

## 자율사물을 활용한 도서관 활성화 방안 연구

### A Study on the Library Activation Plan Using Autonomous Objects

노 영 희(Younghee Noh)\*

신 영 지(Youngji Shin)\*\*

#### < 목 차 >

I. 서론	IV. 국내외 도서관의 자율사물 활용 사례
II. 연구설계 및 방법론	V. 국내 도서관 서비스 활성화를 위한
III. 자율사물(Autonomous Things)과 도서관 적용 가능성	자율사물 활용방안 논의
	VI. 결론 및 제언

**요약:** 본 연구에서는 자율사물 중 도서관에 적용가능한 로봇과 드론, 자율주행을 중심으로 전반적인 내용을 살펴보고 이를 기반으로 향후 도서관에 도입 및 적용할 수 있는 방안을 제안하였다. 연구 결과, 관내의 경우 로봇과 드론을 활용하여 장서점검, 장서운반, 장서배열, 장서분류에서부터 도서위치안내, 도서추천, 대출/반납, 도서관 전반적인 안내, 참고정보서비스 등까지 적용할 수 있다. 관외의 경우 로봇, 드론, 자율주행 자동차를 활용해 도서배송서비스, 도서반납서비스, 무인이동도서관 등에 활용할 수 있을 것으로 보인다. 본 연구는 도서관의 자율사물 도입 및 적용을 위한 기초연구로써 향후 체계적인 도입을 위한 인식조사, 적용모델 개발 등의 후속 연구가 진행되어야 한다.

**주제어:** 자율사물, 로봇, 드론, 자율주행, 도서관

**ABSTRACT:** This study examines the overall contents of robots, drones, and autonomous driving that can be applied to libraries among autonomous objects, and proposes a plan that can be introduced and applied to libraries in the future based on this. As a result of the study, in the case of the building, robots and drones can be used to apply from collection inspection, collection transport, collection arrangement, collection classification, book location guidance, book recommendation, loan/return, library general guidance, and reference information service. Outside of the building, robots, drones, and autonomous vehicles can be used for book delivery service, book return service, and unmanned mobile libraries. This study is a basic research for the introduction and application of autonomous objects in the library, and follow-up studies such as perception survey and application model development for systematic introduction should be conducted in the future.

**KEYWORDS:** Autonomous Things, Robots, Drone, Autonomous Driving, Library

\* 건국대학교 문헌정보학과 교수(younghee.korea@gmail.com / ISNI 0000 0000 4120 5652) (제1저자)

\*\* 건국대학교 문헌정보학과 박사과정 수료(gee910125@gmail.com / ISNI 0000 0004 7936 7250) (교신저자)

• 논문접수: 2021년 2월 18일 • 최초심사: 2021년 2월 25일 • 게재확정: 2021년 3월 23일

• 한국도서관·정보학회지, 52(1), 27-54, 2021. <http://dx.doi.org/10.16981/kliss.52.1.202103.27>

## I. 서론

최근 정치, 사회, 문화, 경제 등 거의 전 영역에서 가장 화두가 되고 있는 단어는 ‘제4차 산업혁명’이다. 제4차 산업혁명은 2016년 다보스 세계경제포럼에서 공식의제로 채택되면서 미래사회 대응을 위한 핵심 키워드로 급부상하고 있다. 4차 산업혁명의 시대가 도래하면서 사회 전반에 걸쳐 IT기술이 도입되고 모든 분야가 매우 빠른 속도로 변화하고 있다. 이러한 환경에 적응하기 위해 많은 사람들이 IT기술에 관심을 가지게 되고 관련분야가 지속적으로 발전하고 있으며, 이는 우리 일상생활의 편리함뿐만 아니라 사회 전 분야에 걸친 발전에 크게 기여할 것으로 기대되고 있다.

IT리서치기관 가트너(Gartner)는 최근 2년간 연속으로 자율사물(Autonomous Things)을 10대 전략 기술 트렌드에 포함시키며, 향후 5년 내 자율사물의 시대가 올 것으로 예측했다. 자율사물은 로봇, 자율주행차, 드론, 가전제품 등의 유형으로 구현되며, 인간이 수행하던 기능을 자동화(Automation)하는 수준을 뛰어넘어 인공지능(AI)을 기반으로 사용자의 개입 없이 스스로 판단하고 행동하는 자율성(Autonomy)을 갖춘 디바이스이다. 인공지능 기술이 발전함에 따라 자율사물은 향상된 인지력과 판단력을 가질 수 있게 진화되어 주변 환경 및 사람들과 보다 자연스럽게 지능적으로 상호 작용할 것으로 전망된다(최진철, 손영성, 2020). 또한 자율사물이 인간의 업무를 대신 담당하거나 인간과 자연스럽게 협력하고 나아가 자율사물 간 협동을 통해 인간의 개입 없이 문제를 해결하는 미래 환경이 가능하다고 진단하고 있다(조준면, 2020).

자율사물은 대표 유형인 로봇, 드론, 자율주행은 업무의 효율성, 신속성 등의 측면에서 다양한 분야에 이미 적용 및 활용되고 있으며, 특히 최근 코로나 사태 이후 비대면에 대한 수요가 증가하면서 급속히 확대되고 있는 추세이다. 또한 도서관계에도 자율사물을 적용사례가 나타나고 있다. 국외의 경우 로봇, 드론, 자율주행 자동차를 활용한 도서관 서비스 도입에 다양한 시도가 이루어지고 있으며, 국내에서도 로봇을 도입하여 도서관의 업무적 효율성 향상과 서비스 편의성을 제고하고 있다.

이에 본 연구에서는 자율사물에 대한 전반적인 내용과 자율사물 중 도서관에 적용가능한 로봇과 드론, 자율주행을 중심으로 각각에 대한 개념, 기술, 동향, 사례 등에 대해 살펴보고 이를 기반으로 향후 도서관에 적용할 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

## II. 연구설계 및 방법론

본 연구에서는 4차 산업혁명시대에 발맞춰 도서관의 자율사물 적용 가능성 및 향후 도서관 적용 방안에 대해 알아보하고자 하였다. 이에 본 연구에서는 자율 사물에 대한 전반적인 내용과 더불어 로봇, 드론, 자율주행 등에 대한 이론 및 기술, 동향 사례를 조사·분석하여 적용 가능성을 알아보고,

이를 기반으로 향후 도서관 적용 방안을 제안하였다.

이를 위한 세부적인 연구절차를 살펴보면, 첫째, 자율사물 대한 전반적인 개요를 파악하기 위해 관련한 선행연구를 전반적으로 수집·분석하였다. 이를 통해 자율사물의 개념, 유형, 특징 등을 파악하였다. 그중 본 연구에서는 자율사물에 가장 대표적인 사례인 로봇과 드론, 자율주행을 연구 범위로 선정하였다.

둘째, 앞서 선정한 연구 범위인 로봇, 드론, 자율주행에 대한 개념, 동향, 적용사례를 파악하기 위해 각 유형별 선행연구를 수집·분석하였다. 관련한 논문, 보고서, 정책자료, 사례집 등을 기반으로 개념, 기술, 국내외 산업·기술·정책 동향을 파악하였으며, 분야별로 활용되고 있는 사례를 조사하여 향후 도서관에 벤치마킹 및 적용할 수 있는 방안을 모색하였다.

셋째, 자율사물과 관련하여 국내외에 도서관에 적용된 사례를 조사·분석하였다. 로봇, 드론, 자율주행의 유형별로 도서관에 적용되고 있는 사례를 집중적으로 조사·분석하였으며, 이를 기반으로 현재 도서관에 도입 정도와 도입범위를 파악하였다.

넷째, 앞서 조사한 내용들을 기반으로 향후 국내 도서관의 자율사물 도입 확대 및 활용방안을 도출하였다.

〈표 1〉 연구 절차 및 연구체계도

구분	내용
이론연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율사물에 대한 개념 파악</li> <li>• 자율사물 유형 구분</li> <li>• 그 중 도서관에 적용가능한 유형 선정</li> </ul>
사례연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율사물 중 도서관에 적용가능 한 로봇, 드론, 자율주행차를 중심으로 각각의 개념, 기술, 동향 등을 살펴봄</li> </ul>
시사점 도출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 기술의 개념, 동향, 사례 등을 기반으로 도서관에 적용가능한 시사점 도출</li> </ul>
활용방안 도출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 기술 적용 사례 등을 참고하여 향후 도서관에 적용가능한 기술 및 서비스 방안 도출</li> </ul>

### Ⅲ. 자율사물(Autonomous Things)과 도서관 적용 가능성

본 장에서는 자율사물에 대한 전반적인 개념과 자율사물 중 로봇, 드론, 자율주행을 중심으로 개념, 기술동향, 사례 등에 대해 살펴보았다.

## 1. 자율사물 개념

자율사물(Autonomous Things)은 최근 새롭게 생겨난 기술이 아닌 과거부터 주목되어 왔던 기술인 스마트 머신, 지능형사물과 유사한 기술이다. 다만 기존 기술에서 자동화를 더 강조하여 발전된 개념으로, 여기서 자동화는 엄격한 프로그래밍 모델을 통한 자동화의 수준을 뛰어넘어, AI를 활용해 주변 환경 및 사람들과 자연스럽게 상호작용하는 것을 의미한다. 자율성을 가진 기기나 장치들을 통칭하는 ‘자율사물’이라는 용어는 2018년 10월 미국의 IT 분야 시장조사 및 컨설팅 기관 가트너가 발표한 2019년 10대 전략 기술 트렌드에 수록되면서부터 본격적으로 언급되고 있다(최진철, 손영성, 2020).

이러한 자율사물은 사람의 지시 없이 자율적으로 움직이고 사람 또는 다른 사물과 상호작용하는 자동화된 사물을 의미한다. 특히 최근 머신러닝과 AI 기술의 발전을 기반으로 더욱 대두되고 있다. 자율사물의 대표적인 유형으로 로봇, 자율주행, 드론, 에이전트 등이 있으며, 이들은 바다, 지상, 공중, 그리고 디지털 영역까지 지구상의 모든 환경에서 활용되고 있다.

본 연구에서는 자율사물 중 도서관에 적용가능한 로봇과 드론, 자율주행을 중심으로, 각각에 대한 개념, 기술, 동향 등에 대해 살펴보려고 한다.

## 2. 로봇과 도서관에의 적용가능성

### 가. 개요

로봇은 인간을 모방하여, 외부환경을 인식하고, 상황을 판단하고, 자율적으로 동작하는 기계를 의미한다(권구복, 2016). 로봇은 목적에 따라 제조용 로봇과 서비스용 로봇으로 구분할 수 있는데, 서비스용 로봇은 전문 서비스용 로봇과 개인서비스용 로봇으로 세분화할 수 있다. 제조용 로봇은 제조 현장에서 생산·출하 등의 작업 수행하는 로봇을 말한다. 서비스용 로봇의 전문서비스 로봇은 국방·의료 등에서 다수를 위해 전문적인 작업을 수행하며, 개인서비스 로봇은 가사·건강·교육 등 생활 전반의 개인을 지원한다. 이러한 로봇 활용은 고부가가치화, 생산성 향상, 극한 환경에서의 대응력 제고, 군사비용 감소, 수술정밀도 향상, 삶의 질 향상, 노약자 재활 지원, 교육·학습 등에 활용 등에 기여한다.

### 나. 로봇의 기술동향

로봇 분야는 최근 급격히 발전하고 있는 기계학습 기반 AI 기술을 통해 자율성, 사회성, 적응성 등 고도의 지능을 탑재한 지능형 자율로봇을 중심으로 빠르게 변화하고 있다. 세계 로봇시장 규모는 2018년 294억불로, 서비스 로봇시장(26.7%)이 성장을 주도하며 전년대비 14.6% 증가하였다

(관계부처 합동, 2020). 제조용 로봇은 금속, 전기·전자 등 주요 수요분야 로봇도입 감소에도 불구하고 자동차, 음료 및 기타분야에서 수요가 확대되고 있으며, 서비스용 로봇의 경우, 물류, 의료 및 가정용 로봇 수요가 대폭 증가하였다. 국내 시장의 경우, 로봇산업 매출은 연평균 11.2%로 증가 추세이며, 2018년 기준 로봇 시장은 전년대비 매출 5.0% 증가로 다소 성장하였다. 제조용 로봇의 경우, 전년 대비 0.5% 증가한 3.4조원이며, 3년간 연평균 9.8% 성장하였고, 서비스로봇 시장은 전년 대비 3% 증가한 0.6조원이며, 3년간 연평균 1.9% 증가하였다. 특히 가사로봇의 주품목인 ‘로봇청소기’의 중국산 수입 증가로 매출이 감소했으나, 군사, 교육 및 헬스케어 로봇 매출 증가로 '18년 시장 소폭 성장한 것으로 보인다.

#### 다. 타분야 적용사례

로봇의 적용사례를 살펴보면, <표 2>에서 나타나는 바와 같이, 다양한 분야에서 활용되고 있는 것을 알 수 있다. 제조용 로봇은 자동차, 전자제품, 디스플레이, 반도체 등의 제조용으로 활용되고 있으며, 전문서비스 로봇의 경우, 가사 및 여가, 노인, 장애인 등 지원에, 개인서비스 로봇은 공공서비스 및 극한직업, 기타 산업 등에서 다양하게 활용되고 있는 것을 볼 수 있다(박은영, 2017).

<표 2> 로봇의 분류에 따른 활용분야

구분		정의	활용분야
제조용 로봇		산업 각 분야의 제조현장에서 제품 생산에서 출하까지의 공정작업을 수행하기 위한 로봇	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자동차 제조용</li> <li>• 전자제품 제조용</li> <li>• 디스플레이 제조용</li> <li>• 반도체 제조용</li> <li>• 바이오, 신약 제조용</li> <li>• 물류 자동화용</li> </ul>
서비스용 로봇	전문 서비스	불특정 다수를 위한 서비스 제공 및 전문적인 작업을 수행하는 로봇(주로 훈련자·상업적 과업)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가사지원(청소, 잔디깎기, 요리, 심부름 등)</li> <li>• 여가지원(오락, 애완, 소셜, 교육 등)</li> <li>• 노인·장애인지원(로봇휠체어, 간병 등)</li> <li>• 기타(무인운반차, 경비 및 보안 등)</li> </ul>
	개인 서비스	인간의 실생활 범주에서 보조수단으로써의 생활 제반 서비스를 제공하는 개인 지원 로봇(주로 비전문가·비상업적 과업)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공공서비스                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공서비스(안내, 도우미, 공항·도서관 로봇 등)</li> <li>- 일반서비스(경비, 배달, 청소 등)</li> </ul> </li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 극한직업                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사회인프라(시설검사, 관로, 고소작업 등)</li> <li>- 재난극복(화재진압, 감시, 인명구조 등)</li> <li>- 국방(지뢰제거, 무인항공기, 로봇갑옷 등)</li> <li>- 해양·우주(탐사, 자원개발 등)</li> </ul> </li> <li>• 기타산업                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건설 및 철거(건설, 유지보수, 해체, 토목 등)</li> <li>- 농축산업, 임업(농약살포, 과실수확, 생태관리 등)</li> <li>- 의료(진단, 수술보조, 치료, 간호, 재활 등)</li> <li>- 물류(화물, 물류 이송 로봇, 무인운반차 등)</li> </ul> </li> </ul>

\* 박은영(2017)

이 중에서 향후 도서관에 적용가능한 배송, 안내, 교육 등의 로봇 사례를 중심으로 살펴보면 다음과 같다(〈표 3〉 참조).

첫째, 배달로봇은 인건비 상승과 단순 반복 업무의 자동화 등과 같은 사회적 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 방안으로 대두되었다. 시간·비용의 최소화 및 높은 효율성이 강점이며, 코로나19로 인하여 대면 접촉을 지양하는 사회적 분위기 속에 지능형 IoT 기반 로봇으로 고도화 중이다. 배달로봇은 원격제어를 가능하게 하는 5G 이동통신, 대용량 최신자료를 실시간으로 여러 시스템이 공유할 수 있는 클라우드 기술, 로봇 배터리의 수명과 가동범위를 확장시킬 수 있는 충전기술 등 활용한다. 특히 배달 분야는 자율주행자동차와 자율비행드론의 핵심 응용분야 중 하나로, 경유지를 지나서 소비자에게 전달되는 마지막 과정의 약 80%가 배송로봇 및 드론에 의해 이루어질 것으로 예상되고 있다(박은영, 2017). 몇 가지 사례를 살펴보면, 영국 Tesco에서 운영하는 Starship은 소포·식료품 배송로봇으로, Tesco 상점에서 5km이내까지 배달이 가능하며, 고객은 스마트폰을 통해 해당 로봇이 목적지에 도착할 때까지 배송 진행상황을 모니터링할 수 있다. 인터넷에 연결된 고객의 주소를 찾아 자동 운전을 시작하며 약 3km/h의 속도로 특정지정장소 혹은 상점에서 5~30분 내에 배달 완료한다. 미국의 Dash는 매장 및 호텔에서 물건을 신고 이동하는 카트로, 원하는 품목이 있는 진열 공간 안내 및 결제 기능을 탑재하고 있으며, 고객 구매 정보 수집 및 분석한다.

둘째, 안내로봇은 인건비 상승과 첨단 기술 소개 등의 장점으로 주목받은 반면, 오작동 등으로 확산이 더뎠으나, 최근 코로나19로 비대면 수요가 증가하면서 활용이 확산될 것으로 보인다. AI 기반 안면인식, 음성인식, 다국어 지원, 감정인식 등이 가능한 소셜로봇이 주로 활용되고 있으며, IoT 센싱, 5G 등으로 데이터기반 서비스도 가능해지는 추세이다(정은주, 2020). 사례로 LG전자가 개발한 에어스타는 인천공항에서 운영 중인 공항안내로봇이다. AI 음성인식 플랫폼을 갖춘 에어스타는 인천공항의 중앙서버에 연결되어 탑승시간·항공편·상점 등 위치정보를 제공하며, 탑승권 스캔 시, 게이트까지 에스코트가 가능하다. 공항의 소음, 장애물, 돌발 상황 등의 변수에 적응하고 완성도를 높이는 과정 마쳤으며, 향후, 비전슬랩 카메라 탑재, 복잡한 질문을 위한 자연어 처리 고도화 예정이다.

이와 같이 사례 분석을 기반으로 향후 도서관 적용방향에 대해 살펴보면, 배송로봇의 경우, 영국의 Starship과 한국의 Dilly의 사례를 기반으로 도서관 이용자가 홈페이지 및 앱을 통해 도서 대출을 신청하며 이용자가 위치한 위치까지 책을 배달해주는 서비스를 제공할 수 있을 것으로 보인다. 도서관 내에서도 미국의 Dash와 중국의 푸두봇 사례를 기반으로 이용자가 원하는 책을 입력하면 해당 책을 찾아서 가져다 주는 로봇으로 적용이 가능할 것으로 보인다. 또한, 일본의 Reborg-X, EMIEW3, 한국의 공항안내로봇 에어스타의 사례를 기반으로 향후 도서관의 안내 및 참고서비스 등에 로봇을 적용할 수 있을 것으로 보인다.

〈표 3〉 로봇 활용사례 기반 도서관 적용 방향

구분	정의	활용분야	적용범위		도서관 적용 방향
			실내	실외	
배송 로봇	영국 - Starship	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 영국 Tesco에서 운영하는 Starship은 소포·식료품 배송 로봇으로, Tesco 상점에서 5km이내까지 배달 가능</li> <li>• 고객은 스마트폰을 통해 해당 로봇이 목적지에 도착할 때까지 배송 진행상황을 모니터링</li> </ul>		●	[도서관 외부] 도서관에서 이용자의 집까지 도서를 배달해주는 서비스에 적용 가능
	한국 - Dilly	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우아한형제들의 로봇 'Dilly'는 음식 및 소형화물 배송을 목적으로 개발 및 테스트 진행 중</li> </ul>		●	
	미국 - Dash	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Five Elements Robotics의 로봇 'Dash'는 쇼핑카트 외형을 닮은 자율주행 카트 로봇 개발</li> <li>• 원하는 품목이 있는 진열 공간 안내 및 결제, 고객 구매 정보 수집 및 분석 가능</li> </ul>	●		[도서관 내부] 도서관 내에서 이용자가 원하는 책 배송 및 대출 등에 적용 가능
	중국 - 푸두봇	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 푸두사의 '푸두봇'은 라이더 센서, 비주얼 센서, UWB, IMU, 엔코더 등을 기반으로 하는 다중 센서 퓨전 기술이 탑재되어 있고, 자율주행차에 들어가는 SLAM 기술을 갖춰 실시간 이동 경로 탐색 가능</li> </ul>	●		
안내 로봇	일본 - Reborg-X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종합경비보장주식회사(Alsok社)의 'Reborg-X'는 자율주행형 안내 및 보안 로봇으로써 사람이나 물건이 다가오면 충돌회피가 가능한 자동정지회피기능 탑재</li> </ul>	●		[도서관 내부] 도서관 내 전반적인 안내 및 참고서비스 등에 적용 가능
	일본 - EMIEW3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 히타치사의 'EMIEW3'은 자율성이 강화된 휴머노이드 로봇으로써 클라우드에 설치된 제어기능과 로봇 모니터링 시스템으로 로보틱스 IT 플랫폼을 구성, 고객 안내 서비스를 지원</li> </ul>	●		
	한국 - 공항안내로봇 에어스타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LG전자가 개발하여 '17년 8월부터 인천공항에서 시범운영 중인 공항안내로봇</li> <li>- AI 음성인식 플랫폼을 갖춘 에어스타는 인천공항의 중앙 서버에 연결되어 탑승시간·항공편·상점 등 위치정보를 제공하며, 탑승권 스캔 시, 게이트까지 에스코트 가능</li> <li>- 공항의 소음, 장애물, 돌발 상황 등의 변수에 적응하고 완성도를 높이는 과정 마쳤으며, 향후, 비전슬램 카메라 탑재, 복잡한 질문을 위한 자연어 처리 고도화 예정</li> </ul>	●		

\* 출처: 박은영(2017); 정은영(2020)

### 3. 드론과 도서관의 적용가능성

#### 가. 개요

통상 무인기를 드론으로 간주하고 있었으나, 법적으로 '드론'은 '조종자가 탑승하지 않은 채 항행할 수 있는 비행체'로 정의하고 있다. 이러한 드론은 일반적으로 드론의 골격을 형성하는 플랫폼과, 드론의 운동과 내부 장비를 컨트롤하는 제어컴퓨터, 드론의 추력을 발생시키는 추력장치, 에너지를 공급하는 배터리, 조종사와 무선으로 통신하는 통신장비, 드론과 탑재장비를 연결하며 외부 진동을 감쇄하여 안정적인 영상을 획득하는 임부장비, 드론의 위치와 비행 상태 등을 감지하는 항법센서 등으로 구성된다(〈표 4〉 참조).

〈표 4〉 드론의 구성

구분	내용
플랫폼	드론 골격을 형성하는 기체, 프레임
제어 컴퓨터	드론의 운동과 내부 장비를 컨트롤하는 비행제어 컴퓨터와 임무컴퓨터
추력장치	드론의 추력을 발생시키는 프로펠러, 전기모터, ESC 등
배터리	리튬이온 등 에너지를 공급하는 동력원
통신장비	안테나, 통신모뎀 등 조종사와 무선으로 통신해 조종 신호, 촬영 영상 등 정보를 교환하는 장비
임부장비	드론과 탑재장비를 연결하며 외부 진동을 감쇄하여 안정적인 영상을 획득하는 장비, 짐벌
항법센서	GPS 안테나, 위치센서, 자기센서 등 드론의 위치와 비행 상태 등을 감지하는 센서

출처: 과학기술일자리진흥원(2019)

#### 나. 드론의 기술동향

드론과 관련한 동향으로 글로벌 드론 시장은 군수용 시장 중심으로 성장해왔으나, 최근에 들어서는 상업용 시장의 성장이 두드러지는 추세로, 농업, 광업, 치안, 물류, 에너지, 방송 산업 등 민간 시장이 급속히 확장되고 있다(과학기술일자리진흥원, 2019). 또한, 현재 드론은 초창기 구성되었던 군수 산업, 민수 산업과 동시에 각 산업이 융합된 새로운 복합 산업 형태의 산업이 형성되고 있다. 미국, 유럽, 중국 등 해외 주요 국가에서는 민관협력 실증사업을 기획하여 추진하고 있으며, 항공 분야 기업 뿐만 아니라 타 분야 글로벌 기업도 드론 시장으로 진출하고 있다. 특히 미국은 아마존(무인헬기를 이용한 차세대 배송시스템), 구글(드론을 활용한 무선인터넷 보급망 확장) 등과 같이 타 분야 기업들도 새로운 시장에 투자하고 있다. 영국의 항공우주 및 군수·보안 분야 선도업체인 탈레스는 인공위성과 결합한 형태의 성층권 비행선 “Startobus” 개발 사업을 추진 중이며, 중국의 민수드론분야 1위 기업인 DJI는 취미·촬영용 시장을 기반으로 감시·농업 분야 시장을 선두하고 있다. 국내 시장은 군수 중심으로 시장 잠재력이 큰 민수 시장은 아직까지는 초기 단계이다. 해외와 유사하게 국내에서도 LG유플러스가 LTE망을 이용해 드론제어기술을 확보하는 등 타분야 기업의 드론 시장 진출이 활발히 진행되고 있다.

더불어 정책동향으로 미국은 세계 최대 드론 시장과 최고 기술 보유를 바탕으로 유·무인기 통합 단계별 계획하에 안전 증진과 함께 기술혁신 추구하고 있으며, 유럽은 2019년까지 14개 분야 핵심기술 개발 계획과 유·무인 항공기 공역 통합에 대해 2028년까지 단계적 구축 목표로 단계별 계획 제시하고 있다. 중국은 ‘따장(DJI)’, ‘이항’ 등 기업의 성공으로 세계 최대 소형 드론 생산기지로 드론 등 10대 중점분야 기술 단계별 계획을 마련해 추진 중이며, 일본은 총리 주재 민관협의회를 통해 산업육성을 위한 소형 무인 항공기 활용과 기술개발 단계별 계획(∼’30년대)을 마련하고 적극 추진 중이다.

#### 다. 드론 적용사례

드론의 적용 사례는 이용 행태에 따라 보고 및 기록, 운반, 운동보조 등으로 나누어 볼 수 있다.



보고 기록은 개발 조사 및 측량, 설비 점검 유지, 경비·감시, 환경보전·재해·농업 정보 파악, 엔터테인먼트용 공중 촬영·취미·오락 등으로 세분화 할 수 있다. 운반의 경우, 의료 물자, 긴급 물자의 수송, 농약살포 등으로 이용되고 있으며, 그 외에도 운동보조로 수해지역 등의 구조, 용의자의 체포, 공중에서 특정 지역의 인터넷 접속 제공 등을 할 수 있다

또한, 분야별로 드론 활용분야를 살펴보면, 건설, 에너지, 농업, 영상, 감시·방재 등에서 다양하게 활용되고 있는 것을 볼 수 있다. 건설분야에서는 교량·댐·철도·도로·건물 모니터링 및 점검, 건설현장 모니터링, 측량·3차원 지도 제작 등에서 활용되고 있으며, 에너지 분야에서는 발전소 점검(배출가스 연소 탐, 터빈 등), 송유관·송전탑·송전선 점검, 석유 생산시설 점검 등에, 농업분야에서는 작황 상태 모니터링, 씨앗·농약 살포 등에 활용되고 있다. 더불어 영화 및 방송 등에 영상 촬영을 위해 다수 활용되고 있으며, 소방활동, 국경감시, 재해 발생지역 모니터링 등 감시 및 방재 분야에도 활발하게 활용되고 있다(EuroConsult, 2016).

이 중에서 향후 도서관에 적용가능한 운송 위주의 사례를 중심으로 살펴보았으며, 운송 사례는 주로 우편배송, 음식배달, 의료품배송 등에서 나타나고 있다(〈표 5〉 참조). 이러한 사례를 기반으로 향후 도서관은 책배달서비스의 하나로 드론을 활용할 수 있다. 현재 미국에서는 코로나 19 사태로 도서관을 방문하지 못하는 이용자에게 드론을 활용하게 책배달 서비스를 실시하고 있다.

〈표 5〉 드론 활용사례 기반 도서관 적용 방향

유형	기업명	설명	도서관 적용 방향
우편 배송	7-Eleven	Flirtey와 제휴를 해서 2016년 7월에 FAA로부터 최초로 택배 서비스를 승인받음	드론을 활용한 책배달서비스
	에어버스(Airbus)	싱가포르에서 드론을 사용하여 해안에서 선박으로 소포 배송 시험	
	아마존(Amazon)	Amazon Prime Air 이름으로 30분 내 배송을 목표로 진행 중 영국에서는 2016년, 미국에서는 2017년 3월에 최초 배송 테스트 진행	
	보잉(Boeing)	2018년 1월 미주리 주에서 최대 500파운드(약 227kg)까지 운반할 수 있는 드론을 선보임	
	DHL	2013년 12월, 독일에서 드론을 사용하여 의약품 배달 시작	
	페덱스(FedEx)	2014년에 무인 항공기 테스트를 시작했으며, 2019년 2월에는 단거리 배송을 위한 바퀴달린 로봇 배송도 선보임	
	월마트(Walmart)	미국 인구의 70%가 5마일 내에 월마트가 있는 지역에 살고 있다고 주장. 2019년 6월 현재, 총 97건의 드론 관련 특허 신청 진행 중 (아마존은 54건)	
음식 배달	도미노 (Domino's)	2013년 미국, 영국, 인도 및 러시아에서 피자 배달을 테스트. 2016년, Flirtey와 파트너 관계를 맺고 뉴질랜드에서 상업용 배송 서비스 시작	
	메리어트 (Marriott)	2017년, 실내 비행 드론을 사용하여 많은 숙박 시설에서 게스트 테이블로 음료를 배달	
	우버(Uber)	아직 드론과 FAA 승인이 없지만, 맥도날드와 제휴하여 음식 배달 서비스인 UberEats로 음식의 온도를 최대한 유지한 배송을 목표로 하고 있음	
의료품 배송	UPS	Mattemet과 제휴하여 2019년 3월, 노스캐롤라이나 병원에서 의료 샘플을 배송하는 물류 프로그램에 드론 사용 발표	

\* 출처: 윤승환(2019)

#### 4. 자율주행과 도서관의 적용가능성

##### 가. 개요

자율주행기술은 인지, 판단, 제어 기술 뿐 아니라 자율주행을 지원하는 인프라에 적용되는 기술을 포함한다(박종록, 김한해, 2019). 자동차 관리법 제2조 제1의 3호에서 자율주행자동차란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말한다.

자율주행차량의 시스템은 인지, 판단, 제어의 3단계를 거쳐 동작하며, 이를 지원하는 인프라에는 자율주행차량의 성능을 향상시키고 동 차량에 필요한 정보를 감지·분석·관리하여 차량에 송신하는 기술로 도로시설물, 노변센서, 교통센터, 통신 등이 적용된다.

자율주행 단계는 자율주행차의 '자율화'의 정도에 따라 크게 운전자의 운전을 도와주는 운전 보조 수준에서 사람 없이 완전히 자율적으로 운전하는 수준으로 나눌 수 있다.

미국 자동차기술자협회는 이를 레벨 0에서 레벨 5까지 6단계로 나뉘며, 레벨이 올라갈수록 자율주행 정도가 고도화되는데, 안전 운전 감시 및 대응 주체가 운전자인지 시스템인지를 구분하는 레벨 2와 레벨 3의 수준 차이가 매우 크다. 자율주행차의 동작 구조는 적용된 기술과 구현 방식에 따라 다양하게 설계될 수 있으며, 통상적으로 환경 인지, 경로 및 행동 플래닝, 궤적 추적, 장치 제어 등으로 구성한다. 레벨 1~2는 굳이 AI가 적용되지 않고, 다수의 센서를 활용하는 것만으로도 구현이 가능한 수준으로, 예로 주행 중인 차량에 갑자기 장애물이 나타났을 때 초음파 센서나 레이더를 이용하여 감지하고 정지하거나 회피하는 것이 가능하고, 고속도로에서 카메라를 통해 차선을 인지하고, 앞차와의 거리를 안전하게 유지하며 뒤따르는 것도 AI 없이 센서와 전자식 가속/감속, 스티어링 제어 기능만 있으면 충분히 구현이 가능한 수준이다. 레벨 3 이상은 고도의 AI 기술이 필요한데 그 이유는 전통적인

〈표 6〉 SAE의 자율주행 단계 정의

단계	개요	감시 및 대응 주체
레벨 0 (수동 운전)	• 운전자가 모든 동적 운전 작업 시행	운전자
레벨 1 (운전자 보조)	• 시스템이 스티어링 또는 가속/감속 제어 작업을 한정된 영역 내에서 시행	운전자
레벨 2 (부분 자율주행)	• 시스템이 스티어링 및 가속/감속 제어 작업을 한정된 영역 내에서 시행	운전자
레벨 3 (조건부 자율주행)	• 시스템이 모든 동적 운전 작업을 한정된 영역 내에서 시행 • 작동을 지속할 수 없을 경우에는 운전자가 일부 개입	시스템 (시스템 동작 불가 시 운전자 개입)
레벨 4 (고도자율주행)	• 시스템이 모든 동적 운전 작업 시행 • 작동을 지속할 수 없을 경우에도 시스템이 한정된 영역 내에서 응답	시스템
레벨 5 (완전자율주행)	• 시스템이 모든 동적 운전 작업 시행 • 작동을 지속할 수 없을 경우에도 시스템이 무제한 응답	시스템

출처: SAE International(미국자동차기술자협회) (2019)

영상처리의 한계와 학습을 통한 객체 인식 능력의 극대화가 요구되기 때문이다.

높은 수준의 자율주행 기술은 뛰어난 AI 기술력이 뒷받침되어야 하므로 기존 자동차 제조업체 및 부품 기업들은 독자적인 기술 확보 노력과 IT기업과의 합종연횡 전략을 동시에 추진하고 있다.

#### 나. 동향

자율주행 관련 기업들은 코로나 사태 이후 자율주행 차량 개발 목적을 ‘여객 운송’에서 ‘화물 운송’으로 재정립하고 있다. 구글의 웨이모는 그동안 사람을 실어나르는 ‘로보 택시’ 개발에 집중해왔지만, 최근엔 자율주행 물류·배송 서비스를 위한 투자에 나서고 있다. 웨이모는 최근 물류업체 UPS, 대형 마트 월마트와 파트너십을 맺고 자율주행차를 활용한 배송 시범 사업을 벌이고 있다(류정, 2020).

미국에서 활동하는 중국 자율주행 스타트업 포니.ai는 미국 캘리포니아주 어바인에서 현대 코나 전기차를 개조한 자율차로 음식·식료품을 배송하는 서비스를 하고 있다. 아시아 음식 주문 앱인 ‘아미바이’를 통해 주문하면, 자율차가 집 앞에 도착하고 고객은 트렁크에서 물건을 꺼내기만 하면 된다. 중국에선 중국 최대 AI 기업인 바이두가 무인 자율차 시대를 이끌고 있다. 최근엔 5G를 기반으로 한 V2X(차량과 주변 시설을 연결해 상호 소통) 기술을 적용한 새로운 도시 관리 시스템 ‘ACE 엔진’을 개발 중이다. V2X를 활용한 이 시스템은 더 안전하고, 더 경제적이고, 더 효율적인 자율주행을 도와 무인 배송·소독·순찰·택시 등을 일상화할 수 있다. 중국의 10개 도시가 이 ACE 엔진을 활용해 스마트 시티를 구축 중이다.

한국에서도 자율주행 기술을 무인 배송·운송 등에 활용하려는 시도가 있지만, 대부분 실증 연구 단계에 있고 실제 서비스를 본격화한 사례는 많지 않다. 인천공항은 공항 실내에서 노약자 등의 짐을 옮겨주는 ‘자율주행 카트 로봇’을 시범 운영 중이다. 국내 2위 자동차 부품사 만도는 자율주행 순찰차 ‘골리’를 개발해 7월부터 시흥 배곧신도시 생명공원에 투입하기로 했다. 야간에 CCTV 사각지대 등을 집중 촬영해 관제센터에 보내는 역할을 한다. 또한 국토교통부는 자율주행차 시험운행을 활성화하고 양산을 지원하기 위해 임시운행 허가 규정을 ▲기존 자동차 형태의 자율주행차(A형) ▲운전석이 없는 자율주행차(B형) ▲사람이 탑승하지 않는 무인 자율주행차(C형)로 세분화하여 개정하였다(최문섭, 2020).

#### 다. 적용사례

미국 캘리포니아주는 무인자동차 ‘누로’의 상용운전을 허가하면서 최초로 상업용 무인배송서비스를 시작한다. NURO R2는 레이더와 열화상 및 360도 카메라를 이용해 인간 개입이나 통제없이 자율주행이 가능하며, 일반 자동차에서 볼 수 있는 운전대나 페달, 사이드 미러 등이 장착되지

않았다. 내부 센서를 통해 식료품 등이 신선도를 유지할 수 있는 온도 제어가 가능하고 하루 종일 운행이 가능한 배터리도 탑재하고 있다. 또 도착 후 수령인이 미리 제공받은 코드를 입력하면 문이 열리도록 설계됐다.

과학기술정보통신부 우정사업본부는 신종 코로나바이러스 감염증(코로나19) 확산에 따른 비대면 서비스 활성화와 미래 물류서비스 혁신을 위해, 5G와 인공지능(AI) 기술을 활용한 자율주행 이동우체국과 우편물 배달로봇, 집배원 추종로봇을 도입할 예정이다(조성흠, 2020). 자율주행 이동우체국은 무인 우편접수·배달 기술을 융합해 스마트시티와 자율주행 특구에서 운행된다. 우체국 앱으로 등기·택배우편물을 신청·결제하면 이동우체국 차량이 자율주행으로 지정한 시간에 지정한 장소로 이동해 무인 접수한다. 등기·택배우편물을 받을 때도 앱으로 지정한 시간과 지정한 장소에서 자율주행 이동우체국의 택배적재함 비밀번호만 누르면 된다. 또한 우편물 배달로봇은 주로 대학 캠퍼스나 대규모 아파트에서 활용된다. 자율주행 이동우체국처럼 앱으로 우편물 수령을 요청하면 배달로봇이 지정한 장소로 이동한다. 사전에 스마트폰으로 전달된 비밀번호를 누르면 우편물을 받을 수 있다. 집배원 추종로봇은 집배원이 배달할 고중량 택배우편물을 신고 동행하며 배달보조 역할을 한다. 자율이동으로 택배보관소를 왕복하면서 집배원에게 택배를 전달하면 집배원이 배달한다.

## 5. 드론 및 로봇 등 자율사물이 도서관 적용에 주는 시사점

본 장에서는 자율사물의 대표적인 유형으로 로봇, 드론, 자율주행에 대한 전반적이 개요 및 동향, 적용사례 등에 대해 살펴보았다. 로봇, 드론, 자율주행은 업무의 효율성, 신속성 등의 측면에서 다양한 분야에 이미 적용 및 활용되고 있었으며, 특히 최근 코로나 사태 이후 비대면에 대한 수요가 증가하면서 급속히 확대되고 있는 추세이다.

이러한 기술을 기반으로 향후 도서관에서도 이를 적용한 다양한 서비스가 제공될 수 있을 것으로 보인다(〈표 7〉 참조). 첫째, 로봇을 활용하여, 이용자에게 책의 위치를 알려주거나, 원하는 책을 가져다 주는 것, 로봇을 통한 대출반납서비스, 도서관 안내 서비스, 참고서비스 등이 이루어질 수 있을 것으로 보인다. 또한 관내에만 적용되는 것이 아니라, 도서관을 이용하기 어려운 이용자 대상 또는 코로나로 도서관을 방문할 수 없는 이용자를 대상으로 도서를 직접 배달해주는 서비스도 제공될 수 있다. 둘째, 드론 및 자율주행 자동차를 이용하여 책을 배달해주는 서비스를 제공할 수 있다. 사례를 통해 몇몇 나라에서 시범운영되고 있는 것을 볼 수 있었으며, 향후 국내에도 드론을 이용한 책배달서비스 및 자율주행 자동차를 통한 책 대출 및 반납서비스가 활성화될 수 있을 것으로 보인다.

〈표 7〉 자율사물 기반 향후 도서관 적용 시사점

타 분야 적용 사례		
로봇	드론	자율주행 자동차
<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇 분야는 최근 급격히 발전하고 있는 기계학습 기반 AI 기술을 통해 자율성, 사회성, 적응성 등 고도의 지능을 탑재한 지능형 자율로봇을 중심으로 빠르게 변화하고 있음</li> <li>(적용분야) 산업 각 분야의 제조 및 전문적인 작업 및 인간 실생활 보조수단으로 전 분야에 걸쳐 적용되고 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>군수용 시장 중심으로 성장해왔으나, 최근에 들어서는 상업용 시장의 성장이 두드러지는 추세로, 농업, 광업, 치안, 물류, 에너지, 방송 산업 등 민간 시장이 급속히 확장</li> <li>(적용분야) 이용 행태에 따라 보고 및 기록, 운반, 운동보조 등에 적용되고 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자율주행 관련 기업들은 코로나 사태 이후 자율주행 차량 개발 목적을 '여객 운송'에서 '화물 운송'으로 재정립되고 있음</li> <li>(적용분야) 무인 운송수단 적용 및 배송 등</li> </ul>
(도서관 적용 방향)	(도서관 적용 방향)	(도서관 적용 방향)
<ul style="list-style-type: none"> <li>•(관내 도서 배달 및 대출 서비스) 도서관 내에서 이용자가 원하는 책 배송 및 대출 등에 적용</li> <li>•(안내 및 참고서비스) 도서관 내 전반적인 안내 및 참고서비스 등에 적용</li> <li>•(교육) 교육용 로봇을 활용한 이용자 교육 및 프로그램 개발 등</li> <li>•(관외 책배달서비스) 도서관에서 이용자의 집까지 도서를 배달해주는 서비스에 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•(책 배달서비스) 드론을 활용한 책배달 서비스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•(책 배달서비스) 자율주행자동차를 활용한 책 배달 및 반납</li> <li>•(무인 이동도서관) 자율주행 무인이동 도서관 서비스</li> </ul>

## IV. 국내외 도서관의 자율사물 활용 사례

### 1. 도서관의 로봇 활용 사례

#### 가. 중국 장서정리 및 검수 로봇 '투커'

중국에서 개발한 도서관 로봇 투커(圖客)는 세계 첫 스마트 도서 정리 로봇으로, 난징(南京) 대학 컴퓨터소프트웨어신기술 국가중점실험실 천리군(陳力軍) 교수팀과 난징대학 도서관이 공동으로 개발했다. 투커는 도서관의 도서 정리에 들어가는 공력과 비용이 너무 크다는 점에 착안해 개발된 로봇이다. 이 로봇은 사물인터넷(IoT) 감지, 컴퓨터비전(Computer Vision), 빅데이터 처리, 인공지능(AI), 이동 로봇 등의 기술을 융합하고 RFID 기술로 도서 내에 부착된 칩의 위치를 인식하여 정확하게 도서를 정리할 수 있다. 얼 레이저 레이더와 셀프 SLAM 내비게이션, 360도 무사각 지대 자율주행이 가능하며, 책장 사이를 양방향으로 주행할 수 있다. 또한 동시에 자가적응 내비게이션 알고리즘을 갖춰 압축 속에서도 정확하게 일을 처리할 수 있다(Yoo, 2020).

로봇 투커는 매일 도서관이 폐관된 이후 자동으로 도서 정리 업무를 시작하며, 정리가 완료된

이후 도서관 관리자에게 자동으로 정리한 데이터와 보고서를 발송한다. 해당 로봇을 통해 도서 정리 효율과 정확도를 크게 높였으며, 중국-싱가포르우정도서관 뿐만 아니라 난징대학, 우한대학, 중국농업대학, 홍콩중문대학(선전), 청두대학, 통지대학, 화둥사범대학 등 여러 대학 도서관에 적용되고 있다. 또한 도서정리 업무뿐만 아니라 원하는 책을 찾지 못하는 도서관 이용자를 위한 조수 역할도 한다. 투커 로봇은 도서관에 있는 모든 도서관리시스템(OPAC)과 연결돼 있어, 디스플레이를 통해 도서의 위치를 보여줘 빠르게 도서를 찾을 수 있도록 해준다.

중국의 ‘공공 도서관 스마트화 발전 수준평가’에 따르면 중국 대다수 도서관이 이같은 스마트 로봇을 필요로 하는 것으로 나타나 향후 타 도서관에도 도입이 확산될 것으로 전망된다.

#### 나. 중국 도서를 찾아주는 인공지능 로봇 ‘즈투’

중국 텐진대학 연구진이 도서관에서 빠르게 원하는 책을 찾아주는 로봇을 개발해 상용화했다. 중국 텐진(天津)대학 리커치우 교수팀은 인공지능(AI) 로봇 즈투(智圖, Intellectual map)를 개발해 텐진대 도서관에 설치, 운영에 들어갔다. 즈투는 지식도감을 뜻하는 용어로, 이 로봇은 도서의 정확한 위치를 찾아주고 책을 찾는 사람의 관심사를 분석해 추천해주기도 한다.

이 로봇은 로봇에 위치인식, 지도 구축, 주파수, 컴퓨터비전, 인공지능 등 기술을 결합해 자동화, 지능화를 실현해 도서 관리에 적용했다. 기존에 사람이 직접 작업했을 때와 비교해 정확도와 업무 효율이 크게 높아졌다. 로봇은 하단에 부착된 레이저 레이더를 통해 도서관 지도를 구축한다. 이후 복잡한 환경에 대응하면서 고속으로 자율주행할 수 있다. 이 로봇은 고정밀 센서를 탑재, 장애물과 사람을 효과적으로 피할 수 있다. 로봇에 내장된 RFID 리더기를 통해 자동으로 책꽂이의 도서를 스캔하고, 비표 정보를 읽어 업무를 수행할 수 있다(Yoo, 2019).

#### 다. 싱가포르 서가 탐색 로봇 ‘AuRoSS’

싱가포르의 과학기술 연구부서인 A\*STAR(Singapore's Agency for Science, Technology and Research)의 부설 연구소는 싱가포르 내 14개의 연구기관들과 연합하여 효과적인 서가 탐색을 수행할 수 있는 AuRoSS(Autonomous Robotic Shelf Scanning system)를 개발하였다. 이는 도서관의 소장 자료 접근에 대한 연구와 기술이 시스템으로만 발전하는 것을 보완하기 위해 실제 소장 자료를 찾기 위한 접근을 지원할 목적으로 개발되었다. 상용프로그램이 전무한 상황에서 A\*STAR는 로보틱스, 무선커뮤니케이션, 안테나 디자인, 데이터 분석, 컴퓨터 시각화 분야의 전문가 그룹을 구성하여 솔루션 개발을 진행하였다. 자동 서가 스캐닝 로봇인 AuRoSS는 RFID와 레이저 매핑 기술을 사용하여 도서관 서가 사이를 움직이며 자료를 스캔하는 방식으로 99%의 정확도를 가지고 있다. 자료를 찾는 이용자에게도 도움이 되지만 분실자료를 찾거나 오배열 자료를 찾아 재배열하는 사서의 업무에도 도움을 줄 수 있다. 개발과정에서 서가 사이가 아닌 전체서가를 스캐닝하는 것이

어려웠던 문제점과 곡선 서가 스캐닝을 위한 보완을 거치고 테스트를 완료하였다. 현재 AuRoSS는 선택된 싱가포르 내 공공도서관에서 야간시간 작업에 대한 테스트를 진행하고 있으며, 향후 이를 상용화하기 위한 사업체를 구성할 계획이다(조인혜, 2016; ScienceON, 2016).

#### 라. 헬싱키도서관 'Mir200'

2018년 문을 연 핀란드 헬싱키의 최대 공공도서관인 오오디(Oodi) 중앙도서관은 자동화와 로봇 이용 시스템을 채택했다. <패스트컴퍼니>와 <미디어> 등에 따르면, 오오디 중앙도서관은 도서 자동 반납 시스템을 갖추고 있다. 이용자들이 무인반납한 도서는 컨베이어벨트에 의해 지하 도서 자동분류실로 이동한 뒤 식별돼 상자에 담긴다. 상자에 담긴 도서는 로봇(Mir200)에 의해 지상 3층 서가로 운반되고, 사서들은 기본 분류가 이뤄진 책을 서가에 꽂는다. 오오디도서관은 기존에 분류와 이송을 담당하는 로봇 일부를 사서 업무 보조에 활용하기로 했다. 그 외에도 원하는 도서가 어디에 있는지, 서가가 어떠한 방식으로 분류도 있는지, 화장실은 어디인지 등 사서에게 집중되는 안내성 질문들을 처리할 수 있는 업무들을 로봇이 수행하고 있다(구본권, 2019).

#### 마. 이순신도서관 장서점검 로봇

국내 최초로 도입된 이순신도서관 장서점검 로봇은 스마트도서관 시스템 구축을 통해 업무의 효율성을 제고하고자 도입되었다. 현재 장서점검로봇 1대를 보유하고 있으며 경로를 위해 일반자료실의 장애물을 제거하고 로봇의 경로를 설정하였다. 해당 장서점검 로봇은 도서관 곳곳을 돌며 잘못된 도서의 위치들을 찾아, 내부망을 통해 실시간 제공된다. AI알고리즘을 통해 수만여 권의 도서를 점검하는데 단 6시간 밖에 소요되지 않아 직원들의 업무를 보조하고 있다. 또한 로봇에 장착된 센서가 시민들의 동선을 감지해 로봇 스스로 충돌 사고도 예방한다(구아현, 2020).

#### 바. 일본 구마모토 숲도심플라자 도서관 책 운반 로봇 '피넛'

일본 구마모토시 공공도서관인 '구마모토 숲도심플라자 도서관'이 2020년 6월부터 책을 운반하는 로봇을 도입해 실증 실험을 진행하고 있다(장길수, 2020b). 구마모토시 이동용 선반제조업체인 '금강(金剛)'이 도서관 서사들의 의견을 반영해 음식점이나 의료기관용으로 개발된 중국 제조업체의 상차림 로봇을 기반으로 도서관 업무를 지원하는 로봇 개발에 나선 것이다. 이번 실증 실험은 2020년 8월 중순까지 2개월간 실시된다. 중국 제조업체가 개발한 높이 120cm의 로봇 '피넛(Peanut)'을 사용해 서고에 있는 책을 이용자에게 전달하는 업무 등을 수행한다. 로봇은 천정에 붙어 있는 라벨을 적외선 카메라로 인식해 위치를 파악하며 전방의 장애물을 음파를 이용해 피해갈 수 있다. 이 로봇이 도입되면 책을 운반하는 사서 업무를 경감할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

#### 사. 국립중앙도서관 인공지능 큐레이팅 봇 ‘큐아이 로봇’

국립중앙도서관은 인공지능 큐레이팅 봇 ‘큐아이 로봇’을 2020년에 도입되었으며, 자율주행과 다국어(한·영·중·일) 안내 및 음성 채팅이 가능한 도슨트 전문 로봇이다. 큐아이는 도서관에서 진행되는 전시를 상세하게 소개하며, 그 외에도 도서관 시설 및 공지사항 안내, 사서 추천도서 관련 정보와 더불어 도서관 빅데이터 분석을 통한 전국 도서관의 인기 대출 도서 정보도 소개한다. 특히, 큐아이는 내장된 질문뿐만 아니라 학습을 통해 관람객의 질문을 이해하고 필요한 정보를 제공한다는 면에서 한 단계 발전된 모습을 갖추고 있다. 큐아이 도입은 한국문화정보원의 ‘2019 지능형 멀티문화정보 큐레이팅 봇’ 지원사업을 통해 이뤄졌으며, 과학기술정보통신부에서 추진하는 ‘ICT 기반 공공서비스 촉진사업’의 일환이다. 국립중앙도서관은 이번 로봇 도입을 통해 도서관에서 얻는 지식에 즐거움과 만족도를 더할 것을 기대하고 있으며, 앞으로 도서관은 새로운 기술을 체험하고 독서문화 생활에 도움이 되는 융·복합 서비스 공간으로 진화하고자 한다(이기림, 2019).

#### 아. 서울 마포중앙도서관 안내로봇 ‘마중이’

서울 마포중앙도서관은 2017년 도서관 내 안내 서비스를 제공하는 ‘마중이’ 로봇을 도입하여 운영하고 있다(김경철, 2020). 마포중앙도서관과 퓨처로봇이 협업하여 제작한 마중이는 도서관 입구에 있어 도서관 내 정보 및 길 안내를 도와주며, 지정공간 내 자율주행이 가능한 것은 물론 얼굴 인식 및 능동 집전, 로그분석을 통해 지능형 FAQ로 진화하는 머신러닝 기능이 있다(정원영, 2018).



〈그림 1〉 도서관 로봇활용 사례



## 2. 도서관의 드론 활용 사례

### 가. 도서대출 드론 Wing

구글의 지원을 받는 드론회사 '윙(Wing)'이 메릴랜드주 몽고메리카운트 스쿨 디스트릭트에 있는 600여 청소년들에게 세계 최초로 드론을 이용한 도서 대출을 시작하였다(이성원, 2020).

윙이 이 같은 서비스를 하게 된 것은 이 지역 중학교 사서인 켈리 파섹(Kelly Passek)의 아이디어로 시작되었다. 파섹은 구글 모기업 알파벳이 소유한 윙이 지난해 미국 버지니아 주 크리스천스버그에서 시작한 드론 배달 서비스를 받은 첫 고객 중 한 명이었다. 이 사서는 더 많은 어린이들이 사회적 거리두기 속에서 책을 읽도록 하기 위해 드론으로 도서관 책을 배달하는 아이디어를 생각해냈고, 이를 청원하여 세계 최초의 드론을 이용한 책 대출이 이뤄졌다.

윙의 도서관 도서 배달 서비스는 배달 지역에 거주하는 약 600명의 학생 중 누구나 이용할 수 있으며, 드론서비스를 통해 여름 동안 학교 도서관을 방문할 수 없게 된 학생들이 도서관 재개방 때까지 계속해서 드론으로 무료 도서자료를 받을 수 있게 한다. 이용 방법으로는 구글폼(Google Form)으로 학생들의 책 주문을 받은 후 지역 도서관에서 책을 찾아 사서는 드론이 공중에서 늘어뜨린 줄에 책을 매단다. 윙의 드론 발사 시설로 가서 드론을 활용하여 책을 목적지로 배달한다. 현장에 도착하면 줄을 내려 포장된 책을 떨구고 다시 줄을 끌어당겨 귀환하게 된다.

현재 윙이 크리스천스버그에서 취급하고 있는 드론 배달 품목은 일반 의약품, 과자, 음료를 비롯해 100여 가지에 이른다. 인구 2만2500명의 이 소도시 시민들은 스마트폰 앱을 이용해 상품을 주문하면 10여분 후에 상품을 받을 수 있다. 구글 윙이 '등지'라고 부르는 배송센터에는 12대의 드론이 있다. 드론에는 12개의 헬리콥터 회전날개와 두개의 프로펠러가 장착돼 있다. 조종사 한 사람이 5대 드론까지 제어할 수 있다. 센터를 출발하는 드론은 최고 시속 65마일(약 104km)로 3.5마일(5.6km)까지 배달할 수 있으며, 화물 중량은 최대 3파운드(1.4kg)다.



〈그림 2〉 도서대출 드론 Wing

### 나. 장서점점 드론

일본 치바현에 있는 후나바시(船橋)시는 리베라웨어(Liberaware), 교세라커뮤니케이션시스

템(KCCS)과 공동으로 시가 운영하고 있는 공립 도서관에 인공지능 장서점검 시스템을 구축하여, 실증실험을 진행하였다(장길수, 2020a). 드론을 이용해 장서를 관리하는 것은 세계 처음으로 이뤄지는 것으로, 리베라웨어의 소형 산업용 드론인 'IBIS'를 이용해 도서관 내부를 자율 비행하면서 장서를 촬영하고, 인공지능 장서점검 시스템과 연동해 도서관 장서 관리 업무를 자동화할 수 있다.

### 3. 자율주행 도서반납

칭화대 도서관과 자율주행 자동차 기업 IDRIVERPLUS가 공동으로 협력하여 대학 내 흩어져 있는 도서관의 책들을 무인으로 운반하는 자율주행 자동차를 개발하였다(김성훈, 손태익, 2019). 자율주행 스마트도서반납자동차는 소형차량에 스마트 무인조작시스템을 장착하여 교내에 있는 각각의 도서관 도서들을 무인 운송할 수 있도록 만들었다. 칭화대학 내 도서관은 총관 하나와 여섯 개의 전문도서관이 있으며, 각각의 도서관들이 교내에 흩어져 있다. 2012년부터 어느 도서관에서든 책을 대출할 수 있으며, 가장 가까운 도서관에서 반납이 가능하다. 지금까지 각각의 도서관으로 반납된 도서들은 도서관 관리직원이 분류 작업 후 소속 도서관으로 옮겨 두었다고 한다. 그러나 이제는 스마트자동차의 도움으로 도서관 관리직원의 업무량이 한층 줄어들 것으로 보인다. 스마트자동차는 우선 도서관 총관과 문과도서관 도서의 통합 반납 업무부터 시작할 것이다. 이 자율주행 스마트자동차는 IDRIVERPLUS와 칭화대학도서관이 협력하여 개발한 것으로, 도서관의 도서통합 반납업무에 사용되어 기존 인력을 대체할 것이라고 한다. 스마트소형자동차는 스마트자동차의 자율주행기술과 도서관의 일상 업무를 효과적으로 결합하여, 도서관 업무 처리에 있어서 스마트화 수준을 높여줄 예정이다.

그 외에도 실리콘 벨리 내 마운틴 뷰 공공도서관에서는 자율주행 도서반납 로봇북봇(BookBot)으로 최대 10책을 운반하고 있으며, 목요일 11시부터 저녁 8시까지만 운행하고 있다.



〈그림 3〉 자율주행 도서반납 사례

#### 4. 적용사례와 적용의 확장 방안의 시사점

현재 도서관에 적용되어 활용되고 있는 자율사물에 대한 사례를 살펴본 결과, 현재 도서관 로봇 서비스는 RFID와 센서, 로봇 기반의 장서점검 로봇에서부터 인공지능 기반의 자율주행 도서관납 로봇까지 다양한 도서관 서비스 분야에서 사서의 반복적이고 소모적인 업무 시간을 단축하고 부족한 인력 문제를 해결하고 있다. 로봇을 이용한 서비스는 대부분 도서관 내에서 적용되고 있었으며, 세부적으로 장서점검을 통한 오배열 및 분실자료 등을 확인하고, 장서 정리, 장서운반, 도서 위치 안내, 도서관 내 위치 안내, 큐레이션, 그 외에 질의응답 등에 활용되고 있다. 드론 및 자율주행의 대부분 운송을 위한 서비스 도입이 진행되고 있었다. 국내에 도입된 사례는 없었으며, 국외에서도 도입하는 단계로 도입을 위한 실증 실험이 진행되고 있는 상황이다. 각 사례별 도서관의 적용범위를 살펴보면 다음과 같다.

〈표 8〉 기술별 도서관 적용 범위

구분	사례명	도서관 업무 대체 분야								적용범위	
		장서점검	도서정리	도서안내	도서운반	도서반납	도서추천	도서관안내	큐레이션	실내	실외
로봇	투커		●	●						●	
	즈투			●			●			●	
	AuROSS	●		●						●	
	Mir200			●	●			●		●	
	피넛				●					●	
	이순신도서관	●								●	
	피넛				●					●	
	큐아이						●	●	●	●	
	마중이						●	●		●	
드론	Wing				●						●
	IBIS	●								●	
자율주행	청화대도서관					●					●
	북봇					●					●
계		3	1	4	4	2	3	3	1	-	-

#### V. 국내 도서관 서비스 활성화를 위한 자율사물 활용방안 논의

본 연구는 자율사물을 활용한 도서관 운영 방안을 제안하기 위해, 자율사물 중 로봇, 드론, 자율주행자동차에 포커스를 맞추어 관련한 개요, 동향, 사례 등을 살펴보았으며, 이와 함께 국내외 도서관에 적용된 사례까지 전반적으로 살펴보았다. 그 결과, 국내외 도서관에서 로봇, 드론, 자율주행자동차를 활용한 서비스가 제공되어 있었으나, 아직 도입 초기단계라고 볼 수 있었다. 물론 로봇의 경우 장서 및 안내와 관련한 업무에 도입되어 활용되고 있는 것을 여러 사례에서 살펴

볼 수 있었으나, 아직까지는 한정적인 부분에 이른 것으로 나타났다. 또한 드론 및 자율주행은 도서 배송 및 반납과 관련하여 도입을 시도하고 있는 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 기존의 도서관 사례와 더불어 타분야에 적용된 사례 중 도서관에 적용가능한 사례들을 집중적으로 분석하였으며, 이를 기반으로 향후 도서관에 활용가능한 방안을 제안하였다.

우선 도서관 내에서 적용할 수 있는 부분과 도서관 외에 적용할 수 있는 부분으로 나누어 볼 수 있었다. 관내의 경우 로봇과 드론을 활용한 장서, 서비스, 프로그램 등에 적용방안을 제안하였으며, 관외의 경우 로봇, 드론, 자율주행 자동차를 활용한 도서 대출 및 반납을 할 수 있는 방안을 제시하였다.

〈표 9〉 기존 및 타분야 기반 도서관 자율사물 활용방안

기존 도서관 적용 분야 시사점		타분야 적용사례 기반 시사점		
로봇	<ul style="list-style-type: none"><li>• (장서 관련 업무) 대부분 장서점검, 장서관리, 장서운반 등에 대한 부분에서 로봇이 활용되고 있음</li><li>• (안내) 도서관의 위치, 도서관 내 위치, 도서추천, 도서관 공지 등 안내</li><li>• (그외) 큐레이션, 교육 등에도 활용</li></ul>	로봇	<ul style="list-style-type: none"><li>• (관내 도서 배달 및 대출 서비스) 도서관 내에서 이용자가 원하는 책 배송 및 대출 등에 적용</li><li>• (안내 및 참고서비스) 도서관 내 전반적인 안내 및 참고서비스 등에 적용</li><li>• (교육) 교육용 로봇을 활용한 이용자 교육 및 프로그램 개발 등</li><li>• (관외 책배달서비스) 도서관에서 이용자의 집까지 도서를 배달해주는 서비스에 적용</li></ul>	
드론	<ul style="list-style-type: none"><li>• (도서 배달) 미국에서 드론을 통해 도서를 배달한 사례가 나타남</li><li>• (장서 점검) 일본에서 드론을 활용하여 장서를 점검하는 사례가 나타남</li></ul>	+	드론	<ul style="list-style-type: none"><li>• (책 배달서비스) 드론을 활용한 책배달서비스</li></ul>
자율주행	<ul style="list-style-type: none"><li>• (장서 반납) 자율주행 자동차를 이용해 일정 지역 내, 대학교 내에서 도서를 반납하는 시범운영 실시</li></ul>		자율주행	<ul style="list-style-type: none"><li>• (책 배달서비스) 자율주행자동차를 활용한 책 배달 및 반납</li><li>• (무인 이동도서관) 자율주행 무인이동도서관 서비스</li></ul>

자율사물을 활용한 도서관 활성화 방안					
구분	관내				관외
적용분야	장서	서비스	교육 및 프로그램	그 외	도서배달
적용내용	<ul style="list-style-type: none"><li>• 장서점검</li><li>• 장서운반</li><li>• 장서배열</li><li>• 장서분류</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 도서위치안내</li><li>• 도서추천</li><li>• 대출/반납</li><li>• 도서관안내</li><li>• 참고정보서비스</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 로봇을 활용한 교육프로그램</li><li>• 이용자교육</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 청소</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 도서대출서비스 (도서운반서비스)</li><li>• 도서반납서비스</li><li>• 무인 자율이동 도서관</li></ul>
적용기술	로봇, 드론	로봇			로봇, 드론, 자율자동차

## 1. 관내 적용 방안

도서관 내에서 자율사물이 도입할 수 있는 범위를 살펴보면, 1) 장서, 2) 서비스, 3) 교육 및 프로그램, 4) 그 외로 나누어 볼 수 있다. 각 분야별 적용 방안을 살펴보면 다음과 같다.

### 가. 장서 관련 업무 적용방안

현재 도서관 업무에서 로봇이 가장 많이 도입된 부분이 장서와 관련된 부분이다. 이는 장서점검,

장서배열, 장서운반 등이 단순한 업무임에도 불구하고 이를 위한 인력 및 시간 소요가 커서 업무적 효율성이 떨어질뿐더러, 오배열에 대한 오류도 높기 때문인 것으로 보인다. 중국에서 개발된 장서정리 및 검수 로봇 ‘투커’ 또한 도서 정리에 들어가는 공력과 비용이 너무 크다는 점에 착안되었다. 대부분 장서점검 및 정리 로봇은 사물인터넷(IoT) 감지, 컴퓨터비전(Computer Vision), 빅데이터 처리, 인공지능(AI), 이동 로봇 등의 기술이 융합되며, RFID 기술로 도서 내에 부착된 칩의 위치를 인식하여 정확하게 도서를 정리할 수 있다. 향후 국내 로봇 도입 시 우선적으로 장서 점검 및 정리 로봇을 도입하여, 점검 및 정리에 소요되는 인력 및 시간을 줄이고, 장서 배열을 정확성을 높일 필요가 있다. 이러한 로봇의 도입은 사서들의 단순 업무가 기술을 통해 대체됨으로써 사서들이 제공하는 서비스의 다양화와 질적 향상이 가능할 것으로 전망된다.

#### 나. 도서관 서비스 적용방안

도서관 서비스에 적용하는 방안으로는 이용자의 편의성을 높이는 측면에서 접근해 볼 수 있다. 특히 AI기반 안면인식, 음성인식, 다국어 지원, 감정인식 등이 가능한 소셜로봇이 개발되고 IoT 센싱, 5G 등으로 데이터기반 서비스도 가능해지면서 안내서비스를 제공하는 로봇의 활용 범위가 확대되고 있다.

더불어 최근 코로나19로 비대면 수요가 증가하면서 도서관 안내 및 도슨트 서비스 등에 로봇의 활용이 확산될 것으로 보인다. 도서관의 도서관리시스템과의 연동을 통해, 도서검색, 도서대출여부, 도서위치안내, 도서관 내 위치안내 등과 같은 단순한 안내에서부터, 사서 추천도서 관련 정보와 더불어 도서관 빅데이터 분석을 통한 전국 도서관의 인기 대출 도서 정보, 내장된 질문뿐만 아니라 학습을 통해 지속적으로 안내 및 서비스의 범위를 확대시킬 수 있을 것으로 보인다.

#### 다. 도서관 교육 및 프로그램 적용방안

인공지능형 로봇을 통한 독서 및 체험활동이 이루어 질 수 있다. 로봇은 다양한 콘텐츠를 탑재할 수 있고 어디나 이동할 수 있는 장점이 있기 때문에 교육의 플랫폼으로 활용도 높다. 이미 국외 사례의 경우 로봇을 활용한 교육 사례를 찾아볼 수 있었다. The Guelph Public Library에서 Beepbot은 어린이들이 사회화, 독서, 철자법, 수학, 코딩과 같은 생활 기술들을 배울 수 있도록 고안되었으며, ‘책 읽어주는 로봇, 루카’는 스스로 책을 읽지 못하는 2~8세 아동을 위해 설계되어 카메라 기능과 인공지능을 결합해 아이들에게 책을 읽어준다. 미 위스콘신대(매디슨)에서 개발한 소셜로봇 ‘미니(Minnie)’는 중학생들을 대상으로 독서활동을 실시하였으며 이는 전통적인 방식으로 독서를 한 학생들보다 읽은 책에 대한 이해도가 더 높은 것으로 나타났다.

더불어 코로나 19사태 이후 미래교육 방향으로 AI 로봇 활용이 대두되고 있다(조상협, 2020a). 이러한 로봇을 통한 독서 및 체험프로그램은 로봇이 주는 호기심과 책 읽기를 놀이로 인식한다는 점에서 특히 영유아 대상으로 이루어지면 좋을 것으로 보인다. 또한 1:1 맞춤형 교육 로봇을 활용

한 교육이 도입될 필요가 있다. 최근 서울디지털재단의 경우 언택트 시대에 발맞춰 로봇 '리쿠'를 도입하여 1:1 맞춤형 디지털역량 교육을 실시하였으며, 이를 통해 비대면 교육의 실효성과 성과를 인정받은 바 있다(조상협, 2020b).

#### 라. 그 외 적용 가능 분야

그 외에도 타 분야 사례를 기반으로 방역 및 청소 등의 업무에 로봇을 도입할 수 있을 것으로 보인다. 현재 장기간 진행 중인 코로나 19 대응의 하나로, 5G, AI 등 첨단 ICT 기술과 로봇 자율주행 및 사물인터넷 센싱 등 자동화 제어 기술을 기반으로 한 소독 및 살균, 발열감지, 마스크 감지 등의 수행하는 로봇이 개발되고 있다. 중국에서는 징둥물류社와 그리(GREE)社가 인공지능, 자율주행, 사물인터넷 등의 기술을 적용하여 공공장소에서 발열, 소독, 순찰 등의 업무를 할 수 있는 로봇을 개발하였으며, 국내에서도 SK텔레콤과 한국오므론제어기기社는 체온검사 및 마스크 착용과 사회적 거리두기 실천 요청까지 다양한 역할을 수행할 수 있는 5G네트워크를 이용한 코로나19 방역로봇을 개발하였다.

## 2. 관외 적용방안

관외 적용방안으로는 도서배달 및 반납서비스, 자율주행 버스를 이용한 이동도서관 등에 적용할 수 있다. 도서 배달서비스의 경우 로봇, 드론, 자율주행자동차 모두가 적용이 가능하며, 해당 지역에 적용이 가능한 기술을 선정하여 도서관에서 활용할 수 있을 것으로 보인다.

이러한 기술은 이미 국내에서 시범운영과 도입이 진행되고 있다. 과학기술정보통신부 우정사업 본부는 5G와 인공지능(AI) 기술을 활용한 자율주행 이동우체국과 우편물 배달로봇, 집배원 추종 로봇을 도입할 예정이며, KT와 서울시는 '5G 자율주행 버스'를 시범운영 하고 있다(백나용, 2020: 황민규, 2019). 이에 충분히 도서관에 적용이 가능한 것으로 판단된다.

로봇, 드론, 자율주행 자동차를 활용한 도서배달서비스 도입 초기에는 사서와 배송 로봇, 드론, 자율주행 자동차가 협업해서 진행되어야 할 것으로 보인다. 이용자 신청 시 도서관 사서가 서가에서 신청 도서를 가지고, 일정 패키지에 도서를 담는 등의 도서 배송을 위한 사전단계를 사서가 수행하고 배달을 자율사물이 진행 할 것으로 보인다. 그러나 향후 도서관 내 로봇이 활성화되면, 관내 로봇을 활용하여 관외 도서배달서비스까지 자율사물만을 활용한 원스탑 운영이 가능할 것으로 보인다.

관내 로봇을 활용하여 관외 도서배달서비스까지 자율사물을 활용한 원스탑 운영체계(안)으로, 먼저 이용자가 도서관을 방문하지 않고, 대출을 원할 경우, 도서관 홈페이지, 구글폼, 도서관앱, 또는 별도의 신청 플랫폼을 통해 도서 대출여부를 확인한 후에 도서를 신청한다. 이를 접수로봇 또는 사서가 신청 리스트 정리 및 이와 관련한 도서 목록을 정리한다. 이때 접수별로 운영하기 보다는 일정시간을 선정하여 시간별로 그 시간 내에 접수된 건을 일괄로 처리하는 방식으로 진행

하는 것이 효율적일 것으로 보인다. 도서 리스트가 정리되면 이를 기반으로 운반로봇이 해당 도서가 있는 서가로 가서 해당 도서들을 수집해서 다음 작업을 위해 정해진 장소에 운반한다. 운반한 자료를 분류로봇이 이용자별로 분류하고 이를 포장한다. 포장된 도서는 배송로봇, 배송드론, 배송 자율자동차 등을 통해 이용자에게 전달된다.

그 외에도 현재 운영하고 있는 이동도서관을 무인 자율주행 버스를 활용해 운영할 수도 있을 것으로 보이며, 일부 나라에서 시도되고 있는 반납을 위한 반납 로봇, 반납 자율주행 자동차 등도 도입이 가능할 것으로 보인다.

향후 스마트 도서관은 이처럼 온라인 대여를 로봇과 드론, 자율주행 자동차를 통해 처리하는 방향으로 갈 것으로 분석되고 있다. 기존에 도서 배달서비스는 도서관 방문이 어려운 특정 이용자를 대상으로 이루어졌으나, 이제는 그 대상을 폭을 넓혀가야 할 때이다. 특히 코로나 19사태 이후 비대면 서비스에 대한 수요와 이를 공급하기 위해 다양한 기술들이 다양한 분야에서 적용이 되고 있기 때문에 적용 가능성은 충분할 것으로 보이며, 도서관 또한 이에 발맞춰 스마트 도서관으로써의 변화가 이루어져야 할 것으로 보인다.

〈표 10〉 관내 연계 관외 도서배달서비스 운영 체계(안)

구분		내용
이용자	신청	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이용자는 도서관을 방문하지 않고도 대출을 원하는 도서는 신청</li> <li>• (신청 플랫폼) 도서관 홈페이지, 구글폼, 도서관앱, 별도의 플랫폼 개설 등</li> </ul>
관내	접수로봇 & 사서	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신청 리스트 정리 및 찾아야 하는 도서 리스트 정리</li> <li>• 신청건별로 처리하기보다는 일정 시간을 선정하여, 해당 시간동안 들어온 신청리스트를 정리</li> </ul>
	운반로봇	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도서 리스트 기반 서가에서 해당 도서 가지고 일정 장소에 운반</li> </ul>
	분류로봇	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이동로봇에 가져온 책을 이용자별로 도서 분류작업 실시</li> </ul>
관외	배송로봇, 배송드론, 배송 자율주행 자동차	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 이용자가 입력한 주소지에 해당 도서 배송 실시</li> </ul>

### 3. 향후 도서관 분야 적용 시 고려사항

신기술이 일상화 또는 일반화가 되기까지 해당 기술이 가지고 있는 기술이 안정화가 될 때까지의 안정성이나 정확성 등의 문제, 기술 적용으로 인한 새로운 문제점(예컨대 드론의 경우 드론 추론 시 발생하는 사고 위험, 소음 등이 있음), 이해관계 충돌 등이 발생할 수 있다.

이에 모든 기술들을 적용하기 앞서 관련 기술에 대한 규제 정책을 마련되어야 할 것으로 보인다. 로봇의 경우 도서관 내부에서 활용하기 때문에 국가와 지역의 정책 보다 어떤 업체의 로봇, 어떻

게 활용할 것인가에 대한 논의가 중점적으로 이루어져야 할 것으로 보인다. 드론과 자율주행의 경우, 도서관에서 활용하는 기기 또는 도서관에서 관련 서비스를 위임한 기관에서 활용하는 기기가 도서관 외부에서 적용되는 서비스이기 때문에 정부의 정책에 대한 관심, 지자체와의 합의와 협력, 아웃소싱 업체와의 계약 등을 선행적으로 논의되어야 할 것으로 보인다.

## VI. 결론 및 제언

본 연구에서는 자율사물에 대한 전반적인 내용과 자율사물 중 도서관에 적용가능한 로봇과 드론, 자율주행을 중심으로 각각에 대한 개념, 기술, 동향, 사례 등에 대해 살펴보고 이를 기반으로 향후 도서관에 적용할 수 있는 방안을 제안하였다.

그 결과, 관내의 경우 로봇과 드론을 활용한 장서, 서비스, 프로그램 등에 적용할 수 있는데, 장서의 경우 장서점검, 장서운반, 장서배열, 장서분류 등에 적용할 수 있으며, 서비스의 경우 도서 위치안내, 도서추천, 대출/반납, 도서관 전반적인 안내, 참고정보서비스 등에 적용할 수 있다. 또한 프로그램의 경우 로봇을 활용한 독서 및 체험 프로그램을 진행할 수도 있으며, 도서관 이용자 교육 및 도서관 투어 등을 적용할 수 있다. 관외의 경우 로봇, 드론, 자율주행 자동차를 활용해 도서배송서비스, 도서반납서비스, 무인이동도서관 등에 활용할 수 있을 것으로 보인다.

향후 로봇, 자율주행, 드론 서비스 적용을 통해 첫째, 사서들의 단순 업무가 기술을 통해 대체됨으로써 사서들이 제공하는 서비스의 다양화와 질적 향상이 가능할 것으로 전망되며, 둘째, 시간과 공간의 제약이 줄어들면서 서비스의 수요자의 범위가 확장되어 소외계층을 포함한 많은 지역주민들이 서비스 혜택을 누릴 수 있을 것으로 보인다. 셋째, 종합적으로 신기술을 활용한 서비스를 기반으로 지역 내 도서관과 도서관 서비스의 활성화를 도모할 뿐만 아니라 지역 내 도서관의 입지와 역할을 제고할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 본 연구는 도서관의 자율사물 도입 및 적용을 위한 기초연구로써 향후 사서와 이용자를 대상으로 한 인식조사 및 도서관에 도입을 위한 단계별 계획, 도서관에 적용하기 위한 구체적이고 체계적인 적용모델 개발 등의 후속 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

## 참 고 문 헌

과학기술일자리진흥원 (2019). 드론 기술 및 시장동향 보고서. 서울: 과학기술일자리진흥원.  
관계부처 합동 (2020. 5. 4.). 2020년 지능형 로봇 실행계획. 출처:

[http://www.motie.go.kr/motie/gov3.0/gov\\_openinfo/sajun/bbs/bbsView.do?bbs\\_](http://www.motie.go.kr/motie/gov3.0/gov_openinfo/sajun/bbs/bbsView.do?bbs_)



seq\_n=66008&bbs\_cd\_n=6

- 구본권 (2019. 8. 29.). 학대받던 도서관 로봇이 사랑받게 된 비결?. 미래&과학, 출처:  
<http://www.hani.co.kr/arti/PRINT/907658.html>
- 구아현 (2020. 1. 31.). 여수 이순신도서관 '장서점점 로봇' 인기...개관 한 달여 만에 10만명 '홀쩍'.  
 Ai타임스, 출처: <http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=125359>
- 권구복 (2016). 로봇산업의 국내외 동향 및 전망. 서울: KDB산업은행.
- 김경철 (2020). 도서관에서 로봇 활용에 대한 사례 연구. 정보관리학회지, 37(4), 61-80.  
<http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2020.37.4.061>
- 김성훈, 손태익 (2019). 로봇과 도서관 글로벌 동향. 2019 학술정보 글로벌 동향, 14, 14-21.
- 류정 (2020. 6. 12.). 배달·소독·순찰... 코로나가 앞당긴 無人자율주행. 조선일보, 출처:  
[https://www.chosun.com/site/data/html\\_dir/2020/06/11/2020061104880.html](https://www.chosun.com/site/data/html_dir/2020/06/11/2020061104880.html)
- 박은영 (2017). 사례로 살펴보는 서비스 로봇의 동향과 전망. 진천군: 정보통신산업진흥원.
- 박종록, 김한해 (2019). 자율주행기술. 음성군: 한국과학기술기획평가원.
- 백나용 (2020. 10. 30.). '알아서 척척' KT 5G 자율주행 버스. 연합뉴스, 출처:  
<https://www.yna.co.kr/view/PYH20201029224800056>
- 윤승환 (2019. 7. 10.). 미국 운송용 드론(UAV) 시장동향. 출처:  
<https://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/album/781/globalBbsDataAllView.do?dataIdx=175941&column=title&search=&searchAreaCd=&searchNationCd=101001&searchTradeCd=&searchStartDate=&searchEndDate=&searchCategoryId=&searchIndustryCatIdx=&page=12&row=10>
- 이기림 (2019. 12. 20.). 국립중앙도서관 가면 로봇 '큐아이'에게서 책 안내 받는다. 뉴스1, 출처:  
<https://www.news1.kr/articles/?3797485>
- 이성원 (2020. 6. 15.). 美서 세계 최초로 드론 이용한 대출도서 배송. 로봇신문, 출처:  
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=21074>
- 장길수 (2020a. 3. 13.). 드론과 인공지능으로 도서관 장서 관리한다. 로봇신문, 출처:  
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19957>
- 장길수 (2020b. 6. 22.). 일본 구마모토 공공도서관, 책 운반 로봇 도입. 로봇신문, 출처:  
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=21178>
- 정원영 (2018. 4. 8.). 마포중앙도서관, 안내 서비스로봇 '마중이' 운영. 로봇신문, 출처:  
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=13606>
- 정은주 (2020). 지능형 IoT 기반 서비스 로봇 활용사례와 시사점. 진천군: 정보통신산업진흥원.
- 조상협 (2020a. 6. 16.). 코로나 대비 미래교육은 AI 로봇이 책임진다. 로봇신문, 출처:

- <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=21100>
- 조상협 (2020b. 11. 3.). 서울디지털재단, 언택트 시대 ‘로봇’ 활용한 디지털 역량교육 나서. 로봇신문, 출처: <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=22824>
- 조성흠 (2020. 5. 28.). 우체국 택배 10월부터 집배원 대신 로봇이 배달해 준다. 연합뉴스, 출처: <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200528072500017>
- 조인혜 (2016. 6. 7.). 사서 업무 돕는 도서관용 로봇. 로봇신문, 출처: <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=7753>
- 조준면 (2020). 자율사물을 위한 심층학습 인공지능 기술 적용 동향. 전자통신동향분석, 35(6), 1-11. <https://doi.org/10.22648/ETRI.2020.J.350601>
- 최문섭 (2020. 11. 19.). 국토교통부, 운전석 없는 셔틀·무인 자율주행차도 도로 달린다. 인천일보, 출처: <http://www.incheonilbo.com/news/articleView.html?idxno=1067698>
- 최진철, 손영성 (2020). 인공지능 기반 자율사물 개발 동향과 발전 전망. 대전: 정보통신기획평가원.
- 황민규 (2019. 6. 20.). KT, 서울시와 ‘5G 자율주행 버스’ 체험행사. 조선비즈, 출처: [https://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2019/06/20/2019062001528.html](https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/06/20/2019062001528.html)
- EuroConsult (2016). Prospects for Remotely Piloted Aircraft Systems Market Analysis & Forecasts: 1st Edition of A EuroConsult Executive Report, License No. RPAS16-S-003.
- ScienceON (2016. 8. 16.). 싱가포르의 도서관 로봇: 차세대 서가 자료 탐색 기술. 출처: <https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchTrend.do?cn=IWT201608013>
- Yoo, Erika (2019. 12. 4.). 중국 텐진대학, 도서관 로봇 ‘즈투’ 도입. 로봇신문, 출처: <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=18972>
- Yoo, Erika (2020. 1. 20.). 中 도서관 로봇, ‘폐관 후 야간에 도서 정리’. 로봇신문, 출처: <https://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=21440>

• 국한문 참고문헌의 영문 표기

(English translation / Romanization of references originally written in Korean)

- Baek, Na-yong (2020, October 30). KT's 5G self-driving bus, 'Knowing it'. Yunhap News. Available: <https://www.yna.co.kr/view/PYH20201029224800056>
- Cho, Joonmyeon (2020). Application trends of deep learning artificial intelligence in autonomous things. Electronics and Telecommunications Trends, 35(6), 1-11. <https://doi.org/10.22648/ETRI.2020.J.350601>
- Cho, Sung-heum (2020, May 28). Post office delivery from october, robots will deliver the delivery instead of the postman. Yunhap News. Available:

- <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200528072500017>
- Choi Jin-cheol & Son, Young-seong (2020). Artificial Intelligence-based Autonomous Objects Development Trend and Development Prospects. Daejeon: Information and Communication Planning and Evaluation Agency.
- Choi, Moon-seop (2020, November 19). The Ministry of Land, Infrastructure and Transport, shuttles without a driver's seat and self-driving cars also run on the road. Incheon Ilbo. Available: <http://www.incheonilbo.com/news/articleView.html?idxno=1067698>
- Gu, A-Hyun (2020, January 31). Yeosu Yi Sunshin Library's 'collection inspection robot' is popular... 100,000 people 'smooth' after a month of opening. Ai Times. Available: <http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=125359>
- Hwang, Min-gyu (2019, June 20). KT, Seoul City and "5G autonomous bus" experience event. Chosun Biz. Available: [https://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2019/06/20/2019062001528.html](https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/06/20/2019062001528.html)
- Jang, Gilsoo (2020a, March 13). It manages library collections with drones and artificial intelligence. Robot Newspaper. Available: <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=19957>
- Jang, Gilsoo (2020b, June 22). Japan's Kumamoto Public Library introduces a book-carrying robot. Robot Newspaper. Available: <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=21178>
- Jeong, Eunjoo (2020). Use Cases and Implications of Intelligent IoT-based Service Robots. Jincheon-gun: Information and Communication Industry Promotion Agency.
- Jeong, Wonyoung (2018, April 8). Mapo Central Library, operation of the information service robot 'Majungi'. Robot newspaper. Available: <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=13606>
- Jo, In-Hye (2016, June 7). Library robot that helps librarian work. Robot Newspaper. Available: <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=7753>
- Joe, Sanghyup (2020a, June 16). AI robots are responsible for future education in preparation for coronavirus. Robot newspaper. Available: <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=21100>
- Joe, Sanghyup (2020b, November 3). Seoul Digital Foundation launches digital competency education using 'robots' in the era of untact. Robot Newspaper. Available: <http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=22824>

- Joint ministries (2020, May 4). Intelligent Robot Action Plan for 2020. Available:  
[http://www.motie.go.kr/motie/gov3.0/gov\\_openinfo/sajun/bbs/bbsView.do?bbs\\_seq\\_n=66008&bbs\\_cd\\_n=6](http://www.motie.go.kr/motie/gov3.0/gov_openinfo/sajun/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=66008&bbs_cd_n=6)
- Kim, Kyung Cheol (2020). A case study on using robot at the library. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 37(4), 61-80.  
<http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2020.37.4.061>
- Kim, Sung-Hoon & Son, Tae-Ik (2019). Robots and libraries global trends. 2019 Academic Information Global Trends, 14, 14-21.
- Koo, Bon-kwon (2019, August 29). The secret of being loved by the abused library robot? *Future & Science*. Available: <http://www.hani.co.kr/arti/PRINT/907658.html>
- Kwon, Gu-bok (2016). Domestic and Foreign Trends and Prospects of the Robot Industry. Seoul: KDB Industrial Bank.
- Lee, Kilim (2019, December 20). When you go to the National Library of Korea, you will receive a book guide from the robot 'Q-I'. *News 1*. Available:  
<https://www.news1.kr/articles/?3797485>
- Lee, Seongwon (2020, June 15). Delivery of loan books using drones for the first time in the world in the US. *Robot Newspaper*. Available:  
<http://www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=21074>
- Park, Eun-young (2017). Service Robot Trends and Prospects as Examples. Jincheon-gun: Information and Communication Industry Promotion Agency.
- Park, Jong-rok & Kim, Han-hae (2019). Autonomous Driving Technology. Eumseong-gun: Korea Advanced Institute of Science and Technology Evaluation.
- Ryu, Jeong (2020, June 12). Delivery, disinfection, patrol... Human-free self-driving driven by Corona. *The Chosun Ilbo*. Available:  
[https://www.chosun.com/site/data/html\\_dir/2020/06/11/2020061104880.html](https://www.chosun.com/site/data/html_dir/2020/06/11/2020061104880.html)
- Science and Technology Job Promotion Agency (2019). Drone Technology and Market Trends Report. Seoul: Science and Technology Job Promotion Agency.
- Yoon, Seung-Hwan (2019, July 10). U.S. transport drone (UAV) market trends. Available:  
<https://news.kotra.or.kr/user/globalAllBbs/kotranews/album/781/globalBbsDataAllView.do?dataIdx=175941&column=title&search=&searchAreaCd=&searchNationCd=101001&searchTradeCd=&searchStartDate=&searchEndDate=&searchCategoryIdxs=&searchIndustryCateIdx=&page=12&row=10>