

스마트도서관 무인대출 시스템의 유니버설디자인 적용 방향성 연구

A Study on the Application Direction of Universal Design for Smart Library Self-Lending Systems

주 저 자 : 김지수 (Kim, Ji Soo) 홍익대학교 산업미술대학원 공공디자인 전공 석사과정
공 동 저 자 : 이재규 (Lee, Jae Gyu) 홍익대학교 산업미술대학원 공간디자인 전공 교수
교 신 저 자 : 장영호 (Jang, Young Ho) 홍익대학교 산업미술대학원 공공디자인 전공 교수
nagoyajang@hongik.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2025.4.579>

접수일 2025. 11. 18. / 심사완료일 2025. 11. 22. / 게재확정일 2025. 12. 08. / 게재일 2025. 12. 30.

Abstract

This study explores the applicability and necessity of Universal Design (UD) in self-lending systems within smart library environments. RFID-based self-lending systems have rapidly expanded as new information service platforms that allow users to borrow and return books without librarian assistance, even outside the library. However, differences in age and digital literacy have created procedural and psychological barriers, particularly among older adults and digitally vulnerable users. These barriers are often associated with challenges in perceptibility, operability, and usability, highlighting the need for more inclusive design approaches. Through literature review and user interviews, this study analyzed the technological foundations and actual usage patterns of self-lending systems. By applying the seven principles of UD, it identifies key issues centered on perceptibility, usability, and operability, and discusses design directions for creating a more inclusive service environment. It can be used as basic data for building a smart library service environment that embraces diverse users in the future.

Keyword

Smart Library(스마트도서관), Self-lending System (무인대출 시스템), Universal Design(유니버설디자인)

요약

본 연구는 스마트도서관 환경에서 무인대출 시스템(Self-lending System)의 유니버설디자인(Universal Design, UD) 적용 방향을 탐색하였다. RFID 기반의 무인대출 시스템은 도서관 외부에서도 사서의 도움 없이 도서를 대출 및 반납할 수 있는 새로운 정보서비스 플랫폼으로 확산되고 있으며, 공공도서관 서비스의 핵심 요소로 자리 잡고 있다. 그러나 연령 및 디지털 숙련도에 따른 이용자 격차와 절차적·심리적 장벽이 나타나고 있으며, 특히 고령층과 디지털 약자를 중심으로 시인성, 조작성, 이용 편의성 측면에서의 어려움이 두드러진다. 이에 본 연구는 문헌 조사와 이용자 인터뷰를 통해 무인대출 시스템의 기술적 기반과 적용 실태를 분석하였고, UD 원칙을 적용하여 시인성, 이용 편의성, 조작성의 세 가지 요소를 중심으로 문제를 도출하고, 이를 통해 포용적 환경 조성을 위한 UD 적용 방향을 논의하였다. 향후 다양한 이용자를 포용하는 스마트도서관 서비스 환경 구축을 위한 기반 자료로 활용될 수 있다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 범위 및 방법

2. 이론적 고찰

- 2-1. 공공도서관의 발전 흐름과 스마트도서관
- 2-2. 스마트도서관의 개념 및 기술적 기반
- 2-3. UD의 개념과 적용 요소

3. 국내외 사례 및 이용 형태 분석

3-1. 스마트도서관 사례 분석

3-2. 이용자 인터뷰 조사 및 분석

3-3. 시인성·이용 편의성·조작성 측면의 문제점 도출

4. 무인대출 시스템의 UD 적용 방향

4-1. UD 원칙에 기반한 적용 요소

4-2. 시인성·이용 편의성·조작성 중심의 적용 방향성

5. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

스마트 기술의 발달과 정보화 정책의 확산은 공공도서관의 역할과 서비스 방식에 큰 변화를 가져왔다. 특히 전자도서관을 거쳐 등장한 스마트도서관(Self-lending Library)은 RFID 기반의 무인대출 시스템을 통해 사서의 도움 없이도 도서의 대출과 반납이 가능하게 하였으며, 공공도서관 서비스를 도서관 외부 공간으로까지 확장시켰다. 이러한 변화는 공공도서관의 이용 방식에 있어 편의성과 접근성을 높였다는 점에서 중요하게 평가된다.

그러나 무인대출 시스템의 확산에도 불구하고, 연령 및 디지털 숙련도에 따른 이용 격차와 절차적·심리적 장벽이 드러나고 있다. 특히 고령층과 디지털 약자에게서 시인성·이용 편의성·조작성 측면의 문제점이 크게 나타나며, 이는 서비스 이용의 회피로 이어지는 경향을 보인다. 이러한 환경적 지원 방안 중 하나로 '유니버설 디자인(Universal Design, 이하 UD)'은 모든 사용자의 접근성과 사용성을 고려한 설계 개념으로 주목받고 있다. 다양한 이용자의 특성과 요구를 반영한 UD 관점의 설계는 물리적 공간과 디지털 환경이 결합된 스마트도서관 서비스에서도 점차 중요성이 커지고 있다.

이에 본 연구는 스마트도서관 무인대출 시스템의 UD 적용 가능성과 방향성을 탐색하는 것을 목적으로 하여 무인대출 시스템의 기술적 기반과 이용 실태를 분석한 후 시인성·이용 편의성·조작성의 세 가지 UD 원칙요소를 중심으로 문제점 및 개선 방향을 도출하고자 하였다. 이를 통해 다양한 이용자를 포용할 수 있는 공공도서관 서비스 설계의 기초 자료를 제공하는 것을 최종목표로 한다.

또한 본 연구는 정성적 탐색 연구로서, 국내외 스마트도서관 사례 4건의 기술·운영 특성을 비교 분석하고, 스마트도서관 이용자 10명을 대상으로 한 반구조화 인터뷰(FGI)를 수행하여 접근성 관련 문제를 도출하며, UD 7원칙을 기준으로 시인성·이용 편의성·조작성 측면의 주요 문제를 분류·정리하는 것을 정성적 연구 목표로 설정한다. 정량적 실험이나 정책 효과 검증 등은 본 논문의 범위에 포함하지 않으며, 향후 연구 과제로 제시한다.

1-2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 스마트도서관 무인대출 시스템의 UD 적용 방향 탐색을 목적으로, 문헌 조사와 인터뷰 조사를

중심으로 진행하였다. 먼저, 공간적 범위는 국내 공공 스마트도서관 중 지하철역, 공공기관 등 외부에 설치된 무인대출 시스템으로 선정¹⁾하였다.

대상 범위는 스마트도서관 이용자 전반을 포함하되, 특히 고령층 및 디지털 약자와 같이 디지털 기술 활용에 취약한 이용자를 중심으로 한다. 이는 무인대출 시스템에서 나타나는 이용 격차가 연령과 디지털 숙련도와 밀접하게 관련되어 있으며, 실제 서비스 이용 과정에서 이러한 차이가 접근성의 저하나 서비스 회피로 이어질 가능성이 높기 때문이다.

연구 방법으로는 문헌 조사와 인터뷰 조사를 병행하였다. 문헌 조사를 통해 스마트도서관의 도입 배경, 기술적 기반, 설치·운영 현황을 검토하고, 무인대출 시스템의 시인성·이용 편의성·조작성과 관련된 문제 지점을 파악하였다. 이어서 인터뷰 조사를 통해 실제 이용자의 경험을 수집하여, 무인대출 시스템 이용 과정에서 드러나는 구체적 이용편의성을 확인하였다. 최종적으로는 수집된 자료를 UD 원칙에 따라 분석함으로써, 무인대출 시스템의 시인성·이용 편의성·조작성 측면에서의 UD 적용 가능성과 개선 방향을 도출하였다.

본 연구는 정책 제안이나 제도 개선보다는 정성적 접근을 통한 기초적 고찰과 방향성 탐색에 초점을 두며, 향후 스마트도서관 서비스의 포용성 강화를 위한 설계적 기반 자료를 마련하는 데 의의를 둔다.

2. 이론적 고찰

2-1. 공공도서관의 발전 흐름과 스마트도서관

공공도서관은 시대적 변화와 사회적 요구에 따라 역할과 기능을 점차 확장했다. 해방 직후 공공도서관은 혼란한 사회적 상황 속에서 국민 계몽과 독서 장려의 거점으로 기능하기 시작하였다. 당시에는 장서 확보와 열람 공간 마련이 주요 과제로 공공도서관은 기본적인 독서 기반 시설로서의 역할에 집중하였다.²⁾

1970~1980년대에 들어서면서 경제 성장과 문화 정책의 강화에 따라 도서관 시설의 확충³⁾이 본격적으

1) 이는 스마트도서관의 특성상 사서의 직접적인 지원 없이 이용자가 독립적으로 서비스를 이용해야 하는 환경에서 시인성·이용 편의성·조작성 측면의 문제를 명확히 파악할 수 있다고 판단하였다.

2) 이연옥, '한국 공공도서관 운동의 전개과정: 해방 이후부터 한국전쟁까지', 한국도서관·정보학회지, 2000, 31(2), p.225

로 이루어졌고, 공공도서관은 단순한 독서 공간을 넘어 지역사회 문화 활동의 거점으로 자리매김하게 되었다. 이러한 성장 과정은 공공도서관이 공공문화시설로 변화하게 되는 계기가 되었다.

1990년대 이후 정보화 정책이 추진되면서 컴퓨터와 인터넷이 도서관 운영에 도입되었고, 공공도서관의 서비스 방식에도 큰 변화가 나타났다.⁴⁾ 도서관은 단순히 자료를 보관하고 열람하는 공간에서 벗어나, 정보 접근과 활용의 중심적인 역할을 수행하는 기관으로 변화하였다. 이러한 흐름은 2000년대 전자도서관의 활성화로 이어졌으며, 온라인 환경을 통한 정보 제공이 가능해지면서 이용 방식에 근본적인 전환이 이루어졌다.⁵⁾

특히, 2010년대 이후에는 정보통신기술의 급속한 발전과 더불어 공공도서관 서비스의 목표가 '소장과 열람'에서 '접근과 편의성'으로 이동하였다.⁶⁾ 이 과정에서 등장한 스마트도서관(Self-lending Library)은 RFID와 자동화 기술을 기반으로 하여 사서의 도움 없이도 이용자가 도서를 대출 및 반납할 수 있는 무인 서비스 시스템으로 정의하고 있다.⁷⁾ 스마트도서관은 공공기관이나 지하철역 등 생활권 거점에 설치되어, 공공도서관의 서비스 공간을 외부로 확장시키고 시간적 공간적 제약을 극복함으로써 다양한 이용자의 접근성을 보장하는 새로운 공공서비스로 주목받고 있는 상황이다.(이상 표 1 참조)

이러한 변화 과정은 단순한 기술적 발전을 넘어 공공도서관이 시대적 요구와 사회적 환경에 따라 서비스를 변화해온 흐름으로 이해할 수 있다. 과거의 공공도서관이 지식과 정보의 보관 및 제공에 초점을 두었다면, 현재의 스마트도서관은 이용자의 접근성과 경험을 중심으로 설계되는 서비스 인프라로 재정의되고 있다.

- 3) 이용구, 김선아, '한국의 공공도서관 통계에 대한 분석 연구: 도서관 기본 정보 및 시설 현황을 중심으로', 한국정보관리학회, 2021, 38(3), p.337
- 4) 한상환, '디지털 시대의 도서관 환경 변화와 그 대응 연구', 한국문헌정보학회지, 1998, 32(2), p.100
- 5) 황금숙, 김수경, 박미영, '공공도서관 문화프로그램 현황 분석과 활성화 방안', 한국도서관·정보학회, 2008, 39(1), pp.219-244
- 6) 김영석, '우리나라 도서관의 이용변화 추이 분석 및 대응방안 연구', 한국도서관·정보학회, 2021, 52(2), pp.379-400
- 7) 박승진, 손정기, 장근영, '무인 스마트도서관에 대한 사용성 평가 연구', 한국문헌정보학회지, 2018, 52(2), pp.103-123

따라서 스마트도서관은 기술적 시스템뿐만 아니라, 다양한 이용자의 요구와 환경적 상황을 고려한 포괄적인 설계 관점에서의 접근이 필요하다.

[표 1] 공공도서관 발전 흐름과 스마트도서관의 도입

구분	주요 특징	변화의 초점
해방직후 ~1960년대	혼란한 사회 속에서 국민 계몽 및 독서 장려 중심	장서 확충, 열람 공간 마련
1970~80년대	경제 성장과 문화정책 강화로 시설 확충 본격화, 지역 사회 문화 거점으로 기능	양적 성장, 문화 활동 중심
1990년대	정보화 정책 추진, 컴퓨터와 인터넷 도입으로 도서관 기능 변화	정보 접근 기능 강화
2000년대	전자도서관 활성화, 문화 프로그램 확대, 도서관의 복합 문화공간화	온라인 정보 제공, 이용 방식의 변화
2010년대 이후	스마트 기술 발전에 따른 자동화 서비스 확산, RFID 기반 스마트도서관 등장	접근성 편의성 강화, 서비스 기능 확장

2-2. 스마트도서관의 개념과 기술적 기반

스마트도서관(Self-lending Library)은 정보통신기술의 발전과 함께 등장한 새로운 형태의 공공도서관 서비스로, 도서관의 물리적 공간을 확장하고 이용자의 시간적, 공간적 제약을 극복하기 위해 도입된 무인 운영 시스템이다. 국립중앙도서관은 스마트도서관을 “RFID와 로봇, 스마트 서가 기술을 기반으로, 공공기관·터미널·지하철역 등 도서관 외부에서도 사서의 도움 없이 도서를 대출 반납할 수 있는 무인 관리 도서관⁸⁾”으로 정의한다. 이는 기존 공공도서관의 기능을 단순히 대체하는 것을 넘어, 정보서비스 플랫폼으로서의 새로운 기능을 한다는 점에서 중요한 의미를 지닌다.

스마트도서관의 핵심 기술은 RFID(Radio Frequency Identification)로 태그에 저장된 정보를 무선 주파수를 통해 비접촉식으로 자동 인식·처리하는 방식이다. RFID는 원거리에서 다중 인식이 가능하고 정보량·내구성·보안성 측면에서도 우수하여 도서관 업무의 효율성과 이용 편의성을 높인다.⁹⁾ 서비스 방식에도 기존 도서관과 차별점을 보인다. 스마트도서관은 공공기관, 지하철역, 학교, 주거 단지 등 생활권 중심의 거점에 설치되어, 이용자가 별도의 운영 시간 제약 없이 24시간 서비스

8) <https://librarian.nl.go.kr/>

9) 구중역, '국내 도서관에서 바코드와 RFID를 이용한 모바일 서비스 증진에 관한 연구', 한국문헌정보학회지, 2010, 44(2), p.327

를 이용할 수 있는 환경을 제공한다. 특히 도서관 접근성이 낮은 지역이나 직장인·학생 등 특정 이용 집단에게도 편의를 제공한다.¹⁰⁾

이를 통해 스마트도서관이 단순한 무인 기계 설비가 구비되어 있는 공간이 아니라, 정보 접근성을 증진시키는 공공서비스 인프라로 가능하다는 것을 알 수 있다. 따라서 스마트도서관의 기술과 운영 방식은 향후 공공도서관이 다양한 사용자 그룹 특히 디지털 약자를 포용할 수 있는 서비스 환경으로 확장되는 데 있어 핵심적인 역할로 작용한다는 것으로 판단된다.

2-3. UD의 개념과 적용 요소

유니버설디자인(Universal Design, 이하 UD)은 1980년대 로널드 메이슨(Ronald Mace)이 제안한 개념으로 특별한 적응이나 별도의 추가적인 설계 없이 가능한 많은 사람들이 이용할 수 있는 환경·제품·정보를 설계하는 것을 의미한다. UD는 장애 여부, 연령, 신체 능력, 디지털 활용 수준 등 다양한 사용자 특성을 포괄하여 차별 없이 접근·이용할 수 있는 환경 조성을 목표로 하며, 물리적 공간을 포함한 서비스·정보 환경 전반에 적용할 수 있는 설계 전략으로 발전해왔다.

UD에는 이러한 방향성을 구체화한 7가지 설계 원칙¹¹⁾이 제시되어 있으며, 이는 물리적 환경뿐만 아니라 서비스 시스템, 인터페이스, 정보 전달 방식 등 다양한 영역에서 설계에서 활용되고 있다. 김서림 외 2(2025)는 UD 개념을 물리적 환경과 보조기기(Assistive Technology, AT)의 통합적 접근으로 확장하여 정책·기술·공간이 상호 보완적으로 작동하는 설계

10) 김영석, op. cit.

11) ①공평한 사용(Equal Use) - 다양한 능력 수준의 사용자에게 동일한 수단을 제공하는 설계, ②사용상의 유연성(Flexibility Use) - 사용자의 선호와 능력에 따른 다양한 사용 방식을 허용하는 설계, ③단순하고 직관적인 사용(Simple and Untuivr Ues) - 사용자의 경험이나 지식 수준에 관계없이 쉽게 이해되고 사용할 수 있는 설계, ④정보의 인지 용이성(Perceptible Information) - 다양한 감각 능력을 가진 사용자에게 필요한 정보를 효과적으로 전달하는 설계, ⑤오류에 대한 관용(Tolerance for Error) - 사용자의 실수로 인한 위험이나 피해를 최소화 하는 설계, ⑥적은 물리적 노력(Low Physical Effort) - 효율적이고 피로가 적은 사용이 가능한 설계, ⑦접근성과 사용을 위한 충분한 공간(Size and Space for Approach and Use) - 보조기기 사용자 및 다양한 신체 조건을 고려한 접근 및 사용 공간의 확보를 말한다.

전략으로 접근하였다.¹²⁾ 이는 단순한 물리적 환경 개선에 그치지 않고, 다양한 사용자가 실제 환경과 서비스를 이용하는 과정에서의 접근성, 조작성, 인지적 이해까지 고려해야 함을 강조하고 있다.

바꾸어 말하면, 스마트도서관의 무인대출 시스템에서도 UD의 개념과 원칙은 시인성(정보 인식 용이성), 이용 편의성(절차 단순화 및 오류 허용), 조작성(신체적 부담 최소화 및 접근 가능성) 등의 요소로 설정할 수 있으며, 이를 통해 연령, 장애, 디지털 활용 능력 등에서 차이가 있는 다양한 이용자들이 무인 시스템을 보다 직관적이고 평등하게 이용할 수 있는 기반을 마련할 수 있다는 전제가 가능하다.

본 연구에서 공공도서관의 발전 과정과 스마트도서관의 기술적 기반, 그리고 UD의 개념과 7원칙을 살펴본 것은 스마트도서관 무인대출 시스템을 '접근성' 관점에서 분석하기 위한 이론적 고찰의 과정이다. 국내외 선행연구들은 RFID 기반 스마트도서관의 도입 효과나 운영 효율성, 이용 활성화 방안 등을 중심으로 논의를 전개하는 경향이 강하며, UD를 적용한 공간·시설·인터페이스 설계 연구 역시 개별 사례나 유형별 특성 분석에 제한되는 경우가 많았으나, 무인대출 시스템 인터페이스를 UD 관점에서 시인성·이용 편의성·조작성의 요소로 통합적으로 검토한 연구는 아직 부족한 실정으로, 본 연구는 이러한 선행연구의 흐름과 한계를 바탕으로, 스마트도서관 무인대출 시스템의 접근성 문제를 분석하고 UD 적용 방향을 제안하고자 한다.

3. 국내외 사례 및 이용 형태 분석

3-1. 스마트도서관 사례 분석

스마트도서관은 정보통신기술(ICT)을 활용하여 도서관 운영의 효율성을 제고하고, 이용자의 접근성과 편의성을 향상시키는 새로운 형태의 도서관 서비스로 주목받고 있다는 것은 다수의 연구에서 확인된 바 있다. 국내외의 다양한 사례에서는 스마트도서관의 구성요소로 무인대출·반납 키오스크, RFID 기반 자료 인식 시스템, 모바일 예약·픽업 서비스, 24시간 무인 라운지, 스마트 락커, 그리고 로봇 기반의 도서 배달 시스템 등으로 세분화하고 있다. 국내의 경우 기존 공공도서관 내에 무

12) 김서림, 이재규, 장영호, '장애인의 자립생활을 위한 거주공간 유니버설디자인-보조기기 연계 필요성에 관한 기초연구, 한국디자인리서치학회, 2025, 35(2), pp.672-682

인화 설비를 도입하거나 야간 개방형 무인 라운지를 운영하는 형태가 주를 이루고 있으며, 운영 효율성과 접근성 향상에 초점이 맞추어져 있는 반면, 해외에서는 완전 무인형 스마트도서관이나 로봇 기반 자동화 시스템 등 고도화된 기술을 적용한 사례가 다수 나타나고 있으나 이러한 시스템들은 공통적으로 이용자 인터페이스(UI)와 물리적 표지(signage), 그리고 장애인 접근성 측면에서 일정한 한계를 보이고 있다. 이러한 점을 고려했을 때, 현실적으로 기술적 자동화 수준의 향상에도 불구하고 실제 이용자의 경험과 조작 편의성을 충분히 고려하지 못한 결과로도 해석할 수 있다.

이러한 관점에서 스마트도서관 무인대출 시스템의 기술적 자동화 수준뿐 아니라 이용자 접근성과 UD 적용 가능성을 함께 검토하기 위해 다음과 같은 기준으로 국내외 사례를 선정하였다. 첫째, 사례는 모두 공공도서관 서비스에 해당하며, 이용자의 자료 접근성과 정보 접근권을 향상시키는 공공적 목적을 가진 시스템을 기준으로 하였다. 이는 스마트도서관이 공공 정보서비스 인프라로 기능한다는 연구 목적과의 일치성을 확보하기 위함이다. 둘째, RFID, 로봇, 데이터 연계 등 정보통신기술(ICT) 기반 자동화 기술을 활용하여 자료의 대출·반납 또는 이용자의 자료 접근성을 향상시키는 시스템을 기준으로 하였다. 이는 기술적 자동화 수준이 스마트도서관 무인대출 시스템의 특성과 한계를 비교·분석하는 핵심 요소라고 판단하였기 때문이다. 셋째, 현장 설치형(무인대출·반납 키오스크, 무인 라운지 등), 데이터 연계형(국가 단위 장서·대출 데이터를 통합하는 플랫폼), 고도 자동화형(로봇·시 기반 자동화 시스템) 등 기능·규모·운영체계의 다양성을 고려하여 사례 구성을 폭넓게 하였다. 이를 통해 서로 다른 유형의 스마트도서관이 이용자 접근성과 UD 적용 가능성에서 어떤 공통점과 차이를 보이는지 비교가 용이하도록 하였다.

위의 기준에 따라 국내 사례 2건(세종시립도서관 U-도서관, 국립중앙도서관 정보나루)과 해외 사례 2건(핀란드 헬싱키 오오디 중앙도서관, 중국 상하이 도서관 분관)을 선정하였다. 선정된 사례는 설치 환경, 기술 구성, 운영 방식, 이용자 접근성 및 무인대출 흐름에서 차이를 보이므로, 스마트도서관 무인대출 시스템의 개선 방향을 도출하기 위한 비교 분석 틀을 제공한다.

1) 세종시립도서관 U-도서관

RFID 기반 무인대출·반납 시스템을 구축하여 365일 24시간 운영되는 생활밀착형 도서관 서비스를 제공하고 있다. 모바일 인증을 통해 도서를 예약·수령할 수 있으며, 공공도서관에 방문이 어려운 직장인과 고령층

이용률이 높다. 하지만 도서 다양성 및 홍보 부족은 개선 과제로 남아 있다.¹³⁾



[그림 1] 세종시립도서관 U-도서관

2) 국립중앙도서관 정보나루(Open API) 플랫폼

국립중앙도서관은 개별적인 스마트도서관의 운영사례라기보다, 전국 공공도서관을 연결하는 국가 차원의 스마트도서관 인프라 허브로 기능하고 있다. 정보나루(Open API)플랫폼을 통해 전국 도서관의 장서·대출 데이터를 통합 관리하며, 공공데이터를 개방형으로 제공함으로써 지역 간 서비스 격차를 완화한다. 이러한 데이터 연계 시스템은 향후 무인대출 및 예약 서비스의 기반으로 활용될 수 있는 정책적 의미를 지닌다.¹⁴⁾



[그림 2] 국립중앙도서관 정보나루 플랫폼 웹 사이트

3) 핀란드 헬싱키 오오디(Oodi) 중앙도서관

오오디 도서관은 MiR 200 로봇을 활용해 반납 도

13) 곽승진, 노영희, 오상희, 김정택, 노지윤, ‘세종시립도서관의 정보서비스 및 이용자 활성화 방안’에 관한 연구, 정보관리학회지, 2020, 118(4), pp.27-60

14) 곽승진, 손청기, 장근영, op cit.

서를 자동 분류·운송하는 자동화 시스템을 구축하였다. 도서는 반납 후 컨베이어를 통해 분류실로 이동하고, 로봇이 서기로 재배치한다. 사서의 업무 부담을 줄이고 공간 효율을 높였으며, 이용자 맞춤형 서비스를 통해 사용자 경험을 확장하였다.¹⁵⁾



[그림 3] 핀란드 헬싱키 오오디 중앙도서관 Mir 200

4) 중국 상하이 동분관

‘공공도서관 서비스시스템 3.0’을 모티브로, 인공지능 기반 자동 서가 정리 로봇·비콘 내비게이션·스마트 예약픽업 시스템을 구축하였다. 특히 ‘스마트 파트너 로봇’을 통해 자료 운반·안내·청소 기능을 수행하고, 이용자의 이동 동선을 분석하여 최적화된 공간을 제공한다.¹⁶⁾



[그림 4] 도서관 안내 및 대출 및 반납 서비스를 돕는 로봇

국내의 사례를 종합해보면, 국내 스마트도서관은 운영 효율성과 물리적 접근성 개선에 초점을 두고 있는

15) 도서관정보정책위원회, ‘정책연구: 미래도서관 모델 및 정책 방안 연구’, 국립중앙도서관 연구보고서, 2021, p.15

16) 국립중앙도서관, ‘상하이를 중심으로 살펴본 중국 공공 도서관의 최신 동향’, 사서컬럼, 2023

반면, 해외는 로봇·AI 기반의 자동화 및 맞춤형 서비스 구현을 통해 이용자의 접근성을 확장하였다. 그러나 양측 모두 사용자 중심 인터페이스(UI)와 UD 원칙의 실질적인 적용은 미비하다. 향후 스마트도서관의 발전을 기술 중심의 효율화 단계를 넘어, 시인성·이용 편의성·조작성 등 실제 이용 경험을 고려한 방향으로 발전되어야 할 것이다.(표 2 참조)

[표 2] 국내외 스마트도서관 운영 및 인프라 사례 비교

도서관명(국가)	주요 기술 및 시스템	시사점
세종시립도서관 U-도서관(한국)	RFID 기반 무인대출 반납, 모바일 인증, 365일 24시간 운영	생활권 접근성 우수하나, 기기 시인성·절차 이해도·조작 용이성 개선 필요
국립중앙도서관 - 정보나루(한국)	전국 장서·대출 데이터 연계, 공공데이터 플랫폼 제공	스마트도서관 인프라 기반 제공, 플랫폼형 서비스로 접근성 확장 가능성 보유
헬싱키-오오디 중앙도서관(핀란드)	자동 분류·운송 로봇(Mir200), 고도 자동화 장서관리 시스템	자동화 수준 높으나, 이용자 UI/UX·물리적 접근성 측면의 UD 요소는 부족
상하이 - 동분관(중국)	AI 서가 정리 로봇, 비콘 기반 내비게이션, 스마트 예약픽업	디지털 내비게이션 강화로 접근성 향상 가능하나, UD 관점의 조작성·시인성 과제 존재

3-2. 이용자 인터뷰 조사 및 분석

스마트도서관의 실질적 이용 형태와 문제점을 파악하기 위해 다양한 연령층과 디지털 숙련도를 고려한 이용자 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰 대상은 스마트도서관 무인대출·반납 시스템을 최소 1회 이상 이용한 경험이 있는 이용자 총 10명으로, 반구조화 방식의 포커스 그룹 인터뷰(FGI)를 실시하여 시인성·이용 편의성·조작성 측면의 구체적 경험과 요구를 수집하였다. FGI는 2~3인 소그룹으로 구성하여 1인당 약 30~40분 동안 진행하였으며, 반복적으로 나타나는 의미 단위를 중심으로 내용을 범주화하였다. 조사의 개요와 질문문항은 다음의 [표 3]과 같다.

인터뷰 결과, 다수의 이용자는 무인대출·반납 시스템 이용 과정에서 시인성, 조작성, 서비스 흐름의 명확성 부족으로 인해 불편함을 경험한 것으로 나타났다. 주요 결과는 첫째, 인지·접근 단계에서의 어려움이 나타났다. 화면 구성과 메뉴 체계가 복잡하거나 전문 용어가 포함될 경우, 이용자가 수행해야 할 기능을 즉각적으로 파악하지 못하는 사례가 있었다. 특히 시스템 위치 안내 및 기능 표시의 정보 대비가 낮아, 최초 이용자 및

[표 3] FGI(포커스 그룹 인터뷰) 개요

구분	내용
대상 및 방식	<ul style="list-style-type: none"> 대상 : 스마트도서관 무인대출반납 시스템을 최소 1회 이상 이용한 경험이 있는 사용자 10명 연구 방식 : 반구조화(Semi-structured) 포커스 그룹 인터뷰(FGI) 진행 방식 : 2~3인 소그룹 구성/ 1인당 약 30~40분 진행
실문 내용	(1) 인지 및 접근 단계 <ul style="list-style-type: none"> - 처음 무인대출 시스템을 발견했을 때, 쉽게 위치를 파악할 수 있었습니까? - 시스템의 화면이나 표지를 보고 어떤 기능을 수행해야 하는지 즉시 이해할 수 있었습니까? - 처음 이용 시 가장 어려웠던 점은 무엇이었습니까?
	(2) 이용 및 조작 단계 <ul style="list-style-type: none"> - 화면 구성이나 절차 안내가 이해하기 쉬웠습니까? - 대출 또는 반납 과정에서 어떤 지점에서 혼란이나 오류가 발생했습니까? - 터치스크린, 카드인식기, 도서 스캔 등 물리적 조작 과정에서 불편했던 부분이 있었습니까?
	(3) 오류 및 피드백 단계 <ul style="list-style-type: none"> - 오류 발생 시 화면에 표시되는 안내는 이해하기 쉬웠습니까? - 문제 해결을 위해 어떤 시도를 하셨습니까? - 시스템이 제공하는 피드백(소리, 불빛, 메시지 등)이 충분하다고 느끼셨습니까?
	(4) 심리적/사회적 요인 <ul style="list-style-type: none"> - 무인 시스템을 이용하면서 불안감이나 불편함을 느끼 적이 있습니까? - 직원의 도움 없이 이용하는 것에 대해 어떤 인상을 받으셨습니까? - 고령자나 장애인이 본 시스템을 이용하기 어려울 것이라고 느낀 적이 있습니까?
	(5) 개선 및 제안 <ul style="list-style-type: none"> - 시스템이 좀 더 사용하기 편리해지기 위해 어떤 변화가 필요하다고 생각하십니까? - 시각적 표시, 음성 안내, 조작 방식 중 가장 개선이 시급하다고 느끼는 부분은 무엇입니까? - '모두를 위한 무인대출 시스템'이 되기 위해 반드시 고려해야 할 요소는 무엇이라고 생각하십니까?

디지털 숙련도가 낮은 이용자에게 진입 장벽으로 작용하였다. 둘째, 이용-조작 단계에서의 문제가 지속적으로 보고되었다. 대출 및 반납 과정은 단계별 안내를 포함하고 있으나, 오류 발생 시 복구 절차가 명확하지 않거나 안내 메시지가 기술적 용어로 제시되어 즉각적인 문제 해결이 어려웠다. 이로 인해 일부 이용자는 반복 시도를 통해 문제를 해결하거나, 결국 직원 도움을 요청하는 경우도 확인하였다. 셋째, 물리적 인터페이스의 불충분한 접근성이 지적되었다. 터치스크린의 높이, 반응 속도, 글자 크기 및 색상 대비 등은 고령자 및 장애인 이용자에게 불리하게 작용하였다. 카드 인식 위치나 스캔 지점이 명확하게 제시되지 않아 조작 실패로 이

어지는 경우도 다소 있었다. 넷째, 심리-정서적 측면의 어려움도 드러났다. 일부 이용자는 야간 시간대 무인 공간 이용 시 심리적 불안감을 받았으며, 대출 과정에서 발생할 수 있는 오류나 조작 실패에 대한 부담을 느낀다고 응답하였다. 이는 무인 서비스 환경에서 심리적 안정감 또한 사용자 경험을 구성하는 중요한 조건임을 보여준다.

위와 같은 결과는 무인대출 시스템은 기술적 자동화와 운영 효율성을 제공하고 있음에도 불구하고, 인지적 접근성, 절차 안내의 명확성, 물리적 조작성, 심리적 안정감 측면에서 사용자 경험의 한계가 존재한다는 것을 의미하는 것으로, 이는 무인대출 시스템이 단순한 기능 구현을 넘어, 이용자의 인지적·신체적·정서적 특성을 포괄적으로 고려한 유니버설디자인(UD) 기반 설계가 필요함을 의미한다고 판단할 수 있다.

[표 4] 이용자 인터뷰 결과 및 요구사항

구분	주요 문제점/인터뷰 내용	요구사항
시인성	위치-용도 인지 어려움, 글자 크기/명도 대비 부족, "기기가 뭘 하는지 바로 이해하기 어려웠다."	표지(Signage) 일관화, 글자 크기 확대, 명도 대비 향상, 정보 구조 단순화
이용 편의성	절차 복잡, 오류 안내 어려움, "오류가 뜨면 어떻게 해결해야 할지 몰라 포기함."	단계별 진행 표시, 일 상어 기반 오류 메시지, 재시도/취소 기능 명확화
조작성	조작 높이 불편, 터치 반응 늦음, 스캔 위치 혼동, "화면이 높고 터치가 잘 안 되어 반복했다."	인체공학적 조작 높이, 터치 영역 확대/반응 개선, 스캔부 시각적 명확화
심리-정서 요인	야간 무인공간 이용 불안, 조작 실패 부담, "밤에 혼자 쓰기 불안했다."	조명-CCTV 안내 강화, 사용자 책임 부담 완화 안내문, 심리적 안정감 확보

3-3. 시인성-이용 편의성-조작성 측면의 문제점 도출

위의 결과에서 스마트도서관의 무인대출반납 시스템은 시인성, 이용 편의성, 조작성의 세 측면에서 공통적인 문제가 도출되었다.

1) 시인성(visibility)의 한계

시인성 측면에서 가장 두드러진 문제는 정보 탐색의 어려움이었다. 무인대출 시스템의 위치, 운영 여부, 사용 목적을 명확히 인지하기 위한 안내 요소가 충분하지 않았으며, 표지 디자인의 일관성 부족, 명도 대비 미흡, 글자 크기의 문제점으로 인해 정보 전달력이 떨어지는 것으로 확인되었다. 또한 정보가 시각 중심으로만 제시되는 경향이 강해, 시각적 정보 인식에 어려움

을 겪는 이용자의 접근성이 낮았다는 점도 확인되었다. 이는 최초 이용자 및 디지털 취약계층이 시스템 진입 초기에서부터 어려움을 경험하는 주요 원인으로 작용하였다고 판단된다.

2) 이용 편의성(usability)의 한계

대출반납 절차 안내가 존재함에도 화면 흐름이 직관적이지 않거나 정보량이 과도하여 전체 과정의 이해가 쉽지 않았다. 특히 오류 발생 시 해결 방법이 명확하게 제시되지 않는 점은 주요한 문제로 나타났으며, 안내 문구 또한 기술 중심적인 표현이 많아 즉각적인 문제 해결이 어려웠다. 이로 인해 서비스 흐름의 예측 가능성과 안정성이 낮아지는 문제가 제기되었다고 볼 수 있다.

3) 조작성(operability)의 한계

물리적 인터페이스는 다양한 신체 특성과 사용 능력을 충분히 고려하지 못한 채 설계된 것으로 확인되었다. 터치스크린의 설치 높이, 터치 영역 크기, 반응 속도 등은 고령자 및 장애인에게 조작 부담을 유발하였으며, 특정 조작(카드 인식부, 도서 스캔 위치 등)이 시각적으로 명확하지 않아 잘못된 시도로 이어지는 경우가 빈번했다. 이는 곧 조작 실패재시도-시간 지연으로 이어지며, 이용 경험에 부정적 영향을 미치는 것으로 판단된다.

4) 결론

종합하면, 무인대출 시스템은 자동화와 운영 효율성 측면에서 일정 수준의 성과를 보이나 이용자의 인지행동정서적 경험을 충분히 반영하지 못한 채 기술 중심으로 설계되어 있음이 도출되었다. 이는 정보 인식 파악의 어려움, 절차 안내의 비직관성, 인터페이스 조작 부담으로 이어지며, 궁극적으로는 사용 기피-경험 단절-심리적 부담을 초래할 가능성을 가지고 있다. 따라서 향후 스마트도서관 무인대출 시스템의 개선을 위해서는 시인성, 이용 편의성, 조작성을 통합적으로 고려하는 UD 기반 접근이 필수적임을 확인할 수 있다.

4. 무인대출 시스템의 UD 적용 방향

4-1. UD 원칙에 기반한 적용 요소

무인대출 시스템의 설계와 운영에서 유니버설디자인(Universal Design, 이하 UD)의 원칙을 반영하는 것은 다양한 능력을 지닌 이용자가 차별 없이 서비스를 이용할 수 있도록 하는 핵심 전략이다. UD의 일곱 가지

원칙을 무인대출 시스템에 적용할 경우, 다음과 같은 방향성을 도출할 수 있다.

첫째, 공평한 사용(Equitable Use)은 신체적·인지적 제약과 관계없이 누구나 동등한 수준의 서비스 경험을 제공받을 수 있도록 하는 원칙이다. 이를 위해 조작 방식과 정보 구조를 특정 사용자층에 편중하지 않고, 모두가 이해할 수 있는 일관된 안내체계와 명확한 동선 설계를 마련해야 한다.

둘째, 유연한 사용(Flexible Use)은 이용자의 선호도와 디지털 숙련도에 따라 다양한 조작 및 인증 방식을 선택할 수 있도록 하는 방향을 의미한다. 예를 들어 지류 회원카드·QR코드·모바일 앱 등 다양한 인증 수단을 제공하고, 터치 기반 조작 외에 음성 안내 또는 보조 입력 방식을 병행하여 선택 가능성을 확대할 수 있다.

셋째, 단순하고 직관적인 사용(Simple and Intuitive Use)은 초회 이용자나 디지털 취약계층을 고려하여 최소 절차의 흐름을 구성하고, 기능을 명확히 드러내는 UI 설계를 요구한다. 이를 위해 핵심 기능 중심의 화면 구성, 직관적 아이콘, 단계별 안내가 필요하며, 사용자의 사전 경험이나 기술 숙련도에 의존하지 않도록 해야 한다.

넷째, 인식 가능한 정보(Perceptible Information)의 측면에서도 명도 대비, 글자 크기, 색상 조합 등 시각 정보의 가독성을 향상시키는 디자인 기준을 마련해야 하며, 음성 안내·촉각 신호·조명과 같은 다감각적인 안내를 적용함으로써 다양한 사용자 특성에 대응할 수 있다. 이는 정보 탐색 과정에서의 인지적 부담을 완화한다.

다섯째, 오류 허용(Tolerance for Error)은 조작 과정에서 발생할 수 있는 실수를 감안하고, 오류 이후의 복구 절차가 명확하게 안내되는 체계를 마련하는 것이다. 예를 들어, 도서 인식 오류 시 원인 제시 및 재시도 유도, 이중 확인 절차, 취소·다시하기 기능 등의 제공은 사용자 경험의 부담감을 낮춰 안정성을 높이며 불필요한 반복 시도를 줄인다.

여섯째, 낮은 신체적 노력(Low Physical Effort)을 위해 최소한의 힘과 이동만으로 조작이 가능하도록 설계해야 한다. 터치 영역 크기와 반응 속도 조정, 스캐너 위치의 인체공학적 배치 등은 신체적 부담과 피로를 줄여 특히 고령자 및 지체 근력, 지체 기능이 약한 이용자의 접근성을 향상시킨다.

일곱째, 접근 및 사용 공간(Size and Space for Approach and Use)은 휠체어 이용자 및 이동 보조기

기를 사용하는 이용자가 무리 없이 접근 및 조작할 수 있는 충분한 공간적 여유를 요구한다. 조작부의 높이 조절, 시야 확보를 고려한 화면 배치 등은 물리적 제약을 극복하여 이용 과정의 연속성을 보장한다.(이상 표 5 참조)

[표 5] UD 7원칙과 스마트도서관 문제요인

UD 원칙	스마트도서관 적용 가능 요소	시인성·이용편의성·조작성과의 연계
인식가능한 정보	명도 대비, 글자 크기, 색상 체계, 음성·조명 안내	시인성 강화: 정보 탐색 어려움 개선
단순 직관적 사용	절차 단순화, 단계별 안내, 직관적 UI 구조	이용 편의성 향상: 절차 복잡성·오류 대응 문제 개선
신체적 노력 최소화	절차 단순화, 단계별 안내, 직관적 UI 구조	조작성 개선: 반복 조작·신체 부담 문제 해결
오류 허용	재시도·취소 기능, 명확한 오류 메시지	이용 편의성 강화: 오류 시 서비스 중단 문제 완화
접근 사용 공간 확보	재시도·취소 기능, 명확한 오류 메시지	조작성·접근성 모두 개선
공평한 사용	다양한 인증 방식 제공 (QR·카드·앱), 문자·음성 안내 병행	디지털 취약계층 접근성 확보
유연한 사용	모바일·터치·음성 등 다양한 입력 방식 제공	개별 능력 차이를 고려한 이용 편의성 향상

이와 같은 UD 원칙 기반 적용 방향은 무인대출 시스템이 단순한 자동화 장치가 아닌, 다양한 이용자의 경험을 포용하는 공공서비스 플랫폼으로 발전하기 위한 기초가 된다. 이는 기술 중심 시스템에서 사용자 중심 시스템으로의 전환을 요구하는 점에서 의미를 가진다.

4-2. 시인성·이용 편의성·조작성 중심의 적용 방향성

여기에서는 국내외 스마트도서관 사례 분석, 이용자 인터뷰(FGI)의 결과, 그리고 앞서 제시한 UD 7원칙을 종합하여 스마트도서관 무인대출 시스템의 접근성을 강화하기 위한 UD 적용 방향성을 다음과 같이 제시한다. 시인성·이용 편의성·조작성과 관련된 문제들은 문헌·사례·인터뷰에서 반복적으로 확인된 공통된 요인들이며, 이에 대응하는 UD 원칙 기반 개선 방향은 각 요소에 대응하는 근거에 따라 제시한다.

첫째, 이용자 인터뷰에서 다수의 참여자가 기기 위치 인지 및 화면 가독성 문제를 지적하였고, 국내외 사례에서도 초기 안내·표지 부족이 공통적으로 나타났다. 이에 따라, 시인성 향상을 위해 WCAG 명도 대비 기

준을 반영한 색상, 글자 크기 확대, 정보구조 단순화 등을 적용할 필요가 있다. 웹 콘텐츠 가이드라인(WCAG)에 부합하는 명도 대비·글자 크기·색상 체계를 적용해야 한다. 또한 시스템 위치 및 운영 상태를 명확히 인지할 수 있도록 표지(Signage) 디자인과 위치를 표준화하며, 시각 정보 외에도 음성 안내·진동·조명 등 다중 감각 기반 정보체계를 제공하여 정보 탐색의 접근성을 향상시킬 필요가 있다.

둘째, FGI에서 오류 발생 시 해결 경로를 이해하기 어렵다는 응답이 반복되었고, UD의 ‘단순·직관적 사용’ 및 ‘오류 허용’ 원칙과도 직접적으로 연관된다. 따라서 단계별 진행 상태표시, 일상어 중심 오류 안내, 취소·재시도 기능의 시각적 강조가 필요하다. 사용자가 현재 진행 상태를 파악하고 예측할 수 있도록 하는 데 중점을 둔다. 오류 메시지는 사용자가 이해하기 용이하도록 가급적 기술 용어를 지양하고 일상어 기반 안내문으로 구성해야 하며, 스마트폰 미소지 등 디지털 환경을 활용하기 어려운 이용자를 고려하여 대체 인증 방안을 마련하여야 한다.

셋째, 인터뷰에서 터치 반응 지연·조작 높이·스캔 위치의 비직관성이 반복적으로 불편 요인으로 나타났으며, 이는 UD의 ‘신체적 노력 최소화’ 및 ‘접근 사용 공간 확보’ 원칙과 일치한다. 따라서 조작부의 높이 조정, 터치 영역 확대, 반응 속도 개선 등 인체공학적인 보완이 요구된다. 조작 높이, 화면 각도, 터치 기능 영역 등을 인체공학적으로 조정해야 하며, 고대비 모드, 글자 확대 등 접근성 기능을 기본적으로 탑재해야 한다. 시스템 오류나 장애 상황 발생 시 원격 지원 또는 신속한 안내가 가능하도록 구성하여야 심리적 부담을 완화시키고 끊임 없는 이용을 보장할 수 있다.(이상 표 6 참조)

[표 6] 시인성, 이용 편의성, 조작성 기반 개선 방향

구분	개선 방향	특징 및 운영 방향
시인성	정보 인지 용이성 향상	- WCAG 준수 명도대비·글자 크기·색상체계 적용 - 표지(Signage) 디자인·위치 표준화 - 음성·진동·조명 등 다중 감각 정보 제공
이용 편의성	절차 이해도 및 흐름 명료화	- 단계별 절차·진행 상태표시 - 오류 메시지의 일상어 기반 안내 - 다양한 이용자를 위한 대체 인증 수단 제공
조작성	물리적 접근 및 인터페이스 조작 용이성 향상	- 조작 높이·화면 각도·터치 영역 인체공학적으로 조정 - 고대비 모드·글자 확대 등 접근성 기능 기본 제공 - 오류 발생 시 원격 지원 및 신속한 안내체계 마련

이와 같은 개선 방향은 무인대출 시스템을 단순 자동화 장비에서 벗어나, 사용자 경험을 중심에 둔 공공 서비스 모델로 확장하는 데 기여할 수 있을 것이라 판단된다.

5. 결론

본 연구는 국내외 스마트도서관 사례 분석과 이용자 인터뷰(FGI)를 통해 무인대출 시스템의 현황과 사용자 경험 측면의 한계를 파악하고, 이에 대응하는 유니버설 디자인(UD) 기반의 개선 방향을 제시하였다. 분석 결과, 현행 무인대출 시스템은 자동화 수준의 향상에도 불구하고 시인성(Visibility), 이용 편의성(Usability), 조작성(Operability) 측면의 접근성 문제를 충분히 고려하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 특히 초기 정보 인지의 어려움, 절차의 비직관성, 인터페이스 조작 부담 등은 고령층과 디지털 취약계층의 이용 회피로 이어질 가능성을 확인하였다.

본 연구의 주요 결과는 세 가지로 정리될 수 있다. 첫째, 스마트도서관 무인대출 시스템의 이용 경험을 시인성-이용 편의성-조작성이라는 세 요소로 구조화함으로써, 접근성 문제를 체계적으로 해석할 수 있는 분석틀을 제시하였다. 둘째, 국내외 사례 분석과 인터뷰 근거를 기반으로 UD 7원칙과의 매핑을 제시함으로써, 무인대출 시스템에서 UD가 적용될 수 있는 구체적 영역을 확인하였다. 이는 향후 공공도서관 무인 서비스 설계에서 UD 원칙이 단순 선언적 수준이 아니라 실제 개선 방향으로 연결될 수 있음을 보여준다. 셋째, 정성적 근거를 기반으로 한 개선 방향을 제안하여, 스마트도서관 서비스의 포용성 강화 필요성을 공공정보서비스 관점에서 부각하였다. 종합적으로, 본 연구는 스마트도서관 무인대출 시스템의 접근성 문제를 UD 관점에서 해석하고, 포용적 서비스 구현을 위한 기초 자료를 제시했다는 데 의의가 있다.

다만 본 연구는 무인대출 시스템의 실제 사용성과 변화 효과를 정량적으로 검증하는 실험이나 사용자 테스트는 본 연구 범위에 포함되지 않았다는 한계를 가진다. 이는 후속 연구에서 다양한 이용자군(고령층, 장애인, 디지털 취약계층 등)을 대상으로 한 정량적 실험 및 사용자 테스트를 실시하여 UD 적용 효과를 검증할 수 있기를 기대해 본다.

참고문헌

1. 곽승진, 손청기, 장근영, '무인 스마트도서관에 대한 사용성 평가 연구', 한국문헌정보학회지, 2018
2. 곽승진, 노영희, 오상희, 김정택, 노지윤, '세종시립도서관의 정보서비스 및 이용자 활성화 방안에 관한 연구', 정보지리학회지, 2020
3. 국립중앙도서관, '상하이를 중심으로 살펴본 중국 공공도서관의 최신 동향', 사서컬럼, 2023
4. 구중역, '국내 도서관에서 바코드와 RFID를 이용한 모바일 서비스 증진에 관한 연구', 한국문헌정보학회지, 2010
5. 김서림, 이재규, 장영호, '장애인의 자립생활을 위한 거주공간 유니버설디자인-보조기기 연계 필요성에 관한 기초연구', 한국디자인리서치학회, 2025
6. 김영석, '우리나라 도서관의 이용변화 추이 분석 및 대응방안 연구', 한국도서관 정보학회, 2021
7. 도서관정보정책위원회, '정책연구: 미래도서관 모델 및 정책 방안 연구', 국립중앙도서관 연구보고서, 2021
8. 이연옥, '한국 공공도서관 운동의 전개과정: 해방 이후부터 한국전쟁까지', 한국도서관 정보학회지, 2000
9. 이용구, 김선아, '한국의 공공도서관 통계에 대한 분석 연구: 도서관 기본 정보 및 시설 현황을 중심으로', 한국정보관리학회, 2021
10. 한상환, '디지털 시대의 도서관 환경 변화와 그 대응 연구', 한국문헌정보학회지, 1998
11. 황금숙, 김수경, 박미영, '공공도서관 문화프로그램 현황 분석과 활성화 방안', 한국도서관 정보학회, 2008