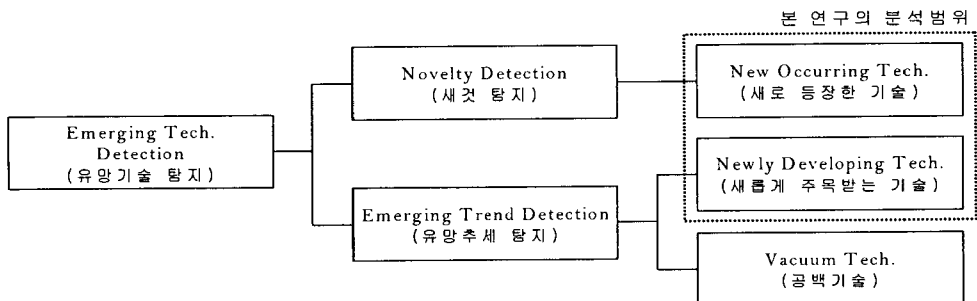
저자 분석, 그리고 공동 인용 분석 등 세 개의 엔진을 포함한다. 각 엔진 본문 문서들로부터 유용한 정보를 뽑아내기 위하여 사전 처리장치로 쓰여 진다. 패턴 인식 단계는 의사 결정을 지원하도록 사용될 수 있는 중요한 패턴들을 식별하는 것이 목적이다. 그것 또한 주제 범주, 연구 그룹, 그리고 영향판단 등의 3개의 엔진으로 이루어져 있다. 연구 도메인의 내용을 이해하기 위한 정책 입안자들을 돕기 위하여 Subject Category engine은 연구 도메인들에 연구 표제를 검출할 것이고, 연구 도메인의 전개를 식별하고, 각 분야(discipline)에 주요 개념과 측정할 수 있는 그들의 것을 뽑아내고, 그리고 그 주요 개념들 사이에 네트워크 관계를 구성한다. The Research Group engine은 연구 그룹들과 그들의 리더들을 식별하며 정책 입안자로서 하여금 지원 제안들의 검토 처리를 결정하도록 도와준 각 연구 그룹의 가동성을 평가하고, 연구원들의 확실성, 그리고 이전에 동의했던 지원들의 효율을 평가한다. The Impact Assessment engine은 각 연구원 또는 그룹과 추천된 도메인 전문가와 잠재적 협력자의 영향을 조사한다. 이 엔진은 정책 입안자들이 도메인의 핵심 플레이어들을 찾고 다른 분야의 연구들을 연결하는

학문을 발견하는 것을 돕는다. 시각화 단계는 정책 입안자가 상호 작용을 가지는 유일한 부분이다. 이 단계의 중요성은 2단계에서 발견된 복잡도 그리고 현저한 패턴들의 high-dimensionality로부터 거슬러 기인한다. 정책 입안자들이 적합한 시각 표시 없이 그 패턴들을 이해하는 것은 어려움이 있다.

Ⅲ. 미래 유망기술 탐색을 위한 연구 프레임워크

3.1 미래 유망기술의 정의

본 연구에서는 유망기술을 크게 유망기술 탐지, 유망추세 탐지와 같이 두 가지로 정의한다. 첫째, 유망기술 탐지(Emerging Technology Detection)란, 새것탐지와 유망추세탐지에서 다루었던 새로운 정보 혹은 새로운 경향의 탐지를 포괄적으로 의미한다. 이러한 유망기술 탐지는 세부적으로 “새것 탐지(Novelty Detection)”와 “유망추세 탐지(Emerging Trend Detection)”로 구분할 수 있다.



<그림 2> 본 연구에서 정의하는 유망기술

“새것탐지”는 특정 시점을 기준으로 이전에 보지 못한 새로운 정보를 탐지하는 것이고, “유망추세탐지”는 특정시점이 아닌 비교적 긴 시간의 흐름을 따른 새로운 경향을 파악하는 것이다. 둘째, 유망추세탐지(Emerging Trend Detection)로서, 유망추세(emerging trend or emerging topic)는 시간이 경과함에 따라 관심과 유용성(utility)이 높아지고 있는 연구주제를 의미한다. 따라서 이러한 ‘유망추세’에 대한 탐지는 중장기적 측면에서 시간의 흐름에 따른 변화의 양상을 파악하는 것으로 특정학문 분야의 경향 혹은 동향을 탐지하는 것이다. 이러한 ‘유망추세탐지’는 변화의 양상에 따라 각 주제를 ‘새롭게 주목받는 기술(Newly Developing Technology)’, ‘공백기술(Vacuum Technology)’로 구분할 수 있는 기본적인 틀을 제공하여, 주제 유형별로 지식구조 갱신에 적용할 수 있는 기초가 된다. 여기서 새롭게 주목받는 기술은 기존에 있었던 주제에 긍정적 측면의 변화가 발생하여 성장·발전 혹은 새롭게 부상한 경우를 의미하므로 새롭게 주목받는 기술은 기본적으로는 기존 주제에 포함된다.

하지만 최근에 와서는 긍정적 측면의 변화가 진행되고 있는 주제라고 생각할 수 있다. 이를 전제로 “새롭게 주목받는 기술”은 다음과 같은

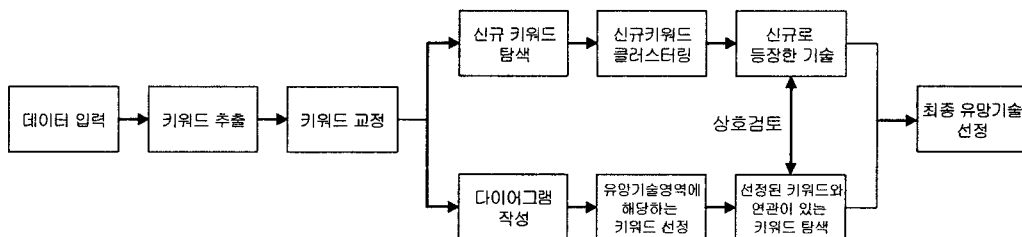
두 가지 주요 특성을 가진다(Kontostathis et al., 2003). 첫째, 특성 시점의 이전보다 이후에 의미적으로 더 풍부해지는 것으로, 신성 주제와 동시출현하는 키워드의 수가 증가한다. 둘째, 해당 개념 혹은 주제와 연관된 항목(문헌)의 수가 증가함에 따라 출현 빈도가 더 높아진다. “공백기술(Vacuum Technology)”은 기존에 글로벌에서 성장기에 있는 기술 중에서 우리나라에서 개발하지 않고 있는 기술을 탐색하는 것이다. 이러한 이론 연구를 기반으로 본 연구에서는 “유망기술 탐색”을 새로 등장한 기술, 새롭게 주목받는 기술로 정의하고 이를 분석하였다.

3.2 미래 유망기술 탐색을 위한 연구 프레임워크

유망기술 탐색을 위한 프로세스는 다음 <그림 3>과 같다.

3.2.1 데이터 입력

분석대상의 대표 키워드를 WoS(Web of Science)에 입력해서 관련 논문을 뽑아낸다. 이때 분석에 필요한 필드는 저자, 키워드, 논문 제목, 년도 등이다.



<그림 3> 유망기술 탐색 프로세스

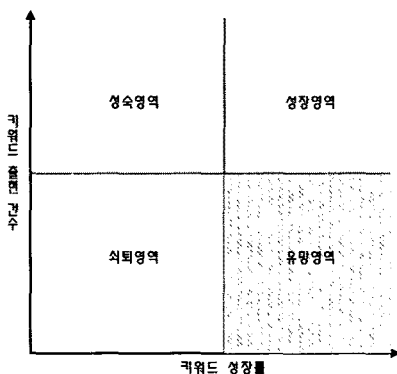
3.2.2 키워드 추출

이렇게 데이터를 입력하면, 다음으로 관련 논문들을 기반으로 RADERS를 통해 저자, 키워드, 논문 제목 등의 필드에서 키워드를 추출한다. 이렇게 데이터를 불러들이면 분석대상의 기초 데이터가 도출된다.

3.2.3 키워드 교정

추출된 키워드들을 기반으로 데이터 교정을 수행한다. 데이터 교정이란, 같은 의미의 키워드임에도 불구하고 상이하게 표현된 키워드를 같은 의미의 키워드로 합쳐주는 작업이다.

예를 들어, 논문 검색 결과, Information(10건), Informations(6건); IITA(10건), Institute for Information Technology Advancement(6건)는 같은 의미이지만 시스템은 다른 의미로 인식한다. 즉, 교정 단계를 거치지 않으면 시스템은 4개의 키워드가 다 다른 의미로 인식하고 계산을 수행하게 된다. 데이터 교정을 수행함으로써



<그림 4> 유망기술 탐색을 위한 분석 다이어그램

써, Information(10건)과 Informations(6건)는

2) 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

Information(16건)으로 인식되고, IITA(10건), Institute for Information Technology Advancement(6건)는 IITA(16건)으로 인식하게 되어 Information과 IITA라는 키워드의 중요성이 변하게 된다. 결과적으로 같은 의미의 키워드들을 하나로 묶어 줌으로써 계산상의 오류를 최소화하는 것이다.

3.2.4 유망기술 탐색

이렇게 데이터 교정이 완료되면, 이를 기반으로 유망기술을 탐색한다.

여기에서는 “새로 등장한 기술”과 “새롭게 주목받는 기술”을 찾아낸다. 먼저, “새로 등장한 기술”은 최근 2년간 새롭게 등장한 키워드를 검색하는 것으로 건수는 고려하지 않는다.

다음으로, “새롭게 주목받는 기술”을 탐색하기 위해 Porter(2000)가 제안한 다이어그램을 적용하였다. 다이어그램 구성을 위해 X축은 성장률, Y축은 논문건수로 정의하였고, 다이어그램 각 분면을 쇠퇴영역, 성장영역, 성숙영역, 유망영역으로 명명하였다. 이때 각 영역을 구분하는 기준은 키워드 성장률과 키워드 출현 건수의 평균을 적용하였다. 현재는 다양한 분석사례가 축적되어 있지 않기 때문에 평균을 이용하였지만, 많은 사례분석 결과가 축적되면 분야별 평균값을 활용할 계획이다. 본 연구에서 제안한 다이어그램 상에서 유망영역은 전체 출현건수는 적지만 최근 몇 년 동안 성장률이 급격한 분야라고 정의하였다. 이때, 성장률은 다음과 같은 계산식에 의해 도출된다.

$$\text{성장률}(\%) =$$

$$\frac{\text{최근 데이터 (예, 2004년 ~ 2006년)의 기울기}}{\text{전체 데이터 (예, 2002년 ~ 2006년)의 기울기}}$$

IV. RADERS를 활용한 미래 유망기술 탐색

4.1 분석분야 선정

미래유망기술을 발굴하기 위해 이동통신 분야 4개 상세기술에 대한 분석을 실시하였다.

4.2 키워드 추출

이동통신 분야 4개 상세기술분야에 대한 SCI(Science Citation Index) 논문을 검색하기 위해 우선적으로 해야 할 작업은 각 분야별 대표 키워드를 선정하는 것이다. 이를 위해 한국

특허정보원에 의뢰하여 각 기술별로 검색키워드를 확보하였다.

검색키워드를 WoS의 SCI 논문(2002년~2006년)을 검색한 결과는 <표 3>과 같다. 검색결과 “이중망 연동시스템” 분야의 논문이 가장 많은 것으로 분석되었으며, 다음으로 “차세대 지능형 단말”, “Cognition 기반 지능형 통신 구현기술”, “디지털 RF 부품 기술” 순으로 분석되었다.

4.3 데이터 교정

논문검색결과 추출된 키워드를 기반으로 유망기술을 탐색하기 전에 추출된 키워드들간에 의미가 동일한 키워드들을 묶어주는 소위 데이터 교정을 수행하여야 한다.

<표 1> 본 연구 미래 유망기술 발굴 대상

대분류	소분류
디지털 RF 부품 기술	디지털 RF 소자 구현을 위한 기반기술
	DRP 구현 기술
차세대 지능형 단말	지능형 단말 HW 및 SW 플랫폼 기술
	지능형 저전력 멀티미디어 정보처리기술
	지능형 멀티미디어 사용자 인터페이스 기술
Cognition 기반 지능형 통신 구현기술	SDR 기술
	Spectrum Sensing 및 관리접속기술
이중망 연동 시스템	다중망 인증/보안 기술
	다중망 등록/페이징 기술
	다중망 핸드오버 기술
	다중망 전파자원 관리 관리기술
	다중망 과금 및 망관리 기술

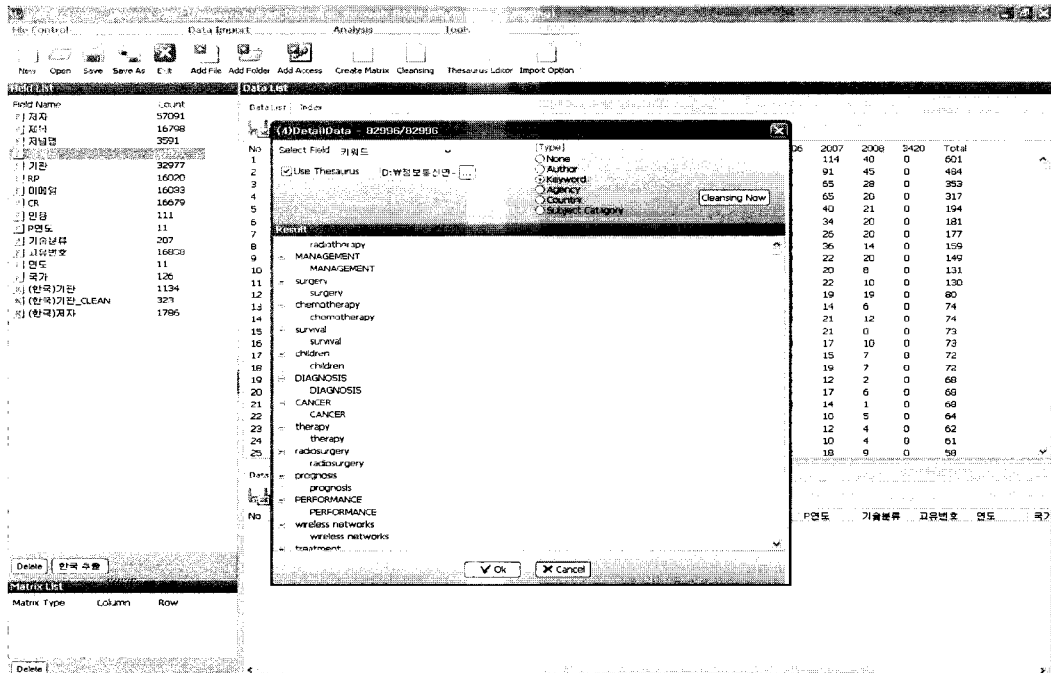
$$\therefore \beta_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{여기서 } \beta_1 \text{ 은 기울기이다.}$$

<표 2> 검색 키워드

대분류	중분류	검색 키워드
디지털 RF 부품 기술	디지털 RF 소자 구현을 위한 기반기술	(digital*) and (radio* or wireless* or mobile* or rf) and (communication*) and (element* or module*)
	DRP 구현 기술	(digital*) and (radio* or wireless* or mobile* or rf) and (communication*) and (drp* or processor*)
차세대 지능형 단말	지능형 단말 HW 및 SW 플랫폼 기술	(terminal* or equipment* or device*) and (intell* or cognitive* or sdr*) and (hardware* or software* or open*)
	지능형 저전력 멀티미디어 정보처리기술	(terminal* or equipment* or device*) and (intell* or cognitive* or sdr*) or (multimedia*) and (ontology*) (terminal* or equipment* or device*) and (intell* or cognitive* or sdr*) or (multimedia*) and (low*) and (power*)
	지능형 멀티미디어 사용자 인터페이스 기술	(terminal* or equipment* or device*) and (intell* or cognitive* or sdr*) or (multimedia*) and (input* or output* or interface*)
Cognition 기반 지능형 통신 구현기술	SDR 기술	(intell* or cognitive* or autonomous*) and (sdr* or software*) and (radio* or wireless* or mobile* or rf)
	Spectrum Sensing 및 관리접속기술	(intell* or cognitive* or autonomous*) and (spectrum* or band* or resource*) and (sens* or detect*) (intell* or cognitive* or autonomous*) and (amc* or adaptive*) and (modulat*)
이중망 연동 시스템	다중망 인증/보안 기술	(hetero* or disparate* or dual* or convergence* or multi*) and (radio* or wireless* or mobile* or rf) and (auth* or security*)
	다중망 등록/페이징 기술	(hetero* or disparate* or dual* or convergence* or multi*) and (radio* or wireless* or mobile* or rf) and (paging* or regist*)
	다중망 핸드오버 기술	(hetero* or disparate* or dual* or convergence* or multi*) and (radio* or wireless* or mobile* or rf) and (handoff* or handover*)
	다중망 전파자원 관리 관리기술	(hetero* or disparate* or dual* or convergence* or multi*) and (radio* or wireless* or mobile* or rf) and (resource*) and (allocat* or assign* and schedule* and manage*)
	다중망 과금 및 망관리 기술	(hetero* or disparate* or dual* or convergence* or multi*) and (radio* or wireless* or mobile* or rf) and (charge* or fee* or tariff* or expense* or manage*)

<표 3> 논문검색 결과

기술 분류		년도별 논문건수					
대분류	중분류	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	합계
디지털 RF 부품 기술	디지털 RF 소자 구현을 위한 기반기술	12	16	14	10	15	67
	DRP 구현 기술	10	8	10	6	7	41
차세대 지능형 단말	지능형 단말 HW 및 SW 플랫폼 기술	54	59	65	81	81	340
	지능형 멀티미디어 사용자 인터페이스 기술	389	447	493	618	631	2,578
	지능형 저전력 멀티미디어 정보처리기술	294	357	415	533	556	2,155
Cognition 기반 지능형 통신 구현기술	SDR 기술	40	39	39	43	50	211
	Spectrum Sensing 및 관리접속기술	100	122	164	209	221	816
이중망 연동 시스템	다중망 인증/보안 기술	226	281	338	373	372	1,590
	다중망 등록/페이징 기술	110	137	160	174	194	775
	다중망 핸드오버 기술	52	90	121	122	127	512
	다중망 전파자원 관리 관리기술	37	64	72	100	158	431
	다중망 과금 및 망관리 기술	868	1,061	1,265	1,415	1,531	6,140



<그림 5> RADERs 시스템을 활용한 데이터 교정

<그림 5>는 RADERS 시스템에서 데이터 교정을 수행하는 예를 보여주고 있다. RADERS를 통한 데이터 교정은 다음과 같은 순서로 이루어진다.

먼저 RADERS 메뉴에서 Cleansing을 선택하면 데이터 교정할 수 있는 대화창이 나타난다. 이때 데이터 교정을 원하는 필드를 선택하면 시스템에 내장된 시소러스를 불러들여 자동으로 데이터 교정이 수행된다. 데이터 교정 결과 가장 많은 데이터 교정이 수행된 상세기술은 “이종망 연동 시스템”기술이다. 다음으로 “차세대 지능형 단말”, “Cognition기반 지능형 통신 구현 기술”, “디지털 RF 부품 기술”이다.

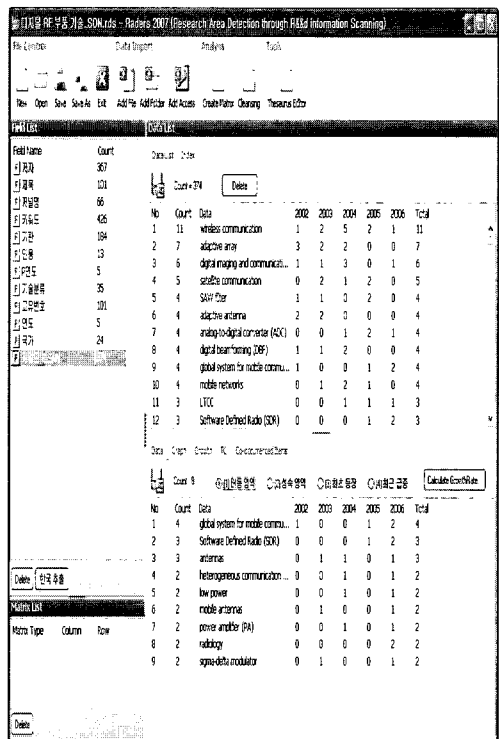
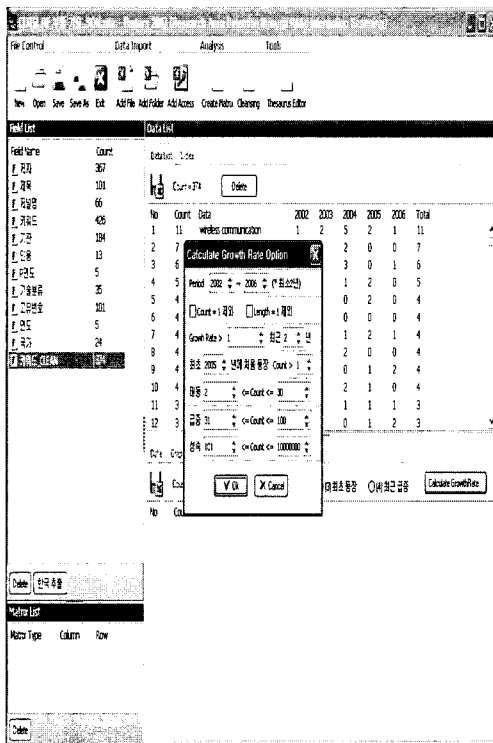
<표 4> 5대 기술 키워드 교정 전·후 비교

상세분류	교정 전	교정 후
디지털 RF 부품 기술	426	374
차세대 지능형 단말	6,811	6,161
Cognition기반 지능형 통신 구현 기술	2,806	2,481
이종망 연동 시스템	16,755	9,970

4.4 분석결과

이렇게 데이터 교정이 완료되면 유망기술을 발굴할 수 있다.

본 연구에서는 유망기술을 “새로 등장한 기술”과 “새롭게 주목받는 기술”로 정의하였다.



<그림 6> RADERS 시스템을 활용한 유망기술 도출

이를 위해 RADERS 시스템에서는 분석대상의 “성장률 계산”을 통해 “새로 등장한 기술”과 “새롭게 주목받는 기술”을 보여 준다. <그림 6>에서 작은 대화상자가 “성장률 계산” 대화상자로 분석자가 분야의 특성에 맞게 계산식을 조절할 수 있다. 이렇게 계산이 완료되면 오른쪽 그림 하단에서 보는 바와 같이 “새로 등장한 기술”과 “새롭게 주목받는 기술”을 볼 수 있다. 이때 “새롭게 주목받는 기술”은 “태동영역”과 “최근 급증 영역”으로 세분하여 분석하였다.

<표 5>는 이동통신분야의 태동영역, 최초등장, 최근급증 영역을 보여주고 있다. 앞서 설명하였듯이, 최초등장은 최근2년 간 논문에 처음 등장한 키워드를 의미한다. 또한 태동영역과 최근급증하는 영역은 키워드 성장률이 평균 이상이고 키워드 출현건수는 평균이하인 키워드군을 2등분하여 태동영역과 최근급증 영역에 위치하는 키워드를 추출하였다.

<표 5> 5대 기술 키워드의 태동영역, 최초등장, 최근급증

구분	태동영역	최초등장	최근급증
디지털 RF 부품 기술	9	2	0
차세대 지능형 단말	267	125	1
Cognition 기반 지능형 통신 구현 기술	117	70	0
이종망 연동 시스템	615	279	51

이동통신 분야의 세부기술별 유망기술을 살

펴보면 다음과 같다. “디지털 RF부품”에서는 Software Defined Radio (SDR), digital signal processor (DSP), RF integrated circuit (RFIC) 등이 도출되었고, “차세대 지능형 단말”에서는 multimedia streaming, cognitive radio, multimode, computational intelligence 등이 도출되었다. 그리고 “Cognition 기반 지능형 통신구현 기술”에서는 cognitive radio networks, spectrum, power spectrum, software defined radio 등이 도출되었고, 끝으로 이종망 연동 시스템에서는 next generation wireless networks, wireless mesh network (WMN), network mobility, wireless access, ALL-IP 등이 도출되었다.

<표 6> 이동통신 분야 세부기술별 유망기술³⁾

세부기술	유망기술
디지털 RF부품	wireless communication, analog-to-digital converter (ADC), Software Defined Radio (SDR), digital signal processor (DSP), wireless transceiver, RF integrated circuit (RFIC), digital RF radio, mixed signal design, switched-capacitor circuits, transceiver front-end
차세대 지능형 단말	multimedia application, ambient intelligence, middleware, multimedia system, context-awareness, wireless, multimedia streaming, cognitive radio, multimode, computational intelligence, graphical user interface, mobile services
Cognition 기반 지능형 통신구현 기술	cognitive, wireless sensor network, cognitive radio networks, spectrum, power spectrum, software defined radio, time-frequency analysis, signal processing, mobile devices, radio transceiver
이종망 연동 시스템	MANET, cross-layer, service, multiple access, multi-home, beyond 3G, next generation wireless networks, cognition, wireless mesh network (WMN), network mobility, wireless access, ALL-IP, adaptive QoS, dynamic resource management, dynamic resource reservation

3) 본 연구에서 도출된 유망기술은 RADERS 시스템에 의해 도출된 결과를 기반으로 이동통신분야 전문가 4인과 논의하여 도출하였다. 또한 이 결과물은 이론적으로는 가능하지만 실현 가능기간이 오래 걸리는 기술(대부분 2020년 이후)은 배제하였다. 또한 여기서 언급된 유망기술은 현재 시장에 나와 있는 기술도 포함되어 있음을 밝힌다.

V. 연구결과 및 연구의 한계

5.1 연구결과 및 시사점

본 연구에서는 크게 2가지 내용을 수행하였다. 첫째, 정보분석 방법론을 실제로 구현할 수 있는 RADERS(Research Area DEtection through R&d information Scanning) 시스템에 대해 설명하였다. 이 시스템은 연구자 개인이 자신의 컴퓨터에서 논문 및 특허 데이터를 활용하여 계량분석을 수행할 수 있다. 둘째, RADERS 시스템을 통하여 이동통신분야의 미래유망기술을 발굴하였다. 이 결과를 통해 해당 분야의 미래유망기술을 사전에 탐지하여 미래 과제기획시 효과적으로 활용할 수 있다. “계량정보분석”이라는 용어는 지식을 도식화하고, 마이닝, 분석, 분류하며, 네비게이션과 디스플레이할 수 있도록 하는 과정을 거쳐 새롭게 진화하고 있는 과학의 다양화된(interdisciplinary) 영역을 설명할 때 선호되는 용어이다. 이 분야는 정보접근을 용이하게 하고, 지식구조를 분명하게 하며, 지식탐구자의 탐구 노력이 성공할 수 있도록 하는데 목표를 두고 있다. 비록 이 영역의 존재한지는 수천 년이 되었지만, 최근 15년 동안에 거대한 변화를 겪어왔으며, 이러한 변화는 이용가능한 정보의 폭발적인 증가와 컴퓨터 저장용량, 스피드, 파워의 증가의 인해 가능해진 새로운 분석, 검색, 시각화 기법을 이용해 더욱 쉽게 정보에 접근할 수 있는 접근성에 기인하고 있다. 동시단어 분석은 논문 및 특허정보를 계량분석을 통해 객관화하는 새로운 방법을 제시해 줌과 동시에 통계적인 결과보다 더 나은 결과를 제공해 준다. 우리는 IT분야영역내의 연구자

들에게 RADERS 시스템을 통하여 미래유망기술을 발굴하는 것을 목적으로 하였고 이는 상당히 유용한 결과를 가져왔다.

5.2 연구의 한계

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 첫째, 분석 자료의 적합성이다. 즉, 본 연구에서는 분석 자료를 모아놓은 WoS의 SCIE를 이용하였다. IT의 특성상 논문 데이터 이외에 특허 데이터를 분석 자료로 활용했어야 한다. 하지만 금번 분석에서는 특허 데이터를 활용하지 못했다. 활용 가능한 특허 데이터에 대한 특성을 파악하여 향후 IT미래 유망기술 발굴 연구에서는 논문 데이터와 특허 데이터를 병행하여 활용해야 할 것이다. 둘째, 시각화(Visualization) 분석의 부재이다. 즉, 본 연구는 IT미래 유망기술을 발굴하기 위해 Porter가 주장한 다이어그램을 활용하였다. 이 방법을 활용하여 유망기술을 발굴하면 보다 신속하게 IT미래 유망기술을 발굴할 수 있다는 점뿐 아니라 객관적으로 도출된 수치로 판단하기 때문에 분석자의 주관이 개입될 여지가 적어지는 것이 사실이다. 하지만 정보분석 방법론 자체는 시각화를 통해 결과를 도출하고 이를 분석자가 해석하는 것이 일반적인 분석방법이다. 따라서 향후 IT미래 유망기술 발굴 연구에서는 IT분야를 시각화해서 보여주기 위한 노력이 필요하다. 셋째, 본 RADERS시스템의 객관성을 확보하기 위해서 기존 유망기술탐색방법과의 비교가 추후 연구되어야 할 것이다. 넷째, 본 연구에서 주장한 방법론에 의해 도출된 유망기술의 상세한 구분이 필요하다. 즉, 방법론에 의해 도출된

유망기술은 말 그대로 이론적으로만 구현 가능한 기술일 수도 있고, 또한 구현은 가능하지만 구현시기가 너무나 요원한 기술일 수도 있기 때문이다. 따라서 이러한 기술들에 대한 상세분류를 통해 유망기술을 구분하는 노력이 필요하다.

참고문헌

- 박용재, 정경수, “e-비즈니스 발전단계에 따른 경쟁전략과 e-비즈니스 성과와의 관련성 분석,” 제16권, 제2호, 2007, pp. 1-33.
- 박준철, “e-Marketplace 이용기업의 신뢰가 몰입, 장기거래지향성, 협력에 미치는 영향,” 정보시스템연구, 제16권, 제2호, 2007, pp. 123-144.
- Andrews, K., “Visualizing Cyberspace: Information Visualization in the Harmony Internet Browser, Proceedings of InfoVis’95”, *IEEE Symposium on Information Visualization*, New York, 1995, pp. 97-104.
- Card, S. K. and Mackinlay, J. D., “The Structure of the Information Visualization Design Space”, *Proceedings of IEEE Symposium on Information Visualization 1997 (InfoVis’97)*, Phoenix, AZ, 1997, pp. 92-99.
- Chen, C., *Mapping Scientific Frontiers : The Quest for Knowledge Visualization*, Springer, 2003.
- Kontostathis, A., Pottenger, L.M., Roy, S., and Phelps, D.J., *A Survey of Emerging Trend Detection in Textual Data Mining*, NewYork: Springer_Verlag, 2003.
- Kostoff, R. N., *The Handbook of Research Impact Assessment*, Office of Naval Research, 1997.
- Kuhn, T. S., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, IL: University of Chicago Press, 1962.
- Lamping, J., Rao, R., and Pirolli, P., “A Focus + Context Technique Based on Hyperbolic Geometry for Visualizing Large Hierarchies”, *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, Denver, CO, 1995, pp. 401-408.
- Law, J. and Whittaker, J., “Mapping Acidification Research: A Test of the co-word Method”, *Scientometrics*, Vol. 23, No. 3, 1992, pp. 417-461
- Leydesdorff, L. and Meyer, M., “Triple Helix Indicators of Knowledge-Based Innovation Systems (Introduction to the Special Issue)”, *Research Policy*, Vol. 35, No. 10, 2006, pp. 1441-1449.
- Leydesdorff, L., “Betweenness Centrality” as an Indicator of the “Interdisciplinarity” of Scientific Journals, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 58, No. 9, 2007, pp. 1303-1309
- Moed, H.F., “Bibliometric Measurement of Research Performance and Price’s

- Theory of Differences among the Sciences”, *Scientometrics*, Vol. 15, No. 5-6, 1989, pp. 473-485
- Moed, H.F., Burger, W.J.M., Frankfort, J.G., Van Raan, A.F.J., “The Use of Bibliometric Data for the Measurement of University Research Performance”, *Research Policy*, Vol. 14, 1985, pp. 131-149
- Moed, H. F., Wolfgang, G., and Schmoch, U.,, *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*, Kluwer Academic Publishers, 2005.
- Newman, M. E. J., “Coauthorships Networks and Patterns of Scientific Collaboration”, *PNAS*, Vol. 101, 2004, pp. 5200-5205
- Porter, A., “Text Mining for Technology Foresight”, *Technology Opportunities Analysis Project paper at Georgia Tech*, 2000.
- Price, D. D., *Little Science, Big Science*. Unpublished Manuscript, 1963.
- Pritchard, A., “Statistical Bibliography or Bibliometrics”, *Journal of Documentation*, Vol. 24, 1969, pp. 348-349.
- Robertson, G.G., Mackinlay, J.D. and Card, S.K., “Cone Trees: Animated 3D Visualizations of Hierarchical Information”, *Proceedings of ACM SIGCHI’91*, 1991, pp. 189-194.
- Small, H., “A co-citation Model of a Scientific Specialty: a Longitudinal Study of Collagen Research”, *Social Studies of Science*, Vol. 7, 1977, pp. 139-166.
- Tijssen, R.J.W., “A Quantitative Assessment of Interdisciplinary Structures in Science and Technology : co-classification Analysis of Energy Research”, *Research Policy*, Vol. 21, 1992, pp. 27-41.
- Van Raan, A.F.J., “Advanced Bibliometric Methods as Quantitative Core of Peer Review Based Evaluation and Foresight Exercises”, *Scientometrics*, Vol. 36, 1996, pp. 397-420.
- Van Raan, A.F.J., “Scientometrics : State-of-art”, *Scientometrics*, Vol. 38, 1997, pp. 205-218
- Voutilainen, A., “A Short Introduction to NPtrool”, Available at: <http://www.lingsoft.fi/doc/nptrool/intro/>, 1997.

이우형(Lee, Woo-Hyoung)



현재 정보통신연구진흥원 (IITA) 중장기전략팀 선임연구원으로 재직 중이다. 한국외국어대학교에서 경영학 박사(2002) 학위를 취득하였다. 과학기술정책연구원(STEPI) 신기술경제성분석연구센터 부연구위원(2004)으로 재직하였

으며, Boston University에서 박사 후 과정(2005)을 수행하였다. 주요 관심분야는 계량정보분석, Bibliometrics, Technometrics, R&D 정책 등이다.

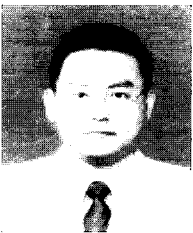
김한주(Kim, Han-Joo)



현재 정보통신연구진흥원 (IITA) 중장기전략팀 팀장으로 재직 중이다. 정보통신대학원(ICU)에서 경영학 박사 학위를 취득하였다. 전자통신연구원(ETRI) 무선산업연구팀 팀장으로 재직하였으며, 샌디

에이고 주립대학 방문연구원을 수행하였다. 주요 관심분야는 이동통신 분야 R&D정책, 서비스 전략, 기술기획, 기술예측, 기술혁신역량 분석, 기술개발전략 등이다.

박준철(Park, Jun-Cheul)



대구대학교 경영학과를 졸업하고, 한국외국어대학교 경영정보대학원경영정보학과에서 경영학 석사를, 대구대학교대학원 경영학과에서 경영학 박사학위를 받았다. 현재 강릉대학교 공과대학 정보

전자공학부 산업시스템공학전공 부교수로 재직 중에 있다. 주요 관심분야는 기술경영, e-Business, 경영정보시스템, 인터넷마케팅 등이다.

<Abstract>

Detecting Emerging Technology using Information Analysis

Woo-Hyoung Lee · Han-Joo Kim · Jun-Cheul Park

This article describes the latest development of a generic approach to detecting emerging trends and transient in scientific literature. The work makes substantial theoretical and methodological contributions to progressive Information analysis. A specialty is conceptualized as a time variant duality research front concepts in information science. A research front is defined as an emergent and transient grouping of concepts and underlying research issues.

The contributions of the approach is that the nature of an intellectual base is algorithmically and temporally identified by emergent research-front terms. The modeling process is implemented in RADERS, and applied to the analysis of telecommunication field. Practical implications of the work are discussed. A number of challenges and opportunities for future studies are identified.

Keywords: Information Analysis; Detecting Emerging Trends; RADERS; Telecommunication; Scientific Literature

* 이 논문은 2008년 6월 23일 접수하여 3차 수정을 거쳐 2008년 9월 1일 게재 확정되었습니다.