

과학계량학적 정보분석을 통한 건설교통분야의 유망연구영역도출

Emerging Research Field Selection of Construction & Transportation Sectors using Scientometrics

정의섭*, 여운동*, 조대연**, 서일원**
한국과학기술정보연구원*, 한국건설교통기술평가원**

Eui-Seob Jeong(esjng@kisti.re.kr)*, Woon-Dong Yeo(wdyeo@kisti.re.kr)*,
Dae-Yeon Cho(doholcho@kictp.re.kr)** , IL-Won Suh(eruns@kictp.re.kr)**

요약

미래 유망연구 및 기술의 선정을 위한 방법론의 개발과 이를 통한 구체적인 아이템 선정을 위한 연구가 추진되고 있다. 본 논문에서 우리는 건설교통분야의 유망연구영역 도출을 위하여 과학계량학(scientometrics)을 활용한다. 과학계량학적 분석을 위하여 Scopus 데이터베이스, 상위 1%에 해당하는 고 인용논문, 서지결합법, cosine 계수, 계층적 클러스터링 기법을 사용하며, 그 분석결과는 전문가들에 의해 재검증을 실시한다. 우리는 과학계량학적 분석방법을 자세히 설명하고, 미래유망연구영역 및 기술도출의 객관적인 방법으로서 과학계량학적 분석의 가능성을 보여준다.

■ 중심어 : | 과학기술 | 과학계량학 | 유망연구영역 | 건설 | 교통 | 서지결합법 | 고인용 논문 |

Abstract

With the development of methodologies, there are also the researches for the concrete item selection for selecting the future emerging researches and technologies. In this paper, we use scientometrics for that purpose in the sectors of construction and transportation. In our scientometric analysis, we use Scopus database, top 1% cited papers, bibliographic coupling, cosine coefficient, and hierarchical clustering and then carry additional experts verification on our results. We try to show the detailed process of scientometric analysis and its possibility as objective methodologies to select the future emerging researches and technologies.

■ keyword : | Science Technology | Scientometrics | Emerging Research Field | Construction | Transportation | Bibliographic Coupling | Highly Cited Paper(HCP) |

I. 서론

지식정보가 국가의 경쟁력을 좌우하는 지식기반 사회로 나아가고 있어서 최고가 아니면 살아남을 수 없는 무한 경쟁시대가 되고 있다. 이러한 변화 속에서 각 국

가에서는 미래 유망기술(Emerging Technology)을 선정하여 국가의 역량을 집중하고, 차세대 국가경쟁력을 확보하려는 여러 가지 노력을 기울이고 있다[1].

과학기술경쟁력을 국가경쟁력의 원천으로 파악하고 있으며, 기술혁신을 노동투입이나 자본축적에 의한 경

제모델의 성장한계를 해결할 새로운 돌파구로 인식하여 과학기술에 대한 국제경쟁력 강화를 위한 연구개발 동향, 미래 유망기술 등 국내외 기술동향 분석정보에 대한 지속적인 지원을 요구하고 있는 실정이다.

지금까지 과학기술의 동향분석과 미래기술 예측은 전문가의 판단과 분석에 의존하여 왔지만 이를 보완하기 위한 방법으로 디지털화된 정보와 데이터를 정량적으로 분석하여 기술동향 파악의 신뢰성을 제고하기 위한 과학계량학(정보계량학, Scientometrics)이 연구되고 있다[1][2].

연구개발비와 인력, 자원이 부족한 우리로서는 축적되어 있는 과학기술 및 산업정보를 체계적으로 분석하여 연구개발 및 기술개발의 노력과 시간을 단축시킬 수 있는 국가적 차원의 정보분석 및 예측기법에 대한 연구가 요구된다.

이러한 연구의 일환으로 전기전자분야 및 바이오분야에 대해 미국 톰슨사의 Web of Science(WoS; SCIE)에 등록된 논문을 통하여 정보분석 및 유망연구영역을 도출하고자 하는 시도가 있었다[3][4]. 톰슨사가 제공하는 데이터베이스[5]는 미국에 치중된 정보를 중심으로 SCI/SCIE/SSCI/AHCI 등재된 8,700 여종 저널에 한해 피인용정보를 제공하고 미국 이외의 지역에서 발행되고 있는 논문이 상대적으로 적은 편이므로 한국의 실정에는 다소 한계가 있다. 이러한 한계를 다소 극복하기 위해서 본 논문에서는 SCIE에서 제공하는 저널 98%를 수록하고 있으며, 한국 등 아시아에서 발생하는 핵심정보도 포함하고 있으므로 기술의 동향을 조사하는데 유용하며, 각 국가에서 발생하는 정보 16,000 여종을 대상으로 미국에 치중된 정보를 탈피(미국 37%, 유럽 50%, 아시아 12%, 기타 1%) 하여 피인용정보를 제공하는 Scopus 데이터베이스[6]를 사용하였다.

본 논문에서는 R&D관련 과학기술 중에서 건설교통 기술관련 분야에 한정하여 정보분석을 통한 기술동향 분석 및 유망연구영역을 도출하여 새로운 지식정보를 창출하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구프로세스

논문이나 특허 등 과학기술의 산물을 정량적으로 분석하는 과학계량학은 1917년에 비교해부학의 역사에 관한 통계분석[7]에서 시작되었으며, 1990년대에는 과학과 기술간 상호작용을 비롯한 기술의 진보를 확인하기 위한 정량적 분석이 주목을 받고 있다.

세계 각국은 미래 유망기술(Emerging Technology)을 선점하여 차세대 국가경쟁력을 확보하려는 여러 가지 노력을 경주하고 있다. 따라서 본 논문에서는 계량적인 방법을 주요 분석방법으로 활용하여 미래 국가 과학기술중 건설교통관련 분야의 유망 연구영역을 찾아내기 위하여 [그림 1]과 같은 방법으로 연구를 수행하였다.

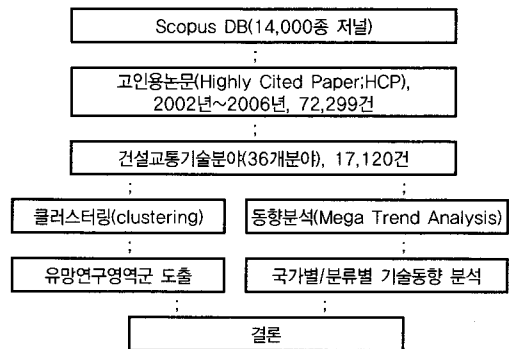


그림 1. 본 논문의 연구프로세스

2. 데이터 추출

본 논문에서는 16,000종의 저널을 다루고 있는 Scopus 데이터베이스의 데이터를 대상으로 하고 있다. Scopus는 2004년 11월에 출시된 세계 최대의 학술 정보 navigation tool 이며 전 세계의 20개가 넘는 대학이나 연구 기관의 전면적인 협력을 받아 개발되었다. 이용자나 정보 전문가로부터 피드백을 제품개발 과정에 전면적으로 수용하여, 지금까지 없었던 광범위한 규모와 사용하기 쉬운 이용자 인터페이스를 갖춘 navigation tool로 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

- 다양한 자원과의 통합
- Full Text 최단 링크

- 분야별 분류의 세부화(27개 그룹, 307개 서브그룹)[표 1]
- 세계 최대의 초록·색인 데이터베이스

본 논문에서는 유망연구영역군 도출 및 기술동향분석을 수행하기 위하여 Scopus DB 307개 서브그룹(Sub Group) 중에서 건설교통기술평가원(KICTEP)에서 과제를 관리 기획을 통하여 건설교통과 관련¹⁾된 서브그룹 36개 분야를 [표 2]와 같이 도출하였다. 도출된 36개 서브그룹 분야를 중심으로 2002년부터 2006년 사이에 인용빈도가 높은 상위 1%의 데이터(Highly Cited Paper:HCP)를 17,120건 추출하였다.

III. 연구결과

1. 기술동향분석

과학·기술경쟁력 제고에 있어서 논문창출역량은 우수한 유망저널 게재논문으로 측정하기도 한다[8]. 추출된 데이터 17,120건을 대상으로 국가별 논문수 동향을 분석하여 [그림 2]에 나타내었다.

표 1. Scopus DB의 분류체계

분류 코드	메인분류(한글명)	서브 분류수
1000	다학제분야	0
1100	농학 및 생물학(전체)	11
1200	예술 및 인문학(전체)	13
1300	생화학, 유전학 및 분자생물학(전체)	15
1400	사업, 경영 및 회계(전체)	10
1500	화학공학(전체)	8
1600	화학(전체)	7
1700	컴퓨터과학(전체)	12
1800	의사결정학(전체)	4
1900	지구과학 및 행성과학(전체)	13
2000	경제학, 계량경제학 및 재무(전체)	3
2100	에너지(전체)	5
2200	공학(전체)	16
2300	환경과학(전체)	12
2400	면역학 및 미생물학(전체)	6
2500	재료과학(전체)	8

2600	수학(전체)	14
2700	의학(전체)	48
2800	신경과학(전체)	9
2900	간호학(전체)	23
3000	약물학, 독성학 및 제약학(전체)	5
3100	물리학 및 천문학(전체)	10
3200	심리학(전체)	7
3300	사회과학(전체)	22
3400	수의학(전체)	4
3500	치과학(전체)	6
3600	보건직업(전체)	16

표 2. 데이터 추출대상 서브그룹

영문명	코드	한글명
Management of Technology and Innovation	1405	기술경영 및 혁신경영
Fluid Flow and Transfer Processes	1507	유체유동 및 전달과정
Computer Graphics and Computer-Aided Design	1704	컴퓨터그래픽-CAD
Computer Networks and Communications	1705	컴퓨터네트워크 및 통신
Information Systems and Management	1802	정보시스템 및 정보관리
Atmospheric Science	1902	대기과학
Geotechnical Engineering and Engineering Geology	1909	지반공학 및 지질공학
Oceanography	1910	해양학
Energy Engineering and Power Technology	2102	에너지공학 및 발전기술
Renewable Energy, Sustainability and the Environment	2105	재생에너지, 지속가능성 및 환경
Engineering (miscellaneous)	2201	공학 (기타)
Aerospace Engineering	2202	항공우주공학
Automotive Engineering	2203	자동차공학
Civil and Structural Engineering	2205	토목공학 및 구조공학
Control and Systems Engineering	2207	제어공학 및 시스템공학
Electrical and Electronic Engineering	2208	전기공학 및 전자공학
Industrial and Manufacturing Engineering	2209	산업공학 및 생산공학
Mechanical Engineering	2210	기계공학
Mechanics of Materials	2211	재료역학
Ocean Engineering	2212	해양공학
Safety, Risk, Reliability and Quality	2213	안전, 위험, 신뢰 및 품질
Building and Construction	2215	건설 및 시공
Architecture	2216	건축학
Ecological Modeling	2302	생태모델링
Environmental Engineering	2305	환경공학
Management, Monitoring, Policy and Law	2308	관리, 모니터링, 정책 및 법률
Nature and Landscape Conservation	2309	자연보존 및 경관보전
Pollution	2310	오염(공해)
Waste Management and Disposal	2311	수질관리 및 폐수처리
Water Science and Technology	2312	수질과학 및 수질기술
Materials Chemistry	2505	재료화학
Development	3303	개발
Geography, Planning and Development	3305	지리, 계획 및 개발
Transportation	3313	운송
Public Administration	3321	공공행정
Urban Studies	3322	도시연구

1) 일반적으로 데이터의 추출은 관련 검색어를 통하여 추출하는 것이 일반적이지만, 본 논문에서는 데이터의 대상을 넓히기 위하여 KICTEP이 과제기획을 통하여 도출된 건설교통기술 로드맵에서 관련성이 높은 기술분야를 표 2와 같이 선정하였다.

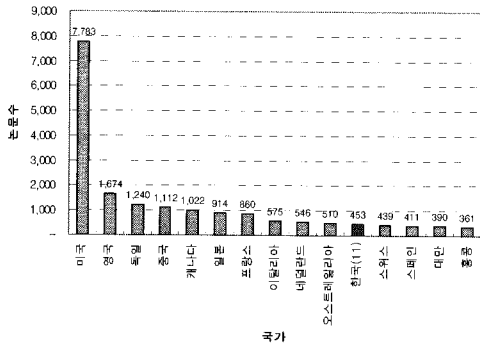


그림 2. 국가별 논문발표 순위

미국이 7,783건으로 가장 많았으며, 그 뒤로 영국, 독일 중국이 1,674건, 1,240건, 1,112건으로 나타났다. 우리나라의 경우는 453건으로 11위에 랭크되어 있어서 건설교통분야의 관심도 및 연구수준을 확인할 수 있다.

이러한 연구수준을 좀더 명확하게 확인하기 위하여 상위 국가 30개국의 연도별 랭킹추이를 살펴보면 [표 3]과 같이 분석된다.

표 3. 국가별/연도별 논문수 랭킹 추이

순위	2002	2003	2004	2005	2006
1	us 1,501	us 1,568	us 1,649	us 1,645	us 1,417
2	gb 233	gb 285	gb 330	gb 383	gb 443
3	jp 173	de 199	de 249	de 306	cn 334
4	de 159	ca 172	cn 238	cn 291	de 327
5	ca 152	jp 156	ca 215	ca 234	ca 249
6	fr 137	fr 153	jp 170	jp 208	fr 220
7	cn 102	cn 147	fr 149	fr 201	jp 207
8	au 86	nl 111	it 111	it 140	it 155
9	it 83	au 94	nl 106	au 114	nl 148
10	kr 78	ch 93	au 95	kr 113	es 131
11	nl 76	it 86	kr 88	nl 105	au 121
12	hk 59	hk 73	ch 84	es 103	ch 112
13	tw 55	se 66	se 77	ch 99	tw 112
14	ch 51	es 65	es 76	hk 93	kr 111
15	sg 51	kr 63	tw 75	tw 87	in 90
16	se 49	tw 61	hk 64	be 72	se 81
17	be 44	be 56	tr 59	sg 67	hk 72
18	es 36	dk 47	be 58	in 67	be 72
19	fi 34	sg 46	in 56	se 62	tr 72
20	in 31	in 42	sg 52	tr 60	sg 71
21	il 27	il 41	dk 48	il 49	dk 61
22	dk 26	gr 29	at 36	no 43	fi 55
23	tr 24	tr 28	fi 29	dk 39	no 44
24	gr 21	at 28	il 29	fi 37	br 38
25	br 16	fi 22	gr 27	br 31	pt 34
26	no 15	no 21	no 25	gr 28	gr 32
27	at 11	pt 20	pl 22	ru 28	pl 31
28	pl 11	ru 17	ru 21	at 27	il 28
29	ru 9	br 16	pt 20	pt 24	at 27
30	pt 8	pl 13	br 18	pl 18	ru 25

우리나라의 경우는 10위권을 중심으로 랭킹의 등락이 반복되는 반면에 중국의 경우는 논문수가 꾸준히 증가하여 2006년의 경우는 미국, 영국 다음으로 3위에 랭크되어 있다²⁾.

논문수 상위 주요국과 우리나라의 논문수를 상대비교하기 위하여 미국, 영국, 중국, 일본 등과 연도별 논문수 추이를 [그림 3]에 나타내었다. 미국과 일본은 꾸준히 논문이 발표되고 있으며, 영국과 중국의 경우는 해마다 논문수가 증가되고 있는 것을 확인할 수 있다. 우리나라의 경우는 해마다 등락을 거듭하며 최근 2006년의 경우는 약간 줄어들었다. 특히 중국의 경우는 2004년에 일본을 추월하여 계속 논문수가 증가하고 있어서 우리에게 시사하는 바가 크다.

건설교통관련 기술동향을 구체적으로 파악하기 위한 각 분야별 논문수를 분석한 결과를 [그림 4]에 나타내었다. [표 2]의 분야를 중심으로 데이터를 추출함에 있어 실제 논문수보다 분류의 수가 더 많은 것은 중복분류된 것을 각각의 분류로 계산하였기 때문이다³⁾. 따라서 [표 2]에 포함되지 않은 분야인 하드웨어 및 구조(1708), 소프트웨어(1712), 연료기술(2103), 고분자 및 플라스틱(2507), 제어 및 최적화(2606) 등의 분야가 높은 논문수로 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

전기 및 전자, 재료화학, 연료기술, 산업 및 생산 등의 분야가 상위에 랭크되어 있다. 전기 및 전자분야의 경우 건설이나 교통분야 모두 적용될 수 있는 기술분야로 논문수가 많은 것을 확인할 수 있으며, 모든 분야에 관련되는 분야라고 할 수 있다.

2) 특정분야의 고인용 논문이 많다는 것만으로 그 분야의 연구수준이 높은 것으로 판단할 수 없지만, 경쟁력을 가늠할 수 있는 인자는 될 수 있다. 이를 더욱 명확하게 하기 위하여 일반화(normalizing)된 평가인자가 필요하지만, 본 논문에서는 계량정보 분석 측면에서만 검토하는 한계가 있음을 밝혀둔다.
3) 예를 들어 건설 및 시공(2215) 분야의 A 논문이 하드웨어 및 구조(1708) 등의 부분류를 갖는다면 이들의 분류를 모두 카운팅한다.

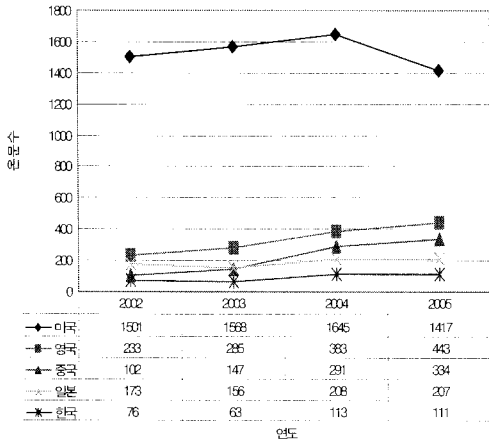


그림 3. 주요국의 연도별 논문수 추이 비교

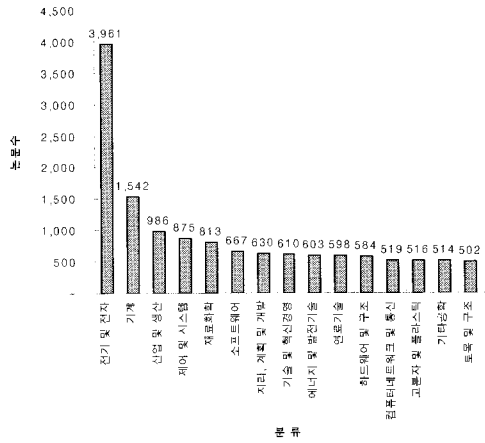


그림 4. 분야별 전체 논문수 동향

따라서 기술동향을 파악하기 위한 정보분석에서 제외할 수 없는 분야이다.

또한 순수한 건설분야의 논문은 토목 및 구조부분이 502건 정도로 다른 분야에 비해 적은 논문수이다.

표 4. 분야별 융합도

분류	2206	2210	2209	2207	2505	1712	3305	1405	2102	2103	1708	1705	2507	2201	2205	1909	2312	2202	1507	1902	2215	
2208	1.00	0.08		0.56		0.21					0.47	0.59										
2210	0.08	1.00	0.08						0.24	0.11			0.06							0.61		
2209		0.08	1.00	0.05										0.09								
2207	0.56		0.05	1.00		0.17					0.37	0.23										
2505					1.00					0.23			0.42									
1712	0.21			0.17		1.00					0.47	0.13										
3305							1.00															
1405								1.00														
2102		0.24							1.00	0.55					0.09					0.11		
2103		0.11			0.23					0.55	1.00											
1708	0.47			0.37		0.47					1.00	0.27										
1705	0.59			0.23		0.13					0.27	1.00										
2507		0.06			0.42								1.00									
2201			0.09											1.00								
2205		0.09							0.09						1.00		0.13					0.21
1909																1.00						
2312															0.13		1.00					
2202																	1.00					
1507		0.61																1.00				
1902								0.11												1.00		
2215															0.21							1.00

2208:전기 및 전자공학 2210:기계공학 2209:산업 및 생산공학 2207:제어 및 시스템공학 2606:제어 및 최적화 1712:소프트웨어
 3305:지리, 계획 및 개발 1405:기술 및 혁신경영 2102:에너지 및 발전기술 2103:연료기술 1708:하드웨어 및 구조
 1705:컴퓨터 네트워크 및 통신 2507:고분자 및 플라스틱 2201:공학기타 2205:토목 및 구조공학 1909:지반 및 자질공학
 2312:수질과학 및 수질기술 2202:항공우주공학 1507:유체유동 및 전달과정 1902:대기과학 2215:건설 및 시공

최근의 기술은 융·복합화되는 것이 특징이다. 논문 수 상위 분야를 대상으로 분야 간의 상관관계 즉 분야 간의 융합도를 분석한 것이 [표 4]이다.

논문발생빈도가 가장 많은 전기 및 전자공학의 분야에서는 컴퓨터 네트워크 및 통신과는 59%, 제어 및 시스템공학과는 56%, 하드웨어 및 구조와는 47%, 소프트웨어와는 21% 정도가 융합되는 분야라는 것을 정보분석을 통하여 확인할 수 있는 것이다.

관심 대상이 되는 건설부문에 있어서 토목 및 구조공학분야의 경우는 건설 및 시공과 21% 정도의 융합도를 나타내고, 수질과학 및 수질기술과는 13% 정도의 융합도를 나타내는 것으로 나타내고 있으며, 기계공학과 에너지 및 발전기술과는 각각 9% 정도의 융합도를 나타내고 있다. 또한 건설 및 시공분야에 있어서는 토목 및 구조공학분야에서만 21%의 융합도를 나타내고 있다. 지리, 계획 및 개발, 기술 및 혁신경영, 지반 및 지질공학, 항공 우주공학, 대기과학분야의 경우는 수집대상이 되고 있는 분야와의 융합도는 없는 것으로 나타나고 있다.

이와 같은 분야 간의 융합도를 분석하면, 분야 간의 융·복합관계를 확인할 수 있으며, 기술동향을 분석하는데 관련분야의 관련성을 파악할 수 있게 된다.

2. 유망연구영역 도출

본 논문에서 유망연구영역 도출은 Scopus DB 307개 서브그룹(Sub Group)에서 [표 2]와 같은 건설교통과 관련된 서브그룹 36개 분야를 중심으로 2002년부터 2006년 사이에 인용빈도가 높은 상위 1%의 데이터(Highly Cited Paper:HCP)를 17,120건을 대상으로 서지결합분석을 수행하여 학문적 근거가 같은 연구영역으로 그룹화(Clustering)한 것이다. 이와 같이 그룹화된 연구영역을 유망연구영역으로 한다.

서지결합분석은 Kessler에 의해 제안[9]되었으며, 인용대상을 공유하는 논문이 유사하다고 하여 클러스터를 형성하는 것이다. 서지결합법은 주로 최첨단분야의 "과학지도"를 작성하는데 적용되고 있다[10]. 대상논문 간의 클러스터 분석(Cluster analysis)은 다음식과 같은 코사인 계수(Salton's normalization of co-citation)를

사용하였다.

$$S_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sqrt{C_i \cdot C_j}}$$

여기서 C_i 와 C_j 는 논문이 각각 인용된 회수이며, C_{ij} 는 서로 다른 2편의 논문이 동일한 논문에 인용된 회수이다.

유사도계수 0.1, 1개 클러스터링당 최대 결합 논문수 50으로 하여 분석한 결과 결합논문수가 10개 이상의 영역이 250개로 도출되었다. [표 5]는 도출된 250개의 영역 중에서 결합 논문수 50인 결과의 논문 제목 일부를 나타낸 것이다.

이러한 정보분석을 통하여 도출된 연구영역을 전문가나 기존의 연구결과와 비교하여 최종연구 및 기술영역으로 도출할 수 있는 유망연구영역 도출 분석시스템을 사용하였다[11]. [표 6]은 건설/환경/에너지분야의 대표적인 연구 및 기술영역의 예를 나타낸 것이다. 이러한 분석을 토대로 향후에 질적인 평가가 동시에 수행될 수 있는 방안이 필요하다.

표 5. 서지결합법에 의한 유망연구영역 도출결과 일부

연번	논문 제목
1	Pairing an Epsilon-Negative Slab with a Mu-Negative Slab: Resonance, Tunneling and Transparency
2	Modelling static and dynamic behaviour of proton exchange membrane fuel cells on the basis of electro-chemical description
3	A comparison of methods for multiclass support vector machines
4	A gradient theory of single-crystal viscoplasticity that accounts for geometrically necessary dislocations
5	The relationship between mass and mobility for atmospheric particles: A new technique for measuring particle density
6	Characterization of ultra-wide bandwidth wireless indoor channels: A communication-theoretic view
7	Chip-interleaved block-spread code division multiple access
8	Structurally diverse dendritic libraries: A highly efficient functionalization approach using click chemistry
9	Size control of ZnO nanorod arrays grown by metalorganic chemical vapour deposition
10	A 5 GHz CMOS transceiver for IEEE 802.11a wireless LAN

표 6. 유망연구 및 기술영역의 최종 결과 예

연구(기술)영역명	분야
섬유강화플라스틱(Fiber Reinforced Plastics)를 적용한 강화콘크리트(Reinforced Concrete)의 제조기술	건설
충격부하(Shock Loading)와 연관된 복합구조체의 구조적 성능개선 및 제작기술	건설
투명유리 코팅재의 층상구조 제조기술	건설
라체팅(Ratcheting) 거동에 의한 피로파괴 예측기술	건설
마이크로 연료전지의 시스템 개발 및 설계기술	에너지
바이오매스 가스화반응(Biomass Gasification)을 응용한 연료가스 제조기술	에너지
지열 펌프(Ground-Source Heat Pumps, GSHPs)의 에너지 이용 효율 향상에 대한 연구	에너지
유기물 발효공정을 통한 수소(hydrogen gas) 제조기술	에너지
생태 모델링을 이용한 기후변화에 따른 종의 분포 예측 및 사회·생태 회복기술	환경
생체내 잔류 과불화 화합물의 측정과 저감기술	환경
지구대기에서 solar radiation의 신란 및 흡수 메커니즘과 그에 따른 기후변화 예측 모델링	환경
효율적인 수자원 개발을 위한 수문모델 이용 예측기술	환경
선택성 제초제의 약해경감 조합비율 조절기술	환경
생물학적 막분리공정(Membrance Bio Reactor System)을 활용한 폐수처리 기술과 파울링(Fouling)억제기술	환경

IV. 결론

본 논문에서는 기술동향을 파악하고, 유망연구영역을 도출하기 위하여 계량정보학적 분석기법인 정보분석 및 서지결합법을 실시하였다. 계량정보분석을 통하여 유망연구영역을 도출하는 데에는 한계가 있으나, 특정분야를 대상으로 객적인 유망연구영역을 도출할 수 있는 길을 열었다. 본 논문의 주요결과는 다음과 같다.

첫째, WoS 데이터베이스를 탈피하여 각 국가에서 발생하는 정보(미국 37%, 유럽 50%, 아시아 12%, 기타 1%)의 16,000 여종을 대상으로 피인용정보를 제공하는 Scopus 데이터베이스를 중심으로 건설교통관련 서브 그룹 36개 분야의 정보를 추출하여 기술정보분석을 수행하여, 국가간, 분류별 기술동향을 분석하였다.

둘째, 추출된 데이터 17,120건을 서지결합분석법을 수행하여 유망연구영역을 도출하고, 이를 토대로 유망연구영역 및 기술영역을 최종 도출할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 이상필, 이창환, 손은수, 이혁재, 강종석, 여운동, “유망연구영역 선정모델 연구”, 한국과학기술정보연구원, BW148, 2006.
- [2] 박현우, 박영서, 권영일, 김재우, 구영덕, “미래 유망기술 사업화아이템 선정 연구”, 한국과학기술정보연구원, BW149, 2006.
- [3] K. W. McCain, “The structure of biotechnology research-and development(R&D),” *Scientometrics*. Vol.32, pp.153-175, 1995.
- [4] 김원종, 노경란, 서진이, 권오진, 정의섭, “동시저자분석을 통한 한국의 OLED분야 지식구조 파악을 위한 연구”, 한국콘텐츠학회 2006 추계종합학술대회 논문집, Vol.4, No.2, pp.667-671.
- [5] http://apps.isiknowledge.com/WoS//help/h_ database.htm
- [6] <http://info.scopus.com/overview/what/>
- [7] Cole and Eales, “The History of Comparative Anatomy : A Statistical Analysis of the Literature,” *Science Progress*, Vol.11, No.4, pp.578-596, 1917.
- [8] “Bio-Vision 2016 제2차 생명공학육성기본계획 (’07~’16)”, 교육인적자원부, 과학기술부, 농림부, 산업자원부, 정보통신부, 보건복지부, 환경부, 해양수산부, 2006.
- [9] M. Kessler, “Bibliographic coupling between scientific papers,” *American Documentation*, Vol.14, pp.10-25, 1963.
- [10] W. Glänel and H. Czerwon, “A new methodological approach to bibliographic coupling and its application to the national, region and institutional level,” *Scientometrics*, Vol.37, pp.195-221, 1996.
- [11] <http://miso.yeskisti.net/wsp/infoOutline.jsp>

