OPEN ACCESS

인용 확장 방법에 따른 주경로의 변화 분석

- 국내 공공도서관 연구 문헌을 대상으로 -

Analysis of Changes in Main Paths According to Citation Expansion Methods: Focusing on Domestic Public Library Research Literature

이 재 윤 (Jae Yun Lee)*

목 차

1. 서 론
2. 이론적 배경
3. 연구 설계
4. 주경로의 정량적 변화 분석
5. 주경로의 내용 변화 분석
6. 결 론

초 록

이 연구는 주경로 분석 대상이 되는 문헌집합이 인용한 문헌과 인용된 문헌을 추가하여 인용관계를 확장하는 것이 추출되는 주경로를 변화시키는지 여부, 즉 주경로의 안정성을 정량적, 정성적으로 검증하는 것을 목적으로 한다. 2008년부터 2023년까지 KCI 등재 학술지에 출판된 국내 공공도서관 관련 논문으로 분석 대상 문헌집합을 구성한 후, 이를 대상으로 후방 확장, 전방 확장, 전후방 확장의 3가지 인용 확장 기준을 적용하여 확장된 문헌집합 3가지를 확보하였다. 총 4가지 문헌집합을 대상으로 키루트 탐색 주경로 알고리즘을 적용한 후, 추출된 주경로의 구성 문헌을 분석한 결과, 후방 확장 또는 전방 확장만 적용한 경우에는 주경로 구성 문헌의 중복도가 0.70~0.86으로 나타나 비교적 안정적이었다. 반면에 전후방 확장을 적용한 경우 중복도가 0.38~0.39 정도로 낮아져서 주경로의 절반 이상이 변화하였다. 그중에서도 2010년부터 2015년까지의 주경로 초중반부는 모든 인용 확장 조건에서 안정적으로 유지되었으나, 2016년 이후 2023년까지의 후반부 문헌은 후방과 전방 확장이 동시에 적용된 경우에 크게 달라졌다. 주경로의 내용을 해석해 본 결과에서도 전후방 확장을 적용한 경우에 주경로에 나타난 주제가 가장 크게 달라졌고, 전후방 확장을 통해 최신 연구주제가 주경로에 추가로 포함됨으로써 연구 주제 변화 궤적을 더욱 잘 추적할 수 있는 것으로 나타났다. 이 연구는 주경로 분석에서 인용 확장이 결과에 미치는 영향을 실증적으로 규명함으로써 주경로 분석 방법론의 신뢰성 향상에 기여할 수 있다.

ABSTRACT

This study analyzes how the expansion of citation relationships impacts the stability of main path analysis results in citation networks, focusing on Korean research literature about public libraries published in KCI-indexed journals from 2008 to 2023. By including both cited and citing documents in the dataset, the research quantitatively and qualitatively examines main path stability under forward, backward, and bi-directional citation expansion, utilizing the key-route search algorithm. The results show that the main path is relatively stable when only forward or backward expansion is applied (overlap ratio: 0.70-0.86), but significant changes occur when both expansion methods are used simultaneously (overlap ratio: 0.38-0.39), with more than half of the main path components replaced. The initial phase of the main path (2010-2015) remains consistent across all expansion conditions, whereas the latter period (2016-2023) introduces new topics—such as the metaverse and library services for people with disabilities—when forward and backward expansion are both applied. These findings offer empirical evidence about the effect of citation expansion on main path analysis, demonstrating that broader citation expansion improves the reliability of tracking recent research trajectories and strengthens methodological rigor in citation network studies.

키워드: 주경로분석, 인용 네트워크, 인용 분석, 공공도서관, 연구동향 분석, 키루트탐색, 인용 확장
Main Path Analysis, Citation Network, Citation Analysis, Public Libraries, Research Trend Analysis, Key-Route Search, Citation Expansion

* 명지대학교 인문콘텐츠학부 문헌정보학전공 교수(memexlee@mju.ac.kr / ISNI 0000 0004 6490 0075)
논문접수일자: 2025년 10월 16일 최초심사일자: 2025년 11월 6일 게재확정일자: 2025년 11월 10일
한국문헌정보학회지, 59(4): 5-30, 2025. http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2025.59.4.005

※ Copyright © 2025 Korean Society for Library and Information Science
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided that the article is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

www.kci.go.kr

1. 서 론

특정 분야의 연구동향 분석을 위한 최근 연구들은 주로 인용이 아닌 텍스트를 단서로 하는 키워드 네트워크 분석 기법(김소연, 이은주, 2022; 이성숙, 이지원, 2024)이나 토픽모델링 기법(김지수, 정유경, 2024; 배나윤, 오효정, 2024), 키워드 프로파일링 기법(김판준, 2024) 등을 사용하고 있다. 그런데 급속히 증가하는 연구문헌들 속에서 특정 분야의 핵심적인 연구 발전 경로를 파악하기 위해서는 연구 영향력의 전파 상황을 반영하고 있는 인용 네트워크를 분석할 필요가 있다. 이에 따라 인용 네트워크를 기반으로 연구 분야의 핵심적인 지식 전파 경로를 추출하기 위한 주경로 분석(main path analysis) 기법을 활용하는 연구도 점차 증가하고 있다(Filippin, 2021; Xu et al., 2020).

Hummon & Doreian(1989)이 처음 개발한 주경로 분석 기법은 한국학(김혜진, 2020), 한국사회 불평등(김용환, 2021), 데이터 리터러시(이재윤, 2023) 등의 학문연구 발전 경로 파악에 활용되었을 뿐만 아니라 연료전지 관련 특허(윤민호, 2020), 반도체 공정 특허(Filippin, 2021) 등의 기술발전 궤적을 추적하는 데에도 성공적으로 적용되고 있다. 그런데 기존 연구들은 주로 분석 대상 문헌집합에 속한 내부 문헌들 사이의 인용관계만을 다루어 왔다. 일반적으로 인용 데이터베이스에서는 문헌의 서지정보와 함께 인용정보를 반출할 때 검색된 문헌이 인용한 문헌 정보와 인용된 정보를 함께 제공하는데, 이렇게 검색된 문헌이 인용한 외부 문헌이나 검색된 문헌을 인용한 외부 문헌을 포함한 확장된 인용 네트워크를 다루는 문제에 대해서는 검토된 바가 없다. 이 때문에 기존 연구에서는 수집한 문헌집합에서 얻을 수 있는 인용 정보 중에서 일부를 누락한 채 분석이 이루어졌다고 할 수 있다. 인용 링크의 존재를 기반으로 관련 논문을 찾는 것을 인용 확장(citation expansion)이라고 하는데, 주어진 논문을 인용한 논문들로 확장하는 것을 전방(forward) 인용 확장이라 하며, 주어진 논문의 참고문헌 목록에 있는 논문들로 확장하는 것을 후방(backward) 인용 확장이라 한다(Chen, 2018).

인용 네트워크 분석에서 네트워크의 범위를 확장하는 것은 분석 대상 문헌들 간의 관계를 더욱 포괄적으로 이해할 수 있게 해준다. 검색을 통해 연구동향 분석 대상으로 선정된 문헌들을 자아 문헌집합(ego documents set)이라고도 한다(이재윤, 2017). 자아 문헌집합에 속하지 않지만 인용관계로 연결된 외부 문헌들을 추가하면 자아 문헌집합의 연구 주제에 대해서 추가로 파악할 수 있는 정보가 상당하다(김혜진, 2024; 이재윤, 2012). 이를 감안하면 인용 네트워크의 범위 확장을 통해 기존에 파악되지 않았던 중요한 연결 고리가 드러날 수도 있을 것이다. 그러나 이러한 네트워크 확장이 주경로 분석 결과에 어떤 영향을 미치는지, 그리고 추출된 주경로의 해석이 어떻게 달라지는가에 대해서는 본격적으로 연구된 사례가 없다. 다만 특허를 대상으로 1년씩 분석대상 집합을 추가해나갔을 때 주경로가 부분적으로(Huang et al., 2016)나 혹은 전면적으로(윤민호, 2020) 변경되기도 했다는 보고가 있을 뿐이다. Benatti et al.(2023)은 데이터를 수집하는 키워드 중 일부가 누락되었을 때에도 구축된 인용 네트워크에서 추출되는 군집 등의 정보가 변화하지 않는

www.kci.go.kr

성질을 인용 네트워크의 안정성(stability)이라고 불렀다. 본 연구에서는 인용 데이터의 변화에도 불구하고 주경로가 변화하지 않는 것을 주경로의 안정성(stability of main path)이라고 칭하기로 한다. 분석 대상 문헌집합에 포함되어 있으나 통상적인 주경로 분석에서는 누락되었던 정보가 주경로의 안정성에 어떤 영향을 끼칠 수 있는지는 실험을 통해서 확인할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 주경로 분석 대상인 문헌집합의 인용관계를 인용정체성 문헌이나 인용이미지구축자 문헌들에 대한 정보를 추가하여 확장했을 때 추출되는 주경로의 안정성을 정량적, 정성적으로 검증하고자 한다. 구체적으로 본 연구는 다음과 같은 연구 문제를 다룬다.

- 첫째, 문헌 인용 네트워크에서 인용 문헌과 참고문헌을 활용하여 인용 관계를 확장하면 주경로를 구성하는 문헌은 어느 정도 변화하는가?
- 둘째, 인용 관계 확장을 통해 추출된 주경로에 나타난 연구 주제의 변화 궤적은 원래의 연구 주제 변화 궤적과 달라지는가?

연구문제를 탐구하기 위해서 2008년부터 2023년 사이 출판된 국내 공공도서관 연구 문헌과 인용정보를 한국학술지인용색인(이하 KCI로 표기)으로부터 수집하여 분석하였다. 2장에서는 주경로 분석과 인용 문헌집합 구성에 대한 이론적 배경을 소개하고, 분석 데이터와 인용 확장 방법에 대해서는 3장에서 자세히 다루었다. 첫째 연구문제에 대해서는 주경로의 변화를 정량적으로 분석하는 방식으로 탐구하고 그 결과를 4장에 제시하였다. 둘째 연구문제에 대해서는 주경로의 변화를 정성적으로 분석하는 방식으로 탐구하고 그 결과를 5장에 제시하였다. 이 연구는 주경로 분석 방법의 신뢰성과 안정성에 대한 이해를 높임으로써 연구 동향 분석의 정확성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

2. 이론적 배경

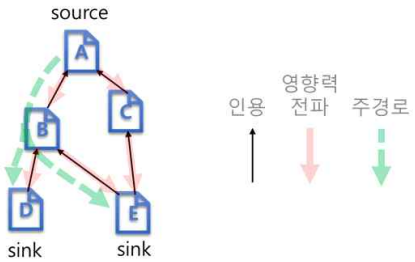
2.1 주경로 분석 기법

주경로 분석은 직접 인용문헌 네트워크를 기반으로 인용 영향력이 전파된 가장 의미있는 경로를 추출하는 기법이다(Hummon & Doreian, 1989). 이는 특정 주제분야 연구의 발생부터 발전 경로를 추적하거나, 일정한 기간 동안의 연구주제 변화 흐름을 파악하는 데 사용된다.

인용 네트워크는 나중에 출판된 문헌이 먼저 출판된 문헌을 인용하면서 구축되므로 방향성 비순환 그래프이다. 주경로분석에서는 인용 네트워크의 인용 방향을 뒤집어서 인용 영향 네트워크로 변환하여 사용한다. 〈그림 1〉에서와 같이 인용한 문헌이 영향을 받는 문헌이 되고 인용된 문헌이 영향을 주는 문헌이 된다. 이때 문헌 A와 같은 소스(source) 문헌은 받는 인용만 있어서 이를 인용한 문헌에게 영향을 주기만 한다. 소스 문헌은 참고문헌이 0인 경우를 의미하므로 현실에서는 거의 존재하지 않지만, 분석 대상으로 수집한 문헌집합 내에서는 더 이상 선행 연구가 없는 비교적 초기의 문헌들인 경우가 많다. 문헌 D, 문헌 E와 같은 싱크(sink) 문헌은 피인용이 없고 영향을 받기만 하는 문헌이

www.kci.go.kr

다. 출판된 지 얼마되지 않아서 인용받을 기회가 없었던 경우도 싱크 문헌에 해당한다.



〈그림 1〉 인용 네트워크와 영향력 전파 주경로

주경로분석 알고리즘은 크게 두 가지 단계로 구성된다. 첫째는 인용 네트워크를 구성하는 개별 노드나 링크의 중요도를 판정하는 단계이고, 둘째는 소스 문헌으로부터 싱크 문헌으로 이어지는 여러 경로 중에서 구성 노드나 링크들의 중요도를 단서로 활용하여 중요한 경로를 선택하는 단계이다.

〈그림 1〉의 경우로 간단하게 예를 들자면, 소스 문헌으로부터 싱크 문헌으로 이어지는 영향력 전파 경로는 (1) A→B→D, (2) A→B→E, (3) A→C→E의 세 가지이다. 1단계로 각 링크가 몇 개의 경로에 포함되는가를 세어보면 A→B는 2개의 경로에 포함되고 나머지 링크는 모두 1개의 경로에만 포함된다. 만약 링크가 아닌 노드가 몇 개의 경로에 포함되는가를 세어본다면 A는 3개, B와 E는 2개 C와 D는 1개의 경로에 포함된다. 이렇게 노드나 링크가 포함된 경로의 수를 해당 노드 또는 링크의 가중치로 삼을 수 있다. 소스 노드에서 싱크 노드로 이어지는 경로 중에서 몇 개의 경로에 특정 링크가 포함되는가로 측정하는 링크 가중치를 탐색경로빈도 SPC(Search Path Count)라고 한다(Batagelj, 2003). 네트워크 분석 소프트웨어인 Pajek에서는 SPC 가중치를 최댓값으로 나누어 정규화하므로 〈그림 1〉의 링크 A→B는 2/3=0.667의 가중치를 가지고 나머지 링크는 모두 1/3=0.333의 가중치를 가진다. Pajek은 노드 가중치도 정규화하여 사용하므로 노드 A가 1.0, B와 E가 0.667, C와 D가 0.333의 노드 가중치를 가진다. Liu et al.(2019)은 SPC 방식이 여러 중요도 판정 방식 중에서 계산복잡도가 낮아서 효율적임을 밝혔다. 각 링크나 노드의 중요도를 측정한 후, 중요한 경로를 판단하는 2단계에서 각 경로를 구성하는 링크 가중치 합산값을 기준으로 하면 (1) A→B→D 경로와 (2) A→B→E 경로가 3(정규화 가중치의 합계는 1.0)으로 공동 1등인 주경로가 된다. 잘 사용되지는 않지만 노드 가중치 합산값을 기준으로 하면 (2) A→B→E 경로가 7(정규화 가중치의 합계는 2.333)로 단독 1등인 주경로가 된다.

〈그림 1〉은 매우 단순한 네트워크이므로 각 경로의 중요도를 산출하는 방법에 변화의 여지가 거의 없지만, 실제 인용 네트워크는 매우 복잡하므로 다양한 경로 중요도 판단 방법이 제안되어 있다. 지역 탐색(local search) 알고리즘이나 전역 탐색(global search) 알고리즘을 비롯한 주요 경로 중요도 판단 방법은 대부분 앞에서 언급한 링크 가중치 합산과 유사한 방식을 사용하고 있다. 최근에는 Yu & Sheng (2021)과 같이 페이지랭크 알고리즘을 응용한 노드 가중치 합산 방식을 링크 가중치 합산 방식과 병행하는 경우도 나타나고 있다. 하지만 여러 중요도 판단 방법 중에서 핵심 링크 누락

www.kci.go.kr

을 최소화하는 키루트 탐색(key-route search) 주경로 알고리즘(Liu & Lu, 2012)을 채택하는 경우가 최근 증가하고 있다(김용환, 2021; 김혜진, 2020; Filippin, 2021; Xu et al., 2020). 키루트 탐색 주경로 알고리즘에서는 소스 문헌들로부터 싱크 문헌들로 이어지는 경로들 중에서 가장 많은 경로가 지나가는 링크를 키루트(key-route)로 채택하고, 키루트를 구성하는 두 문헌의 양 방향(소스 문헌 쪽과 싱크 문헌 쪽)으로 링크를 이어가서 소스 문헌과 싱크 문헌이 나올 때까지 만난 문헌들로 키루트 탐색 주경로를 구성한다(de Nooy et al., 2018). 이때 지역 탐색 방식을 사용하면 키루트 지역 주경로(key-route local main path) 알고리즘이 되고, 전역 탐색 방식을 사용하면 키루트 전역 주경로(key-route global main path) 알고리즘이 된다. 키루트는 보통 1개가 아닌 여러 개를 선택하는데. 주경로분석 기능이 구현된 프로그램 Pajek(de Nooy et al., 2018)에서는 기본 설정으로 10개의 키루트를 포함하도록 되어 있다. 키루트 탐색을 비롯한 주경로 분석 알고리즘에 대해서는 김혜진(2020)과 이재윤(2023)에 자세히 소개되어 있다.

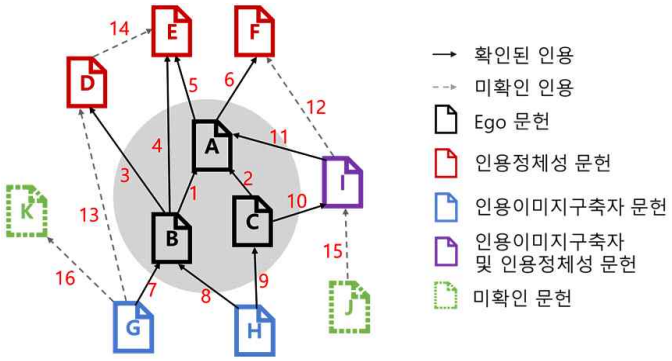
2.2 자아 문헌집합과 인용관계

주경로 분석은 특정한 연구 영역의 문헌집합을 대상으로 연구 동향을 분석한다는 점에서 자아중심 주제인용분석(Ego-centered topic citation analysis)(이재윤, 2012)과 관련이 깊다. 자아중심 주제인용분석은 원래 연구자를 단위로 분석하도록 White(2000)가 제안한 자아 중심 인용 분석을 응용하여 특정한 주제와 관련된 연구문헌들을 자아 문헌집합(ego documents set)으로 설정하고, 이들이 인용한 주요 문헌들로 주제 인용 정체성(topic citation identity)을 구성한다(이재윤, 2017). 또한 자아 문헌집합과 동시인용된 문헌들은 주제 인용 이미지(topic citation image)가 되고, 자아 문헌집합을 인용한 문헌들은 주제 인용 이미지 구축자(topic citation image makers)가 된다. 전통적인 주경로 분석에서는 분석 대상 문헌집합, 즉 자아 문헌집합 내부의 인용관계를 분석하므로 주경로 분석을 자아 문헌집합 분석의 일종으로 볼 수도 있다.

분석 대상이 되는 학문 영역이나 주제분야의 문헌 집합을 검색하여 자아 문헌집합을 구성한 후 이들이 얽힌 자아중심 인용 네트워크의 인용관계를 살펴보면 〈그림 2〉와 같은 다양한 상황이 존재한다. 이 그림에 포함된 인용관계는 크게 세 가지로 나눌 수 있다.

- 자아 문헌 간 인용: 회색 원으로 표시된 영역에 포함된 자아 문헌들과 이들이 주고받은 인용관계는 자아 문헌들의 인용 정보에서 바로 확인할 수 있다.
- 외부 문헌 간 인용: 회색 영역의 바깥 문헌들(타자; alter)끼리 이루어진 인용관계(점선으로 표시)는 자아중심 인용 네트워크에 포함되지 않아서 자아 문헌집합을 구성한 단계에서는 확인할 수 없으며 추가 검색을 실시해야 파악할 수 있다.
- 자아 문헌과 외부 문헌 간 인용: 회색 원 내부에서 외부로 연결되는 인용은 자아 문헌들의 참고문헌 정보나 인용한 문헌 정보에서 바로 확인할 수 있다.

www.kci.go.kr



〈그림 2〉 검색된 문헌들로 구성된 자아중심 인용 네트워크를 구성하는 문헌 집합과 인용관계

〈그림 2〉의 자아중심 인용 네트워크에서 자아 문헌집합과 그 인용관계로부터 직접 확인할 수 있는 정보를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 우선 자아 문헌집합으로 {A, B, C}가 검색되고 이들 간의 인용 관계가 {1, 2}와 같이 드러난다. 자아 문헌들의 참고문헌에는 같은 자아 문헌집합에 속한 문헌 A도 포함되지만 {D, E, F, I}와 같이 자아 문헌집합에 속하지 않은 인용정체성 문헌들도 포함된다. 또한 자아 문헌들에 대한 인용은 같은 자아 문헌집합에 속한 다른 문헌들로부터 인용되는 경우인 {1, 2} 이외에 검색 결과에 속하지 않은 문헌들인 {G, H, I}로부터 인용되기도 하며 이들이 인용이미지구축자이다. 문헌 I와 같이 인용정체성과 인용이미지구축자에 동시에 해당하는 경우도 존재할 수 있다.

〈그림 2〉에서 자아 문헌집합으로부터 직접 확인할 수 없는 정보는 다음과 같다. 우선 인용이미지구축자 문헌들은 {12, 13, 16}과 같은 인용관계를 통해서 자아 문헌집합에 속하지 않은 {D, F, K}와 같은 다른 문헌들을 인용할 수 있다. 이들을 인용이미지(citation image)라고 부르지만 자아 문헌집합의 정보만으로는 파악할 수 없다. 또한 자아 문헌으로부터 인용된 인용정체성 문헌들은 {12, 13, 14, 15}와 같이 다른 문헌들로부터 인용을 받을 수도 있으나, 이 정보 역시 자아 문헌집합의 참고문헌 정보나 인용문헌 정보에는 포함되지 않아서 바로 확인할 수 없다. 이런 정보를 파악하기 위해서는 인용정체성 문헌과 인용이미지구축자 문헌의 참고문헌 정보나 인용문헌 정보를 추가로 확보해야 한다.

2.3 인용 네트워크의 핵심 구조 변화 가능성에 대한 선행연구

동일한 서지적 네트워크를 대상으로 하더라도 적용하는 알고리즘에 따라서 추출된 핵심 구조가 달라진다는 여러 연구가 있다(이재윤, 2006; Chen & Morris, 2003). 40가지 계량서지적 데이터에 대해서 4가지 핵심 구조 추출 알고리즘의 적합도를 측정해본 연구(이재윤, 2022)에서는 특정 알고리즘이 항상 좋거나 항상 나쁜 것이 아니라, 경우에 따라 좋은 성능을 보이는

www.kci.go.kr

알고리즘이 다르다는 것이 밝혀진 바도 있다.

데이터 추가에 따른 네트워크 핵심 구조 차이에 대한 선행연구로는 서선경(2024)이 있다. 서선경(2024)은 시간적 공저 네트워크 분석을 수행하면서 데이터를 2년 분량부터 7년 분량까지 1년 단위로 추가하면서 각 저자의 시간적 삼각매개중심성을 측정한 결과, 순위가 달라질 뿐 아니라 여러 해가 지나면 1위 저자도 변경될 수 있음을 확인하였다. 이는 네트워크 데이터를 연차적으로 추가할 경우 각 노드의 중요도가 변화함을 보여줌으로써 주경로와 같은 네트워크 구조도 변화할 가능성이 있음을 시사하는 연구이다.

인용 네트워크에서 인용 데이터를 추가한 후의 주경로 변화를 직접 살펴본 사례로는 Huang et al.(2016)과 윤민호(2020)가 있다. Huang et al.(2016)은 염료감응형 태양전지 분야 특허 인용네트워크를 대상으로 기술 발전 궤적을 추적하면서 기술 부상 단계인 1991년-2001년, 기술 부상 단계와 성장 단계를 포함한 1991년-2011년, 기술 부상 단계에서부터 기술 성숙 단계까지 포함한 1991년-2014년의 세 가지 범위에서 키루트 탐색을 통한 주경로를 추출하고 비교하였다. 그 결과 기술 부상 단계만 분석했을 때 추출한 주경로에 속한 특허들이, 이후 기간을 늘려서 성장 단계나 성숙 단계까지 포함하여 추출한 주경로에서는 모두 제외되었다. 반면에 성장 단계까지 포함하여 추출한 주경로에 포함된 특허들은 마지막 싱크 특허 세 건 중 두 건만 제외하면 모두 성숙 단계까지 연장하여 추출한 주경로에도 중복 포함되었다. 성숙 단계까지 포함하여 추출한 주경로는 성장 단계까지만 분석하여 추출한 주경로의 끝부분 싱크 특허 하나를 인용한 후속 특허 두 건만 추가된 점이 달랐다. Huang et al.(2016)의 연구가 시사하는 것은, 특정한 기술 발전 과정 중 초기 연구에서 추출한 주경로는 이후에도 주경로로 남는다고 보장할 수 없으나, 어느 정도 기술이 성장한 이후에 추출한 주경로는 이후에도 계속 주경로로 남을 가능성이 높다는 것이다. 즉 기술 발전 초기의 주경로는 안정성이 높지 않지만, 어느 정도 기술이 성숙한 단계에서 추출된 주경로는 안정성이 높아서 이후에도 유지될 수 있다고 하겠다.

윤민호(2020)는 주경로와 독립적으로 발전하는 잠재 후보기술 경로를 파악하기 위해서 경로 성장속도 개념을 도입하여 잠재적 후보기술의 상대적 성장성을 평가하고, 주경로 기술을 교체할 가능성을 평가하였다. 바이오 연료 분야 특허 인용네트워크에 대해서 1998-2007년 기간의 키루트 주경로를 추출한 후, 2019년까지 1년 단위로 특허집합을 추가해가면서 주경로의 변화를 관찰하였다. 그 결과 기술 세대 교체가 발생한 시기인 2011년과 2015년에는 직전 연도까지의 주경로가 모두 다른 세부 기술과 관련된 새로운 주경로로 교체되는 현상이 발생하였다. 윤민호(2020)의 연구는 Huang et al.(2016)의 연구와 다르게 특정 시기까지의 주경로가 이후에도 지속적으로 유지된다는 것을 보장할 수는 없음을 시사하는 사례이다. 물론 윤민호(2020)의 연구와 Huang et al.(2016)의 연구가 상반된 결과를 보여준 것처럼 보이지만 두 사례를 모두 포함하는 해석의 가능성도 있다. 주경로 분석이 대상으로 하는 기술의 범위가 좁은 경우에는 Huang et al.(2016)의 분석 결과처럼 주경로가 크게 변화하지 않을 수 있

www.kci.go.kr

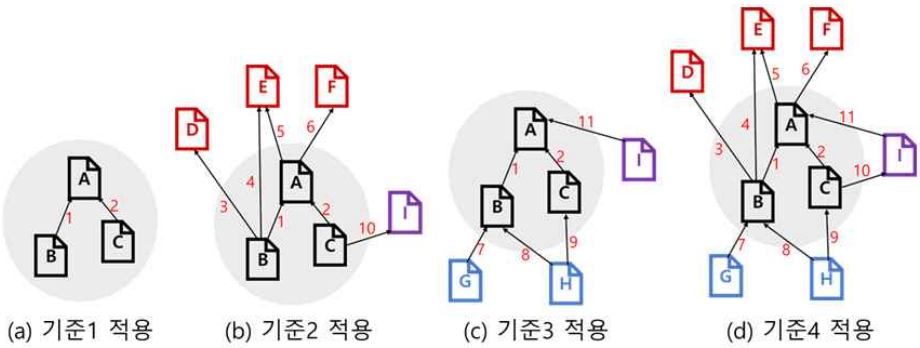
고, 대상 기술의 범위가 상대적으로 넓은 경우에는 윤민호(2020)의 분석 결과처럼 다른 세부 기술로 주경로가 대체될 수도 있다고 보는 것이 합리적일 것이다. 이는 주경로 분석을 수행할 때 분석 대상 문헌집합의 범위 설정이 추출되는 주경로를 좌우할 수 있음을 의미하므로 관련 연구 설계에서 중요하게 고려해야 하는 사항이다.

이처럼 특정한 기술이 발전되기 시작하는 시기나 세부 기술의 혁신적 세대 교체가 발생할 때에는 주경로가 크게 변화할 수 있다고 하겠다. 하지만 해외 한국학 연구(김혜진, 2020)와 같이 주제 분야의 초기 문헌을 특정하기 어렵고 분석 시기의 초기부터 연구문헌의 범위가 포괄적인 경우에 대해서는 주경로가 안정적인지 확인된 바 없다. 더군다나 기존 연구는 분석 대상으로 선정된 문헌집합 내부의 인용만 다루었는데, 대상 문헌집합에 속하지 않지만 이들로부터 인용되었거나 이들을 인용한 문헌들을 포함하여 분석한 경우의 주경로에 대해서 검토한 사례는 찾을 수 없었다.

3. 연구 설계

3.1 자아 문헌집합의 확장 방법

앞에서 살펴본 것처럼 자아중심 인용 네트워크에는 여러 입장의 문헌집합과 관계가 존재하므로 분석 대상 문헌 문헌 및 인용관계를 선택하는 기준도 여러 가지가 가능하다. 기존 주경로 분석에서는 자아 문헌집합들끼리의 인용관계만 다루어왔다. 이는 〈그림 3〉의 (a)에 해당하며 기준1로 부르기로 한다. 이에 더해서 자아 문헌집합과 이들이 인용한 인용정체성 문헌들을 포함한 경우(기준2), 자아 문헌집합과 이들을 인용한 인용이미지구축자 문헌들을 포함한 경우(기준3), 자아 문헌집합과 인용정체성 및 인용이미지구축자 문헌들을 모두 포함한 경우(기준4)를 고려해볼 수 있다. 이들이 〈그림 3〉의 (b)부터 (d)까지에 해당하는 경우이다. 인용 방향을 고려하면 〈그림 3〉의 (b)는 후방 확장(backward expansion), (c)는 전방 확장(forward expansion), (d)는 전후방 확장(bi-directional expansion)이라고 할 수 있다.



〈그림 3〉 선택 기준별로 자아중심 인용 네트워크에서 추출된 분석대상 인용 네트워크

www.kci.go.kr

물론 인용정체성 문헌들 중에서 자아 문헌집합 중 한 문헌으로부터만 인용된 문헌(문헌 D, F)이나, 인용이미지구축자 문헌들 중에서 자아 문헌집합 중 한 문헌만을 인용한 문헌(문헌 G)은 원래의 자아 문헌집합들이 공통으로 관련된 주제와는 다소 거리가 있는 문헌일 경우도 많다. 따라서 두 개 이상의 자아 문헌과 인용 관계를 가진 외부 문헌이 주제적으로 가깝다고 생각하여 이들만 추가하는 경우도 고려해보았다. 하지만 예비 실험 결과에서는 전후방 확장을 적용한 경우보다 선별 확장을 적용한 경우에 주경로에 포함된 주제가 일부 제한되었고, 선별 여부에 따라서 분석 결과에 외부 문헌이 포함되는 정도는 거의 달라지지 않았다. 따라서 선별 확장 실험결과는 이 논문에서 제외하였다.

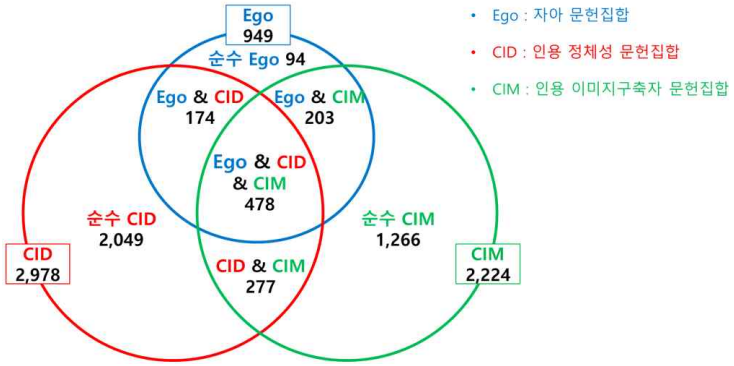
3.2 분석 데이터와 확장 방법별 인용 네트워크 특성

이 연구에서 자아 문헌집합으로 설정한 데이터는 한국학술지인용색인 KCI의 공공도서관 관련 연구문헌들이다. 공공도서관 연구 분야를 선택한 이유는 국내 문헌정보학 분야에서 지속적으로 연구되어 온 주제이면서 충분한 양의 인용 데이터를 확보할 수 있고, 최근에 연구동향 분석이 이루어지지 않은 주제이기 때문이다. 2024년 10월 15일에 데이터 수집을 실시하였고, KCI에서 '공공도서관'이 논문 제목이나 저자 키워드에 포함된 문헌 중에서 2008년부터 2023년까지 출판된 문헌들로 범위를 제한하였다. 범위의 시작 시기를 2008년으로 정한 이유는, KCI의 참고문헌 데이터가 제대로 구축되기 시작한 것이 2008년부터이기 때문이다. 또한 2024년 참고문헌 데이터의 구축이 데이터 수집 시기에는 완료되지 않았기 때문에 범위의 마지막 시기를 2023년으로 정했다.

검색 결과 제목이나 저자키워드에 '공공도서관'이 포함된 KCI 학술지 정규논문 956편이 확보되었다. 공공도서관 연구 논문이 많이 포함된 상위 학술지는 한국문헌정보학회지(206편), 한국도서관·정보학회지(204편), 한국비블리아학회지(165편), 정보관리학회지(84편), 한국문화공간건축학회논문집(40편), 한국실내디자인학회 논문집(40편)의 순이었다.

956편의 논문에 포함된 참고문헌은 22,271건이었으며, 이중에서 학술지 논문이 참고문헌인 경우가 10,900건 확인되었다. 참고문헌 중에서 KCI 논문을 인용한 경우를 모두 추출한 후 인용된 문헌을 식별처리하였다. 참고문헌 중 해외논문은 KCI DB에서 식별처리가 되어 있지 않고 국내 연구가 아니므로 제외하였다. 자아 문헌 956편 중에서 피인용이나 참고문헌이 없는 논문 7편을 제외하고 자아문헌집합은 〈그림 4〉와 같이 949편으로 확정되었다. 자아 문헌 중에서 다른 자아 문헌들과 인용을 주고 받는 논문은 478편(50.4%)으로 절반 수준이었고, 다른 자아 문헌과 인용관계가 없이 외부 문헌과의 인용관계만 있는 논문이 94편(10.0%)였다. 자아 문헌집합으로부터 한 번이라도 인용된 인용 정체성 문헌은 2,978편이었으며 이중에서 자아 문헌집합과 중복된 것은 652편(174+478)이었다. 자아 문헌집합을 한 번이라도 인용한 국내 학술지 논문, 즉 인용 이미지구축자 문헌은 2,224편이었으며, 이중에서 자아 문헌집합과 중복된 것은 681(203+478)편이었다. 인용정체성 문헌집합과 인용 이미지구축자 문헌집

www.kci.go.kr



〈그림 4〉 자아 인용분석 대상 공공도서관 관련 국내 학술지 논문 집합의 구성

합 사이에 중복된 경우는 755편이었는데, 그중에서도 277편은 자아 문헌집합에 속하지 않았다. 이들은 앞의 〈그림 2〉의 문헌 I처럼 자아 문헌을 1건 이상 인용하고 자아 문헌으로부터 1회 이상 인용된 문헌이다. 〈그림 2〉의 문헌 D, E, F처럼 자아 문헌이나 인용 이미지구축자가 아닌 순수한 인용 정체성 문헌은 2,049편이었고, 문헌 G, H처럼 자아 문헌이나 인용 정체성이 아닌 순수한 인용 이미지구축자 문헌은 2,224편이었다.

결국 인용한 문헌 정보를 활용한 후방 확장을 수행하면 원래의 자아 문헌집합 949편에 더해서 3,275편(949+2,049+277)이 확보되고, 참고문헌 정보를 활용한 전방 확장을 수행하면 2,492편(949+1,266+277), 전후방 확장을 수행하면 4,541편(949+2,049+1,266+277)이 확보된다. 이처럼 자아 문헌집합만 다루면 949편을 분석하지만, 후방 확장은 3.45배, 전방 확장은 2.63배, 전후방 확장은 4.79배의 문헌을 확보하여 분석하게 된다. 각 확장 기준을 적용한 결과 구축된 인용 네트워크 6가지의 특성은 〈표 1〉과 같다.

확장된 인용 네트워크의 노드와 링크는 기준4 전후방 확장 네트워크가 가장 많고 기준3 전방 확장 네트워크가 가장 적다. 네트워크의 밀도는 확장된 인용 네트워크 중에서 기준3 전방 확장 네트워크가 가장 높고 기준4 전후방 확장 네트워크가 가장 낮다.

〈표 1〉 확장 기준별로 구축된 인용 네트워크의 특성

	기준1 자아 문헌집합	기준2 후방 확장	기준3 전방 확장	기준4 전후방 확장
논문 수 (노드 수)	949	3,275	2,492	4,541
인용 건수 (링크 수)	2,326	6,092	5,402	8,618
네트워크 밀도	0.00319	0.00057	0.00089	0.00042
최대 경로거리 (지름)	12	15	13	14
평균 경로거리	4.93	6.00	5.52	5.88

www.kci.go.kr

주경로와 관련이 있을 것으로 짐작되는 네트워크 특성인 최대 경로거리와 평균 경로거리 측정에서는 흥미로운 결과를 볼 수 있다. 최대 경로거리와 평균 경로거리는 예상대로 확장 네트워크가 모두 자아 문헌집합보다 길어졌다. 두 지표 모두 기준2를 적용한 후방 확장 네트워크가 가장 길게 나타났는데, 전방 확장과 후방 확장을 모두 적용한 기준4의 결과가 오히려 최대 경로거리와 평균 경로거리가 더 짧은 것이 눈에 띈다. 얼핏 생각하면 전방과 후방으로 모두 확장하면 더 긴 경로가 생성될 것 같지만, 경로거리는 두 노드를 잇는 경로 중에서 가장 짧은 경로에 속한 링크의 수를 의미하므로 반드시 그렇게 되지는 않는다. 즉, 자아 문헌집합에서는 여러 단계를 거쳐야 하는 두 문헌 사이의 경로에 대해서, 전후방 확장을 통해서 외부 문헌을 거쳐 바로 질러가는 더 짧은 경로가 생성될 수 있기 때문이다. 확장된 외부 문헌이 가진 인용관계가 자아문헌과의 관계 이외에는 나타나지 않기 때문에 상대적으로 더 짧은 경로들이 많이 생성되어서 평균이 짧아진다고 생각할 수도 있지만, 예비실험에서 전후방 확장을 선별해서 일부만 적용한 경우에는 오히려 전후방 확장의 경우보다 평균 경로거리가 더 짧아진 것으로 나타났으므로 배제할 수 있는 가정이다. 결국 전후방 확장이 자아 문헌집합에 포함되어 있는 논문 사이의 최단경로를 상당히 변경시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

3.3 주경로 추출 방법과 결과 비교 방법

이 연구에서는 주경로 추출 방법 중에서 최근 많이 사용되고 있는 조합인 탐색경로빈도 SPC를 활용한 키루트 탐색 주경로 알고리즘(Liu & Lu, 2012)의 안정성을 검증하였다. 네트워크 분석 프로그램인 Pajek을 사용해서 키루트 지역 탐색과 키루트 전역 탐색을 각각 수행하고 결과를 비교했다. 또한 주경로에 포함시킬 중요도 상위 링크 개수는 Pajek의 기본값인 10과 최소값인 1의 두 가지로 설정해보았다. 문헌집합이 서로 약간 다르면 각 문헌집합에 속한 중요도 상위 1위 링크는 달라지더라도 상위 10개 링크 중에서는 겹치는 것이 상당히 포함될 것이다. 따라서 추출된 주경로의 차이는 상위 링크 10개 포함 조건의 경우가 1개 포함 조건의 경우보다 덜할 것으로 예상된다.

자아 문헌집합에서 추출한 주경로와 확장 문헌집합에서 추출한 주경로를 비교할 때에는 Huang et al.(2016)과 마찬가지로 주경로 구성 노드의 차이를 측정하였다. 즉 비교대상 두 주경로를 구성하는 문헌이 얼마나 중복되는가를 측정하였다. 주경로의 중복도를 문헌이 아닌 인용관계의 중복도로 산출할 수도 있는데, 실제로 측정해본 결과 문헌 중복도와 인용 중복도는 거의 동일한 결과가 나타났다. 여기서는 중복건수를 산출한 후 주경로의 길이 차이를 감안한 중복도를 코사인계수 공식을 응용하여 다음과 같이 0에서 1사이로 산출하였다.

$$\text{주경로 중복도}(A,B)=\frac{A\text{와 }B\text{의 중복건수}}{\sqrt{A\text{의 문헌 수}\times B\text{의 문헌 수}}}$$

주경로가 변화된 정도를 정량적으로 분석한 이후에는 주경로의 정성적 변화 분석도 수행하였다. 주경로를 구성하는 개별 문헌이 일부 변화하더라도 같은 주제의 문헌으로 변화된다면 주경로로 파악하는 핵심 연구 주제 흐름은 유

www.kci.go.kr

지된다고 해야 할 것이다. 이 때문에 각 주경로에 나타난 공공도서관 연구 핵심 주제의 변화 흐름을 해석하여 축약한 후, 핵심 주제의 차이를 비교하였다. 마지막으로 주경로에 포함된 핵심 주제 중에서 마지막 주제가 어느 정도 최신 주제에 해당하는가를 살펴보았다.

4. 주경로의 정량적 변화 분석

4.1 SPC 상위 10개 링크 포함 조건 주경로 추출 결과 비교

4.1.1 주경로 구성 문헌 중복건수와 중복도 비교

기준1(자아 문헌집합)에서부터 기준4(전후방 확장 집합)까지 4가지 문헌집합을 대상으로 주경로를 추출하되, 먼저 Pajek의 기본 설정을 그대로 사용하여 SPC 상위 10개 링크를 반드시 포함하도록 설정하여 추출된 주경로를 비교하였다. 가장 많이 사용되는 키루트 전역 주경로를 구성하는 노드가 얼마나 중복되는가를 산출해본 결과는 〈표 2〉와 같다.

〈표 2〉에서 행렬의 대각선 값은 각 주경로를 구성하는 논문의 수, 즉 주경로의 길이에 해당한다. 주경로의 길이는 자아 문헌집합이 25개 문헌으로 구성되었는데, 후방 확장이 포함된 기준2, 기준4의 적용 결과는 이보다 긴 주경로가 되었고, 전방 확장만 수행한 기준3의 적용 결과는 19개 문헌으로 오히려 짧아졌다. 전후방 확장된 문헌집합의 주경로가 가장 길게 나타났는데, 자아 문헌집합의 주경로보다 52% 긴 38개의 논문으로 구성된 주경로가 도출되었다.

자아 문헌집합의 주경로와 비교했을 때 확장된 집합의 주경로 구성문헌 중복도는 후방 확장만 수행한 기준2의 경우가 0.854로 가장 비슷하고, 전후방 확장을 수행한 기준4의 경우가 0.389로 가장 다르게 나타났다. 전후방 확장을 수행했을 경우에는 자아 문헌집합의 주경로 구성문헌 25개 중에서 절반도 안되는 12개만이 확장된 문헌집합의 주경로에 남아있어서 주경로의 변화가 매우 큰 것을 알 수 있다. 확장된 문헌집합에서 추출한 주경로 사이의 비교에서는 전방 확장의 결과와 전후방 확장의 결과가 중복논문 12개, 중복도 0.447로 서로 가장 다른 것으로 나타났다.

Pajek의 기본 설정대로 SPC 상위 10개 링크를 반드시 포함하되, 지역탐색 방식으로 도출한 키루트 지역 주경로를 구성하는 노드가 얼마나 중복되는가를 산출해본 결과는 〈표 3〉과 같다.

〈표 3〉에서 지역 주경로의 길이는 자아 문헌

〈표 2〉 SPC 상위 10개 링크 포함 조건의 키루트 전역 주경로 구성 노드 중복 건수와 중복도

확장 기준	기준1 자아 문헌집합	기준2 후방 확장	기준3 전방 확장	기준4 전후방 확장
기준1 자아 문헌집합	25 (1.000)	23 (0.854)	18 (0.826)	12 (0.389)
기준2 후방 확장	23 (0.854)	29 (1.000)	16 (0.682)	18 (0.542)
기준3 전방 확장	18 (0.826)	16 (0.682)	19 (1.000)	12 (0.447)
기준4 전후방 확장	12 (0.389)	18 (0.542)	12 (0.447)	38 (1.000)

www.kci.go.kr

〈표 3〉 SPC 상위 10개 링크 포함 조건의 키루트 지역 주경로 구성 노드 중복 건수와 중복도

확장 기준	기준1 자아 문헌집합	기준2 후방 확장	기준3 전방 확장	기준4 전후방 확장
기준1 자아 문헌집합	31 (1.000)	30 (0.863)	21 (0.700)	14 (0.383)
기준2 후방 확장	30 (0.863)	39 (1.000)	20 (0.595)	23 (0.562)
기준3 전방 확장	21 (0.700)	20 (0.595)	29 (1.000)	14 (0.396)
기준4 전후방 확장	14 (0.383)	23 (0.562)	14 (0.396)	43 (1.000)

집합이 31개 문헌으로 구성되었는데, 후방 확장이 포함된 기준2, 기준4의 적용 결과는 이보다 긴 주경로가 되었고, 전방 확장만 수행한 기준3의 적용 결과는 29개 문헌으로 오히려 짧아졌다. 이는 전역 주경로에서 나타난 현상과 일치하는 결과이다. 전체적으로 동일한 조건에서는 〈표 2〉의 전역 주경로보다 〈표 3〉의 지역 주경로가 항상 길게 추출되었다.

자아 문헌집합의 주경로와 비교했을 때 확장된 집합의 주경로 구성문헌 중복도는 후방 확장만 수행한 기준2의 경우가 0.863으로 가장 비슷하고, 전후방 확장을 수행한 기준4의 경우가 0.383으로 가장 다르게 나타났다. 전후방 확장을 수행했을 경우에는 자아 문헌집합의 주경로 구성 문헌 31개 중에서 절반도 안되는 14개만이 확장된 문헌집합의 주경로에 남아있어서 주경로의 변화가 매우 큰 것을 알 수 있다. 이는 전역 주경로에서 나타난 현상과 일치한다. 확장된 문헌집합에서 추출한 주경로 사이의 비교에서는 전방 확장의 결과와 전후방 확장의 결과가 중복논문 14개, 중복도 0.396으로 서로 가장 다른 것으로 나타났다.

전체적으로 전역키루트 주경로나 지역키루트 주경로에서 모두 한 방향으로 확장한 경우보다 전후방으로 확장한 경우에 주경로 구성 문헌이 더 크게 달라지는 것으로 나타났다. 후방이나 전방으로만 확장한 후 추출한 주경로는 구성 문헌이 자아문헌집합에서 추출한 주경로의 구성 문헌과 0.70~0.86 사이의 중복도를 보였으며, 전방으로만 확장한 경우가 후방으로만 확장한 경우보다 주경로가 조금 더 달라졌으나 큰 차이는 없었다. 이와 달리 전후방 확장 후 추출한 주경로는 구성 문헌이 크게 달라져서 자아문헌집합에서 추출한 주경로의 구성 문헌과의 중복도가 0.38 정도로 절반 수준으로 낮아졌다. 전후방 확장을 수행하면 앞서 〈그림 2〉의 문헌I처럼 자아문헌집합에 속하지 않은 새로운 문헌이 자아문헌과 인용을 주고받으면서 새로운 경로를 형성하는 것이 원래의 주경로를 크게 변화시키는 원인이라고 추측할 수 있다.

4.1.2 주경로 중복 문헌의 시기 비교

자아 문헌집합에서 추출한 주경로 구성 문헌들 중에서, 인용 확장으로 인해 바뀐 주경로에도 남아있는 경우와 제외된 경우를 출판 시기별로 살펴보았다. 또한 인용확장을 통해 추가된 문헌이 주경로의 어느 부분에 포함되었는지도 함께 살펴보았다. 이를 통해서 인용확장이 주경로의 전반부나 후반부만 변화시키는지, 아니면 중간의 일부를 변화시키는지 여부를 확인하고자 하였다. 결과는 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉를 살펴보면 키루트 전역 주경로의 경

www.kci.go.kr

〈표 4〉 SPC 가중치 상위 10개 링크가 포함된 키루트 주경로 구성 논문 개별 비교
(● 표시는 자아 집합 논문, ◎ 표시는 확장 집합 논문)

(a) 키루트 전역 주경로 구성 논문

출판 시기	자아 문헌	후방 확장	전방 확장	전후방 확장
2005,09		◎		◎
2007,06		◎		◎
2007,06		◎		◎
2007,12		◎		◎
2008,06	●		●	
2008,09		◎		◎
2008,12		●		●
2009,12	●		●	
2010,02	●	●	●	●
2011,03	●	●	●	●
2011,08	●	●	●	●
2012,06	●	●	●	●
2013,12	●	●	●	●
2014,06	●	●	●	●
2014,09	●	●	●	●
2015,08	●	●	●	●
2015,12	●	●	●	●
2016,12	●	●		
2017,02	●	●	●	●
2017,09				◎
2017,12	●	●	●	●
2018,06				◎
2018,08	●	●		
2018,10	●	●	●	●
2019,02				●
2019,06				◎
2019,09	●	●	●	
2019,11				●
2019,12	●	●	●	
2020,03	●	●	●	
2020,05	●	●		
2020,05				●
2020,06				●
2020,09				●
2020,11	●	●		
2021,09	●	●		
2021,09				●
2021,11				◎
2021,12	●	●	●	
2022,02				●
2022,04				●
2022,05				●
2022,08			◎	
2022,11	●	●		
2022,12				●
2022,12				◎
2023,02	●	●		
2023,03				●
2023,06				●
2023,08				◎
2023,09				◎
2023,12				●
논문수	25	29	19	38

(b) 키루트 지역 주경로 구성 논문

출판 시기	자아 문헌	후방 확장	전방 확장	전후방 확장
2004,06		◎		◎
2004,10		◎		◎
2005,09		◎		◎
2007,06		◎		◎
2007,06		◎		◎
2007,12		◎		◎
2008,06	●		●	
2008,06	●	●	●	●
2008,09		◎		◎
2008,12	●	●	●	●
2009,06		◎		◎
2009,11		◎		◎
2009,12	●	●	●	●
2010,02	●	●	●	●
2011,03	●	●	●	●
2011,08	●	●	●	●
2012,06	●	●	●	●
2013,12	●	●	●	●
2014,06	●	●	●	●
2014,09	●	●	●	●
2015,08	●	●	●	●
2015,12	●	●	●	●
2016,12	●	●		
2017,02	●	●	●	●
2017,09				◎
2017,12	●	●	●	●
2018,05				●
2018,06				◎
2018,08	●	●		
2018,10	●	●	●	
2019,02			●	
2019,05				◎
2019,08			●	
2019,11				●
2019,12			◎	
2020,03	●	●	●	
2020,05	●	●		
2020,05				●
2020,09				●
2021,06	●	●		
2021,09				●
2021,12	●	●		
2021,12	●	●		
2022,02				●
2022,04	●	●	●	
2022,04			◎	
2022,05				●
2022,06	●	●		
2022,09				●
2022,11	●	●		
2022,11	●	●		
2022,11			●	
2022,12				◎
2022,12				◎
2023,02	●	●		
2023,03				●
2023,03			●	
2023,05	●	●	●	
2023,05				◎
2023,06				●
2023,07	●	●	●	
2023,08	●	●	●	
2023,08				◎
2023,08			◎	
2023,09				◎
2023,09				◎
2023,11				◎
2023,12			◎	
2022,12				◎
2023,02	●	●		
2023,03				●
2023,06				●
2023,08				◎
2023,09				◎
2023,12				●
논문수	31	39	29	43

www.kci.go.kr

우는 2010년 2월부터 2015년 12월까지 출간된 논문들이 문헌집합의 확장에도 불구하고 주경로를 그대로 구성하고 있었다. 그러나 전방 확장이 포함된 세 가지 경우는 모두 2016년 이후에 출간된 주경로 구성 논문이 대부분 탈락하고 다른 논문들로 대체되는 현상을 보였다. 키루트 지역 주경로의 경우에도 2009년 12월부터 2015년 12월까지 출간된 논문들이 문헌집합의 확장에도 불구하고 주경로를 그대로 구성하고 있었다. 또한 전방 확장이 포함된 세 가지 경우는 모두 2016년 이후에 주경로 구성 논문이 대부분 탈락하고 다른 논문들로 대체되는 현상을 보였다.

전반적으로 키루트 전역과 키루트 지역 알고리즘 모두에서 인용정체성 집합을 추가하는 후방 확장이 키루트 주경로에 미치는 영향은 맨 앞의 한 두 문헌이 탈락하는 것에 그쳤다. 반면에 인용이미지구축자 집합을 추가하는 전방 확장은 주경로의 중간 이후를 상당히 변화시키는 것으로 나타났다. 또한 전후방 확장은 자아문헌집합에서 추출한 주경로의 절반 이상을 변화시키는 결과를 낳았다. 다만 어느 경우에도 자아문헌 출판기간인 2008년부터 2023년 기간 중 극초기를 제외한 2010년부터 중간시기인 2015년 사이의 주경로는 변화하지 않는 것이 흥미롭다. 그 원인에 대해서는 이 장의 끝에서 논의하였다.

4.2 SPC 최상위 링크 1개만 포함하는 주경로 추출 결과 비교

기준1(자아 문헌집합)에서부터 기준4(전후방 확장 집합)까지 4가지 문헌집합을 대상으로 주경로를 추출하되, Pajek의 기본 설정을 변경하여 SPC 상위 1개 링크만 반드시 포함하도록 설정하여 추출된 주경로를 분석하였다. 추출 결과 주경로의 길이는 SPC 상위 10개 링크를 포함한 경우보다 모든 경우에 길이가 짧아졌다. 자아 문헌집합의 주경로의 길이가 전역 주경로는 25에서 17로, 지역 주경로는 31에서 20으로 짧아졌다. SPC 상위 1개 링크 포함 조건일 경우의 인용확장 문헌집합에서 추출한 키루트 전역 주경로와 지역 주경로를 구성하는 노드의 중복건수 및 중복도는 각각 〈표 5〉와 〈표 6〉에 제시하였다.

SPC 최상위 링크 1개만 포함하는 조건에서도 전역키루트 주경로나 지역키루트 주경로에서 모두 한 방향으로 확장한 경우보다 전후방으로 확장한 경우에 주경로 구성 문헌이 더 크게 달라졌다. 후방이나 전방으로만 확장한 후 추출한 주경로는 구성 논문이 자아문헌집합에서 추출한 주경로의 구성 논문과 0.79~0.97 사

〈표 5〉 SPC 상위 1개 링크 포함 조건의 키루트 전역 주경로 구성 노드 중복 건수와 중복도

확장 기준	기준1 자아 문헌집합	기준2 후방 확장	기준3 전방 확장	기준4 전후방 확장
기준1 자아 문헌집합	17 (1.000)	15 (0.794)	17 (0.972)	9 (0.428)
기준2 후방 확장	15 (0.794)	21 (1.000)	15 (0.772)	15 (0.642)
기준3 전방 확장	17 (0.972)	15 (0.772)	18 (1.000)	9 (0.416)
기준4 전후방 확장	9 (0.428)	15 (0.642)	9 (0.416)	26 (1.000)

www.kci.go.kr

〈표 6〉 SPC 상위 1개 링크 포함 조건의 키루트 지역 주경로 구성 노드 중복 건수와 중복도

확장 기준	기준1 자아 문헌집합	기준2 후방 확장	기준3 전방 확장	기준4 전후방 확장
기준1 자아 문헌집합	20 (1.000)	19 (0.803)	20 (0.845)	13 (0.499)
기준2 후방 확장	19 (0.803)	28 (1.000)	19 (0.679)	22 (0.713)
기준3 전방 확장	20 (0.845)	19 (0.679)	28 (1.000)	13 (0.421)
기준4 전후방 확장	13 (0.499)	22 (0.713)	13 (0.421)	34 (1.000)

이의 중복도를 보였다. SPC 최상위 10개 링크 포함 조건의 경우와 달리 후방으로만 확장한 경우가 전방으로만 확장한 경우보다 주경로가 조금 더 달라졌다. 전후방 확장 후 추출한 주경로는 구성 논문이 자아문헌집합에서 추출한 주경로의 구성 논문과 0.42~0.50 사이의 중복도를 보여서 절반에 가까운 구성 논문이 교체되었다.

SPC 가중치 1위 링크만 포함하는 조건에서 인용확장에 따라 주경로를 구성하는 개별 문헌들이 교체되는지 여부를 출판 시기별로 살펴본 결과는 〈표 7〉과 같다. 2010년 2월부터 2017년 2월까지 출간된 논문들은 문헌집합의 확장에도 불구하고 주경로를 그대로 구성하고 있었다. 이는 앞서 10위 이내 링크를 포함하는 주경로의 경우와 비슷한 결과이다. 전역 주경로는 후방 확장이나 전방 확장에서는 앞부분 일부나 뒷부분 일부만 교체되었지만, 전후방 확장에서는 2017년 12월 이후에 출간된 주경로의 후반부 문헌이 모두 교체되었다. 지역 주경로는 후방 확장에서는 앞부분 일부만 교체되었지만, 전방 확장에서는 2019년 2월 이후 상당수의 문헌이 주경로에 추가되었다. 지역 주경로에서도 전후방 확장에서는 전역 주경로에서와 비슷한 시점인 2018년 5월 이후 주경로를 구성하는 모든 문헌이 교체되었다.

이상의 분석 결과를 모두 종합해서 자아 문헌집합의 주경로와 인용 확장된 문헌집합의 주경로 구성 문헌 중복도를 하나의 그림에 나타내면 〈그림 5〉와 같다. 이 그림의 가로축은 전역 주경로의 구성 문헌 중복도이고 세로축은 지역 주경로의 구성 문헌 중복도이다. 주경로 추출 옵션이나 경로가중치 계산 방식과 무관하게, 인용확장이 이루어진 문헌집합에서 추출된 키루트 주경로는 후방 확장 또는 전방 확장만 적용한 경우에는 자아 문헌집합에서의 주경로가 일부만 달라졌지만, 전후방 확장을 적용한 경우에는 주경로 구성 문헌의 절반 이상이 달라지는 큰 변화가 나타났다. 주경로 구성 문헌의 출판 시기를 분석해본 결과, 후방 확장이나 전방 확장은 각각 주경로의 앞부분 일부와 뒷부분 일부를 변화시키고, 전후방 확장은 그에 더해서 주경로의 후반부 전체 문헌을 교체하는 결과를 낳는 것을 알 수 있었다. 그러나 어느 경우에도 주경로의 초중반부에 해당하는 시기의 주경로는 변화하지 않았다. 이는 2015년말까지 발표된 공공도서관 연구 논문들에 대한 인용이 이후 2023년까지 8년 이상의 기간 동안 상당히 누적되었으므로 주경로를 구성할만한 논문들을 구분할 수 있는 변별력이 충분하였기 때문이라고 생각된다. 중간 이후의 논문들은 인용이 누적될 기회가 적어서 인용확장에 따른 변화에 더 민감한 것이라고 할 수 있다.

www.kci.go.kr

〈표 7〉 SPC 가중치 상위 1개 링크가 포함된 키루트 주경로 구성 논문 개별 비교
(● 표시는 자아 집합 논문, ◎ 표시는 확장 집합 논문)

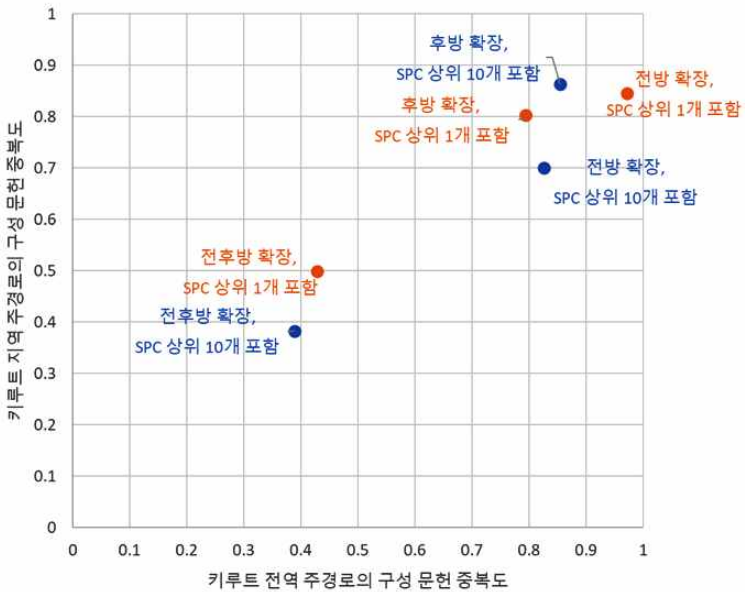
(a) 키루트 전역 주경로 구성 논문 38건

출판 시기	자아 문헌	후방 확장	전방 확장	전후방 확장
2005.09		◎		◎
2007.06		◎		◎
2007.06		◎		◎
2007.12		◎		◎
2008.06	●		●	
2008.09		◎		◎
2008.12		●		●
2009.12	●		●	
2010.02	●	●	●	●
2011.03	●	●	●	●
2011.08	●	●	●	●
2012.06	●	●	●	●
2014.06	●	●	●	●
2014.09	●	●	●	●
2015.08	●	●	●	●
2015.12	●	●	●	●
2017.02	●	●	●	●
2017.12	●	●	●	
2018.06				◎
2018.10	●	●	●	
2019.09	●	●	●	
2019.11				●
2019.12	●	●	●	
2020.03	●	●	●	
2020.05				●
2020.09				●
2021.09				●
2021.12	●	●	●	
2022.02				●
2022.05				●
2022.08			◎	
2022.12				◎
2023.03				●
2023.06				●
2023.08				◎
논문수	17	21	18	26

(a) 키루트 지역 주경로 구성 논문 49건

출판 시기	자아 문헌	후방 확장	전방 확장	전후방 확장
2004.06		◎		◎
2004.10		◎		◎
2005.09		◎		◎
2007.06		◎		◎
2007.06		◎		◎
2007.12		◎		◎
2008.06	●	●	●	●
2008.06	●		●	
2008.09		◎		◎
2008.12	●	●	●	●
2009.06		◎		◎
2009.11		◎		◎
2009.12	●	●	●	●
2010.02	●	●	●	●
2011.03	●	●	●	●
2011.08	●	●	●	●
2012.06	●	●	●	●
2014.06	●	●	●	●
2014.09	●	●	●	●
2015.08	●	●	●	●
2015.12	●	●	●	●
2017.02	●	●	●	●
2017.09				◎
2017.12	●	●	●	●
2018.05				●
2018.10	●	●	●	
2019.02			●	
2019.05				◎
2019.08			●	
2019.12			◎	
2020.03	●	●	●	
2022.04	●	●	●	
2022.04			◎	
2022.09				●
2022.11			●	
2022.12				◎
2023.03			●	
2023.03				●
2023.05	●	●	●	
2023.05				◎
2023.06				●
2023.07	●	●	●	
2023.08	●	●	●	
2023.08			◎	
2023.08				◎
2023.09				◎
2023.09				◎
2023.11				◎
2023.12			◎	
논문수	31	39	29	43

www.kci.go.kr



〈그림 5〉 자아 문헌집합의 주경로와 인용 확장된 문헌집합의 주경로 간 구성 문헌 중복도 비교 결과 종합

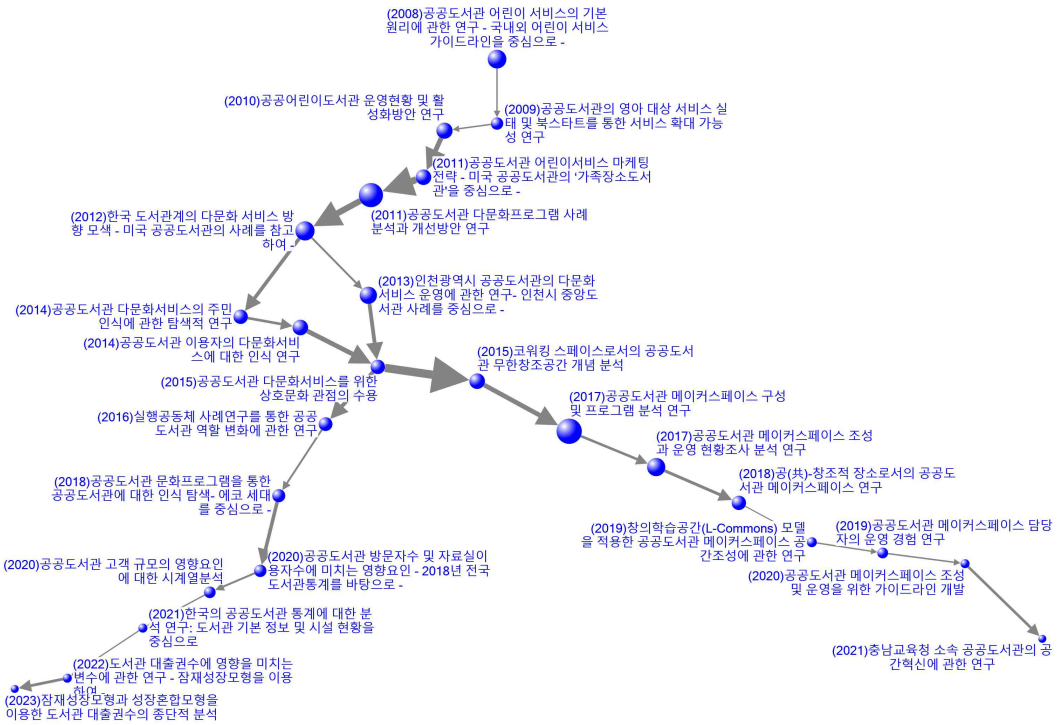
5. 주경로의 내용 변화 분석

인용 확장에 따라서 주경로 구성 문헌이 상당수 변화한다는 것이 확인되었지만, 제목이나 키워드에 동일한 주제어가 포함되어 있어서 주제가 겹치는 다른 문헌으로 교체된다면 주경로의 주제적 흐름은 변화하지 않았다고 보아야 할 것이다. 따라서 이 장에서는 주경로를 구성하는 문헌의 내용을 확인해서 주경로를 구성하는 연구 주제의 흐름이 변화했는지 여부를 확인하고자 하였다. 내용 분석 대상으로는 많이 활용되고 있는 키루트 전역 주경로에서 Pajek의 기본 설정대로 SPC 가중치 상위 10개 링크를 포함한 경우를 채택하였다. 앞의 〈그림 5〉를 보면 가중치 상위 1개 링크만 포함하는 경우보다 상위 10개 링크를 포함한 경우가 후방 확장을 제외한 2가지 경우에 구성문헌이 더 많이 변화했기 때문이다.

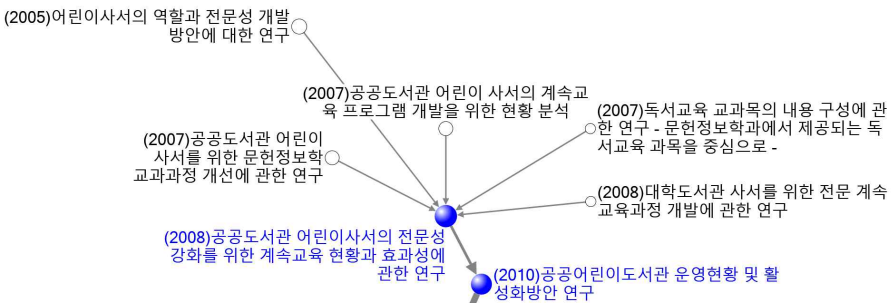
우선 자아 문헌집합에서 추출한 SPC 가중치 상위 10개 링크 포함 조건의 키루트 전역 주경로는 〈그림 6〉과 같다. 이 주경로를 구성하는 문헌들의 주제는 2008~2011년 사이의 어린이도서관 서비스, 2011~2015년 사이의 다문화서비스가 전반기를 구성하는 것으로 나타난다. 2015년 이후의 주경로는 두 가지로 분기된다. 오른쪽 경로는 2015~2020년 사이의 메이커스페이스 관련 연구가 2021년의 공간혁신 연구로 이어진다. 왼쪽 경로는 2016년 공공도서관과 지역사회의 관계에 대한 연구를 거쳐서 2019~2023년 사이의 공공도서관 이용데이터 분석 연구로 이어진다.

후방 확장 문헌집합에서 키루트 전역 주경로

www.kci.go.kr



〈그림 6〉 자아 문헌집합에서 추출한 키루트 전역 주경로



〈그림 7〉 후방 확장 문헌집합에서 추출한 전역 주경로 중에서 자아 문헌집합의 주경로와 달라진 앞 부분 (자아 문헌집합 소속 논문은 파란색, 그 외 논문은 검은색으로 표시)

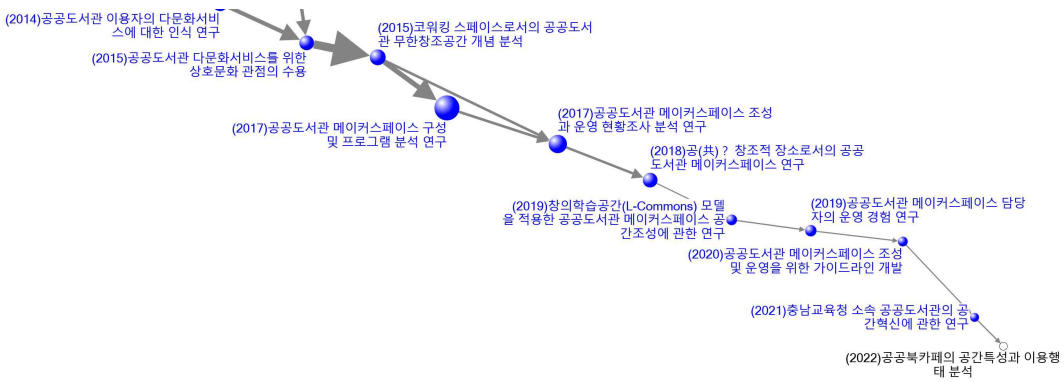
를 추출한 결과는 자아 문헌집합의 주경로에서 첫 부분만 달라진다. 바뀐 부분만 나타낸 〈그림 7〉을 보면, 원래 주경로 중에서 가장 앞선 2008년과 2009년의 두 문헌이 제외되고, 그대신 자아 문헌집합에 속한 2008년 논문과 이 논문이 인용한 인용정체성 논문 5편이 앞부분을 차지

www.kci.go.kr

한다. 제외된 두 편과 새로 추가된 자아문헌집합 논문 한 편은 모두 어린이 서비스를 다루고 있어서 주제 해석에는 차이가 발생하지 않는다. 그러나 앞에 추가된 인용정체성 논문 중 3편은 어린이 사서 양성에 대한 것이지만, 문헌정보학과의 독서교육 교과목에 대한 논문 한 편과 대학도서관 사서 계속교육에 대한 논문 한 편이 포함되어서 사서 교육/재교육이 앞선 주제로 포함되는 것으로 해석이 약간 달라지게 된다. 더군다나 대학도서관 사서와 관련된 논문이 포함되므로 공공도서관이라는 원래의 주제에서 약간 벗어나는 논문도 포함되는 문제가 발생한다. 인용 확장을 통해 주경로의 앞부분에 추가되는 문헌 중에서 주제 영역이 다른 문헌은 연관 주제 영역의 선행 연구로 간주해야 할 것이다.

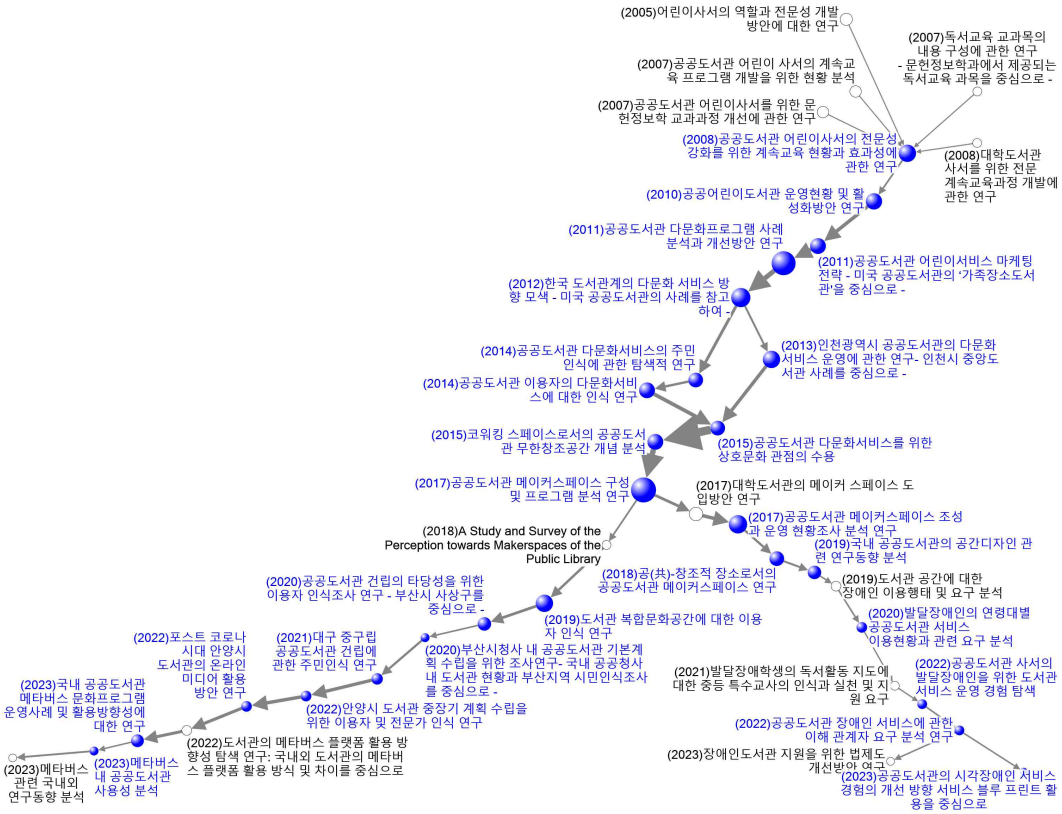
전방 확장에서는 어린이도서관 주제와 다문화서비스 주제와 관련된 주경로의 앞부분은 변화가 없고 2015년 이후의 중간 아래 부분의 변화가 크게 발생한다. 2015년 이후의 왼쪽 주경로 가지를 구성하던 지역사회와 이용데이터 분석 주제는 전방 확장 문헌집합에서 추출한 주경로에서는 없어진다. 〈그림 8〉과 같이 오른쪽 주경로 가지를 구성하는 메이커스페이스 주제와 공간혁신 주제는 유지되지만, 일부 링크가 달라지며 주경로 끝 마지막에 자아문헌이 아닌 공공북카페 공간 연구 논문이 한 건 추가된다.

전후방 확장 문헌집합에서 전역키루트주경로를 추출하면 앞부분부터 2015년까지는 어린이서비스와 다문화서비스 주제가 포함된 〈그림 7〉의 후방 확장 문헌집합에서 추출한 결과와 동일하다. 그러나 2015년 이후의 중간 이하 부분은 〈그림 9〉와 같이 크게 달라진다. 주경로의 왼쪽 가지는 2017~2019년 사이의 메이커스페이스 주제를 거쳐서 2019~2022년 사이의 도서관 건립 관련 연구와 2022년 이후의 메타버스 관련 연구로 이어진다. 오른쪽 가지에서는 2017년까지의 메이커스페이스 연구, 2018년의 도서관 공간 연구를 거쳐서 2019~2023년 사이의 장애인 서비스 연구로 이어진다. 전후방 확장을 통해서 이전에는 확인되지 않았던 2020년대의 메타버스와 장애인 서비스 연구가 확인



〈그림 8〉 전방 확장 문헌집합에서 추출한 전역 주경로 중에서 자아 문헌집합의 주경로와 달라진 2015년 이후 부분 (자아 문헌집합 소속 논문은 파란색, 그 외 논문은 검은색으로 표시)

www.kci.go.kr



〈그림 9〉 전후방확장 문헌집합에서 추출한 전역키루트주경로
(자아 문헌집합 소속 논문은 파란색, 그 외 논문은 검은색으로 표시)

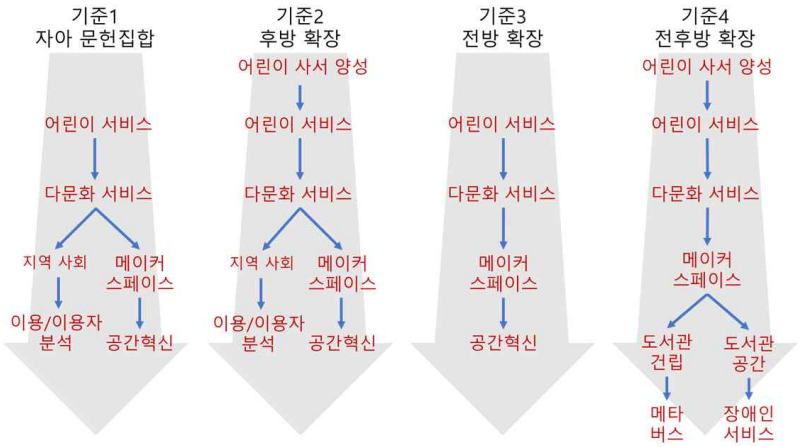
되는 것이 큰 차별점이다.

이상의 4가지 기준에 따라 구성된 문헌집합에서 각각 추출된 키루트 전역 주경로를 구성하는 연구 주제 변화 흐름을 간략하게 정리하면 〈그림 10〉과 같다. 모든 주경로에서 2008년부터 2015년 사이의 공공도서관 연구주제 흐름은 동일하게 어린이 서비스, 다문화 서비스, 메이커 스페이스로 구성된다. 후방 확장 문헌집합의 주경로에서는 동일한 연구주제 흐름이 보존되지만, 전방 확장 문헌집합의 주경로에서는 후반부의 일부 주제가 사라졌다. 전후방 확장의 경우에는 주경로 후반부의 연구 주제가 교체되면서 도서관 건립, 메타버스, 장애인 서비스 등의 최신 연구주제가 추가로 포함되었다.

6. 결 론

이 연구는 주경로 분석에서 분석 대상 문헌집합의 인용 정보를 최대한 활용하는 인용 네트워크 확장이 분석 결과의 안정성에 미치는 영향을 국내 공공도서관 연구 문헌을 대상으로 체계적으로 검증하고자 하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

www.kci.go.kr



〈그림 10〉 인용확장 기준별 문헌집합에서 추출된 키루트 전역 주경로를 구성하는 국내 공공도서관 연구 주제 변화 흐름 비교

첫째, 인용 네트워크의 확장에 따라 주경로 구성 문헌이 변경되었으며, 확장 방향에 따라 주경로 구성 문헌의 변화 정도가 크게 달라졌다. 자아 문헌집합의 주경로 구성 문헌과 비교했을 때, 후방 확장이나 전방 확장만을 적용한 경우에는 설정 옵션에 따라 약간 차이가 있지만 주경로 구성 문헌 중복도가 0.70~0.86으로 높은 수준이었다. 하지만 전후방 확장을 적용한 경우 주경로 구성 문헌 중복도가 0.38 정도로 크게 감소하여 절반 이상이 변화하였다.

둘째, 인용 네트워크 확장을 통해 분석 기간 중반 이후의 연구 주제 변화 흐름은 크게 변경될 수 있는 것으로 나타났다. 어린이 서비스에서 다문화 서비스를 거쳐 메이커 스페이스까지 이어지는 초중반부의 주요 연구 주제 흐름은 유지되었지만, 특히 전후방 확장을 적용했을 때 기존에 포함되지 않았던 메타버스, 장애인 서비스 등 2020년대의 새로운 연구 동향이 주경로에 반영될 수 있었다.

이처럼 전후방 확장을 적용하여 분석 대상 문헌집합의 인용 정보를 최대한 활용한다면 더 상세하고 최신 연구 주제 흐름까지 반영하는 주경로를 파악할 수 있었다. 이는 전후방 인용 확장을 통해서 수집한 문헌 집합에 잠재되어 있던 의미있는 인용 경로를 추가하는 효과를 얻었기 때문이라고 판단된다.

이 연구를 통해서 기존 연구에서 다루어지지 않았던 인용 확장이 주경로 안정성에 미치는 영향을 실증적으로 규명하였다. 특히 분석 결과에서 나타난 인용 확장 방향에 따른 차별적 효과는, 주경로 분석을 적용할 때 네트워크 구성 조건을 명확히 제시해야 하고, 가능하면 인용 확장의 적용 여부에 따른 차이를 비교 분석하여 최적의 결과를 선택할 필요가 있음을 시사한다.

또한 특허 인용 네트워크를 대상으로 하는 선행 연구인 Huang et al.(2016)과 윤민호(2020)의 상반된 결과를 검토하는 과정에서, 주경로 분석을 수행할 때 분석 대상 집합의 설정 범위가 추출되는 주경로를 좌우할 수 있음을 파악

www.kci.go.kr

한 것도 의미있는 연구결과이다. 주경로 분석이 대상으로 하는 기술의 범위가 좁거나 기술 성숙 단계 이후에는 주경로가 크게 변화하지 않지만, 기술 개발 초기 단계이거나 대상 기술의 범위가 상대적으로 넓은 경우에는 주도 기술의 변화에 따라서 주경로 전체가 변경될 수도 있다는 것은 주경로 분석을 활용하는 연구 설계에서 유의해야 할 사항이다.

이 연구는 공공도서관이라는 한 연구 분야만을 대상으로 하였기 때문에 결과의 일반화 가능성에 한계가 있다. 공공도서관 관련 연구는 분석 기간의 시초 문헌을 특정하기 어려운 주제이므로 알고리즘이나 데이터 범위에 따라서 주경로에 변화가 나타날 가능성이 상대적으로 크다고 할 수 있다. 이와 달리 h-지수와 같은 특정 기법이나 특정 기술과 관련되어 후속 연구를 촉발시킨 시초 문헌을 식별할 수 있는 경우에 대한 인용 확장의 효과 연구가 필요하다. 그럼에도 불구하고 이 연구는 주경로 분석 기법의 신뢰도 향상에 기여함으로써 계량정보학 분야의 발전과 연구 동향 분석의 정확성 제고에 도움이 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

김소연, 이은주 (2022). 언어 네트워크 분석을 활용한 기록정보서비스 연구동향 분석. 한국기록관리학회지, 22(4), 87-107. http://doi.org/10.14404/JKSARM.2022.22.4.087

김용환 (2021). 한국 사회의 불평등 관련 연구 동향 분석안. 한국문헌정보학회지, 55(2), 263-287. http://doi.org/10.4275/KSLIS.2021.55.2.263

김지수, 정유경 (2024). 토픽모델링을 활용한 국내외 연구지원서비스 연구동향 분석. 정보관리학회지, 41(3), 309-330. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.3.309

김판준 (2024). 국내 독서 프로그램 분야의 연구 동향과 과제. 정보관리학회지, 41(2), 47-69. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.2.047

김혜진 (2020). 텍스트 마이닝을 활용한 한국학 주경로(Main Path) 분석: '한국'을 키워드로 포함하는 SCOPUS 문헌을 대상으로. 정보관리학회지, 37(3), 253-274. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2020.37.3.253

김혜진 (2024). 국내 문헌정보학 주요 저널의 자아 인용정체성 분석. 정보관리학회지, 41(2), 1-18. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.2.001

배나윤, 오효정 (2024). 주요 학문분야 비교를 통한 국내 정보공개 연구동향 분석. 정보관리학회지, 41(2), 295-316. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.2.295

서선경 (2024). 시간적 공저 네트워크의 구조 분석에 관한 연구. 정보관리학회지, 41(3), 381-409. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.3.381

윤민호 (2020). 특허 데이터를 이용한 연료전지의 기술궤적 분석과 산업의 진화. 지식재산연구, 15(3),

www.kci.go.kr

255-292. http://doi.org/10.34122/jip.2020.15.3.255

이성숙, 이지원 (2024). 문헌정보학 교육 분야 연구동향 및 지적구조 분석. 정보관리학회지, 41(4), 209-234. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.4.209

이재윤 (2006). 지적 구조의 규명을 위한 네트워크 형성 방식에 관한 연구. 한국문헌정보학회지, 40(2), 333-355.

이재윤 (2012). 폭소노미 연구 문헌에 대한 자아 중심 주제 인용 분석. 정보관리학회지, 29(4), 295-312. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2012.29.4.295

이재윤 (2017). 자아 중심 주제 인용분석을 활용한 딥러닝 연구동향 분석. 정보관리학회지, 34(4), 7-32. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2017.34.4.007

이재윤 (2022). 계량서지적 분석에서 지적구조 매핑을 위한 링크 삭감 알고리즘의 적합도 측정. 정보관리학회지, 39(2), 233-254. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2022.39.2.233

이재윤 (2023). 데이터 리터러시 연구 분야의 주경로와 지적구조 분석. 정보관리학회지, 40(4), 403-428. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2023.40.4.403

Batagelj, V. (2003). Efficient algorithms for citation network analysis. CoRR cs.DL/0309023. Available: http://arxiv.org/abs/cs.DL/0309023

Benatti, A., de Arruda, H. F., Silva, F. N., Comin, C. H., & da Fontoura Costa, L. (2023). On the stability of citation networks. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 610, 128399. https://doi.org/10.1016/j.physa.2022.128399

Chen, C. & Morris, S. (2003). Visualizing evolving networks: minimum spanning trees versus pathfinder networks. Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization 2003, 67-74. http://doi.org/10.1109/INFVIS.2003.1249010

Chen, C. (2018). Cascading citation expansion. Journal of the Information Science Theory and Practice, 6(2), 6-23. https://doi.org/10.1633/JISTaP.2018.6.2.1

de Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2018). Exploratory Social Network Analysis with Pajek: Revised and Expanded Edition for Updated Software. New York: Cambridge University Press.

Filippin, F. (2021). Do main paths reflect technological trajectories? Applying main path analysis to the semiconductor manufacturing industry. Scientometrics, 126(8), 6443-6477. https://doi.org/10.1007/s11192-021-04023-9

Huang, Y., Zhu, F., Guo, Y., Porter, A. L., Zhang, Y., & Zhu, D. (2016). Exploring technology evolution pathways to facilitate technology management: a study of dye-sensitized solar cells (DSSCs). Proceedings of the 2016 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), 764-776.

www.kci.go.kr

https://doi.org/10.1109/PICMET.2016.7806839

Hummon, N. P. & Dereian, P. (1989). Connectivity in a citation network: the development of DNA theory. Social Networks, 11(1), 39-63. https://doi.org/10.1016/0378-8733(89)90017-8

Liu, J. S. & Lu, L. Y. (2012). An integrated approach for main path analysis: development of the Hirsch index as an example. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 63(3), 528-542. http://doi.org/10.1002/asi.21692

Liu, J. S., Lu, L. Y., & Ho, M. H. C. (2019), A few notes on main path analysis. Scientometrics, 119(1), 379-391. https://doi.org/10.1007/s11192-019-03034-x

White, H. D. (2000). Toward ego-centered citation analysis. In Cronin, B. & Atkins, H. B. (Eds.), The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield. Medford, NJ: Information Today, Inc., 475-496.

Xu, S., Hao, L., An, X., Pang, H., & Li, T. (2020). Review on emerging research topics with key-route main path analysis. Scientometrics, 122(1), 607-624. https://doi.org/10.1007/s11192-019-03288-5

Yu, D. & Sheng, L. (2021). Influence difference main path analysis: evidence from DNA and blockchain domain citation networks. Journal of Informetrics, 15(4), 101186. https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101186

• 국문 참고자료의 영어 표기
(English translation / romanization of references originally written in Korean)

Bae, Na-yun & Oh, Hyo-Jung (2024). Analyzing domestic research trends on disclosure of information by comparing major academic disciplines. Journal of the Korean Society for Information Management, 41(2), 295-316. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.2.295

Kim, Hea-Jin (2020). The main path analysis of korean studies using text mining: based on SCOPUS literature containing 'Korea' as a keyword. Journal of the Korean Society for Information Management, 37(3), 253-274. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2020.37.3.253

Kim, Hea-Jin (2024). A comparative analysis of ego-centered journal citation identities in library and information science. Journal of the Korean Society for Information Management, 41(2), 1-18. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.2.001

Kim, Ji Soo & Jeong, Yoo Kyung (2024). Analyzing research trends on research support services using topic modeling. Journal of the Korean Society for Information Management, 41(3), 309-330. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.3.309

www.kci.go.kr

Kim, Pan Jun (2024). Research trends and tasks in the field of reading program in Korea. Journal of the Korean Society for Information Management, 41(2), 47-69. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.2.047

Kim, So-Yeon & Lee, Eun Ju (2022). Research trends of archival information services using language network analysis. Journal of Korean Society of Archives and Records Management, 22(4), 87-107. http://doi.org/10.14404/JKSARM.2022.22.4.087

Kim, Yong Hwan (2021). Analysis of research trends in inequality of Korean society. Journal of the Korean Society for Library and Information Science, 55(2), 263-287. http://doi.org/10.4275/KSLIS.2021.55.2.263

Lee, Jae Yun (2006). A study on the network generation methods for examining the intellectual structure of knowledge domains. Journal of the Korean Society for Library and Information Science, 40(2), 333-355.

Lee, Jae Yun (2012). Ego-centered topic citation analysis on folksonomy research documents. Journal of the Korean Society for Information Management, 29(4), 295-312. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2012.29.4.295

Lee, Jae Yun (2017). Deep learning research trends analysis with ego centered topic citation analysis. Journal of the Korean Society for Information Management, 34(4), 7-32. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2017.34.4.007

Lee, Jae Yun (2022). Measuring the goodness of fit of link reduction algorithms for mapping intellectual structures in bibliometric analysis. Journal of the Korean Society for Information Management, 39(2), 233-254. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2022.39.2.233

Lee, Jae Yun (2023). Analyzing the main paths and intellectual structure of the data literacy research domain. Journal of the Korean Society for Information Management, 40(4), 403-428. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2023.40.4.403

Lee, Sung Sook & Lee, Ji Won (2024). A study on analysis of research trends and intellectual structure in the LIS education research. Journal of the Korean Society for Information Management, 41(4), 209-234. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.4.209

Seo, Sun Kyung (2024). An analysis on the structure of temporal co-authorship networks. Journal of the Korean Society for Information Management, 41(3), 381-409. http://doi.org/10.3743/KOSIM.2024.41.3.381

Yoon, Minho (2020). Analysing technological trajectories and the industrial evolution of a fuel cell using patent citation data. Journal of Intellectual Property, 15(3), 255-292. http://doi.org/10.34122/jip.2020.15.3.255

www.kci.go.kr