키워드 연결 관계를 통한 계량정보 분석

신현식* · 권오진** · 구영덕** · 손영우*** · 배영철****

Scientometric Analysis through Linkage Relation of Keyword

Hyun-Shik Shin* · Oh-Jin Kwon** · Young-Duk Koo** · Young-Woo Shon*** · Young-Chul Bae****

요 약

본 논문에서는 논문 문헌을 중심으로 키워드를 선정하여 사용할 때 키워드 간의 상호 연관 관계를 조사한다. 조사 대상은 마이크로 배터리와 에너지 하비스팅을 중심으로 핵심 키워드와 핵심 키워드를 중심으로 한 서브 핵심 키워드의 상호 연관이 어떻게 구성되는지를 제안한다.

ABSTRACT

In this paper, we investigate a mutual associative relation between keyword when we used keyword in the papers. We propose how to organize mutual association between the key keyword and sub keyword in the micro battery and energy harvesting.

키워드

Scientometric Analysis, Micro Battery, Energy Harvesting, Keyword Analysis, Analysis of Key
계량정보분석, 마이크로 배터리, 에너지 하비스팅, 키워드 분석, 핵심 분석

1. 서 론

최근 전세계에서 발간하는 논문 분석을 통하여 미래 기술에 대한 예측과 발전 동향을 살펴보는 계량정보 분석(scientometric analysis)에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 일반적으로 이러한 계량정보분석 주로 논문과 특허를 중심으로 이루어진다. 논문은 특허와 달리 분류기호가 전세계적으로 정의되어 있지 않아서 검색 등에서 키워드에 주로 의존하여 분석한다.

일반적으로 논문 등에서 사용하는 키워드는 다른 단어들과 서로 밀접한 연관 관계를 가지고 있어 핵심 키워드를 선정하고 관련 키워드를 어떻게 선정하느냐에

따라 계량정보 분석의 내용이 달라질 수 있다

지금까지 계량정보 분석에 대한 연구는 박종규[1-4], 구영덕 [5-8] 등이 풍력발전, 스마트 그리드, 자율 주행 자동차, LED, 그린 IT를 중심으로 국제적으로 인정받는 Web of Science의 데이터베이스 및 특허 데이터베이스에서 검색한 데이터를 중심으로 개인별, 국가별, 기관별로 관련 논문을 분석하고 이들에 대한 수준 지수(Index level)와 핵심 국제 공동 연구 네트워크(International Cooperation Research Network, Analysis of Key), Q-L 분포를 중심으로 한 국제네트워크 관계를 연구하였다. 이들 연구 중 구영덕[5-6]은 LED를 중심으로 한 지식 맵 구축

* 한국과학기술정보연구원 전문연구위원(hskim3939@nate.com) ** 한국과학기술정보연구원(dbajin, ydkoo@kisti.re.kr)

*** 김포대학 IT 학부 멀티미디어학과(ywshon@kimpo.ac.kr)

**** 교신저자(corresponding author) : 전남대학교 전기·전자통신·컴퓨터 공학부(ycbae@jnu.ac.kr)

접수일자 : 2013. 08. 12

심사(수정)일자 : 2013. 09. 23

게재확정일자 : 2013. 10. 21

방법을 제시하였다.

한혁[9] 한국전자통신학회논문지 전체를 통하여 공동연구 네트워크를 연구하였고, 안세정[10] 등은 과학계량학 기법을 이용하여 Scopus로부터 CRT, LCD, LED, OLED, PDP 각 주제영역 분야별 검색용 키워드로 사용하여 디스플레이 영역에 대한 연구 트렌드를 연구하였다.

이준영[11] 등은 기초기술연구회 13개 출연기관을 대상으로 한 국제 공동 연구에 대한 영향력을 연구하였다. 안세정[12]은 그래핀을 중심으로 키워드 매핑의 동태적 분석을 통하여 유망 영역에 대한 연구 영역을 제시하였다. 이외의 다른 연구로는 이상윤[13-16] 등이 제시한 정보계량분석이 있었다. 그러나 이들 연구들은 모두 키워드를 중심으로 단순 지수를 중심으로 연구하여 연구자들 사이의 상세한 연결 네트워크를 입체적으로 제공하지 못하는 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 논문 문헌을 중심으로 키워드를 선정하여 사용할 때 키워드 간의 상호 연관 관계를 조사한다. 조사 대상은 마이크로 배터리와 에너지 하비스팅을 중심으로 핵심 키워드와 핵심 키워드를 중심으로 한 서브 핵심 키워드의 상호 연관이 어떻게 구성되는지를 제안한다.

II. 마이크로 배터리와 에너지 하비스팅의 논문 분석을 통한 계량정보분석[1-6]

2.1 마이크로 배터리의 연도별 발표 논문 수

Web of Science에 1994년에서 2013년까지 발표된 마이크로 배터리에 대한 총 논문은 253편으로 논문이 발표되었으며 이를 표1에 나타내었다.

2.2 에너지 하비스팅의 연도별 발표 논문 수

Web of Science의 데이터베이스를 이용하여 에너지 하비스팅에 관한 계량정보분석을 위하여 "energy harvesting" 또는 "energy harvest"의 검색어로 검색 연도는 1994-2013으로 제한하였으며, 검색된 총 논문 수는 2,295편이었으며 이를 표2에 나타내었다.

표 1. 마이크로 배터리의 1994년-2013년 기간 동안 발표된 논문 수

Table 1. Number of published paper of micro battery during 1994-2013

연도	논문수	누적 논문 수	한국 논문 수
1994	2	2	0
1995	3	5	0
1996	2	7	0
1997	1	8	0
1998	2	10	1
1999	4	14	0
2000	6	20	4
2001	13	33	10
2002	12	45	9
2003	23	68	15
2004	20	88	7
2005	16	104	7
2006	17	121	4
2007	11	132	3
2008	19	151	5
2009	22	173	5
2010	13	186	1
2011	29	215	2
2012	23	238	0
2013	15	253	2

표 2. 에너지 하비스팅의 1994년-2013년 기간 동안 발표된 논문 수

Table 2. Number of published paper of energy harvesting during 1994-2013

연도	논문 수	누적 논문 수	한국 논문
1994	2	2	0
1995	2	4	0
1996	1	5	0
1997	3	8	0
1998	2	10	0
1999	3	13	0
2000	3	16	0
2001	5	21	0
2002	6	27	0

2003	9	36	0
2004	15	51	1
2005	42	93	4
2006	43	136	1
2007	73	209	0
2008	134	343	5
2009	188	531	14
2010	323	854	22
2011	434	1,288	28
2012	614	1,902	52
2013	393	2,295	45

2.3 마이크로 배터리의 국가별 발표 논문 수

표 3에 마이크로 배터리에 대한 국가별 논문 발표 수를 나타내었다. 마이크로배터리 관련 논문의 저자 국적을 분석한 결과 세계적으로 28개 국가에서 관련 연구가 수행되는 것으로 나타났다. 이들 국가 중 한국이 75편의 논문을 발표하여 전체 253편의 논문 중 29.64%를 점유하며 가장 많은 논문을 발표한 것으로 나타났다. 미국은 66편 (26.09%), 중국은 32편 (12.65%)의 논문을 발표하여 각각 2, 3위를 차지하였다. 한국은 75편 (29.64%)의 논문을 발표하여 1위를 차지하였다.

표 3. 마이크로 배터리의 1994년-2013년 기간 동안 발표된 국가별 논문 수

Table 3. Number of published paper of micro battery harvesting each nation during 1994-2013

순위	국가	논문 수	비중 (%)
1	South Korea	75	29.64
2	USA	66	26.09
3	China	32	12.65
4	France	25	9.88
5	Japan	17	6.72
6	Sweden	12	4.74
7	Israel	8	3.16
8	India	7	2.77
9	Germany	5	1.98

2.4 에너지 하비스팅의 국가별 발표 논문 수

그림 4에 에너지 하비스팅에 대한 국가별 논문 발표 추이를 나타내었다. 에너지 하비스팅 관련 논문의 저자 국적을 분석한 결과 세계적으로 67개 국가에서 관련 연구가 수행되는 것으로 나타났다. 이들 국가 중 미국이 974편의 논문을 발표하여 전체 2,295편의 논문 중 42.44%를 점유하며 가장 많은 논문을 발표한 것으로 나타났으며 중국은 285편 (12.42%), 한국은 172편 (7.49%)의 논문을 발표하여 각각 2,3위를 차지하였다.

표 4. 마이크로 배터리의 1994년-2013년 기간 동안 발표된 국가별 논문 수

Table 4. Number of published paper of micro battery harvesting each nation during 1994-2013

순위	국가	논문 수	비중 (%)
1	USA	974	42.44
2	China	285	12.42
3	South Korea	172	7.49
4	UK	164	7.15
5	France	141	6.14
6	Germany	128	5.58
7	Italy	103	4.49
8	Japan	89	3.88
9	Taiwan	72	3.14
10	Spain	61	2.66

III 마이크로 배터리와 에너지 하비스팅의 국제 관계 분석

2장에서 조사한 논문을 기반으로 마이크로 배터리와 에너지 하비스팅에 관한 키워드들 사이의 상호 연관 관계를 분석한다.

3.1 마이크로 배터리의 키워드 관계 분석

마이크로 배터리의 키워드 관계는 그림 1와 같은 국가별 연관관계를 만들어 낼 수 있다. 그림 1에서 보는 것과 마이크로 배터리는 제조가 가장 큰 허브를 구성하여 관계됨을 알 수 있다.

그림 1. 마이크로 배터리의 키워드 연관 관계
Fig. 1 Associative relation of micro battery of each keyword

3.2 에너지 하비스팅의 키워드 관계 분석

에너지 하비스팅의 키워드 연관 관계 분석을 위해 서 그림 2와 같은 국가별 연관관계를 만들어 낼 수 있다. 그림 2에서 보는 것과 발전기, 시스템, 디자인이라는 키워드가 핵심 키워드로 허브 역할을 하는 것을

알 수 있다. 디바이스, 변환, 회로 등이 그 다음의 역할을 한다.

그림 2. 에너지 하비스팅의 키워드 연관 관계
Fig. 2 Associative relation of energy harvesting of each keyword

3.3 마이크로 배터리와 에너지 하비스팅의 키워드의 계층관계 분석

마이크로 배터리와 에너지 하비스팅 키워드에 각각에 대한 계층 구조 분석 결과를 그림 3과 그림 4에 각

각 나타내었다. 이들은 키워드들 사이의 계층 구조를 나타냄으로서 얼마나 밀접한 관계를 가지는 가를 보여 준다.

그림 3. 마이크로 배터리 키워드의 계층 연관 관계
Fig. 3 Hierarchy associative relation of micro battery of each keyword

그림 4. 에너지 하비스팅 키워드의 계층 연관 관계
Fig. 4 Hierarchy associative relation of energy harvesting of each keyword

IV. 결 론

본 논문에서는 마이크로 배터리와 에너지 하비스팅 분야에서 발표한 논문을 중심으로 키워드가 어떻게 구성되었는지를 살펴보았다. 본 연구를 통하여 키워드를

중심으로 한 연관 관계와 계층 구조 관계를 확인할 수 있었으며 이들 통하여 앞으로 연구 방향을 정하는데 검색식으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] Jong-Kyu Park, Young-Chul Bae, "Development of a Technical Road Map for Future Research in Wind Power Generation using Grading Criteria as a Rubric for Research Focus", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 6, No. 3, pp. 417-423, 2011.
- [2] Jong-Kyu Park, Young-Chul Bae, "Scientometric Analysis for Pilot Study of Smart Grid", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 7, No. 1, pp. 97-105, 2012.
- [3] Jong-Kyu Park, Jeong-Dan Choi, Young-Chul Bae, "Scientometric Analysis of Autonomous Vehicle through Paper Analysis of each Organization and Author", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 8, No. 2, pp. 329-337, 2013.
- [4] Jong-Kyu Park, Jeong-Dan Choi, Young-Chul Bae, "Scientometric Analysis of Autonomous Vehicle through Paper Analysis of each Nation", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 8, No. 2, pp. 321-328, 2013.
- [5] Young-Duk Koo, Young-IL Kwon, Dae-Hyun Jeong, "Analysis of a Technical Competition based on Intellectual Property for Constitute of LED Knowledge Map", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 7, No. 5, pp. 955-960, 2012.
- [6] Young-Duk Koo, Dae-Hyun Jeong, Young-IL Kwon, "LED Knowledge Map through a Patent Application", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 7, No. 5, pp. 961-966, 2012.
- [7] Young-Deok Koo, Dae-Hyun Jeong, Young-IL Kwon, "Analysis of Technology of Green IT fields using patent information, The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 8, No. 2, pp. 249-253, 2013.
- [8] Young-Deok Koo, Dae-Hyun Jeong, Young-IL Kwon, "The Methodology for constitute Knowledge Map of Green IT", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 8, No. 1, pp. 1-6, 2013.
- [9] 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 Science, Vol. 7, No. 6, pp. 1343-1351, 2012.
- [10] June-Young Lee, We Shim, Se-Jung Ahn, Oh-Jin Kwon, Kyung-Ran Noh, "A Study on the Citation Impact of International Collaboration Research for 13 Government-supported Research Institutes of Korea Research Council of Fundamental Science and Technology(KRCF)", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 7, No. 6, pp. 1353-1362, 2012.
- [11] 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 Science, Vol. 7, No. 6, pp. 1393-1401, 2012.
- [12] Sang-Yun Lee, Hong-Joo Yoon, "Korea's Global Science & Technology(S&T) Agenda", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 7, No. 4, pp. 693-705, 2012.
- [13] Sang-Yun Lee, Hong-Joo Yoon, "The Study on Development of Technology for Electronic Government of S. Korea with Cloud Computing analysed by the Application of Scenario Planning", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 7, No. 6, pp. 1245-1258, 2012.
- [14] Sang-Yun Lee, Hong-Joo Yoon, "The Study on Strategy of National Information for Electronic Government of S. Korea with Public Data analysed by the Application of Scenario Planning", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 7, No. 6, pp. 1259-1273, 2012.
- [15] Sang-Yun Lee, Hong-Joo Yoon, "The Study of SWOT (Strength - Weakness- Opportunity- Threat) Analysis for Micro-robot", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 7, No. 4, pp. 881-895, 2012.
- [15] Sang-Yun Lee, Hong-Joo Yoon, "TA Study on

Development of Technology System for Deep-Sea Unmanned Underwater Robot of S. Korea analysed by the Application of Scenario Planning", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 8, No. 1, pp. 27-47, 2013.

- [16] Sang-Yun Lee, Hong-Joo Yoon, " Study on Development of Technology System for MIS (Minimally Invasive Surgery) robot of S. Korea analysed by the Application of Scenario Planning", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science, Vol. 8, No. 1, pp. 13-26, 2013.
- [17] H. Ernst, "Evaluation of Dynamical Technological Developments by means of Patent data", Springer, New York, 1999.
- [18] H. Ernst, " Patent portfolios for strategies R&D planning", Journal of Engineering and Technology Management, Vol. 15, pp. 279-308, 1998.

감사의 글

ReSEAT 프로그램은 미래창조과학부 과학기술진흥기금 및 복권기금으로 국민과 함께 하고 있습니다.

저자 소개

신현식(Hyun-Shik Shin)

1969년 광운대학교 무선통신공학과 졸업(공학사)

1980년 건국대학교 행정대학원 졸업(행정학석사)

1995년8월 경남대학교 대학원 졸업(행정학박사)

1978년3월 여수수산대학교 전자통신공학과 교수

2006년3월 전남대학교 전자통신공학과 교수

전남대학교 산학협력대학원장

2013년4월 한국과학기술정보연구원 전문연구위원

※ 관심분야 : 정보통신, 데이터통신, 통신정책

권오진(Oh-Jin Kwon)

1990년 광운대학교 전자계산학과 졸업(이학사)

1994년 광운대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사)

2009년 서울시립대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(공학박사)

1994년~2000년 산업기술정보원 책임연구원

2001년~현재 한국과학기술정보연구원 책임연구원

※ 관심분야 : 과학계량학, 정보분석시스템, 지식과학, 정보 구조화

구영덕(Young-Duk Koo)

1988년 2월 인천대학교 기계공학과(공학사)

1990년 2월 인천대학교 기계공학과(공학석사)

1998년 2월 인천대학교 기계공학과(공학박사)

1991년~현재 : 한국과학기술정보연구원 책임연구원

※ 관심분야 : 미래 유망기술, 계량정보분석, 기술시장분석

손영우(Young-Woo Shon)

1981년 2월 광운대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1983년 2월 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

2000년 2월 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

1991~1998년 : KISTI 전자전기실 책임연구원

1998년 3월~현재 김포대학 멀티미디어과 부교수

※ 관심분야 : 카오스 공학, 멀티미디어응용, 영상처리

배영철(Young-Chul Bae)

1984년 광운대학교 전기공학과(공학사)

1986년 광운대학교대학원 전기공학과(공학석사)

1997년 광운대학교대학원 전기공학과(공학박사)

1986년~1991년 한국전력공사

1991년~1997년 산업기술정보원 책임연구원

1997년~2006년 여수대학교 전자통신전기공학부 부교수

2002년~2002년 Brigham Young University 방문교수

2006년~현재 전남대학교 전기·전자통신·컴퓨터공학부 교수

2011년~2011년 University of Utah 방문교수

※ 관심분야 : Chaos Control and Chaos Robot, Robot control etc.