

# 공저 네트워크분석을 통한 국외 학제적 저널의 특성 분석

## An Analysis of Characteristics of Interdisciplinary Journals by Examining Co-Author Network

최형욱, 이화여자대학교 문헌정보학과, hw\_choi@ewhain.net

Hyung Wook Choi, Dept. of LIS Graduate School of Ewha Womans University

최근 학제간 연구에 대한 관심이 커지면서 자연스럽게 연구자들 간의 협력관계, 특히 학술적 협력관계에 대한 관심 역시 증가하고 있다. 이에 따라 공저 네트워크 자체의 속성에 대한 연구 뿐만 아니라 공저 분석 기법을 통해 특정 학문 분야의 지적 구조를 해석하려는 연구들이 꾸준히 진행되고 있다. 본 연구는 공저 네트워크 분석을 통해 국외 학제적 저널의 공저 현황과 소속기관 유형을 살펴보고 매개 중심성과 연결정도 중심성을 통해 학술지별 주요 소속기관과 저자들의 위치, 그리고 그들간의 협력 관계를 살펴보고자 하였다.

### 1. 서론

사회가 복잡해지고 과학 기술이 발달함에 따라 복잡해진 지식 구조 속에서 이전에는 존재하지 않았던 세부 학문 분야의 등장하고 있고, 학문의 개별적 시각으로는 해결할 수 없는 문제점들이 생기면서, 학제적 분야 간의 학술적 협력 관계는 꾸준히 증가 추세를 보이고 있다.

연구자들 간의 학술 커뮤니케이션에 대한 관심은 이제 이공계 분야뿐만 아니라 사회 과학 분야까지 확장되고 있다. 공저 네트워크는 현재 단일 학문분야나 특정 학술지에 한정되지 않고 다수의 학문 분야 간, 연구기관 간, 더 나아가 국가 간의 관계로 그 범위가 점차 확대되고 다양해지고 있다. 공저 네트워크는 그 분석을 통해 다른 인용 네트워크에서는 파악하기 어려운 저자 간의 새로운 지식 네트워크를 시각화할 수 있다. 더 나아가 개별 저자 간의 관계를 군집화 하여 그들의 소속기관 및 학문 분야를 식별하여 학문 분야 간의 협력 네트워크까지 확인할 수 있다. 또한 이러한 학제간 협력 네트워크를 바탕으로

학제성에 대한 연구까지 가능할 것이다.

따라서, 본고에서는 학제적 분야를 다루는 학술지 3종에 나타나는 연구자들을 기준에 따라 선정한 후, 저자들을 기반으로 하여 공저 네트워크 분석과 중심성 분석을 수행하고자 한다. 또한 저자들의 소속기관을 추출하여 저자들 간의 학술적 협력 관계 뿐만 아니라 소속기관 간의 협력 관계까지 파악하여 그 구조를 네트워크를 통해 시각적으로 제시하고자 한다.

### 2. 연구방법

학제적 저널의 선정에 있어서는 학제적 연구 분야로 구별되어 많은 연구들이 이미 행해진 문헌정보학 분야를 중심으로 하였다.

국외 학제적 분야 저널의 공저 현황을 파악하기 위하여 인용색인데이터베이스인 Web of Science(이하 WoS)의 Subject Categories(SC)에 INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE(문헌정보학)로 분류되어 있는 학술지 중 Journal Impact Factor 2년을 기준으로 하

여 다음의 상위 학술지 3종을 선정하였다.

1. 『MIS QUARTERLY』 (이하 MIS)
2. 『JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY』 (이하 JIT)
3. 『JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL INFORMATICS ASSOCIATION』 (이하 JAMIA)

논문 데이터 수집을 위해 WoS의 핵심 컬렉션에서 저널명으로 선정한 학술지를 검색하는 방식을 선택하였다. 검색 기간은 1998년부터 수집일인 2016년 6월 2일까지로 설정하고, 다시 문서 유형을 논문(ARTICLE)으로 한정하였다.

그 결과, MIS에 대한 논문 총 568건, JIT에 대한 논문 408건, JAMIA에 대한 논문 2,563건을 수집하였다. 이후, 수집된 논문에 대한 저자 수의 대한 연도별 추이 및 기초 데이터를 계량적으로 분석하고, 저자들 간의 공저 현황을 네트워크로 시각화하였다.

선정한 논문들의 공저 현황을 파악하기 위해 Bibexcel을 활용하여 저자 필드(AU, Author)를 추출하고, 기초 데이터의 논문 1편당 평균 저자수를 기준으로 하여 각 학술지별로 추출된 저자의 수를 빈도수로 한정하였다. 기준에 따라 MIS 저자는 빈도수 3으로 제한하여 총 109명, JIT 저자는 빈도수 2로 제한하여 총 124명, 그리고 JAMIA 저자는 빈도수 5로 제한하여 총 332명의 저자를 최종적으로 선정하였다.

최종 선정된 학술지별 저자들에 대한 동시출현행렬을 작성하기 위해 저자 데이터를 이재윤이 개발한 COOC ver. 0.4를 이용하여 빈도수를 그대로 적용한 동시출현행렬(cof), 코사인 유사도 계수로 정규화한 행렬(cos), 피어슨 상관계수로 정규화한 2차 연관성 행렬(cor)을 구하였다. 피어슨 상관계수를 활용하여 저자들 간의 공저 관계를 시각화하고, 유사도를 기준으로 저자들을 군집으로 구분하기 위해 네트워크 분석을 수행하였다.

이를 위해 피어슨 상관계수로 정규화한 동시출현 저자 행렬에 패스파인더 네트워크(PFNet) 기법을 적용하여 복잡한 네트워크에서 각 노드별로 중요 링크만을 남겨 공저 네트워크의 구조를 한눈에 파악할 수 있도록 하였다. 또한, 저자들의 군집화를 위해 다시 피어슨 상관계수 행렬에 병렬 최근접 이웃 클러스터링(PNNC) (이재윤, 2006) 기법을 적용, 패스파인더 네트워크를 여러 개의 하위 네트워크로 분할해주었다. 네트워크 시각화에는 NodeXL 프로그램을 활용하였다.

또한, 학술지별 소속기관의 유형과 그 비율을 알아보기 위해 Bibexcel에서 저자 주소 필드(C1)를 추출하고, Excel을 활용하여 각 저자의 세부 소속기관을 파악하였다. 그리고 그 소속기관들을 특정 유형으로 분류하고 최종 선정된 기관 유형의 비율을 파악하고자 하였다.

### 3. 분석결과

#### 3.1 학술지별 기초 데이터 분석

공저 현황에 대한 네트워크 분석을 위해 먼저 각 학술지별로 수집된 데이터를 바탕으로 개별 학술지의 구조적 속성을 파악하기 위한 기초 데이터 분석을 수행하였다.

본고의 연구를 위해 수집한 데이터에 대한 전처리 과정을 거친 MIS의 저자 총 109명으로 그린 네트워크의 구조적 속성에 대한 값은 다음 <표 1>과 같다. 노드 수, 즉 저자의 수는 총 109명으로 그들 간의 공저 관계를 보여주는 링크의 수는 424개로 확인되었다. 노드당 평균 링크의 수는 7.78로 이는 네트워크 내에 포함되는 저자들이 평균적으로 7.78번의 공저 관계를 갖는다고 해석할 수 있다. 반면 밀도는 0.072로 낮게 측정되었는데, 저자들 간의 교류가 활발하지 않은 편이라고 할 수 있다. 노드 간에 가장 먼 경로를 가지는 경우 20단계로 나타났다. 또한 공저 네트워크의 평균 경로

거리 값이 4~9 사이의 값을 가질 때, 좁은 세상 네트워크로 간주되는데(Newman, 2001), 그 값이 9.264이므로, MIS 내 저자들 간의 네트워크는 좁은 세상 네트워크라고 판단할 수 있다.

<표 1> 『MIS QUARTERLY』 공저 네트워크의 구조적 속성

네트워크 속성	공저 네트워크
노드 수	109
링크 수	424
평균 링크 수	7.78
네트워크 밀도	0.072
지름	20
평균 경로거리	9.264

<표 2>는 JIT 내 저자들의 네트워크에 대한 구조적 속성을 정리한 내용이다. JIT 역시 앞서 전처리 과정을 거친 데이터인 124명에 대한 네트워크이므로 그 노드 수는 총 124개이다. 공저 관계(링크 수)는 총 2,157번으로 확인되었으며, 평균 링크 수를 통해 저자당 평균 35번의 공저 관계를 갖는다고 해석할 수 있다. 네트워크 밀도는 0.282로 3종의 학술지 중 가장 높은 값으로 나타났으나, 이 역시도 저자들 간의 활발한 교류가 이루어진다고 보기는 어렵다. 노드 간에 가장 먼 거리는 24단계였으며, JIT 역시 평균 경로거리가 6.343이므로, 좁은 세상 네트워크의 성격을 가진다고 할 수 있다.

<표 2> 『JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY』 공저 네트워크의 구조적 속성

네트워크 속성	공저 네트워크
노드 수	124
링크 수	2157
평균 링크 수	35
네트워크 밀도	0.282
지름	24
평균 경로거리	6.343

JAMIA의 저자들에 대한 네트워크의 구조적 속성은 <표 15>와 같이 정리할 수 있다. 전처리 과정을 거친 저자(노드 수) 총 332명에 대한 공저

관계(링크 수)는 411개의 링크로 표현되었다. 평균적으로 각 저자는 2회의 공저 관계(평균 링크 수)를 가지며, 네트워크의 밀도는 0.007로 MIA와 마찬가지로 저자들의 활발한 교류가 이루어지지 않음을 보여주는 낮은 값이라고 해석할 수 있다. 가장 먼 노드 간의 거리는 44단계로 3종의 학술지 중 가장 먼 단계를 갖고 있었으며, JAMIA 역시 18.224의 평균 경로거리를 가지는 네트워크로, 좁은 세상 네트워크의 성격을 가진다고 말할 수 있다.

<표 3> 『JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL INFORMATICS ASSOCIATION』 공저 네트워크의 구조적 속성

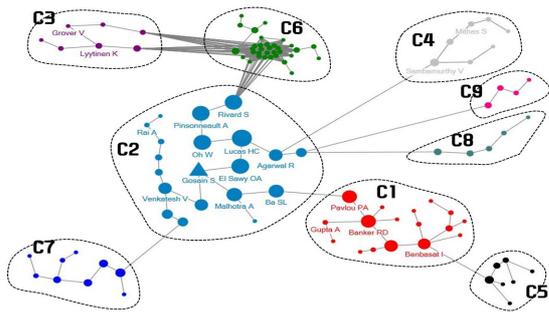
네트워크 속성	공저 네트워크
노드 수	332
링크 수	411
평균 링크 수	2
네트워크 밀도	0.007
지름	44
평균 경로거리	18.224

### 3.2 학술지별 공저 네트워크 분석

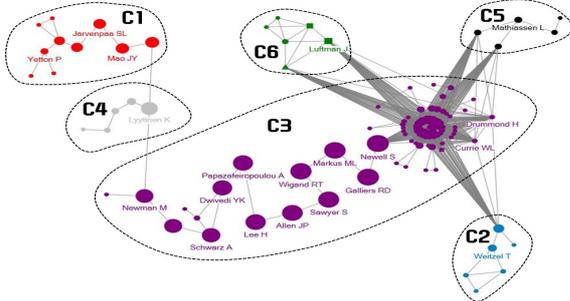
공저 현황을 네트워크로 시각화하기 위해 피어슨 상관관계 행렬에 패스파인더 네트워크(PFNet)를 활용하여 각 저자들 간의 전체적 공저 관계를 효율적으로 파악하고자 하였다. 또한 학술지별 네트워크마다 매개 중심성(Betweenness Centrality)이 높은 상위 저자 10명과 그 위치를 파악하였다. 매개 중심성이 높은 저자는 소속된 네트워크 내에서 다른 노드들과의 접점이 많은 매개자 역할을 하는 저자라고 해석할 수 있다. 또한 병렬 최근접 이웃 클러스터링(PNNC) 알고리즘을 활용하여 각 학술지별 저자들을 클러스터로 구분하였다.

그 다음, 각 학술지의 저자들과 PNNC 군집을 시각화하기 위해 NodeXL 프로그램을 사용하였는데, 여기에는 피어슨 상관관계수 행렬을 적용, 저자들의 매개 중심성은 노드의 크기로, 각 클러스터는 노드의 색깔로 표현하였다.

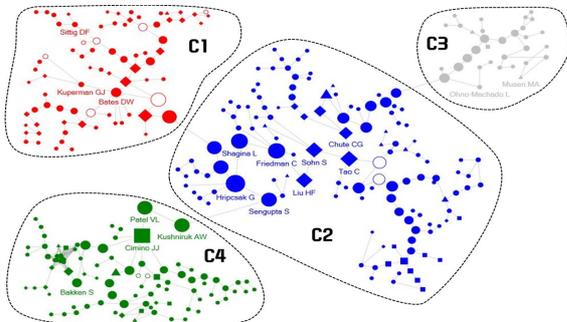
더불어 학술지에 속한 저자들의 소속기관의 유형과 그 비율을 파악하기 위한 분석을 진행하였다. 소속기관의 유형은 노드의 모양으로 설정하여 해당 노드 속성을 PNNC 그룹 시각화 그림에 적용하여 다음 <그림 1>, <그림 2>, <그림 3>과 같이 나타내었다.



<그림 1> 『MIS QUARTERLY』 군집별 저자 소속기관 유형 현황



<그림 2> 『JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY』 군집별 저자 소속기관 유형 현황



<그림 3> 『JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL INFORMATICS ASSOCIATION』 군집별 저자 소속기관 유형 현황

#### 4. 결론 및 시사점

본 연구에서는 공저 네트워크 분석을 통해 국외 학제적 저널의 특징을 살펴보았다. 최종 분석을 통해 얻어진 결과는 다음과 같다.

첫째, 『MIS QUARTERLY』는 총 저자 109명이 424개의 공저 관계를 형성하여, 총 9개의 군집으로 구분되었다. 그 중 99%인 108명의 저자가 University에 속하였고, 1명만이 Resarch Group에 속하였다. 매개 중심성이 가장 높은 PNNC 군집은 C2였으며, 연결정도 중심성 상위 군집에 속하는 저자들은 C6에 속하였다. 소속기관 분석 결과, 매개 중심성 분석에서는 Temple Univ가, 연결정도 중심성에서는 McGill Univ, NYU, Univ Cambridge, HEC Montreal이 중복적으로 확인되었다.

둘째 『JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY』는 총 저자 124명이 2,158개의 공저 관계를 형성하고, 총 6개의 군집으로 구분되었다. 그 중 96%에 해당하는 119명의 저자가 University 소속이었으며, 그 뒤를 이어 Association/Institute 소속은 4명(3%), Research Group 소속은 1명(1%)이었다. 매개 중심성이 가장 높은 PNNC 군집은 C3이었으며, 연결정도 중심성 상위 군집의 저자들 역시 C3에 속하였다. 소속기관 분석 결과, 매개 중심성 분석에서는 Bentley Univ가, 연결정도 중심성에서는 HEC Montreal, Politecn Milan, Univ Oxford, Univ New S Wales, Univ London Sch Econ & Polit Sci, Queens Univ Belfast, Monash Univ, Bentley Univ, Granfield Sch Management, Korea Adv Inst Sci & Technol, Univ Illinois가 중복적으로 나타나는 소속기관으로 확인되었다.

셋째, 『JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL INFORMATICS ASSOCIATION』는 총 저자 332명이 411개의 공저 관계를 형성하여, 총 4개의 군집으로 구분되었다. 그 중 73%에 해당하는 243명이 University 소속으로 나타났으며, 그 뒤를 이어 Hospital/Clinic이 49명(15%), Association/

Institute가 15명(5%), Research Group이 14명(4%), Non-Profit Organization이 11명(3%)으로 나타났다. 매개 중심성이 가장 높은 PNNC 군집은 C2였으며, 연결정도 중심성 상위 군집의 저자들은 모두 C4에 포함되었다. 소속기관 분석 결과, 매개 중심성 분석에서는 Columbia Univ와 Mayo Clin이 중복적으로 나타났지만, 연결정도 중심성 분석에서는 중복되는 소속기관은 존재하지 않으나 그 유형이 Association/Institute, Research Group, Hospital/Clinic, University로 가장 다양하게 나타났다.

## 참고문헌

- 이재윤. 2006. “계량서지적 네트워크 분석을 위한 중심성 척도에 관한 연구.” <한국문헌정보학회지>, 40(3), 191-214.
- Newman, M. E. 2001. “Scientific collaboration networks. I. Network construction and fundamental results.” *Physical review E*, 64(1), 016131.