

## Analysis of SCI Journals Cited by Korean Journals in the Computer field

Byungkyu Kim\*, Beom-Jong You\*, Ji-Hoon Kang\*\*

\*Senior Researcher, Dept. of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI, Daejeon, Korea

\*Principal Researcher, Dept. of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI, Daejeon, Korea

\*\*Professor, Dept. of Computer Science and Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea

## [Abstract]

It is very important to analyze and provide information resources for research output produced in the computer field, the core science of the 4th Industrial Revolution. In this paper, SCI journals cited from domestic journals in the computer field were identified and the citation rankings and their co-citation networks were generated, analyzed, mapped and visualized. For this, the bibliographic and citation index information from 2015 to 2017 in the KSCD were used as the basis data, and the co-citation method and network centrality analysis were used. As a result of this study, the number of citations and the citation ranks of SCI journals and papers cited by Korean journals in the computer field were analyzed, and peak time(2 years), half-life(6.6 years), and immediacy citation rate(2.4%) were measured by citation age analysis. As a result of network centrality analysis, Three network centralities(degree, betweenness, closeness) of the cited SCI journals were calculated, and the ranking of journals by each network centrality was measured, and the relationship between the subject classifications of the cited SCI journals was visualized through the mapping of the network.

▶ **Key words:** SCI, KSCD, Citation Analysis, Social Network Analysis

## [요 약]

4차 산업혁명의 핵심 학문인 컴퓨터 분야에서 생산되는 연구성과물에 대한 활용 정보자원의 분석 및 제공은 매우 중요하다. 본 논문에서는 국내 컴퓨터분야 학술지 수록 논문들에서 인용한 국제 과학기술인용색인인 SCI 학술지들을 식별하여 피인용 현황과 이들의 동시인용 관계를 네트워크로 생성하여 분석하고 지도화하여 시각화하는 연구를 수행하였다. 이를 위해 기반 데이터로 KSCD의 발행연도 기준 2015년부터 2017년까지의 논문 및 참고문헌 데이터를 활용하였고 학술지 동시인용 기법과 네트워크 중심성 분석기법을 사용하였다. 연구 수행 결과, 국내 컴퓨터 분야 학술지 논문들이 인용한 SCI 학술지 및 논문들의 피인용 순위와 인용나이 분석을 통한 인용절정기(2년), 인용반감기(6.6년), 즉시인용율(2.4%)이 파악되었다. 네트워크 중심성 분석결과 피인용 SCI 학술지들에 대한 연결정도, 사이, 근접중심성 지표가 측정되어 지표별 학술지 순위가 측정되었으며 네트워크의 지도화를 통한 시각화를 통해 피인용 SCI 학술지 간 주제분류 간의 관계성을 파악하였다.

▶ **주제어:** SCI, 한국학술지인용색인데이터베이스, 인용분석, 소셜 네트워크 분석

- First Author: Byungkyu Kim, Corresponding Author: Ji-Hoon Kang
- \*Byungkyu Kim (bk.kim@kisti.re.kr), Korea Institute of Science and Technology Information
- \*Beom-Jong You (you@kisti.re.kr), Korea Institute of Science and Technology Information
- \*\*Ji-Hoon Kang (jhkang@cnu.ac.kr), Dept. of Computer Science and Engineering, Chungnam National University
- Received: 2019. 09. 25, Revised: 2019. 11. 26, Accepted: 2019. 11. 26.

## I. Introduction

제4차 산업혁명 시대의 핵심 기술의 주요 키워드를 꼽는다면 “인공지능”, “사물인터넷”, “클라우드”, “가상현실”, “자율주행”과 같은 ICT 분야의 최신 중요 기술들이다. ICT 즉 정보통신기술의 기반 학문은 컴퓨터 분야로써, 컴퓨터 분야 연구자들의 연구 활동을 분석하는 것은 매우 중요하다. 연구개발 활동에서 생산되는 과학기술논문, 특히 국제 또는 국내에서 공인된 인용색인데이터베이스에 수록된 학술지 논문의 경우 연구 성과의 평가 및 연구개발 동향 분석 등에서 폭넓게 사용된다.

본 논문의 연구 목적은 한국의 컴퓨터 연구자들이 우수하다고 판단하여 자신들의 논문에 자주 인용하는 학술지들을 조사하고 그들 간의 관계를 분석하여, 국내 컴퓨터 분야 인용 특성, 즉 연구 특성이 반영된 핵심 해외 학술지들을 파악하고 이들 학술지 간의 관계를 조망할 수 있는 네트워크 지도를 제시하는 것이다. 본 논문의 연구 결과는 기존 학술정보 검색 시 학술지 추천 등 융합적인 정보서비스 개발을 위한 기반으로 폭넓게 활용될 수 있다. 본 논문에서는 국내 컴퓨터 분야 학술지 인용문헌 및 참고문헌을 활용하여 한국 컴퓨터 분야 연구에서 피인용 학술지들 중에서 핵심 해외 학술지들을 파악하고 피인용 SCI 학술지간 및 학술지의 주제분류 간의 동시인용 네트워크를 생성하고 중심성을 분석하였다. 또한 생성된 네트워크를 지도로 시각화하여 학술지 및 주제분류 간의 관계를 분석하였다. 신뢰성 있는 연구 결과 도출을 위해 국내 학술지 범위는 KCI 등재지로, 핵심 해외 학술지는 SCIE(이하 SCI) 학술지로 한정하였다. 본 논문의 구성은 2장과 3장에서 관련 연구와 연구를 위한 연구 자료 및 연구 방법을 살펴보고 4장에서 주요 연구 결과를 기술하며 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

## II. Related works

국제적으로 연구개발성과를 평가하는데 기반 정보자원으로서 클래리베이트 애널리틱스사의 SCI(Science Citation Index)와 SCI 색인 학술지들에 대한 학술지 영향력 측정 지표와 학술지 순위 등의 정보를 수록한 JCR(Journal citation Reports)이 많이 활용된다. SCI와 같은 인용색인 데이터베이스는 학술지에 수록된 인용문헌과 참고문헌으로 구성되며, 이들의 인용관계를 분석하기 위하여 계량서지분석의 일종인 인용분석 방법이 사용된다. 계량서지분석에는 Table 1과 같이 서지결합, 동시인용 등의 기법들이 존재하며[1] 분

석 단위와 관계 종류에 따라 다양하게 활용된다. 본 연구에서는 학술지 동시인용 기법을 사용하였다[2].

Table 1. Types of Bibliometric Analysis

계량분석 기법	분석 단위	관계 종류
서지결합	저자	저작 논문
	논문	논문
	학술지	학술지 수록 논문
동시저자	저자	저자 이름
	국가	저자 국가
	기관	저자 소속기관
동시인용	저자	저자 참고문헌
	논문	논문 참고문헌
	학술지	학술지 참고문헌
동시단어	저자 키워드	용어 간 동시출현
	제목/초록/본문 추출 용어	

계량분석 기법들과 연계하여 사회네트워크 분석 기법도 많이 활용된다. 학술논문의 구성요소들의 인용빈도 및 동시출현 빈도 등이 네트워크 분석에서 연결 대상이 된다[3]. 네트워크 분석은 네트워크 자체에 대한 분석(밀도, 직경, 연결 거리 등)과 중심성 분석으로 보통 이루어지며, 대표적인 중심성 측정 방법은 연결 중심성, 매개 중심성, 근접 중심성 등이 있다[3]. 국내의 인용색인 DB를 살펴보면 한국과학기술정보연구원의 한국학술지인용색인데이터베이스(이하 KSCD)와 연구재단 KCI 등이 있다[4].

본 논문에서는 KCI 우수등재 및 등재 학술지 목록에서 주제 분야가 컴퓨터 분야인 학술지를 분석 대상으로 선정하였고 데이터는 KSCD를 활용하였다. 국내에서는 계량분석 및 네트워크 분석기법을 활용한 연구가 활발하며, KSCD를 활용한 계량분석 연구의 주제를 살펴보면 지적구조분석, 인용행태분석, 인용관계 시각화, 학술지 영향력 측정 지수개발 등이 많았다[5]. 본 연구의 선행연구로는 KSCD를 활용한 인용분석 연구[4,6,7], 국내 학문 분야 학술지 동시인용 분석을 통한 지적구조 탐색 연구[8,9], 한국 학술지의 JCR 영향력지수에 대한 인용영향력과 SCI 학술지 순위 평가 연구가 있으며[10,11], 이들 연구를 통해 주제 분야와 학술지별 인용행태, 인용추이 등이 파악되었고 국내학술정보자원의 국내뿐 아니라 국제적인 활용 가능성도 확인하였다. 네덜란드 와이닝겐 대학 도서관에서는 대학의 출판 논문들에 대한 학술지 동시인용 분석연구를 통해 대학 연구자들에게 검색 학술지에 대한 대체 학술지 추천 시스템을 개발하고 학제 간 범위가 넓은, 즉 다양한 연구 분야에서 인용을 받는 학술지들에 대한 식별 연구를 수행하였다[12,13]. 컴퓨터 분야와 데이터과학 분야에서는 학술지 단위뿐만 아니라 공저자 동시인용 기법

과 동시출현단어 분석기법을 사용하여 핵심 공저자를 식별하거나 학문 분야의 지적구조를 분석하는 연구들도 수행되고 있다[14,15].

### III. Materials and Research Method

#### 1. Data Collection and Preparation

국내 컴퓨터 분야 연구자들의 SCI 인용현황과 피인용 정보에 대한 분석을 위해 한국에서 발행하는 컴퓨터 분야 학술지와 이들의 인용정보를 활용하였다. 학술지 선정은 KCI에 등재된 컴퓨터 분야로 분류된 학술지 22종을 기준으로 하였으며, KSCD에 인용정보가 구축된 18종을 최종 실험 대상으로 선정하였다. 분석 연구를 위한 데이터의 연도 범위는 최신 정보를 반영하기 위하여 2015년부터 2017년(발행연도 기준 3개년도)으로 설정하였으며, 실험 대상 학술지 및 학술지별 데이터 통계를 기술하면 Table 2와 같다.

Table 2. Korea Journals in the Computer field

발간기관명	학술지 국문명	기사수	참고문헌수
한국컴퓨터정보학회	한국컴퓨터정보학회논문지	711	12560
한국디지털콘텐츠학회	디지털콘텐츠학회 논문지	367	5,687
디지털산업정보학회	디지털산업정보학회 논문지	207	4,055
한국콘텐츠학회	International Journal of Contents	118	2,823
한국정보처리학회	JIPS(Journal of Information Processing Systems)	211	5,212
한국인터넷정보학회	KSII Transactions on Internet and Information Systems	953	25,123
한국정보보호학회	정보보호학회논문지	416	7,434
한국정보처리학회	정보처리학회논문지. 컴퓨터 및 통신시스템	171	2,549
한국정보처리학회	정보처리학회논문지: 소프트웨어 및 데이터공학	228	3,541
한국정보과학회	정보과학회논문지	495	7,333
한국정보과학회	정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터	304	3,513
한국전자거래학회	한국전자거래학회지	119	3,560
한국컴퓨터그래픽스학회	한국컴퓨터그래픽스학회 논문지	80	1,446
대한임베디드공학회	대한임베디드공학회논문지	133	1,801
한국인터넷정보학회	인터넷정보학회논문지	252	4,448
한국인터넷방송통신학회	한국인터넷방송통신학회 논문지	600	7,345
한국인터넷방송통신학회	The International Journal of Advanced Smart Convergence	131	1,473
한국스마트미디어학회	The International Journal of Advanced Smart Convergence	140	1,911
합계		5,636	101,814

본 논문의 실험대상으로 선정된 국내 컴퓨터 분야 학술지 간의 인용 네트워크를 KSCD의 인용색인 정보를 기반으로 네트워크 맵으로 생성하여 살펴보면 Fig 1과 같으며, “한국컴퓨터정보학회논문지”의 경우 “한국인터넷방송통신학회 논문지” > “디지털산업정보학회 논문지” > “정보처리학회논문지, 컴퓨터 및 통신시스템” 등의 순위로 인용 관계가 밀접한 것으로 파악된다.

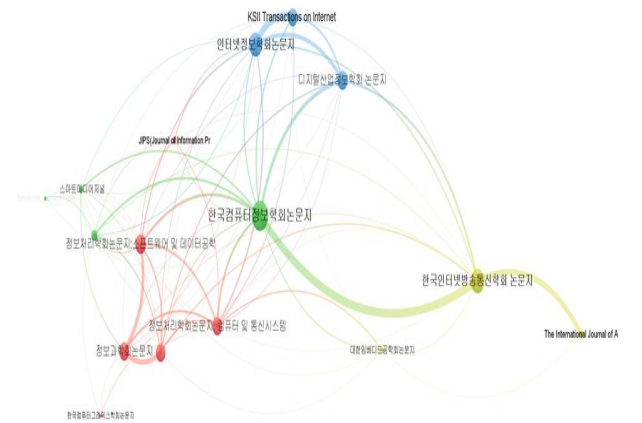


Fig. 1. Citation network among Korean Journals in the Computer field

위 실험 대상 국내 컴퓨터 분야 학술지의 KSCD 참고문헌에서 SCI 학술지 식별은 관련 선행연구를 통해 구축된 저널 식별정보를 사용하였다[11]. 또한 식별된 SCI 학술지에 대한 주제분류별 분석을 위하여 OECD의 FOS(Fields of Science and Technology)와 WoS(Web of Science 서비스) Subject Categories를 사용하였으며, FOS와 WoS 주제분류표 간 매핑은 OECD가 제공하는 매핑 표를 활용하였다. FOS는 6개 대분류와 하위에 42개 분류로, WoS 주제분류표는 176개 분류로 구성되며, FOS(대/중분류) > WoS 주제분류(소분류) 순으로 주제분류표를 구성하였다.

#### 2. Research Method

본 논문에서는 Fig 2와 같은 과정으로 연구를 수행하였다. 연구 수행 내용은 데이터 전처리부분과 분석 부분으로 구성되며, 분석 수행 단계에서는 1) 피인용 SCI 학술지 현황 분석을 2) SCI학술지 동시인용 분석 3) SCI 학술지 동시인용 네트워크 시각화를 수행하였다. 첫 번째 분석단계에서는 학술지별 피인용 통계 분석과 인용나이(출판 이후 인용시점까지의 경과 연도 수)를 바탕으로 즉시인용률, 인용절정기, 인용반감기를 측정하고 피인용 순위를 주제분야, 학술지, 출판국가, 논문별로 분석하였다[16]. 두 번째 분석 단계에서는 학술지

간, 주제 분야 간 동시 인용되는 빈도(두쌍의 밀접도)를 활용하는 학술지 동시인용 분석 기법을 통해 네트워크를 생성하고 중심성 분석을 수행하였다[2]. 피인용 SCI 학술지 동시인용 네트워크 데이터는 자체 개발 프로그램을 통해 생성하였고 네트워크 중심성 분석은 레벨별 동시 인용 네트워크를 생성하고 Gephi 프로그램(0.9.2버전)을 사용하여 중심성 지표(연결정도, 사이, 근접)를 산출 및 분석하였다[17]. 각각의 중심성 지표를 살펴보면 연결정도 중심성은 한 노드가 네트워크의 중심에 위치하는 정도를, 사이(매개) 중심성은 한 노드가 네트워크 내 다른 노드들 사이에 위치하는 정도를, 근접 중심성은 노드와 다른 모든 노드 간 최단 거리의 합이다 [3,18]. 마지막으로 학술지와 주제분류(중분류/소분류) 레벨별 네트워크 시각화를 위한 맵 생성은 Vosviewer 1.6.11버전을 사용하였다[19].

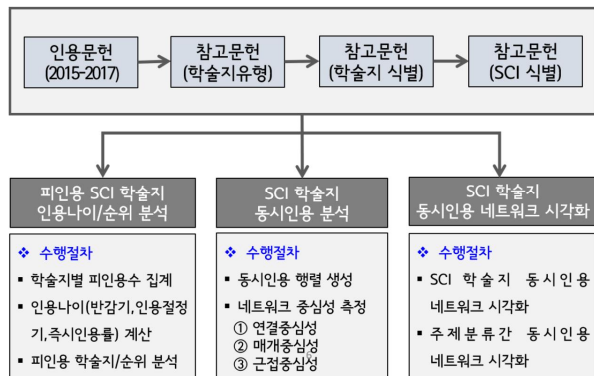


Fig. 2. Research Design and Methods

## IV. Results

### 1. Citation Analysis of Cited SCI Journals

실험 대상이 되는 국내 컴퓨터 분야 학술지 18종 논문 5,6363.1장에서 기술한 건에 수록된 참고문헌 약 10만 건 중에서 3.2장의 연구 방법 중 데이터 전처리를 거쳐 최종적으로 SCI 학술지로 선별된 참고문헌 데이터는 SCI 학술지 1,662종에 수록된 21,294건으로 집계되었다. 피인용 SCI 학술지를 중분류 기준 주제분류로 매핑하여 Fig 3의 그래프와 같이 살펴보면, 대부분 “전기, 전자공학”과 “컴퓨터공학” 분야 학술지들이 많은 부분을 차지하고 있으나 “수학” 및 “기타공학”과 기타 학문 분야 등의 SCI 학술지들도 국내 학술논문들로부터 다양하게 인용되고 있는 것으로 파악되었다. 또한 피인용 SCI 참고문헌을 대상으로 인용나이를 분석한 결과, 인용절정기는 2년이며 인용반감기는 6.6년 그리고 즉시 인용율은 2.4%로 조사되어 출판 년 이후 2년이 지난 논문의

인용률이 가장 높으며 약 7년 이후의 논문은 서서히 인용 인기가 쇠퇴하는 것으로 파악되었다.

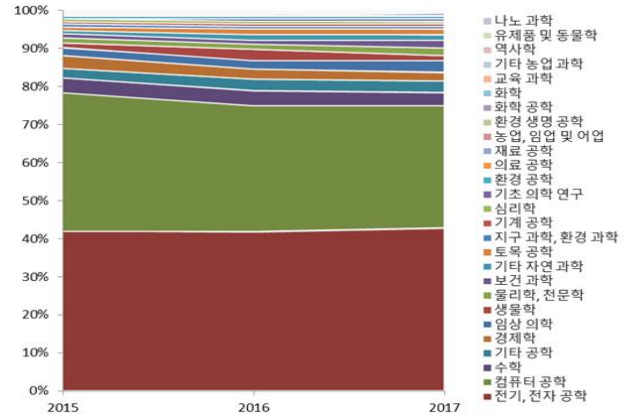


Fig. 3. Times cited by Subject Areas

3.1장 연구재료 부분에서 설명한 WoS 주제분류표를 사용하여 상위 15위까지의 세부주제(점유율)를 순위별로 자세히 살펴보면, "통신(18.7%)", "공학, 전기 전자(16.6%)", "컴퓨터 공학, 정보 시스템(12.6%)", "컴퓨터 공학, 소프트웨어 공학(9.5%)", "컴퓨터 공학, 하드웨어 및 아키텍처(5.6%)", "컴퓨터 공학, 이론 및 방법(5.0%)", "컴퓨터 공학, 인공지능(4.8%)", "오퍼레이션 리서치 및 경영 과학(2.7%)", "수학, 응용(2.0%)", "다학문 분야 과학(1.3%)", "컴퓨터 공학, 학제 간 응용(1.1%)", "자동차 및 제어 시스템(1.0%)", "계기 및 계측(0.9%)", "공학, 토목(0.9%)", "통계 및 확률(0.9%)", "공학, 산업(0.8%)", "광학(0.8%)", "공학, 다학문 분야(0.7%)", "생화학 및 분자 생물학(0.6%)", "컴퓨터 공학, 사이버네틱스(0.6%)와 같다. 또한 피인용 SCI 학술지를 출판국가별로 분석한 결과를 Table 3과 같이 살펴보면, 미국이 가장 많은 62.3%를 차지하고 대형 출판사인 엘시비어사의 소속국가인 네덜란드가 15.8%, 그 밖의 주요 국가들로 파악되고 있다.

Table 3. Times cited by Journal Publication Country

피인용 SCI 학술지 출판 국가	피인용 SCI 학술지수	피인용 횟수	피인용 SCI 학술지 비율	피인용횟수 비율
USA	804	13263	48.4%	62.3%
NETHERLANDS	212	3374	12.8%	15.8%
ENGLAND	393	3083	23.7%	14.5%
SOUTH KOREA	27	562	1.6%	2.6%
SWITZERLAND	37	314	2.2%	1.5%
GERMANY	49	147	3.0%	0.7%
JAPAN	14	114	0.8%	0.5%
PEOPLES R CHINA	15	99	0.9%	0.5%
IRELAND	17	72	1.0%	0.3%
TAIWAN	4	47	0.2%	0.2%

국내 컴퓨터 분야 연구자들이 선호하는, 즉 컴퓨터 분야 한국 학술지 논문으로부터의 피인용 수가 가장 높은 학술지들을 살펴보면 Table 4와 같으며, 표의 주제분류 코드에 대한 주제분류명은 EP(컴퓨터공학, 인공지능), ES(컴퓨터공학, 하드웨어 및 아키텍처), EW(컴퓨터공학, 소프트웨어공학), EX(컴퓨터공학, 이론 및 방법), ET(컴퓨터공학, 정보시스템), YE(통신), IQ(공학, 전기전자)와 같다. 피인용 순위가 반드시 SCI 학술지 영향력 지수 값과 일치하지는 않는 것으로 분석되었다.

Table 4. Cited SCI Journals (Top 15 list)

SCI 학술지	주제분야	피인용 수	JCR 2017 IF
IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE	EP;IQ	662	9.455
IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING	EP;IQ	434	5.071
COMMUNICATIONS OF THE ACM	ES;EW;EX	372	3.063
KSII TRANSACTIONS ON INTERNET AND INFORMATION SYSTEMS	ET;YE	370	0.611
IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY	ET;IQ	350	2.187
PATTERN RECOGNITION	EP;IQ	275	3.962
IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS AND TUTORIALS	ET;YE	264	20.23
EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS	EP;IQ;PE	237	3.768
COMPUTER NETWORKS	ES;ET;IQ;YE	223	2.522
IEEE TRANSACTIONS ON MOBILE COMPUTING	ET;YE	204	4.098
COMPUTER	ES;EW	180	1.94
IEEE TRANSACTIONS ON PARALLEL AND DISTRIBUTED SYSTEMS	EX;IQ	178	3.971
IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS	ES;ET;IQ;YE	177	9.202
IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION FORENSICS AND SECURITY	EX;IQ	172	5.824
IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTERS	ES;IQ	171	3.052

피인용 SCI 학술지들 중에서 인용 인기 즉 피인용횟수가 가장 높은 논문을 Table 5와 같이 살펴보면, 논문의 발행연도 범위는 1989년부터 2015년까지이며 가장 최근 논문의 주제는 “딥러닝”과 “사물인터넷”이다.

Table 5. Cited SCI Journal Articles (Top 15 list)

SCI 학술지명	논문제목	발행연도	저자	피인용 횟수
MIS QUARTERLY	Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology	1989	F. D., Davis, et al	38
COMMUNICATIONS OF THE ACM	MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters	2008	J. Dean, et al	30
INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER VISION	Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints	2004	D. Lowe, et al	25
INFORMATION SYSTEMS FRONTIERS	The internet of things: a survey	2015	Shan-gang Li, et al	23
IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE	A Survey on Sensor Networks	2002	I. F. Akyildiz, et al	23
JOURNAL OF MACHINE LEARNING RESEARCH	Latent Dirichlet Allocation	2003	D. M. Blei, et al	22
IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING	Image quality assessment: from error visibility to structural similarity	2004	Z. Wang, et al	21
COMPUTER NETWORKS	Wireless Sensor Network Survey	2008	J. Yick, et al	20
MANAGEMENT SCIENCE	A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies	2000	Venkat-esh, V., et al	18
IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE	A Computational Approach to Edge Detection	1986	Canny, et al	18
MACHINE LEARNING	Support-Vector Networks	1995	C. Cortes, et al	15
IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE	Eigenfaces vs. fisherfaces: recognition using class specific linear projection	1997	P. N. Belhumeur, et al	15
MANAGEMENT SCIENCE	User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models	1992	Davis, F. D., et al	13
ACM SIGCOMM Computer Communication Review	OpenFlow: enabling innovation in campus networks	2008	N. McKeown, et al	13
NATURE	Deep Learning	2015	Y. LeCun, et al	13

## 2. Co-Citation Network Analysis of SCI Journals

### 2.1 Co-citation Network Centrality

3장의 실험대상 데이터와 실험 방법을 통해 생성된 피 인용 SCI 학술지의 동시인용 네트워크 생성 결과를 바탕으로 Gephi 프로그램을 사용하여 네트워크 중심성을 측정한 결과(매개중심성 측정값 내림차순 정렬 기준 상위 20 위)는 Table 6과 같다. 매개중심성은 네트워크상에서 매개 역할을 하는 노드를 파악하는 데 도움을 주는 지표로서, 소분류 기준 주제 분야가 “다학문 분야 과학”인 “NATURE”, “PLOS ONE”, “SCIENCE” 학술지들이 상위 학술지 목록에 랭크되어 있음을 확인할 수 있다.

Table 6. SNA Centrality Calculated Value of Cited SCI Journals (Top 20 list)

저널명(Fullname)	Weighted Degree	closeness centrality	betweenness centrality	pageranks
IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE	913.075383	0.0546492	0.05854	0.004816
NATURE	96.414048	0.514648	0.052812	0.003613
COMMUNICATIONS OF THE ACM	524.065132	0.528763	0.047394	0.0044
KSII TRANSACTIONS ON INTERNET AND INFORMATION SYSTEMS	463.577894	0.538855	0.039365	0.004194
PLOS ONE	65.682505	0.508033	0.037152	0.002859
EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS	307.998171	0.526474	0.036435	0.003948
IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING	560.905237	0.512979	0.032186	0.003474
SENSORS	176.461071	0.504789	0.027774	0.002771
PROCEEDINGS OF THE IEEE	198.178564	0.515319	0.026132	0.003313
PATTERN RECOGNITION	332.998947	0.515319	0.024879	0.003442
INFORMATION SCIENCES	237.615999	0.518361	0.0233	0.00363
MACHINE LEARNING	137.855336	0.497796	0.018508	0.002725
COMPUTER	248.67271	0.501586	0.017946	0.002593
DECISION SUPPORT SYSTEMS	122.298726	0.489171	0.016793	0.002357
SCIENCE	84.534724	0.492677	0.016411	0.002495
INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER VISION	295.621779	0.498581	0.015673	0.002567
ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	2.118056	0.359155	0.015155	0.000543
IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY	454.132396	0.505435	0.01498	0.003093
PSYCHOLOGICAL BULLETIN	72.78251	0.458527	0.01488	0.001494
JOURNAL OF MACHINE LEARNING RESEARCH	181.249745	0.493138	0.014727	0.002586

### 2.2 Map visualization of Co-Citation Network

앞서 2.1장에서 기술한 피인용 SCI 학술지의 동시인용 네트워크를 활용하여 Vosviewer 프로그램을 활용하여 학술지 동시인용 맵으로 시각화하면 Fig 4, 5와 같다. 피인용 횟수와 네트워크 중심성이 높은 학술지 노드들이 맵상에서 중심을 이루는 것과 피인용 SCI 학술지(1,662종) 간의 동시인용관계를 Fig 4에서 확인할 수 있다. Fig 5는 개별 학술지의 동시인용 관계를 보여주기 위해 “Machine learning”의 저널 약기명인 “MACH LEAR” 사례를 하이라이트로 보여주고 있으며, “IEEE T PATTERN ANAL”, “EXPERT SYST APPL”, “J MACH LEARN RES” 등의 학술지가 높은 관계성을 갖는 것으로 파악된다.

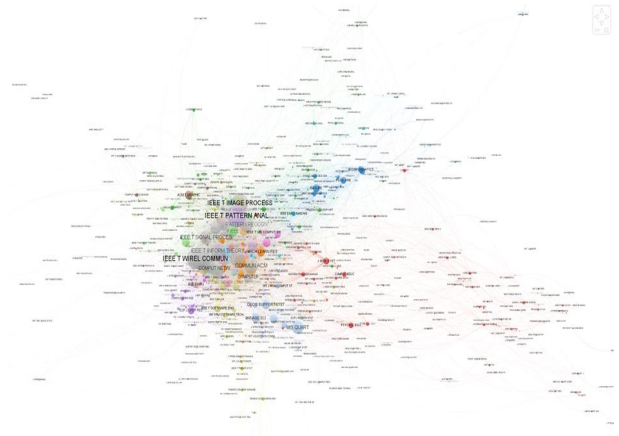


Fig. 4. Co-Citation Network Map (SCI Journal Level)

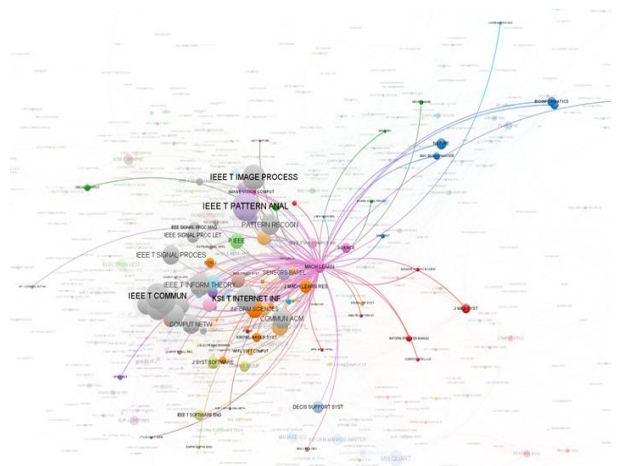


Fig. 5. Co-Citation Network Map (“MACH LEAR” Journal)

피인용 SCI 학술지의 주제분류 정보를 기반으로 주제분류 간 동시인용 네트워크를 생성하여 맵으로 시각화하면 Fig 6, 7과 같다. Fig 6은 중분류(OECD 하위 주제분류) 기준의 네트워크 시각화 결과이며, 네트워크상에서 상대적으로 매우 높은 중심성을 갖는 “컴퓨터공학”과 “전기.전



자공학” 분야들이 서로 동시인용 관계를 갖는 가운데 “수학” 및 “기타공학” 등의 다양한 분야와 관계성이 있다는 것을 확인할 수 있다. Fig 7은 소분류(WoS 주제분류) 기준의 주제 분야 간 동시인용 네트워크 지도로써 “공학, 전기전자”, “통신”, “컴퓨터공학, 정보시스템”, “컴퓨터공학, 소프트웨어공학”, “컴퓨터공학, 하드웨어 및 아키텍처”, “컴퓨터공학, 인공지능”에 해당하는 6개 주제분류들이 네트워크상에서 상대적으로 높은 중심성을 가지며 서로 또는 다른 분야들과 동시인용 관계를 맺고 있음을 보여준다.

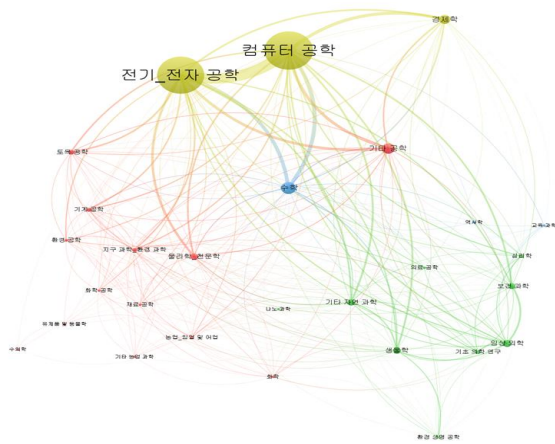


Fig. 6. Co-Citation Network Map (OECD subject Level)

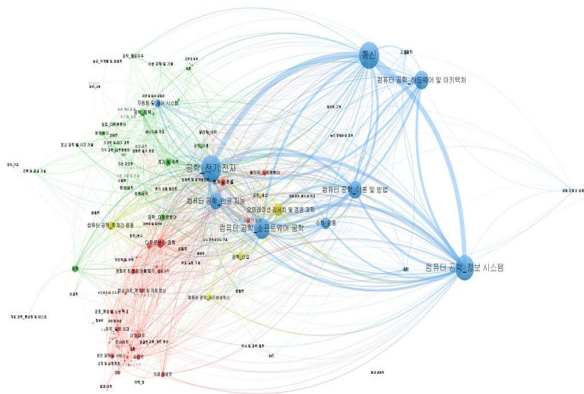


Fig. 7. Co-Citation Network Map (WoS Subject Category Level)

### V. Conclusions

본 논문에서는 국내 컴퓨터 분야 연구자들에게 국내 인용 특성이 반영된 컴퓨터 분야 핵심 SCI 학술지 정보 제공 및 추천을 목적으로 한국의 컴퓨터 관련 주요 학술지의 2015년부터 2017년까지의 인용 정보를 기반으로 인용분석 및 네트워크 분석 연구를 수행하였다. 이를 위해 실험 데이터는 KSCD와 선행연구의 학술지 식별정보를 활용하

였으며 연구 방법으로는 학술지 동시인용 및 주제 분야 동시인용기법, SNA의 중심성 분석기법과 함께 분석 및 시각화 도구로 Gephi와 Vosviewer를 사용하였다. 연구 수행 결과, 컴퓨터 분야 국내 학술지의 실험 연도범위내 참고문헌 중에서 약 20%가 SCI 학술지로 파악되었으며 대부분 “전기, 전자공학”과 “컴퓨터공학” 분야가 많은 부분을 차지하고 있으나 “수학” 및 “기타공학” 또한 기타 학문 분야들의 SCI 학술지들도 국내 학술논문들로부터 인용되고 있는 것으로 분석되었다. 또한 피인용 SCI 학술논문, 학술지, 출판국가의 피인용 횟수 기준 순위가 분석되어 상위랭크된 목록을 제시하였다. 피인용 횟수를 기준으로 피인용 순위 기준 인용나이를 분석한 결과는 출판 년 이후 2년이 지난 논문의 인용률이 가장 높으며 약 7년 이후의 논문은 서서히 인용 인기가 쇠퇴하는 것으로 파악되었다. 네트워크 중심성 분석결과 피인용 SCI 학술지들에 대한 연결정도, 매개, 근접중심성 지표가 측정되었으며, 매개중심성의 경우 주제 분야가 다학문 과학 분야인 학술지를 포함하여 매개성이 높은 학술지들이 파악되었다. 마지막으로 학술지 및 주제 분야 동시인용 네트워크를 맵으로 시각화하여 학술지간, 주제분류 간의 관계성을 파악하였다. 향후 발행연도 및 선행연구인 한국 SCI 논문 분석 결과[10,11]를 통합 및 확대하여 컴퓨터 분야 해외 학술지 추천 시스템 개발 연구를 수행할 계획이다.

### ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by research fund of Chungnam National University.

This research was supported by Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI).

### REFERENCES

[1] M. J. Cobo, A. G. Lopez-Herrera, E. Herrera -Viedma, and F. Herrera, “Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools,” Journal of the American Society for Information Science and Technology, vol. 62, no. 7, pp. 1382-1402, 2011.

[2] K. McCain, “Mapping economics through the journal literature: An experiment in journal cocitation analysis,” Journal of the American Society for Information Science, vol. 42, no. 4, pp. 290-296, 1991.

- [3] S. Lee, "Methodology of Network Analysis," Nonhyung, 2012.
- [4] H. Choi, B. Kim, Y. Jung, and S. Choi, "Korean scholarly information analysis based on Korea Science Citation Database (KSCD)," *Collnet Journal of Scientometrics and Information Management*, vol. 7, no. 1, pp. 1-33, 2013.
- [5] B. Kim, S. Choi. "KSCD Research Publication Report (2009-2013)," KISTI, 2014.
- [6] B. Kim, M. Kang, S. Choi, S. Kim, B. You, and J. Shin, "Citing behavior of Korean scientists on foreign journals in KSCD," *Journal of the Korean Society for information Management*, vol. 28, no. 2, pp. 117-133, 2011.
- [7] M. Kang, J. Shin, and B. Kim, "Automatic Subject Classification of Korean Journals Based on KSCD," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. S1, p. 452, 2015.
- [8] H. Kim, "An Analysis of the Intellectual Structure of the LIS Field: Using Journal Co-citation Analysis," *Journal of the Korean BIBLIA Society for library and Information Science*, vol. 24, no. 4, pp. 99-113, 2013.
- [9] S. Jo and J. Lee, "Journal Co-citation Analysis for Library Services in Pharmaceuticals," *Journal of Information Management*, vol. 43, no. 1, pp. 159-185, 2012.
- [10] B. Kim, Y. Kim, and J. Kang, "Analysis of the citation impact of national journals toward SCIE journals on JCR ranking," *Malaysian Journal of Library & Information Science*, vol. 23, no. 2, pp. 1-24, 2018.
- [11] B. Kim, "Citation Analysis and Ranking Evaluation of SCI Journals based on Korea Science Citation Database," Graduate School, Chungnam National University, 2018.
- [12] Van Veller, Marco GP, and W. Gerritsma, "Development of a journal recommendation tool based upon co-citation analysis of journals cited in Wageningen UR research articles," *Qualitative and Quantitative Methods in Libraries*, vol. 4, no. 2, pp. 233-257, 2017.
- [13] M. van Veller, "Identification of interdisciplinary research based upon co-cited journals," *Collection and Curation*, vol. 38, no. 3, pp. 68-77, 2019.
- [14] I. Kim, J. Choi, K. Kim, and G. Min, "Social Network Analysis of Professional Groups based on Co-author and Review Networks," *Journal of the Korea society of IT services*, vol. 13, no. 1, pp. 181-196, 2014.
- [15] H. Kim, "A Study on the Intellectual Structure of Data Science Using Co-Word Analysis," *Journal of the Korean Society for information Management*, vol. 34, no. 4, pp. 101-126, 2017.
- [16] K. Lee, and S. Yoon. "A Study on Journal Citation Analysis. Korean Republic Administration Review," vol. 30, no. 2, pp. 97-112, 1996.
- [17] M. Bastian, S. Heymann, and M. Jacomy, "Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks," *ICWSM*, 2009.
- [18] L. C. Freeman, "Centrality in social networks conceptual clarification," *Social Networks*, vol. 1, no. 3, pp. 215-239, 1978.
- [19] N. J. van Eck and L. Waltman, "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping," *Scientometrics*, vol. 84, no. 2, pp. 523-538, 2009.

## Authors



Byungkyu Kim received the B.S., M.S. in Computer Science from Chungnam National university in 2001, 2003 and the Ph.D. in Computer Science & Engineering from Chungnam National University, Korea in 2018.

Dr. Kim joined Korea Institute of Science and Technology Information, Korea in 2002. He is currently a Senior Researcher in Department of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI. He is interested in Scientometrics, Disaster & Safety Management and Content & Service.



Beom-Jong You received the B.S. in Electric Engineering in Sogang University, Korea in 1984 and M.S., Ph.D. degrees in Library & Information Science from Chungnam National University, Korea in 2000 and 2005, respectively.

Dr. You joined System Engineering Research Institute, Korea in 1987. He is currently a Prinsipal Researcher in Department of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI, Korea. He is interested in Data Science, Disaster & Safety Management, Content Platform.



Ji-Hoon Kang received the B.S. in Computer Science and Statistics from Seoul National university, Korea in 1979 and the M.S., Ph.D. in Computer Science from KAIST, Korea in 1981, 1996 respectively.

Dr. Kang has served as Professor in Department of Computer Science & Engineering of Chungnam National Universeity, Korea since 1985. His main research interests include Situation Awareness, Semantic Web, Ontology, XML, XQuery, Digital Library Systems and Logic Databases.