

저자동시인용 분석과 동시출현단어 분석을 이용한 의료정보학 저널의 지적구조 분석

Examining the Intellectual Structure of a Medical Informatics Journal with Author Co-citation Analysis and Co-word Analysis

허고은 (Go Eun Heo)*

송민 (Min Song)**

초 록

학문과 기술의 발달이 전개되면서 학문 간의 융합이 이루어지고 학제적 성향을 띠는 학문이 더욱 등장하게 되었다. 현재까지 계량정보학적 방법으로 학문 분야의 지적구조를 파악한 연구는 있었지만 학제적인 학문의 특성을 규명하여 지적구조를 분석한 시도는 적었다. 따라서 본 연구에서는 학제성을 띠는 의료정보학(Medical Informatics) 분야의 저널 중 *IEEE ENG MED BIOL* 저널을 선정하여 저자동시인용 분석과 동시출현단어 분석을 통해 본 저널의 지적구조를 파악하였다. 또한 상위 3개 대표 저널의 저자 및 MeSH Term을 추출하여 종합적으로 비교분석하였다. 이를 통해 의료정보학 분야의 융합된 학문들의 관계를 구조적으로 파악하고 의료정보학의 학문적 성향을 분석했다.

ABSTRACT

Due to the development of science and technology, the convergence of various disciplines has been fostered. Accordingly, interdisciplinary studies have increasingly been expanded by integrating knowledge and methodology from different disciplines. The primary focus of bibliometric methods is on investigating the intellectual structure a field, and analysis of the characterization of interdisciplinary studies is overlooked. In this study, we aim to identify the intellectual structure of the field of medical informatics through author co-citation analysis and co-word analysis by the representative journal "*IEEE ENG MED BIOL*." In addition, we examine authors and MeSH Terms of top three representative journals for further analysis of the field. We examine the intellectual structure of the medical informatics field by author and word clusters to identify the network structure of medical informatics disciplines.

키워드: 의료정보학, 저자동시인용 분석, 동시출현단어 분석, 네트워크 분석
medical informatics, author co-citation analysis, co-word analysis,
network analysis

* 연세대학교 문헌정보학과(goeun.heo@yonsei.ac.kr) (제1저자)

** 연세대학교 문헌정보학과 부교수(min.song@yonsei.ac.kr) (교신저자)

■ 논문접수일자: 2013년 5월 21일 ■ 최초심사일자: 2013년 6월 8일 ■ 게재확정일자: 2013년 6월 26일

■ 정보관리학회지, 30(2), 207-225, 2013. [<http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2013.30.2.207>]

1. 서론

과학기술의 발전으로 인해 복합적인 성격을 띤 학문들이 발전하였고 상이한 학문 분야로부터의 지식이나 방법론의 통합을 기반으로 하는 학제적 연구들이 증가하고 있다. 학제적 연구는 하나의 학문이나 해당 분야의 전문가들에 의해서 적절하게 다루어지기에는 범위가 너무 넓거나 해결되기 어려운 주제를 연구하는 과정으로 정의된다(Klein & William, 1998). 학문 분야의 학제성은 계량정보학 연구에서 주로 문헌이나 저널의 인용을 통해 해당 학문 분야의 지적 구조를 파악함으로써 연구되어 오고 있다.

학문의 지적구조를 분석하는 대표적인 분석 방법인 저자동시인용 분석은 한 쌍의 저자가 동시인용된 빈도를 이용하여 저자들 간의 주제적인 관계를 나타냄으로써 특정 학문 분야의 지적 구조를 나타내는 기법이며, 동시출현단어 분석은 문헌 집합에 나타난 키워드나 분류코드 등의 동시출현빈도를 이용하여 주제 분야의 영역을 시각적으로 표현하는 기법이다. 이러한 동시인용 분석이나 동시출현단어 분석을 통해 특정 주제 영역이 독립적으로 다루고 있는 분야, 공유하고 있는 분야, 시기에 따른 변화 양상 등을 분석할 수 있다.

본 연구에서는 학제성의 성향을 띠는 의료정보학(Medical Informatics) 분야의 저널 중 JCR의 Medical Informatics와 Engineering, Biomedical 주제범주에 속하는 *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine (IEEE ENG MED BIOL)* 저널을 선정하여 의료정보학 분야의 지적구조를 파악하는 것을 목적으로 하며 이를 통해 의료정보학 분야의 융합된 두 학문의

큰 틀을 파악하고 의료정보학 학문의 지적구조를 분석하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 융합학문과 학제성의 정의

20세기 후반 현대 학문의 특징으로 학문과 기술의 수렴 및 융합의 흐름이 전개되었고 학문과 학문 간의 융합을 통해 학문적 성향이 점차 변화하고 있다. 융합과학은 과학, 기술 및 인문사회과학 등의 세분화된 학문들의 결합, 통합 및 응용을 통하여 만들어진 새로운 과학 분야를 뜻한다. 즉, 각 학문이 개별적인 특성은 유지하되 각각의 요소를 모두 고려하여 통합적인 탐구를 이루어내는 특성을 지닌다.

개별 학문 분야에 대한 학제성(Interdisciplinarity)은 학제적 연구가 수행되는 수준에 따라 다음과 같이 세 가지로 구분하여 정의하고 있다. 다학문적 연구(Multidisciplinary Research)는 상이한 학문 분야의 관점을 이용하여 연구가 수행되지만, 학문 분야 간 통합은 아직 성립되기 전 단계의 연구를 의미한다. 둘째, 학제적 연구(Interdisciplinary Research)는 이론적, 개념적, 방법론적으로 어느 정도는 통합이 이루어진 상태의 연구를 뜻한다. 마지막으로 초학문적 연구(Transdisciplinary Research)는 다학문적 연구나 학제적 연구의 수준을 넘어 학문 분야 간 수렴이 관찰되고 학문 분야의 인식론들의 상호적 통합이 수반되는 연구를 의미한다(OECD, 1998).

2.2 학제성 측정 방법

특정 학문 분야의 학제성을 규명하는 방식은 연구자의 협력 연구(Collaboration) 행태 분석, 학술지 논문에 부여된 주제어 분석, 문헌 간의 인용과 동시인용 관계의 분석 또는 웹 링크 행태의 분석과 같이 크게 세 가지로 구분될 수 있다(정호연, 정영미, 2007; Morillo, Bordons, & Gomez, 2001). 또한 저널 간의 유사도 인용 네트워크를 바탕으로 사회연결망 분석에서 주로 사용하는 다양한 중심성의 계산을 통해 저널에 대한 학제성을 밝히는 연구도 있다(Leydesdorff, 2007). 즉, 계량정보학에서는 동시인용 분석(Co-citation analysis)과 동시출현단어 분석(Co-word analysis)을 이용한 매핑을 통해 특정 주제 분야의 지식구조를 관찰할 수 있으며 사회연결망 분석을 이용하여 관계성을 밝혀줄 수 있다.

2.2.1 저자동시인용 분석

동시인용 분석은 학문의 지적구조와 주제 영역 간의 관련성을 규명하기 위한 계량정보학적 분석 방법으로 Small(1973)의 연구에서 처음 제안되었다. 이 기법은 제 3의 논문이 두 편의 논문을 동시에 인용하였을 때, 두 편의 논문은 주제적으로 서로 관련이 있다는 가설을 전제로 한다. 저자동시인용 분석은 White & Griffith(1981)의 연구에서 처음으로 소개되었으며 이 기법은 두 저자가 특정한 논문에 자주 동시 인용될수록 두 저자의 주제 분야는 더욱 밀접한 관계가 있다는 것을 전제로 한다. 저자동시인용 분석은 일정기간 동안의 특정 주제 분야의 지적구조를 규명할 수 있을 뿐만 아니라, 연속적인

시기를 여러 기간으로 나누어 저자동시인용 분석 결과를 비교함으로써 특정 주제 분야의 지적구조의 변화를 살펴볼 수 있다.

2.2.2 동시출현단어 분석

동시출현단어 분석은 문헌 집합에 나타난 키워드나 분류코드 등의 동시출현빈도를 이용하여 주제 분야의 영역을 시각적으로 표현하는 방법으로 다양한 분야의 주제 영역의 경향과 시기적 변화 등을 파악하기 위해 사용된다. 동시출현단어 분석은 1980년대 프랑스 École Nationale Supérieure des Mines의 Centre de Sociologie de l'Innovation과 CNRS(Centre National de la Recherche Scientifique)가 협력해서 개발한 "LEXIMAPPE" 시스템에서 처음 시작되었다. 그 후 동시출현단어 분석은 Callon 등(Callon, Law, & Rip, 1986)의 "Mapping of the Dynamics of Science and Technology"라는 책을 통해 하나의 방법론으로 정리되어 프랑스뿐 아니라 영국, 네덜란드, 미국 등 여러 나라로 확산되었고, 과정과 측정, 해석적인 측면에서 향상을 가져오게 되었다(He, 1999).

2.3 선행 연구

학문 분야별로 계량정보학적 기법을 적용하여 지적구조를 밝히는 연구들이 활발히 연구되어왔다.

우선 저자동시인용 분석을 적용한 연구는 국제 경영 분야의 상위 5개 저널을 대상으로 트렌드를 분석한 연구(Acedo & Casillas, 2005), 20년 동안의 경영 전략 분야의 지적구조를 파악한 연구(Nerur, Rasheed, & Natarajan, 2008)

가 있다. Medical Informatics 분야 관련 연구로는 Medical Reference Services Quarterly 저널을 대상으로 내용 분석과 인용 분석을 시도한 연구(Kenefick & Werner, 2011), Health Informatics 분야의 지적구조를 밝히기 위해 분야 내 상위 저널, 연구 기관 정보, 상위 저자 정보 등을 분석하여 시각화한 연구가 있다(Liang, 2010).

동시출현단어 분석을 적용한 연구로 Milojević, Sugimoto, Yan, Ding(2011)은 문헌정보학 분야의 지적구조를 확인하기 위해 논문의 제목을 동시출현단어 분석과 계층적 클러스터링을 이용하였고, 하위 주제 분야를 도서관, 정보학, 계량정보학으로 제시하였다. Zong, Shen, Yuan, Hu, Hou, Deng(2013)은 중국의 문헌정보학 분야의 박사학위 논문에 대한 지적구조를 파악하기 위해 클러스터 분석과 동시출현단어 분석을 통해 연구 분야의 특징을 확인하였다. 이외에도 문헌정보학 분야(Liu, Hu, & Wang, 2011; Uzun, 2002; Zhao & Zhang, 2011)와 생물학 분야(An & Wu, 2011; Cambrosio, Limoges, Courtial, & Laville, 1993; Rip & Courtial, 1984) 등 다양한 학문 분야의 지적구조를 밝힌 연구들이 시도되었다.

또한 계량정보학적 기법을 적용하여 의료정보학 분야의 학문적 특성과 트렌드를 파악한 연구가 있다. DeShazo, LaVallie, Wolf(2009)는 MEDLINE에서 인용 정보, 저널 트렌드, 저널 빈도, MeSH Term 빈도수 등의 정보를 확인하였다. 분석 결과 Medical Informatics 영역은 연평균 12%의 증가율을 보일 정도로 지속적으로 발전하는 분야라는 점을 강조했다. Morris와 MaCain(1988)은 핵심 저널의 동시인용 데

이터에 다변량 분석을 시도하여 동시인용 패턴을 확인하였다. 결론적으로 다학제적인 학문은 인용된 저널의 특성에 따라 변화된다는 사실을 밝혔다. Malin과 Carley(2007)는 동시인용 분석과 공저자 분석을 이용하여 Bioinformatics와 Medical Informatics 저널에 속한 편집위원들(Editorial Staffs)의 커뮤니티 내에서의 활동과 저널 간의 네트워크 관계를 밝혔으며, 결론적으로 시간이 지남에 따라 Bioinformatics와 Medical Informatics의 관계성이 더 높아짐을 확인했다. Schuemle, Talmon, Moorman, Kors(2009)는 MEDLINE에서 문헌의 제목과 초록을 추출하였고 N-gram으로 자질 선정을 하였다. 반자동화 과정을 거쳐 클러스터링 알고리즘을 적용했으며, 시간이 지남에 따라 저널 대부분의 학문적 특성이 변화한다는 점을 확인했다. 더불어 의료정보학의 과거와 현재를 분석하여 미래의 학문적 방향을 제안한 연구에서는 Health Care가 지속적으로 증가함에 따라 Medical Informatics 영역도 핵심역할을 하기 위해 변화에 즉각적으로 반응하며 능동적으로 대처해야 한다고 보았다(Haux, 2010).

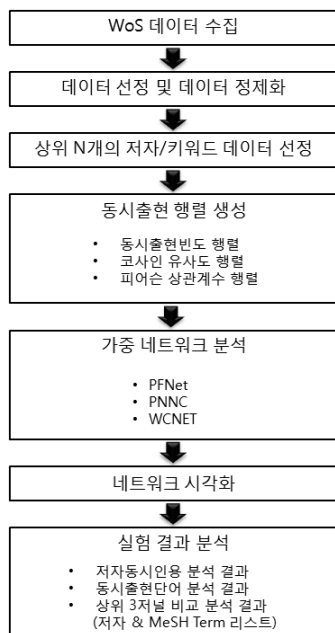
선행 연구들은 대부분 저자동시인용 분석, 동시출현단어 분석 등과 같이 한가지의 계량정보학적 기법에 초점을 두어 학문적 성향과 특징을 밝히는데 그쳤다. 또한 다양한 기법을 통해 의료정보학 분야의 학문적 특성을 규명하려는 시도가 있었지만 이들 대부분은 다차원 척도법, 주성분 분석, 클러스터링과 같은 분석 기법을 적용하여 학문 분야의 전체적인 큰 틀을 확인할 수는 있었지만 학문 범위 내에서 인용된 저자 및 키워드들 간의 관계성과 특성을 면밀히 살펴보는 못했으며, 학제적인 관점에서 분석을 시

도하려는 연구가 부족했다.

따라서 본 연구에서는 저자동시인용 분석과 동시출현단어 분석을 함께 적용하여 의료정보학 분야의 학제성을 규명하여 지적구조를 분석하고자 한다.

3. 연구 설계

본 연구의 연구 개요는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구 개요

3.1 학문 분야 선정

의료정보학 영역(domain)은 ‘의학’과 ‘정보학’이라는 용어가 합성됨에 따라 결정되며 ‘의학’ 용어는 연구(research)영역을, ‘정보학’ 용어는 방법론(methodology)을 가리킨다. 의료정보

학은 응용적인 측면과 이론적인 측면을 모두 가지고 있으며, 응용 분야와 이론 활동 양쪽을 통해서 모델이 개발되어 모든 과학에서와 같이 의료와 보건이라는 특정 영역에서 활용할 수 있도록 일반적인 응용지식의 수집을 위해 노력하는 학문이다(Van Bemmel & Musen, 1997). Van Bemmel(1984)에 의하면 “의료정보학(Medical Informatics)에는 정보처리 및 통신의 이론적인 측면과 실용적인 측면이 모두 포함되며 이 측면들은 의학이나 보건의료 처리과정에서 유래된 지식과 경험에 바탕을 두고 있다”라고 하였다(Van Bemmel, 1984).

즉, 의료정보학 분야는 의학과 정보학을 융합한 학제성을 지니는 학문으로 융합적인 학문의 지적구조의 특성을 파악하고자 하는 본 연구의 목적에 부합하다고 판단되어 의료정보학 분야를 선정하게 되었다.

3.2 데이터 선정 및 정제화

JCR(Journal Citation Reports)에서 WoS에 등록되어 있는 SCI(Science Citation Index)저널 중 의료정보학(Medical Informatics) 분야로 분류되어 있는 저널들을 Impact Factor 기준으로 정렬한 상위 5개의 저널은 <표 1>과 같다. 이 중 본 연구를 수행하기 위해 두 가지 기준으로 저널을 선정하였다. 첫째, 본 연구에서 설정한 Medical Informatics 영역 외에도 해당 저널이 속한 주제범주가 2개 이상일 경우 Medical Informatics 저널로 한정시키기 어려운 점을 고려하여 제외한다. 둘째, 해당 저널이 속해있는 모든 주제범주가 학제성을 띠는 영역에 속해야 한다. 즉, 첫 번째 기준에 의하여 주제범주가 3

〈표 1〉 Medical Informatics 분야 IF 기준 상위 저널 (2010년)

Rank	Abbreviated Journal Title	JCR Data						Eigenfactor Matrics	
		Total Cites	Impact Factor	5-Year Impact Factor	Immediacy Index	Articles	Cited Half-life	Eigenfactor Score	Article Influence Score
1	J MED INTERNET RES	1559	4.663	4.981	0.862	65	4.5	0.00587	1.470
2	J AM MED INFORM ASSN	3619	3.088	3.941	0.591	115	5.8	0.01257	1.417
3	IEEE ENG MED BIOL	1602	2.844	2.057	0.273	33	7.6	0.00357	0.616
4	STAT MED	12571	2.328	2.334	0.336	265	9.4	0.03808	1.330
5	INT J MED INFORM	1911	2.244	2.240	0.468	94	5.1	0.00629	0.677

개 이상인 상위 2, 4, 5위의 저널이 제외되었고 1위인 *Journal of Medical Internet Research*의 경우 Health Care Science & Services 주제범주에 속해있는 저널로 주제범주의 성격이 학제성을 띠기보다는 Health Care관련 영역으로 간주되어 제외되었다. *IEEE ENG MED BIOL* 저널은 Engineering, Biomedical 주제범주에도 속한 저널로 이 분야 또한 학제성을 띠는 영역으로 확인할 수 있었으며 최종적으로 의료정보학 분야에 대표성 있는 저널이라고 판단하여 분석 대상 저널로 선정하였다.

1991~2010년까지의 총 20년 동안에 걸쳐 본 저널에 등재된 모든 논문 1,262건을 수집하였고 참고문헌 데이터(CR)와 키워드 데이터(ID)를 추출하였다.

참고문헌 데이터에서 수집된 24,826건의 저자 데이터는 다음과 같은 규칙에 의해 데이터를 정제화하였다. 첫째, 저자가 없는 209개의 레코드를 삭제하였다. 둘째, *로 시작되는 명칭은 저자가 아닌 불분명한 단어로 입력되었으므로 이러한 680개의 레코드를 삭제하였다. 따라서 실제 저자동시인용 분석에 활용된 데이터의 수는

23,937개이다.

동시출현단어 분석에는 키워드 데이터의 세미콜론(:)으로 분류된 값들을 데이터 분석을 위한 형식으로 나열하여 총 3,640개의 중복 단어가 존재하는 키워드 중 2,265개의 고유 키워드를 추출하였고 SYSTEM, SYSTEMS와 같이 실질적으로 동일한 의미를 가지는 데이터를 통합하는 후처리 과정을 거쳤다.

3.3 분석 방법

3.3.1 저자동시인용 분석 과정

데이터 정제화를 한 총 23,937개의 저자 데이터를 가지고 저자의 피인용 횟수를 확인하기 위해 피벗테이블을 형성하였다. 피인용 횟수가 16번 이상인 총 37명의 저자를 선정하여 저자들 간의 동시출현 행렬을 생성하였다. 행렬은 저자들끼리의 동시출현빈도를 나타내는 동시출현빈도 행렬, 동시출현빈도를 코사인 유사도 척도로 정규화한 코사인 유사도 행렬, 2차 연관성 행렬 값을 나타내는 피어슨 상관계수 행렬로 나타낸다. 자기인용은 네트워크를 표현하는데 의미가

없으므로 삭제한 후 NodeXL을 통해 네트워크 시각화를 했다.

3.3.2 동시출현단어 분석 과정

2,265개의 고유 키워드에서 데이터 정제화를 거친 후 피벗테이블을 형성하였으며, 빈도수가 7이상인 52개 키워드를 선정하여 동시출현 행렬을 생성하였다. 또한 일반적인 사회 네트워크에 비해 노드 간 연결이 매우 조밀한 경우에 적합한 방법인 세 가지 가중네트워크를 형성하여 추가 분석을 시도했으며, 각 기법의 특징은 다음과 같다.

첫째, 패스파인더 네트워크(PFNet)(Schvaneveldt, 1990)는 입력된 행렬로 표현된 복잡한 네트워크를 각 노드마다 중요한 링크만 남기는 방식으로 축약하여 전체 구조를 한 눈에 파악할 수 있게 해준다. 둘째, 병렬 최근접 이웃 클러스터링(PNNC)(이재운, 2006a)은 패스파인더 네트워크와 부합하여 여러 개의 하위 네트워크로 분할해준다. 셋째, WCNET은 가중 네트워크를 대상으로 하는 가중 네트워크 중심성 지수(Weighted Network Centralities)(이재운, 2006b) 4가지와 각 노드의 최근접 이웃노드를 출력한다. 각각의 값은 NodeXL로 시각화하여 나타내었으며, 결과 분석은 다음 장에서 상세히 기술하도록 한다.

4. 실험 결과 분석

4.1 저자동시인용 분석 및 결과

네트워크 시각화를 위해 피인용 횟수가 높은

상위 37명의 저자를 분석에 이용하였지만 동시출현 행렬을 생성한 후에 저자들 간의 관계가 유의미하다고 판단된 저자 수는 28명으로 나머지 9명의 데이터는 다른 저자와의 관계성이 없어 자동 삭제되었다. 이는 저자가 실질적으로 본 학문에서 영향력 있는 저널을 많이 출판하여 저널 내 피인용 횟수는 높게 나타났을지라도 상위 37순위 내의 저자들과의 관계가 없는 경우에 발생한다. 예를 들어 HE B는 실제 네트워크상에 나타나지 않은 9명의 저자 중 한 저자로 HE B의 논문에서 45개의 참고문헌 중 무려 14건의 참고문헌을 본인의 이전 연구로 작성한 것을 확인했다. 또한 1997년의 논문에서 5건, 1998년의 논문에서도 8건의 자기인용, 2008년의 논문에서는 HE B가 포함된 4명의 공저 연구에서 2건의 인용이 있었다. 즉, 총 30회 중 29건이 자기인용이었고, 타 저자에 의한 진정한 인용은 단 1건만 해당되었다. 이는 한 저널을 대상으로 한 본 연구에서 부각되는 특징으로 볼 수 있으며, 특정 저자가 본 저널을 선호하여 논문을 자주 게재할 경우, 또는 특정 저자가 저널의 위원이거나 구성원일 경우로도 간주할 수 있다.

〈표 2〉는 저자 28명에 대한 세부 정보를 나타낸다. 저널 내 피인용 횟수와 출현 문헌 수를 비교하여 해당 저자에 대한 한 문헌 내의 평균출현빈도를 확인할 수 있다. 관심 연구 분야는 크게 의학 영역과 공학 영역으로 구분되며, 이를 매개해주는 융합학문은 의료정보학 및 의료공학이 된다. 본 저널 내에서 피인용 횟수가 높은 문헌을 추출하여 각 저자들의 대표 문헌을 검색하였고, 추가적으로 Google Scholar에서 각 저자명을 검색하여 가장 상위에 랭크된 문헌을 저

〈표 2〉 28명의 인용된 저자들에 대한 정보

저자명	저널 내 피인용 횟수	저널 내 출현 문헌 수	관심연구 분야	대표 논문 or 서적*	Google Scholar 피인용 횟수
				저널 내 대표 피인용 문헌	저널 내 피인용 횟수
ANBAR M	37	11	Physiology & Biophysics (생리학 & 생물리학)	This Week's Citation Classic™	712
				Hyperthermia of the cancerous breast : analysis of mechanism	5
Hoyer D	30	11	Neuropsychiatry (정신건강의학)	International Union of Pharmacology classification of receptors for 5-hydroxytryptamine (serotonin).	2490
				Nonlinear analysis of heart rate and respiratory dynamics	4
AKAY M	23	14	Biomedical Engineering (의공학)	Wavelets for biomedical signal processing	333
				Time frequency and wavelets in biomedical signal processing	2
GEDDES LA	23	17	Biomedical engineering (의공학)	The specific resistance of biological material—a compendium of data for the biomedical engineer and physiologist	1110
				The specific resistance of biological material—a compendium of data for the biomedical engineer and physiologist	2
GOLDBERGER AL	22	12	Biology (생물학)	Mosaic organization of DNA nucleotides	1553
				*Fractals in physiology and medicine	4
GRASSBERGER P	22	16	Chemical Physics (화학물리학)	Characterization of strange attractors	3391
				Characterization of strange attractors	11
CIOS KJ	21	7	Data mining & machine learning (데이터마이닝 & 기계학습)	*Data mining methods for knowledge discovery	455
				*Data mining methods for knowledge discovery	5
PARATI G	20	10	Cardiology (의학-순환기내과)	Relationship of 24-hour blood pressure mean and variability to severity of target-organ damage in hypertension.	782
				Spectral Analysis of Blood Pressure and Heart Rate Variability in Evaluating Cardiovascular Regulation A Critical Appraisal	5
UMBAUGH SE	20	6	Electronic engineering Image processing (전자공학, 이미지 처리)	*computer Vision and Image Processing: A Practical Approach Using Cviptools with Cdrom	500
				Automatic color segmentation of images with application to detection of variegated coloring in skin tumors	4
Bonato P	20	12	Neuro Muscular (의학-신경근육)	Time-frequency parameters of the surface myoelectric signal for assessing muscle fatigue during cyclic dynamic contractions	121
				Signal processing of the surface electromyogram to gain insight into neuromuscular physiology	5
GRATTON G	20	5	Cognitive Psychophysiology (의학-인지정신생리학)	A new method for off-line removal of ocular artifact	1951
				Removing the heart from the brain: compensation for the pulse artifact in the photon migration signal	4
Friston KJ	20	12	Cognitive Neurology (의학-인지신경학)	Voxel-Based Morphometry—The Methods	2952
				Spatial registration and normalization of images	4

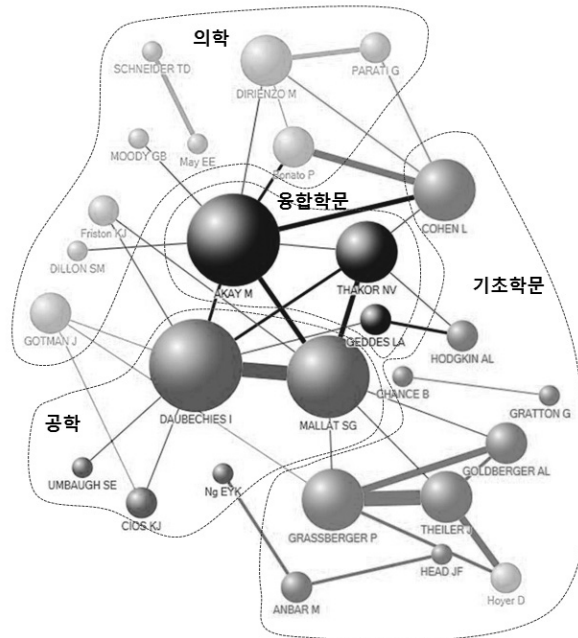
저자명	저널 내 피인용 횟수	저널 내 출현 문헌 수	관심연구 분야	대표 논문 or 서적*	Google Scholar 피인용 횟수
				저널 내 대표 피인용 문헌	저널 내 피인용 횟수
MOODY GB	19	8	Hebrew Rehabilitation Center (의학-노인 재활학)	Spectral characteristics of heart rate variability before and during postural tilt. Relations to aging and risk of syncope	438
				Detection of atrial fibrillation using artificial neural networks	2
MALLAT SG	19	17	Computer science (컴퓨터 과학)	*A wavelet tour of signal processing	11046
				Pattern analysis and machine intelligence	8
Gassert R	19	8	Robotic System (로봇 시스템)	MRI/fMRI-compatible robotic system with force feedback for interaction with human motion	88
				MRI/fMRI-compatible robotic system with force feedback for interaction with human motion	4
DAUBECHIES I	19	18	Computational Mathematics (전산 수학)	*Ten lectures on wavelets	16970
				*Ten lectures on wavelets	5
THAKOR NV	18	12	Biomedical Engineering (의공학)	Applications of adaptive filtering to ECG analysis: noise cancellation and arrhythmia detection	286
				Estimation of QRS complex power spectra for design of a QRS filter	2
THEILER J	18	14	Physics (물리학)	Testing for nonlinearity in time series: the method of surrogate data	2059
				Testing for nonlinearity in time series: the method of surrogate data	9
SCHNEIDER TD	17	5	Cancer research Biology (암연구 생물학)	Sequence logos: a new way to display consensus sequences	1578
				formation content of binding sites on nucleotide sequences	4
GOTMAN J	17	9	Neurological (신경학)	Time-related changes in neural systems underlying attention and arousal during the performance of an auditory vigilance task	294
				Automatic recognition of epileptic seizures in the EEG	3
COHEN L	17	17	Physics (물리학)	Time-frequency distributions-a review	2343
				Time-frequency distributions-a review	7
HODGKIN AL	17	9	Neurophysiology (신경생리학)	A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve	11313
				A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve	5
DIRIENZO M	17	8	Fisiologia Clinica (생리학)	Sympathovagal interplay in the control of overall blood pressure variability in unanesthetized rats	27
				A new method for evaluating the baroreflex role by a joint pattern analysis of pulse interval and systolic blood pressure series	3
May EE	16	6	Ophthalmology (의학-안과)	Desmoplastic supratentorial neuroepithelial tumors of infancy with divergent differentiation potential	167
				Coding theory based models for protein translation initiation in prokaryotic organisms	4
Ng EYK	16	3	Mechanical & Production Engineering (기계 & 생산공학)	Mechanical & Production Engineering	39
				Analysis of IR thermal imager for mass blind fever screening	2

저자명	저널 내 피인용 횟수	저널 내 출현 문헌 수	관심연구 분야	대표 논문 or 서적*	Google Scholar 피인용 횟수
				저널 내 대표 피인용 문헌	저널 내 피인용 횟수
DILLON SM	16	3	Pharmacology (약학)	Influences of anisotropic tissue structure on reentrant circuits in the epicardial border zone of subacute canine infarcts	359
				Synchronized repolarization after defibrillation shocks. A possible component of the defibrillation process demonstrated by optical recordings in rabbit heart.	2
HEAD JF	16	5	Physiology & Biophysics (생리학 & 생물리학)	The crystal structure of MarR, a regulator of multiple antibiotic resistance, at 2.3 Å resolution	224
				Breast thermography is a noninvasive prognostic procedure that predicts tumor growth rate in breast cancer patients	4
CHANCE B	16	7	Bioquímica (생화학)	The respiratory chain and oxidative phosphorylation	2427
				A novel method for fast imaging of brain function, non-invasively, with light	2

자의 대표문헌으로 간주하여 피인용 횟수를 파악하였다. 두 가지 방법을 통해 확인한 저자의 대표 문헌과 관심 연구 분야를 종합적으로 비

교하는 과정을 거쳐 분석의 타당성을 갖추고자 했다.

〈그림 2〉는 동시출현빈도 행렬을 이용한 저

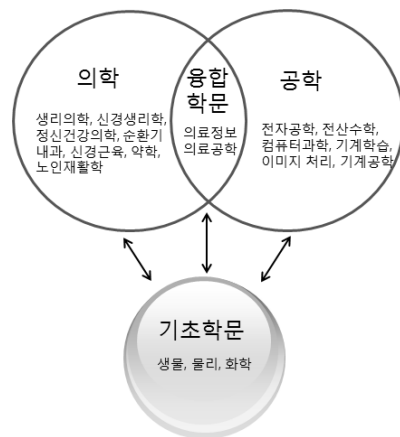


〈그림 2〉 저자동시인용 네트워크

자동시인용 분석 네트워크에 학문적 주제범주를 4개 분야로 나눈 네트워크로, 각 노드는 저자를 의미하며 노드의 크기가 클수록 피인용 횟수가 높음을 나타낸다. 즉 저널 내에서 피인용 횟수가 높은 저자는 영향력이 높은 저자로 볼 수 있다. 또한 저자와 저자를 연결해주는 선은 저자들 간의 관계를 나타낸다. 선의 굵기는 저자들 간의 관계 정도 즉, 한 문헌에 동시에 인용된 빈도수를 나타낸다.

〈그림 2〉의 저자동시인용 네트워크에서 구분 지은 4개의 분야는 〈그림 3〉과 같이 나타낼 수 있다. 이는 〈표 2〉의 관심 연구 분야를 토대로 분야를 세분화 것이다. 의료정보학 영역은 학제성을 띠는 융합학문으로써 의료정보 및 의공학 영역이 된다. 이는 네트워크 중심부에 위치한 영역으로 대표 저자 AKAY, M과 THAKOR, NV는 타 영역에 속한 다수의 저자들에게 영향력을 주는 저자이다. 또한 좌측 하단에 나타난 공학 분야의 DAUBECHIES, I와 MALLAT, SG도 앞서 언급한 두 저자와 함께 네트워크의 중심에 위치하여 타 저자들과 관계를 형성하는 중심 노드이다. 좌측 상단은 의학 분야로 대부분 노드가 가장자리에 위치해 있다. 앞서 언급한 두 분야와는 상이하게 중심성을 지니기 보다는 한 두 저자와의 관계만을 가진다. 우측 하단에 위치한 저자들은 넓은 범주로는 의학에 포함된다고 볼 수 있지만 의학의 기초가 되는 생물, 물리학 관련 연구 주제를 가진 저자들로 순수 기초 학문으로 세분화했다. 이는 의학 분야와 유사하게 노드가 흩어져 있으며 상대적으로 영향력이 낮다. 우측 하단의 GRASSBERGER, P와 THEILER, J는 높은 상관성을 보이는 물리학자로 GRASSBERGER, P는 복잡계 이론

에서 그라스베르거의 복잡도를 정의한 학자이다. 또한 THEILER, J는 1987년에 Physical Review 저널에 Grassberger & Procaccia(1983)가 개발한 상관 차원(Correlation Dimension)을 계산하는 알고리즘을 기반으로 효율적으로 측정 가능한 알고리즘을 개발하는 내용의 논문을 게재하였다(Theiler, 1987). 즉, 논문의 주된 내용을 GRASSBERGER, P의 연구 영역을 참고하고 있기 때문에 참고문헌 리스트에서 GRASSBERGER, P의 논문이 많이 인용되었다. 이러한 점으로 미루어 보아 두 저자는 물리학 영역에서도 매우 유사한 연구 영역을 지니고 있는 것으로 예측 가능하며, 따라서 본 주제와 관련된 연구를 진행할 때 두 저자의 논문 및 연구 분야를 동시에 인용할 확률이 높다고 판단할 수 있다.



〈그림 3〉 4개 학문 분야의 관계성

이처럼 저자동시인용 네트워크 결과를 통해 각 분야를 대표하는 저자들과 저자들 간의 상관관계를 파악할 수 있으며 의료정보학의 학제성과 학문적 특징을 시각적으로 확인했다.

4.2 동시출현단어 분석 및 결과

〈표 3〉은 출현빈도가 7이상인 상위 52개의 키워드와 빈도수를 나타낸다.

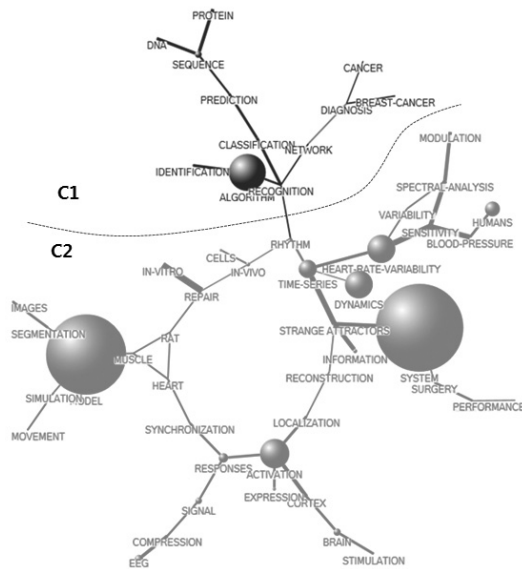
〈그림 4〉는 코사인 유사도 행렬을 이용하여 키워드 간의 네트워크 구조를 형성한 것으로, PNNC 알고리즘에 의하여 2개의 클러스터로 자동 분류되었다. 구분선을 기준으로 상단의 C1에서 가장 빈도수가 높게 나타난 것은 ALGORITHM이며, RECOGNITION 노드를 중심으로 세 갈

래로 나누어 진 것을 확인할 수 있다. 이는 의학 용어들로 분류되며 암, DNA, 단백질 등 실험을 통하여 병을 예측하고 진단하는 영역과 관련된 용어들이다.

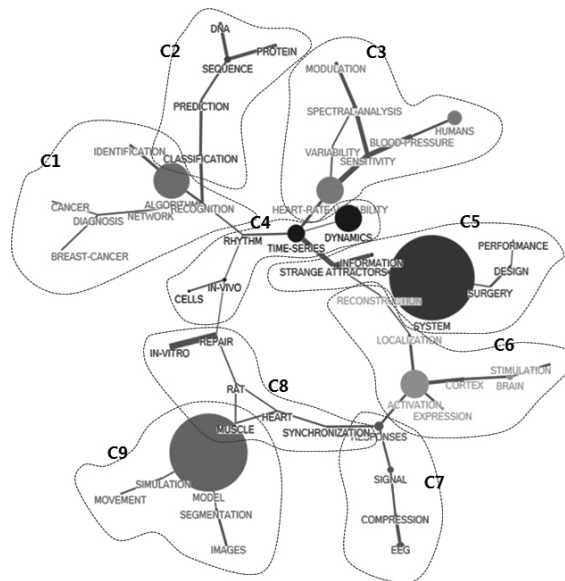
〈그림 5〉는 앞서 설명한 〈그림 4〉와 동일하게 코사인 유사도 행렬을 이용하여 네트워크 시각화를 한 것으로, PNNC 알고리즘에 의해 9개의 하부 클러스터링 구조로 분류되었다. 우선 〈그림 4〉의 C1은 〈그림 5〉에서 C1과 C2로 분할되었다. 시계방향으로 〈그림 5〉의 C1은

〈표 3〉 상위 52개의 키워드

키워드	빈도	키워드	빈도
SYSTEM	57	PREDICTION	9
MODEL	36	COMPRESSION	9
HEART-RATE-VARIABILITY	28	CORTEX	9
TIME-SERIES	21	EEG	9
RESPONSES	19	EXPRESSION	9
DYNAMICS	18	RAT	9
SIGNAL	18	RECOGNITION	8
ALGORITHM	17	SEGMENTATION	8
CELLS	16	VARIABILITY	8
SEQUENCE	16	BREAST-CANCER	8
ACTIVATION	15	IN-VITRO	8
IMAGES	15	LOCALIZATION	7
IDENTIFICATION	13	SPECTRAL-ANALYSIS	7
BRAIN	13	MUSCLE	7
IN-VIVO	13	STRANGE ATTRACTORS	7
BLOOD-PRESSURE	12	SENSITIVITY	7
DESIGN	12	SYNCHRONIZATION	7
SURGERY	11	PERFORMANCE	7
CLASSIFICATION	11	SIMULATION	7
DNA	11	REPAIR	7
RECONSTRUCTION	10	INFORMATION	7
MODULATION	10	HEART	7
CANCER	10	DIAGNOSIS	7
HUMANS	10	RHYTHM	7
PROTEIN	10	NETWORK	7
STIMULATION	9	MOVEMENT	7



〈그림 4〉 코사인 유사도 행렬을 이용한 동시출현단어 네트워크(C=2)



〈그림 5〉 코사인 유사도 행렬을 이용한 동시출현단어 네트워크(C=9)

ALGORITHM을 기초로 암, 유방암을 진단하고 식별하고 확인하는 의학 영역에 속한다. 또한 C2는 DNA, PROTEIN, SEQUENCE와 같

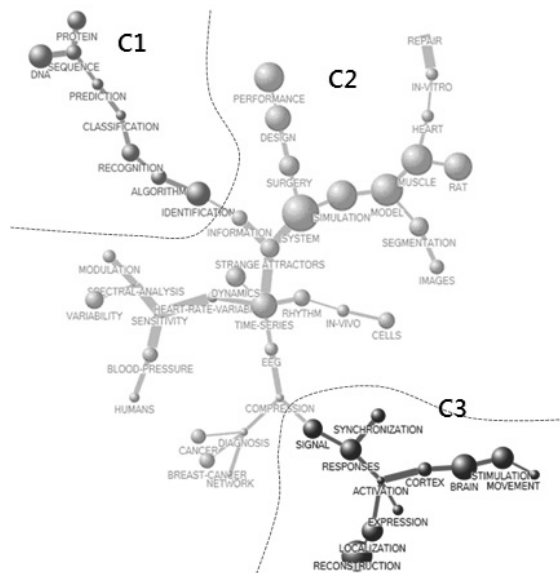
이 인체의 생물학적 용어 핵심 키워드로 이를 통해 실험적인 예측, 분류 판단을 한다. C3은 HEART-RATE VARIABILITY(심박 변이

도) 용어가 핵심 키워드이며 HUMANS도 빈도수가 높은 용어로 나타났다. 이는 인간의 혈압, 스펙트럼 분석, 변이, 변조 등을 확인하는 분야의 용어로 네트워크 구조에서도 타 영역에 비해 연결선이 굵게 나타나 상호 연관성이 높은 용어들이다. 중심부에 집중되어 있는 C4에 속한 DYNAMICS와 TIME-SERIES는 높은 빈도수의 용어들로, 인체의 리듬과 관련된다. 또한 TIME-SERIES와 RHYTHM 용어는 매개중심성이 높은 값으로 가지로 뻗어나간 용어들과 중심 용어들을 매개해주는 중요한 매개노드의 역할을 한다. C5는 빈도수가 가장 높게 나타난 SYSTEM과 관련된 용어로 INFORMATION, PERFORMANCE, DESIGN 등 정보, 공학 관련 용어로 분류된다. C6은 ACTIVATION(활성화)을 허브노드로 피질, 뇌, 자극, 발현의 용어와 국지화, 복원 용어를 매개해주는 역할을 한다. C7은 EGG(뇌파검사) 관련 영역으로 신호

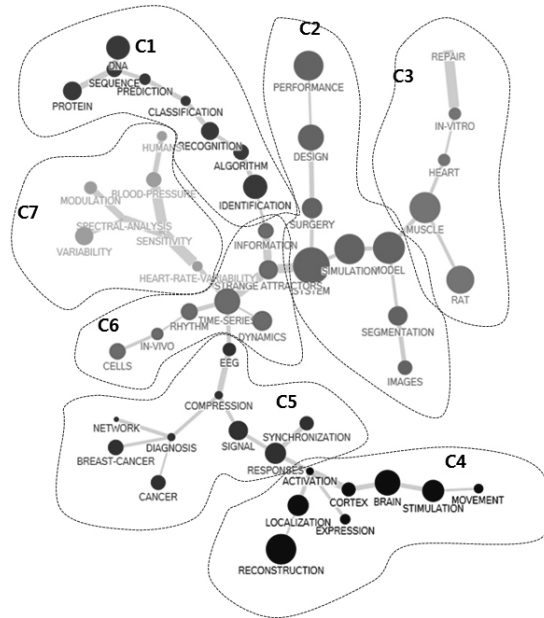
와 반응 등의 용어와 연결성을 지닌다. C8은 근육, 체외, 회복, 심장, 쥐, 동기화 등의 인체 및 생물학적 실험과 관련된 의학 용어로 간주된다. 마지막으로 C9는 의료정보학 영역에서 빈도수가 가장 높게 나타난 두 단어 중 하나인 MODEL로 이미지 분할 및 시뮬레이션과 같은 실험 기술 관련 공학 용어들이다.

빈도수가 가장 높은 SYSTEM과 MODEL 키워드는 공학 용어들로 정의내릴 수 있다. 이는 일반적으로 의료정보학 영역의 의료 영역의 데이터를 기초로 공학 기술을 이용한 실험을 통해 결론을 얻어내기 때문인 것으로 확인했다.

〈그림 6〉은 피어슨 상관계수 행렬을 이용한 키워드 간의 네트워크 구조로 PNNC 알고리즘에 의하여 3개의 클러스터로 분할되었다. 구분선을 기준으로 좌측 상단의 C1은 〈그림 4〉의 상단에 나타난 C1과 동일한 영역이다. C2는 중심부에 위치하여 가장 많은 영역을 차지하고 있는



〈그림 6〉 피어슨 상관계수 행렬을 이용한 동시출현단어 네트워크(C=3)



〈그림 7〉 피어슨 상관계수 행렬을 이용한 동시출현단어 네트워크(C=7)

며, 우측 하단의 C3은 ACTIVATION(활성화)을 기점으로 세 영역으로 나뉜다. 상세한 설명은 〈그림 7〉에서 함께 다루도록 한다.

〈그림 7〉은 〈그림 6〉을 7개의 클러스터로 세분화한 구조이다. 〈그림 6〉의 C1과 〈그림 7〉의 C1이 동일한 부분이며, 〈그림 6〉의 C2는 하위 5개 영역으로 분할되었다. C3은 SIGNAL까지 포함한 영역이었으나 〈그림 7〉에서는 ACTIVATION을 기점으로 C4로 클러스터 되었다. 시계방향으로 C2를 살펴보면 SYSTEM을 중심으로 상하로 가지가 뻗어있으며 공학 용어로 분류된다. C3은 MUSCLE을 중심노드로 하여 쥐 실험 등과 같이 근육, 심장 등의 인간의 신체 구조에 해당하는 용어이며, C4는 ACTIVATION을 기점으로 좌측은 실험 처리, 우측은 인체 실험 용어로 구분된다. 하단의 C5는 COMPRESSION을 기점으로 좌측은 질병, 진단 관련 영역, 우측

은 신호, 반응에 관한 용어이며 EEG는 C5와 C6을 매개해주는 매개중심성 값이 높은 용어이다. C6은 TIME-SERIES를 중심으로 하여 좌측의 체내 세포, 리듬 영역과 우측의 정보영역을 포함하고 있으며, C7은 인간의 혈압, 맥박 수 등을 측정하는 분야로 구분 지을 수 있다.

4.3 종합 분석 및 결과

본 저널에서 선정된 상위 저지들과 키워드들이 의료정보학 분야에서도 대표성을 갖는지 여부와, 본 분석 결과가 의료정보학 분야의 상위 저널 내에서도 타당성 및 일관성을 갖는지 여부를 확인하기 위해 의학 데이터베이스인 PubMed Central에서 〈표 1〉에 나타난 1,2위 저널을 포함한 총 3개 저널에 수록된 논문 4,234건의 상위 저자 리스트와 MeSH Term 리스트를 추출

하였다.

본 저널 분석에서 피인용 횟수가 높은 37명의 저자들이 의료정보학 분야의 영향력 있는 저자라고 가정하고, 의료정보학 주제범주에 속한 상위 3개 저널 내의 저자들과 비교분석하였다. 결과적으로 상위 100명의 저자 중에서 GEDDES LA는 39번, Hoyer D는 9번 출현하여 저널 게재 수에서도 높은 순위를 보인 의료정보학 분야의 저명학자로 확인되었다. 또한 분석을 위해 선정된 저널 내 키워드 52개 중 14개의 키워드가 상위 100개의 MeSH Term 중 30개의 MeSH Term과 유사 매칭되는 결과를 얻었다. 예를 들어 'Diagnosis, Computer-Assisted', 'Image Processing, Computer-Assisted', 'Models, Biological', 'Pattern Recognition, Automated', 'Signal Processing, Computer-Assisted'와 같은 5개의 대표적인 MeSH Term은 동시출현단어 분석 과정에서도 의학과 공학의 영역을 매개해주는 용어들로 강조되었던 용어들이다.

즉, 종합적인 비교 분석을 통해 본 저널의 분석 결과와 상위 3개 저널의 저자 및 MeSH Term 리스트를 확인하여 의료정보학 분야의 지적구조에 대한 일관성 있는 맥락을 확인할 수 있었다.

5. 결론

과학기술의 발전으로 하나의 학문 분야로만 해결할 수 없는 복잡한 연구문제들이 등장하게 되었고 여러 학문 분야에서 특정 연구 문제들을 새로운 시각에서 접근하고 해결할 수 있는 가치의 중요성을 인식하게 되었다. 이에 따라 상이한 학문 분야의 이론 또는 개념이나 방법론을

이용하여 연구를 수행하는 융합학문이 활발하게 등장하게 되었다. 이에 본 논문에서는 융합학문으로 인식되는 Medical Informatics 즉, 의료정보학 영역의 학제적인 특성을 네트워크 구조를 통해 확인해보고자 했다.

이를 위해 본 연구에서는 *IEEE ENG MED BIOL* 저널에 등재된 논문들의 참고문헌 리스트와, 키워드를 이용하여 저자동시인용 분석과 동시출현단어 분석을 하였다. 이 두 분석을 통하여 학제성을 지니는 의료정보학 분야에 속한 저자들의 학문적 특성과 연결의미를 파악하였고, 저자동시인용 분석에서는 면밀하게 확인해볼 수 없었던 의료정보학의 대표 핵심 용어인 키워드들과 관계를 동시출현단어 분석을 통해 보다 구체적이고 세밀하게 파악할 수 있었다. 또한 분석 결과의 타당성을 갖추기 위해 상위 3개 저널의 저자 리스트와 MeSH Term 리스트를 추출하여 비교하는 과정을 통해 분석 결과의 타당성과 일관성을 확보하고자 했다. 이는 두 기법의 분석 결과가 상호보완적으로 작용하여 의료정보학 영역에 속한 저널의 지적구조를 통합적으로 확인하는데 의의를 지닌다.

본 연구는 의학과 공학의 영역을 모두 포괄하고 있는 의료정보학 분야의 대표적인 한 저널을 선택하여 매크로한 관점과 마이크로한 관점을 모두 적용하여 면밀한 분석을 시도한 연구로 향후 연구로는 의료정보학 분야의 모든 저널을 분석하여 네트워크 구조를 파악하고자 한다. 또한 계량정보학과 텍스트 마이닝 기법을 결합하여 의료정보학 분야의 학제성과 학문적 흐름에 대해 시계열 분석을 시도해보고자 한다. 이를 통해 의료정보학 학문 영역의 지적구조를 효과적으로 파악하는 시사점을 제공할 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- 이재윤 (2006a). 계량서지적 네트워크 분석을 위한 중심성 척도에 관한 연구. *한국문헌정보학회지*, 40(3), 191-214. <http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2006.40.3.191>
- 이재윤 (2006b). 지적구조 분석을 위한 새로운 클러스터링 기법에 관한 연구. *정보관리학회지*, 23(4), 215-231.
- 정호연, 정영미 (2007). 학술지 인용과 웹 링크 분석을 통한 과학기술분야의 학제성 비교 연구. *정보관리학회지*, 24(3), 179-200. <http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2007.24.3.179>
- Acedo, F. J., & Casillas, J. C. (2005). Current paradigms in the international management field: An author co-citation analysis. *International Business Review*, 14(5), 619-639. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibusrev.2005.05.003>
- An, X. Y., & Wu, Q. Q. (2011). Co-word analysis of the trends in stem cells field based on subject heading weighting. *Scientometrics*, 88(1), 133-144. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0374-1>
- Callon, M., Law, J., & Rip, A. (1986). *Mapping of the dynamics of science and technology*. London: Macmillan.
- Cambrosio, A., Limoges, C., Courtial, J. P., & Laville, F. (1993). Historical scientometrics?: Mapping over 70 years of biological safety research with co-word analysis. *Scientometrics*, 27(2), 119-143.
- DeShazo, J. P., LaVallie, D. L., & Wolf, F. M. (2009). Publication trends in the medical informatics literature: 20 years of "Medical Informatics" in MeSH. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 9(7), 1-13. Retrieved from <http://www.biomedcentral.com/1472-6947/9/7/>
- Haux, R. (2010). Medical informatics: Past, present, future. *International Journal of Medical Informatics*, 79(9), 599-610. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2010.06.003>
- Grassberger, P., & Procaccia, I. (1983). Measuring the strangeness of strange attractors. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 9(1), 189-208.
- He, Q. (1999). Knowledge discovery through co-word analysis. *Library Trends*, 48(1), 133-159.
- Kenefick, C., & Werner, S. E. (2011). Bibliometric study of medical reference services quarterly, 1982-2009. *Medical Reference Services Quarterly*, 30(1), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1080/02763869.2011.540204>
- Klein, J. T., & Newell, W. H. (1998). Advancing interdisciplinary studies. In W. H. Newell (Ed.), *Interdisciplinarity: Essays from the Literature* (pp. 3-22). New York: College Entrance Examination Board.

- Leydesdorff, L. (2007). Betweenness centrality as an indicator of the interdisciplinarity of scientific journals. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(9), 1303-1319. <http://dx.doi.org/10.1002/asi.20614>
- Liang, H. N. (2010). Overview of the health informatics research field: A bibliometric approach. *Proceedings of the First IMIA/IFIP Joint Symposium on E-Health*. IFIP Advances in Information and Communication Technology, Volume 335, 37-48. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-15515-4_5
- Liu, G. Y., Hu, J. M., & Wang, H. L. (2012). A co-word analysis of digital library field in China. *Scientometrics*, 91(1), 203-217. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0586-4>
- Malin, B., & Carley, K. (2007). A longitudinal social network analysis of the editorial boards of medical informatics and bioinformatics journals. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 14(3), 340-348. <http://dx.doi.org/10.1197/jamia.M2228>
- Milojević, S., Sugimoto, C. R., Yan, E., & Ding, Y. (2011). The cognitive structure of library and information science: Analysis of article title words. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(10), 1933-1953. <http://dx.doi.org/10.1002/asi.21602>
- Morillo, F., Bordons, M., & Gomez, I. (2001). An approach to interdisciplinarity bibliometric indicators. *Scientometrics*, 51(1), 203-222. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010529114941>
- Morris, T. A., & McCain, K. W. (1998). The structure of medical informatics journal literature. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 5(5), 448-466. <http://dx.doi.org/10.1136/jamia.1998.0050448>
- Nerur, S. P., Rasheed, A. A., & Natarajan, V. (2008). The intellectual structure of the strategic management field: An author co-citation analysis. *Strategic Management Journal*, 29(3), 319-336.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (1998). *Interdisciplinarity in Science and Technology*. Directorate for Science, Technology and Industry. OECD, Paris.
- Rip, A., & Courtial, J. P. (1984). Co-word maps of biotechnology: An example of cognitive scientometrics. *Scientometrics*, 6(6), 381-400.
- Schuemle, M. J., Talmon, J. L., Moorman, P. W., & Kors, J. A. (2009). Mapping the domain of medical informatics. *Methods of Information in Medicine*, 48(1), 76-83. <http://dx.doi.org/10.3414/ME0576>
- Schvaneveldt, R. W. (1990). *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization*. Norwood, NJ: Ablex.
- Small, H. G. (1973). Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between

- two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 24(4), 265-269.
- Theiler, J. (1987). Efficient algorithm for estimating the correlation dimension from a set of discrete points. *Physical Review A*, 36(9), 4456-4462.
- Uzun, A. (2002). Library and information science research in developing countries and Eastern European countries: A brief bibliometric perspective. *International Information & Library Review*, 34(1), 21-33.
- Van Bommel, J. H. (1984). The structure of medical informatics. *Medical Informatics*, 9(3/4), 175-180.
- Van Bommel, J. H., & Musen, M. A. (1997). *Handbook of medical informatics*. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.
- White, H. D., & Griffith, B. C. (1981). Author cocitation: A literature measure of intellectual structure. *Journal of the American Society for Information Science*, 32(3), 163-171.
- Zhao, L. M., & Zhang, Q. P. (2011). Mapping knowledge domains of Chinese digital library research output, 1994-2010. *Scientometrics*, 89(1), 51-87.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11192-011-0428-4>
- Zong, Q. J., Shen, H. Z., Yuan, Q. J., Hu, X. W., Hou, Z. P., & Deng, S. G. (2013). Doctoral dissertations of library and information science in China: A co-word analysis. *Scientometrics*, 94(2), 781-799. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-012-0799-1>

• 국문 참고문헌에 대한 영문 표기
(English translation of references written in Korean)

- Jung, Ho-Yeun, & Chung, Young-Mee (2007). A comparative study on interdisciplinarity in the fields of science and technology based on journal citation and web link analyses. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 24(3), 179-200.
<http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2007.24.3.179>
- Lee, Jae Yun (2006a). Centrality measures for bibliometric network analysis. *Journal of the Korean Society for Library and Information Science*, 40(3), 191-214.
<http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2006.40.3.191>
- Lee, Jae Yun (2006b). A novel clustering method for examining and analyzing the intellectual structure of a scholarly field. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 23(4), 215-231. <http://dx.doi.org/10.4275/KOSIM.2006.23.4.215>