Regular paper http://dx.doi.org/10.13067/JKIECS.2013.8.11.1655

고피인용 논문을 활용한 유망기술 발굴

이준영* · 김도현** · 안세정*** · 노경란**** · 권오진*****

Detection of Emerging Technology by Using Highly Cited Papers

June-Young Lee* · Do-Hyun Kim** · Se-Jung Ahn*** · Kyung-Ran Noh**** · Oh-Jin Kwon*****

요 약

급변하는 과학기술 환경속에서 효율적인 R&D와 경쟁력 확보를 위해 미래 기술을 예측하고 유망기술을 발굴하고자 하는 활동이 전 세계적으로 활발히 이뤄지고 있다. 이에 본 연구는 고피인용 논문을 분석 방법을 이용해 2008년, 2012년도 각각 과학기술 전분야를 넘나드는 최전선의 연구활동을 확인하고, 2008년과 2012년을 비교해 연구활동의 규모가 급증한 영역을 추출하여 10대 유망기술을 도출하였다. 본 연구결과는 연구개발 및 기업의 전략적, 정책적 의사결정을 지원할 것으로 기대된다.

ABSTRACT

Recently, it becomes essential to forecast the future and identify emerging technologies in order to improve R&D efficiency and gain a competitive advantage under rapidly changing environment of science and technology.

Therefore this research aims to identify the future and emerging technologies especially for the industry and applied it to list top ten emerging technologies. In this study, we identify research fronts across all areas of science and technology through verifying and comparing the 2008 and the 2012 surge in research activities. Finally we detect rapidly increasing 10 promising technology areas. This research results are expected to provide valuable information to support stragegic and policy decision making.

키워드

Highly Cited Paper, Emerging Technology, Future Technology, Technology Forecasting
고피인용논문, 유망기술, 미래기술, 기술예측

Ⅰ. 서 론

21세기에 들어 주변 선진국의 기술선점과 후발국의 거센 추격으로 격심해지는 글로벌 경쟁에서, 우리나라가 세계시장을 선도해 나가기 위해 과거의 도입·추격형 기술개발이 아닌, 기초·원천기술을 중시하는 '창조형 기술' 개발의 필요성이 절실하다. 그리고 급속한 환경변화, 사회의 불확실성 증가, 융합과학의 활성화로 인해 보다 과학적이고 체계적인 대응을 위한 노력이 과거 어느 때보다 많이 요구되고 있다.

* 한국과학기술정보연구원 정보분석연구소 미래기술분석실(jroad2you@kisti.re.kr)
** 한국과학기술정보연구원 정보분석연구소 미래기술분석실(ftgog@kisti.re.kr)
*** 한국과학기술정보연구원 정보분석연구소 미래기술분석실(sjahn@kisti.re.kr)
**** 한국과학기술정보연구원 정보분석연구소 미래기술분석실(infor@kisti.re.kr)
***** 교신저자(corresponding author) : 한국과학기술정보연구원 책임연구원(dbajin@kisti.re.kr)
접수일자 : 2013. 10. 21 심사(수정)일자 : 2013. 11. 11 게재확정일자: 2013. 11. 15

미래 다가올 변화에 성공적으로 대응하기 위해서는 새롭게 창출되는 기술의 주요 발전 추세뿐만 아니라 기존 '사회-기술 시스템'과 새로운 기술간 상호작용으로 나타날 변화의 방향을 파악하고 지속적으로 모니터링하는 것이 중요하다. 과학기술과 사회는 결코 독립적으로 진화하는 것이 아니라 상호 영향을 주고 받으면서 공진화(co-evolution)하기 때문이다.

국가와 기업들이 한정된 자원으로 경쟁해야 하는 글로벌 시장 경제체제에서, 미래 산업의 핵심 유망기술을 예측하는 것은 그 무엇보다 중요하다. 최대한 정확한 미래예측을 통해 전략적으로 선택함으로써, 이를 통해 국가나 기업이 지속가능한 성장을 누릴 수 있기 때문이다[1]. 주요 선진국들은 미래 글로벌 시장의 주도권을 확보하기 위해 다양한 방법과 목적으로 미래 유망기술을 탐색·예측하고 있다.

이에 본 연구에서는 증거기반 미래 기술탐색활동과 관련지어 고피인용 논문, 즉 피인용횟수가 많은 논문을 활용하여 유망기술을 도출하고자 한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 선행연구 고찰을 통해 증거기반 유망기술 발굴 사례를 검토한다. 이를 토대로 제3장에서는 본 연구에서 활용할 데이터를 수집하고 본 연구에 적용할 유망기술 발굴 방법론을 제안한다. 제4장에서는 이를 적용한 유망기술 도출결과를 제시한다.

II. 문헌연구

2.1 증거기반 미래 유망기술 발굴

최근 들어서 미래기술 탐색에서 증거기반 분석이 중요해지고 있다. 증거기반 분석은 불확실한 미래를 '더듬어' 나아가기 위한 '디테일'한 관련 정보를 제공하며, 전문가가 미처 파악하지 못한 거시적 변화의 흐름을 알려주는 조감도 역할을 한다.

Popper[1]는 미래기술 예측에 투입되는 지식의 출처에 따라 미래기술 예측 기법을 4개의 출처로 유형화하여 구분한 Futures Diamond를 제시하였다. 미래기술을 탐색하기 위해 활용되는 지식의 4개 출처는 전문성, 창조성, 상호작용, 증거이며, 이들은 개별적으로 또는 서로 결합하여 활용된다. 증거기반 탐색은 단순히 '보조'수단이 아니라 다른 활동에 인사이트(insight)를 제공해야만 의미가 있다.

전문성(expertise)은 개별 전문가들이 가진 숙련된 지식을 의사결정에 활용하는 방법이다. 창조성(creativity)은 뛰어난 식견을 지닌 개별 전문가의 통찰력, 천재성을 활용하는 방법이다. 상호작용(interaction)은 전문가들간, 또는 비전문가들과의 민주적 참여·교류방식을 활용하는 것이다. 증거(evidence)는 신뢰성 있는 문헌, 통계, 지표 등의 분석방법들을 가리킨다[1].

그림 1. 지식의 출처에 따른 미래예측기법 구분
Fig. 1 Futures diamond
http://www.futuresdiamond.com/en/the-diamond

2.2 증거기반 미래 유망기술 발굴사례

1) 기술분야간 인용패턴기반 분야간 매핑

미래기술 탐색을 위해 다양한 계량분석기법과 데이터 마이닝 기법을 활용해 기술발전의 '공식 기록물'인 논문, 특허 데이터베이스에서 거시적 변화를 탐지할 수 있다.

안세정 등[2]은 유망기술로 선정된 아이템의 지속적인 모니터링의 중요성을 실증적으로 보여주는 연구를 그래핀을 사례로 들어 수행했다. 이를 위해 그래핀 분야의 주요 키워드들을 활용해 해당 연구영역을 매핑하고, 해당 기술의 성장, 전이, 분화과정을 분석했다[2]. 이를 위해서 SCOPUS 데이터베이스에 수록된 2000년부터 2011년까지 발표된 그래핀 관련논문으로부터 키워드를 추출한 후 키워드 맵을 작성했다[2].

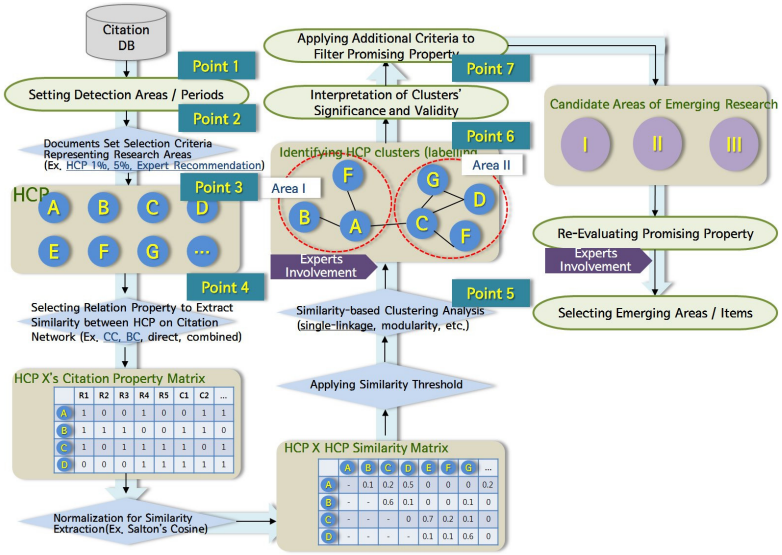


그림 2. 고피인용 논문을 이용한 유망기술 탐색 프로세스

Fig. 2 Process to detect emerging technologies using highly cited papers

2) 문서 인용기반 기술진화 경로생성 모형

논문과 특허는 R&D 성과의 대표적 성과물로서 비록 라이선스라는 제약이 있지만, 비교적 일반 사용자가 접근하기 쉬우며 경제적인 비용으로 획득할 수 있는 정보 자원이다. 특히 특허 정보의 경우 산업과의 높은 연관성으로 인하여, 특허 분석을 통해 미래유망기술 아이템을 발굴하는 방법론이 연구되어졌고, 특허정보를 통해 기술의 파급효과를 측정하려는 시도도 있었다.

이재민 등[3]은 검색을 통해 OLED 관련 특허 3892건을 수집하여 이를 기초로 핵심특허 문서를 선별하고 이들간 인용네트워크를 분석함으로써 OLED 분야의 기술진화경로를 분석하였다.

3) 고피인용 논문기반 연구영역 매크로 모니터링

KISTI는 2006년 이후 매년 개최하는 미래유망기술 세미나에서 올해의 유망기술을 선정·발표하고 있는데, 여기서 유망기술 아이템 풀(pool)을 확보하는 주요 원천 가운데 하나가 문헌계량분석으로 도출된 유망기술영역이다[4, 5]. 기술예측 분야의 대표적인 텍스트라고 할 수 있는 Forecasting and Management of Technology [6]에서는 KISTI가 수행하는 고유한 유망기술 탐지 방법을 소개하고 있는데, 대량의 문헌(논문/특허)을 대상으로 유망기술을 효율적으로 모니터링한다는 점에서 “Macro Monitoring(MM)”이라고 명명했다.

KISTI의 매크로 모니터링 방법은 철저하게 데이터/정보에 근거를 둔 기술예측/전망 활동이라는 점에서 국내의 여타 기관과 뚜렷한 차별성을 갖는다고 할 수 있다[7].

III. 분석방법

이 연구에서 대규모 빅데이터에서 급부상하는 미래유망기술을 탐지하기 위한 분석방법은 5단계를 거친다. 먼저 논문 분석을 위해 SCOPUS 데이터베이스에서 2008년, 2012년 발표된 학술 논문으로 유망기술을 탐지할 분야와 기간을 설정했다. SCOPUS데이터베이스로부터 2008년과 2012년 발표된 논문을 각기 2,052,470건, 2,431,047건 추출했으며, 이 문헌에 대한 인용문헌을 각기 6,993,000건, 10,422,000건 추출했다. 제2단계에서는 각 연도별로 상위 0.1%에 해당하는 고피인용 논문, 즉 피인용횟수가 많은 논문을 추출했다.

제3단계에서는 고피인용 논문의 인용관계 유사도를 계산하여 군집분석한 후 인용관계 네트워크를 작성했다. 제4단계에서는 2008년 논문에서 작성한 212개 컴포넌트, 2012년 논문에서 작성한 341개 컴포넌트들의 중첩도를 계산하고, 각 년도에서 지속되는 컴포넌트를 선별하여 핵심 연구영역을 도출했다. 마지막으로 동일 연구영역을 대상으로 2008년도, 2012년도에 대해 고피인용 논문으로 구성된 컴포넌트를 인용하는 문헌집합을 추출하였다. 각 문헌집합에서 최빈도 키워드를 추출하여 해당 기술의 지식기반이 되는 고피인용 논문 컴포넌트를 대상으로 급부상하는 연구활동을 확인하였다. 2008년과 2012년을 비교해 연구활동의 규모가 급증한 영역을 추출하여 10대 유망기술을 도출하였다.

고피인용 논문을 이용한 미래 유망기술 예측방법은 여러 가지 한계점을 가지고 있었다. 첫째, 특정 기간 동안 분야별 고피인용 논문을 추출하기 때문에 유사도를 계산할 때 사용되는 인용발생 구간(citation window)이 고피인용 논문마다 상이했다. 또한 분야별 고피인용 논문을 추출하므로 여러 분야에서 인용되는 고피인용 논문을 포착하기 어려웠다. 둘째, 고피인용 논문을 특정 기간동안 발표된 문헌으로 제한할 경우 실제 해당 기간동안 인용되는 '지식기반'을 충분히 반영하지 못한다는 단점을 안고 있었다. 이에 따라 연구영역간 두 개 이상의 기간을 비교 활용할 경우 준거점이 과도하게 변동되었다.

본 연구에서는 기존 고피인용 논문을 활용한 유망기술예측방법이 가지고 있던 단점을 보완했다. 먼저 해당 기간의 모든 참고문헌에서 고피인용 논문을 선정했다. 해당기간 발표된 논문은 고피인용 논문에 의미를 부여하는 역할을 담당한다. 즉, 인용빈도를 통해 고피인용 논문간 유사도를 형성하며, 키워드를 통해 해당기간 연구개발 활동내용을 파악했다. 마지막으로 분야마다 인용행태가 다르기 때문에 분야별 인용편차를 정규화했다.

Ⅴ. 분석결과

유망기술 예측을 위해 고피인용 논문을 분석하는 방법을 이용해 2008년, 2012년에 각각 과학기술 전 분야를 넘나드는 최전선의 연구활동을 확인하고, 2008년과 2012년을 비교해 연구활동의 규모가 급증한 영역을 추출하고, 각 영역에서 국가별로 주요 점유율을 확인했다. 앞에 기술한 방법에 따라 고피인용 논문을 분석한 결과, 표 1과 같이 10대 유망기술을 탐지할 수 있었다.

첫 번째로 탐지된 급부상하고 있는 유망기술은 대동맥판막 협착증 치료와 관련된 기술이다. 대동맥판막이 좁아져 좌심실에서 대동맥으로 혈류가 충분히 빠져나가지 못해 심장기능에 발생하는 이상현상을 기존의 절개수술 대신에 카테터로 그물망을 삽입해 치료하는 경피적 대동맥판막대치술(TAVI)과 같은 새로운 수술기법 등이 상위키워드로 출현했다.

표 1. 고피인용 논문을 활용한 10대 유망기술
Table 1. Top ten emerging technologies derived from using highly cited papers

No	Top 10 emerging technologies
1	Aortic stenosis therapy technique
2	Compressed sensing technologies
3	Organic solar cell
4	Hepatitis C virus
5	Climate change problem-solving technologies
6	Meta-materials development
7	Genetic diversity
8	Metabolic syndrome
9	Resistance RAM
10	Social network analysis

표 2. 대동맥 판막협착증 치료기술 상위 키워드
Table 2. Top keywords in aortic stenosis therapy techniques

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Aortic valve stenosis	Aortic stenosis
Echocardiography	Transcatheter aortic valve implantation(TAVI)
Mitral regurgitation	Aortic valve stenosis
Valvular heart disease	Aortic valve replacement
Heart valve prosthesis	Transcatheter aortic valve replacement(TAVR)

Mitral stenosis	Echocardiography
Valvuloplasty	Complication
Mitral valve	Transapical
Anticoagulant	Aorticregurgitation
Balloon aortic valvuloplasty	Mitralregurgitation
Bioprosthesis	

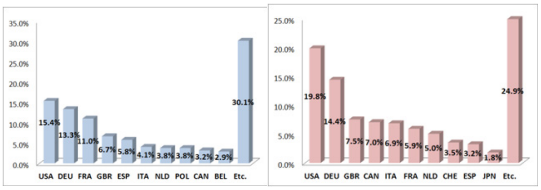


그림 3. 대동맥 판막협착증 치료기술 국가별 점유율 2008(좌), 2012(우)
Fig. 3 National share of aortic stenosis therapy techniques, 2008(Left), 2012(Right)

압축센싱기술은 신호를 획득단계에서부터 압축하여 샘플링한 후 신호를 완벽하게 복원하는 새로운 신호처리기술이다. 이 기술은 무선통신, 군용레이더, 의료영상분야 등 센서를 사용하는 모든 분야에 활용할 수 있는 기술로 모든 디지털 시스템에 필수불가결한 신호획득과정을 더욱 효과적으로 처리할 수 있는 새로운 방법을 제시하고 있어서 정보통신산업의 차세대 기술로 부상 중이다.

유기태양전지는 화석연료 소비급증에 따라 환경 및 에너지 위기가 도래하면서 주목받고 있는 재생가능 에너지 기술중 급격한 성장을 보이는 분야이다. 유기태양전지는 실리콘 태양전지, 박막 태양전지에 이은 제3세대 태양전지에 속하는 신기술로, 다른 태양전지에 비해 유기물이 제공하는 가격경쟁력, 공정의 유연성, 응용가능성이 높다는 장점을 가지고 있어 관련 연구기관 및 기업에서 경쟁적으로 연구개발이 진행중이다.

표 3. 압축센싱기술 상위 키워드
Table 3. Top keywords in compressed sensing technologies

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Compressed sensing	Compressed sensing
Sparsity	Sparse representation
Basis pursuit	Sparsity
Sparse representation	Compressed sampling
Compressive sampling	Image reconstruction
Sparse recovery	Orthogonal matching pursuit
Image reconstruction	Wireless sensor network
Inverse problem	Sparse recovery
Random projection	Sparse signal
Orthogonal matching pursuit	Channel estimation
Convex optimization	Dictionary learning

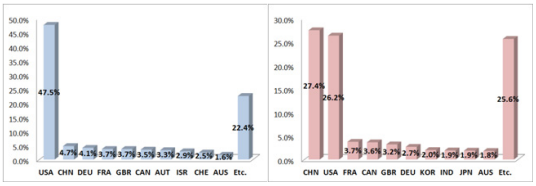


그림 4. 압축센싱기술 국가별 점유율 2008(좌), 2012(우)
Fig. 4 National share of compressed sensing technologies, 2008(Left), 2012(Right)

표 4. 유기태양전지 상위 키워드
Table 4. Top keywords in organic solar cell

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Organic solar cell	Organic solar cell
Conjugated polymer	Polymer solar cell
Bulk heterojunction	Conjugated polymer
Fullerene	Solar cell
Photovoltaic	Bulk heterojunction
Polymer solar cell	Photovoltaic
Organic photovoltaic	Organic photovoltaic
Polythiophene	Fullerene
P3HT	Morphology
Conducting polymer	P3HT

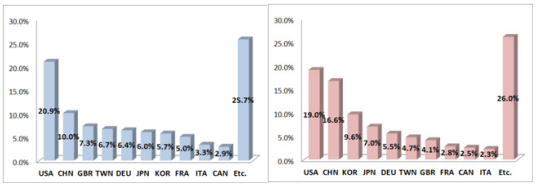


그림 5. 유기태양전지 국가별 점유율 2008(좌), 2012(우)
Fig. 5 National share of organic solar cell 2008(Left), 2012(Right)

C형 간염은 C형 간염 바이러스(HCV)에 감염돼 간에 염증이 발생하는 질환으로, 감염환자의 혈액이나 체액이 정상인의 상처 난 피부나 점막을 통해 감염되는 일종의 전염병이다. B형 간염보다 간경변증 및 간암으로 발전될 가능성이 높으며, 인간과 침팬지만을 대상으로 감염시키는 특이성을 보여 치료제 및 예방접종 개발에 어려움을 겪고 있다. 그리고 현재 사용가능한 C형 간염치료제는 한정된 효능과 부작용으로 인해 더 새롭고 개선된 대체제들의 필요성이 그 어느 때보다 강조되고 있다.

표 5. C형 간염 상위 키워드
Table 5. Top keywords in hepatitis C virus

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Hepatitis C Virus	Hepatitis C virus
Ribavirin	Ribavirin
Chronic hepatitis C	Chronic C hepatitis
Interferon	Interferon
Pegylated interferon	Telaprevir
Antiviral therapy	Sustained virologic response
Sustained virologic response	Boceprevir
Peginterferon	Protease inhibitor
Cirrhosi	IL28B
Hepatocellular carcinoma	Pegylated interferon
	Direct acting antiviral

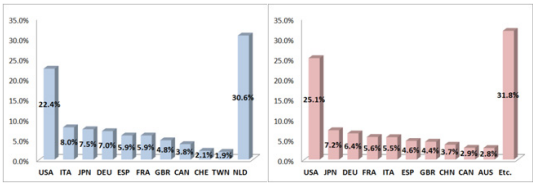


그림 6. C형 간염 국가별 점유율
2008(좌), 2012(우)
Fig. 6 National share of hepatitis C virus
2008(Left), 2012(Right)

기후변화는 인간을 비롯하여 모든 생명체의 생명을 위협하는 심각한 문제를 야기할 수 있으므로 전지구적 차원에서 공동대응해야 하는 국제적 문제이다. 온실가스를 감축하고 기후변화 문제에 근본적으로 대응하기 위해서는 무엇보다도 관련기술 개발이 핵심사항이다. 기후변화 대응기술은 크게 관측 및 예측, 완화, 적응 및 영향 평가 기술로 구분된다. 기후변화 대응기술은 기후변화에 따른 생태계의 영향을 진단·예측하고, 파괴되는 주요 생물 서식처 및 종 다양성 등을 복원하기 위한 생태계 모델링 기술이다. 향후 기후변화 대응기술 보유국이 기후변화시대의 경제를 주도하는 신흥 경제 강국으로 부상될 것으로 예상된다.

표 6. 기후변화 상위 키워드
Table 6. Top keywords in climate changes

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Species distribution model	Species distribution model
Climate change	Climate change
Ecological niche model	Maxent
Model prediction	Ecological niche model
Suitable habitat	Conservation
Species distribution	Biogeography
GIS	Biodiversity
MAXENT	GIS
Conservation	Climate
General Additive Model	Distribution
Habitat model	Niche model
	Invasive species

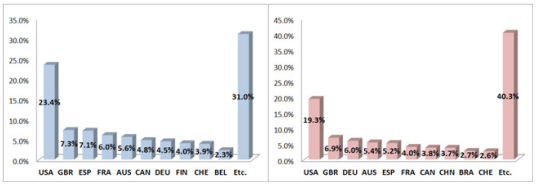


그림 7. 기후변화 국가별 점유율
2008(좌), 2012(우)
Fig. 7 National share of climate changes
2008(Left), 2012(Right)

메타물질(meta-material)은 자연계에 없는 성질을 가진 인공적인 물질이다. 영화를 보면 자신의 모습이 보이지 않게 클로킹(cloaking:은폐)하는 투명외계 생물체나 주인공이 종종 나온다. 최근 각광을 받고 있는 '메타물질'은 빛의 '음의 굴절'이라는 성질을 이용하며, 클로킹을 현실화하기 위해 첨단 나노기술, 광학, 재료공학을 총 집결한 융합기술이다.

메타물질은 빛뿐만 아니라 전자파, 음파 등 일반적 파동의 전파를 차단할 수 있어 스텔스 기능을 적용할 수 있다. 이는 투명전차나 투명전투기를 실현할 수 있는 획기적 기술이므로 국가적인 기술선점 경쟁이 치열하다. 3차원구조에서 음의 굴절을 현실화시킬 수 있는 기술이 개발된다면 메타물질이 각 산업분야에 미치는 파급력은 엄청날 것으로 예상된다.

표 7. 메타물질 상위 키워드
Table 7. Top keywords in meta-materials

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Invisible cloaks	Meta material
Negative index material	Plasmon
Negative permeability	left-hand material
Plasmonics	Optics transformation
Transformation optics	Splitring resonator
Electromagnetic cloak	Negative refraction
Maxwell's equations	Photonic crystal
Negative refractive index	Cloak
Photonic crystal	Terahertz
Scattering	Negative permeability
Waveguide	Negative Refraction Index
Anisotropic media	Absorber

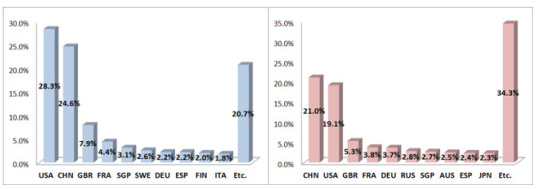


그림 8. 메타물질 국가별 점유율
2008(좌), 2012(우)
Fig. 8 National share of meta-materials
2008(Left), 2012(Right)

유전자 다양성연구는 유전자 변이, 생식, 유전자 이동 등을 연구하여 생물종이 생존과 진화 매카니즘을 규명하는 기술이다. 최근 핵DNA의 초위성체(micro-satellite) 유전자를 분석해, 유전자형 구성과 다양성 정도, 친족관계 등을 파악하는 연구가 활발하다.

대사성 증후군(metabolic syndrome)은 당뇨병, 심장병, 뇌혈관 질환, 고혈압 질환 등 40세 이상 성인들에게 주로 나타나는 성인병으로, 고령화 사회에서는 발생빈도가 증가하고 있다. 대사성 증후군에 의한 사망자수는 암에 의한 사망자수를 넘어서고 있어서 대사성 증후군의 원인이 되는 인슐린 저항성, 고혈압, 비만 등의 대사이상 증후군을 치료하는 기술뿐만 아니라 관련된 다양한 응용분야에서 기술확보가 요구된다.

표 8. 유전자 다양성 연구 상위 키워드
Table 8. Top keywords in genetic diversity

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Microsatellite	Microsatellite
Genetic diversity	Genetic diversity
Population structure	Population structure
Gene flow	Population genetic
AFLP	Genetic structure
Phylogeography	Gene flow
Population genetics	Genetic conservation
Genetic structure	Phylogeography
Conservation	Hybrids
Dispersal	AFLP
Isolation by distance	Genetic differentiation
mtDNA	Landscape genetics

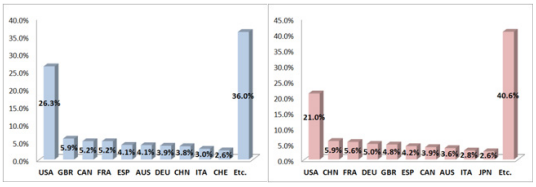


그림 9. 유전자 다양성 연구 국가별 점유율
2008(좌), 2012(우)
Fig. 9 National share of genetic diversity
2008(Left), 2012(Right)

표 9. 대사성 증후군 상위 키워드
Table 9. Top keywords in metabolic syndrome

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Diabetes mellitus	Diabetes type 2
Diabetes type 2	Diabetes mellitus type 2
Cardiovascular disease	Cardiovascular disease
Diabetes mellitus type2	Insulin

Glycemic control	Glycemic control
Hypertension	Metformin
HbA1c	Hypoglycemia
Diabetic nephropathy	Atherosclerosis
Atherosclerosis	Diabetes type 1
Hypoglycemia	Cardiovascular risk
Incretin	Obesity
Insulin	Chronic kidney disease

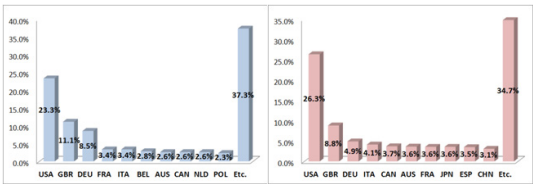


그림 10. 대사성 증후군 국가별 점유율
2008(좌), 2012(우)
Fig. 10 National share of metabolic syndrome
2008(Left), 2012(Right)

저항변화 메모리소자(ReRAM, resistance RAM)는 간단한 멘탈 인솔레이터 멘탈구조와 우수한 동작 특성을 가지고 있어서 차세대 비휘발성 메모리로 가장 주목받고 있으며 활발히 연구가 진행되고 있다. ReRAM은 플래시 메모리보다 프로그램 동작이 100배 이상 빠르고 5V 이하의 낮은 전압에서 동작한다는 특징을 갖고 있어서 정보처리속도가 빠르고, 간단한 구조로 인해 공정상의 결함을 현저히 줄일 수 있어서 낮은 생산단가를 가지고 있다. 이 때문에 임베디드 IC와 같은 시스템온칩(SoC)화 되어가는 기억소자의 용도에 적합하다.

표 10. 저항변화 메모리소자 상위 키워드
Table 10. Top keywords in ReRAM

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Resistive switch	Memristor
Nonvolatile memory	Resistive switch
TiO2	Resistive random access memory(ReRAM)
Oxide	Nonvolatile memory
ReRAM	Thinfilm
RRAM	Resistive memory
Resistive random access memory(RRAM)	Non-volatile memory
Transition-metaloxide	ReRAM
Impedance spectroscopy	Conducting filament
Non-volatile memory	Resistive switching memory

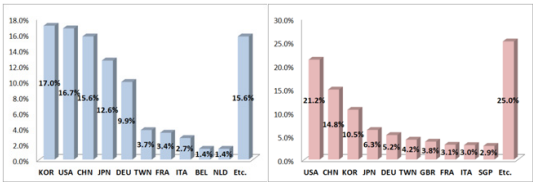


그림 11. 저항변화 메모리소자 국가별 점유율
2008(좌), 2012(우)
Fig. 11 National share of ReRAM
2008(Left), 2012(Right)

소셜네트워크 분석기술은 기존의 통계적 분석으로 파악할 수 없었던 개인 및 집단들간 관계를 노드와 링크로 모델링하여 그 위상구조, 확산·진화과정을 계량적으로 분석하여 거시적, 미시적 관계 패턴을 파악하는 기술로서 관계의 형성, 구조, 변화에 초점을 두고 있다. 소셜네트워크 분석은 다양한 출처에서 데이터를 취합하고, 관계를 분석하고 그 관계의 영향, 질, 효능을 평가하는 것까지 포함한다. 소셜네트워크 분석(social network analysis)은 약 80년의 역사를 통해 발전해 왔으며, 다양한 학문분야와 비즈니스 분야, 기술분야에서 차세대 분석방법으로 인식되고 있다.

표 11. 소셜네트워크분석기술 상위 키워드
Table 11. Top keywords in social network analysis

2008 Top Keywords	2012 Top Keywords
Complex network	Social network
Community structure	Complex network
Social network	Community detecting
Community	Community structure
Modularity	Cluster
Clustering	Modularity
Social network analysis	Social network analysis
Clustered graph	Graph theory
Community detection	Data mining

System biology	Dynamic network
Centrality	Clustered Graph
	Onlinesocial network

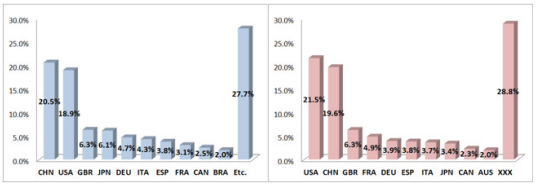


그림 12. 소셜네트워크분석기술 국가별 점유율 2008(좌), 2012(우)
Fig 12. National share of social network analysis 2008(Left), 2012(Right)

Ⅵ. 결 론

미래 유망기술을 발굴하고 확보하기 위한 경쟁이 갈수록 치열해지고 있다. 우리나라 뿐만 아니라 세계 주요 선진국들은 중장기적 중점산업 육성과 핵심 미래기술 개발계획을 세워 추진하고 있다.

특히 최근 들어 광범위한 과학기술 데이터베이스를 활용해 기술동향 속에 숨겨진 시그널을 조기에 탐지하고자 하는 시도가 지속되고 있다.

본 논문에서는 고피인용 논문을 활용한 분석 방법을 이용해 2008년, 2012년도 각각 과학기술 전 분야를 넘나드는 최전선의 연구활동을 확인하고, 2008년과 2012년을 비교해 연구활동의 규모가 급증한 영역을 추출하여 10대 유망기술을 발굴했다.

대동맥 판막 협착증 치료기술, 압축센싱기술, 유기태양전지, C형간염치료제, 기후변화대응기술, 메타물질 개발, 유전자다양성연구, 대사성 증후군 치료기술, 저항변화 메모리소자, 소셜네트워크 분석기술이 10대 유망기술로 선정되었다.

참고 문헌

[1] Popper, R. "Foresight Methodology", in Georghiou, L., Cassingena, J., Keenan, M., Miles, I. and Popper, R. (eds.), The Handbook of Technology Foresight, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 44-88, 2008. http://rafaelpopper.wordpress.com/foresight-diamond/

[2] Se-Jung Ahn, Do-Hyun Kim, Oh-Jin Kwon, Young-Chul Bae, June-Young Lee, "Analysis on the Dynamics of Keyword Mapping for Detecting Emerging Technologies : A Case Study on Graphene", The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 7, No. 6, pp. 1393-1401, 2012.

[3] Jae-Min Lee, Bangrae Lee, Yeong-ho Moon, Oh-Jin Kwon, "Models for Technology Evolution Path Creation Based on Citation Tree to Investigate Technology Opportunity Discover", Journal of Korea Technology Innovation Society, Vol. 14, No. S, pp. 1152-1170, 2011.

[4] June-Young Lee, Do-Hyun Kim, Se-Jung Ahn, Oh-Jin Kwon, Yeong-Ho Moon, "A Comparative Study on the Trend of Technological Convergence", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 39, No. 3, pp. 222-232, 2013.

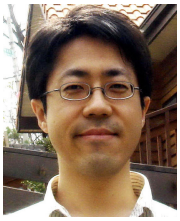
[5] June-Young Lee, "KISTI's Detection System for Future Technolog", IE magazine, Vol. 19, No. 3, pp. 22-28, 2013.

[6] Alan L. Porter, Scott W. Cunninghan, Jerry Banks, A. Thomas Roper, Thomas W. Mason, Frederick A. Rossini, Forecasting and management of Technology, Wiley & Sons, p. 352, 2011.

[7] Se-Jung Ahn, We Shim, June-Young Lee, Oh-Jin Kwon, Kyung-Ran, Noh, "Trends Detection of Display Research Areas by Bibliometric Analysis", The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 7, No. 6, pp. 1343-1351, 2012.

[8] Hyuk Hahn, Oh-Jin Kwon, Hye-Jin Kang, We Shim, Kyung-Ran Noh, "A Study on the Structure of Scientific Collaboration Networks in "The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences", The Journal of the Korean institute of electronic communication sciences, Vol. 8, No. 5, pp. 671-678, 2013.

저자 소개



이준영(June-Young Lee)

1995년 연세대학교 천문대기과학과(이학사)
2001년 고려대학교 대학원 과학기술학 협동과정 졸업(이학석사)
2006년~현재 고려대학교 대학원 과학기술학 협동과정 박사과정(박사수료)
2001년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
※ 관심분야 : 과학계량학, 지식생산·진화과정 모델링과 다이내믹스 분석

김도현(Do-Hyun Kim)

2000년 KAIST 산업공학과 졸업(공학사)
2002년 KAIST 산업공학과 졸업(공학석사)
2007년 KAIST 산업공학과 졸업(공학박사)
2011년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
※ 관심분야 : 데이터마이닝, 과학계량학

안세정(Sejung Ahn)

2002년 이화여자대학교 화학과 졸업(이학사)
2004년 서울대학교 대학원 협동과정 나노과학기술전공 졸업(이학석사)
2010년 서울대학교 대학원 협동과정 나노과학기술전공 졸업(이학박사)
2009년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원
※ 관심분야 : 과학계량학, 미래기술탐색, 정보분석시스템, 저차원탄소나노구조물 기술분석

노경란(Kyung-Ran Noh)

1990년 전남대학교 문헌정보학과 졸업(도서관학사)
1994년 연세대학교 대학원 문헌정보학과 졸업(도서관학석사)
2006년 연세대학교 대학원 문헌정보학과 졸업(문학박사)
1994년~2000년 산업기술정보연구원 책임연구원
2001년~현재 한국과학기술정보연구원 책임연구원
※ 관심분야 : 과학계량학, 유망연구영역발굴, 인용분석

권오진(Oh-Jin Kwon)

1990년 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
1994년 광운대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사)
2009년 서울시립대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(공학박사)
1994년~2000년 산업기술정보연구원 책임연구원
2001년~현재 한국과학기술정보연구원 책임연구원
※ 관심분야 : 과학계량학, 정보분석시스템, 지식과학, 정보구조화