

동시출현단어 분석을 이용한 보조공학 저널의 지적구조 분석

An Analysis of the Intellectual Structure of Assistive Technology Journal Using Co-Word Analysis

양현규*

H. K. Yang

요 약

본 연구의 목적은 키워드에 대한 동시출현단어 분석을 사용하여 RESNA의 보조공학 저널의 연구 동향을 반영하는 지적구조를 파악하고 연구주제 영역의 구성을 제시하는데 있다. 이를 위해 Web of Science에서 2003년부터 2015년까지 보조공학 저널에 게재된 논문, 총 255편의 문헌을 수집하였고, 1,359개의 저자 키워드를 추출하였다. 보조공학 저널의 지적구조를 분석하기 위해 첫째, 군집분석을 실시하고 군집 5개를 결정하였다. 둘째, 다차원적도 지도에 군집 5개를 표시하고 지적구조를 제시하였다. 분석 결과는 지금까지의 보조공학 연구영역을 가늠하고, 향후 연구의 방향성을 탐색하는데 도움이 될 것으로 기대한다.

ABSTRACT

The purpose of this study is to present the intellectual structure of Assistive Technology Journal using co-word analysis of keywords. The articles of Assistive Technology Journal were collected from Web of Science citation database. 255 articles during the period from 2003 to 2015 were selected for the analysis. And 1,359 author keywords were extracted from the articles. In order to analyze the intellectual structure of Assistive Technology Journal, clustering analysis was conducted and 5 clusters were determined. Next, 5 clusters are presented in the map of multidimensional scaling. The results of this study are expected to assist in exploring the future directions of the researches on assistive technology.

Keyword : Co-Word Analysis, Intellectual Structure, Assistive Technology Journal

1. 서론

전통적으로 보조공학은 주로 장애인들에게 독립적이고 편안한 삶을 누릴 수 있도록 도와준다는 것으로 인식되어 왔다. 하지만 최근에는, 급증하고 있는 노인인구에 대한 웰니스 분야에서 삶의 질 향상 방안으로서도 중요하게 여겨지는 추세다. 최근 제정된 '장애인·노인 등을 위한 보조기기 지원 및 활용 촉진에 관한 법률'에서 그 중요성을 알 수 있듯이 장애인뿐만 아니라 노인의 삶의 질과 사회통합을

위한 방안으로서 보조공학에 대한 관심은 사회 전반적으로 점차 고조되고 있다. 이처럼 보조공학에 대한 기대가 높아지는 상황에서 지금까지의 보조공학 연구 발전과 변화에 대한 분석은 매우 중요하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 국외의 보조공학 연구에 대해 분석하고자 보조공학 연구의 대표적 저널인, 북미 재활공학과 보조공학 협회(Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of North America: RESNA)의 보조공학 저널(Assistive Technology Journal)을 대상으로 하고자 한다. 이는 보조공학이 기기와 서비스 두 개의 차원으로 나뉘는데다가 각 정의는, 미국의 보조공학법에서의 정의에서도 알 수 있듯이, 너무 광범위하고 포괄적이므로 관련문헌 선정기준이 모호할 수밖에 없고 따라서 완벽한 검색은 사실상 불가능하기 때문이다.

접 수 일 : 2016.10.31

심사완료일 : 2016.12.13

게재확정일 : 2016.12.15

* 양현규 : 동백고등학교

hkyang00@naver.com (주저자, 교신저자)

지적구조 분석은 다양한 분야의 많은 연구에 적용되어 온 계량서지학적 방법으로서 저자 동시인용 분석, 저자서지결합분석, 동시출현단어 분석 등이 사용되고 있다[1, 2]. 이 중에서 동시출현단어 분석은 제목, 요약문, 또는 저자 키워드를 대상으로 하여 주제영역, 하위영역, 또는 영역 간의 일정 유형 등을 분석하는데 적합한데, 특히 저자 키워드 대상의 동시출현단어 분석은 키워드들 사이에서 생성되는 지식 구조를 파악하여 연구 분야를 구성하는 유형과 구체적인 내용들을 파악할 수 있기 때문에 지적구조 분석으로 널리 사용되고 있다[3]. 아직까지 보조공학 분야에 대해서는 키워드에 의한 동시출현단어 분석이 수행된 적이 없어, 학문으로서 보조공학 분야의 지적구조를 가늠할 수 없었다. 이에 본 연구는 키워드 대상의 동시출현단어 분석을 사용하여 RESNA의 보조공학 저널(이하 보조공학 저널)의 연구 동향을 반영하는 지적구조를 파악하고 연구주제 영역의 구성을 확인하고자 한다.

2. 자료수집 및 지적구조 분석과정

보조공학 저널의 지식구조를 파악하고 분석하기 위해 255편의 각 논문의 연구자가 부여한 저자 키워드를 대상으로 동시출현단어 분석법을 수행하였다. 연구순서는 그림 1과 같다.



그림 1. 연구순서

Fig. 1. Sequence of research

2.1 자료수집과 키워드 선정

Web of Science에서 학술지 검색으로 Assistive Technology 저널에 게재된 논문을 검색하였다. 검색결과, 2003년부터 2015년까지 총 255편의 문헌을 수집할 수 있었고, Web of Science의 서지정보 반출기능을 활용해 수집된 255편의 문헌에 대한 제목, 저자 키워드, 출간연도 등의 데이터를 추출하였다. 수집된 문헌의 연도별 빈도수를 살펴보면 그림 2와

같다.

추출된 저자 키워드는 총 1359개(문헌 당 5.3개)였다. 이 키워드 수에는 단수·복수명사나 띄어쓰기(예를 들어 QUALITY-OF-LIFE와 quality of life), 동의어(예를 들어 DEVICE USE와 device utilization), 약어(예를 들어 Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale와 PIADS)의 구분 없이 합산되어 있으므로, KnowledgeMatrix 0.8.0[4]을 사용하여 해당 키워드들을 동일한 키워드로 통합하는

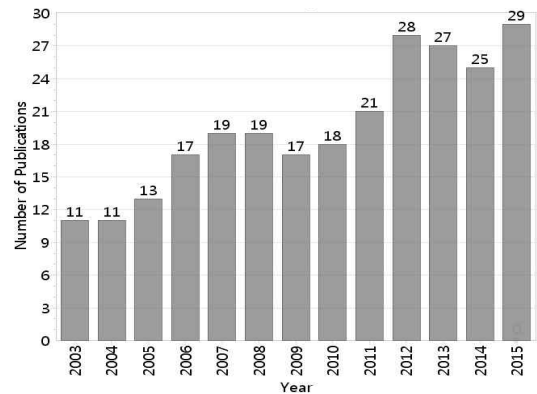


그림 2. 보조공학 저널의 연도별 문헌 수

Fig. 2. Count of publications in Assistive Technology Journal per year

과정을 거쳤다. 이러한 단어 정규화를 통해 총 940개의 키워드를 얻을 수 있었다. 이 940개의 키워드는 분석하기에 너무 많으므로 일반적으로 선택되고 있는 기준인, 빈도수 5회 이상을 적용하여 대상 키워드들로 선정하였다. 그 결과 표 1과 같이 78개를 최종 분석 대상으로 선정할 수 있었다.

표 1. 빈도 5회 이상의 키워드

Table 1. Keywords with frequency more than 5 times

번호	키워드	빈도
1	technology	119
2	disabilities	58
3	wheelchair	51
4	communication	39
5	mobility	38
6	design	29
7	access	27
8	children	25
9	people	24
10	rehabilitation	23
11	devices	18
12	performance	17
13	spinal-cord-injury	17

(Continued)

번호	키워드	빈도
14	elderly people	16
15	outcomes	15
16	users	15
17	adults	14
18	assistive technology	14
19	education	14
20	transportation	14
21	powered wheelchair	13
22	model	12
23	pressure	12
24	stroke	12
25	quality	11
26	satisfaction	11
27	visually impaired	11
28	autism spectrum disorders	10
29	blind	10
30	propulsion	10
31	validation	10
32	individuals	9
33	robot	9
34	safety	9
35	system	9
36	evaluation	8
37	manual wheelchair	8
38	stability	8
39	aging	7
40	braille	7
41	cerebral-palsy	7
42	cognition	7
43	impact	7
44	intervention	7
45	mouse	7
46	seating	7
47	virtual reality	7
48	biomechanics	6
49	care	6
50	cerebral palsy treatment	6
51	cushion	6
52	dementia	6
53	distance education	6
54	falls	6
55	impairments	6
56	injury	6
57	language	6
58	posture	6
59	reliability	6
60	restraint	6

61	skills	6
62	wheelchair seating	6
63	adaptability	5
64	comfort	5
65	communication aids for disabled	5
66	deaf or hard of hearing	5
67	electronic aids to daily living	5
68	gait	5
69	information	5
70	interface	5
71	people with disabilities	5
72	prosthesis	5
73	quality of life	5
74	sensor	5
75	simulation	5
76	survey	5
77	traumatic brain injury	5
78	whole-body vibration	5

2.2. 동시출현단어 행렬 작성

선정된 키워드 78개를 사용하여 문헌에 대한 키워드-키워드 행렬(78×78)을 작성하고, 계량정보분석 프로그램 KnowledgeMatrix 0.8.0과 통계프로그램 SPSS ver. 19를 사용하여 사용1차 연관성 행렬인 코사인 유사도 행렬과 2차 연관성 행렬인 피어슨 상관계수 행렬을 계산하였다. 코사인 유사도 행렬에서 유사도는 1에 가까울수록 두 키워드는 높은 유사도를 보이고 0에 가까울수록 두 키워드의 유사도는 낮다고 해석한다. 유사도가 높은 키워드 쌍은 서로 유사한 주제 분야에서 다루어지고 있으며, 낮은 유사도를 갖는 키워드 쌍은 연관성이 적다는 것을 알 수 있다[5]. 2차 연관성 행렬은 1차 연관성 행렬을 다시 피어슨 상관계수로 변환하여 얻게 되는데, 이를 통해 한 쌍의 키워드와 다른 키워드 사이의 동시출현 유사도를 산출할 수 있다. 피어슨 상관계수는 -1에서 1사이의 값을 갖고 있고 두 변수간의 정적, 부적 관계 정도를 나타낸다. 상관계수의 절대치가 1에 가까울수록 두 변수는 연관성이 높음을, 절대치가 0에 가까울수록 두 변수의 연관성은 낮아짐을 나타낸다[5].

코사인 유사도 행렬 분석결과, 가장 유사도가 높은 키워드 쌍은 blind & visually impaired (0.87)였고, individuals & cerebral palsy (0.81), individuals & communication (0.79), validation & reliability (0.79), technology & disabilities(0.76)의 순으로 나타났다.

피어슨 상관관계수 행렬 분석결과, 가장 정적으로 상관관계가 높은 키워드 쌍은 blind & visually impaired (0.963)이었고, individuals & cerebral palsy (0.944), individuals & communication (0.923), wheelchair & seating (0.907), braille & visually impaired (0.899)의 순으로 나타났다. 가장 부적적으로 상관관계가 큰 키워드 쌍은 comfort & cognition (-0.185)이었고, posture & interface (-0.178), traumatic brain injury & restraint (-0.174), restraint & interface (-0.168), stability & interface (-0.164)의 순으로 나타났다. Guilford(1950)에 의하면 상관관계수의 절대치가 0.2 이하는 상관관계가 없다고 볼 수 있고 0.2~0.4는 낮은, 0.4~0.7은 비교적 높은, 0.7~0.9는 높은, 0.9~1.0은 아주 높은 상관관계를 나타낸다고 한다[5, 6]. 따라서 정적으로 상관관계가 높은 상위 5가지는 매우 높은 상관관계를 보이고 있고, 부적적으로 상관관계가 높은 상위 5가지는 무시할 수 있는 정도로 볼 수 있다.

3. 지적구조 분석결과

3.1. 군집분석에 의한 지적구조

군집분석은 대상을 구별해낼 수 있는 변인들을 사용하여 동질적인 집단을 찾아내는 방법이다[7]. 이를 위해 본 연구에서는 2차 연관성 행렬인 피어슨 상관관계수 행렬 데이터를 SPSS ver. 19로 군집분석을 수행하였다. 사용한 군집기법으로는 계층적 군집기법 중 하나인 Ward 방법을 사용하였다. 그리고 z-점수로 표준화하고 자승 유클리디안 거리를 사용하여 덴드로그램으로 출력하였다. 덴드로그램을 사용하여 키워드들에 대한 군집 수를 결정하면서 적절한 군집으로 분류되는지 확인하였다. 이 과정에서 보조공학 연구경향에 대한 선행연구들을 바탕으로 재활공학 전문가의 검토를 받았다. 그 결과 표 2와 같이 5개 군집을 정할 수 있었다. 군집1은 '장애와 보조공학'으로서 시각장애, 외상성 뇌 손상, 노인, 중풍, 뇌졸중, 치매 등과 같이 특정 장애에 대한 보조기기를 다루는 연구들을 포함하고 있다. 군집2는 '로봇과 재활치료'에 관한 것으로 가상현실과 로봇 등의 연구를 포함하고 있다. 이 군집은 가상현실과 로봇을 통해 장애인에게 적합한 치료 프로토콜을 제공함으로써 주로 상지 기능과 보행에 관해 수행되는 연구와 관련이 있다[8]. 군집3은 '보조공학 성과'에 대한 것으로 장애인의 보조공학 평가, 만족도에 관한 연구들을 포함하고 있다. 이 중 powered

wheelchair는 이동성과 관련된 평가(evaluation)나 만족도(satisfaction)와 같은 보조공학 성과에 관련된 키워드와 높은 출현빈도를 보이면서 군집5 '휠체어'가 아닌 군집3 '보조공학 성과'로 분류되었다. 군집4는 '의사소통'으로서 의사소통과 관련된 언어, 교육, 기술 관련한 연구들을 포함하고 있다. 군집5는 '휠체어 사용'에 대한 것으로 휠체어 좌석, 자세, 편안함, 이동 안전성에 관한 연구들을 포함하고 있다.

표 2. 군집분석 결과로서의 키워드의 5가지 군집
Table 2. 5 clusters as a result of clustering analysis

군집명	키워드
군집1 장애와 보조공학	access, adaptability, adults, aging, blind, braille, care, cognition, dementia, devices, distance education, elderly people, electronic aids to daily living, falls, impairments, information, injury, interface, mouse, people quality of life, stroke, traumatic brain injury, visually impaired
군집2 로봇과 재활치료	design, gait, model, performance, prosthesis, robot, sensor, simulation, system, virtual reality
군집3 보조공학 성과	assistive technology, evaluation, mobility, outcomes, powered wheelchair, quality, rehabilitation, reliability, satisfaction, validation
군집4 의사소통	autism spectrum disorders, cerebral palsy, children, communication, communication aids for disabled, deaf or hard of hearing, disabilities, education, impact, individuals, language, people with disabilities, skills, survey, technology
군집5 휠체어	biomechanics, cerebral-palsy treatment comfort, cushion, intervention, manual wheelchair, posture, pressure, propulsion, restraint, safety, seating, spinal-cord-injury, stability, transportation, users, wheelchair, wheelchair seating, whole-body vibration

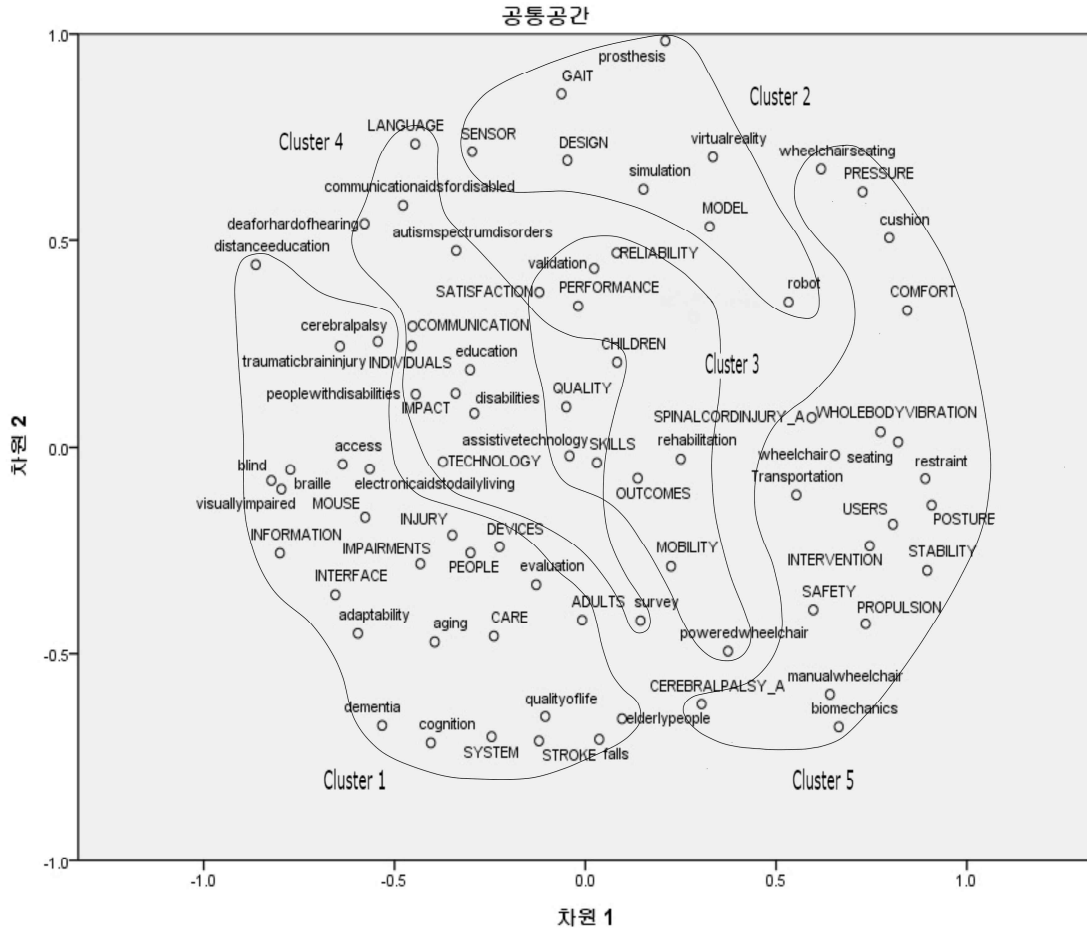


그림 3. 다차원척도 지도에 나타난 보조공학 저널의 지적구조

Fig. 3. Intellectual structure of Assistive Technology Journal presented in the map of multidimensional scaling

3.2. 다차원척도분석에 의한 지적구조

군집분석에서 얻어진 결과를 보완하기 위해 다차원척도분석을 수행하였다. 이를 위해 피어슨 상관계수 행렬에 대해 SPSS ver. 19를 사용하여 z-점수로 표준화하여 처리하였고 다차원척도분석 알고리즘인 PROXSCAL을 적용하였다. 적용 결과, 그림 3과 같이 2차원 공간에 키워드들이 위치함을 알 수 있다.

가운데 부분에는 군집3인 보조공학 성과와 군집4인 의사소통이, 상단에는 군집2인 로봇과 재활치료에 대한 키워드들이 분포하고 있음을 알 수 있다.

이들 5개 군집은 분명하게 분리되어 위치하고 있음을 알 수 있다. 중앙에 몇몇 키워드들(children, quality, assistive technology, skill)이 군집3과 군집4에 겹쳐져 위치하고 있는데, 이는 두 군집 즉, 보조공학 성과 영역과 의사소통 영역에서 보편적으로 사용되기 때문에 나타나는 것으로 해석할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 Web of Science를 통해 수집한 2003년부터 2015년까지 보조공학 저널의 문헌 255편의 키워드에 대해 동시출현단어 분석을 사용하여 RESNA 보조공학 저널의 지적구조를 파악하였다. 군집분석과 다차원척도분석 결과, 다차원척도 지도에 나타난 보조공학 저널의 지적구조는 5개의 군집으로 표현될 수 있음을 확인할 수 있었다. 군집분석에 의해 형성된 5개의 군집은 군집1 '장애와 보조공학', 군집2 '로봇과 재활치료', 군집3 '보조공학 성과', 군집4 '의사소통', 군집5는 '휠체어 사용'이었다. 다차원척도 지도에 나타난 군집들을 살펴보면, 5개 군집 대부분 분명하게 분리되어 위치하고 있음을 알 수 있다. 몇몇 키워드들(children, quality, assistive technology, skill)이 중앙에 위치한 군집3과 군집4와 겹쳐져 위치하고 있는데, 이는 보조공학

성과 영역과 의사소통 영역에서 보편적으로 사용되기 때문에 나타나는 것으로 해석할 수 있다.

분석 결과를 통해, 2003년부터 2015년까지 보조공학 저널에서 수행된 연구영역은 장애인에게 적합한 보조공학 연구, 휠체어와 의사소통, 보조공학 성과, 재활치료와 관련된 영역들을 알 수 있었다. 전통적으로 보조공학 연구에서 강세를 보여 온 휠체어와 의사소통에 관한 연구가 보조공학 저널에서도 주된 연구영역의 하나임을 확인하였고, 최근 테크놀로지의 발달로 각광받고 있는 로봇과 가상현실에 대한 연구도 두드러진 것을 확인할 수 있었다.

본 연구는 보조공학 저널의 지적구조 분석에 대한 것이므로 결과를 확장하여 해석하기엔 한계를 갖는다. 하지만 지금까지의 보조공학 연구영역을 가늠하고, 향후 연구의 방향성을 탐색하는데 도움이 될 것으로 기대한다.

REFERENCES

[1] J. Pratt. K. Hauser and C. Sugimoto, "Defining the Intellectual Structure of Information Systems and Related College of Business Disciplines: A Bibliometric Analysis," *Scientometrics*, vol. 93, no. 2, pp. 279-304, 2012.

[2] A. Rorissa and X. Yuan, "Visualizing and Mapping the Intellectual Structure of Information Retrieval," *Information Processing & Management*, vol. 48, no. 1, pp. 120-135, 2012.

[3] M. S. Song and Y. M. Ko, "A Study on the Macro Analysis of Knowledge Structure of the Domestic Korean Studies for Identifying the Research Fields," *Journal of the Korean Society for information Management*, vol. 32, no. 3, pp. 221-236, 2015.

[4] KISTI, KnowledgeMatrix Plus ver.0.80 for Supporting Scientometric Network Analysis, Department of Scientometric Research, Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI), Daejeon, Korea, 2016.

[5] S. K. Seo and E. K. Chung, "Domain Analysis on the Field of Open Access by Co-Word Analysis," *Journal of the Korean BIBLIA Society for library and Information Science*, vol. 24, no. 1, pp. 207-228, 2013.

[6] J. P. Guilford, *Fundamental Statistics in Psychology and Education*, McGraw-Hill, New York, 1950.

[7] L. L. Zhang and H. J. Hong, "Examining the Intellectual Structure of Reading Studies with Co-Word Analysis Based on the Importance of Journals and Sequence of Keywords," *Journal of the Korean BIBLIA Society for library and Information Science*, vol. 25, no. 1, pp. 295-318, 2014.

[8] S. W. Park, "Motor Learning by Novel Therapeutic Approaches: Virtual Reality and Robotics," *Brain & NeuroRehabilitation*, vol. 3, no. 3, pp. 77-85, 2010.

양 현 규(Hyunkieu Yang)



2016년 - 현재 동백고등학교 교사
2013년 2월 단국대학교 대학원 특수교육학과 졸업(박사)

Interest: special education technology, assistive technology