

노인 재활 헬스케어에 대한 키워드 연결 관계의 그래프 중심성 분석을 통한 계량 정보 분석

김명미*

Scientometric Analysis through Centrality Analysis of Graph for Linkage Relation of Keyword for Elder's Rehabilitation and Healthcare

Myung-Mi Kim*

요 약

현재 노인 문제가 심각한 수준에 이르고 있다. 본 논문에서는 노인의 재활과 운동 문제를 ICT와 헬스케어 관점에서 해결하고자 하는 노력의 일환으로 이 분야에 대한 세계 연구자들의 노력을 키워드를 기반으로 하여 그래프 기반의 계량 정보 분석 수행한다. 이를 위해 먼저 키워드 연계관계 분석을 수행하고 이를 기반으로 네트워크의 차수 분포 분석한 후 매개 중심성, 근접 중심성, 조화 중심성을 기반으로 한 네트워크의 중심성 분석을 수행한다. 이를 통하여 ICT와 헬스케어 분야에서의 핵심 키워드를 통한 지금까지의 연구 동향과 미래의 연구 진행 방향을 알아본다.

ABSTRACT

The elder problem is very serious stage in the age of present. This paper carries out scientometric analysis based on keyword that effort of global researcher for this research field as viewpoint of ICT and healthcare in order to settle physical exercise and rehabilitation of elder. First, this paper performs analysis of linkage relation of keyword. Second this paper carries out the analysis of degree distribution and centrality analysis of network based on betweenness centrality, closeness centrality and harmony centrality. Through this process, this paper reviews research trend of present and future through core keyword in the field of ICT and healthcare.

키워드

Rehabilitation, ICT, Healthcare, Centrality Analysis
재활, 정보 통신 기술, 헬스 케어, 중심성 분석

1. 서 론

현대는 수많은 논문, 문헌, 특허, 기술 보고서 등이 출판되고 있다. 지금 이 시간에도 전세계의 학회, 출판사, 회사 등에서 관련 연구 분야에 대한 대량의 문헌이 출판되어 관련 연구자들의 그 많은 논문이나 출판물

중에서 어떤 부분을 읽어야 하는지 힘들어하고 있다.

우리는 현대를 살아가면서 관심 있는 연구 분야에 대하여 연구를 시작할 때 관련 연구자들 현재 어느 부분에 집중하고 있고 이를 기반으로 미래에 연구 방향이 어디인지를 아는 것이 매우 중요하다. 또한 방향성이 결정되면 연구자들은 어떤

* 교신저자 : 경기대학교 대체의학대학원 스포츠재활치료
• 접수일 : 2019. 03. 12
• 수정완료일 : 2019. 03. 29
• 게재확정일 : 2019. 04. 15

• Received : Mar. 12, 2019, Revised : Mar. 29, 2019, Accepted : Apr. 15, 2019
• Corresponding Author : Myung-Mi Kim
The Graduate school of Alternative Medicine, Kyonggi University,
Email : mm0820@hanmail.net

문헌을 검토하고 참고해야 할지를 고민해야 한다. 한 분야를 오랫동안 집중적으로 연구한 사람과 지도해주는 교수나 연구자가 있으면 나름대로의 연구 방향과 문헌에 대한 이해도를 가지고 접근하겠지만 새롭게 시작하는 분야나 처음으로 연구에 참여한 연구자들은 어디에서부터 시작해야 할지 어려움이 존재한다.

최근까지 이러한 연구 분야를 계량정보 분석이라고 부르며, 국제 공동 연구의 인용 영향력 지수[1], 그래핀 분야에서 유망 영역 탐지를 위한 키워드 매핑의 동태적 분석[2], 학회의 공동 연구 네트워크 분석[3], 마이크로 배터리와 에너지 분야에서의 연구 네트워크 분석[4], 키워드 연결 관계를 통한 계량 정보 분석[5], 높은 피인용 지수를 가진 논문을 통한 유망 기술 발굴[6], 컴퓨터 과학 분야의 국제 공동 연구와 한국의 협력 방안[7], 인공지능 분야에서의 기술 융합 맵 생성 및 국가 프로파일 분석[8], 부산 지역을 중심으로 특허 분석을 통한 지역 맞춤형 미래 유망 산업 발굴[9]에 대한 연구가 있었다.

최근 우리나라의 고령화 속도가 빨라짐에 따라 노인 문제가 많이 발생하고 있다. 특별히 고령화에 따른 운동과 재활에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 본 논문에서는 노인의 재활과 운동 문제를 ICT와 헬스케어 관점에서 해결하고자 하는 노력의 일환으로 이 분야에 대한 세계 연구자들의 노력을 키워드를 기반으로 하여 계량 정보 분석 지수를 활용하여 분석하고자 한다. 이를 위해 먼저 키워드 연계관계 분석을 수행하고 이를 기반으로 네트워크의 차수 분포 분석한 후 매개 중심성, 근접 중심성, 조화 중심성을 기반으로 한 네트워크의 중심성 분석을 수행한다. 이를 통하여 ICT와 헬스케어 분야에서의 핵심 키워드를 통한 지금까지의 연구 동향과 미래의 연구 진행 방향을 알아본다.

II. 데이터 취득 및 기초 분석

노인의 재활과 운동 문제를 ICT와 헬스케어 키워드를 이용하여 Web of Science에서 ((ICT or

T health or care or healthcare) and (sport or "physical exercise" or elder) and rehabilitation)로 키워드 검색하여 총 5,823개의 문헌을 취득하여 KISTI의 KM+와 Vosviewer를 이용하여 분석하였다. 전체적인 분석 과정은 그림1과 같이 나타낼 수 있다.

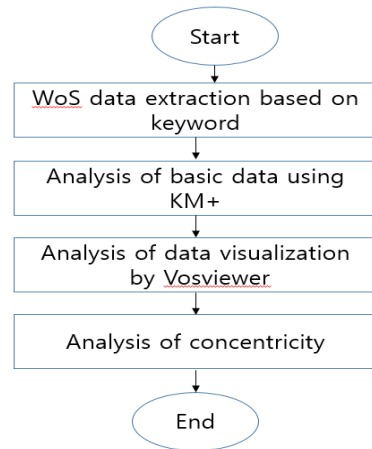


그림 1. 전체 분석 과정
Fig. 1 Entire analysis processing

2.1 연도별 출판 논문 수

그림 2에 연도별 출판된 논문 수를 나타내었다. 세계적으로 2003년 이후 논문이 급증하기 시작하였으나 한국은 논문이 거의 없는 상황으로서 한국에서 이 분야에 대한 연구가 독창성을 가질 수 있음을 보여준다.

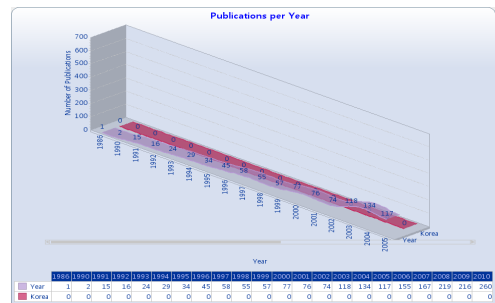


그림 2. 연도별 출판 논문 수
Fig. 2 Number of published paper

2.2 국가별 출판

이 분야의 국가별 논문 출판을 그림 3에 나타내었다.

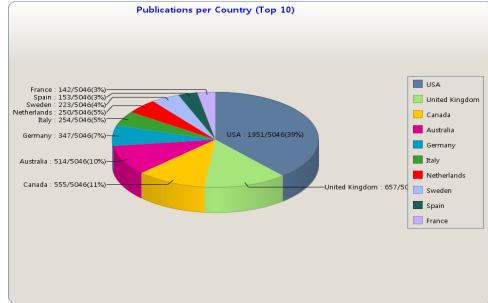


그림 3. 국가별 출판 논문 수

Fig. 3 Number of published paper each nation

국가별로는 미국과 영국이 이 분야에 대한 연구를 주도하고 있는 것으로 나타났다.

2.3 국가별 키워드 분류에 의한 분석

국가별 키워드 분류에 의한 분석 결과를 그림 4에 나타내었다.

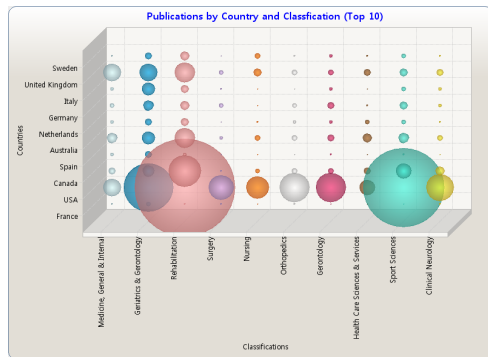


그림 4. 키워드 분류에 의한 국가별 출판 논문 수

Fig. 4 Number of published paper each nation by keyword classification

분석 결과 미국, 캐나다, 프랑스를 중심으로 재활과 스포츠 과학이라는 키워드가 가장 활발하게 연구되고 있는 것으로 나타났다.

2.4 키워드 연계 관계 분석

키워드 연계 관계에 의한 분석 결과를 그림 5에 나타내었다.

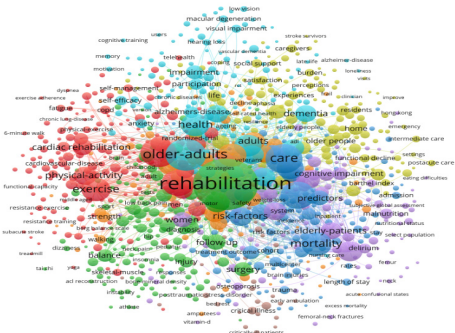


그림 5. 키워드 연계 관계 분석

Fig. 5 Analysis of associative relation by keyword

III. 계량정보 분석

키워드 연계 관계 분석에 대한 계량정보 분석을 위해 먼저 네트워크의 차수 분포를 분석하며, 중심성 분석을 수행한다. 중심성 분석은 매개 중심성, 근접 중심성, 조화 중심성의 3개의 지수[10-13]를 분석한다.

3.1 네트워크의 차수 분포 분석

네트워크는 복잡한 구조가 되어 질 수 있으므로 노드들의 접속은 복잡한 패턴을 나타낼 수 있다. 복잡한 네트워크에서 하나의 도전은 이해 가능한 방법으로 구조의 특정한 요소를 가지고 단순화한 측정법을 개발하는 것이다. 이를 위한 본 논문에서는 방향성이 없는 네트워크에 대한 차수 분포(degree distribution)를 계산한다.

만약 순간의 비방향 네트워크를 가진 시스템에서 노드 i 의 차수는 단지 그래프가 가지는 접속의 수로 나타낼 수 있다. 인접 행렬 A 의 항에서 노드 i 의 차수는 A 의 i 행으로 식(1)과 같이 표현할 수 있다.

$$k_i = \sum_j a_{ij} \quad (1)$$

여기서 합은 네트워크에서 모든 노드에서 계산한다.

노드 자신의 차수를 제외하고 네트워크에 대한 정보를 없앴으므로 네트워크 구조 속에서 몇 가지 중요한 정보를 얻을 수 있다. 각 차수에서 얼마나 많은 노드를 가지는가를 계산함에 의해 차수분포를

$P_{deg}(k)$ = 차수 k 를 가진 그래프에서 노드의 분할로 계산할 수 있다. 그림 6는 헬스케어 분야의 평균 차수 142,930의 값을 보여주고 있다.

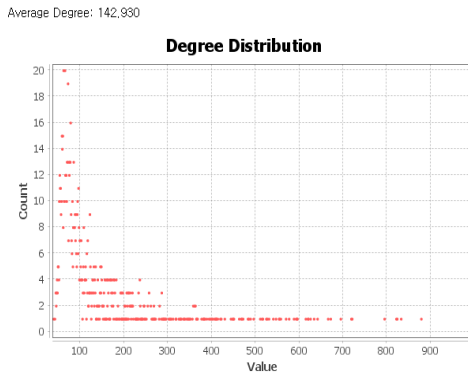


그림 6. 네트워크 차수 분석
Fig. 6 Analysis of network degree

3.2 중심성 분석

그래프에서 어떤 노드가 가장 중요한지를 살피는 척도를 중심성(Centrality)이라고 한다. 중심성을 계산하는 방법은 많이 있지만 본 논문에서는 매개 중심성(betweenness centrality), 근접 중심성(closeness centrality), 조화 중심성(harmony centrality)을 계산하여 노인의 재활과 운동 문제를 ICT와 헬스케어 관점에서 어느 부분이 중요한지를 알아본다.

3.2.1 매개 중심성

이 중심성 척도는 노드들 간의 최단 경로를 가지고 계산한다. 이는 A 노드의 중요성을 확인하기 위해 A 노드를 제외한 다른 노드들이 얼마나 A 노드를 거쳐서 연결되는 정도를 기반으로 하고 있다. 즉 노드 A의 중요성은 A가 아닌 X, Y노드에 대해 X-Y의 최단 경로에 A가 포함되어있는 비율로 식(2)과 같이 계산한다.

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq r \in V} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \tag{2}$$

여기서 σ_{st} 는 최단 경로의 수, s, v, r 은 경로, V 는 그래프의 정점을 나타낸다.

노드 X에서 Y로 지나가는 최단 경로들이 항상 A를 거쳐간다면 그 값은 1이 되고, 반대로 노드 X, Y에 대해서 X에서 Y로 지나가는 최단 경로들이 하나도 A를 거쳐 가지 않으면 그 값은 0이 된다. 이 값들을 A를 제외한 모든 노드들에 계산하여 합치면 그 값이 바로 C_B 이고, C_B 를 계산 후 다른 네트워크와 비교하기 위해서는 정규화하면 이 값은 항상 0-1 사이에 존재하게 된다.

그림 7은 그림 5를 통하여 얻어진 데이터를 가지고 매개 중심성 분포를 계산한 결과를 보여주고 있다. 그림 7의 결과 직경 3, 반경 2의 노드가 가장 큰 2,000개의 매개 중심성을 가지고 있음을 알 수 있다.

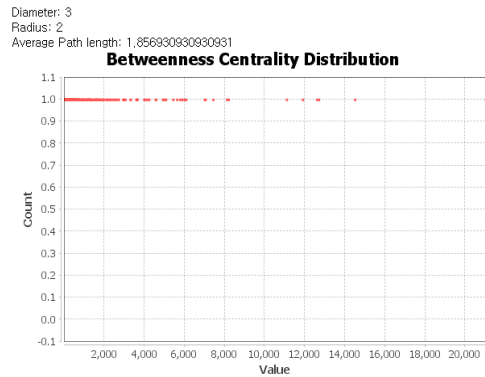


그림 7. 매개 중심성 분석
Fig. 7 Analysis of betweenness centrality

3.2.2 근접 중심성

근접 중심성은 중요한 노드일수록 다른 노드까지 도달하는 경로가 짧은 것이라는 가정을 가지고 계산하는 방법으로 한 노드 A에서 A를 제외한 다른 노드들까지의 최단 경로의 길이를 평균을 내고, 그 값을 역수로 식(3)과 같이 계산한다.

$$C_C = \frac{1}{\sum_{t \in V} d(x,y)} \quad (3)$$

여기서 $d(x,y)$ 는 정점 x 와 y 사이의 거리, t 은 경로, V 는 그래프의 정점을 나타낸다.

그림 7에 그림 4를 통하여 얻어진 데이터를 가지고 계산한 근접 중심성 분포를 나타내었다. 그림 8을 통하여 근접 중심성의 값이 0.5에 집중되어 있음을 확인할 수 있다.

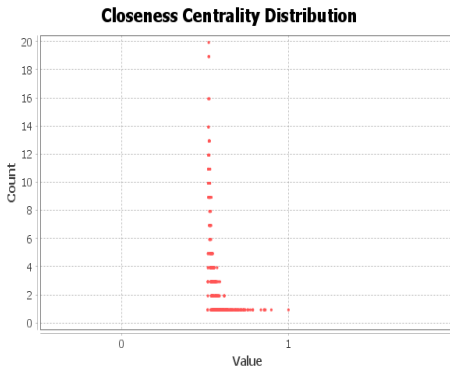


그림 8. 근접 중심성 분석
Fig. 8 Analysis of closeness centrality

3.3.3. 조화 중심성

근접 중심성과 유사하지만, 최단거리의 평균을 역수를 취하는 것이 아니라, 최단거리의 역수를 평균을 취하는 방법으로 식(4)과 같이 표현된다.

$$C_H = \sum_{y \neq x} \frac{1}{d(x,y)} \quad (4)$$

여기서 $d(x,y)$ 는 정점 x 와 y 사이의 거리이다.

그림 9에 그림 5를 통하여 얻어진 데이터를 가지고 계산한 조화 중심성 분포를 나타내었다. 그림 9을 통하여 근접 중심성 분포와 유사한 결과를 얻었다.

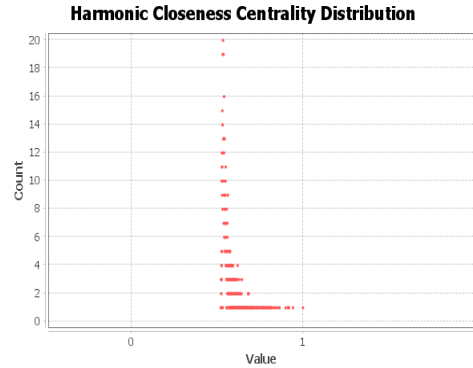


그림 9. 조화 중심성 분석
Fig. 9 Analysis of harmonic closeness centrality

그림 7, 그림 8, 그림 9의 매개 중심성, 근접 중심성, 조화 중심성을 통하여 rehabilitation을 중심으로 health, care, older-adult, exercise, physical activity 등의 키워드가 가장 핵심적인 키워드가 됨을 알 수 있었다. 특히하게 ICT는 중심성 분석에서 중요도가 떨어짐을 알 수 있었다.

IV. 결론

본 논문은 노인의 재활과 운동 문제를 ICT와 헬스케어 관점에서 세계 연구자들의 노력을 키워드를 기반으로 하여 계량 정보 분석 지수를 활용하여 분석하였다. 키워드 연계관계 분석을 수행하고 이를 기반으로 네트워크의 차수 분포 분석한 후 매개 중심성, 근접 중심성, 조화 중심성을 기반으로 한 네트워크의 중심성 분석을 수행한 결과 ICT보다는 rehabilitation을 중심으로 health, care, older-adult, exercise, physical activity 등의 키워드가 가장 핵심적인 키워드가 됨을 알 수 있었다. 따라서 이를 기반으로 앞으로 이 분야의 연구 방향을 설정하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] J. Lee, W. Shim, S. Ahn, O. Kwon, and K. 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)," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 6, 2012, pp. 1353-1362.
- [2] S. Ahn, D. Kim, O. Kwon, Y. Bae, and J. Lee, "Analysis on the Dynamics of Keyword Mapping for Detecting Emerging Technologies : A Case Study on Graphene," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 6, 2012, pp. 1393-1401.
- [3] H. Hahn, O. Kwon, H. Kang, W. Shim, and K. Noh, "A study on the structure of scientific collaboration networks in," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 5, 2013, pp. 671-678.
- [4] H. Shin, O. Kwon, J. Park, Y. Shon, and Y. Bae, "Analysis of International Relation through Analysis of Research Network of Nation and Organization in Micro Battery and Energy Harvesting," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 5, 2013, pp. 671-678.
- [5] H. Shin, O. Kwon, Y. Koo, Y. Shon, and Y. Bae, "Scientometric Analysis through Linkage Relation of Keyword," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 10, 2013, pp. 1467-1475.
- [6] J. Lee, D. Kim, S. Ahn, K. Noh, and O. Kwon, "Detection of Emerging Technology by Using Highly Cited Papers," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 11, 2013, pp. 1655-1664.
- [7] H. Kang, W. Shim, K. Noh, and O. Kwon, "A Study on the global trend of international collaborations in the field of Computer Science and collaboration strategies for Korea," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 9, 2014, pp. 955-964.
- [8] H. Kim, K. Noh, S. Ahn, and O. Kwon, "Technology Convergence Map Creation and Country Profile Analysis in the Field of Artificial Intelligence," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 1, 2017, pp. 139-146.
- [9] H. Kim, W. Shim, O. Kwon, and K. Noh, "Discovering locally customized and future promising industries using patent analysis : Centered on the Case of Busan city," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 1, 2017, pp. 129-138.
- [10] U. Brandes, "A Faster Algorithm for Betweenness Centrality," *J. of Mathematical Sociology*, vol. 25, no. 2, 2001, pp.163-177.
- [11] J. M. Kleinberg, " Authoritative Sources in a Hyperlinked Environment," *J. of the ACM*, vol. 46, no. 5, 1999, pp. 604-632.
- [12] V. D. Blondel, J. L. Guillaume, R. Lambiotte, and E. Lefebvre, "Fast unfolding of communities in large networks," *J. of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, vol. 2008, no. 9, 2008, pp. 1000.
- [13] R. Tarjan, "Depth-First Search and Linear Graph Algorithms," *SIAM J. on Computing*, vol. 1, no. 2, 1972, pp.146-160.

저자 소개



김 명미(Myung-Mi Kim)

1994년 계명대학교 체육대학 무용학과 (체육학사)

1996년 계명대학교 교육대학원 체육학과(교육학석사)

2005년 대구대학교대학원 체육학과(이학박사)

2002년-2009년 아시아대학교 교수

2019년-현 경기대학교 대체의학대학원 스포츠재활 치료전공 교수

※ 관심분야 : 재활 스포츠, 노인체육, 건강관리