

과학기술 지식맵의 형태적 분류와 정보분석 관점의 지식맵 사례 도출

Morphological Classification of Knowledge Map for Science and Technology and Development of Knowledge Map Examples in the View of Information Analysis

이방래*, 이준영*, 김도현*, 노경란*, 양명석*, 권오진*, 최광남*, 김한준**
한국과학기술정보연구원*, 서울시립대학교**

Bangrae Lee(brlee@kisti.re.kr)*, June Young Lee(road2you@kisti.re.kr)*,
Dohyun Kim(ftgog@kisti.re.kr)*, Kyung Ran Noh(infor@kisti.re.kr)*,
Myung Seok Yang(msyang@kisti.re.kr)*, Oh-Jin Kwon(dbajin@kisti.re.kr)*,
Kwang-Nam Choi(knchoi@kisti.re.kr)*, Han-Joon Kim(khj@uos.ac.kr)**

요약

본 연구에서는 기존 지식맵을 형태적으로 분류하고 추가적으로 개발되어야 할 지식맵의 유형을 제시함과 동시에 정보분석 관점에서 활용할 만 한 가치가 있는 과학기술 지식맵 모델을 도출하였다. 기존 연구에서 나타난 지식맵의 정의들을 살펴보고 본 연구에서의 정의와 범위를 다시 정리하였다. 또한 육하원칙을 정보속성으로 취하고 이를 기반으로 주요 과학기술 지식맵을 그 형태에 따라서 단순 도표, 트렌드 지식맵, 분포도 지식맵, 네트워크 지식맵으로 분류하였다. 네 가지 과학기술 지식맵 유형에 따라 주요 지식맵의 세부 모델을 정리하고 추가적으로 개발이 필요한 지식맵 모델의 유형도 제시하였다. 마지막으로 정보분석 관점에서 유용한 13가지 지식맵 모델 사례를 도출하고 각 세부 모델에 대한 지식맵의 유형, 정보 항목, 모델의 설명 및 활용 목적 등을 제시하였다.

■ 중심어 : | 지식맵 | 지식지도 | 과학기술 | 정보분석 | 데이터베이스 |

Abstract

Knowledge maps for science and technology are used extensively in the research projects. However, they are not organized systematically and are not necessarily suitable to be used in the research projects. Therefore, this study aims to organize the knowledge maps in order to support scientific research projects. To this end, the existing knowledge maps for science and technology are classified as one of four types based on data representation methods: the frequency summary map, trend summary map, distribution-based knowledge map and network-based knowledge map. Additionally, by summarizing and classifying the knowledge maps through the principle of 'five w's and one h', the unexplored area are investigated. Finally, some examples of useful knowledge maps in terms of data analysis are provided with details such as definitions, components and utilization purposes. These findings may be a starting point for future research into a better understanding of knowledge maps for science and technology.

■ keyword : | Knowledge Map | Knowledge Mapping | Science & Technology | Information Analysis | Database |

* 본 연구는 정부출연금에서 지원하는 “한국과학기술정보연구원운영사업” 중 “국가 현안대응형 연구생태계 맵 모형개발 및 분석(K-13-L06-C11-S01)”과제의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

접수일자 : 2013년 10월 10일

심사완료일 : 2013년 11월 01일

수정일자 : 2013년 10월 28일

교신저자 : 이준영, e-mail : road2you@kisti.re.kr

I. 서론

정보통신기술의 발전은 각종 사회·경제적 관계의 ‘지식정보화’를 촉진했고, 최근 페이스북, 트위터, 카카오톡 등 소셜미디어의 등장으로 더욱 기하급수적으로 증대된 정보, 이른바 ‘빅데이터’의 처리·활용 문제는 국내 외적으로 거대한 이슈가 되고 있다. 이러한 사회적 흐름에서 빅데이터 분석을 통한 새로운 비즈니스 기회를 창출하려는 노력들이 다방면에서 진행되고 있다. 이러한 노력들의 대부분은 거대한 데이터로부터 의사결정에 도움을 줄 수 있는 핵심적인 지식을 추출해내는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 달리 표현하면, 인간의 제한된 인지 능력을 보완하기 위해 거대한 데이터로부터 연관성이 높은 데이터를 선별해 내고 이를 대상으로 분석을 하여 그 결과를 사람이 이해하기 쉬운 형태로 제공하는 것이 더욱 중요한 문제로 대두되었다고 할 수 있다. 지식맵 또는 지식지도도 이러한 목적으로 연구되는 대표적인 연구분야이다. 일반적으로 지식맵은 데이터를 가공함으로써 얻은 지식의 핵심 내용을 사람이 이해하기 쉽게 시각화된 형태로 요약하여 제공하는 것을 가리킨다. 지식맵은 지리적 위치 정보를 담은 지도와 마찬가지로 관심 영역에 대한 ‘조망’을 제공하는 것이 핵심 목표이며, 여러 관련 항목들을 어떻게 설정하고 이를 ‘지도’ 상에 어떻게 ‘매핑’할 것인지가 중요한 연구 주제라고 할 수 있다.

최근 지식맵은 과학기술 분야로 한정해서 보더라도, 연구개발의 현황 분석, 신기술 탐색 및 연구기획 사전 타당성 분석 등에 그 활용 범위가 확장되고 있다[1]. 이와 함께 지식맵과 관련한 다양한 연구가 진행되었다[2-7]. 그런데 국내외적으로 살펴보면 지식맵의 유형이 대동소이한 경우가 많고 사례분석 위주로 진행된 경우는 많았으나 지식맵을 형태적으로 정리한 연구는 부재했다고 할 수 있다. 이명호의 연구가 지식맵을 동시 단어분석, 인용분석, 사회네트워크 분석의 범주로 구분하였지만 이러한 분류도 형태적 분류라기보다는 지식맵의 개발 방법론 측면의 분류라 할 수 있다[8]. 그러나 지식맵을 활용하는 이용자 관점에서는 지식맵이 내포하는 의미 그 자체가 가장 중요하다. 지식맵의 개발 방

법론이 서로 상이하더라도 지식맵에 내포된 내용이 대동소이하다면 동일한 형태의 지식맵이라 할 수 있다. 한편 지식맵을 웹사이트에서 서비스하려는 사업자나 새로운 지식맵을 개발하려는 연구자 관점에서든 기존 지식맵에 대한 형태적인 분류의 필요성은 매우 높다. 왜냐하면 형태적인 분류는 대표적인 지식맵 서비스 형태를 결정하거나, 새로운 지식맵에 대한 개발연구를 착수할 때 논의의 기반으로 활용될 수 있기 때문이다. 이러한 이유로 본 연구에서는 지식맵을 형태적으로 분류하고 정보분석 관점에서 활용할 만한 지식맵 모델 사례를 정리하였다. 또한 형태적 분류에 근거하여 향후에 개발될 필요가 있는 지식맵 개발 분야도 함께 제시하였다.

II. 지식맵의 정의와 범위

지식맵에 관한 연구가 여러 방면에서 진행되고 있으나 분야별로 주로 활용되는 용어가 다름을 발견하게 된다. 지식맵 또는 지식지도(Knowledge map), 지식매핑(Knowledge mapping), 과학기술맵(Science map), 개념맵(Concept map) 등의 용어 이외에도 IT 분야에서는 토픽맵(Topic map)이라는 용어가 활용되고 있다. 다음 표는 지식맵에 관한 몇 가지 정의들을 소개하고 있다.

표 1. 지식맵에 관한 다양한 정의들

저자	정의
Gomez [9]	"복잡한 아이디어가 쉽고 빠르게 논리적인 순서로 정렬되게 해주는 정신적 설계도 "
Vail [10]	"지식과 관계 정보를 명확한 형태로 시각화함으로써 지식의 적절한 특징을 정확히 강조하는 기법 "
Pritchard [11]	"논문, 책, 보고서 등의 명시적 지식을 수학적, 통계적 방법을 통해 시각화한 그림 "
이광희 외 [2]	"대량의 정보(information) 속에 숨겨진 특별한 형태(type)와 패턴(pattern)을 찾아서 그 의미를 파악할 수 있도록 가시적인 형태의 결과를 보여주는 것"
연성일 [12]	"조직이 가지고 있는 업무수행에 필요한 모든 지식요소를 정의하고 분석, 분류하여 그 지식들 간의 관계들을 표현한 그림"
유기동 [13]	"지식지도(Knowledge map)는 지식관리 시스템(Knowledge Management Systems, KMS)에 의해 저장 및 관리되는 지식 간의 관계를 기초로 구성되는 도식(Diagram)"

이처럼 지식맵의 정의가 다양하지만 지식맵의 유형

을 살펴보면 IT 기술을 지식경영 분야에 적용한 지식경영 지식맵과 과학기술 문헌 데이터를 분석한 과학기술 지식맵으로 분류할 수 있다. 앞서 표에 제시된 지식맵에 관한 정의들도 지식경영 지식맵과 과학기술 지식맵을 언급하고 있다. 지식경영 지식맵은 주로 기업의 관점에서 기업이 소유한 내부 지식을 구조화함으로써 의사결정에 활용하는 용도로 활용되고 있다. 반면에 과학기술 지식맵은 주로 연구활동과 관련된 문헌 데이터를 활용함으로써 과학기술의 현황을 파악하거나 신기술 탐색 등에 활용되고 있다. 본 연구에서는 지식경영 분야의 지식맵은 제외하고 과학기술 지식맵만을 다루기로 한다.

과학기술 지식맵으로 한정하더라도 어느 범위까지를 지식맵의 범주에 포함시킬 것인지가 논란이 될 수 있다. 본 연구에서는 앞서 정의된 지식맵의 정의들을 참고하여 '과학기술 정보를 가공하여 의사결정에 도움을 줄 수 있는 의미 있는 지식을 생산하여 이를 시각화된 형태로 제시한 그림'이라는 개념을 협의의 지식맵으로 정의하고자 한다. 이에 반해 광의의 지식맵은 과학기술 정보에 추가적인 가공이 들어가지 않고 문헌 데이터에 이미 특정한 필드 값으로 구축된 값을 이용하여 시각화시킨 그림을 포함한 개념으로 정의한다.

III. 기존연구와 연구방법론

3.1 기존 연구동향

지식맵의 형태적 분류를 위해서 기존 지식맵 연구들 중에서도 지식맵의 분류를 다룬 연구들을 우선적으로 조사하였다. Engelsman & Van Raan은 계량서지학을 활용한 지식맵 형태로, 동시인용(co-citation), 동시단어(co-word), 동시분류(co-classification) 형태를 제안하였다. 동시인용 지식맵은 인용의 형태가 유사한 문서들이 동일한 그룹으로 클러스터링 되는 방법이고, 동시단어 지식맵은 단어들의 발생형태가 유사한 문서들을 클러스터링 하는 방법이며, 동시분류 기법은 분류 코드의 구성이 비슷한 문서들이 관계가 밀접하다고 해석하는 방법이다[14]. 이명호의 연구도 이와 비슷한 방법으로

지식맵을 분류하였다[22]. 한편 Zins는 16개국 57명으로 구성된 패널도의 결과를 활용하여 정보과학분야의 지식맵을 고찰하였다[15]. 그의 연구에서는 10개의 범주로 나누어 고찰하였는데, (1)기반(이론, 연구 및 평가, 교육, 역사), (2)자원(인간과 비인간), (3)지식근로자, (4)컨텐츠, (5)응용, (6)작용과 프로세스, (7)기술, (8)환경, (9)조직, (10)사용자 범주로 분류된다. 특히 자원 범주에서는 육하원칙에 해당되는 내용을 포함하고 있다. 그러나 이 연구는 지식맵 개발 방법론이나 지식맵의 형태에 대해서 고찰하였다기보다는 정보과학 분야의 기반을 광범위하게 조사분석하였다고 할 수 있다. Wexler는 지식경영 분야에서 지식맵에 대한 Why, What, Who, How에 대해 고찰하였다. 즉 지식맵의 작성 목적(Why), 지식의 내용(What), 누가 활용하며 누가 작성했는가(Who), 어떤 형태의 시각화 그림이 사용되었고 어떤 방식으로 작성되었나(How) 등을 다루고 있다[16]. 이와 같이 지식맵을 범주화하고 분류하는 기존 연구들이 여러 가지가 있으나 지식맵 자체의 형태를 분류하였다고 보기는 어려웠다.

과학기술지식맵의 역사를 간략히 살펴보면, 1961년에 Doyle은 과학 영역 맵의 작성에서 전문가가 그릴 수 있는 개념 상의 맵과 유사한 맵을 생성하기 위해 컴퓨터 기반 데이터 처리의 활용을 강조하였다[17]. Garfield는 색인 관점에서 SCI (Science Citation Index)를 연구하였고[18], 이를 이용하여 DNA 분야의 위상적 네트워크 다이어그램을 구성함으로써, 과학의 역사를 기록하는 데에 인용 데이터를 이용하는 방법을 연구하였다[19]. 1980년대에는 Callon 등에 의해서 동시단어분석이 소개되었는데, 특정 기술군이 관련 기술군들 중에서 어떤 위상을 갖는 지를 다룬 연구였다[20]. 1990년대 이후에는 과학기술 지식맵의 커다란 진보가 있었다. Braam 등은 동시인용분석과 동시단어분석을 결합한 연구를 수행하였다[21]. White와 McCain은 학문분야를 시각화하는데 저자 동시인용분석과 다차원척도법(MDS)을 활용하였다[22]. 윤병운 등도 연구개발 기획에 활용할 키워드 기반의 지식맵을 개발하였는데, 구체적으로 핵심 R&D맵, R&D 트렌드맵, R&D 집중도맵, R&D 관계맵, R&D 클러스터맵을 제안하였다[23].

한편 과학기술지식맵 중에서 특허 정보를 활용한 특허지도는 실무적인 관점에서도 널리 활용되고 있기 때문에 관련 연구가 활발하다. 특히 최근 우리나라 연구자들 중심으로 특허공백지도 연구가 많이 진행되었는데, 이는 특정 기술군에서 특허 공백이 발생한 세부 기술군을 찾아내어 기술기획과정에 활용하려는 목적을 갖는다. 윤병운 등이 자기조직화 기법을 이용하여 기술공백 지도, 청구항 요점 지도, 기술 포트폴리오 지도 등 세 종류의 특허지도도를 제안하였다[24]. 이성주 등도 특허공백지도도를 연구하였고[25], 손창호 등은 GTM(Generative topologic mapping) 기반으로 특허의 공백지도도를 탐색하는 연구를 소개하였다[26]. 특허공백지도 이외에 다른 특허지도 연구도 발견된다. Chen은 자전거 디자인 특허 96건에 대해서 11명의 디자인 특허 전문가를 대상으로 인터뷰를 진행하여 각 특허의 유사성을 탐색하고 클러스터링하여 그 결과를 다차원척도법 지도상에 시각화하였다[27]. 김용길 등은 부상기술(emerging technology)을 탐색하기 위해 특허분석을 진행하였는데, 키워드가 최초로 발생한 연도와 빈도수 및 키워드간 연결관계를 동시에 표시함으로써 키워드의 의미 네트워크(semantic network)를 도시하였다[28].

국내에서는 윤문섭 등이 지식맵 연구 결과를 과학기술정책 과정에 활용하고자 시도하였다[29]. 이 연구에서는 국가, 산업, 기술 수준에서 각각의 지식맵을 구현하고, 연동(zooming) 방법을 통해서 각 지식맵을 연결시켜서 하나의 통합된 지식맵 체계를 제시하였다. 정대현 등은 녹색분야 키워드 정보를 이용하여 녹색기술 분야의 네트워크 분석을 수행하였다[30]. 이외에도 이방래 등은 지식맵 작성에 유용한 분석 시스템인 KnowledgeMatrix를 소개하였다[31]. 또한 예상준 등은 한의학 연구동향 분석시스템의 모델을 제안하기 위해 특허청이 제공하는 PIAS와 한국과학기술정보연구원이 개발한 KITAS, KnowledgeMatrix 및 제안 모델을 대상으로 연구성과 정보에 대한 전체동향, 국가별/기술별/연구자별 동향, 지수분석, 연구망 분석, 공백기술 분석 항목을 비교분석하였다[32].

3.2 연구방법론

본 연구에서는 지식맵의 형태적 분류를 위해서 리뷰 중심으로 서술된 논문과 보고서, 방법론 개발을 다룬 논문, 주요 핵심 논문 중심으로 연구동향을 우선적으로 살펴보았다. 또한 사례분석 위주로 진행된 논문들도 추가적으로 살펴보았다. 연구동향을 조사하면서 동시에 지식맵의 정의와 활용한 정보의 속성 및 항목을 조사하였다. 이를 통해서 주요 지식맵을 단순도표, 트렌드 지식맵, 분포도 지식맵, 네트워크 지식맵으로 유형화하였다. 또한 기존 연구에 나타난 지식맵의 주요 모델을 유형에 따라 분류하였다. 주요 지식맵 모델에 활용되는 정보요소들의 의미 속성을 육하원칙 테이블에 매칭시킴으로써 주로 개발된 모델의 형태를 가늠해 보고 추가적으로 개발가능한 분야를 제시하였다. 마지막으로 참여연구자간의 브레인스토밍 과정을 통해서 지식맵 모델들 중에서 연구현장에서 활용도가 높은 모델 사례들을 선별하여 구체화된 형태를 서술하였다.

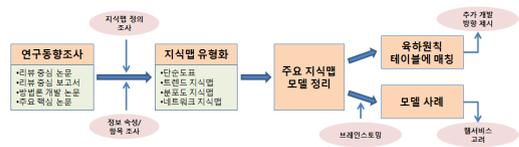


그림 1. 연구 프로세스

IV. 과학기술 지식맵의 형태적 분류

4.1 정보속성과 주요 정보항목

과학기술 지식맵에 활용되는 주요 데이터는 연구성과의 대표적인 형태인 논문과 특허이다. 본 연구에서도 논문과 특허의 서지적 데이터를 주요 정보로 다루며 특별히 국가연구개발과제에 관한 서지적 데이터도 고려 대상으로 포함한다. 본 연구에서는 이러한 세 가지 종류의 데이터에 대해서 사람이 의사결정에 활용하는 가장 대표적인 지표인 육하원칙을 정보의 속성으로 규정하고 정보속성별로 주요 정보항목을 구분하였다. 또한 육하원칙이외에도 양적인 빈도수 정보인 'How many' 항목을 정보속성으로 선정 하였다. 이러한 정보속성에

따라 세 가지 데이터의 정보항목을 다음 표에 제시하였는데 이 표에서는 주로 많이 활용되는 정보항목을 대략적으로 예시를 들었으며 모든 정보항목을 제시하지는 않는다. 한편 지식맵에서는 Where 속성을 Who 속성과 구분하기에는 부적합하여 동일한 속성으로 취급하였다. 이는 개인과 기관 등은 Who 속성에 해당되고 국가나 지역은 Where 속성에 해당되지만 정보분석 관점에서 살펴보면 행위자(actor)를 어떤 수준에서 분석할 것인가의 문제이기 때문이다.

표 2. 정보속성과 주요 정보항목의 사례

정보 속성	논문/특허	국가연구 개발과제
Who (Where)	저자, 발명자, 출원인, 기관, 출판사, 국가	연구자, 기관, 공동 연구기관, 지역
When	출판일자 출원공개등록일자	연구기간
What	주제분류, 키워드	기술분류
How	알고리즘, 분석기법(구절)	알고리즘, 분석기법(구절)
Why	문제정의(구절)	문제정의(구절)
How many	건수, 피인용수, 참고문헌 건수	과제수, 예산

과학기술 지식맵은 어떤 행위자가 양적인 측면과 질적인 측면에서 연구를 많이 하고 있고 어떤 다른 행위자와 협력관계를 유지하고 있는 지를 살펴보는 연구사례가 많다. 이런 종류의 지식맵은 Who 정보속성이 기본적으로 포함되어 있다. 한편 How와 Why에 해당되는 정보항목은 대부분 독립적인 항목으로 별도로 존재하는 것은 아니고 논문/특허의 경우 초록에서 국가연구 개발과제의 경우 연구목표 등에서 텍스트마이닝 기법을 통해서 구절(phrase)을 추출해서 얻어야 하는 경우가 대부분이다.

4.2 형태별 지식맵의 유형과 개념

지식맵의 분류를 다루는 기존 연구들은 주로 개발 방법론이나 알고리즘 측면에서 지식맵을 분류하였는데, 방법론이 달라도 지식맵이 전달하는 의미는 동일한 경우가 대부분이다. 구체적으로 저자간의 동시인용분석을 통해서 저자간의 유사도를 다차원척도 지도 상에 시

각화한 지식맵과 저자간의 동시출현 행렬 값을 그래프 알고리즘인 FDP(Force-Directed Placement)를 이용하여 시각화시킨 지식맵은 모두 저자간의 연구활동 유사도를 지식맵으로 표현한 것이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 두 가지 사례를 형태적 관점에서 한가지 종류의 지식맵으로 분류한다. 이처럼 지식맵을 형태적 관점에서 체계적인 분류를 함으로써, 현재까지 개발된 지식맵을 정리하여 새로운 형태의 지식맵 개발의 시발점을 마련함과 동시에, 지식맵을 접하는 이용자나 서비스 하려는 담당자에게 도움이 되고자 한다. 본 연구에는 과학기술 지식맵에 관한 현재까지 출판된 관련 대표적인 리뷰 논문, 보고서, 지식맵 모델 개발에 관한 기존 연구, 지식맵 사례분석 연구 등 약 40여 건의 문헌들을 대상으로 형태적 관점에서 재조명하고, 과학기술 지식맵을 형태별로 분류하고자 하였다. 그 결과 시각화된 지식맵의 형태를 기준으로 단순도표, 트렌드 지식맵, 분포도 지식맵, 네트워크 지식맵으로 구분하였으며 [표 3]에 개념을 정리하였다. 이러한 구분은 명확하게 구분되는 개념은 아니지만 활용 측면에서는 유용한 구분이 될 수 있다.

표 3. 과학기술 지식맵의 유형과 개념

구분	개념
단순 도표	광의의 지식맵에 포함되는 것으로 추가적인 데이터의 가공없이 얻을 수 있는 단순한 건수 집계 정보를 시각화한 도표
트렌드 지식맵	단순한 건수 및 데이터 가공을 통해 얻은 2차적인 데이터의 시계열적인 트렌드 도표
분포도 지식맵	2차원 도면에 피관찰자(저자, 기관, 국가, 지역 등)의 위치와 크기를 표시하여 피관찰자간의 상대적인 위상이나 유사도 등을 가능할 수 있도록 구성된 지식맵 - 상형수의 분포도(또는 버블차트)는 좌표축을 두 개 이상 두고 좌표축에 의미 있는 지표값을 부여
네트워크 지식맵	피관찰자(저자, 기관, 국가, 지역, 분류, 키워드 등)간의 협업(동시출현) 관계 등을 노드와 링크로 구성된 네트워크로 표현한 지식맵

앞에서 언급한 지식맵에 대한 정의의 대부분은 데이터를 가공함으로써 추가적인 지식을 얻을 수 있는 시각화된 그림을 말한다. 본 연구에서는 이를 협의의 지식맵으로 지칭하고자 한다. 문헌 데이터베이스에 특정 필드(예를 들면 발행년도 등)로 구축된 값을 단순하게 시각화 시킨 것은 추가적인 가공작업이 없다고 볼 수 있

기 때문에 앞서 정의된 협의의 지식맵 개념을 적용하면 지식맵의 범주에 포함되지는 않는다. 그러나 대부분의 연구기획 활동에서 이러한 유형의 시각화 그림은 반드시 필요하고 또한 지식을 포함하고 있으므로 본 연구에서는 광의의 지식맵 개념에 포함시켰다. 다만 발행년도와 같이 시계열적인 정보를 포함하는 지식맵은 트렌드 지식맵으로 구분하였다. 분포도 지식맵도 네트워크 지식맵과 활용하는 데이터가 유사하여 구분하기 어려울 수도 있지만 노드와 링크를 모두 표시한 것은 네트워크 지식맵으로 분류하였다. 참고적으로 본 연구에 직접 참고한 40여 건의 연구문헌들을 대상으로 하여 개별 지식맵 사례들을 앞서 제시한 네 가지 형태의 지식맵 유형으로 구분하여[표 4]에 정리하였다. 여기에서도 형태와 정보항목이 동일한 지식맵은 하나의 사례로 집계하였다. [표 4]에서 소개된 사례들은 각각 지식맵 관련 연구 주제로 제시되었던 것이라고 할 수 있다.

표 4. 과학기술 지식맵의 유형과 사례들

구분	사례
단순 도표	키워드별 건수, 분야별 건수, 지역별 건수(비중), 분야별 건수(비중)
트렌드 지식맵	- 수직축 : 특허수(논문수), 저자수, 분야별 빈도수(비중), CPP/FCSm, 매개중심성, %NPR, 키워드 빈도수, 토픽변화, 전년대비 증감률(과제수, 예산), R&D 트렌드, 성과의 변화(포트폴리오맵) - 수평축 : 시간(연도)
분포도 지식맵	동시단어, 문서 동시인용, 저자 동시인용, 동시분류지도, 상관지도, 전략 다이어그램, MDS(저자, 분야), 특허수/GDP-논문수/GDP, 중점도-성장률, 점유율-증가율, 점유율-CPP, TS1-TS2, 과제수(기간1)-과제수(기간2), 예산(기간1)-예산(기간2), 논문수(기간1)-논문수(기간2), 과제수-논문수, 논문수(한국)-논문수(세계), 논문수-교신저자, R&D 집중도 지도, 핵심 R&D 지도, 특허공백지도(GTM, SOFM)
네트워크 지식맵	단어-단어, 토픽-토픽, 개인-개인(출원인/발명자/연구자 수준), 기관-기관, 지역-지역, 국가-국가, 특하-특하, 분야-분야, 산업-산업, 기술-산업, 성장률-분야, 분야-개인, 분야-기관, N차원 관계지도(기관-개인-과제-성과 등), 개별 연구분야, 다중 지식맵, 연대기별 핵심문서도

4.3 주요 과학기술 지식맵 모델

본 연구에서는 앞서 [표 4]에 소개된 기존 과학기술 지식맵의 연구사례들을 대상으로 형태적 관점에서 유사한 사례들을 클러스터링하여 [표 5]의 지식맵 모델로 정리하였다. 다만 앞서도 언급하였듯이 모든 지식맵 연

구사례를 조사하지는 않았으나 리뷰 중심의 문헌 및 지식맵 개발 방법론을 다룬 문헌들을 우선적으로 조사하였기에 상당수의 지식맵 형태를 포괄하였다고 판단된다. [표 5]에서는 유형별로 지식맵 모델을 대표명화하여 정리하고 활용목적과 정보속성을 표기하였다. 대부분의 지식맵에서 건수 정보(How many)는 기본적인 정보요소로 포함되어 있기 때문에 이 표에서는 구분하지 않았다.

표 5. 유형별 주요 과학기술 지식맵 모델

유형	모형	활용 목적	정보속성
단순 도표	행위자별 건수(비중)	핵심 행위자 탐색	Who Where What
트렌드 지식맵	연도별 건수(비중) 트렌드	핵심 행위자의 연구 트렌드 탐색	When Who-When
	행위자별 지표값 트렌드	연구추세 변화 탐색	When-What
	포트폴리오맵	행위자의 시기별 위상 탐색	When-How
분포도 지식맵	행위자 동시출현맵	유사연구 행위자 집단 탐색	What-What
	2축 산점도 (버블차트)	행위자간의 상대적 위상 탐색	Who Who-What Who-How What-What
	N축 산점도	N차원에서 행위자의 성과분석	Who-What
	특허공백지도	공백기술 탐색	What-What
네트워크 지식맵	1-mode 네트워크	협업/유사 관계 탐색	Who-Who What-What Where-Where
	2-mode 네트워크	소속/관심/연관 관계 탐색	Who-What Where-What
	N-mode 네트워크	정보항목간 연계형태 탐색	Who-What-How
	연대기별 핵심문서도	역사적인 연구 흐름 파악	When-What

여기에 제시된 표가 모든 형태의 과학기술 지식맵을 세밀한 수준에서 완벽하게 포괄한다고 할 수는 없으나, 유형별로는 망라성을 갖춘다고 할 수 있을 것이다. 한편 정보속성에서 Who-What 등으로 연결된 항목은 두 가지 이상의 정보항목이 결합되었거나 네트워크 정보를 의미한다.

앞에서 정리한 지식맵 유형에서는 Who에 해당하는

분석대상을 논문이나 특허의 저자, 기관, 국가 등으로 한정하였으나, 그 대상을 문헌 자체[33], 문헌이 게재된 저널[34], 문헌에 부여된 분류코드[35][36] 등으로 확장하고, 동시인용(co-citation)과 같이 해당 대상을 활용한 활동의 누적으로 생성된 유사도 관계를 이용하여 맵을 구성할 수도 있다. 이 경우 지식맵은 행위자 동시출현맵과 유사하게 특정 또는 전체 과학기술 분야의 지식기반의 현황과 변동을 분석하는데 활용되는 것이 일반적이며, 넓은 의미에서 What-What 정보속성을 이용한 것으로 해석할 수 있으므로 본 연구에서는 이를 행위자 동시출현맵으로 통합하여 정리한다.

4.4 과학기술 지식맵 모델과 육하원칙 테이블

유형별 과학기술 지식맵을 육하원칙의 테이블에 매칭시켜서 모델의 수를 표시한 것이 다음 표에 나와 있다.

표 6. 과학기술 지식맵 모델의 육하원칙 테이블

		Who	When	What	How	Why
3	Who	2	1	5	1	
1	When			2	1	
1	What			4		
	How					
	Why					

이 표도 앞서 정리된 지식맵 모델을 대상으로 하고 있기 때문에 과학기술 지식맵의 세밀한 연구주체를 모두 포괄한다고 할 수는 없지만 활용되는 정보의 속성과 각 정보의 연계 유형을 고려할 때 주로 어떤 형태의 지식맵 모델이 현재까지 개발되었는지를 확인하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다. 다시 말하면, 현재 주로 어떤 형태의 지식맵이 활용도가 높은지를 확인할 수 있음과 동시에 어떤 유형의 지식맵이 향후에 더 개발될 필요성이 있는지를 알려줄 수 있는 것이다.

이 표에서 맨 왼쪽 첫 열의 값은 단순히 하나의 정보속성만을 나타내는 과학기술 지식맵 모델의 건수를 말하며 대각선에 있는 값은 Who-Who와 같이 같은 속성들로 이루어진 과학기술 지식맵 모델의 수이며 테이블의 상삼각 부분에 해당되는 값들은 Who-When과 같이

서로 다른 정보속성으로 이루어진 과학기술 지식맵 모델의 수를 나타낸다. 이 표에서 알 수 있듯이 지금까지 개발된 모델들은 주로 Who와 What 정보속성에 관해서 또는 이들끼리 연계된 모델들이 많이 개발되었다. 이는 지식맵에 대한 수요가 가장 높다고 할 수 있는 연구기획자들이 ‘경쟁자가 어떤 연구를 하는가?’에 가장 관심이 많기 때문인 것으로 판단된다. 이와 관련하여 문영호 등이 2010년 4월에 기초기술연구회 산하 연구기관들의 연구자들 138명(연구책임자 비중 71%)을 대상으로 실시한 설문조사에서, 경쟁 및 관련 연구 수행자/기관 정보자료에서 ‘주요 연구자/기관들의 핵심적인 연구주제 등의 파악’ 항목이 56%로 가장 중요한 항목으로, 연구 논문에 관한 정보자료에서 가장 중요한 부분은 ‘가장 많은 연구가 일어나고 있는 분야의 탐색’이 33%의 비중으로 1순위로 제시된 조사 결과[37]와 일치한다고 할 수 있다. 반면에 Why와 How 정보속성 및 이들을 연계한 모델들은 사례를 발견하기 어려웠다. 그 이유를 추정해 보면, 먼저 이러한 정보속성은 문장에서 알고리즘, 분석기법, 문제정의에 해당되는 구문을 추출해야 하므로 고도의 텍스트마이닝 기법이 필요하여 관련 지식맵의 구축과 활용이 더딘 것으로 판단된다. 이런 유형의 연구사례로는 Subject-Action-Object(SAO) 분석 기법이 있는데, 문장에서 주체(Subject), 행위(Action) 및 객체(Object)를 찾아내는 분석기법이다 [38]. 두 번째로는 연구기획자들의 관심이 Who와 What에 비해서는 상대적으로 우선순위에서 밀렸다고 판단된다. 마지막으로 Why와 How에 해당되는 부분은 연구기획활동에서 전문가들의 정성적인 판단에 의존한 경우가 많았다. 그러나 최근에는 텍스트마이닝과 인공지능 등 관련된 학문이 발달하고 있어서 향후에는 이 분야의 지식맵 모델도 점차 더 많이 개발될 것으로 판단된다. 특히 지식정보사회에서 정보의 ‘기능적 활용’을 강조한 인텔리전스 개념이 최근 더욱 강화되는 추세이므로, Why와 How까지 포괄하는 더 많은 형태의 유용한 지식맵이 개발된다면 연구기획을 포함한 지식맵 활용분야에서 많은 기여를 할 것으로 판단된다.

V. 정보분석 관점의 과학기술 지식맵 모델 사례

과학기술 지식맵은 활용목적이 다양하다. 앞서 언급한 바와 같이 크게는 연구동향 파악, 기술기획, 신기술 기회 탐색 등이 있지만 구현된 지식맵 사례들을 살펴보면 형태적으로 유사한 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 구체적인 활용목적 측면보다는 정보의 속성 측면에서 과학기술 지식맵을 구분하였다. 또한 정보속성도 넓은 의미에서는 활용목적과 부분적으로 일맥상통한다. 이에 본 연구에서는 앞서 제시한 지식맵 모델을 대상으로 육하원칙이라는 정보속성을 기준으로 정보분석에 활용할만한 구체적인 지식맵 모델 사례들을 참여 연구자간의 브레인스토밍 과정을 통해서 다음 표와 같이 선별하였다.

표 7. 정보분석에 활용할 과학기술 지식맵 모델 사례

구분	지식맵 모델 사례 명칭
사례 1	국가별 건수 도표
사례 2	기관별 건수 도표
사례 3	국가단위 건수-피인용수 산점도
사례 4	국가단위 점유율-증가율 산점도
사례 5	기관단위 수준지수-국제협력강도 산점도
사례 6	국가간 협업 네트워크
사례 7	기관간 협업 네트워크
사례 8	국가별-연도별 건수 트렌드
사례 9	기관-키워드 2-mode 네트워크
사례 10	국가별-분야별 건수 버블차트
사례 11	국가연구개발과제의 연구수행주체별-연구개발단계별 버블차트
사례 12	키워드맵
사례 13	연구 Tree

■ 사례 사례1 : 국가별 건수 도표

사례 1은 정보분석에 흔히 등장하는 단순도표 형태이며 Who(Whrere) 정보속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 국가별 성과건수이고 성과건수 통계기준으로 핵심국가를 탐색하는데 주로 활용된다.

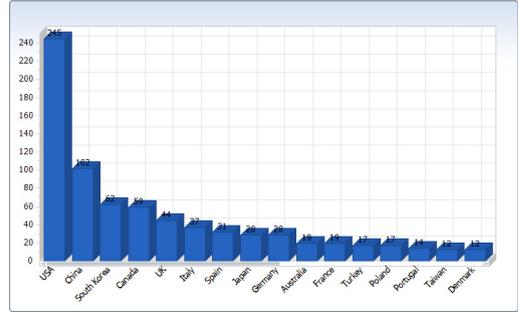


그림 2. 국가별 건수 도표 형태

■ 사례 2 : 기관별 건수 도표

사례 2도 정보분석에 흔히 등장하는 단순도표 형태이며 Who 정보속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 기관별 성과건수이고 성과건수 통계기준으로 핵심 기관을 탐색하는데 주로 활용된다.

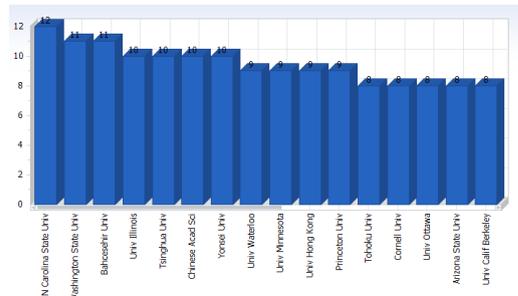


그림 3. 기관별 건수 도표 형태

■ 사례 3 : 국가단위 건수-피인용수 산점도

사례 3은 분포도 지식맵의 종류이며 Who 정보속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 국가별 성과건수와 피인용수 함께값인데 성과건수 기준으로 상위 몇 개 국가만 표시하는 경우가 많다. 이 사례는 질적인 성과와 양적인 성과기준으로 핵심국가를 탐색하고 상대적인 위상을 비교하는데 주로 활용된다. 이 사례에서는 다음 그림에서와 같이 좌표축 값에 로그를 취하여 표시하는 경우도 있다.

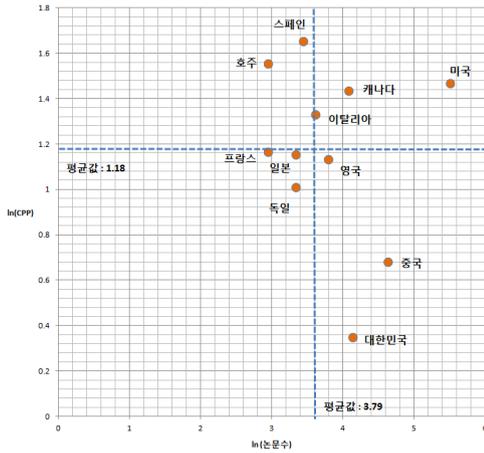


그림 4. 국가단위 건수-피인용수 산점도 형태

사례 3의 형태와 같은 산점도 형태의 지식맵은 상당수 존재한다. 이런 형태의 지식맵은 기준이 되는 지수(수평축)와 측정하고자 하는 지수(수직축)로 구성되거나 측정지수만으로 구성하여 2차원 상에 행위자(국가, 기관 등)들의 위치값을 표시함으로써 행위자간의 상대적인 위상을 탐색하는 용도로 주로 활용된다. 구체적으로 융합도 측정, 성과의 질적/양적 수준 측정, 연구 집중분야 탐색[17], 국제협력 정도 측정 등 세부적인 목적에 따라서 적합한 지표를 선택하여 유사한 형태의 지식맵을 구성할 수 있다. 기준이 되는 지수로는 예산, 인력수, GDP 규모 등 주로 투입지표가 사용되는 경우가 많고, 측정하고자 하는 지수에는 건수, 중점도, 집중도(허핀달 지수), 성장률, 활동지수(Activity Index), 인용지수(CPP), 특허의 시장확보지수(PFS) 등의 지수가 사용되는 경우가 있다. 논문 데이터의 경우, 논문수(울), 저자수(울), 국가수(울), 기관수(울), 분야수(울), 인용/피인용, Impact Factor, CPP(Citation Per Paper, 논문당 피인용수), PII (Paper Impact Index, 논문영향 지수), JII (Journal Impact Index), PCII (Paper Current Impact Index, 논문현재영향 지수), JCII (Journal Current Impact Factor), TS1 (Technology Strength : Using Number of Paper, 기술력 지수1), TS2 (Technology Strength : Using Impact Factor of Journal, 기술력 지수2), TCT (Technology Cycle

Time, 기술교체주기 지수), 점유율 등이 산점도 상의 하나의 지표로 사용되곤 한다[39]. 이 외에도 연결정도 중심성, 근접중심성, 매개중심성 등의 네트워크 분석 지표도 활용되고 있다.

■ 사례 4 : 국가단위 점유율-증가율 산점도

사례 4는 분포도 지식맵의 종류이며 Who 정보속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 국가별 성과건수 및 점유율과 연평균 증가율이다. 이 사례는 성과건수 통계 기준으로 국가별 점유율과 최근에 관심이 상승하는 국가를 탐색하기 위한 목적으로 주로 활용된다.

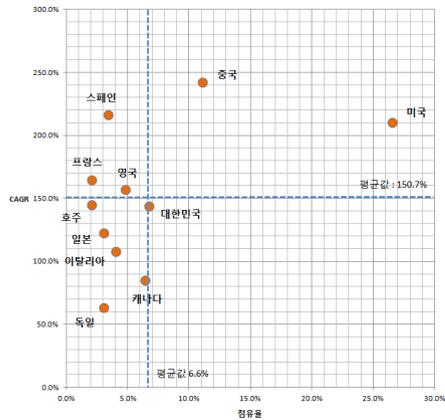


그림 5. 국가단위 점유율-증가율 산점도 형태

■ 사례 5 : 기관단위 수준지수-국제협력강도 산점도

사례 5는 분포도 지식맵의 종류이며 Who 정보속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 기관별 성과 건수 및 피인용수와 해외 공동연구 기관건수이다. 이 사례는 국제협력과 질적인 성과가 우수한 핵심기관을 탐색하는데 주로 사용된다. 이 사례는 특정 주제분야에서 논문/특허의 수준지수와 국제협력지수를 좌표축으로 설정하여 각 기관의 위치를 표시한 버블차트이다. 여기서 수준지수(Q)는 특정 기술 분야 전체 문헌의 평균 피인용수에 대한 특정 기관 발표 문헌의 평균 피인용수의 비로서 피인용수에 기반을 둔 질적 수준 평가 지표이다. 수준 지수가 1.0인 경우 특정 국가가 발표한 문헌의 평균 피인용수가 해당 분야 전체 문헌의 평균 피인용수

와 같음을 의미하며, 1.0을 초과하는 경우는 해당 분야 평균 피인용 수에 비해 높음을 의미한다. 국제협력관계지수(S)는 "특정 연구수행주체(기관)의 협력 대상 중 외국 소재 연구수행주체의 비중"을 의미하며, 이 값이 클수록 국제공동연구를 활발히 하는, 즉, 국제네트워크가 강하게 형성된 연구수행주체를 의미한다. 국제협력강도(L)은 "분야 평균 국제협력관계지수에 대한 특정 연구수행주체의 국제협력관계지수의 비"로서 특정 연구수행주체의 국제협력관계지수를 분야 평균으로 정규화한 값이다. 특정 연구수행주체의 국제협력강도(L)가 1.0인 경우는 해당 연구주체의 국제협력강도가 분야 평균임을 의미하며, 1.0 이상인 경우는 분야 평균 이상임을 1.0 미만인 경우는 분야 평균 이하임을 의미한다 [40].

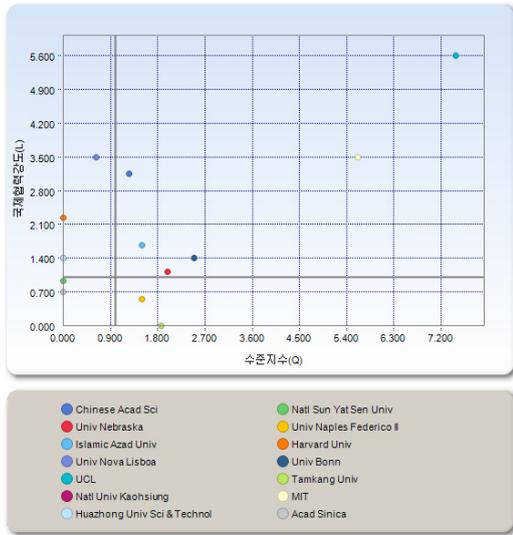


그림 6. 기관단위 수준지수-국제협력강도 산점도 형태

■ 사례 6 : 국가간 협업 네트워크

사례 6은 네트워크 지식맵의 종류이며 Who-Who 정보속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 국가간 공동 출현행렬과 국가별 성과건수이다. 이 사례는 국가간 협력 관계를 탐색하는데 주로 활용된다. 이 사례에서는 국가간 협력이 많을수록 네트워크의 링크가 굵어지고 국가별 성과건수가 많을수록 노드를 크게 표시한다. 이 사

례는 연구자간, 국가간, 지역간, 분류간, 키워드간의 동시출현관계를 동일한 형태의 1-mode 네트워크로 표현하는데 사용된다.

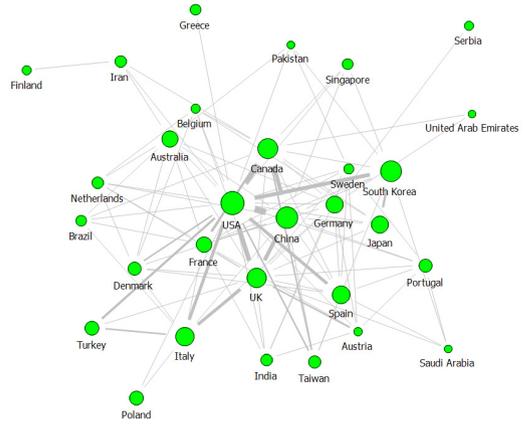


그림 7. 국가간 협업 네트워크 형태

■ 사례 7 : 기관간 협업 네트워크

사례 7은 네트워크 지식맵의 종류이며 Who-Who 정보속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 기관간 공동 출현행렬 및 기관별 성과건수이다. 이 사례는 기관간 협력 관계를 탐색하는데 주로 활용된다. 이 사례는 사례 6의 국가간 협업 네트워크와 동일한 형태이다.



그림 8. 기관간 협업 네트워크 형태

■ 사례 8 : 국가별-연도별 건수 트렌드

사례 8은 트렌드 도표의 종류이며 Who-When 정보

속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 국가별 연도별 성과건수이다. 이 사례는 국가별 연구 성과건수의 연도별 트렌드를 파악하는데 주로 활용된다.

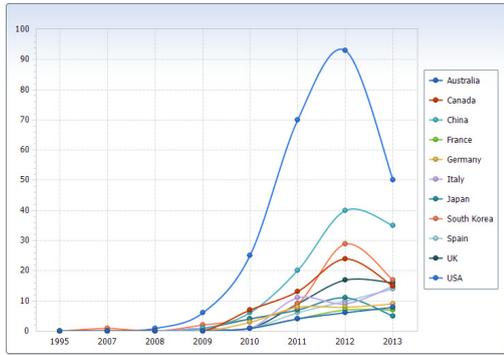


그림 9. 국가별-연도별 건수 트렌드 형태

트렌드를 확인할 때 지표를 사용하는 경우도 있는데, 앞서 소개된 대부분의 지표가 활용가능하다. 네덜란드 CWTS에서는 CPP/FCSm을 연도별로 살펴봄으로써 국가나 기관에서 발표된 문헌들의 영향력 변화를 분석하였다. 특히 문서의 경우 인용된 비특허 참고문헌(NPR : Non-Patent References)의 비율을 연도별로 살펴본 사례도 있다[41].

■ 사례 9 : 기관별-키워드별 2-mode 네트워크

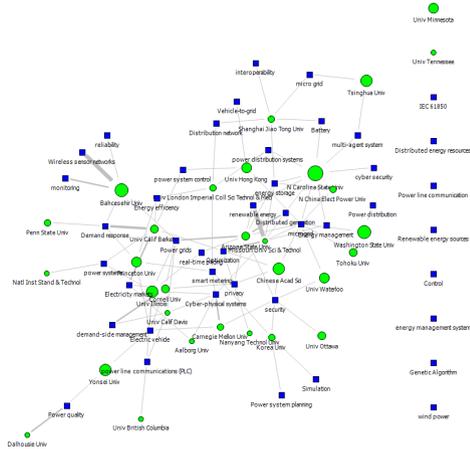


그림 10. 기관-키워드 2-mode 네트워크 형태

사례 9는 네트워크 지식맵의 종류이며 Who-What 정보속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 기관별-키워드별 2-mode 출현행렬, 기관별 성과건수, 키워드별 성과건수인데, 키워드를 정제하여 사용하는 경우가 일반적이다. 이 사례는 특정 기관별로 어떤 키워드에 관심을 갖는지 탐색하는데 적합하다. 주요기관과 주요 키워드를 2-mode 네트워크로 구성하고 기관-키워드간 연결 링크가 굵을수록 해당분야에 연구를 많이하는 것으로 해석할 수 있다.

다른 유형의 행위자(연구자/기관/국가/지역/분류/키워드 등)간 연계 관계를 2-mode 네트워크로 표시하는 지식맵은 다양하게 구성 가능하다. 다음 표는 논문 및 특허 데이터를 예로 든 경우인데 대각선에 해당되는 정보항목으로 구성된 네트워크는 1-mode 네트워크이고 대각선 이외의 다른 부분에 해당되는 정보항목으로 구성된 네트워크는 유형이 상이한 정보항목간 2-mode 관계를 나타낸다.

표 8. 1-mode 및 2-mode 행렬을 구성하는 정보항목 사례

노드 유형	연구자 (발명인)	기관 (출원인)	분야	키워드
연구자 (발명인)	1-mode	소속	관심	관심
기관 (출원인)		1-mode	관심	관심
분야			1-mode	연관
키워드				1-mode

■ 사례 10 : 국가별-분야별 건수 버블차트

사례 10은 분포도 종류이며 Who-What 정보속성에 해당된다. 활용할 정보항목은 국가별-분야별 2-mode 출현행렬과 국가별 성과건수이다. 이 사례는 특정 국가별로 어떤 분야에 연구가 집중되고 있는지를 탐색하는데 주로 활용될 수 있다. 이 사례는 국가별로 집중하고 있는 연구분야를 버블차트에서 상대적인 크기로 표시한다. 다만 이러한 데이터 유형은 2-mode 네트워크 형태로도 표현 가능하다.

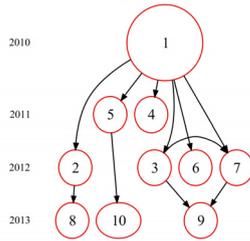


그림 14. 과학기술 인용 Tree 형태

VI. 결론 및 시사점

국내외적으로 과학기술 지식맵은 연구사업에서 널리 활용되고 있고 사례연구도 많이 찾아 볼 수 있다. 그러나 이들 지식맵은 형태에 대한 명확한 구분과 맵을 구성하는 정보속성에 따른 체계적인 분류 없이, 지식맵이라는 용어로 통칭되어 사용된 것이 현실이다. 본 연구는 국내외의 과학기술 지식맵을 형태적 관점에서 단순도표, 트렌드 지식맵, 분포도 지식맵, 네트워크 지식맵으로 큰 차원에서 분류하였다. 또한 이에 해당되는 세부적인 과학기술 지식맵을 사람의 의사결정에 활용되는 대표적인 지표인 육하원칙을 정보속성으로 규정하고 이에 따라 살펴봄으로써 현재까지 개발된 지식맵이 주로 어떤 유형이고 향후에 추가적으로 개발되어야 할 지식맵 모델의 유형도 살펴보았다. 마지막으로 정보분석 관점에서 활용할 만한 가치가 높은 과학기술 지식맵 모델 사례들을 도출하고 각 세부 사례들에 대해서 정보속성과 활용되는 정보항목, 활용목적, 사례에 대한 상세 설명, 사례의 구현 형태 및 유사 연구 등에 대해서 살펴보았다. 본 연구가 향후 진화된 정보서비스 모델을 개발하거나, 활용가능한 지식맵 모델의 추가개발을 위한 시발점이 될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] 이우형, 김윤명, 손성혁, 윤문섭, “연구기획 사전 타당성 분석을 위한 과학기술 지식맵 개발”, 대한 산업공학회/한국경영과학회 2004 춘계학술대회,

pp.10-15, 2004.
 [2] 이광희, 지식지도 작성을 위한 기초연구, 한국학술진흥재단, 2007.
 [3] 이창한, 국가 R&D 활동 및 종합분석 지원을 위한 지식맵 및 Navigation 시스템 구축 연구, 한국과학기술정보연구원, 2008.
 [4] 양대륙, R&D 기획과정 혁신에 필요한 지식지도 구축 방안 연구, 한국연구재단, 2011.
 [5] 원동규, 공공연구기관 연구역량 및 전문가맵 조사·연구, 한국기술거래소, 2006.
 [6] 정용일, 이준영, 이방래, 유선희, 원동규, 정성창, 주시형, 계량정보분석을 통한 지식의 Mapping과 활용, 한국과학기술정보연구원, 2005.
 [7] 윤문섭, 이우형, 김윤명, 오혜영, 손성혁, 신기술 연구기획 사전 타당성분석을 위한 지식맵 작성 방법론 개발 및 활용방안, 과학기술정책연구원, 2003.
 [8] 이명호, 과학기술지식의 정량지표 개발, 한국외국어대학교, 2005.
 [9] A. Gomez, “Knowledge maps: An essential technique for conceptualization,” Data & Knowledge Engineering, Vol.33, pp.169-190, 2000.
 [10] E. F. Vail, “Mapping organizational knowledge,” Knowledge Management Review, Vol.8, pp.10-15, 1999.
 [11] A. Prichard, “Statistical bibliography or bibliometrics,” Journal of Documentation, Vol.25, No.4, pp.348-349, 1969.
 [12] 연성일, 지식지도 작성 방법론에 관한 연구, 포항공과대학교, 석사학위논문, 2000.
 [13] 유기동, “지식 간 상호참조적 네비게이션이 가능한 온톨로지 기반 프로세스 중심 지식지도”, 지능정보연구, 제18권, 제2호, pp.61-83, 2012.
 [14] E. C. Engelsman, Mapping of Technology, A first exploration of knowledge diffusion amongst fields of technology, Centre for Science and Technology Studies (CWTS), Leyden University,

- 1991.
- [15] C. Zins, "Knowledge Map of Information Science," *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol.58, No.4, pp.526-535, 2007.
- [16] M. N. Wexler, "The who, what and why of knowledge mapping," *Journal of Knowledge Management*, Vol.5, No.3, pp.249-263, 2001.
- [17] L. B. Doyle, "Semantic roadmaps for literature searchers," *Journal of the Association for Computing Machinery*, Vol.8, pp.553-578, 1961.
- [18] E. Garfield, "Science citation index: A new dimension in indexing," *Science*, Vol.144, No.3619, pp.649-654, 1964.
- [19] E. Garfield, I. H. Sher, and R. J. Torpie, *The Use of Citation Data in Writing the History of Science*, Institute for Scientific Information, 1964.
- [20] M. Callon, J. P. Courtial, and F. Laville, "Co-word analysis as a tool for describing the network of interaction between basic and technological research: the case of polymer chemistry," *Scientometrics*, Vol.22, No.1, pp.155-205, 1991.
- [21] R. R. Braam, Henk F. Moed, and A. F. J. van Raan, "Mapping of science by combined co-citation and word analysis in structural aspects," *Journal of the American Society for Information Science*, Vol.42, pp.233-251, 1991.
- [22] H. D. White and K. W. McCain, "Visualizing a Discipline: An Author Co-Citation of Information Science, 1972-1995," *Journal of the American Society for Information Science*, Vol.49, No.4, pp.327-355, 1998.
- [23] B. Yoon, S. Lee, and G. Lee, "Development and application of a keyword-based knowledge map for effective R&D planning," *Scientometrics*, Vol.85, pp.803-820, 2010.
- [24] B. Yoon, C. Yoon, and Y. Park, "On the development and application of a self-organizing feature map-based patent map," *R&D Management*, Vol.32, No.4, pp.291-300, 2002.
- [25] S. Lee, B. Yoon and Y. Park, "An approach to discovering new technology opportunities: Keyword-based patent map approach," *Technovation*, Vol.29, pp.481-497, 2009.
- [26] C. Son, Y. Suh, J. Jeon, and Y. Park, "Development of a GTM-based patent map for identifying patent vacuums," *Expert Systems with Applications*, Vol.39, pp.2489-2500, 2012.
- [27] A. Chen and R. Chen., "Design Patent Map: An Innovative Measure for Corporative Design Strategies," *Engineering Management Journal*, Vol.19, No.3, pp.14-29, 2007.
- [28] Y. G. Kim, J. H. Suh, and S. C. Park., "Visualization of patent analysis for emerging technology," *Expert Systems with Applications*, Vol.34, pp.1804-1812, 2008.
- [29] 윤문섭, *국가연구개발의 전략기획을 위한 새로운 연구기획방법론 개발*, 과학기술정책연구원, 2004.
- [30] 정대현, 권오진, 권영일, "녹색 분야 키워드 정보를 이용한 녹색기술 분야 네트워크 분석 (2006년 이후 녹색기술 관련 정보를 중심으로)", *한국콘텐츠학회논문지*, Vol.12, No.11, pp.511-518, 2012.
- [31] 이방래, 여운동, 이준영, 이창환, 권오진, 문영호, "계량정보분석시스템으로서의 KnowledgeMatrix 개발", *한국콘텐츠학회논문지*, Vol.8, No.1, pp.68-74, 2008.
- [32] 예상준, 장현철, 김진현, 김철, 김상균, 송미영, "한의학 연구동향 분석시스템 구현을 위한 모형 개발", *한국콘텐츠학회논문지*, Vol.9, No.12, pp.710-717, 2009.
- [33] R. Klavans and K. W. Boyack, "Using global mapping to create more accurate

document-level maps of research fields," Journal of the American Society for Information Science and Technology, Vol.62, No.1, pp.1-18, 2011.

- [34] L. Leydesdorff and R. L. Goldstone, *Interdisciplinarity at the journal and specialty level: The changing knowledge bases of the journal Cognitive Science*, arXiv:1212.0823, Cornell University Library, 2013.
- [35] L. Leydesdorff and I. Rafols, "A global map of science based on the ISI subject categories," Journal of the American Society for Information Science and Technology, Vol.60, No.2, pp.348-362, 2009.
- [36] L. Leydesdorff, D. Kushnir, and I. Rafols, "Interactive overlay maps for US patent (USPTO) data based on International Patent Classification (IPC)," *Scientometrics*, online published, 2012.
- [37] 문영호, *R&BD 인텔리전스 플랫폼 구축 사전기획연구*, 기초기술연구회, 2009.
- [38] 최성철, *전략적 기술기획기반의 특허분석 접근법*, 포항공과대학교(박사학위논문), 2012.
- [39] 박지영, *국가연구개발사업 효과 분석 시스템 개발*, 한국과학기술기획평가원, 2009.
- [40] H. J. Lee, "Bibliometric indicators to identify core research institutions in green technology (dye-sensitized solar cell)", *Proceeding of Convergence Technology & Information Convergence*, pp.95-102, 2009.
- [41] A. Verbeek, K. Debackere, M. Luwel, P. Andries, E. Zimmermann, and F. Deleus "Linking science to technology: Using bibliographic references in patents to build linkage schemes", *Scientometrics*, Vol.54, No.3, pp.399-420, 2002.
- [42] O. Kwon, B. Lee, J. Seo, K. Noh, J. Lee, and J. Kim "A method to make the genealogical

graph of core documents from the directed citation network", *Information-An International Interdisciplinary Journal*, Vol.12, No.4, pp.875-888, 2009.

저 자 소 개

이 방 래(Bangrae Lee)

정회원



- 2002년 2월 : KAIST 전기및전자공학(공학석사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학과(박사수료)
- 2002년 4월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원

기술정보연구원 선임연구원

<관심분야> : 데이터마이닝, 정보분석, 과학계량학

이 준 영(June Young Lee)

정회원



- 2000년 2월 : 고려대학교 과학기술학협동과정 과학관리학(이학석사)
- 2008년 2월 : 고려대학교 과학기술학협동과정 과학기술사회학(박사수료)

▪ 2001년 5월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원

<관심분야> : 과학기술 매핑, 과학기술 지식구조 변동 모델링, 서지계량분석 기반 지표연구

김 도 현(Dohyun Kim)

정회원



- 2002년 2월 : KAIST 산업공학과(공학석사)
- 2007년 2월 : KAIST 산업공학과(공학박사)
- 2011년 10월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원

<관심분야> : 과학계량학, 데이터마이닝

노 경 란(Kyung-Ran Noh)

정회원



- 1994년 2월 : 연세대학교 문헌정보학과(석사)
- 2006년 8월 : 연세대학교 문헌정보학과(박사)
- 1994년 12월 ~ 2000년 12월 : 산업기술정보원 책임연구원
- 2001년 1월 ~ : 한국과학기술정보연구원 책임연구원
<관심분야> : 과학계량학, 과학기술정보, 정보분석

김 한 준(Han-Joon Kim)

정회원



- 1996년 2월 : 서울대학교 전산학과(이학석사)
- 2002년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학부(공학박사)
- 2002년 2월 ~ 2002년 11월 : 서울대학교 공과대학 Post-Doc
- 2002년 12월 ~ 현재 : 서울시립대학교 부교수
<관심분야>: 데이터마이닝, 정보검색, 기계학습, 데이터베이스, e-비즈니스

양 명 석(Myung-Seok Yang)

정회원



- 2001년 2월 : 충남대학교 컴퓨터학과(이학석사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원

<관심분야> : 정보검색, 데이터베이스, 시멘틱웹

최 광 남(Kwang-Nam Choi)

정회원



- 1992년 2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1994년 2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 1994년 7월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 책임연구원

<관심분야> : 정보검색, 정보분석, 빅데이터

권 오 진(Oh-Jin Kwon)

정회원



- 1994년 8월 : 광운대학교 전자계산학과(이학석사)
- 2009년 8월 : 서울시립대학교 컴퓨터통계학과(이학박사)
- 1994년 7월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 책임연구원

<관심분야> : 과학계량학, 빅데이터분석, 미래기술 탐색 방법론, 데이터마이닝