

# 도서관에서 로봇 활용에 대한 사례 연구: 국립중앙도서관을 중심으로

## A Case Study on Using Robot at the Library: Focusing on the case of National Library of Korea

김경철 (Kyung Cheol Kim)\*

### 초 록

이 연구는 도서관에서 도입 및 운영 중인 로봇에 대한 분석을 통해 다양한 활용 방안과 기능 개선 방안을 제안하고자 하였으며, 이를 위하여 먼저 국내외 16개 도서관이 운영 중인 로봇의 종류, 기능에 대해서 살펴보았다. 대부분 사서보조업무(장서점검, 자료이송 등)와 이용자 서비스업무(도서관 안내, 자료검색 보조 등)에 활용되고 있었다. 그리고 국립중앙도서관이 도입한 로봇의 특징과 기능적 한계를 살펴보았다. 이러한 결과를 종합하여, 1) 로봇의 추가기능 개발 필요성, 2) 방역 및 안전관리 로봇 도입 필요성, 3) 국가차원의 로봇 확산정책의 필요성, 4) 로봇생태계 구축의 필요성을 제안하였다.

### ABSTRACT

This study attempted to propose various application and function improvement plans by analyzing robots operated in the libraries. Thus, the types and functions of robots operated by 16 domestic and foreign libraries were examined. Most of them were used for Librarian Assistance (Book Inventory, Book Delivery, Etc.) and User Service (Facility Guide, Search Aids, Etc.). Besides, the introduction of robots in the National Library of Korea (NLK) and their functional limitations were analyzed. As a result, this study presented the need to develop additional functions for the robot, develop quarantine and security robots, the need for a national-level policy for robot diffusion, and build a robot ecosystem.

키워드: 로봇, 4차 산업혁명, 로봇생태계, 국립중앙도서관  
robot, 4th industrial revolution, robot ecosystem, National Library of Korea

\* 대통령 소속 도서관정보정책위원회 사서사무관(pinakes@korea.kr)

■ 논문접수일자: 2020년 11월 18일 ■ 최종심사일자: 2020년 12월 3일 ■ 게재확정일자: 2020년 12월 19일  
■ 정보관리학회지, 37(4), 61-80, 2020. <http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2020.37.4.061>

\* Copyright © 2020 Korean Society for Information Management  
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.

## 1. 서론

1990년부터 시작된 도서관자동화와 관련 기술의 발달은 도서관 및 이용자에게 많은 변화를 가져왔다. 그 중에서 목록카드로 상징되었던 수작업 관행을 혁신적으로 바꿔버린 온라인 목록(OPAC)등장이 가장 가시적인 변화 중 하나일 것이다. 사서는 더 이상 목록카드를 제작할 필요가 없어지고, 이용자는 더 이상 목록함에서 종이로 된 목록카드를 찾고, 수기(手記)신청해야하는 수고가 없어진 것이다. 그리고 또 다른 눈에 띄는 변화는 시·공간적 한계를 없애버린 인터넷과 스마트 기기의 등장이라고 할 수 있다. 이용자는 더 이상 도서관을 방문할 이유가 없어졌으며, 언제 어디서든 원하는 디지털 자료(전자책, 전자저널, 웹 등)를 이용할 수 있게 된 것이다. 이러한 여러 가지 변화에도 불구하고, 도서관의 존재가치가 완전히 없어지거나 도서관 업무의 본질이 크게 변하지는 않았다.

이제 4차 산업혁명의 도래로 도서관은 또다시 변화를 요구받고 있으며, 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷(IoT) 등 최첨단기술이 접목된 로봇산업의 발전은 사회문제 해결함과 동시에 지능적이고 혁신적인 서비스 창출할 것으로 기대되고 있다(산업통상자원부, 2019). 그리고 코로나 19 확산으로 기존 도서관 서비스가 중단되면서, 사람 간의 접촉을 대신할 비대면 서비스 개발의 필요성이 대두되었고, 이에 대한 해결책으로 무인업무처리가 가능한 로봇의 도입에 대한 도서관의 고민은 전례 없이 커지고 있다.

그러나 도서관의 로봇 도입과 관련한 실용적 연구나 활용 사례 등에 대한 고찰은 거의 없는

것이 사실이다. 이러한 관점에서 이 연구는 국내외 도서관에서 도입한 로봇 현황 및 특징과 적용 가능한 업무를 살펴보고, 2019년 국립중앙도서관 로봇 도입 사례를 중점 분석한 후, 향후 로봇 도입 시 고려해야 할 사항과 기능 개선 방안을 제안하고자 한다. 비록 이 연구가 국립중앙도서관의 도입에 한정된 내용일지라도, 앞으로 도서관 업무에 로봇을 도입하고자 하는 기관이나 추가 연구를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

## 2. 선행 연구

국내외 도서관에서 실제 로봇 도입·활용에 대한 연구 2014년 이후부터 도서관에 도입된 로봇을 활용한 사례를 위주로 나타나고 있다. 이러한 사례는 크게 로봇 설계 및 운용 소프트웨어 개선, 구축 사례, 동향 예측 등으로 나눌 수 있다.

먼저 로봇 설계 및 운용 소프트웨어 개선과 관련한 연구로, Lin, Yueh, Wu, Fu(2014)는 대만 공공도서관 이용자(아동 11명)와의 인터뷰를 통해 로봇에 대한 요구사항(외관, 기능)을 도출하였다. 아동들은 본인과 비슷한 나이와 키를 가진 장난감 같은 로봇을 선호하였으며, 희망하는 기능은 책위치 찾기(82%) 및 대출(82%), 자료검색(55%) 및 스토리텔링(55%)이며, 대체로 로봇에 감정표현이 가능하기(55%)를 원했다. 이를 통해 로봇 프로토타입이 완성되었고, 사서 48명이 평가절차를 거쳐 초등학교 3학년의 신장을 가진 Book Smile로 명명된 로봇이 개발되었다. 이 로봇은 이용자를 감지한 후

상황인식이 가능하였고, 도서관 및 서가의 위치 표시 및 고객 안내, 인간 목소리로 말하고, 도서 대출을 위한 바코드 스캔기능을 가지고 있다. 주요 기능으로 도서 추천, 책위치 찾기(도서관 지도, 책위치 표시), 도서 식별(서가 접근시 책 정보 표시), 자료 획득(원하는 도서인지 확인), 마감확인(자료찾기 종료 여부 확인), 책 대출(대출시 데스크로 안내) 등이다. 실제 도서관 환경에서 테스트한 결과, 아동 고객은 그래픽 인터페이스와 아동 목소리를 선호한 것으로 나타났다. 이 연구는 도서관에서 로봇을 설계할 경우 이해 관계자(사서, 어린이, 엔지니어)간 지속적인 소통을 필요하며, 사용자 요구에 부합하는 기능 탑재하여야 아동 고객이 공공도서관에서 자원을 찾는 데 도움이 되는 것을 확인하였다. 또한 서비스 개선을 통해 아동 고객이 도서관을 방문하려는 동기와 관심을 증가시켜 명확한 요구조건을 충족시켰다고 분석하였다.

로봇 구축 사례에 대한 연구로, Lewis(2015)는 미국 Westport 공공도서관에서 로봇(NAO) 2대를 도입 후 실시한 어린이·청소년 대상 2단계에 걸친 로봇 코딩 교육 사례를 보고하였다. Stahl, Mohnke, Seeliger(2018)는 미국 TH Wildau 대학 도서관 보조 업무에 적합하도록 로봇(Pepper)를 도입한 후, 기본 전용도구(Choregraphe)를 사용하지 않아도 액세스 권한이 있는 누구나 로봇을 작동할 수 있는 웹 기반 원격제어시스템을 개발하여 적용한 사례를 보고하였다.

도서관에서 로봇 도입을 위한 동향 예측과 관련한 연구로, Sanborn(2015)은 미래도서관에서 로봇이 반복 업무를 수행하며, 학습을 통해 연구 질문에 응답이 가능한 개인 도서관이자 사

서가 될 것이라 주장하였다. Calvert(2017)는 미래에 인공지능 기반의 로봇이 질문에 대답하고, 가이드, 개인비서 역할을 담당할 수 있게 된다면, 비용 및 성능 면에서 인간을 대체할 수 있다고 주장하였다. Umetani, Kikuchi, Saiwaki(2019)는 일본 Konan 대학 도서관에서 사서와 이용자가 참여하는 원격 참고서비스 실험을 통해 로봇 기반 참고서비스가 가능한지 점검하였다. 또한 Yu, Fan, Wan, He, Du, Li, Yuan, Xiao(2019)는 도서관에서 로봇의 정확한 작업을 위한 물체식별 및 경로개선과 관련한 연구를 수행하였다.

주원균, 김용, 조은일, 맹성현(1998)은 디지털도서관에서 웹 검색 시스템의 도입을 위한 온라인상에서 대용량의 정보를 수집 및 공유하는 로봇 에이전트를 설계 구현하였다. 김갑순, 김한술, 이경준, 이웅재, 김현민, 홍태경(2013)은 서가에 배열된 도서의 정리를 사서 대신 물리적인 힘을 사용하여 정리해 줄 수 있는 로봇을 제안하였다. 김아람, 이세한, 이상용(2016)은 로봇을 사용하여 서가에서 도서의 청구기호를 영상으로 확보한 청구기호와 도서의 위치데이터 베이스를 비교 및 검증하여 잘못 배가된 도서를 사서에게 알려주는 시스템을 제안하였다. 김문혁, 여건영, 정은호, 이승환(2019)은 자율주행 로봇을 이용하여 도서관에서 반납되는 자료를 도서관의 서가지도와 등록번호를 매칭하여 재배가하는 시스템을 제안하였다. 지금까지 기술한 것 바와 같이 도서관에서 로봇 도입 및 개발을 위한 선행연구는 사례를 중심으로 한 현황 소개 또는 동향 예측과 관련된 것이 대부분이다. 특히 국내에서는 도서관이나 문헌정보학 분야가 아닌 컴퓨터 공학이나 제어계측 분야에

서 연구한 것이 대부분이다.

### 3. 도서관에 도입된 로봇의 종류 및 사례

#### 3.1 로봇의 정의와 분류

로봇(Robot)은 인간을 모방하여, 외부환경을 인식하고 상황을 판단하여 자율적으로 동작하는 기계를 뜻한다(산업통상자원부, 2019). 최근 서비스 로봇의 지능화 요구 및 컴퓨팅 환경의 발전에 힘입어 인식, 조작, 이동 등 인공지능을 활용하는 로봇 기술개발이 활발해지고 있으며(중소벤처기업부, 중소기업정보진흥원, NICE평가정보(주), 2019), 특히 지능형 로봇은 인간과 현실공간을 공유하고, 커뮤니케이션(대화, 접촉, 조작 등)을 통해 인간의 명령과 감정을 이해하고, 반응하는 인간 지향적 로봇이라 할 수 있다(한국정보통신기술협회, 2008).

2008년 우리나라는 지능형 로봇산업을 육성하기 위해 지능형 로봇개발 및 보급촉진법(법률 제 16946호, 약칭: 지능형 로봇법)(법제처, 2020)을 제정하였으며, 지능형 로봇의 기능이 발전함에 따라 발생 가능한 사회질서 파괴 등 피해를 방지하기 위한 개발·제조 및 사용에 관계하는 자에 대한 행동지침을 정하였다.

국제로봇연맹(IFR: International Federation of Robotics)은 로봇을 산업용 로봇(Industrial Robot)과 서비스 로봇(Service Robot) 등 두 가지로 구분하고 있으며, 산업용 로봇은 주로 제조업 분야에서 활용(생산·출하)하는 로봇이며, 서비스 로봇은 인간 및 산업용 장비를 제

외한 장비에 유용한 작업을 수행하는 로봇이다. 서비스 로봇은 다시 전문서비스용(군사·의료·구조·보안 등)과 개인서비스용 로봇(가사, 장애인·노약자 보조 등)으로 구분된다(IFR, 2020). 국제로봇연맹의 로봇 분류에 따르면 도서관에서 도입할 수 있는 로봇은 서비스 로봇이 된다.

2006년 통계청은 국가전략산업으로 선정된 로봇산업의 통계인프라 구축을 위해 로봇산업 특수분류표를 제정하였다. 이 분류표는 2019년에 새로운 로봇유형(협동로봇·소셜로봇·무인비행(드론)형 로봇·인공지능 활용 로봇) 등 로봇산업의 최신동향을 반영하여 개정되었다(통계청, 2019). 특히 국제로봇연맹(IFR) 분류체계에 기초하여 7개 대분류(제조업 6개, 서비스업 1개), 중분류 42개, 소분류 109개로 구분하였으며, 이 중 서비스 로봇은 8개 중분류 및 31개 소분류로 구분되며 이를 재구성하면 <표 1>과 같다.

또한 산업통상자원부(2019)는 서비스 로봇을 산업기술 R&D 투자전략 대상으로 지정·육성하기 위해 <표 2>와 같이 19개로 세분하였다.

#### 3.2 도서관에 도입 가능한 로봇

국내 도서관에서 도입할 수 있는 로봇에 대한 연구는 수행되지 않았으나, 4차 산업혁명과 관련한 기술이 도서관에 도입된 사례와 이에 대한 사서의 인식조사에 대한 연구들이 수행되었다. 국내 여러 도서관에서는 4차 산업혁명 기술이라 불리는 사물인터넷 기술(NFC, 비콘 등)을 적용한 도서관 출입 및 좌석배정, 이용자 위치알림, 셀프대출, 스마트 락커, 실내공기 질 케어

〈표 1〉 로봇산업 특수분류표(제3차 개정결과)중 서비스 로봇 분류

중분류	소분류
사업시설 관리용 로봇	사업시설 청소용 로봇, 사업시설 안내용 로봇, 기타 사업시설 관리용 로봇
안전 및 극한작업용 로봇	경비 및 감시용 로봇, 화재 및 재난 대응용 로봇, 해양, 우주공간 및 원자력 시설용 로봇, 근력증강 웨어러블 로봇, 기타 안전 및 극한작업용 로봇
의료용 로봇	수술용 로봇, 재활훈련용 로봇, 의료진단 및 검사용 로봇, 기타 의료용 로봇
건설용 로봇	관로 및 배관시설 유지, 관리용 로봇, 토목·건설·전기 공사 검사용 로봇, 기타 건설공사용 로봇
군사용 로봇	군사시설 경계감시용 로봇, 전투용 로봇, 군사용 비행정찰 로봇, 군수지원용 로봇, 기타 군사용 로봇
농림어업용 로봇	작물재배 및 축산용 로봇, 입업 및 어업용 로봇, 기타 농림 어업용 로봇
여가 및 오락 서비스용 로봇	오락장용 로봇, 공연용 로봇, 테마파크용 로봇, 기타 여가 및 오락 서비스용 로봇
기타 전문서비스용 로봇	배달, 물품취급 및 서빙용 로봇, 전문요리용 로봇, 연구용 로봇, 기타 달리 분류되지 않은 전문서비스용 로봇

〈표 2〉 서비스 로봇 분류체계

중분류	소분류명
서비스 로봇	물류 로봇, 의료/재활 로봇, 국방/사회안전 로봇, 수중/해양 로봇, 헬스케어 로봇, 필드 로봇, 건설 로봇, 가정용 로봇, 인간 외골격 로봇, 이동 로봇 플랫폼, 휴머노이드 로봇, 비즈니스 로봇, 여가지원 로봇, 문화/공연 로봇, 안드로이드 로봇, 교육용 로봇, 전문 청소 로봇, 개인 탐승 로봇, 기타 서비스 로봇

등을 도입하고 있으나(노동조, 손태익, 2016), 인공지능과 로봇의 경우 사물인터넷, 빅데이터, 모바일 기술에 비해 상대적으로 낮은 인지도를 보여주고 있었다(박태연, 강주연, 김용, 김태경, 오효정, 2018).

특히 박태연 외(2018)의 연구에서는 미래도서관 사서의 직무로 56개 업무를 4차 산업혁명 기술과 관련하여 적용 가능성을 분석하였는데 56개 업무 중 42개의 업무에 4차 산업혁명 기술들이 1개 이상 적용이 가능한 것으로 나타났다. 이들 업무와 앞서 언급한 로봇산업 특수분류표(〈표 1〉) 및 서비스 로봇분류체계(〈표 2〉)에 나타난 로봇 중 미래 사서의 직무를 대치할 수 있다고 판단된 로봇을 매칭해 보면 〈표 3〉과

같다.

독서활동 서비스에서 ‘프로그램 진행하기’ 업무는 4차 산업혁명 기술이 적용되지는 않았지만, 사서가 개입하지 않고 직접 로봇이 이용자 대상 독서 프로그램을 진행하기 때문에 로봇 적용이 가능한 업무로 분류하였다. 그러나 아직까지 로봇은 정보자료관리, 정보자료 서비스, 독서활동 서비스, 문화평생교육 서비스 등 일부 업무에 적용 가능할 것으로 보인다. 그러나 앞으로 인공지능 등 기술발달에 따라 로봇의 적용범위는 인간만이 가능하였던 전문성이 필요한 직무영역(정보자료 조직, 정보시스템 관리, 운영관리, 대외협력 등)까지 확대될 것으로 예상된다.

〈표 3〉 미래 사서 직무 중 로봇 분류에 해당하는 업무 비교

사서 직무		적용 가능 신기술*	로봇산업 특수분류표	서비스 로봇 분류체계
직무영역	세부직무			
정보자료 관리	수집자료 관리하기	4	비즈니스 로봇	정보자료 관리
정보자료 서비스	이용자정보 서비스 운영하기	3	사업시설 안내용 로봇	비즈니스 로봇
독서활동 서비스	프로그램 진행하기	-	기타 여가 및 오락 서비스용 로봇	교육용 로봇
문화·평생 교육 서비스	이용자별 서비스	2	기타 여가 및 오락 서비스용 로봇	교육용 로봇

\* 4차 산업혁명 관련 신기술(빅데이터, 사물인터넷, 인공지능·인지컴퓨팅, 클라우드 컴퓨팅, 인터랙션·스마트콘텐츠, ICT 융복합 디바이스) 중 해당 업무에 적용 가능한 기술의 수

### 3.3 해외 도서관의 로봇 도입 사례

해외 도서관에서 도입된 로봇은 크게 이용자 서비스용, 사서업무 보조용으로 나눌 수 있다. 먼저 이용자 서비스용으로 도입한 사례는 다음과 같다. 2014년 미국 코네티컷(Connecticut) 웨스트포트(Westport) 공공도서관은 로봇(Pepper)을 도입하여 동작 프로그래밍 과정을 개설한 후 이용자의 많은 호응을 이끌어내었다(Lewis, 2015, p. 25). 그리고 2015년 일본 에도가와 구립 시노자키 도서관(江戸川区立 篠崎図書館)은 로봇(Pepper)을 도입하여 좌석접수 및 안내 안내 등으로 활용하고 있다(Xware Corporation, 2020). 2016년 독일 TH Wildau 대학도서관은 도입한 로봇(Pepper)의 웹 기반 원격제어시스템을 개발하여 도서관 안내 외에도 기능 확장을 시도하였다(Stahl, Mohnke, & Seeliger, 2018).

사서업무 보조용으로 로봇을 도입한 사례로는 2015년 중국 난징대학교(南京大學校) 도서관(TOKER, 2020)과 2019년 중국 톈진대학교(天津大學校) 도서관이 있으며(Tianjin University, 2020), 이들 도서관은 로봇을 장서 오배가 점검 및 도서위치 안내 목적으로 운영하고 있다.

2016년 싱가포르국립도서관은 RF-ID 기반 자동 스캐너 기능을 가진 로봇을 도입한 후 장서점검 및 오배가 자료 색출을 위해 활용 중이며, 반납도서 자동이송을 위한 로봇까지 도입하였다(Liau, 2019; Vincent, 2018). 2019년 헬싱키 중앙도서관은 기존 자료이송용 로봇(Mir 200)을 개조프로젝트를 통해 도서검색 및 안내용으로 확장하여 좋은 평가를 받고 있다(Axelsson, 2019). 2020년 일본 후나바시·서도서관(船橋市·西圖書館)은 무인항공기(Drone) 기반 장서점검 시스템을 도입하여, 업무부하 경감 및 업무효율화를 시도하였다(ロボライター, 2020). 2018년 일본 쓰쿠바시립중앙도서관(筑波市立中央圖書館)은 착용형 로봇인 HAL(Hybrid Assistive Limb)을 도입하여, 직원들이 무거운 물건을 옮기는데 활용하고 있다(Harada, 2019).

지금까지 살펴본 해외 도서관에서 로봇을 도입한 사례를 주요 기능 및 서비스 영역별로 정리하면 〈표 4〉와 같다.

이용자 서비스용으로 도입된 로봇은 안내업무(시설안내, 좌석예약, 위치안내)와 이용자 교육(콘텐츠 활용, 프로그래밍 교육)으로 사용되고 있으며, 사서업무보조용으로 도입된 로봇은

〈표 4〉 해외 도서관의 로봇 도입 사례

용도	직무영역	기능	도입기관	제품명	개발업체	도입시기
이용자 서비스용	문화·평생교육 서비스	교육용 로봇	미국 Westport 공공도서관	NAO Evolution	SoftBank Robotics (舊 Aldebaran Robotics)	2014
	정보자료 서비스	안내 및 도서검색 로봇	일본 에도가와 구립 시노자키 도서관(江戸川区立 篠崎図書館様)	Pepper	SoftBank Robotics	2015
			독일 TH Wildau 대학도서관	Pepper	SoftBank Robotics	2016
		도서위치 안내	헬싱키 중앙도서관	MiR 200 (Veera)	Mobile Industrial Robots	2019
사서업무 보조용	정보자료 관리	장서 오배가 점검 로봇	중국 난징대학교 도서관(南京大學校圖書館)	Tuke(圖客) 스마트 북 인벤토리 로봇	Tooker	2015
			중국 텐진대학교 도서관(天津大學校圖書館)	Zhitu(智圖)	텐진대학교	2019
		장서점검	싱가폴 국립도서관	Aurora	Sensarbot	2016
			일본 후나바시·서도서관(船橋市・西圖書館)	AI藏書点檢システム	liberaware (무인항공기(Drone) 기반)	2020
		반납도서 자동이송	싱가폴 국립도서관	Mobile Bookdrop	Doog	2017
		물류 로봇	헬싱키 중앙도서관	MiR 200 (Veera)	Mobile Industrial Robots	2019
		착용형 로봇 기반 화물이동	쓰쿠바시립 중앙도서관(筑波市立中央圖書館)	Hybrid Assistive Limb	Cyberdyne	2018

주로 반복업무(장서점검, 자료 이송)에 활용되고 있다. 그리고 무거운 물건을 옮길 때 직원들의 체력 부담감소를 위해 근력강화 웨어러블 로봇을 도입하여 운용 중이다.

### 3.4 국내 도서관 및 서점의 로봇 도입 현황

국내 로봇산업이 국가전략산업으로 지정되었음에도, 국내 도서관 관련 로봇의 개발·보

급실적은 매우 미미한 편으로, 도서관 및 서점에서 도입한 로봇은 주로 안내 및 물류용이다.

2017년 예스24 부산점은 (주)네이버랩스와 협업을 통해 도서관에서도 활용 가능한 반납도서 자동이송 기능을 가진 어라운드(AROUND)를 최초로 시험 도입을 하였으며(매일경제, 2017), 2017년 마포중앙도서관은 국내 최초로 도서관 안내 로봇을 도입하였다(이데일리, 2017). 2019년 국립중앙도서관 및 국립어린이청소년도서관은 도서관 안내 및 음성인식 기반 도서검색

〈표 5〉 국내 도서관의 로봇 도입 사례

용도	직무영역	기능	도입기관	제품명	개발업체	도입시기
이용자 서비스용	정보자료 서비스	시설안내 SW코딩교육	서울 마포중앙도서관	마중이	퓨처로봇	2017
		도서관안내 자료검색 전시해설	국립중앙 도서관	큐아이	IBRICKS 컨소시엄	2019
		도서관안내 교육·학습 자료검색	국립어린이 청소년도서관	큐아이	IBRICKS 컨소시엄	2019
사서업무 보조용	정보자료 관리	장서점검	여수 이순신도서관	Aurora	Senserbot	2019
업무 보조		자료이동	예스24 부산점	어라운드 (AROUND)	네이버랩스	2017

및 도서관 빅데이터 기반의 도서추천 및 전시해설(도슨트), 어린이용 교육·학습 기능이 추가된 큐아이 로봇을 도입하여 운영 중이다. 2019년 개관한 여수 이순신도서관은 싱가포르국립도서관과 동일한 장서점검로봇을 도입하여 운영 중이다(매일경제, 2019). 국내 도서관 및 서점에서 로봇을 도입 사례를 정리하면 〈표 5〉와 같다.

## 4. 국립중앙도서관 로봇 도입 사례

### 4.1 도입 사례

국립중앙도서관은 4차 산업혁명이 대두됨에 따라 새로운 ICT 기술이 접목된 도서관 서비스 모형 개발 및 논의를 시작하였고, 이 과정 중인 2017년 사서를 대상으로 한 인식조사 결과 신기술(3D 프린터, 휴먼로봇, 인공지능, 스마트 디바이스 등)의 적용을 통해 도서관 현장에서 어려움을 겪고 있는 업무에 대한 개선방안으로

배가위치 안내, 자동추천 AI 서비스, 단순업무용 로봇 도입 등을 제안하였다(김용, 김건, 오효정, 양동민, 2017, p. 104). 이러한 개선방안을 구체화하기 위한 이행과제를 2018년에 도출하였으며, 이 중 로봇관련 이행과제는 〈표 6〉과 같이 모두 4개(① 단행본 개가자료 반납이송 로봇활용 지원서비스, ② 로봇을 활용한 서고신청 자료 운송 서비스, ③ 로봇 활용 도서관 안내 및 도서관정보(빅데이터) 연계 서비스, ④ 개가자료실 이용자 로봇 활용 자료위치 안내서비스)이다(큐브컨설팅, 2017).

현재 4개 과제 중에서 1개 과제(③ 로봇활용 도서관 안내 및 도서관정보(빅데이터) 연계 서비스)에 관한 로봇이 도입되었으며, 도입된 로봇은 도슨트(Docent), 대화형(Interactive), 챗봇(ChatBot) 등 세 가지 모드로 작동한다. 첫째, 도슨트 모드는 시나리오 기반으로 전시구역을 이동하며 해설을 진행한다. 해설은 한국어 및 영어, 중국어, 일본어 등 4개 언어로 제공 가능하며, 해설 중 전시물 관련 시각자료는 애니메이션화하여 자료화면과 함께 보여준다.

〈표 6〉 정보화전략계획(ISP)중 로봇관련 과제 현황

직무영역	이행과제명	주요 내용	처리절차	적용업무	도입여부
정보자료 관리	① 단행본 개가자료 반납 이송 로봇활용 지원서 비스	개가자료 이용후 현 위치에 서 자료 반납시 순회이송로 봇 활용	① 자율운행 ② 열람도서 반납 ③ 반납도서 이송 ④ 직원 인계	자료 반납	×
	② 로봇을 활용한 서고신 청자료 운송 서비스	로봇과 엘리베이터 연계· 활용한 서고신청자료 운송 서비스	① 보존서고→본관 자동 이송 ② 본관→열람실(엘리베이터 연동)	자료 이송	×
정보자료 서비스	③ 로봇 활용 도서관 안내 및 도서관정보(빅데이 터) 연계 서비스	도서관 안내 및 빅데이터 연계 서비스	① 도서관 안내 ② 실시간 빅데이터 연계	시설안내 검색지원	○
	④ 개가자료실 이용자 로 봇 활용 자료위치 안내 서비스	자료 위치 안내 및 동행 서 비스	① 개가자료 위치 문의 ② 서가 안내 및 동행 서비스	위치안내	×

둘째, 대화형 모드는 이용자와 로봇 간 상호 작용(화면터치 또는 음성입력)을 통해 이용정보(시설 안내, 전시·행사 안내) 및 도서정보(신착 도서, 인기도서 등), 기타 정보(날씨정보 등) 등을 제공한다. 대화형 로봇에서 제공되는 정보는 내부에 저장되지 않고, 연계 시스템에서 실시간으로 가져오도록 설계되어 있다(〈그림 1〉 참조). 이용자는 로봇과 상호작용(화면

터치 또는 음성입력)을 거치면서 도서관 이용정보(시설 안내, 전시·행사 안내) 및 도서정보(신착 도서, 인기도서 등), 기타 정보(날씨정보 등) 등을 제공받을 수 있다(IBRICKS 컨소시엄, 2019a). 그리고 검색결과는 내장 모니터(텍스트) 또는 스피커(음성합성)를 통해 출력되며, 이용자는 이 과정을 반복하면서 보다 상세한 정보를 찾아 볼 수 있다.



〈그림 1〉 대화형 검색의 작동 방식

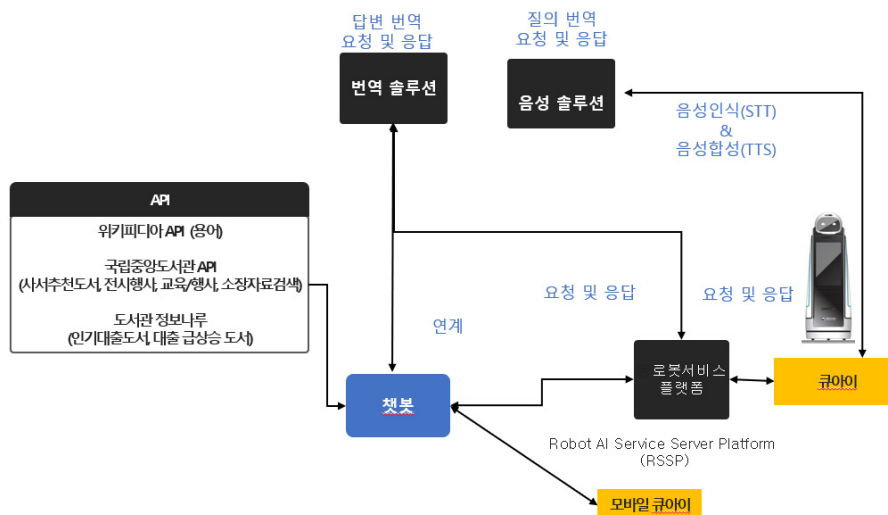
셋째, 챗봇(ChatBot) 모드는 음성인식(STT: Speech To Text)을 거쳐 도서관 DB(사서추천도서, 전시행사, 교육/행사, 소장자료 검색), 도서관 빅데이터 시스템(인기대출도서, 대출급상승 도서), 대화 시나리오 기반 지식베이스 및 위키피디아를 검색한 결과를 화면 또는 음성으로 제공한다(〈그림 2〉 참조). 특히 챗봇의 경우 주제별 대화 시나리오 159개를 기반으로 학습문장 6,420개 및 핵심어(Entity) 216개, 확장학습문장을 생성하여 이용자 질의 및 응답에 활용하였다(IBRICKS 컨소시엄, 2019b).

#### 4.2 운영상 한계 및 후속 계획

2020년 1월에 국립중앙도서관에서 운영을 시작한 로봇은 코로나 19 확산으로 운영 시작 두 달만인 2020년 2월 말에 중단된 상태이다. 그러나 이 운영 기간 동안에도 도서관에 로봇을 도입 및 운영하기 위해서 드러난 한계와 문제점이

나타났으며, 이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 로봇의 안정적 유지 운영을 위해서 별도 인력 배치가 필요하다는 점이다. 국립중앙도서관에서는 로봇을 도입할 때 직원이 배치되지 않았던 도서관의 전시공간에 로봇을 배치하면서 도서관 이용자에 대한 통합된 편리한 서비스를 제공할 것을 기대하였다. 그러나 처음 배치한 장소에서 무인으로 운영되는 로봇에 장애(실내위치 오인식, 운영체계 작동중단 등)가 발생하면 담당자가 현장을 방문하여 초기화를 해야 한다는 점에서 크게 기대에 미치지 못하였다. 로봇에 장애가 발생하면 로봇과 관련된 업무를 담당하는 사서에게 장애와 관련한 통보가 가며, 이후에 사서가 직접 로봇이 있는 현장에 가서 초기화하는 과정이 필요하다. 따라서 장애 발생 이후 초기화되는 동안 로봇은 작동하지 않으며, 그 시간 동안 이용자들은 서비스의 공백기를 가지게 된다. 따라서 도서관은 로



〈그림 2〉 챗봇모드 흐름도 재구성

봇 도입을 확대할 경우, 이러한 서비스 공백기에 대처하기 위하여 인력배치 등과 관련한 사항들을 예산 및 인력 운용과 관련하여 고려해 볼 필요가 있을 것이다.

둘째, 챗봇이 제공하는 이용자 질문에 대한 답변지식의 현행화를 위해서 도서관이 용이하게 주제별 대화 시나리오를 업데이트할 수 있는 전용 프로그램 개발이 요구된다. 현재 챗봇은 업체의 작업지원을 통해서만 현행화가 가능하기 때문에 도서관에서 필요할 경우 신속한 현행화 작업을 수행하기 어려운 상황이다. 챗봇은 도서관에서 운영을 거듭할수록 필요한 주제별 대화 시나리오의 신속한 현행화가 요구될 수밖에 없다. 그러나 현재 시스템에서는 업체를 통해서만 현행화가 가능하며, 이것은 로봇을 이용하는 이용자의 질문에 제때 답변하기에는 부족한 상황이다. 따라서 챗봇의 현행화를 위한 추후 전용 프로그램 개발이 요구된다. 그러나 현재 코로나 19 확산 등으로 도서관 운영이 중단되면서 유의미한 이용자 로그 축적 및 이용 통계 기반 메뉴 개편 등의 후속 작업이 미루어지고 있다.

향후 국립중앙도서관은 사서의 업무부담 감소를 위해 물류로봇(반납자료이송로봇, 서고자료운송 로봇 등) 도입 및 이용자 편의성 증대를 위해 기존 로봇의 기능 업그레이드(개가지료 위치안내 등) 등을 증장기적으로 검토할 예정이다.

## 5. 도서관의 로봇 도입에 대한 제언

앞서 살펴본 국내외 도서관 및 국립중앙도서

관에서 도입한 로봇사례를 분석해 보면, 아직 로봇은 제한된 기능과 기술적 한계로 인해, 실제 도서관이 원하는 수준까지 미치지 못하고 있다.

대표적으로 도서관에서 기대한 로봇의 기능이 미치지 못한 사례로는 TH Wildau대학에서 도입한 로봇(Pepper)의 경우 여러 개의 센서(마이크, 카메라, 터치)를 내장하였음에도 업체가 제공하는 언어 감지 체계가 제대로 작동하지 않은 문제(개별 단어를 인식할 수 있도록 사전 프로그래밍 작업이 필수)로 이용자와 로봇이 상호작용하는데 어려움이 있는 것으로 조사되었다(Stahl, Mohnke, & Seeliger, 2018). 그 외에도 이용자들의 로봇에 대한 기대치가 너무 높을 경우 생기는 사례로 미국 Westport 공공도서관이 로봇(NAO)를 도입하면서 지역 주민 및 청소년 이용자들의 엄청난 기대를 받았지만, 미리 프로그래밍이 되어 있지 않으면 명령에 반응하지 않는 모습을 보면서 이용자들은 실망하였다고 한다(Lewis, 2015).

이처럼 도서관 또는 이용자들이 기대한 로봇의 기능과 실제 기능은 차이가 존재한다. 예를 들어 국내에서 도입·운용 중인 로봇을 살펴보면, 주로 멀티미디어 콘텐츠(전자책 또는 동영상)를 재생하거나, 도서 검색 및 도서 추천 기능의 경우 도서관 서지 DB 또는 게시판에서 찾은 결과를 모니터로 보여주는 수준에 그치고 있다. 기존 도서관 등에 설치된 정보검색용 키오스크(KIOSK)와 기능상 큰 차이점을 보여주지 못한다는 것이다. 물론 자율주행 기능의 탑재로 이용자를 특정장소로 인도하거나, 시설을 안내하는 기능 때문에 이용자의 흥미를 끌 수 있다는 점은 장점으로 보일 수 있으나, 기능적

한계로 인해 사서 또는 이용자들이 당초 기대했던 로봇의 효용성에 대한 불만이 제기될 수 있는 상황이라 하겠다.

또한 대표적 기능인 챗봇은 다양한 정보(도서관 이용 및 시설 안내, 날씨)를 마치 사람과 대화 하듯이 소통한다고 알려졌으나, 실상 기술적 한계로 자율적 지식확장이 불가능하고, 질의에 대비한 사전학습이 부족할 경우 종종 엉뚱한 답변을 제공하기도 한다. 답변이 불가능 상황을 모면하기 위해 위키피디아에서 찾은 결과를 대안으로 제공하며, 미해결된 질문에 대한 답변지식을 추후 수동으로 업데이트 해야 하는 불편함을 가지고 있다. 또한 일부 기관에서 자료 이송용으로도 로봇을 도입하고 있으나, 아직 실내외 환경을 안정적으로 자율주행하는 기술이 부족한 실정이다(산업통상자원부, 2019). 즉 개방된 공간 중 지정된 경로를 반복 이동하는 수준이라, 건물 전체 내부를 이동하거나, 엘리베이터를 연계한 층간이동에도 아직까지 한계가 있다.

따라서 이러한 한계점을 극복하고, 로봇을 국내 도서관에 본격 적용하기 위해서 몇 가지 개선할 사항을 제안해 본다.

첫째, 기존 로봇 기능을 업그레이드하려는 노력이 필요하다. 먼저 H/W 기능을 살펴보면 국내 개발 로봇에도 자율주행을 위한 충분한 장비가 있기에(〈표 7〉 참조), 높낮이 조절이 가능한 선반에 RF-ID 스캐너만 추가한다면 책을

자동스캔하고 라벨정보를 자동으로 읽어서 실시간 도서의 위치 및 오배가 정보를 제공하는 중국 난징대학교, 텐진대학교(〈표 4〉 참조) 또는 싱가포르국립도서관, 이순신 도서관(〈표 5〉 참조) 수준의 장서점검용 로봇으로 업그레이드가 가능하다. 즉, 헬싱키중앙도서관 사례(〈표 4〉 참조)처럼 기존 로봇의 기능을 업그레이드할 경우, 예산 절감 및 기간 단축이 가능할 것으로 보인다. 물론 기존 도서관리 S/W와 연계하여 분실 또는 오배가 상황을 알려주는 운영 프로그램 업그레이드 또한 필요할 것이다.

또한 S/W 기능을 살펴보면 로봇의 안정적인 운용을 위해서 실내위치 오인식 문제 등 운영 프로그램 개선 노력 및 장애 시 원격 초기화가 가능한 기능 개발 등이 필요하다. 그리고, 메뉴와 콘텐츠 업데이트 시 직접 관리가 가능하도록 콘텐츠관리시스템(CMS)의 고도화가 필요하다. 또한 챗봇 기능 개선을 위해 딥러닝(Deep Learning) 관련 이론 연구 및 기술개발 노력이 시급하며, 로봇 전용 콘텐츠 개발을 통해 이용자의 호기심을 자극하고 도서관 방문을 유도하고, 궁극적으로 국민들의 독서문화 활동을 향상시킬 수 있도록 하여야 한다.

둘째, 방역로봇 등 시설 및 안전관리 로봇 개발·도입이 시급하다. 현재 코로나 19 확산으로 인해 도서관에서도 방역의 중요성이 강조되는 시기라 발열감지 및 소독, 살균 등을 수행하는 방역로봇을 도입할 경우 사서의 업무부담이

〈표 7〉 로봇 업그레이드에 필요한 추가 장비

적용 업무	현재 장비		추가 장착 장비
장서점검	센서	초음파, 라이다, 자이로	RF-ID 스캐너, 영상센서, 높낮이 조절 선반 등
	카메라	전방(광각), 후방(적외선)	

경감될 것이다. 물론 국내 개발 로봇의 경우 전면카메라를 통한 발열체크 및 자외선(UV-C)를 통한 바닥소독 기능이 가능하며(한컴로보틱스, 2020), 유사한 사례로 덴마크의 방역로봇(모델명: UVD 로봇)은 다수의 자외선 램프를 이용한 신속한 실내소독 기능을 제공하며, 일본의 경비로봇(모델명: PATORO)은 실내위치정보에 기반한 순찰 및 손이 닿기 어려운 곳에 소독액을 분사하는 기능을 제공하고 있다(정은주, 2020). 또한 주요 공항 등이 도입한 청소용 로봇, 또는 경비용 로봇의 경우에도 도서관 인력 부족 문제를 해결하는 방안이 될 수 있으므로 도입을 검토해볼 수도 있을 것이다.

이 외에도 도서관에서 활용이 가능한 종류를 찾는다면 근력증강 웨어러블 로봇을 들 수 있다. 김보일(2019)의 연구에 따르면 서울 공공도서관에 근무 중인 사서들의 경우 업무 및 환경요인에 따라 근골격계(어깨, 팔, 팔꿈치, 허리, 목, 손목 등) 이상증세가 나타났고, 질환예방을 위해서는 근력증강 웨어러블 로봇을 활용한 업무환경 개선이 가능할 것으로 보인다.

셋째, 국가차원의 도서관용 로봇에 대한 수요발굴과 개발·보급 노력 및 규격제정이 필요하다. 로봇 보급·확산을 촉진하기 위해서 이미 국가차원의 정책적 지원활동을 통해 지능형 로봇을 연구개발 및 보급사업이 활발한데, 특히 한국로봇산업진흥원은 '2020년도 서비스 로봇 활용실증사업'을 통해 물류, 웨어러블, 의료(수술), 협동로봇, 국가R&D 분야 로봇의 개발·보급 사업을 진행 중이며(한국로봇산업진흥원, 2020a), 정보통신기획평가원은 '2019년도 ICT융합산업원천기술개발사업(지능정보·로봇 융합서비스)'을 통해 자율이동로봇용 인공지

능(AI) 및 조립로봇용 인공지능(AI) 개발을 지원하고 있다(정보통신기획평가원, 2020).

하지만, 도서관 대상 로봇 개발·보급 실적(한국문화정보원, 2020)은 국립중앙도서관 및 국립어린이청소년도서관 등으로 매우 미미한 편으로 코로나 19 확산으로 인한 언택트(비접촉 또는 비대면) 시대가 도래하면서 도서관에서도 정상적인 서비스 제공을 위해서도 로봇 도입을 적극 검토해야 할 것이다. 동시에 도서관 업무에 적합한 로봇에 대한 신뢰성 확보를 위한 품질인증제도 마련 및 국가표준(KS) 제정이 필요하며, 추후 제조업체 대상 KS 인증 취득을 독려해야 할 것이다. 아무런 품질 기준이나 규격에 대한 준비 없이 현장에 도입될 경우 사후 관리에 많은 문제점이 발생할 것이 예상되기 때문이다.

넷째, 도서관에 적용 가능한 로봇 생태계를 구축하는 노력이 필요하다. 로봇은 4차 산업혁명 시대의 도래와 함께 현장에서 단순히 사서의 업무부담 감소를 위한 용도로만 한정되지는 않을 것이다. 즉 현재와 같이 도서관 안내(시설안내, 좌석예약, 위치안내)와 이용자 교육(콘텐츠 활용, 프로그래밍 교육), 반복업무(장서점검, 자료 이송) 외에도, 점차 인공지능 기술이 발달함에 따라 인간 사서가 담당하던 참고질의 서비스, 자동분류, 메타데이터 작성, 정보분석 등의 전문서비스 영역까지 도달할 것으로 예상된다. 하지만 로봇의 도입으로 도서관 업무 전체를 대체하기는 불가능해 보인다. 김진오, 엄홍성, 장상국, 김윤희(2018)는 인간과 로봇이 주어진 작업 또는 성과를 수행하기 위해서는 협업하고, 주변 환경과 조화를 이룰 수 있는 로봇생태계를 구축해야 한다고 하였다. 이를 통해 로봇은 독자적

인 작업을 하는 것이 아니라, 인간과 반드시 전체 업무를 분담하여 로봇은 주로 생산성 향상, 비용절감, 3D 작업 등 로봇화의 효과가 발휘되는 분야를 담당한다는 것이다. 이를 도서관업무에 적용해본다면 전체 도서관 서비스를 인간과 로봇에 맞게 공간과 업무를 고려하여 재설계·분담할 경우 고품질 서비스 제공이 가능한 인간-로봇 협업체계(도서관 로봇생태계) 구축이 가능할 것이다. 이제 로봇을 내 업무를 뺏어 가는 경쟁자로 보지 않고 동반자로 바라보는 인식전환과 함께 이에 최적화된 로봇생태계를 구축하기 위한 다양한 시도가 필요할 시기가 된 것이다.

## 6. 결론

4차 산업혁명 도래와 인공지능(AI)기술의 발달은 사회 전반에 걸쳐 인간 업무영역을 급속히 잠식하고 있으며, 로봇의 발전속도 또한 도서관 현장에도 직·간접적인 영향을 미치고 있다. 특히 코로나 19의 확산으로 말미암아 기존 서비스를 대치하기 위해서는 지능형 로봇의 활용한 비대면 서비스를 개발할 경우, 코로나 이후 새로운 일상 서비스가 될 수도 있기에 도서관에서도 적극적인 활용방안을 찾아야 할 시기가 되었다.

이 연구는 도서관이 처한 이러한 상황에서 도서관에서 로봇의 도입 및 운영 현황에 대해서 알아보았고, 국립중앙도서관이 도입·운영

중인 로봇 도입 절차, 구축 내역 및 한계 등에 대해서 살펴보았으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

첫째, 이 연구에서는 로봇의 분류체계에 대해서 살펴보고, 이를 기반으로 미래 사서 업무와 관련된 로봇의 종류를 선별해 보았다. 둘째, 이 연구에서는 국내외 도서관 및 서점에서 도입중인 로봇 현황과 적용업무에 대해서 살펴보았으며, 사서보조업무(장서점검, 자료이송 등)와 이용자 서비스업무(도서관 안내, 자료검색 등)에 활용하고 있었다. 셋째, 이 연구는 국립중앙도서관에서 도입 및 운영하고 있는 로봇의 특징과 기능적 한계 등에 대하여 살펴보았다. 이러한 연구 내용을 바탕으로 도서관업무에 적합한 로봇의 기능 개발의 필요성, 방역 및 안전관리 로봇 도입의 시급성, 로봇 확산보급정책 및 규격제정, 로봇생태계 구축 등을 제안하였다.

본 연구의 한계는 현재 도서관에 도입된 로봇과 관련한 연구가 미진하며 사례로 제시한 국립중앙도서관의 로봇 역시 코로나 19 확산으로 운영이 중단된 상태가 지속되어, 도서관의 로봇 적용 및 운영과 관련한 조사 및 분석을 위한 충분한 정보 및 데이터가 부족하다는 것이다. 도서관에서 로봇의 도입은 앞으로 더 확대될 것으로 예상되며, 이러한 경우를 대비하여 추후 도서관에서 로봇 도입과 관련한 체계적인 사전 분석 및 조사가 필요하며 이러한 결과에 기반한 로봇 도입과 운영에 대한 추가 연구가 필요할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 김갑순, 김한솔, 이경준, 이용재, 김현민, 홍태경 (2013). 힘센서를 이용한 도서정리 로봇의 그리퍼 설계. 한국정밀공학회 2013년도 추계학술대회 논문집, 737-738.
- 김문혁, 여건영, 정은호, 이승환 (2019). 자율주행 로봇을 이용한 새로운 도서관 배가시스템. Proceedings of KIIT Conference, 246-247.
- 김보일 (2019). 공공도서관 사서의 근골격계 부담 작업 관련 유해요인에 관한 연구: 서울시 서북권역 공공도서관을 중심으로. 한국비블리아학회지, 30(3), 93-110.  
<https://doi.org/10.14699/kbiblia.2019.30.3.093>
- 김아람, 이세한, 이상용 (2016). 모바일 로봇 기반의 도서 관리 시스템 개발. 한국지능시스템학회 논문집, 26(1), 9-15.
- 김용, 김진, 오효정, 양동민 (2017). 제4차 산업혁명시대 도서관의 미래전략 및 서비스모형 구축연구. 서울: 국립중앙도서관.
- 김진오, 엄홍섭, 장상국, 김윤희 (2018). 미래전의 희망: 국방 로봇. 서울: 성안당.
- 노동조, 손태익 (2016). 사물인터넷(IoT) 기반의 대학도서관 서비스에 관한 연구. 한국비블리아학회지, 27(4), 301-320. <https://doi.org/10.14699/kbiblia.2016.27.4.301>
- 매일경제 (2017, Oct 24). 에스24, 중고서점에 자율주행 로봇 도입. Retrieved from <https://www.mk.co.kr/news/culture/view/2017/10/702263/>
- 매일경제 (2019, Dec 27). 여수 이순신도서관 개관. Retrieved from <https://www.mk.co.kr/news/culture/view/2019/12/1090000/>
- 박태연, 강주연, 김용, 김태경, 오효정 (2018). 4차 산업혁명 시대 도서관의 미래상에 대한 사서인식조사. 한국문헌정보학회지, 52(1), 203-229. <https://doi.org/10.14699/kbiblia.2018.29.1.125>
- 법제처 (2020, Dec 5). 지능형 로봇개발 및 보급촉진법. Retrieved from [https://www.law.go.kr/법령/지능형로봇개발및보급촉진법/\(13744,20160106\)](https://www.law.go.kr/법령/지능형로봇개발및보급촉진법/(13744,20160106))
- 산업통상자원부 (2019). 2019-2021 산업기술 R&D 투자전략(서비스로봇). Retrieved from <http://pdf.keit.re.kr/sd7/view?permission=p&elementId=qmp83kH7PSBVc%2FDD5wUd%2Fw%3D%3D&cryptoPassYn=N>
- 이데일리 (2017, Nov 7). 전국 최초 로봇이 안내하는 마포중앙도서관 15일 개관. Retrieved from <https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=03056966616123424&mediaCodeNo=25>
- 정보통신기획평가원 (2020, Dec 10). 2019년도 ICT융합산업원천기술개발사업(지능정보·로봇 융합서비스). Retrieved from [https://ezone.iitp.kr/common/anno/02/form.tab?PMS\\_TSK\\_PBNC\\_ID=PBD201900000030](https://ezone.iitp.kr/common/anno/02/form.tab?PMS_TSK_PBNC_ID=PBD201900000030)
- 정은주 (2020). 지능형 IoT 기반 서비스 로봇활용사례와 시사점. 이슈리포트, 2020(5). Retrieved from

- <https://www.nipa.kr/main/downloadBbsFile.do?key=116&bbsNo=11&bbsTy=&atchmnlNo=11893>
- 주원균, 김용, 조은일, 맹성현 (1998). 디지털 도서관을 위한 로봇 에이전트의 설계 및 구현. 한국정보과학회 1998년도 가을 학술발표논문집, 25(2), 433-435.
- 중소벤처기업부, 중소기업기술정보진흥원, NICE평가정보(주) (2019). 중소기업 기술로드맵 2019~2021 (지능형 로봇). Retrieved from <https://smtech.go.kr/front/comn/AtchFileDownload.do?atchFileId=S00009552539&bitmSeq=216251>
- 큐브컨설팅 (2017). 자료운영 서비스 선진화를 위한 정보화전략계획(ISP) 수립 최종보고서. 서울: 국립중앙도서관.
- 통계청 (2019, Oct 11). 로봇산업 특수분류 제3차 개정 결과 알림. Retrieved from [http://kssc.kostat.go.kr/ksscNew\\_web/kssc/main/main.do?gubun=1&pageChk=Y#](http://kssc.kostat.go.kr/ksscNew_web/kssc/main/main.do?gubun=1&pageChk=Y#)
- 한국로봇산업진흥원 (2020, Dec 10). 2020년 서비스로봇 활용 실증사업. Retrieved from <https://www.kiria.org/portal/bizsupt/portalBsuptRoCreIntro.do>
- 한국문화정보원 (2020, Nov 10). 이제 전국 도서관 인기도서와 고문헌 전시 도슨트도 인공지능 큐레이팅 로봇(큐아이)가 제공합니다. Retrieved from <https://www.kcisa.kr/kr/board/report/boardView.do?bbsIdx=5420&pageIndex=1&searchCondition=all>
- 한국정보통신기술협회 (2020). 정보통신 중점기술 표준화로드맵 Ver.2008. Retrieved from <https://www.tta.or.kr/data/androReport/roadMap/지능형서비스로봇.pdf>
- 한컴로보틱스 (2020, Dec 3). 자율주행 안내로봇 - Elligen. Retrieved from <http://www.hancomrobotics.com/GuideRobot>
- IBRICKS 컨소시엄 (2019a). 지능형 멀티 문화정보 큐레이팅 봇 구축 완료보고. 서울: 한국문화정보원.
- IBRICKS 컨소시엄 (2019b). 챗봇 서비스 구현 방안. 서울: 한국문화정보원.
- ロボライター (2020, Mar 12). 世界最小クラスのドローンを図書館で活用 船橋市・西図書館が「IBIS」(アイビス)と「AI蔵書点検システム」を試験導入. Retrieved from <https://robotstart.info/2020/03/12/ibis-library.html>
- Axelsson, M. (2019, Jul 26). The little robot that lived at the library. Retrieved from <https://towardsdatascience.com/the-little-robot-that-lived-at-the-library-90431f34ae2c>
- Calvert, P. (2017). Robots, the quiet workers, are you ready to take over?. *Public Library Quarterly*, 36(2), 167-172. <https://doi.org/10.1080/01616846.2017.1275787>
- Harada, T. (2019). Robotics and artificial intelligence technology in Japanese libraries. Retrieved from <http://library.ifla.org/2695/1/s08-2019-harada-en.pdf>

- IFR (International Federation of Robotics). (2020, Nov 12). Retrieved from <https://ifr.org/service-robots>
- Lewis, J. (2015). Libraries are for making: Robots. *Young Adult Library Services*, 13(2), 25-26.
- Liau, Y. (2019). Transforming library operation with robotics. 2019 IFLA WLIC Information Technology Satellite Meeting. Retrieved from <http://library.ifla.org/2701/1/s08-2019-liau-en.pdf>
- Lin, W., Yueh, H., Wu, H., & Fu, L. (2014). Developing a service robot for a children's library: A design-based research approach. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(2), 290-301. <https://doi.org/10.1002/asi.22975>
- Sanborn, L. (2015). The future of academic librarianship: MOOCs and the robot revolution. *Reference & User Services Quarterly*, 55(2), 97-101. <https://doi.org/10.5860/rusq.55n2.97>
- Stahl, B., Mohnke, J., & Seeliger, F. (2018). Roboter ante portas? About the deployment of a humanoid robot into a library. 2018 IATUL Proceedings. Retrieved from <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2218&context=iatul>
- Tianjin University (2020, Nov 9). Retrieved from <http://www.tju.edu.cn/info/1026/2396.htm>
- TOKER (2020, Nov 9). Retrieved from <http://www.rf-bot.com/index/index/product?type=cpts>
- Umetani, T., Kikuchi, T., & Saiwaki, N. (2019). Remote reference-desk service system using android robot for university librarian. 2019 IEEE international conference on advanced robotics and its social impacts (ARSO). <https://doi.org/10.1109/ARSO46408.2019.8948796>
- Vincent (2018, Aug 22). Case study-mobile bookdrop at tampines library. Retrieved from <https://smartindustry.sg/case-study-mobile-bookdrop-at-tampines-library/>
- Xware Corporation (2020, Nov 10). 圖書館 for pepper. Retrieved from <https://www.xware.co.jp/service/robotics/library/index.html>
- Yu, X., Fan, Z., Wan, H., He, Y., Du, J., Li, N., Yuan, Z., & Xiao, G. (2019). Positioning, navigation, and book accessing/returning in an autonomous library robot using integrated binocular vision and QR code identification systems. *Sensors*, 19(4). <https://doi.org/10.3390/s19040783>

• 국문 참고문헌에 대한 영문 표기  
(English translation of references written in Korean)

Cubeconsulting (2017). Information strategy plan (ISP) for the advancement of collection

- management & service(final report). Seoul: National Library of Korea.
- Edaily (2017, Nov 7). Mapo central library opened on the 15th, guided by robots for the first time in the country. Retrieved from <https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=03056966616123424&mediaCodeNo=25>
- Hancom Robotics (2020, Dec 3). Elligen, autonomous driving interactive guide robot. Retrieved from <http://www.hancomrobotics.com/GuideRobot>
- IBRICKS Consortium (2019a). Completion report of intelligent multi-cultural information & curating robot. Seoul: KCISA.
- IBRICKS Consortium (2019b). Implementation Plan of Chatbot Service. Seoul: KCISA.
- IITP (2020). 2019 ICT convergence industry source technology development project. Retrieved from [https://ezone.iitp.kr/common/anno/02/form.tab?PMS\\_TSK\\_PBNC\\_ID=PBD201900000030](https://ezone.iitp.kr/common/anno/02/form.tab?PMS_TSK_PBNC_ID=PBD201900000030)
- Jeong, Eunjoo (2020). Intelligent IoT-based service robot application examples and implications. Issue Report, 2020(5). Retrieved from <https://www.nipa.kr/main/downloadBbsFile.do?key=116&bbsNo=11&bbsTy=&atchmnlNo=11893>
- Joo, Won-Kyun, Kim, Yong, Cho, Eun-Il, & Myaeng, Sung-Hyun (1998). A design and implementation of robot agent in a digital library. Proceedings of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers, 25(2), 433-435.
- KCISA (2020, Nov 10). Now, docents for popular books and old literature exhibitions in libraries nationwide are also provided by an artificial intelligence curating robot (QI). Retrieved from <https://www.kcisa.kr/kr/board/report/boardView.do?bbsIdx=5420&pageIndex=1&searchCondition=all>
- Kim, A-Ram, Lee, Se-Han, & Rhee, Sang-Yong (2016). Development of a library management system based on a mobile robot. Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, 26(1), 9-15.
- Kim, Boil (2019). A study on the evaluating harmful factors associated with works burdening the musculoskeletal system of the librarian of public libraries: Focusing on public libraries in northwestern Seoul. Journal of the Korean Biblia Society for Library and Information Science, 30(3), 93-110. <https://doi.org/10.14699/kbiblia.2019.30.3.093>
- Kim, G. S., Kim, H. S., Lee, G. J., Lee W. J., Kim, H. M., & Hong, T. K. (2013). Design of gripper for book arrangement robot for force sensor. Proceedings of the Korean Society of Precision Engineering Conference, 2013(Autumn), 737-738.

- Kim, Jin-oh, Eom, Hong-seop, Jang, Sang-guk, & Kim, Yul-hee (2018). Hope of future war: The defense robot. Seoul: Sungandang.
- Kim, Mun-hyeok, Yeo, Gun-yeong, Jeong, Eun-ho, & Lee, Seung-hwan (2019). A new library book arrangement system using autonomous mobile robot. Proceedings of KIIT Conference, 246-247.
- Kim, Yong, Kim, Geon, Oh, Hyo-Jung, & Yang, Dong-Min (2017). A study on future strategy and service model construction of library in the 4th industrial revolution era. Seoul: National Library of Korea.
- Korea Ministry of Government Legislation (2020, Dec 5). Intelligent robot development and distribution promotion act. Retrieved from [https://www.law.go.kr/법령/지능형로봇개발및보급촉진법/\(13744,20160106\)](https://www.law.go.kr/법령/지능형로봇개발및보급촉진법/(13744,20160106))
- Korea Robot Industry Promotion Agency (2020, Dec 10). 2020 service robot utilization demonstration project. Retrieved from <https://www.kiria.org/portal/bizsupt/portalBsuptRoCreIntro.do>
- Maeil Business Newspaper (2017, Oct 24). Yes24 introduces an autonomous robot to the used bookstore. Retrieved from <https://www.mk.co.kr/news/culture/view/2017/10/702263/>
- Maeil Business Newspaper (2019, Dec 27). Yi sunshin library opened. Retrieved from <https://www.mk.co.kr/news/culture/view/2019/12/1090000/>
- Ministry of Small and Medium Venture Business, Small and Medium Business Technology Information Promotion Agency, & NICE Evaluation Information Co. (2019). SME technology roadmap 2019-2021 (Intelligent Robot). Retrieved from <https://smtech.go.kr/front/comn/AtchFileDownload.do?atchFileId=S00009552539&bitmSeq=216251>
- Ministry of Trade, Industry and Energy (2019). 2019-2021 Industrial technology R&D Strategy (Service Robot). Retrieved from <http://pdf.keit.re.kr/sd7/view?permission=p&elementId=qmp83kH7PSBvc%2FDD5wUd%2Fw%3D%3D&cryptoPassYn=N>
- Noh, Dong-Jo, & Son, Tae-Ik (2016). A study on the internet of things services in university libraries focused on s university library. Journal of the Korean Biblia Society for library and information science, 27(4), 301-320. <https://doi.org/10.14699/kbiblia.2016.27.4.301>
- Park, Tae-yeon, Gang, Ju-Yeon, Kim, Yong, Kim, Tae Kyung, & Oh, Hyo-Jung (2018). A study on the librarians' perception about the future of libraries in the era of the 4th industrial revolution. Journal of the Korean Society for Library and Information Science, 52(1),

203-229. <https://doi.org/10.14699/kbiblia.2018.29.1.125>

Statistics Korea (2019, Oct 11). Notification of the results of the 3rd revision of the robot industry special classification. Retrieved from

[http://kssc.kostat.go.kr/ksscNew\\_web/kssc/main/main.do?gubun=1&pageChk=Y#](http://kssc.kostat.go.kr/ksscNew_web/kssc/main/main.do?gubun=1&pageChk=Y#)

TTA (2020, Nov 10). ICT standardization strategy map Ver.2008. Retrieved from

<https://www.tta.or.kr/data/androReport/roadMap/지능형서비스로봇.pdf>