

블록체인 기반의 도서관 서비스 도입 및 활용방안에 관한 연구*

A Study on the Introduction of Library Services Based on Blockchain

노 지 윤 (Ji-Yoon Ro)**

노 영 희 (Younghee Noh)***

초 록

블록체인이 위·변조가 불가능한 분산 환경에 정보를 저장하는 것을 의미한다면, 이는 사서들이 권위 있는 정보를 수집하고 보존하며 공유하는 일과 유사하다고 언급된다. 과잉정보 속 도서관이 신뢰할 수 있는 정보를 수집·제공하고, 나아가 도서관 내외부의 업무효율성 증대, 협력 네트워크 강화 등을 모색하기 위한 방안으로서 본 연구에서는 블록체인 기술을 살펴보았다. 본 연구에서는 문헌조사와 타 분야의 사례연구를 바탕으로 도서관계에서 블록체인 기술을 활용할 수 있는 다양한 방안을 제안하고자 하였다. 이를 위해서 본 연구에서는 첫째, 블록체인 활용분야와 사례를 분석하여 도서관 분야의 블록체인 활용 가능성 및 가치를 확인하고, 이를 토대로 12가지 활용방안을 제안하였다. 도서관 업무 분야에서는 디지털 신원 기반의 도서관 통합 인증 서비스, 도서관 유·무형 자산 이동의 모니터링 기능, 도서관 이용자 의견수렴 기능, 블록체인 기반 도서관 채용·인사시스템, 블록체인 거버넌스 기반 도서관 운영 체계 및 네트워크 구축, 도서관 내 IoT 디바이스 및 센서 데이터 관리 기능을 제안하였다. 정보서비스 측면에서는 블록체인 기반의 출판·거래 플랫폼 참여, 디지털 콘텐츠 저작권 보호 및 관리 기능, 이용자 행동 분석 기반 맞춤형 서비스, 도서관의 통합 온라인 교육 플랫폼, 공유플랫폼 기능, P2P 기반의 정보플랫폼 등을 제안하였다.

ABSTRACT

If the blockchain means storing information in a distributed environment that cannot be forged or altered, it is mentioned that this is similar to what librarians collect, preserve, and share authoritative information. In this way, this study examined blockchain technology as a way to collect and provide reliable information, increase work efficiency inside and outside the library, and strengthen cooperative networks. This study attempted to propose various ways to utilize blockchain technology in book relations based on literature surveys and case studies in other fields. To this end, this study first analyzed the field and cases of blockchain application to confirm the possibility and value of blockchain application in the library field, and proposed 12 ways to utilize it based on this. The utilization model was proposed by dividing it into operation and service sectors. In the operation sector, it is a digital identity-based user record storage and authentication function, transparent management and traceable monitoring function, voting-based personnel and recruitment system, blockchain governance-based network efficiency function, and blockchain-based next-generation device management and information integration function. The service sector includes improved book purchase and sharing efficiency due to simplification of intermediaries, digital content copyright protection and management functions, customized service provision based on customer behavior analysis, blockchain-based online learning platforms, sharing platforms, and P2P-based reliable information sharing platforms.

키워드: 도서관, 블록체인, 4차 산업혁명, 기술 적용, 차세대 기술

Library, Blockchain, Fourth Industrial Revolution, Technology Application, Next Generation Technology

* 본 논문은 노지윤의 2021년도 박사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

** 한국과학기술정보연구원 박사후연구원(rojyliv@gmail.com) (제1저자)

*** 건국대학교 문헌정보학과 교수(irs4u@kku.ac.kr) (교신저자)

논문접수일자 : 2022년 2월 23일 논문심사일자 : 2022년 2월 25일 게재확정일자 : 2022년 3월 7일
한국비블리아학회지, 33(1): 371-401, 2022. <http://dx.doi.org/10.14699/kbiblia.2022.33.1.371>

** Copyright © 2022 Korean Biblia Society for Library and Information Science

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

1. 서론

코로나19 이후 재택근무, 원격교육 등과 같은 언택트 활동이 일상화되면서 4차 산업혁명과 초연결사회(Hyper-connected society)로의 진입이 가속화되고 있다(과학기술정보통신부, 2020). 초연결사회란 4차 산업혁명 시대에 ICT 기술이 발달함에 따라 네트워크를 통해 사람과 사물이 물리·가상공간의 경계 없이 유기적으로 연결되어 상호작용하는 사회를 말한다. 우리 사회가 초연결화(hyper-connected) 될수록 정보는 더욱 빠르고 광범위하게 확산·노출될 뿐만 아니라, 복잡화된 보안위협으로 인해 정보 유출 가능성 역시 높아지게 된다(김종철, 이창무, 2018). 이러한 상황 속에서 정보의 신뢰성과 보안의 중요성은 사회의 주요 현안으로 대두되고 있고, 이를 해결하기 위한 방안 중 하나로 블록체인(Blockchain)이 제안되고 있다.

블록체인은 초신뢰(hyper-trust)를 주도하는 핵심 인프라이자, 앞서 언급한 초연결사회의 혁신적인 보안 기술로 언급된다. 블록체인은 특정 기관의 중앙집중형 서버에서 이루어지는 정보 관리가 아닌, Peer-to-Peer(P2P) 네트워크 내 모든 참여자가 합의된 인증 과정을 통해 동일한 정보를 분산하여 공유하고 기록·관리할 수 있는 분산 데이터베이스이다. 이 같은 개념과 특징에 따라 블록체인 기반 시스템은 공공기관의 가장 큰 가치인 신뢰성을 지켜줄 수 있다고 평가된다(김진호, 2020).

이미 블록체인 기술에 대한 논의는 '블록체인이 통할까'라는 가능성 측면에서 '어떻게 블록체인을 활용할 수 있을까'라는 방법론 측면으로 옮겨 갔다(Deloitte, 2020). 비트코인의 핵심 기반

기술로 소개된 블록체인은 해당 개념을 처음 제시했을 당시만 해도 디지털 암호화폐만을 위한 기술이었다. 그러나 이더리움을 시작으로 스마트 컨트랙트 기능을 본격적으로 제공하면서 더 많은 정보들을 담게 되었고, 이를 중심으로 금융권에서 나아가 물류·유통, 정부의 공공·행정 서비스 등 다양한 산업 분야에서 블록체인을 활용한 플랫폼이 등장하게 되었다. 특히, 사물인터넷, 전자 선거, 콘텐츠 관리, 공공 문서 관리 등 신뢰성 기반의 인프라 구축을 위해 여러 국가 및 기업에서 연구 개발이 이루어지고 있다. 이처럼 블록체인 기술은 더 이상 특정 분야만의 개혁이 아닌 장기적으로 사회문화 전체를 개혁할 것으로 전망되며, 이론적으로는 모든 종류의 자산 등록, 거래, 보관에 적용 가능할 것으로 보고 있다(조경록, 윤성욱, 2018; Lee, 2017).

이렇듯 블록체인의 활용영역이 국가인프라로 확장되고 있음에도 국내 문헌정보학 및 도서관 분야에서는 블록체인의 활용방안에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있지 않다. 또한, 사회변화 측면에서도 사람과 사물의 데이터 공유가 빠르게 증가할 것으로 전망되는 가운데, 보다 안전한 환경에서의 데이터 저장과 활용이 이루어지기 위해서는 도서관 내 블록체인 기술 도입이 필요한 시점이다.

이에 본 연구에서는 블록체인 기반의 도서관 서비스를 설계 및 구현하기에 앞서, 도서관 분야의 블록체인 활용 현황과 타 산업의 활용 사례를 바탕으로 향후 도서관 분야의 블록체인 활용방안을 제안하고자 하였다. 연구를 수행하는데 있어 다음 세 가지의 연구 질문을 설정하였다. 첫째, 블록체인 기술은 도서관에 어떠한 변화를 가져올 수 있는가? 둘째, 기존 선행연구

에서 제안된 블록체인 기술의 활용방안 중 실제 도서관에 적용되고 있는 사례는 무엇인가? 셋째, 타 분야의 활용 사례를 통해 새롭게 도출될 수 있는 활용방안은 무엇인가? 이러한 연구 질문의 답을 얻기 위하여 블록체인 기술에 대한 전반적인 개념을 살펴보고, 도서관 분야의 블록체인 기술 활용 사례를 조사하였다. 나아가 이미 블록체인 기술이 활발하게 응용되고 있는 타 산업의 사례연구를 바탕으로 도서관에서 블록체인을 활용할 수 있는 새로운 방안을 모색 및 제안하였다.

2. 선행연구

유엔 미래보고서, 글로벌 IT 시장조사기업인 Gartner와 Deloitte 등 국내외 전문가와 연구기관들은 4차 산업혁명을 이끌어갈 핵심기술 중 하나로 블록체인 기술을 언급하며, 소비자와 생산자를 실질적으로 연결하는 네트워크 혁신으로 평가한다(조경록, 윤성욱, 2018). 이에 따라 블록체인에 관한 연구는 2014년 이후 꾸준히 증가하며 2017년을 기준으로 급증하는 추세를 보이고 있다(조혜인, 김진우, 이봉규, 2019). 이러한 블록체인 관련 연구의 양적 증가는 블록체인의 활용성에서 기인하는 것으로 보인다. 2013년부터 2016년까지 암호기술과 가상통화기술 등에 초점을 맞추던 연구는 2017년을 기점으로 금융 분야 이외의 응용연구를 시작하여, 2018년부터 소셜플랫폼, 각종 서비스업, 에너지·환경, IoT, 저작권, 물류업, 관광업 등 광범위한 학문분야에서 블록체인에 대한 연구가 이루어지고 있다(주우봉, 박한우, 2019).

도서관계 역시 국외를 중심으로 블록체인을 어떻게 활용할 것인가에 대한 방안을 탐구하고 제시하는 연구들이 이루어지고 있다(Coghill, 2018; Zhang, 2019; Frederick, 2019; Meth, 2019; Oyelude, 2019; Lengoatha & Seymour, 2020; Kushwaha & Singh, 2020). Herther(2018)는 블록체인이 정보서비스에 줄 수 있는 잠재적 영향력을 검토한 San José State University (SJSU) iSchool의 연구를 소개하고, 각국의 블록체인 정책, 블록체인 기술의 표준, 문제점 등 블록체인 기술에 대한 개괄적인 연구를 진행하였다. 또한, Hoy(2017)는 블록체인이 위·변조가 불가능한 분산 환경에 정보를 저장하는 것을 의미하고, 이는 사서들이 권위 있는 정보를 수집·보존하며 공유하는 일과 유사하다고 설명한다. 특히 블록체인 기술이 저널 출판에 적용되면 독립적 검증 방법과 저비용으로 연구의 신뢰도를 검사할 수 있고, 실시간으로 그 과정을 확인할 수 있어 연구결과를 다른 연구자들이 신속하게 확인할 수 있다는 장점을 강조하였다. 도서관에서 블록체인을 도입할 수 있는 또 다른 방안으로 DRM(디지털 저작권 관리) 도구로서의 활용을 언급하였다. 기존에 출판사들은 무분별한 자료 복사를 막기 위해서 도서관과 이용자들에게 엄격하거나 실행 불가능한 DRM 도구를 부과하였다. 그러나 블록체인 기술을 통해 출판사 입장에서는 디지털 자원에 대한 고유 식별·제어·전송 방안이 마련되며, 이용자의 입장에서는 검증된 자료를 누구나 쉽게 접근할 수 있게 된다고 설명한다. 그 외에도 Hoy는 블록체인이 의료기록을 환자가 직접 제어할 수 있는 환경을 마련하는 것과 같이 교육 기록을 학생들이 직접 관리하고 학업 성취도를

입증할 수 있는 시스템을 마련할 수 있다고 언급하였다.

무엇보다 도서관에서 블록체인 기술을 활용할 수 있다는 잠재적 가능성을 논의한 가장 대표적인 연구로는 Sandra Hirsh, Sue Alman, SJSU iSchool이 수행한 프로젝트가 있다. The Institute of Museum and Library Services (IMLS)로부터 지원되어 수행된 이 프로젝트에서는 블록체인이 도서관 분야에 활용될 수 있는 방안을 크게 도서관과 데이터 센터를 위한 향상된 메타데이터 시스템 구축, 디지털 저작물의 최초판매권 보호, 도서관·대학의 네트워크 연결, 커뮤니티 기반 컬렉션 지원, 디지털 P2P 공유플랫폼 호스트, 기술 교육에 대한 배지 제공 등의 9가지 분야로 제시하고 있다.

선행연구 내용을 종합하면, 블록체인은 1세대 비트코인을 넘어 스마트 컨트랙트가 추가된 2세대 이더리움에 다양한 분산 애플리케이션 기술이 더해져 산업 전반으로 응용 및 확장되고 있다. 이러한 추세는 장기적으로 국가인프라를 포함한 사회 기반구조에도 큰 영향을 미칠 것으로 전망되고 있다(이두원, 2019). 국외에서는 블록체인의 기술적 특징을 바탕으로 도서관 분야에서의 블록체인 응용 가능성을 관망하거나, 그 활용성에 관심을 가지고 상호대차, 회원정보 관리와 같은 일부 서비스에 블록체인 시스템을 도입하고 있는 것으로 나타난다. 국내에서는 아직까지 관련 연구가 활발히 수행되고 있지 않다는 점에 본 연구에서는 도서관 분야의 블록체인 활용 현황과 타 산업의 활용 사례를 비교하여 향후 도서관의 블록체인 활용방안에 대해 논의하고자 하였다.

세부적인 연구 내용으로는 첫째, 블록체인을

도서관 분야에 적용함에 있어서 이해해야 할 블록체인 기술의 개념 및 구조, 기반 기술, 특징 등을 파악하였다. 둘째, 블록체인에 관한 선행 연구를 조사하여 연구 동향을 분석하였다. 셋째, 사례연구를 통해 그간의 도서관 분야에 블록체인 기술이 어떻게 도입되고 있는지를 살펴보았다. 또한, 선행연구에서 제안하고 있는 도서관의 블록체인 적용방안과 실제 도서관 분야의 블록체인 활용 사례를 비교하여 현재 블록체인 기술의 도입 영역을 파악하고자 하였다. 넷째, 블록체인 기술의 활용에 있어 시작 단계인 도서관 분야와 달리, 이미 블록체인을 활발히 응용하고 있는 타 분야의 활용 사례를 바탕으로 도서관 분야에서 새롭게 블록체인 기술을 활용할 수 있는 방안을 제안하고자 하였다.

3. 블록체인의 이해와 도서관에서의 활용

3.1 블록체인 개념

블록체인에서 블록(block)은 네트워크 참여자 간에 이루어지는 유효한 거래 정보의 묶음을 의미하며, 이는 데이터를 암호화된 전자 형태로 저장하는 기본 단위이다. 이러한 블록들을 시간에 따라 순차적으로 집약하여 체인(chain) 형태로 상호 연결한 데이터베이스를 블록체인이라고 한다(조주현, 2017; 오키나 유리 외, 2018). 따라서 블록체인은 제3자의 개입이 없는 P2P 네트워크를 통해 관리되는 분산 데이터베이스의 한 형태로, 누구나 열람할 수 있는 디지털 장부에 거래 내역을 투명하게 기록하고 이를 참여

자 모두가 나누어 보관함으로써, 저장된 거래 기록을 불변하도록 유지하고, 관리, 지원하는 오픈소스 기술인 것이다(오키나 유리 외, 2018; Lemieux, 2017; 이경남, 2019; 박영숙, 리안, 함슨, 2019).

블록체인은 네트워크상의 모든 노드들에 신뢰성을 보장하기 위해 분산원장 기술, P2P 네트워크, 암호화 기술, 해시함수, 스마트 컨트랙트, 합의 알고리즘 등의 다양한 기술들로 구성되어 있다(최동근, 2019). 이 중에서도 분산원장 기술(Distributed Ledger technology DLC)은 블록체인과 동일한 용어로 사용될 정도로 블록체인의 바탕이 되는 핵심기술에 해당한다. 분산원장은 P2P 네트워크상에서 참여자들이 동일한 원장 데이터를 보유하고, 이들 간의 합의에 의해 기록, 동기화하여 그 상태를 공유하는 것을 말한다.

3.2 블록체인의 특징

블록체인의 특징이자 핵심가치는 제3자 개입의 불필요성, 익명성, 투명성, 보안성, 확장성, 시스템 안정성 등의 다양한 측면에서 논의되고 있다. 블록체인의 주요 핵심가치를 정리하면 다음과 같다.

첫 번째, 탈중앙(decentralization) 구조에 따라 제3의 공인된 중개기관 없이 개인 간 거래가 가능하다. 이러한 분산화라는 특징으로 인해 부가적으로 나타나는 특징은 신속성과 경제성이 있다. 먼저 신속성은 거래의 병렬 구조와 절차가 간소화될 수 있음을 의미하며(박지영, 2017; 유성민, 2018), 경제성의 경우 중개기관에 의한 운영과 인증이 생략됨에 따라 불필요한 거래 비

용이 감소될 수 있음을 의미한다. 또한, 탈중앙 구조에서는 중개기관의 설립 및 운영에 따른 인력과 자원 투입이 불필요하고, 중앙집중형 구조에서의 고도 인프라, 시스템 구축비용, 서버 유지보수, 보안 비용 등의 절감이 가능하다. 이와 더불어 블록체인 기술은 특허가 없는 오픈 소프트웨어로, 사용에 따른 비용을 절감할 수 있다(박지영, 2017).

두 번째, 무결성(integrity) 및 신뢰성(credibility)이다. 무결성은 송수신 메시지가 전송되는 중에 위·변조되지 않았음을 증명하는 기능이다. 이와 관련하여 블록체인 내 새로운 데이터가 추가되기 위해서는 기존 네트워크 참여자의 인증이 필수적이기 때문에 거래 내용의 변조나 승인되지 않은 거래 생성을 방지한다. 또한, 데이터가 암호화되어 시간 순으로 연결되어 있기 때문에 블록의 위·변조가 불가능한 구조로 이루어진다. 신뢰성은 정보시스템을 사용함으로써 그 정보와 기능에 대해 믿을 수 있는 정도를 말한다(정철호, 남수현, 2014). 따라서 무결성의 확보는 신뢰성 확보로 이어진다고 할 수 있다.

세 번째, 안전성(stability)과 관련하여, 블록체인은 시스템 운영이 분산되어 단일 실패 지점이나 단일 공격점이 존재하지 않는다. 따라서 중앙 서버를 공격하여 시스템을 다운시키는 것은 불가능하며, 일부 참가 시스템에 성능 저하나 오류가 발생한 경우에도 전체 네트워크에 주는 영향은 미미하다.

네 번째, 높은 보안성(security)과 이로 인한 보안 관련 비용 절감 효과가 있다. 보편적으로 시스템에서 보안성은 인증된 접근 외에는 데이터를 접근할 권한을 엄격하게 제약하고 외부 공격

이나 해킹으로부터 데이터를 보호하는 것을 의미한다. 단일 중앙시스템을 해킹하는 것보다 한번에 수많은 시스템을 해킹하는 것이 더 어렵다는 이유에서, 거래정보를 분산하여 다수가 공동으로 관리하는 블록체인의 경우 보안성이 높다고 평가된다.

다섯 번째, 블록체인의 경우 네트워크 참여자들이 모든 정보를 상호 공유하여 공개적 접근이 가능하다는 점에서 높은 투명성(transparency)을 특징으로 한다. 정보의 투명성은 거래의 안정성을 보장할 뿐만 아니라 건전한 사회 풍토 조성에도 이바지할 수 있다. 또한, 규제준수 비용도 낮고 거래 추적이 용이하다는 장점을 이끌어 낼 수 있다.

여섯 번째, 스마트 컨트랙트의 시행 및 자동화를 통해 거의 실시간에 가까운 속도로 운영될 수 있다. 이를 통해 기존의 복잡하고 비효율적인 업무 프로세스를 단순화하는 것이 가능하다.

그 외에도 거래 시 개인정보가 필요하지 않으므로 신용카드, 은행계좌 등 기존 지급결제수단에 비해 높은 '익명성'을 보장하며 개인정보 유출의 염려가 없다. 또한, 거래 내용이 담긴 블록체인을 변경하는 것이 거의 불가능한 '불변성'은 정보의 신뢰성과 정확성을 증가시킬 수 있다.

3.3 도서관 분야의 블록체인 도입에 따른 기대 효과

앞서 살펴본 블록체인의 개념과 특징에 따라, 도서관 분야에 블록체인 기술을 도입함으로써 무엇을 기대할 수 있을까? 기존 중앙집권형 시스템이 가진 본질적인 문제점은 크게 데이터들이 모여 있는 중앙 서버 해킹에 따른 데이터 보

안의 취약성, 관리자에 의한 데이터 조작 또는 악용 가능성, 거래 시간과 비용 증가 등으로 언급된다(커넥팅랩, 2019). 이를 보완한 블록체인은 제3의 중개기관을 배제하고도 신뢰성과 보안을 갖추었고, 참여자 누구나 쉽게 접근할 수 있는 투명성을 확보했다. 또한, 한 번 확정된 블록체인 원장은 모든 참여자에게 공유되어 언제나 최신화된 정보를 유지할 수 있다. 이 외에도 스마트 컨트랙트를 통해 거래의 자동화 및 활성화될 도모할 수 있으며, 데이터의 분산 저장을 통해 비용 절감, 수정 방지 등을 기대할 수 있다.

이처럼 블록체인이 가지고 있는 기본적인 특징들로부터 도서관은 새로운 정보 공유 및 추적 환경을 형성할 수 있다. 보다 구체적으로 블록체인이 분산 네트워크 체계 아래 안전한 정보 저장, 정보 거래 등을 가능하게 한다는 점에서 도서관에 블록체인을 적용할 경우 데이터마다의 신뢰성과 투명성을 담보할 수 있을 뿐 아니라, 암호화의 보안성과 안정성을 바탕으로 프라이버시 문제를 효과적으로 다룰 수 있다. 또 다른 측면에서 블록체인은 제3자의 기관이 아닌 참여자 간에 신뢰를 바탕으로 플랫폼이 구성되기 때문에 상호운용성을 기반으로 데이터를 공유하는데 용이하다. 이에 따라 개별 도서관 업무 프로세스의 개선뿐 아니라 도서관, 출판사, 유관 기관 등의 여러 기관이 수평적인 관계에서 협력을 도모할 수 있는 등, 블록체인 도입에 따른 다양한 효과를 기대할 수 있다.

정리하면, 블록체인을 통해 도서관은 신뢰가 확보된 데이터를 광범위하게 추적하고 제공할 수 있을 뿐 아니라, 수평적 협력 형태로 상호운용성을 확보하여 여러 사람이 모여 정보를 공

유하고 생산할 수 있는 지식 플랫폼을 마련할 수 있다. 또한, 블록체인의 추적성과 보안성을 활용하여 도서관은 개인의 프라이버시 문제뿐만 아니라 저작권과 관련된 이슈를 해소하거나, 다양한 디지털 콘텐츠를 재생산할 수 있는 플랫폼으로서 도약할 수 있을 것으로 보인다.

4. 도서관 분야의 블록체인 기술 활용방안

4.1 도서관 분야의 블록체인 기술 활용 사례

타 산업 분야에 비하여 블록체인 기술이 도서관에 적용되고 있는 실사례는 아직까지 제한적으로 보인다. 국내외 도서관들의 블록체인 시스템 도입 사례를 간략히 소개하면 다음과 같다.

첫째, 베를린 대학의 LibChain과 같은 상호대차 서비스가 있다. 이는 블록체인의 특징인 분산성과 스마트 컨트랙트를 활용하여 도서관을 거치지 않고 이용자 간 계약을 통해 도서관의 책을 빌릴 수 있는 블록체인 기반의 상호대차 서비스 모델이다(박진호, 손태익, 2019). 이더리움과 같은 블록체인 기술 위에 LibChain을 추가·설치함으로써, 시스템에서 분산 애플리케이션의 역할을 하는 스마트 컨트랙트를 사용할 수 있다. 또한, 시스템 내 이용자들 간의 통신을 하기 위해 Whisper 프로토콜이 사용되며, 해당 프로토콜을 통해 시스템 내 참여자 간에 보안 통신을 가능하게 하는 디지털 서명과 암호화된 메시지를 송수신할 수 있다. 해당 서비스는 분산 환경에서 Open Access 출판사 참여, 출판사와 도서관 간의 지불 관리 기능 등의 지원을 목표로

두고 있다(LibChain, n.d.).

둘째, 블록체인의 높은 안정성과 무결성을 활용하기 위해 도서관 정보와 소장 자료를 블록체인 플랫폼에 축적하고 있다. 이와 관련된 국내 사례로, 국민도서관 책꽂이는 2019년 9월 ‘불변의 책 정리’를 슬로건으로 하여 세계 최초로 블록체인을 기반으로 한 도서 정리 서비스인 ‘북스온.미’를 출시하였다. 해당 서비스는 블록체인 메인넷인 ICONLOOP의 기술을 바탕으로 만들어진 도서 관리 플랫폼으로, 이용자들은 자신이 소유한 책을 북스온을 통해서 정리할 수 있다. 이용자들은 북스온을 통해 책을 등록하고 일정 토큰을 받을 수 있으며, 등록된 기록은 변하지 않는 블록체인에 남게 된다는 특징이 있다(beSUCCESS, 2019). 국외의 경우, 카타르 카네기멜론 대학은 블록체인 시스템을 도입하여 도서관 정보 저장 방식을 블록체인 형태로 변경하였다. 이를 통해 도서관 정보의 처리속도와 보안성이 향상되었으며, 신속하고 정확한 데이터의 오류 및 변경 파악이 가능해졌다. 그 외에도 미국 OCLC(Online Computer Library Center)를 중심으로 블록체인 기반의 메타데이터 시스템 구축을 위한 움직임이 본격화되고 있다(박진호, 손태익, 2019).

셋째, 플랫폼에 저장된 정보를 통해 권리와 소유권을 증명할 수 있어, 도서관에서는 블록체인 기술을 디지털 저작권에 활용하고 있다. 관련 사례로 대학, 법학, 의학 및 전문도서관 협의체 간의 디지털 저작권 관리 시스템을 컨소시엄 형태로 블록체인화하여 운영하는 계획을 추진 중이다(박진호, 손태익, 2019).

넷째, 정보를 분산하여 다수가 공동으로 관리하는 블록체인은 높은 보안성을 가지고 있어,

도서관에서는 블록체인 기술을 개인정보보호 강화에 활용하고 있다. 국내 사례로, 대구시 블록체인 기술 관련 인증 서비스는 블록체인 기술을 공동으로 활용할 수 있는 플랫폼을 구축하여, 아이디와 비밀번호를 입력하지 않아도 통합 예약시스템, 대구 통합도서관 서비스에 로그인을 하거나, 도서 대출 시에도 회원카드 없이 이용할 수 있다. 성균관대학교 삼성학술정보관의 신분 인증 앱 서비스는 이용자 인증 시 개인정보 공유가 불필요하고 인증이 필요한 기관에 이용 내역을 투명하게 공개한다. 또한, 동일 데이터가 분산 저장되어 위·변조가 불가능하다는 특징이 있다. 국외 사례의 경우, 산호세 주립 정보대학원 도서관은 블록체인 기술을 통해 데이터의 정확성과 일관성을 빠르게 파악하여 도서관 이용자의 사생활과 개인 신원이 안전하게 보호되도록 한다. 또한, 도서관의 모든 이용자는 대출카드 없이 디지털 콘텐츠와 인쇄물을 이용할 수 있게 되었다. 델리 인도 공과대학도서관 역시 블록체인 서비스를 통해 회원증이 필요 없는 도서관 간 대출 서비스와 디지털 자료 영구 보존 서비스를 제공하고 있다.

Suffolk Cooperative Library System 역시 블록체인을 활용하여 도서관 인증 방식과 프라이버시 보호 및 보안의 강화를 시도하였으며, 자유롭고 개방적인 인터넷 방식의 도서관 서비스 제공하고 있다.

일련의 사례를 통해서 현재 블록체인 기술이 활용되고 있는 도서관 분야를 확인하였으며, 이를 선행연구에서 제안된 활용 방안을 비교하여 블록체인 기술의 도입 영역을 파악하였다(〈표 1〉 참조).

현재 도서관 분야에 적용되고 있는 블록체인 기술의 특징은 다음과 같다. 첫째, 현재 도서관에서는 데이터 저장 및 보존, 정보에 대한 권리·소유권 증명, 이용자 인증, P2P 정보 거래 플랫폼 제공 측면에서 블록체인이 활용되고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 메타데이터, 도서 등의 도서관 정보, 이용자 정보와 같이 도서관의 근간을 이루는 기본 정보의 축적 환경이 블록체인 기반 시스템으로 변화하고 있음을 알 수 있다. 셋째, 선행연구에서 제안하고 있는 블록체인 활용방안에서는 도서관/대학의 네트워크 연결, 센터 및 조직 간의 파트너십 촉진 등을

〈표 1〉 선행연구 내 블록체인 적용 방안과 도서관 분야의 블록체인 활용 사례 비교

선행연구 내 블록체인 적용 방안	도서관 분야의 블록체인 활용 사례
무허가 메타데이터 시스템 구축	적용중(OCLC 등)
디지털 저작물 최초판매권(Digital First Sale Rights) 보호	적용중(도서관 간 컨소시엄 구성 등)
디지털 콘텐츠의 검증	-
인증 시스템	적용중(성균관대학교 삼성학술정보관 등)
도서관/대학의 네트워크 연결	-
커뮤니티 기반 컬렉션 지원	적용중(북스온.미 등)
디지털 P2P 공유플랫폼 호스트	적용중(LibChain 등)
센터 및 조직 간의 파트너십 촉진	-
기술 교육에 대한 배지 제공	-
미래 도서관	-

제안하고 있는데, 실제 적용 사례의 경우 상대적으로 개별 도서관에 국한된 블록체인 서비스만을 제공하고 있음을 알 수 있다. 그 외에도 도서관 프로그램, 교육 영역 등에서는 블록체인 기술의 활용은 쉽게 찾아 볼 수 없었다.

이처럼 도서관 분야의 활용 사례만을 토대로 블록체인의 적용 범위나 방안을 다양화하는 데에는 한계가 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 블록체인이 활발하게 적용되고 있는 핵심 산업 분야들의 활용 사례를 토대로 도서관의 블록체인 활용방안을 모색하였다.

4.2 타 분야의 블록체인 활용 사례

암호화폐로부터 시작된 변화의 물결은 금융 산업을 넘어 각 산업에서 블록체인 기술의 활용방안을 모색하고 있다. 도서관 분야에 블록체인 기술을 다양한 형태로 응용 및 적용하기 위해서는 현재 블록체인 기술이 활발하게 적용되고 있는 산업 분야의 사례를 살펴보고, 적용 범위와 방안을 확대할 필요가 있다. 이를 위하

여 본 연구에서는 블록체인의 대표적인 활용 분야라고 할 수 있는 금융, 물류·유통·제조, 의료 및 헬스케어, 사회·문화, 환경, 공유경제, 미래 산업, 공공 분야의 블록체인 활용 사례를 분석하였다.

4.2.1 금융 분야

금융 분야에서는 세계 주요 은행들을 중심으로 관련 기업, 연구소 등과 제휴를 맺고 블록체인 기술 개발에 많은 투자를 하고 있다(과학기술정보통신부, 2018). 블록체인에 저장된 내용을 불가역적 상태로 유지할 수 있다는 특징과 거래 비용 절감 효과는 금융 분야의 블록체인 활용성을 높여주고 있는 것으로 보인다. 활용 방향의 경우 금융 거래에서부터 증권, 무역, 암호화폐를 이용한 파생금융상품 등의 금융 서비스에 이르기까지 블록체인을 응용한 다양한 플랫폼이 개발되고 있다. 또한, 블록체인 기술을 기반으로 한 신개념 보안 솔루션, 송금시스템 등에 대한 실용화를 추진하고 있다(〈표 2〉 참조).

〈표 2〉 금융 분야의 블록체인 활용 사례

적용 방안	사례	도서관 적용 방안
<ul style="list-style-type: none"> 인사, 채용, 입찰 등의 운영 시스템에 블록체인 기술 도입 	<ul style="list-style-type: none"> 기업은행, 한진 KDN 등 	<ul style="list-style-type: none"> 도서관 사서·알바·자원봉사·강사 등의 채용 또는 인사 시스템
<ul style="list-style-type: none"> 블록체인과 연동하여 공동인증서를 대체하는 디지털 캐시, 생체 인증 서비스 제공 	<ul style="list-style-type: none"> KEB 하나은행 등 	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 신원(키)을 기반으로 한 도서관 이용자 정보 저장 및 인증 기능
<ul style="list-style-type: none"> 장외주식 거래 블록체인 정산 시스템 - 온라인상에서 매수자와 매도자 간에 거래가 발생 시 디지털 서명과 함께 거래가 체결됨 	<ul style="list-style-type: none"> KRX Startup Market(KSM) 시스템, OMX그룹 등 	<ul style="list-style-type: none"> 자동화된 시스템을 통해 업무 효율화 도모 가능
<ul style="list-style-type: none"> 금융기관 협의체들은 블록체인을 적용하여 제3의 중개기관을 거치지 않고 환전 가능 	<ul style="list-style-type: none"> Enterprise Ethereum Alliance(EEA) 등 	<ul style="list-style-type: none"> 중개기관 간소화로 인한 도서 구매와 공유 효율성 제고
<ul style="list-style-type: none"> 사용자에 의하여 한 번 기록된 개인정보는 금융사로 전송되어 블록체인상에 기록되며 모든 금융사에 공유됨 	<ul style="list-style-type: none"> 금융투자협회의 체인아이디, 전 국은행연합회의 BankSign 등 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인을 활용한 인증 서비스 제공 기관별로 인증서를 등록할 필요 없음 블록체인 거버넌스를 통한 기관 운영 및 네트워크 효율화

출처: 김진호, 2020: 이두원, 2017 등의 내용 재정리

4.2.2 물류·유통·제조 분야

물류·무역, 유통 및 제조 분야에서는 물품이 해운사, 화주, 항만 등과 같은 수많은 주체를 거쳐 이동하게 된다. 이에 따라 운송 과정에서 문제가 발생했을 때 책임 소재의 확인이 쉽지 않고, 거래 과정이 디지털화되는 단계에서 조작이나 해킹에 대한 우려가 있다. 물류·유통·제조 분야에서 이러한 문제들을 해소하기 위하여 블록체인을 도입함으로써 다음과 같은 이점을 취하고 있다(선화, 2019). 첫째, 데이터의 위·변조 가능성을 차단할 수 있는 블록체인 기술을 바탕으로 안전한 데이터 관리 환경을 마련할 수 있다. 둘째, 절차의 자동화·간소화 측면에서 스마트 계약을 통한 서류 작업과 행정절차 간소화, 업무에 소요되는 비용과 운송 시간 단축, 신용장 개설 및 통지 자동화, 자동 거래 승인 및 대금 정산 등의 변화가 예상된다. 셋째, 다수의 이해관계자들이 블록체인을 통해 동일한 정보를 실시간으로 공유하여 전체적인 유통 이력과 경로를 기록하고 추적할 수 있다는 특징이 있다. 나아가 IoT를 통해 화물 위치나 상태에 대한 실물 정보와 그에 상응하는 디지털 정보가 연결됨에 따라 네트워크 참여자들은 IoT로 수집된 데

이터의 이동 전 과정을 실시간으로 모니터링하여 가시성과 투명성을 확보할 수 있다. 넷째, 중간 과정에서 문제가 발생할 때 책임소재를 명확히 밝힐 수 있고, 단일 상품뿐만 아니라 부정 사용자와 전반적인 프로세스를 투명하게 관별·관리하여 상품의 신뢰를 확보할 수 있다. 다섯째, 물류 시스템 전체를 하나의 프로세스 안에서 데이터를 분석하고 공유하여 데이터 기반의 최적 운영이 가능하다(박영숙, 리안, 함순, 2019). 이 외에도 블록체인을 통한 유통 관리는 생산 지역과 유통 방식을 기록함으로써 윤리적인 소비 문화, 환경 보호, 지속 가능한 생산에도 기여할 수 있다(〈표 3〉 참조).

4.2.3 의료 및 헬스케어 분야

의료 및 헬스케어 분야의 경우 의무기록 전자화에 따른 데이터 보관 문제를 해소하기 위해 블록체인 기술을 기반으로 통합 의료정보 관리시스템을 구현하고 있다. 이를 통해 해킹으로부터 의료데이터의 안전한 원본 보관, 임상시험 정보 투명성 확보, 보험청구와의 연동, 환자 스스로가 자신의 정보를 열람 및 업데이트할 수 있는 환경 마련, 의료기관 간 정보 공유

〈표 3〉 물류·유통·제조 분야의 블록체인 활용 사례

적용 방안	사례	도서관 적용 방향
<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 기반 물류 시스템을 통해 상품 정보, 컨테이너 화물 위치 추적 및 관리 체계 구현 	<ul style="list-style-type: none"> APL Ltd의 블록체인 기반(해상) 운송 플랫폼, 삼성 SDS의 기업형 블록체인 Nexledger, SK(주) C&C 블록체인 물류 서비스, 트레이드랜즈(Maersk와 IBM), B2C 쇼핑몰 터플과 물류 기업 차이나오 등 	<ul style="list-style-type: none"> 투명한 관리 및 추적 가능한 모니터링 기능
<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 플랫폼을 활용하여 재배/사육 과정, 생산-가공-배송-유통 등 전 과정에서 발생하는 모든 데이터를 단계별로 입력·저장·공유·추적·관리할 수 있는 체계 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 월마트의 블록체인 기반 식품이력 관리 시스템(중국 칭화대학교-IBM), ZhongAn Technology의 양계 모니터링 시스템, 블록체인 기반 소고기 유통 시스템(중국 징둥 JD.com)-호주의 InterAgri) 등 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 기반의 데이터 플랫폼 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 계약을 디지털 자동화를 통해 업무 및 관리의 효율성 증진 - 이해관계자들 간의 실시간 정보 공유

출처: 이두원, 2017; 김승민, 2018; 커넥팅랩, 2019; 한국정보화진흥원, 2018; 노은영, 2018; 김동호, 2018; 이승주, 2018; 신인식, 2018; 오성원, 박수민, 홍승필, 2017; 조경록, 윤성욱, 2018; 한국과학기술기획평가 등의 내용 재정리

와 의료진담체계 강화에 따른 시간 및 비용 감소 등을 기대하고 있다(전부현, 2019). 실례로 필립스는 환자 의료 기록을 블록체인화함으로써 병원관리비용을 줄이는 동시에 고객 접근가능성을 높이는 환자기록 관리 솔루션을 연구 중이다(〈표 4〉 참조).

4.2.4 사회 및 문화 분야

사회·문화 부문에서는 창작자와 사용자를 직접적으로 연결하고, 저작권 그 자체를 증명하는 시스템으로 블록체인 기술을 활용하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 예술 산업은 작품의 창작자가 누구인지, 소유권이 누구에게 있는지와 같은 지적재산권, 작품 출처 관리의 정확성과 소유권, 거래의 투명성 확보 등이 중요한 이슈에 해당된다. 블록체인은 이러한 예술 산업의 특수성을 고려하여 예술작품의 출처관리와

소유권 등의 지적재산권 문제를 해결하는데 유용한 플랫폼으로 주목되고 있다(강경아, 이경현, 2019). 또한, 사진, 음원 및 콘텐츠 산업에 있어서도 블록체인을 도입하여 산업 내 저작권 침해 문제를 방지하고, 유통·수익구조에 근본적인 변화를 가져올 수 있을 것으로 기대하고 있다. 이러한 예로 영국 가수 이머진 힌은 중개기관이 없는 블록체인 기반의 플랫폼에서 음반을 발표하였고, 이를 통해 아티스트와 대중이 직접적으로 연결됨에 따라 중개 수수료를 없애는 동시에 저작물 유통분야 혁신을 도모했다(〈표 5〉 참조).

4.2.5 환경 및 에너지 분야

환경 및 에너지 분야에서는 블록체인의 활용 방향을 크게 기후 변화, 생물 다양성 및 보존, 건강한 바다, 물 안보, 맑은 공기, 기상 및 재해

〈표 4〉 의료 및 헬스케어 분야의 블록체인 활용 사례

적용 방안	사례	도서관 적용 방향
<ul style="list-style-type: none"> • 헬스케어 데이터의 안전한 수집 및 거래 <ul style="list-style-type: none"> - (병원, 연구기관, 기업 등) 연구, 진료, 헬스케어 관련 상품 개발에 도움이 될 수 있는 데이터 습득 - (개인) 플랫폼을 통해 제휴된 병원 진단 정보, 유전자 정보, 웨어러블 기기로 확보한 생체 정보 등을 활용하여 개인에게 최적화된 의료 및 헬스케어 서비스 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 마이23헬스케어, 헬스케어 데이터 플랫폼 알파콘 네트워크 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 고객 행동 분석 기반 맞춤형 서비스 제공 기능 - 수집 데이터를 통해 추천 서비스 제공, 마케팅에 활용 가능
<ul style="list-style-type: none"> • 고객 동의를 거쳐 가입한 모든 보험계약 정보를 한 번에 조회해 보장 내역을 분석 및 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 교보생명의 블록체인 기반 스마트 가족 보장 분석시스템 등 	
<ul style="list-style-type: none"> • 운송 차량, 화물 컨테이너의 센서 데이터를 활용하여 운송 보험의 가격 책정과 리스크 평가를 개선 • IoT기기인 GPS 기반 추적 장치, 센서 데이터 등을 활용하여 보험사는 고객의 주행거리, 운전 습관, 엔진 상태 등을 점검하고, 수집 정보를 차량 소유자의 애플리케이션으로 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 미국 자동차 전문 보험회사 Metromile 등 	
<ul style="list-style-type: none"> • 의약품의 생산·유통·운송·보관·판매에 아우르는 모든 단계에서 블록체인 기술 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 블록체인을 의약품 유통에 도입하여 의약품의 완전한 원산지 추적 가능 - 의약품의 제조 단계에서 고유 ID가 부여되어 소비자가 구매할 때 QR코드/바코드로 진품 여부를 확인할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 정동닷컴의 Medicine Open Tracking Solution, 인도 정부의 싱크탱크인 NITI Aayog, 美 화이자, MediLedger 프로젝트 등 	

출처: 커넥팅랩, 2019; 이두원, 2017 등의 내용 재정리

〈표 5〉 사회 및 문화 분야의 블록체인 활용 사례

적용 방안	사례	도서관 적용 방향
<ul style="list-style-type: none"> • 음악 산업에 불필요한 중개자들을 거치지 않고 아티스트들이 직접 콘텐츠를 관리할 수 있는 환경을 마련하여 창작자의 수익과 권리를 보호함 	<ul style="list-style-type: none"> • Ujo Music, 블록체인 플랫폼 Mycelia 프로젝트, Muzika 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 중개기관 간소화로 인한 도서 구매와 공유 효율성 제고
<ul style="list-style-type: none"> • 암호화폐 Level Up Coin를 기반으로 스트리머는 아프리카 TV의 별풍선이나 유튜브의 구독 모델처럼 시청자에게 암호화폐를 기부받을 수 있음 • 특정 게임 퍼블리셔의 광고를 유지하거나 방송 중 게임 아이템 구매 링크를 제공해 해당 링크에서 발생하는 구매량과 연계하여 수익을 게임 퍼블리셔와 나뉘 가질 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • e스포츠 스트리밍 플랫폼 play2live 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 공유플랫폼 제공 기능
<ul style="list-style-type: none"> • 공간 소유주와 아티스트 간 매칭, 공연 기획/프로모션, 티켓팅 등 공연 관련 all-in-line 서비스 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • Tixet 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 도서관 공간 대여 플랫폼
<ul style="list-style-type: none"> • 자체 플랫폼 내 저작권 이슈뿐 아니라 외부 웹페이지에 존재하는 이미지나 텍스트들을 긁어모으는 크롤링 방식으로, 외부에서 대상 이미지가 사용된 기록까지 수집해 불법적으로 사용되고 복제되는 이슈를 수시로 확인 가능 - 신원이 인증된 사용자가 플랫폼에 업로드하는 이미지에 타임스탬프를 부여하고, 분산원장에 해당 기록을 저장해 위·변조를 막음 - 동일 이미지를 다른 사용자가 업로드하게 되면, 각각의 시간 기록을 대조해 원본 여부 판단 - 이미지 사용 시 원저작권자에게 자동으로 암호화폐 지급 	<ul style="list-style-type: none"> • Kodak One(사진 콘텐츠 유통 플랫폼), 중국 Baidu(이미지 저작권 시스템), Totem 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 블록체인 기반 디지털 콘텐츠 관리 및 보호 기능 • 지적 재산권 등록
<ul style="list-style-type: none"> • 물리적인 자산의 일부를 블록체인 상에 가상화하여 저작권을 작은 단위로 분할하고 소비자들에게 매매함 - 소비자들 사이에 거래가 일어남 	<ul style="list-style-type: none"> • IAMA Coin 프로젝트 	
<ul style="list-style-type: none"> • 저작권 투자 및 후원을 통한 경제적 이득 창출 	<ul style="list-style-type: none"> • 저작권 투자 플랫폼 musicoin, SOMESING 등 	
<ul style="list-style-type: none"> • 화상 회의 거래 - 신뢰할 수 있는 검증을 위해 공개 블록체인에 기록되고, PayPal 또는 암호화폐를 통해 지불이 이루어짐 • 이용자는 웹 브라우저를 통해 접속한 특정 웹페이지 내 정보의 신뢰성을 파악할 수 있음 - 참여자는 각각의 부정행위를 감시하고, 부여된 역할과 목표를 달성할 경우에 코인을 리워드로 받음 	<ul style="list-style-type: none"> • 베오울프의 원격 학습 플랫폼인 Victoria, Tutor Ninja(개인 과외 서비스) 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 블록체인 기반 온라인 개방형 학습플랫폼
<ul style="list-style-type: none"> • (블록체인 저널리즘 플랫폼) 참여자들이 뉴스를 생산·소비할 수 있는 스마트 컨트랙트 기반의 뉴스플랫폼 - 콘텐츠의 최초 작성, 변경, 유통 등 모든 히스토리가 블록체인 상에 기록으로 남음 - 독자는 암호화폐로 블록체인 플랫폼에 업로드된 콘텐츠를 구매·구독할 수 있으며, 이 외에 사실 확인 기능을 통해 콘텐츠에 영향을 미칠 수 있음 - 팩트 체크나 수정 내용은 해당 기자의 평판과 정확도 정보에도 영향을 미침 	<ul style="list-style-type: none"> • 블록체인 기반의 글로벌 크라우드 소싱 플랫폼 예인 Trive 등 	
<ul style="list-style-type: none"> • (블록체인 저널리즘 플랫폼) 참여자들이 뉴스를 생산·소비할 수 있는 스마트 컨트랙트 기반의 뉴스플랫폼 - 콘텐츠의 최초 작성, 변경, 유통 등 모든 히스토리가 블록체인 상에 기록으로 남음 - 독자는 암호화폐로 블록체인 플랫폼에 업로드된 콘텐츠를 구매·구독할 수 있으며, 이 외에 사실 확인 기능을 통해 콘텐츠에 영향을 미칠 수 있음 - 팩트 체크나 수정 내용은 해당 기자의 평판과 정확도 정보에도 영향을 미침 	<ul style="list-style-type: none"> • Civil(뉴스 플랫폼) 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 신뢰성을 확보한 P2P 플랫폼 마련
<ul style="list-style-type: none"> • 이용자들은 자신의 스티밋 블로그에 글을 업로드하거나, 댓글 작성, 추천 공유 등을 통해 다른 사람들이 작성한 콘텐츠의 가치 시술에 참여할 수 있음. 콘텐츠에 대한 보상이 코인으로 주어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 스티밋, 디튜브 등 	
<ul style="list-style-type: none"> • 콘텐츠 제공 사업자들은 트래픽의 부담을 완화하기 위한 방안으로 블록체인 기반의 IoT를 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 슬리버TV, Theta 블록체인 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 기관 간, 이용자 간 공유 플랫폼 구축

출처: 이두원, 2017; 커넥팅랩, 2019; 전병민 외, 2017; 선양우, 2019; Deloitte, n.d.; Beowulf Blockchain, n.d. 등의 내용 재정리

복구 성능 등의 6가지 분야로 제안하고 있다 (PwC, 2018). 구체적 활용방안으로는 분산형 기상 센서를 통해 수집된 데이터를 블록체인 기반 시스템에 안전하게 축적하거나, 에너지 거래정보를 분산원장에 공유하여 전력공급자와 소비자들 간 또는 이웃 간에 전력을 자동 거래할 수 있는 환경을 마련하고 있다. 이처럼 블록체인 기반의 에너지 거래는 참여자간 투명한 전력거래를 가능하게 하며, 동시에 스마트 컨트랙트로 복잡한 거래 인증절차를 간소화할 수 있다. 이외에도 공유 문화 확산, 에너지 소비 절감, 거래 비용 감소 등의 효과를 기대할 수 있다 (<표 6> 참조).

4.2.6 미래 산업 분야

최근 많은 회사들은 P2P 방식으로 사물인터넷 네트워크를 구현하고 있다. 이는 중앙집중형 네트워크의 경우 수십억에 이르는 수의 사물을 연결해 관리하는 비용 문제, 서버 고장 시 단일 서버에 연결된 기기들이 일괄적으로 사용 불가능한 안정성 문제 등과 같은 근본적인 한계점들을 가지고 있기 때문이다. 이처럼 네트워크 구현 비용을 낮추면서 안정성을 높이기 위한 방법으로 블록체인 기술이 대두되고 있으며(이두원, 2017), 기술적인 문제 해결 외에도 전 세계 정부에서 사물인터넷과 블록체인 기술의 융합을 주목하는 이유는 정부와 국민 간의

<표 6> 환경 분야의 블록체인 활용 사례

적용 방안	사례	도서관 적용 방안
<ul style="list-style-type: none"> 기후행동을 위한 블록체인 기반의 투표 플랫폼 제공 	<ul style="list-style-type: none"> Polys 등 	<ul style="list-style-type: none"> 투표를 통한 의견수렴 가능
<ul style="list-style-type: none"> (블록체인 기반 환경 데이터 수집 시스템) IoT, 블록체인, 첨단 센서 플랫폼, 예측 AI 분석 등을 활용하여 실시간 자연재해 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> - 각종 센서를 기반으로 건물의 대기오염도, 강수량, 지진, 해수면 변화, 수질 지표 pH 수준 등을 감지 및 측정함 - 블록체인에 데이터를 저장·관리 할 수 있음 - 저장된 데이터는 날씨 예측 등으로 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> Fishcoin(pH 수준), Filament developed The Tap, and AirBie Blue(대기오염) 등 	<ul style="list-style-type: none"> 센서를 통해 수집된 대량의 데이터를 블록체인에 저장 및 관리 가능 - 예: 건물 환경 관리 등
<ul style="list-style-type: none"> 스마트 분산형 센서는 공기 중의 메탄 레벨을 조기에 검출 및 감시하여 메탄을 줄일 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> IBM 등 	
<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 기반 플랫폼으로 농가가 사용하는 살충제, 사용 빈도, 사용 위치, 농경지의 농약 사용 기록 등을 기록 가능 <ul style="list-style-type: none"> - 현장 센서는 토양 품질, 현장 적용성, 날씨, 농법 등에 대한 데이터를 수집하고, 블록체인 데이터 원장을 통해 접근 가능 	<ul style="list-style-type: none"> Ripelo's blockchain-based platform 등 	<ul style="list-style-type: none"> 시민, 정부 등 누구나 접근 가능한 방식으로 시기 적절한 정보를 제공
<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 기반의 모바일 앱을 활용하여 재활용 폐기물을 토큰으로 교환하거나, 폐기물을 올바르게 분류하여 코인을 획득할 수 있음. 해당 토큰으로 상품과 서비스로 교환 가능 	<ul style="list-style-type: none"> RecycleToCoin, the Recereum platform 등 	
<ul style="list-style-type: none"> 실시간으로 오염 데이터를 감지할 수 있는 장비를 보유·설치한 사람들이 수집된 데이터를 저장하고 수익화할 수 있는 분산형 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> the livestreaming data platforms Streamr and Smart Citizen, households 등 	<ul style="list-style-type: none"> 기관 간, 이용자 간 공유 플랫폼 구축 인센티브 시스템 - 용도에 따라 토큰 도입
<ul style="list-style-type: none"> 태양광 패널을 설치해 전기를 생산하는 사람들과 전기요금 부담이 큰 이웃들 간에 전력거래와 전기차 충전이 가능한 블록체인 기반 서비스 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 미국의 SolarCoin, 영국의 Energi Mine, 과학기술정보통신부와 한국전력공사 등 	

출처: PwC, 2018 등의 내용 재정리

투명한 소통, 각종 정보 관리비용 절감, 경제활동 주체 간 수평적인 정보교류, 해킹 방지 등이 가능하기 때문이다(〈표 7〉 참조).

4.2.7 공공 분야

국가 차원에서 공정성을 요하는 다양한 공공서비스에 블록체인 기술이 적용되고 있다. 대표적 활용방안으로 디지털 계약, 전자신분증, 전자투표(여론조사, 선거), 세금 납부, 계

약 인증, 신원 확인 서비스, 우편 서비스, 토지 대장 및 주택관리, 군사기밀 송·수신, 공공 증빙 문서의 발급과 전송 등이 있다. 공공 분야에 블록체인을 활용함으로써 중앙 서버 공격으로 인한 위·변조 가능성을 해소하고, 네트워크 참여자가 암호화된 기록을 공유하여 데이터의 무결성, 투명성, 신뢰성 등을 보장한 공공서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대하고 있다(〈표 8〉 참조).

〈표 7〉 미래 산업 분야의 블록체인 활용 사례

적용 방안	사례	도서관 적용 방안
<ul style="list-style-type: none"> IoT 디바이스에 대한 생애주기별 관리를 통해 자동차 라이프사이클 확인 	<ul style="list-style-type: none"> Vehicle Lifecycle Blockchain 	<ul style="list-style-type: none"> AI, IoT 등 4차 산업혁명 신기술과의 융합 블록체인 기반 IoT 데이터 추적 및 관리 기능 수집 데이터를 통한 생애주기별 서비스 제공
<ul style="list-style-type: none"> 차량 내 탑재한 IoT 디바이스로 수집한 주행 정보 외 다양한 정보의 거래 환경을 만들고, 보상으로 얻은 데이터 코인을 활용해 도로 교통 정보를 비롯한 데이터 구매 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 큐브 인텔리전스, 스위스 스트리머 등 	
<ul style="list-style-type: none"> 블록체인을 적용한 인공지능 스피커 <ul style="list-style-type: none"> AI 체인 리워드 프로그램을 적용해 사용자가 인공지능 스피커를 자주 사용하거나 인공지능 스피커가 제공하는 음성 광고를 들어 인공지능의 음성음식 기능을 발전시키는데 도움을 주면 AI 포인트를 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 중국 모바일 소프트웨어 업체, 치타 모바일 	

출처: 이두원, 2017: 커넥팅랩, 2019 등의 내용 재정리

〈표 8〉 공공 분야의 블록체인 활용 사례

적용 방안	사례	도서관 적용 방안
<ul style="list-style-type: none"> 의견수렴에 블록체인 기반의 전자투표 방식 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 에스토니아의 e-Estonia, 스페인의 Agora Voting, 호주의 Neutral Voting Bloc(NVB), 전자투표, 경기도 따복 공동체, 미국의 텍사스주 자유당·유타주 공화당 대선후보 선정, ITTONION 플랫폼 등 	<ul style="list-style-type: none"> 투표를 통한 의견수렴 기능
<ul style="list-style-type: none"> 블록체인에 정부 문서, 공문서 정보, 인증서 등을 저장하여 전자화시키고, 국내은행-외교부-재외공관 - 해외국가 등 관련 기관과 실시간으로 공유하여 공증된 문서의 발급내용을 확인하는 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> 두바이 정부, 외교부의 블록체인 기반 재외공관 공증 발급체계 구축 등 	<ul style="list-style-type: none"> 블록체인 거버넌스를 통한 기관 운영 및 네트워크 효율화
<ul style="list-style-type: none"> 디지털 여권 심사 시스템 도입 <ul style="list-style-type: none"> 오프라인에서 발급된 여권, 운전면허증 같은 개인정보를 블록체인과 FIDO(Fast Identity Online) 기반 생체 인증으로, 안전하고 편리하게 디지털 신분증 서비스를 이용할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 두바이 국제공항의 블록체인 기반 여권 심사 시스템(영국 오브젝트테크와의 계약), 딜로이트의 블록체인 기반 Smart ID 플랫폼, 뉴욕시 저소득층과 노숙자 지원을 위한 블록체인 기반 앱 'Fummi' 프로젝트, Raon Secure의 블록체인 기반 개인정보 서비스(InfoWallet) 등 	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 신원(키)을 기반으로 한 이용자 기록 저장 및 인증 기능

출처: 커넥팅랩, 2019; 이두원, 2017; Macaulay, 2018 등의 내용 재정리

5. 도서관에서의 블록체인 활용방안

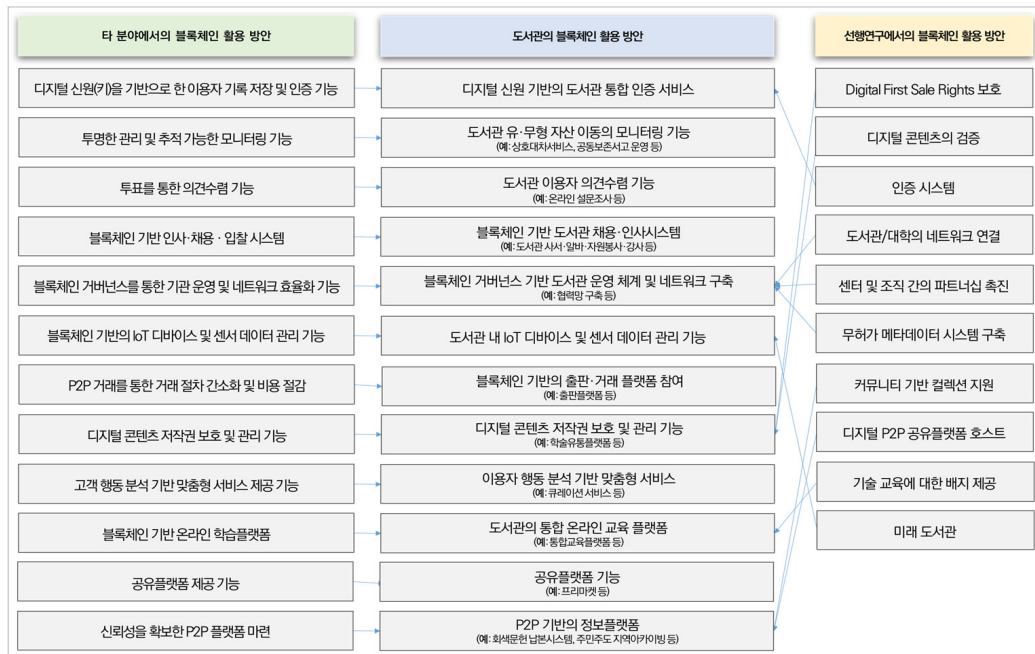
블록체인 기술은 도서관에 어떻게 도입 및 활용될 수 있는가? 현재 도서관에서는 디지털 인증과 연계 서비스, 정보 저장 및 관리 부문을 중심으로 블록체인 기술 도입이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 다양한 산업 분야에서 블록체인 기술을 적용하고 발전시킨 사례들을 분석하여, 도서관 분야에서 주목할 만한 잠재적 기회를 탐색하고 활용방안을 제안하였다(〈그림 1〉 참조).

5.1 도서관 업무 분야의 블록체인 활용방안

5.1.1 디지털 신원 기반의 도서관 통합 인증 서비스

블록체인의 첫 번째 활용 방향으로 디지털 신

원을 기반으로 한 이용자 기록 저장 및 인증 기능이 있다. 기존 활용 사례에서 블록체인 기술은 개인정보 관리, 프라이버시 보호 및 보안, 인증 분야에 적용되고 있는 것으로 나타난다. 블록체인을 기반으로 한 디지털 인증은 개인정보 보안성을 강화하는 동시에, 한 번 발급받은 인증서를 다른 기관에 추가 등록하지 않아도 사용이 가능하다. 또한, 전화번호, 주소 등과 같은 개인정보뿐만 아니라 사용자의 생체 정보를 추가한 디지털 신분증으로 더욱 간편하고 안전한 인증과 활용성 강화가 가능하다. 특히 활용성 확대 측면의 사례로, 행정안전부의 모바일 공무원 증은 기관 출입 기능 외에도 스마트워크센터 이용, 국립세종도서관 등과 같은 지역 서비스 활용에 사용되며, 공직자통합메일, 온라인 공무원 전자결재시스템을 포함한 업무 시스템 로그인,



〈그림 1〉 도서관 분야의 블록체인 기술 활용방안 모색

제증명서 발급 및 제출 등 온·오프라인 전반에 걸쳐 사용될 수 있다.

도서관 역시 블록체인을 기반으로 한 디지털 신원을 통해 도서관 이용자 기록 저장 및 인증 기능을 활용할 수 있을 것을 보인다. 기존 선행 연구에서도 블록체인 기반 인증 서비스를 활용 방안 중 하나로 언급하고 있는데, 도서관 이용자들은 등록 도서관과 관계없이 모든 네트워크 참여 도서관에서 대여가 가능하고 무단 액세스에 대한 처리와 관리가 가능하다고 설명한다(San Jose State University(SJSU) iSchool, n.d.).

이 같은 기능은 현재 블록체인을 활용하고 있는 국내외 도서관들이 가장 우선적으로 도입하고 있는 서비스에 해당한다. 산호세 주립 정보대학원 도서관, Suffolk Cooperative Library System, 성균관대학교 삼성학술정보관 등은 블록체인을 기반으로 한 신분 인증 서비스를 통해 도서관 인증 방식과 개인정보 보호 및 보안의 획기적 강화를 시도하였다.

현재 도서관은 통합도서관회원증을 통해 이용자들의 회원증 중복 발급에 따른 불편함과 비용 문제를 해결하고 도서관 가입과 서비스 이용 편의성을 증진시키고 있다. 블록체인을 기반으로 한 도서관 통합 인증 서비스 활용 시 다음의 이점이 기대된다. 첫째, 도서관 간의 통합된 인증 기능을 넘어 지역 서비스 활용으로 확대될 수 있다. 예를 들어 기존 서비스와 마찬가지로 하나의 회원증으로 전국 도서관의 서비스 이용과 기관 출입이 가능하다는 점 외에도, 지역 서비스 활용, 도서관 홈페이지 및 각종 온라인 서비스 로그인 등 온·오프라인 모두에서 사용될 수 있다. 둘째, 블록체인 기반의 도서관 통합 인증 서비스는 이용자 정보나 도서관 서비스 이용 기록

을 분산원장에 암호화하여 기록하기 때문에 위·변조가 불가능한 저장 및 관리 환경을 제공한다. 또한, 네트워크 참여 도서관들 모두에게 공개되어 도서관 이용 데이터를 실시간으로 확인 가능하다는 점에서 진정한 의미에 통합도서관회원증을 구현 및 마련할 수 있다. 셋째, 도서관 내 사서 및 직원들의 인증 서비스에서는 기관 출입 기능과 함께 공직자통합메일, 온라인 공무원 전자결재시스템 등을 포함한 업무시스템 로그인, 제증명서 발급 및 제출 등의 기능을 적용할 수 있을 것으로 보인다.

5.1.2 도서관 유·무형 자산 이동의 모니터링 기능

탈중앙화, 보안성, 투명성, 스마트 컨트랙트 등과 같은 블록체인의 기술적 특징을 바탕으로 공급과 관리 효율화를 도모할 수 있다. 이러한 기능은 타 분야 사례 중에서도 특히 물류와 유통 부문에 적용되면서 자산 추적 기능의 발현, 상품에 대한 신뢰성과 소비자의 안전 보장, 효율성 향상, 비용 절감 등의 긍정적인 효과가 나타나고 있다. 이처럼 블록체인은 기존 방식과 달리 유무형의 자산이 유통되고 이동하는 과정에서 발생하는 데이터를 블록체인 상에 기록해 모든 이해관계자들이 정보를 실시간으로 공유할 수 있는 투명한 환경을 마련한다. 또한, 불변성을 기반으로 제품의 원산지, 유통 이력, 배송 과정, 보관 상태를 비롯한 정보들을 추적할 수 있어 진품 여부, 제품의 안전, 유통 과정 등의 신뢰를 확보해 준다. 그 외에도 상호 동의된 합의 프로토콜 하에 진행된다는 점과 단순한 거래 정보뿐만 아니라 물리적인 자산도 디지털 정보화시켜 관리·감독하기 용이하고 위·변조로부터 안전한 형

태로 저장된다는 것이 특징이다.

따라서 블록체인 기반의 자산 추적 기능을 활용하여 도서관 역시 도서관과 도서관 간, 도서관과 이용자 간 유·무형의 자산 이동이 이루어지는 서비스에 블록체인 기술을 적용할 수 있을 것으로 보인다. 예를 들어 도서관 내 자산의 이동이 이루어지는 경우인 상호대차시스템, 공동보존서고 운영, 무인 대출반납기 등에 관련 시스템을 벤치마킹하면 전 과정에서의 투명한 모니터링이 가능하고, 도서관의 자산을 안전하게 공유하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 보인다.

또한, VLB(Vehicle Lifecycle Blockchain)의 사례와 같이 개별 도서의 라이프사이클을 추적·관리할 수 있는 시스템으로 활용될 수 있을 것으로 보인다. 예를 들어 하나의 도서가 출판되어 공동보존서고로 이동하는 과정을 설명한다면 모든 유형의 도서관, 각종 정보기관, 공공기관 등이 참여자가 되며 이들 각각이 노드가 된다. 출판사 및 도서관은 주요 정보들을 블록체인망에 입력하고, 개별 도서에는 이러한 내용을 담은 QR코드를 부착하여 도서관으로 보낸다. 도서관 역시 해당 QR코드로 도서를 관리할 수 있다. 공동보존서고 또는 기증/재활용 등의 도서 이동 내역을 블록체인에 입력하며, 이관 시 파오손, 훼손에 대한 수선, 탈선처리, 필요에 따라 매체변환 등에 대한 검정작업 내역 또한 블록체인에 입력할 수 있다. 일련의 과정 속에서 도서에 QR코드를 부여하여 폐기, 공동보존서고 등의 이동을 추적할 수 있다. 해당 네트워크에 참여한 도서관들은 서비스를 사용하는 이용자로서도 기능을 하며, 블록체인 상에 등록된 모든 정보를 공유할 수 있어 별도의

협력 절차가 간소화될 수 있다. 또한, 이용자들은 모바일 애플리케이션 서버를 통해 블록체인 네트워크에 접속하여 필요한 정보를 얻을 수 있고, QR코드 인증을 통해 해당 도서 이용률, 선호도 등 다양한 정보와 연계 서비스를 이용할 수 있을 것으로 보인다.

5.1.3 도서관 이용자 의견수렴 기능

기존 전자투표시스템은 중앙에서 관리 및 통제가 이루어져 제어가 용이하지만, 중앙 서버가 해킹 한 번으로도 위·변조될 위험이 있고, 집중된 정보를 보호하기 위해 고가의 보안 장비가 필요하다. 반면 블록체인 기반 투표시스템은 분산원장으로 참여자 모두가 같은 정보를 공유함으로써 해킹이나 조작이 사실상 불가능하다는 이점이 있다. 이와 동시에 기본적인 투표의 기밀성과 유권자의 프라이버시 보장이 가능하다.

도서관은 시민의 요구에 부응하는 도서관 서비스를 제공하기 위하여 다양한 계층의 이용자의 요구와 관심사를 파악해야 한다. 조사된 이용자들의 요구는 프로그램 운영, 도서관 정책, 장서개발, 도서관 이용 환경, 서비스 등을 개선하는데 적극 활용할 수 있다. 해당 업무를 강화하기 위하여 도서관에서는 블록체인 기반 전자투표시스템을 벤치마킹하여 이용자들의 만족도, 수요도 조사를 실시할 수 있다. 기존에 도서관에서 수행하는 온·오프라인 설문조사에 비하여 블록체인 기반의 설문조사시스템은 다음의 장점들이 예상된다. 첫째, 코로나19로 인한 대면조사의 어려움을 해소하고, 홈페이지, 앱 등과 같이 도서관의 온라인 서비스만을 이용하는 도서관 이용자나 잠재적 이용자에게 대한 설문조사가

가능하다. 둘째, 블록체인은 암호화된 시스템으로 기존 서비스에 비하여 높은 안전성과 투명성이 보장된다. 셋째, 코인의 선택적 활용을 통해 설문조사에 응답하는 시민들에게 인센티브를 제공하는 등 적극적인 유인책으로 활용할 수 있다. 넷째, 모든 설문 과정과 내용이 공개된다는 점에서 도서관 간의 설문 결과와 성과 평가 및 만족도 조사 지표를 공유할 수 있을 뿐 아니라, 이용자들이 실시간으로 설문결과를 공유할 수 있다는 점에서 그 의미를 가질 수 있다.

5.1.4 블록체인 기반 도서관 채용·인사시스템

인사평가시스템 운영에 블록체인 기술을 활용하여 인사 운영의 투명성을 더욱 강화하고 있다. 블록체인 인사평가시스템은 승격심사, 승격다면평가, 보직다면평가 등의 기능을 수행할 수 있다. 블록체인 기술의 신뢰성, 보안성을 바탕으로 인사평가 전 과정과 승격자 결정 프로세스 전반을 전산화함으로써 투명한 승격심사 환경 조성과 더불어 업무 효율성 또한 크게 향상될 수 있다(발전산업신문, 2020).

도서관에서 블록체인 기반의 인사·채용시스템을 적용할 경우 프로그램 강사부터 공연자, 자원봉사자 등 광범위한 측면에서의 활용이 가능할 것으로 보인다. 도서관에서 인사·채용시스템 또는 인력 관리 시스템으로서 블록체인 기술을 활용할 때 다음과 같은 이점을 기대할 수 있다. 첫째, 인사담당자의 인적개입을 최소화해 인적오류(Human Error)를 차단하고, 둘째, 수기로 진행됐던 기존 심사방법을 모두 전산화하여 심사위원의 익명성이 철저하게 보장할 수 있다. 셋째, 심사 결과는 자동으로 집계되어 승격 종합평가 명부에 반영되며, 넷째, 데이

터는 블록체인에 분산 저장되기 때문에 위·변조가 불가능하다. 다섯째, 면허, 이전 프로젝트에서 수행했던 내용 등을 블록체인화한다면 새로 옮긴 부서나 도서관에서 새로운 정보를 생성하거나 요청하지 않아도 해당 인력의 정보를 쉽게 확인할 수 있다. 여섯째, 인사 계약 시에도 당사자 간의 계약을 블록체인에 명시하면 위·변조가 불가능해지며 분쟁 소지가 줄어들기 때문에 블록체인을 사규, 계약서에 적용한다면 분쟁 발생 시 사태를 파악하고 조정하기가 쉬워질 수 있다(양정훈, 2018).

5.1.5 블록체인 거버넌스 기반 도서관 운영 체계 및 네트워크 구축

전자문서는 디지털이라는 특징으로 인해 쉽게 사본을 만들고 위·변조할 수 있기 때문에 원본 증명의 문제점과 보안성의 취약점이 있다. 이를 방지하기 위하여 공인전자문서센터를 이용하여 문서 내용과 송수신 여부를 보증 받거나, 전자문서 생성시점에 시점 확인 솔루션을 사용하고 있다(김태환, 2020). 이러한 방안 모두 제3기관에 의존해야 한다는 점에서 해당 기관의 신뢰도에 영향을 받게 되며, 전자문서 생성 시점에 비용이 소요되어 전자문서 활성화를 저해하게 된다. 이를 해소하기 위한 방안으로 국가기록원의 경우 블록체인 플랫폼 서버를 구축하고 새롭게 개발될 모듈을 탑재해 기록물에 대한 무결성 관리와 이관업무를 효율화하려는 계획을 추진하고 있다(심두보, 원재연, 2018). 블록체인 기술은 여타 온라인 시스템과 같이 정보접근체의 시·공간적 제약을 해소할 수 있을 뿐만 아니라 기록의 생산과 이관 과정에 대한 신뢰성을 확보하고, 전자문서의 생산부터 활용까지

전 단계의 무결성을 보장할 수 있다.

이처럼 도서관 분야에서도 블록체인 기술을 활용하여 기관 내 전자문서를 활성화하는 동시에 도서관 운영 및 관리의 디지털화를 도모할 수 있을 것으로 보인다. 나아가 도서관 협력체계와 관련하여 기존 선행연구에서는 도서관이 박물관, 대학, 정부 기관과 긴밀하게 협력하고, MARC 레코드, 권한 제어, 사용자 생성 콘텐츠, 장서관리, 후원자 인증 등을 공유할 수 있는 블록체인 네트워크를 구성할 수 있다고 언급한다(San Jose State University (SJSU) iSchool, n.d.). 블록체인 거버넌스를 통한 도서관 운영이 가지고 있는 이점과 기대효과를 개별 도서관 측면과 도서관 네트워크 측면에서 살펴보면 다음과 같다(김태환, 2020; 심두보, 원재연, 2018; 도요한, 2020). 먼저 개별 도서관 측면에서 첫째, 디지털 데이터 또는 문서의 정보 값들이 변조가 원칙적으로 차단되며, 둘째, 디지털 정보 또는 문서가 공유, 이관될 때 발생하는 문제도 추적 가능하다. 셋째, 도서관 직원이나 이용자들은 공유되는 디지털 정보와 문서에 대해 더 신뢰할 수 있게 되며, 넷째, 오픈소스 블록체인으로 제안하는 시스템뿐만 아니라, 현재 사용하고 있는 시스템에도 쉽게 연동이 가능하므로 디지털 정보 및 문서 활성화에 큰 도움이 될 수 있다. 다섯째, 블록체인 형태의 정보관리 또는 업무시스템을 운영함으로써 부서 간, 도서관 간의 정보 비대칭성을 최소화할 수 있을 것으로 보인다.

도서관 네트워크 측면에서 첫째, 생산 시점부터 디지털 정보와 문서는 네트워크에 참여한 여러 기관에서 실시간으로 확인할 수 있다. 이러한 중앙기관이 없는 데이터 관리 형태는 블

록체인 네트워크에 참여하는 모든 참여자가 동일한 정보를 공유하게 되므로 도서관 간의 협업도 용이해질 수 있다. 뿐만 아니라 실시간 정보 및 문서 공유를 통해 특정 도서관 또는 지역에 국한된 도서관종합발전계획을 넘어 도서관이라는 기관에서 지향할 수 있는 범기관 형태의 정책과 발전 방향을 마련할 수 있을 것으로 보인다. 둘째, 공공기관에서 블록체인 시스템을 기반으로 한 전자문서 관리가 보편화된다면 도서관뿐 아니라 네트워크에 참여한 대학, 유사 기관과의 정보 공유도 용이해질 수 있으며, 나아가 국가 차원에서 전자문서를 더 정교하게 공유할 수 있을 것으로 보인다. 셋째, 접근권한에 따라 손쉽게 정보 또는 자료를 검색하고 열람할 수 있을 것으로 기대된다.

5.1.6 도서관 내 IoT 디바이스 및 센서 데이터 관리 기능

블록체인은 사물인터넷의 잠재력과 활용성 발휘에 기여할 수 있다고 평가된다. 이러한 이유는 사물인터넷 기기 자체의 관리와 더불어 IoT 센서를 통해 수집되는 방대한 정보를 효율적으로 수집·보관·저장할 수 있는 플랫폼으로 블록체인이 제안되고 있기 때문이다. 실제 IoT에서 데이터 및 장치를 보호하기 위한 블록체인 기술사용이 2018년에 2배로 증가하였으며, 전문가들은 이러한 경향에 대하여 앞으로 더욱 증가될 것으로 전망하는 동시에 통신과 트랜잭션을 기록하고 모니터링하는 데 블록체인을 점점 더 많이 사용될 것이라 예측하고 있다(박영숙, 리안, 함순, 2019).

이 같은 사례를 바탕으로 블록체인 기술은 도서관 내 IoT 센서로부터 수집된 다양한 데이터

를 추적·관리하거나, IoT를 기반으로 한 도서관 시스템과 서비스를 관리 및 운영하기 위한 플랫폼으로써 활용할 수 있을 것으로 보인다. IoT를 통해 수집될 수 있는 데이터는 도서관 온도 및 습도, 미세먼지에서부터 장서 점검, 자료 대출 관련 데이터까지 광범위할 수 있다. 특히, IoT 디바이스 적용과 모바일 기반의 다양한 응용 서비스가 도서관계에 선도적으로 이루어지고, 현재 사물인터넷 기술은 장서 점검이나 자료 대출 분야에는 이미 범용화의 단계에 있기 때문에 그 활용성은 더욱 주목된다.

5.2 정보서비스 분야의 블록체인 활용방안

5.2.1 블록체인 기반의 출판·거래 플랫폼 참여

블록체인의 탈중앙화는 단순히 중개자의 역할을 제거하는 것이 아닌 블록체인 기술 자체가 규칙을 엄격히 준수하는 중개자가 되는 것이다(커넥팅랩, 2019). 이를 통해 기존 중개기관의 참여를 최소화함으로써 금전적인 비용, 시간적인 비용 절감 효과를 얻을 수 있다. 대표적 사례로 보험 가입부터 지급이 블록체인 상에서 처리되는 심리스(seamless) 형태의 무인 보험 자동화 시대가 앞당겨질 것으로 전망되고 있다.

이러한 분산 네트워크를 특징을 도서관 분야에 적용한다면, 상업적인 중개기관을 배제하고 이용자와 이용자 간의 공유를 지원하는 플랫폼을 제공하거나, 출판 산업의 혁신을 가져올 수 있을 것으로 기대되고 있다. 무엇보다 도서관 구매력 감소의 원인 중 하나는 현재 출판·유통 구조로부터 발생된다는 점에서 디지털 콘텐츠 형태인 전자책 출판을 통해 원가를 낮추려

는 시도 등이 이루어지고 있다(이상민, 2017). 관련 사례로 퍼블리카(Publica)는 블록체인을 기반으로 도서 출판 및 구매 방식에 혁신을 시도한 전자책 플랫폼이다. 퍼블리카는 블록체인을 통해 구매한 책의 가치를 보장하는 것이 특징이기 때문에 이용자 또는 구매자는 다 읽은 전자책을 타인에게 판매 및 양도할 수 있고, 판매자의 경우 책의 가격 및 판매 부수를 원하는 대로 설정할 수 있다. 판매 부수가 제한되기 때문에 토큰(해당 책 1권의 권리)은 변동할 수 있다. 예를 들어 '1000 카피(copy)로' 설정해 책을 발행했다면, 이 책은 세상에 단 1,000권만 존재하게 되며, 이로 인해 인기 있는 책의 경우 여러 권을 구매해 두면, 가격이 오를 수도 있다. 마치 주식을 발행하고 매매하는 방식으로 책을 통한 투자가 가능해지는 것이다. 또 다른 퍼블리카의 특징은 블록체인으로 구현한 책의 크라우드 펀딩(익명의 다수에게 투자를 받는 자본조달 방식)이다. 이 개념을 퍼블리카는 'BOOK ICO(북 아이씨오)'라 부른다. ICO(Initial Coin Offering)란 블록체인을 기반으로 선행 투자를 받는 기술을 의미한다. 그러나 대체로 기업들은 자사의 플랫폼 지배력을 보존하면서 블록체인 기술을 보완재 성격으로 활용하고 있기 때문에, 블록체인 기반 스마트 보험금 자동 청구의 구축 범위만 보아도 병원서류의 제출 시점까지 한정되며, 보험금 지급 심사와 실제 지급은 또 다른 시스템의 영역에 해당한다. 따라서 도서관이 블록체인 시스템을 활용할 경우 출판사나 유관 기관 등의 외부 인프라 연동 가능성, 활용 규칙에 대한 합의가 이루어져야 업무 자동화 등을 비롯한 완전한 효율성을 기대할 수 있다는 문제가 있다.

5.2.2 디지털 콘텐츠 저작권 보호 및 관리 기능

디지털 환경으로 정보 이용과 제공이 이동함에 따라 디지털 콘텐츠에 대한 무분별한 불법 복제 등의 문제가 고착화되고 있다. 블록체인 시대에는 콘텐츠 저작권이 서비스 상에서 명시될 뿐만 아니라 플랫폼 외부의 웹상에 떠도는 콘텐츠들에 대한 모든 권리가 보호되고 관련 흐름도 감시될 수 있다(커넥팅랩, 2019). 예를 들어 누군가 콘텐츠에 관련된 권한을 사용한다면 네트워크 전체 참여자의 원장에 기록이 남고, 이 기록에 따라 자동적으로 사용료가 차감되어 불법적으로 무료 사용될 수 없게 된다. 뿐만 아니라 블록체인이 위·변조가 어렵다는 특징으로 인해 블록체인을 활용한 저작권 보호 서비스를 제공하고 있다. 그 외에도 중고거래나 콘텐츠 간 가치 이동, 2차 콘텐츠 가치와의 연결 등 새로운 콘텐츠 소비와 유통 행태를 이끌어내고 있다. 이처럼 블록체인 기술은 탈중앙화된 지적 재산권 보호 체계를 구축하여 콘텐츠 생산자의 권익을 보호하고, 분산화된 콘텐츠 배포 및 보호를 바탕으로 새로운 디지털 콘텐츠의 저작권 보호 방법으로 활용될 수 있다.

앞서 살펴본 선행연구와 타 분야 사례를 통해 도서관에서 디지털 콘텐츠의 저작권 이슈와 관련하여 블록체인을 활용할 수 있는 방안을 살펴보면, 첫째, 자율출판이 가능한 블록체인 기반의 전자책 플랫폼을 구축하고, 스마트 컨트랙트를 활용한 블록체인 기반 디지털 저작권 관리 시스템을 구현하여 저작권을 보호하고, 확보하는 수단으로 활용될 수 있다. Hoy(2017), San Jose State University iSchool(n.d.). 등은 도서관에서 블록체인을 디지털 저작권 관리 도구

로서의 활용할 수 있으며, 저자는 실시간으로 디지털 자산에 대한 접근과 사용을 완벽하게 제어할 수 있다고 설명한다. 둘째, 학술정보 심사 및 출판 프로세스 개선에 블록체인 기반 플랫폼을 활용할 수 있다. 블록체인 기술이 저널 출판에 적용되면 저비용, 독립적 검증 방법으로 연구의 신뢰도를 검사하고 확인하는데 적용될 수 있으며, 실시간으로 그 과정을 확인할 수 있어 연구결과를 다른 연구원들이 신속하게 확인할 수 있다는 장점이 있다(Hoy, 2017). 셋째, 다양한 디지털 콘텐츠를 수집·저장·공유할 수 있는 플랫폼을 마련할 수 있다. 블록체인 기반의 사진 콘텐츠 유통 플랫폼 Kodak One, 중국 Baidu의 블록체인 기반 이미지 저작권 시스템, Totem 등은 신원이 인증된 사용자가 플랫폼에 업로드하는 이미지에 스탬프를 부여하고 분산원장에 해당 기록을 저장해 위·변조를 막을 수 있다. 또한, 자체 플랫폼 내 저작권 이슈뿐 아니라 외부 웹페이지에 존재하는 이미지나 텍스트들을 긁어모으는 크롤링 방식으로 외부에서 대상 이미지가 사용된 기록까지 수집해 불법적으로 사용되고 복제되는 이슈를 수시로 확인 가능하다. 따라서 인쇄자료 외에 방송·공연 자료, 오디오, 이미지 등의 비도서자료에 대한 온라인 서비스와 저작권 관리 플랫폼을 블록체인 기반으로 구현할 수 있다. 그 외에도 콘텐츠라는 재화에 대한 중고거래가 가능해짐에 따라 기관과 이용자, 이용자와 이용자 간의 정보 거래 또는 이동이 이루어질 수 있는 플랫폼 역시 구현될 수 있을 것으로 보인다.

5.2.3 이용자 행동 분석 기반 맞춤형 서비스 타 분야의 블록체인의 활용 사례를 바탕으로

확인할 수 있는 세 번째 시사점은 고객 행동 분석이 가능하다는 점이다. 기존 서비스는 고객 데이터를 중개기관이 독점하여 고객 행동 분석을 유료 분석 서비스로 제공하거나 분석 자체를 하지 않는 문제점이 있었다. 이에 반하여 블록체인 기반 서비스의 경우 기업 및 고객 모두에게 데이터가 공개됨에 따라 고객의 소비 행동을 확인할 수 있고, 저렴한 비용으로 마케팅 기능을 이용하거나 타 회사 거래 내용까지 분석이 가능하다. 예를 들어 의료 및 헬스케어 분야에서는 플랫폼에 저장된 제휴된 병원 진단 정보, 유전자 정보, 웨어러블 기기로 확보한 생체 정보 등을 활용하여 개인에게 최적화된 맞춤형 의료 서비스를 제공하고 있다.

이용자의 요구나 이용행태는 도서관 전반에 영향을 미치는 핵심 요소로, 이용자의 관심사항을 보다 잘 이해하여 도서관 운영을 개선할 필요가 있다. 따라서 도서관에서도 블록체인 네트워크에 축적된 이용자들의 대출, 정보 활용 기록, 도서관 내 IoT 기기를 통해 수집된 데이터 등을 활용하여 이용자별 맞춤형 정보서비스와 마케팅을 제공할 수 있을 것으로 보인다. 이러한 서비스는 빅데이터와 함께 이용자, 장서 대출 등 도서관 분야의 정보를 수집 및 분석함으로써 맞춤형 도서관 서비스를 발굴할 수 있다는 점에서 그 의미를 가질 수 있다.

5.2.4 도서관의 통합 온라인 교육 플랫폼

도서관에서 주목할 수 있는 또 다른 블록체인의 활용 방향은 온라인 교육 플랫폼과 교육 인증 기능이다. 블록체인을 원격 학습플랫폼에 적용하고 있는 사례를 통해 강사와 이용자 간의 직접적인 커뮤니케이션이 가능한 플랫폼을 제

공하고, 암호화폐를 통해 지불이 이루어질 수 있다는 차별점을 확인할 수 있다. 뿐만 아니라 사용량별 지불 모델 또는 분 단위 사용량 모델과 같은 특정 모델을 통해 효율적으로 통신 애플리케이션을 구축할 수 있다.

최근 코로나19로 인하여 도서관 프로그램과 서비스가 온라인 콘텐츠 형태로 빠르게 전환됨에 따라 이를 체계적으로 제공할 수 있는 플랫폼 마련을 요구하는 목소리가 높아지고 있다. 도서관에서 블록체인을 기반으로 하는 교육 프로그램 플랫폼을 구축한다면 다음과 같은 이점들을 기대할 수 있다. 첫째, 블록체인 기반으로 도서관들의 통합 온라인 교육 플랫폼을 제공할 수 있다. 참여 도서관 간의 모든 정보가 공개됨에 따라 의도적인 협력 수행, 정보 공유가 불필요하다. 둘째, 모든 도서관이 자체 시스템을 구축할 필요가 없어 경제적인 이점이 발생된다. 베오울프와 같은 사례처럼 자체 인프라 없이도 API를 활용하여 바로 사용이 가능하도록 설계한다면 경제적인 효과를 얻을 수 있다. 셋째, 이용자들이 해당 플랫폼에서 수행하는 독서 활동, 독후감 업로드, 프로그램 참여와 같은 활동에 대한 보상으로 자체 토큰을 제공하며, 이를 활용하여 플랫폼 내 강의를 결제 및 수강할 수 있도록 기획할 수 있다. 넷째, 강의를 수강하여 획득한 토큰으로 단계별 배지 또는 상품을 획득하여 프로그램 참여에 동기부여를 할 수 있다. 다섯째, 동기부여 측면 이상으로 특정 프로그램이나 교육을 이수한 증명 또는 인증 기능으로 활용될 수 있다. 선행연구에서 블록체인은 교육을 통해 습득한 기술을 증명해주는 배지(badging) 기능을 수행할 수 있다고 언급하고 있으며, 실제 몰타의 울프 대학교, 미국 MIT, 독일 프랑크

푸르트 금융경영대, 영국 UCL, 러시아 파이낸셜 대학, 호주 멜버른 대학 등 많은 교육 기관들은 교육 학위증명서, 성적 기록, 학사 정보 등을 블록체인 기반 시스템에 기록하고 저장하고 있다. 교육 기관뿐 아니라 일본 SONY와 같은 기업 또한 교육증명서 발급과 이력관리를 블록체인 기술에 추진하고 있다는 점에서 도서관 역시 특정 교육 프로그램이나 자격 프로그램을 참여하고 이수한 이용자들의 교육 인증 기능을 수행할 수 있을 것으로 보인다.

5.2.5 공유플랫폼 기능

우버, 에어비앤비, 쏘카 등을 필두로 한 공유 기업들은 다양한 유희자원의 공유를 통해 새로운 경제적 가치를 창출하며, 2025년 글로벌 공유경제 시장 규모는 약 400조원으로 예측되고 있다(한다원, 2019). 세계 산업 전반에 확산되고 있는 공유경제 플랫폼에 블록체인 기술을 적용할 경우 사람이 아닌 기술에 의한 신뢰를 토대로 계약이 이뤄질 수 있다. 즉, 중재자, 중앙관리자를 배제한 P2P 거래가 가능하고, 이용자는 블록체인에 공유하고자 하는 기술, 재산에 대한 정보를 안전하게 등록하고 타인과 거래할 수 있으며, 중개자에 수수료를 지불하지 않아도 된다.

도서관은 전통적으로 공유를 기반으로 하고 있다. 도서관은 이용자에게 책을 대여해주는 가장 기본적인 역할을 수행할 뿐 아니라, 물건 공유, 주차장, 세미나실 등의 공간 공유, 상호대차 서비스, 참고서비스 등의 지식정보 공유 등을 통해 공유경제를 실현하고 있다(노영희, 정대근, 노지윤, 2018). 현재 도서관에서 이루어지고 있는 공유 서비스는 도서관이 이용자에게 도서, 공구와 같은 특정 자원을 대여해주는 방식으로

운영되며, 도서관 홈페이지나 직접 방문을 통해 서비스가 이루어진다. 블록체인을 기반으로 한 도서관의 공유 서비스는 다음과 같은 변화를 기대할 수 있다. 첫째, 이용자들은 블록체인 플랫폼을 통해 유·무형의 자원을 공유함으로써 스마트 컨트랙트를 통한 업무의 자동화 및 효율화를 도모할 수 있으며, 자원의 이동은 블록체인 내 축적이 가능하여 별도의 관리 기록이 필요하지 않다. 둘째, 도서관에서 제공하는 다양한 공유 기능 외에도 이용자 간의 공유의 장으로서 활용이 가능하다. 셋째, 공유플랫폼에서 획득한 코인을 지역 화폐로 활용할 경우 지역 경제 활성화에도 기여할 수 있다.

5.2.6 P2P 기반의 정보플랫폼

기존 서비스는 정보의 임의 조작이 가능하여 정보 신뢰도가 낮은 편에 속하였다. 특히, 가짜 뉴스와 허위 정보가 빠르게 증가하는 사회 속에서 도서관은 이용자들로 하여금 비판적인 시각으로 정보를 선별하고 습득하는 리터러시 능력을 향상시킬 수 있도록 지원하고 있다. 이용자 개개인의 정보문해력 향상을 통해 습득할 수 있는 정보의 품질을 스스로 높이는 것도 중요하지만, 블록체인 기반 시스템을 활용하여 처음부터 신뢰할 수 있는 정보들을 축적하고 제공할 수 있다. 예를 들어 Steemit과 D.Tube와 같은 블록체인 시스템에서는 블록체인 기술이 기존의 관리자 역할을 수행하게 되고 이용자들 간에 자유로운 정보 공유가 이루어진다. 해당 플랫폼의 이용자들은 플랫폼에 콘텐츠를 업로드하고, 참여자 간의 합의과정을 통해 신뢰도를 확보하고 향상시킬 수 있다.

이러한 블록체인의 특성을 기반으로 도서관

과 이용자 간의 정보 공유와 더불어 이용자와 이용자 간의 공유가 이루어질 수 있는 P2P 기반의 도서관 정보플랫폼을 제공할 수 있다. 기존 선행연구에서도 커뮤니티 기반 컬렉션 지원을 활용방안 중 하나로 언급하고 있다. 구체적으로는 도서관이 보유하고 있는 자원뿐만 아니라 이용자, 커뮤니티 기반의 장서를 구축하고 대출 또는 상호대차를 통해 서비스될 수 있다고 언급한다(State University (SJSU) iSchool, n.d.). 이 외에도 P2P 기반의 정보 공유 측면에서의 구체적인 활용 방향으로 도서관은 공동체 자료의 아카이빙 및 활용 강화를 위한 주민 주도 지역아카이빙 플랫폼을 구축하거나, 시도 공사·공단, 출자·출연기관, 연구기관 등과의 협력 체계를 구축하여 회색문헌 및 발간자료수집 등에 활용될 수 있을 것으로 보인다.

6. 결론 및 제언

블록체인이 가지고 있는 새로운 정보 교환 및 전달 방식을 바탕으로 도서관 분야에 어떠한 기회를 창출할 수 있을까? 도서관은 블록체인을 통해 신뢰가 확보된 데이터를 광범위하게 축적하고 제공할 수 있을 뿐 아니라, 블록체인의 추적성과 보안성을 활용하여 개인의 프라이버시 문제와 저작권 관련 이슈를 해소하거나, 다양한 디지털 콘텐츠를 재생산할 수 있는 지식 플랫폼으로서 도약할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구에서는 최근 초연결사회의 핵심 기술로 언급되는 블록체인 기술이 도서관 현장에 어떻게 활용되고 있는지 살펴보고, 타 산업의 블록체인 활용 사례를 통해 새롭게 도입될 수

있는 도서관 서비스를 제안하였다. 본 연구에서 제시한 12가지 블록체인 기반 도서관 서비스는 타 산업 분야의 실사례를 바탕으로 도서관에서 응용할 수 있는 서비스 형태를 제안하는 단계에 해당한다. 또한, 본 연구에서 제시한 많은 국외 선행연구 역시 도서관의 블록체인 활용 방향을 모색 및 제안하는 정도에 머무르고 있다.

이처럼 본 연구의 한계점은 문헌 및 사례연구를 통해서 도서관 분야의 블록체인 기술 활용방안을 제안하였기 때문에 추가 연구를 위한 기초연구 수준에 머무른다. 블록체인 기술의 실제 적용 가능성과 유효성을 가시화하기 위해서는 본 연구에서 제안된 다양한 활용방안을 토대로 블록체인 플랫폼을 설계 및 구현하고, 이에 대한 실증적 검증이 반드시 요구될 것으로 보인다.

이와 더불어 기술 및 연구적 측면의 한계점을 보완하기 위한 향후 과제로서는 첫째, 도서관 분야의 블록체인 활성화를 위해서는 법·제도적 측면에서 정비가 선행될 필요가 있다. 둘째, 블록체인은 참여자가 많을수록 그 효과를 극대화할 수 있다는 점에서 도서관계 및 유관 기관 분야의 협력 측면에서 논의가 필요하다. 특히, 시스템의 효율적 운영을 위해 각 도서관 간 연동 및 활용할 수 있는 블록체인의 표준 모델 개발이 필수적일 것으로 보인다. 셋째, 도서관 분야에서 활용할 수 있는 블록체인 활용 모델에 대한 실증적 검증이 요구되며, 이를 통해 적용상의 오류를 최소화해야 할 것이다.

블록체인이 빅데이터, 사물인터넷 등과 같은 4차 산업혁명 관련 기술과 더불어 향후 도서관 운영의 핵심 인프라로 성장할 것으로 예측됨에

따라 향후 블록체인 기술에 대한 지속적인 연구와 시행착오를 통해서 도서관만의 혹은 도서관을 위한 블록체인 플랫폼과 생태계를 마련해 나갈 필요가 있다. 이를 위한 시작으로 본 연구에서는 문헌정보학과 도서관 관점에서 블록체인

을 이해하고 활용할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 본 연구를 통해 새로운 데이터 흐름이 도서관 분야에 창출할 수 있는 잠재적 기회를 파악하고, 블록체인 기반 도서관 시스템 마련을 위한 단초를 제공할 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

- 강경아, 이경현 (2019). 최근 블록체인에 관한 연구. 한국통신학회 학술대회논문집, 682-683.
- 과학기술정보통신부 (2018). 블록체인 기술 발전전략.
- 과학기술정보통신부 (2020). 2020 4차 산업혁명 지표.
- 김동호 (2018. 5. 3.). 의료계에 부는 블록체인 바람...국내 업체들 앞다퉀 '진출'.
출처: <http://blockchainnews.dadamedia.net/m/view.php?idx=1089>
- 김승민 (2018. 4. 13.). 블록체인과 헬스케어의 만남... 혁신이나 고비나. 출처: www.zdnet.co.kr
- 김중철, 이창무 (2018). 관리적 보안 관점에서 경찰 내부정보 유출방지 연구. 한국경찰학회보, 20(3), 91-129.
- 김진호 (2020. 5. 8.). 기업은행, 채용·인사·입찰에 '블록체인' 시스템 도입하나.
출처: <http://www.newspim.com/news/view/20200508000826>
- 김태환 (2020). 블록체인 기반의 전자문서 위·변조 방지 시스템 설계 및 구현. 석사학위논문, 숭실대학교 대학원.
- 노영희, 정대근, 노지윤 (2018). 공유경제시대에서 도서관의 공유가치 실현을 위한 역할 도출에 관한 연구. 한국도서관·정보학회지, 49(3), 133-168.
- 노은영 (2018. 3. 5.). ㈜마이23 헬스케어, 헬스케어 빅데이터 유통을 위한 ICO 추진.
출처: <http://www.mdjournal.kr/news/articleView.html?idxno=29538>
- 도요한 (2020. 3. 2.). 국가기록원, 공공기록물 관리에 블록체인 활용한다.
출처: <https://www.tokenpost.kr/article-29186>
- 박영숙, 앤디 리안, 손 함슨 (2019). 블록체인혁명 2030. 파주: 교보문고.
- 박지영 (2018). 진화하는 가치플랫폼, 블록체인 3.0. 주간기술동향. 대전: 정보통신기술진흥센터.
- 박진호, 손태익 (2019). 2019 학술정보 글로벌 동향. 한국교육학술정보원, 10.
- 발전산업신문 (2020. 11. 23.). 전력거래소, '블록체인 기반 인사평가시스템'으로 투명인사 시행.
출처: <http://www.pgnkorea.com/news/articleView.html?idxno=17807>

- 선양욱 (2019). 4차산업혁명의 블록체인 문화예술 스타트업의 비교분석을 통한 문화예술경영의 미래 고찰. 박사학위논문, 경희대학교 대학원.
- 선화 (2019). 블록체인 기술이 물류산업에 미치는 영향에 관한 연구. 석사학위논문, 순천대학교 경영행정대학원.
- 신인식 (2018. 2. 26.). Part 4. 블록체인 해외 물류 적용 사례.
출처: <https://www.knews.co.kr/news/articleView.html?idxno=117033>
- 심두보, 원재연 (2018. 12. 21.). [2019 블록체인 시범사업] ③군대·우체국·국가기록원도 효율·투명성 제고 나선다. 출처: <https://decenter.kr/NewsView/1S8JWG6PLP/GZ01>
- 양정훈 (2018). 채용에서 교육, 조직문화까지 신뢰도 높은 조직 만드는 블록체인. DBR, 250.
출처: https://dbr.donga.com/article/view/1201/article_no/8662
- 오성원 (2019). 디지털 음원 유통 계약을 위한 블록체인 설계 및 활용방안에 관한 연구. 석사학위논문, 성신여자대학교 대학원.
- 오성원, 박수민, 홍승필 (2017). 사례연구를 통한 안전한 블록체인 도입에 대한 제언. 한국통신학회 학술대회논문집, 131-132.
- 오키나 유리, 야나가와 노리유키, 이와시타 나오유키 (2018). 블록체인의 미래. 서울: 한스미디어.
- 유성민 (2018). 블록체인을 활용한 효율성 향상 적용 사례. ITFIND 주간기술동향, 15-26.
- 이경남 (2019). 블록체인 기술을 활용한 진본인증 모형 연구. 기록학연구, 59, 47-78.
- 이두원 (2017). 블록체인 기반 사물인터넷의 핀테크 활용. 전자과기술, 28(5), 38-44.
- 이두원 (2019). IoT 기반 물류프로세스의 안전거래를 위한 블록체인 시스템 연구. 박사학위논문, 군산대학교 대학원.
- 이상민 (2017). 블록체인을 활용한 디지털 콘텐츠 저작권 보호 방법 연구. 석사학위논문, 숭실대학교 정보과학대학원.
- 이승주 (2018. 6. 17.). 보험에도 블록체인이?... '보험금 자동지급'부터 'P2P보험'까지.
출처: https://newsis.com/view/?id=NISX20180616_0000337951&cID=10401&pID=10400
- 전병민, 김기휘, 김남호, 홍충선 (2017). 블록체인 기술을 활용한 자전거 공유 경제 시스템 구축. 한국정보과학회 학술발표논문집, 2013-2015.
- 전부현 (2019). 블록체인 의료데이터의 개인정보자기결정권 보장기법 연구. 석사학위논문, 아주대학교 정보통신대학원.
- 정철호, 남수현 (2014). 확장된 UTAUT 모형에 기반한 개인차원에서의 클라우드 컴퓨팅 수용. 디지털융복합연구, 12(1), 287-294.
- 조경록, 윤성욱 (2018). 블록체인 산업별 적용 사례에 대한 연구. 한국정보과학회 학술발표논문집, 2062-2064.
- 조주현 (2017). 블록체인(Block chain)의 등장과 기업 금융에 미치는 영향. 서울: 포스코경영연구원.

- 조혜인, 김진우, 이봉규 (2019). LDA 토픽 모델링을 이용한 블록체인 학술연구 동향 분석: 미국·중국·한국을 중심으로. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 20(7), 1453-1460.
- 주우봉, 박한우 (2019). 블록체인 분야의 학술연구 동향분석: 계량정보학적 네트워크분석을 중심으로. 디지털융복합연구, 17(6), 219-227.
- 최동근 (2019). 블록체인 기반의 지리공간 데이터를 위한 공간 인덱싱 기법. 석사학위논문, 서강대학교 대학원.
- 커넥팅랩 (2019). 블록체인 트렌드 2020. 서울: 비즈니스북스.
- 한국정보화진흥원 (2018). 지능형 정부 추진을 위한 블록체인 동향분석 및 시사점. D.gov Trend & Future, 2018(1), 26-28.
- 한다원 (2019. 5. 28.). '공유경제' 시장 커져가는데 . . . 깊어가는 규제 갈등에 '제자리걸음'. 출처: <http://www.sisajournal-e.com/news/articleView.html?idxno=200809>
- beSUCCESS. (2019. 9. 5.). 국민도서관 책꽂이, 블록체인 기반 세계 최초 도서 정리 서비스 '북스온' 출시. 출처: <http://m.newspic.kr/view.html?nid=2019090510175723646&pn=294>
- Macaulay, T. (2018. 7. 13.). '블록체인과 공공서비스가 만난다' 외국 정부 사례. 출처: <http://www.ciokorea.com/news/38904#csidxea4912c1a178c659699b354dc06aab2>
- Coghill, J. G. (2018). Blockchain and its implications for libraries. Journal of Electronic Resources in Medical Libraries, 15(2), 66-70. <https://doi.org/10.1080/15424065.2018.1483218>
- Deloitte (2020). Tech Trends 2020. Available: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/tech-trends/TechTrends2020.pdf>
- Deloitte [n.d.]. UK, Smart ID. Available: <http://www.deloitte.co.uk/smartid/>
- Frederick, D. E. (2019). Blockchain, libraries and the data deluge. Publisher Library Hi Tech News, 36(10), 1-7. <https://doi.org/10.1108/LHTN-09-2019-0059>
- Herther, N. K. (2018). Blockchain technology in the library. Online Searcher, 42(5), 37-43.
- Hoy, M. B. (2017). An introduction to the blockchain and its implications for libraries and medicine. Medical Reference Services Quarterly, 36(3), 273-279. <https://doi.org/10.1080/02763869.2017.1332261>
- Kushwaha, A. K. & Singh, A. P. (2020). Connecting blockchain technology with libraries: opportunities and risks. Journal of Indian Library Association, 56(3), 12-19.
- Lee, J. Y. (2017). Blockchain technology trends and implications. Science and Technology Policy Institute, 34, 1-21.
- Lemieux, V. L. (2017). Blockchain and distributed ledgers as trusted recordkeeping systems. In Future Technologies Conference (FTC) (Vol. 2017).
- Lengoatha, L. & F. Seymour, L. (2020). September. Determinant factors of intention to adopt

- blockchain technology across academic libraries. In Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists 2020 (pp. 244-250).
- LibChain [n.d.]. More About The Technology of LibChain. Available:
<https://libchain.github.io/>
- Meth, M. (2019). Blockchain in Libraries. Chicago: ALA TechSource.
- Oyelude, A. A. (2019). What's Trending in Blockchain Technology and its Potential Uses in Libraries. Library Hi Tech News.
- Panetta, K. (2020). Gartner Top Strategic Technology Trends for 2021. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-strategic-technology-trends-for-2021/>
- PwC (2018). Building Block(chain)s for a Better Planet Beowulf Blockchain. Available:
<https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/assets/blockchain-for-a-better-planet.pdf>
- San Jose State University (SJSU) iSchool [n.d.]. Available:
<https://www.ims.gov/grants/awarded/LG-98-17-0209-17>
- Zhang, L. (2019). Blockchain: the new technology and its applications for libraries. Journal of Electronic Resources Librarianship, 31(4), 278-280.
<https://doi.org/10.1080/1941126X.2019.1670488>

• 국문 참고자료의 영어 표기

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

- beSUCCESS (2019, October 5). National Library Bookshelf Launches "Books On," the world's first book organization service based on blockchain. Available:
<http://m.newspic.kr/view.html?nid=2019090510175723646&pn=294>
- Cho, J. H. (2017). Blockchain's Emergence and Impact on Corporate Finance. Seoul: Posco Research Institute.
- Cho, K. R. & Yun, S. W. (2018). Blockchain use cases research. Proceedings of the Korean Information Science Society Conference, 2062-2064.
- Choi, D. G. (2019). Spatial Indexing Techniques for Blockchain-based Geospatial Data. Master's thesis, Sogang University.
- Connectinglab (2019). Blockchain Trend 2020. Seoul: businessbooks
- Do, Y. H. (2020, March 2). National Archives of Korea. Blockchain is Used to Manage Public Records. Available: <https://www.tokenpost.kr/article-29186>
- Han, D. W. (2019, May 28.). The "Sharing Economy" Market is Growing, and "Staying in

- Place” Due to Deepening Regulatory Conflicts. Available:
<http://www.sisajournal-e.com/news/articleView.html?idxno=200809>
- Information Society Agency (2018). Blockchain trend analysis and implications for intelligent government promotion. *D.gov Trend & Future*, 2018(1), 26-28.
- Jeon, B. M., Kim, G. H., Kin, N. H., & Hong, C. S. (2017). Sharable bicycles using blockchain technology. *Proceedings of the Korean Information Science Society Conference*, 2013-2015.
- Jeon, B. H. (2019). Study on Security of Personal Information Self-determination of Blockchain Medical Data. Master's thesis, Ajou University.
- Jo, H. I., Kim, J. W., & Lee, B. G. (2019). A study on research trends of blockchain using LDA topic modeling: focusing on united states, China, and South Korea. *Journal of Digital Contents Society*, 20(7), 1453-1460.
- Jung, C. H. & Nam, S. H. (2014). Cloud computing acceptance at individual level based on extended UTAUT. *Journal of Digital Convergence*, 12(1), 287-294.
- Kang, K. A. & Lee, K. H. (2019). A study on the recent blockchain. *Proceedings of the Korean Institute of Communication Sciences Conference*, 682-683.
- Kim D. H. (2018, May 3). Blockchain Wind Blowing in the Medical Community...Korean companies are scrambling to “enter the market.” Available:
<http://blockchainnews.dadamedia.net/m/view.php?idx=1089>
- Kim, J. C. & Lee, C. M. (2018). A study on the leakage prevention of the police internal information from the perspective of security management. *The Korean Association of Police Science Review*, 20(3), 91-129.
- Kim, S. M. (2018, April 13). Blockchain and Healthcare Encounters... Innovation or Crisis. Available: www.zdnet.co.kr
- Kim, T. H. (2020). Design and Implementation of an Electronic Document Deformation Prevention System Based on Blockchain: Focusing on Hyperledger. Master's thesis, Soongsil University.
- Kin, J. H. (2020, May 8). Will the IBK Introduce a “Blockchain” System for Recruitment, Personnel, and Bidding?. Available:
<http://www.newspim.com/news/view/20200508000826>
- Lee, D. W. (2017). Fintech utilization of blockchain-based internet of things. *The Proceeding of the Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, 28(5), 38-44.
- Lee, D. W. (2019). A Study on Blockchain System for Safe Transactions of IoT-based Logistics Processes. Doctoral dissertation, Kunsan National University.
- Lee, K. N. (2019). A study on authentication model using blockchain. *The Korean Journal of*

- Archival Studies, 59, 47-78.
- Lee, S. J. (2018, June 17). Blockchain for Insurance? from “Automatic Payment of Insurance Money” to “P2P Insurance”. Available:
https://newsis.com/view/?id=NISX20180616_0000337951&cID=10401&pID=10400
- Lee, S. M. (2017). Study on Digital Content Copyright Protection Method Using Block Chain. Master's thesis, Soongsil University.
- Macaulay, T. (2018, July 13). 'Introducing Blockchain to Public Services' Foreign Government Cases. Available:
<http://www.ciokorea.com/news/38904#csidxea4912c1a178c659699b354dc06aab2>
- Ministry of Science and ICT (2018). Blockchain Technology Development Strategy.
- Ministry of Science and ICT (2020). Indicators of the Fourth Industrial Revolution of 2020.
- Noh, E. Y. (2018, March 5). My23 Healthcare Co., Ltd. Promotes ICO for the Distribution of Healthcare Big Data. Available:
<http://www.mdjournal.kr/news/articleView.html?idxno=29538>
- Noh, Y., Jeong, D. K., & Ro, J. Y. (2018). A study on the role of library for realizing sharing value in a sharing economy era. *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 49(3), 133-168.
- Oh, S. W. (2019). A Study on the Design and Utilization of Blockchain for Digital Sound Distribution Contracts. Master's thesis, Sungshin Women's University.
- Oh, S. W., Park, S. M., & Hong, S. P. (2017). A case study for the safe implementation of blockchain: focused on hospital information system. *Proceedings of the Korean Institute of Communication Sciences Conference*, 131-132.
- Park, J. H. & Son, T. I. (2019). 2019 Academic Information Global Trends. *Korea Education and Research Information Service*, 10.
- Park, J. Y. (2018). Blockchain 3.0, an Evolving Value Platform. *Weekly Technological Trends*. Deajeon: Institute for Information & Communications Technology Promotion.
- Park, Y. S., Ryan, A., & Harmsen, S. (2019). *Blockchain Revolution 2030*. Paju: Kyobobook.
- Power Generation Industry News (2020, November 23). Electric Power Exchange, Transparent Personnel Management is Implemented as a “blockchain-based Personnel Evaluation System”. Available: <http://www.pgnkorea.com/news/articleView.html?idxno=17807>
- Seon, W. (2019). A Study on the Impacts of Block Chain Technology on the Logistics Industry. Master's thesis, Suncheon National University.
- Shin, I. S. (2018, February 26). Part 4. Case of Applying Blockchain Overseas Logistics. Available:

<https://www.klnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=117033>

- Sim, D. B. & Won, J. Y. (2018, December 21). [2019 Blockchain Demonstration Project] The Military, Post Office, and National Archives will also improve efficiency and transparency. Available: <https://decenter.kr/NewsView/1S8JWG6PLP/GZ01>
- Sun, Y. W. (2019). A Future Review of Culture and Arts Management through Comparative Analysis of Blockchain Culture and Arts Startup in the Fourth Industrial Revolution. Doctoral dissertation, Kyung Hee University.
- Yang, J. H. (2018). Blockchain that creates a reliable organization from recruitment to education to organizational culture. DBR, 250.
Available: https://dbr.donga.com/article/view/1201/article__no/8662
- Yoo, S. M. (2018). Examples of application of efficiency improvement using blockchain. ITFIND, 15-26.
- Yuri, O., Yanagawa, N., & Iwashita, N. (2018). The Future of Blockchain. Seoul: Hans media Publishing.
- Zhu, Y. P. & Park, H. W. (2019). Evaluating blockchain research trend using bibliometrics-based network analysis. Journal of Digital Convergence, 17(6), 219-227.

