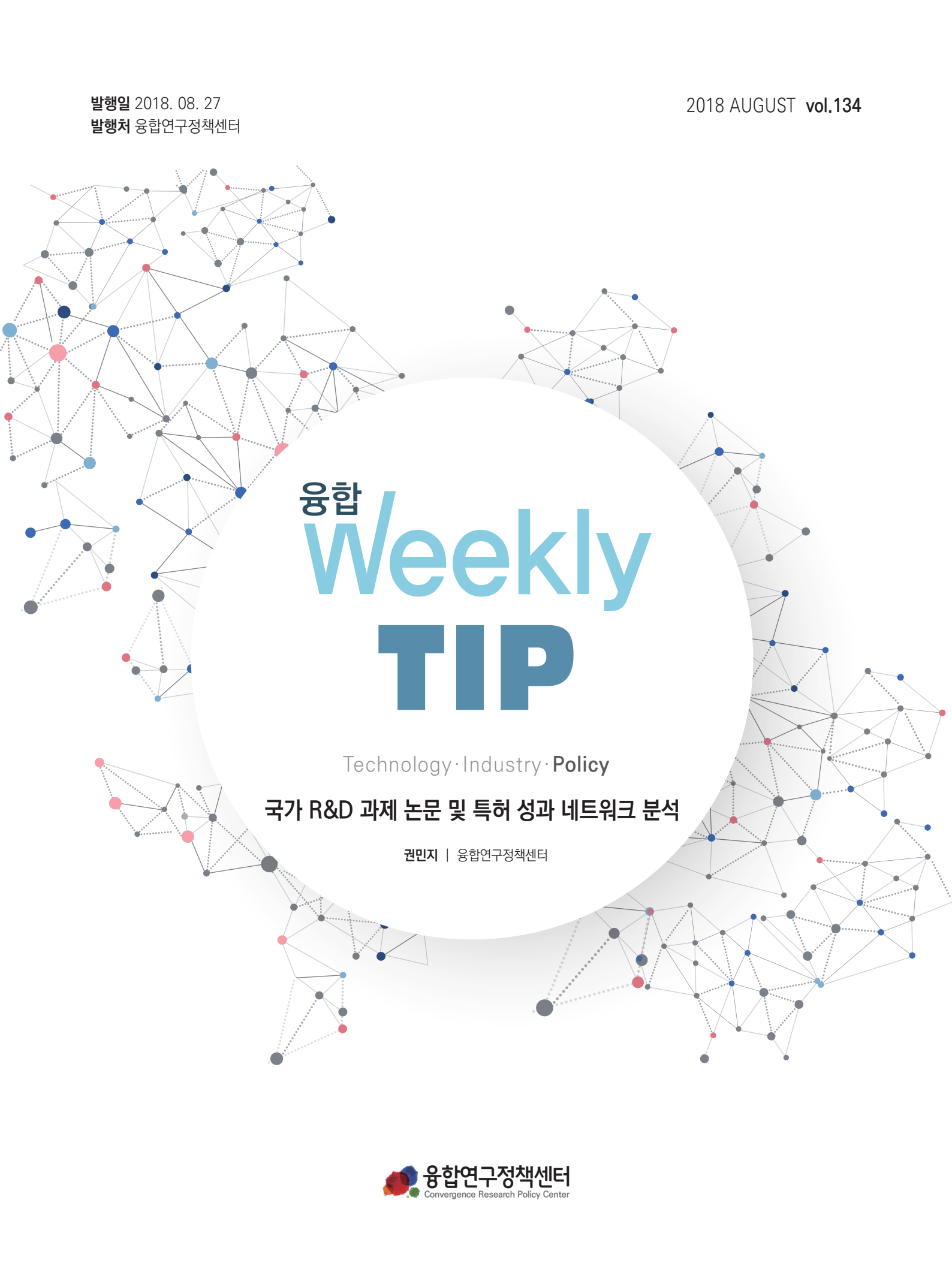




융합 Weekly TIP

Technology · Industry · Policy

국가 R&D 과제 논문 및 특허 성과 네트워크 분석

권민지 | 융합연구정책센터



국가 R&D 과제 논문 및 특허 성과 네트워크 분석

권민지
융합연구정책센터

선정배경

01

- 💡 2016년도 국가 R&D 과제 SCIE 논문 및 특허 성과 중 융합분야의 융합 패턴을 분석하고자 함
- 💡 융합연구 성과의 생태계를 제시함으로써 융합연구 패턴 및 중심 분야에 대한 정보 제공

데이터 속성

02

- 💡 NTIS에서 제공하는 2016년도 정부 R&D 과제 SCIE 논문 및 특허 성과 데이터
 - 2016년도 정부 R&D 과제의 성과 발생일 기준 2016년 1월 1일 부터 2016년 12월 31일 사이에 발생한 연구개발 성과를 대상으로 함(과제년도와 성과년도 모두 2016년을 기준으로 함)
 - 성과 항목

구분	분류기준
논문	· 해당 기간 내에 학술지에 게재된 논문(학술지 발간년도, 월 기준)
특허	· 해당 기간 내에 특허청 혹은 해외에 정식으로 등록된 특허(출원증, 등록증에 명시된 날짜) · 국내 출원특허, 국내 등록특허, 해외 출원특허, 해외 등록특허로 구분하여 조사

- SCIE 논문 수 : 37,385건
- 국내외 특허 출원·등록 수 : 54,521건
 - ※ 국내 특허 : 47,477건, 해외 특허 : 7,044건

03

방법론

 **(융합 정의)** 2016년도 국가 R&D 사업 중 SCIE 논문 및 특허 성과를 낸 과제의 국가과학기술 표준분류체계 대분류가 2개 이상의 분류영역에 속하는 경우 융합 연구로 정의

표1. 국가과학기술표준분류체계 대분류

분야		대분류
과학 기술	자연	NA. 수학
		NB. 물리학
		NC. 화학
		ND. 지구과학(지구/대기/해양/천문)
	생명	LA. 생명과학
		LB. 농림수산식품
		LC. 보건 의료
	인공물	EA. 기계
		EB. 재료
		EC. 화공
		ED. 전기/전자
		EE. 정보/통신
		EF. 에너지/자원
		EG. 원자력
		EH. 환경
		EI. 건설/교통
인문사회 과학	인간	HA. 역사/고고학
		HB. 철학/종교
		HC. 언어
		HD. 문학
		HE. 문화/예술/체육
	사회	SA. 법
		SB. 정치/행정
		SC. 경제/경영
		SD. 사회/인류/복지/여성
		SE. 생활
		SF. 지리/지역/관광
		SG. 심리
		SH. 교육
		SI. 미디어/커뮤니케이션/문헌정보
		OA. 뇌과학
	인간과학과 기술	OB. 인지/감성과학
		OC. 과학기술과 인문사회

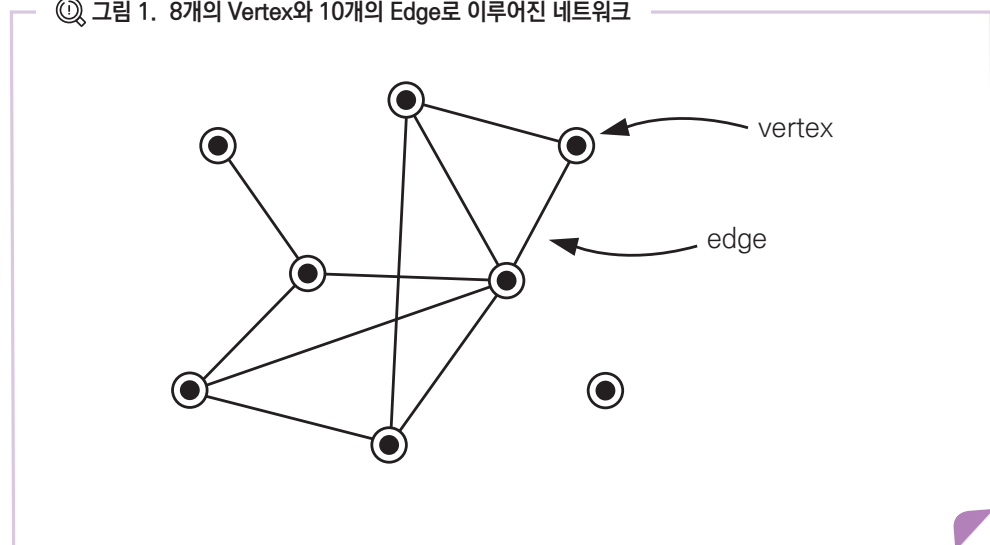


💡 **(네트워크 분석)** 네트워크 분석은 지식 및 기술 융합 분석에 빈번히 활용되는 방법으로 요소 간 관계를 분석하고 시각화하는 것에 용이함

- (기본 속성) 네트워크는 개체를 나타내는 Vertex(또는 Node)와 개체간의 연결을 나타내는 Edge(또는 Link)로 정의됨

※ Edge는 연결 관계 특성에 따라 방향성(Directed)과 연결강도(Weight) 값을 고려하여 나타낼 수 있음

🔍 그림 1. 8개의 Vertex와 10개의 Edge로 이루어진 네트워크



💡 **(분석 프로세스)** 네트워크 분석 방법론을 통해 성과를 낸 융합연구의 분야 간 관계를 파악하고 네트워크에서 중요한 위치를 차지하고 있는 연구 분야들을 도출함

- 각 연구 분야를 노드(Node)로 정의

- 노드의 크기는 연구 분야별 정부 R&D 사업 투자 연구비와 비례하며 노드의 색상은 자연, 생명, 인공물, 인간, 사회, 인간과학과 기술 항목으로 구분

- 논문 및 특허 성과를 낸 과제들의 분야 간 융합연구 성과 빈도를 연결선(Edge)의 Weight 값으로 정의

- 네트워크 노드 중요도 지수 측정

💡 **(네트워크 중요도 지수)** 어떠한 노드가 네트워크에서 중심의 위치에 있는지 혹은 중요한지를 판단하기 위한 정량적인 지표로 네트워크가 나타내는 상황과 목적에 따라 다양한 지표를 활용하거나 정의하며 중요도 지수가 높은 노드일수록 네트워크에서 중요한 위치를 차지함

- 연결선 지수(Degree Centrality) : 특정 노드에 연결된 연결선의 수로 정의하며 연결선 지수가 높은 노드일수록 다른 개체들과의 연결이 많은 것을 의미

※ 허브(Hub) : 연결선 지수가 높은 노드

- 매개 지수(Betweenness Centrality) : 임의의 두 노드를 가장 짧은 경로(Shortest path)로 이동할 때 특정 노드를 지나는 빈도로 정의하며 매개 지수가 높은 노드일수록 다른 개체들 간의 연결을 매개하는 기능을 함

※ 링커(Linker) : 매개 지수가 높은 노드

- 중심도 지수(Closeness Centrality) : 특정 노드에서 임의의 노드들로 이동하는 거리의 총합의 역수로 정의

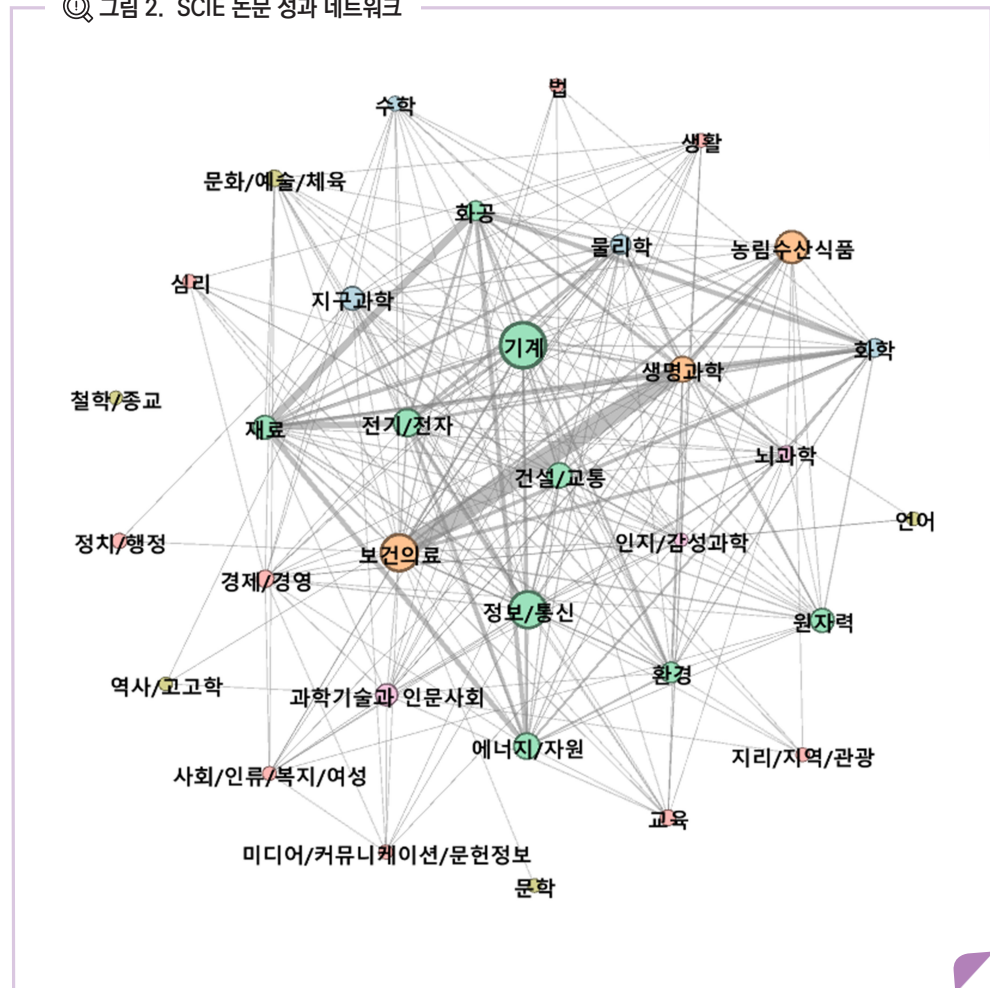
※ 중심자 : 중심도가 높은 노드



SCIE 논문 성과 네트워크

네트워크 시각화

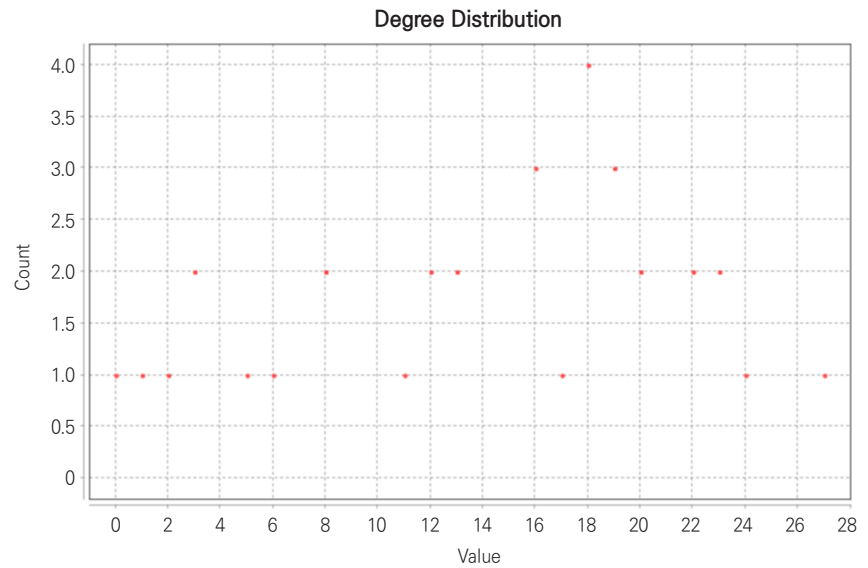
그림 2. SCIE 논문 성과 네트워크



네트워크 중요도 지수

- 네트워크 평균 연결선 지수 값은 14.3로 평균적으로 분야당 14개의 타 분야와 융합 연구를 수행하여 SCIE 논문 성과를 낸
- 철학/종교 분야의 경우 타 분야와의 융합연구 SCIE 논문 성과가 없었고 보건 의료 분야 27개, 정보/통신 분야 24개, 건설/교통, 생명과학 분야 23개의 타 분야와 융합연구를 수행하여 SCIE 논문 성과를 낸

③ 그림 3. SCIE 논문 성과 네트워크 연결선 지수 분포



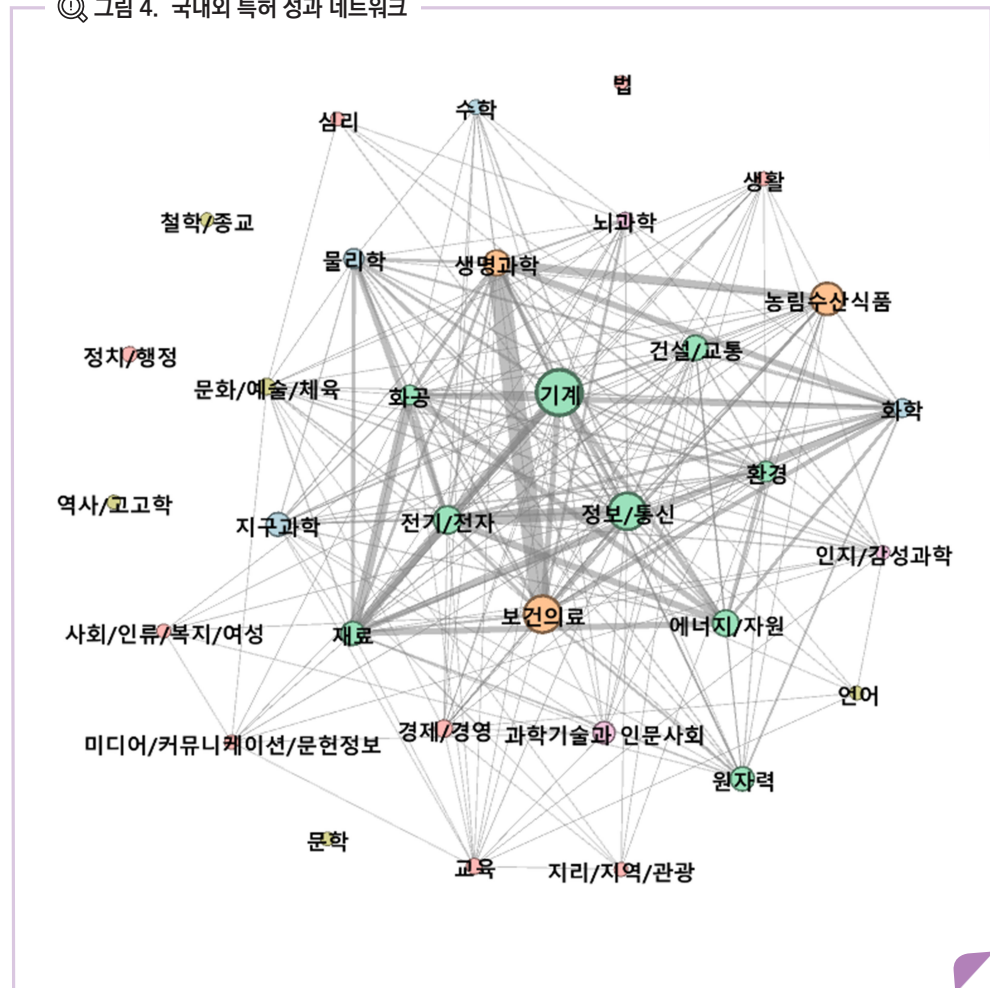
- 매개 지수 값은 철학/종교, 언어, 문학, 정치/행정 분야의 경우 0으로 가장 낮고 보건의료 분야 67, 생명과학, 지구과학 분야 30, 건설/교통 분야 21의 값을 가짐
- 중심도 지수 값은 철학/종교 분야의 경우 0으로 가장 낮고 보건의료 0.89, 정보/통신 분야 0.82, 생명과학 분야 0.79, 지구과학 분야 0.78의 값을 가짐



국내외 특허 성과 네트워크

네트워크 시각화

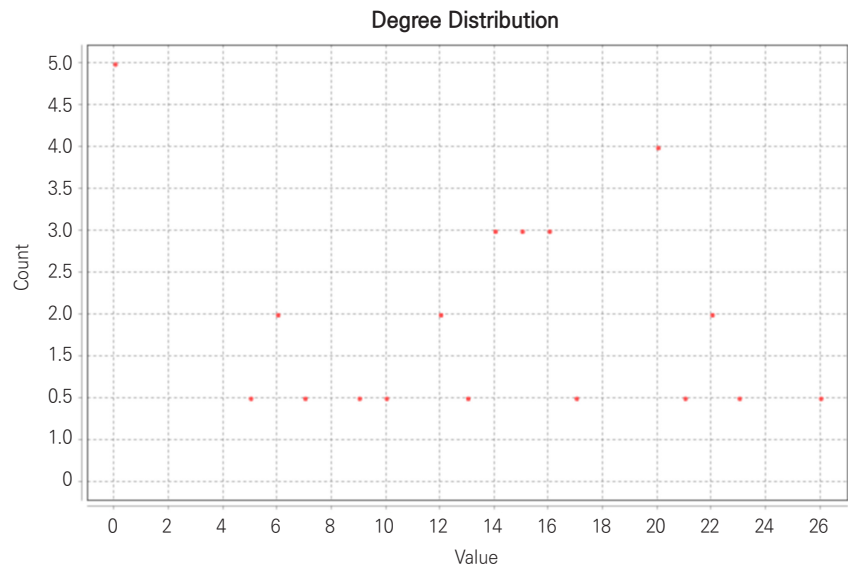
그림 4. 국내외 특허 성과 네트워크



네트워크 중요도 지수

- 네트워크 평균 연결선 지수 값은 12.9로 평균적으로 분야당 13개의 타 분야와 융합 연구를 수행하여 국내외 특허 성과를 냄
- 역사/고고학, 철학/종교, 문학, 법, 정치/행정 분야의 경우 타 분야와의 융합연구 국내외 특허 성과가 없었고 정보/통신 분야 26개, 전기/전자 분야 23개, 재료, 기계 분야 22개의 타 분야와 융합연구를 수행하여 국내외 특허 성과를 냄

④ 그림 5. 국내외 특허 성과 네트워크 연결선 지수 분포



- 매개 지수 값은 역사/고고학, 철학/종교, 문학, 법, 정치/행정 분야의 경우 0으로 가장 낮고 정보/통신 분야 34, 환경 분야 17, 전기/전자 분야 15, 건설/교통 분야 14의 값을 가짐
- 중심도 지수 값은 역사/고고학, 철학/종교, 문학, 법, 정치/행정 분야의 경우 0으로 가장 낮고 정보/통신 분야 0.93, 전기/전자 분야 0.85, 재료, 기계 분야 0.82의 값을 가짐



결론 및 시사점

- 💡 SCIE 논문 성과 네트워크의 경우, 보건의료 분야가 높은 연결선 지수, 매개 지수, 중심도 지수 값을 보이며 융합연구 논문 성과의 중심에 있음
 - 다음으로 정보/통신 분야와 생명과학 분야의 노드 중요도 지수가 높음
- 💡 국내외 특허 성과 네트워크의 경우 정보/통신 분야가 높은 연결선 지수, 매개 지수, 중심도 지수 값을 보이며 융합연구 특허 성과의 중심에 있음
 - 다음으로 전기/전자 분야와 재료 분야의 노드 중요도 지수가 높음
 - 환경 분야는 타 분야와의 융합 빈도는 상대적으로 높지 않지만 네트워크에서 타 분야 간의 융합을 매개하는 역할을 함
- 💡 융합연구의 논문, 특허 성과 네트워크는 다른 패턴을 보였으나 정보/통신 분야가 논문, 특허 성과 모두에서 높은 중요도 지수 값을 가지며 융합연구 성과의 중심에 있음
- 💡 과학기술 분야와 인문사회 과학 분야 간의 융합은 상대적으로 적은 것으로 나타남



참고자료



1. M. E. J. Newman. The structure and function of complex networks. Phys. Rev, 2003.
2. Marc Barthelemy. Spatial networks. Phys. Rep, 2011.
3. 권민지. 데이터 기반 산업군 분류 및 산업간 융합 분석. 석사학위논문, 포항공과대학교, 2018.
4. 김범준. 세상 물정의 물리학. 동아시아, 2015.
5. 정하웅, 김동섭, 이해웅. 구글의 신은 모든 것을 알고 있다. 사이언스북스, 2013.