

허브 앤 스포크형 데이터 관리 및 블록체인 기술 융합 스마트도시 거버넌스 로직모델

Smart City Governance Logic Model Converging Hub-and-spoke Data Management and Blockchain Technology

최성진¹⁾

Choi, Sung-Jin¹⁾

Received February 26, 2024; Received March 05, 2024 / Accepted March 21, 2024

ABSTRACT: This study aims to propose a smart city governance logic model that can accommodate more diverse information service systems by mixing hub-and-spoke and blockchain technologies as a data management model. Specifically, the research focuses on deriving the logic of an operating system that can work across smart city planning based on the two data governance technologies. The first step of the logic is the generation and collection of information, which is first divided into information that requires information protection and information that can be shared with the public, and the information that requires privacy is blockchainized, and the shared information is integrated and aggregated in a data hub. The next step is the processing and use of the information, which can actively use the blockchain technology, but for the information that can be shared other than the protected information, the governance logic is built in parallel with the hub-and-spoke type. Next is the logic of the distribution stage, where the key is to establish a service contact point between service providers and beneficiaries. Also, This study proposes the establishment of a one-to-one data exchange relationship between information providers, information consumers, and information processors. Finally, in order to expand and promote citizen participation opportunities through a reasonable compensation system in the operation of smart cities, we developed virtual currency as a local currency and designed an open operation logic of local virtual currency that can operate in the compensation dimension of information.

KEYWORDS: Smart City, Governance, Blockchain, Logic Model

키워드: 스마트도시, 거버넌스, 블록체인, 로직모델

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2017년 9월 시행된 우리나라의 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 제2조(정의) 1항에 의하면 도시서비스는 스마트도시의 핵심 목표이다.²⁾ 과거 산업화에 대한 대응으로 도시 계획이 물리적 공간인 토지의 효율적이고 경제적인 사용법을 발전시켜왔다면, 이 새로운 도시는 비물질적 대상인 서비스를 도시 개발의 중요한 계획 요소로 하고 있다. 이는 스마트도시가 정보 혁신을 바탕으로 하는 4차 산업혁명과 직결되어 탄생한 배경과 무관하지 않다. 따라서 스마트도시개발은 정보의 수집과

관리, 활용, 보안, 그리고 그 기반이 되어 주는 시설과 정책은 중요한 계획 요건이 되며(Min, 2021) 그 결과 스마트도시계획에서 스마트도시통합운영센터의 설치와 신기술의 융합과 활용을 촉진하는 거버넌스 구축은 반드시 실행계획에 삽입된다.

실제로 2018년 7월 20일 국토교통부는 세종시에 스마트시티 국가 시범도시 기본구상을 공개하였는데 당시 MP (Master Planner)였던 카이스트대학교의 정재승 교수는 스마트도시에는 데이터를 기반으로 운영되어야 하며 이것이 세종 스마트시티의 가장 큰 특징이 될 것이라면서 이곳에 입주하는 사람들은 자신의 데이터에 대한 적극적 공유를 약속해야만 한다고 강조하였다.

또한, 생성, 복사, 전달, 삭제, 가변되는 정보 서비스의 특성은

¹⁾정회원, 원광대학교 도시공학과 부교수, treejin11@wku.ac.kr

²⁾「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 제2조(정의) 1항: “스마트도시”란 도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 건설·정보통신기술 등을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하는 지속가능한 도시를 말한다.

위치의 고정성, 부중성, 영속성(Korea Planning Association, 2015)을 가지는 토지와 달라 스마트도시계획에서 그동안 도시 계획적 고려에 속하지 않았던 정보의 보안, 정보민주주의와 같은 새로운 이슈를 발생시켰고(Oh & Sun, 2021) 그 해결법 중 하나로서 보안성과 안정성을 제공하는 블록체인 기술을 스마트 도시 개발에 적용에 대해 논의되기도 하였다(Cho, 2021). 스마트도시에서의 정보 관리의 중요성과 이를 위한 블록체인 기술의 접목은 오스트리아 기업의 ‘Grid Singularity Project’, 에스토니아의 ‘e-residency’ 등 실용성이 입증되기도 하였다. 하지만 이들 논의와 실용 사례는 스마트도시에서 제공하는 에너지, 교육, 전자시민권, 위치기반 정보 같은 특정 서비스에 관한 것으로 4차 산업혁명 기술이 구현되는 거시적 도시계획 관점에서의 도시 서비스 구축 논리는 아직 논의가 부족하다.

우리나라는 스마트도시개발에서 허브 앤 스포크(hub-and-spoke) 방식의 통합된 데이터 허브를 플랫폼으로 하여 데이터 교류 체계 구축에 집중하고 있는데 블록체인 기술을 접목한 체체인 이더리움(Ethereum)과 같은 분산형 정보 관리 시스템의 접목은 아직 이론적 구상단계이며, 스마트도시계획을 중앙정부가 주도하는 행정 거버넌스 구조로 사업이 추진되면서(Lee & Leem, 2016) 다양한 데이터 교류 체계의 복합적 운용에 대한 논의와 전략 구상에 대한 논의가 필요한 상황이다. 이에, 본 연구는 스마트도시를 개발하는 데 요구되는 정보 서비스의 체계를 도시계획적 관점에서 고찰하고 허브 앤 스포크방식의 데이터 거버넌스 체계와 블록체인 기술을 혼합하여 더욱 다양한 정보 서비스 체계를 수용할 수 있는 스마트도시계획 로직모델을 제안하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

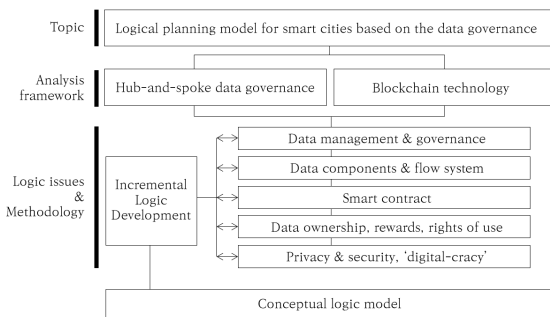


Figure 1. Research methodology flowchart

본 연구는 두 개의 상반된 데이터 거버넌스 기술의 융합 모델에 대한 세밀한 기술적 개발보다는 스마트도시계획 전반에 걸쳐 작동할 수 있는 데이터 거버넌스 운영 체계를 논리적으로 도출하는 데 주목한다. 또한, 본격적 프로그램 실행 이전에 데이터 거버넌스 관리 모델에 관한 이론적 논의의 폭을 넓히기 위한

것으로 프로그램 실행보다는 이론적인 프로그램 논리 구조를 구축하기 위한 기초 연구로서 이를 위해 현재 논의되고 있는 스마트도시 데이터 거버넌스에 관한 선행연구로부터 기본 분석의 틀을 만들고 그것으로부터 도출된 이슈를 중심으로 논리 구조를 점진적으로 구성해갔다(Figure 1).

2. 데이터를 기반으로 하는 스마트도시의 관리 모델

Choenni et al. (2022)은 (빅)데이터는 스마트도시의 개념 형성에 중요한 요소로서 도시의 물리적 환경과 연계된 다양한 정보의 상호 연결과 통합, 그리고 활용이 스마트도시를 건설하는 목표이자, 핵심 전략 대상이 될 수 있음을 피력하였다. 이런 특성으로 스마트시는 데이터를 기반으로 ICT(Information and Communication Technology)를 통해 서비스가 작동하는 ‘플랫폼으로서의 도시(City as a platform)’로 이해되기도 한다(Kim, et al., 2022; Min, 2021). 이런 주장에서 볼 수 있듯이 스마트도시 개발에 있어 도시의 정보를 관리하는 시스템 구축은 우선하여야 하는 조건이고, 그 접근법에 따라 스마트도시의 성격과 운영 방향이 크게 달라진다.

현재까지 우리나라에서 스마트도시의 정보 관리와 관련한 연구는 크게 도시정보의 성격 및 분류, 데이터 거버넌스 구축 및 관리 모델, 개인정보보호, 블록체인, 법 제도로 분류할 수 있다(Table 1). 먼저 도시정보의 성격 및 분류와 관련하여, Park et al. (2021)은 스마트도시 데이터를 데이터 수집 주기와 수집 대상으로 구분하고 수집 주기는 다시 주기적 수집과 실시간 수집으로, 수집 대상은 사물과 사람으로 세분하여 데이터를 분류하였다. 그리고 이들을 개별 데이터 간의 개념구조를 허브 앤 스포크(hub-and-spoke) 모형으로 설명하였다. Seo & Kim (2021)의 연구는 일상생활에서의 스마트도시 서비스를 안전/범죄예방, 교통정보, 시설물관리, 환경/오염의 크게 4가지로 구분하여 요구되는 기술을 정리하였다.

데이터 거버넌스 관리 모델 관련 연구에서는 데이터 거버넌스 관리 단계로써 생산, 수집, 저장(폐기), 가공, 활용(유통)이 제시되었다(Jeong et al., 2020). 스마트도시의 운영 측면에서는 스마트도시 추진을 위한 행정 거버넌스, 정보의 생산, 가공, 연계, 통합, 활용을 위한 기술 거버넌스, 국제협력과 표준 선점을 위한 글로벌 거버넌스가 있는데, 우리나라의 스마트도시계획은 중앙정부가 주도하는 지원사업의 형태로 실행되고 있으며 그 결과, 인적·재정적 능력을 보유한 대도시를 중심으로 추진되고 중소도시는 정부 지원 없이 단독으로 사업을 추진하기 어려운 특성이 있다(Lee & Leem, 2016).

Table 1. Research on data management in smart cities in Korea

Topics	Researcher	Contents
City data type and classification	Park et al. (2021)	Categorize the data in your smart city (e.g., how often data is collected, what it is collected for). Represent the conceptual structure between data in a hub-and-spoke model.
	Seo & Kim (2021)	Effective smart cities must be open, with seamless connectivity between sensors and platforms to collect data, integrate and analyze information, and deliver services based on it.
Data governance and management model	Lee & Leem (2016)	As a driving process for planning, building, and operating smart cities, it is described as administrative governance (to drive smart cities), technological governance (to produce, process, link, integrate, and utilize information), and global governance (for international cooperation and standards preemption).
	Jeong et al. (2020)	The data governance management steps for creating a smart city data governance framework are divided into production, collection, storage (disposal), processing, and use (distribution). The components of a smart city data governance framework for managing city data are organized into five parts: systems, data, stakeholders, requirements, and governance.
Privacy and security	Jin (2019)	The concept of proactive design for personal information protection should be reflected from the design stage of smart cities and the planning stage of technology development and operation of intelligent information machines.
	Lee (2020)	By shifting the focus of privacy laws from the "collection" of personal data to the "use" of personal data, and by basing privacy law liability on how the data controller handles and manages the collected personal data, rather than on whether the data subject consented at the time of collection, privacy law liability is ultimately placed on the data controller, not the data subject.
Blockchain	Choi (2019)	The integrated operation of urban management services using blockchain technology was tested by developing prototype models for particulate matter, risk report management, and parking, and programming the prototype to test the possibility of integrated operation management. The key to realizing this operation was the value payment system sharing function, which is a characteristic of blockchain.
	Cho (2021)	Blockchain can be an effective contributor to the development of smart cities from a technical, socio-economic and governance perspective.
	Park & Song (2021)	When a blockchain system is adopted for a local currency, the distributed ledger prevents counterfeiting during the circulation process, and it is possible to distribute authority by distributing nodes among participating entities.
Legislation	Oh & Sun (2021)	Data is an important concept in smart cities, but the smart city law does not define the concept of data. Regulations are needed to cover spatial data, administrative data, sensor data, etc.
	Shin (2021)	Civil law issues related to blockchain, including the status and liability of blockchain participants and the treatment of communications sent on a blockchain.

개인정보보호는 데이터를 기반으로 하는 스마트도시에서는 필연적으로 발생하는 문제로 이와 관련하여 Jin(2019)은 스마트도시에서 데이터는 경제 가치를 만들어 내는 핵심 기반이기 때문에 개인정보를 단순 보호 대상으로 보기보다는 공유와 활용의 가치를 높이기 위한 기술개발이 요구된다고 강조하였다. Lee (2020)의 연구는 현재 우리나라의 스마트도시는 스마트도시 기반시설에서 수집된 데이터가 1차적으로 통합운영센터로 제공되고 이를 스마트도시서비스 제공자에게 2차적으로 다시 제공하는 구조로 되어 있어 데이터 제공 과정에서 서로 다른 주체들 간에 이루어지는 데이터의 적법한 처리 여부가 쟁점이 될 것이라고 밝혔다. 특히 Lee (2020)는 현재 우리나라의 개인정보보호

에 대한 접근법을 옵트인(opt-in)³⁾에서 옵트아웃(opt-out)⁴⁾으로 전환하여 개인정보보호의 초점을 개인정보의 ‘수집’에서 ‘이

³⁾옵트인(opt-in) 관점의 개인정보보호: 개인정보 처리에 관하여 정보 주체의 동의에 근간을 둔 '원칙적 금지, 예외적 허용'을 의미(Lee, 2020).

⁴⁾옵트아웃(opt-out) 관점의 개인정보보호: 미국, 일본에서 적용. 개인정보처리자는 정보 주체의 동의가 없더라도 원칙적으로 개인정보를 처리할 수 있도록 허용하되, 정보 주체는 본인의 개인정보를 누가 언제 어떤 목적으로 어떻게 처리하는지를 손쉽게 확인하고 본인이 원하면 언제든지 개인정보처리자에서 본인의 개인정보 처리를 중단시킬 수 있으며, 개인정보처리자는 정보 주체의 처리 중단 요구, 즉, 옵트아웃 요구를 수인하도록 하는 것임(Lee, 2020).

용'으로 옮기고 법적 책임을 수집 당시 정보 주체보다는 수집된 정보를 처리하고 관리하는 개인정보처리자에게 더 두텁게 만들어야 한다고 주장하였다.

블록체인은 스마트도시에서 현재 많은 논의가 이루어지고 있는 분야이다. Cho(2021)는 스마트도시 발전에 블록체인이 보안성과 안정성 측면에서 기술적 기여를, 분권화를 기반으로 시민주권 보호와 포용적 성장 촉진 측면에서 사회경제적 기여를, 정책 결정 절차와 행정의 투명성, 시민 참여의 측면에서 거버넌스적 기여를 줄 수 있다고 밝혔으며, Choi(2019)는 미세먼지, 위험신고관리, 주차관리에 대해 블록체인 기술을 활용한 도시관리 서비스 가능성을 검증해보았고 그 작동의 실현에 블록체인이 가진 특징인 가치지불시스템 공유 기능이 중요하다고 설명하였다. 가치지불은 Park & Song (2021)의 연구에서도 강조되는데 이들은 특히 지역 화폐에 블록체인 시스템을 도입함으로써 지역경제 보호와 촉진을 동시에 달성할 수 있다고 주장한다.

마지막으로 제도적 측면에서의 연구가 있다. Oh & Sun (2021)은 스마트도시는 정보 수집, 분석, 정보 제공에 관계하며 이는 개인정보 보호의 문제를 피할 수 없게 만드는데 스마트도시에서 진행하고자 하는 정보 수집 및 활용의 범위에 대한 근거가 마련되어 있지 않다면 최첨단의 4차 산업혁명 기술을 가지고도 적용할 수 없는 상황에 이를 것이라고 경고한다. 구체적으로 정보수집방식, 정보수집에 대한 정보주체 동의, 수집 정보의 활용을 위한 관리 주체 측면에서 현행 법령이 한계를 가지고 있다고 설명한다. Shin (2021)은 블록체인에 대해 가지고 있는 지나친 기대와 기술에 대한 잘못된 이해를 지적하고 민사법적 관점에서 블록체인 참여자들의 지위와 책임 문제, 블록체인 위에서 발신된 의사표시의 취급 문제 등의 쟁점이 발생할 수 있음을 밝혔다.

3. 4차 산업혁명의 혁신 메커니즘과 스마트 도시

독일의 'Industry 4.0'에 확장된 개념인 4차 산업혁명은 제46차 세계경제포럼(다보스포럼)에서 핵심의제로 다뤄지면서 세계적인 이슈로 확산하였다(Kim & Lee, 2019). 그리고 인공지능(AI), 기계학습(ML), 로봇공학, 나노기술, 3D프린팅, 드론, 생명공학 등의 융복합과 공진화(co-evolution)가 4차산업 기술의 혁신 패러다임으로 지목되었다(WEF, 2016). 클라우드 슈밥 회장은 이런 4차산업 기술의 혁신 패러다임을 '가상 물리 시스템(Cyber-Physical System)'으로 설명하는데 구체적으로 사물인터넷을 통해 아톰세계(atom world)와 세계(bit world)의 일치와 축적된 빅데이터의 활용을 4차산업의 핵심으로 한다(Jeong, 2018).

소개된 기술과 개념을 기반으로 4차산업 기술의 특성을 더욱 명확히 이해하기 위해 도식화하면 다음과 같다(Figure 2).

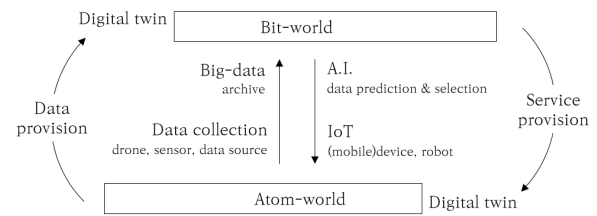


Figure 2. Mechanisms of the fourth industrial revolution

4차 산업혁명은 개념적으로 3차산업혁명을 통해 발전된 정보, 전산화 기술을 활용하여 현실 세계(atom-world)와 '동일한' 가상의 세계(bit-world)를 구축하는 것으로 시작한다. 따라서 현실 세계의 정보를 되도록 '모두' 수집하게 되며 정보 수집을 위해 센서, 드론 등 데이터 수집(data collection) 기술이 연계되며 수집된 방대한 정보의 관리를 위해 빅데이터(Big-data) 기술이 요구된다. 끊임없이 증가하게 되는 막대한 양의 정보는 수집에서 그치지 않고 최종적으로는 다시 현실 세계로의 활용이 중요해지는데 이때 현실 세계에서 필요로 하는, 또는 필요해질 수 있는 정보의 예측과 선택을 위해 인공지능(AI) 기술이 융합된다. 하지만 인공지능은 정보를 처리하는 프로그램으로 사람들까지 정보가 이어지기 위해서는 예측되고 선택된 정보가 직접적으로 전달될 수 있는 매개체가 필요하게 되며, 이런 매개체로서 IoT (Internet of Things) 장비(장치)들과 로봇(robot) 기술 등이 결합한다. 큰 틀에서 4차 산업혁명은 현실 세계의 정보를 가상 세계에 제공(data provision)하고 가상 세계에서 적합한 서비스를 현실 세계에 제공(service provision)하기 위한 기술 혁신으로 볼 수 있으며, 이는 소위 디지털트윈(digital twin) 기술로 축약될 수 있다.

이런 관점에서 스마트도시는 현실 도시의 가능한 '모든' 정보를 데이터화하고 데이터화된 정보를 적합하게 다시 현실 도시에 서비스할 수 있는 기술 실현을 지원하기 위해 구축하는 도시로 이해할 수 있으며 이를 위해 기존의 도시계획적 접근과는 다른 새로운 계획적 접근법을 고려해야 한다.

18세기 말 산업혁명으로 인한 각종 도시문제의 해결과 새로운 사회사상에서 발전된 현대도시는 토지의 이용을 도시계획의 구심점으로 하고 있다. 초기 도시 계획 모델로 잘 알려진 전원도시이론, 근린주구이론, 동심원이론, 다핵심이론 등은 모두 도시문제의 공간적 해법을 제시해왔으며 이에 기반하여 발전된 토지의 용도는 도시 관련 제도의 토대가 되었다. 반면 Figure 2의 새로운 산업 메커니즘을 근간으로 하는 스마트도시에서는 정보의 흐름과 데이터 관리, 기술 지원이 핵심 가치가 된다. 이것이

토지의 이용을 중심으로 하는 현대 도시계획의 접근법을 무시해도 된다는 것을 의미하지는 않는다. 물리적 공간에 대한 도시 전략은 사람이 공간을 점거하고 살아가는 이상 필수 불가의 요소이기 때문이다. 따라서 스마트도시는 토지를 중심으로 하는 기존의 도시계획 접근법과 정보를 기반으로 하는 새로운 도시계획적 가치의 상호연계 관점에서 계획 방향이 고려되어야 한다.

4. 스마트도시계획 로직모델

4.1 정보 생성과 수집단계에서의 로직

4차 산업혁명 메커니즘과 선행연구에 기반하여 만들 수 있는 로직모형의 시작점은 정보의 생산과 수집이다. Min (2021)은 스마트도시에서 수집되는 정보의 종류에 따라 데이터를 ‘흐름(flow data), 상태(state data), 활동(activity data)’으로 정리하였다. 구체적으로 첫째, 흐름 데이터는 센서 및 IoT 기기에서 생성되는 데이터를 내·외부 연계시스템을 통해 실시간으로 수집하고, 데이터 품질검증 및 데이터 전처리 후 표준 데이터로 변환하여 저장되며 둘째, 상태 데이터는 시설물의 장치에서 생성되는 데이터를 내·외부 연계시스템을 통해 주기적으로 수집하고, 데이터 품질검증 및 데이터 전처리 후 표준 데이터로 변환하고, 개인정보 비식별화 처리 후 저장된다. 저장된 데이터는 분석 모듈을 통해 가공된 후 서비스로 활용된다. 마지막으로 활동 데이터는 스마트기기, 개인 소지 카드 등에서 생성되는 데이터를 외부 연계시스템을 통해 실시간·주기적으로 수집하고, 데이터 품질검증 및 데이터 전처리 후 표준 데이터로 변환하고, 개인정보 비식별화 처리 후 저장된다. 저장된 데이터는 분석 모듈을 통해 가공된 후 서비스로 활용된다(ibid.).

허브 앤 스포크형 데이터 거버넌스는 이런 데이터의 통합 관리의 효율성을 높이기 위한 구조로 현재 우리나라의 스마트도시 계획에서 실행하고 있는 통합운영센터가 이에 해당한다. 다만, 이 경우 정보의 가공과 활용에서 정보의 보호, 특히 개인정보보호의 문제가 발생하는데 개인정보보호를 위해 마련된 제도적 장치가 기술의 적용과 서비스 제공에 한계점으로 작용하게 된다. 이 한계의 극복을 위해 논의되는 것이 바로 블록체인 기술이다. 다만, 블록체인 기술은 중앙집중방식의 기록원장과 다르게 분산된 망에 기록원장을 두는 분산원장에 관한 기술로써 사실상 해독이 어려운 ‘해쉬(hash)’의 개념을 분산원장에 사용함으로써 보안성을 달성하고자 하는 것이지 암호 프로그램으로 보는 것은 잘못된 인식이다(Shin, 2021).

이와 같은 이슈를 통해 스마트도시 로직모델에서 데이터의 생산과 수집은 강력한 정보보호가 요구되는 정보와 공공에 공유할 수 있는 정보의 구분이 있어야 한다. 이를 로직화하면 다음과

같다. 수집되는 정보는 크게 흐름, 상태, 활동 데이터(flow data, state data, activity data)로부터 확보되며 각 데이터의 공개성(publicity)에 따라 개인정보보호가 요구되는 정보는 개인에게 소유되는 블록체인(blockchain) 대상이 되고 공공적 성격이 강한 정보는 공공이 관리하는 통합 정보 허브(data hub)에 전달된다(Figure 3).

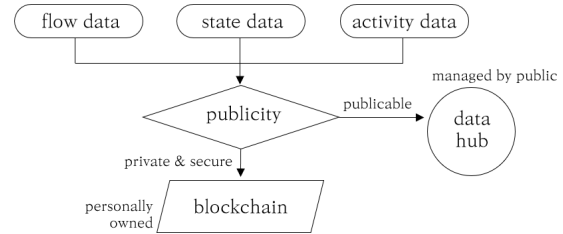


Figure 3. Logic chart for data generation and collection

4.2 정보 가공과 이용 단계에서의 로직

정보의 가공단계에서는 민간 조직의 개입이 가능해진다. 이 단계에서의 이슈는 인터넷 플랫폼 사업자에게 사실상 독점되는 데이터 플랫폼이다(Lee, 2022). Lee (2022)는 이런 독점적 구조 때문에 활용되는 개인의 데이터에 대한 대가는 개인보다 플랫폼 사업자에게 치중된다는 점과 개인 스스로 자신의 데이터가 어떻게 활용되는지 모르는 정보의 비대칭성 문제가 나타난다고 지적한다.

이런 문제의식에서 최근 인터넷 플랫폼에서는 서비스 가공에서 개인에게도 역할과 권한이 주어지는 웹3.0 기술이 주목받고 있다. 웹3.0의 구조의 핵심은 데이터 소유와 이용을 위해 개인의 데이터 관리 접근을 가능하게 하는 것인데, 스마트도시계획 로직의 수집단계에서 설정된 개인정보의 블록체인화는 익명화된 개인정보 변환을 가능하게 만들고 정보의 이용에 관한 기록이 투명하게 다뤄진다는 점에서 다음 단계로 이어지는 정보 이용의 가능성을 확대해주는 전제조건이 된다.

다만, 블록체인은 선술한 바와 같이 분산원장에 관한 기술로써 방대한 양의 데이터 저장, 수정, 분산된 기록의 승인을 위한 ‘peer group’ 형성과 신뢰 문제가 존재하기 때문에 모든 정보의 블록체인화보다는 현재에도 유용하게 실행하고 있는 허브 앤 스포크형의 데이터 관리 프로세스를 병행하여 운용할 필요가 있다.

게다가 블록체인화된 개인정보일지라도 데이터 관리의 모든 책임을 개인에게만 지우는 것은 지나친 부담일 수 있고 개인마다 기술 사용의 역량이 다르므로 데이터 관리의 오류나 불균형 이슈를 배제하기 어렵다. 따라서 비록 개인정보라 할지라도 데이터 허브에 수집될 수 있도록 하되, 해당 정보의 공공성(publicity) 여부에 따라 개인의 데이터 이용 가능성을 확보해주어야 한다(Figure 4).

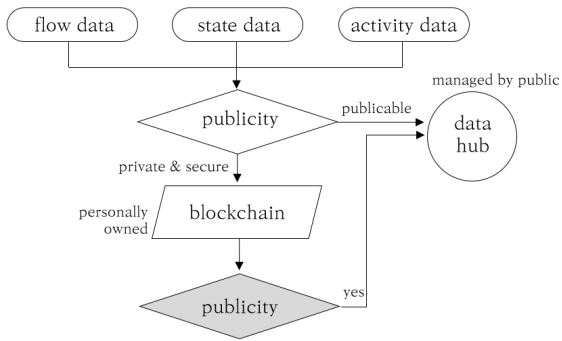


Figure 4. Logic chart combining the protected personal data use structure

데이터 허브로 수집된 정보의 경우는 허브 앤 스포크형의 거버넌스 구조를 수용하는 것이 정보 관리의 효율성 측면에서는 유리하다. 하지만 이 경우도 정보를 가공하고 가공한 정보를 재차 가공하는 정보 가공의 반복을 통한 정보 관리와 책임의 문제에서 자유롭기 힘들다. 또한, 모든 정보가 반드시 이용되는 것은 아니므로 일부 정보의 보관/폐기(storage/disposal)에 대한 지점도 고려되어야 한다. 따라서 수집된 정보의 사용성(usability)에 따라 데이터를 분류하는 과정과 간접적 정보 가공과 이용의 허용 여부(originality, origin level)에 따라 데이터를 재분류하는 과정이 로직에 삽입될 수 있다. 이 과정에서 가장 공개성과 공유성이 높은 정보가 분류될 수 있으며 해당 정보는 허브 앤 스포크(hub-and-spoke) 데이터 관리를 통해 대중에게 공개되어 자유로운 이용을 촉진하고 공유정보라 할지라도 정보의 재가공 또는 재활용 과정에서 어느 정도의 정보보호가 다시 요구되는 정보는 그 정도에 따라(origin level) 블록체인 기술 적용이 고려될 수 있다(Figure 5).

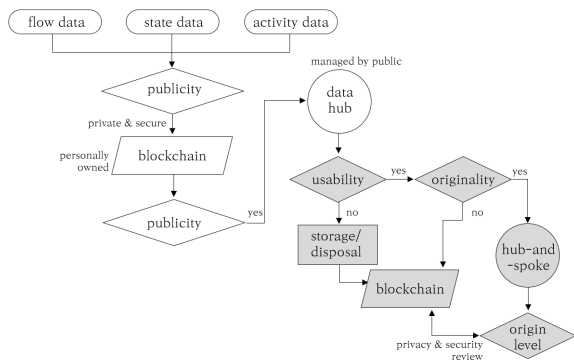


Figure 5. Logic chart combining the hub-data use structure

4.3 정보의 유통 단계에서의 로직

정보의 유통 로직은 서비스제공자와 수혜자의 접점을 만드는 과정으로 필요 서비스의 예측과 맞춤 제공이 요구된다. 하지만

개인정보로 보호되고 블록체인화된 데이터의 서비스 매칭은 기술적인 한계가 있는데 바로 정보가 공개되어 있지 않기 때문에 개개인에게 필요한 서비스 접점을 만드는 것이 어렵다는 것이다. 이 한계는 데이터 유통에서 적정 정보의 제공이 전제되는 한, 논리적으로 극복하기 어려운 것이다. 따라서 데이터 교류에 관한 새로운 논점이 필요해진다.

본 연구는 이것에 대해 데이터의 단순 제공이 아닌, 정보 제공자와 정보 소비자, 정보 가공자가 1대1의 대등한 관계에서 정보와 서비스를 직접 교환하는 방식의 새로운 데이터 거버넌스 개념(1:1:1 information equivalent exchange data governance)을 가정하였다(Figure 6). 데이터는 단순한 공공 자원으로서의 차원이 아닌 정보와 서비스 간에 등가적으로 ‘교환’되는 것으로 쉽게 말해 개인정보의 제공 여부가 아니라, 개인정보 공개 단계를 낮춰서 정보를 공유하면 서비스 접점 수준이 낮아지고 개인정보 공개 단계를 높여서 많은 정보를 공유하면 서비스 접점 수준이 높아지는 개념이다. 이렇게 하여 개인별로 개인정보 공개 수준에 따라 정보 교환의 단계를 설정해서 차별화된 서비스 기회를 얻도록 하는 것이다. 이는 마치 우리가 통신사를 이용할 때 데이터 이용 요금제를 설정하고 그에 따라 서비스 내용이 달라지는 개념과 유사하다.

소위 ‘정보등가교환형’이라는 새로운 데이터 거버넌스 모델에 관한 연구의 가설은 다음과 같다. 1. 정보 거버넌스 체계의 기본 형태는 정보 소스를 제공한 만큼 정보서비스를 받는 상호 교환으로 구축된다. 2. 교환 관계는 하나의 허브가 아닌, 블록체인 기술을 활용한 다수의 정보 블록 안에서 이루어지며, 이 관계를 생성, 유지하여 주는 다수의 정보 매개자를 새로운 정보 연결 허브 개념으로 설정한다. 3. 정보 교환의 양, 성격, 개방도 등은 지리 정보와 연계하여 스마트도시의 공간적 서비스 전략을 세울 수 있도록 한다.

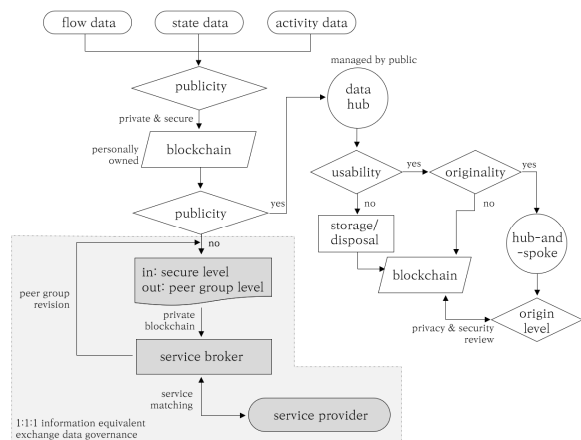


Figure 6. Logic chart combining the private & security data service structure

여기서 교환되는 정보는 공공의 정보가 아니므로 원치 않으면 교환하지 않아도 무방한 것이며, 공유 단계별로 블록체인으로 private peer 그룹을 구축(private blockchain by peer group level)하여 외부 그룹에는 비공개이나 동일 그룹 간에는 정보 교환이 발생하도록 한다. 이 경우, peer group 간 정보의 개방 공유로 신뢰를 바탕으로 하는 새로운 정보 공동체 구성을 기대할 수 있다. 다만, 이 등가적 교환도 하나의 관리 과정이므로 이것을 매개할 새로운 거버넌스 연결자(service broker)가 이 논리 구조에서는 필요하다.

로직의 마지막 구조는 공개된 정보의 서비스 매칭에 관한 것이다(Figure 7). 공개 정보 중 블록체인으로 체결된 정보는 Figure 6의 등가적 정보 교환 개념을 적용해 볼 수 있다. 다만, 이 경우는 원천 정보 내용이 개인에 관한 것보다는 공공성을 띠고 있는 것이므로 private peer 그룹을 구성하기보다는 public peer 그룹으로 블록체인을 결성(public blockchain by peer group level)할 수 있게 된다.

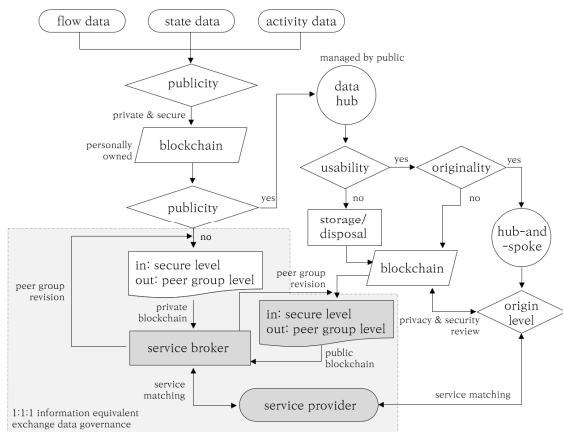


Figure 7. Logic chart combining the private & security data service and the data-hub service structure

4.4 성공적 로직 실행과 경쟁력 있는 스마트도시 개발을 위한 디지털 화폐의 거버넌스 로직

블록체인 네트워크에서 분산된 원장의 검증은 데이터 무결성을 유지하기 위한 필수과정으로 이 과정의 참여를 촉진하기 위하여 가상화폐의 개념이 도입되었다. Lee (2022)는 블록체인 생태계가 확장됨에 따라 더 많은 암호화폐 사용을 가속할 것이며 블록체인 네트워크에서 스마트 계약 활용이 빈번해진다는 것은 약속된 서비스 비용의 집행으로 이어지기 때문에 암호화폐의 사용은 블록체인의 실효적 작동을 위해서는 필수 불가결할 것이라고 강조한다. 또한, 암호화폐의 사용으로 확보될 수 있는 집행의 투명성으로 사업자 간 협업을 지원하고 더 많은 혜택을 이용자들에게 제공하는 효과를 기대할 수 있다고 밝혔다(ibid.).

Park & Song (2021)은 가상화폐를 지역 화폐로 도입하였을 경우 유통 과정상의 위변조를 막고 참여 주체들에게 권한 분산이 가능해지며, 지역경제 보호의 차원에서 기업 간 거래인 B2B (business to business), 기업 대정부 간 거래인 B2G (business to government) 등 다양한 거래유형에도 확장 적용할 수 있다고 강조하였다.

본 연구에서 구축한 스마트도시 거버넌스 로직은 블록체인 기술을 병용한 구조로 되어 있어 가상화폐의 운영을 적극적으로 활용할 수 있다. 특히, 지자체별로 별도의 코인을 발행함으로써 개인과 정부의 다양한 수입 모델이 개인에게도 주어질 수 있는 합리적 근거가 생기기 때문에 주민참여형 도시 개발 과정의 촉진에도 긍정적 영향을 준다.

Figure 8은 지자체별로 발행된 코인과 가능한 개인 보상 체계를 모식화한 것이다. 지자체별로 데이터 수집과 이용이 발생하고 여기에 다양한 개인이 참여(community lab participation) 하게 되는데, 참여에 대한 보상으로 각 개인은 지역의 가상화폐를 보상으로 받는 것이(digital coin reward) 이 모식도의 가장 핵심 구조를 구성한다. 단, 개인은 본인이 속한 지자체의 사업뿐만 아니라 타 지자체의 공개 정보나 블록체인 peer 그룹에 속함으로써 타 지자체의 가상화폐를 ‘채굴’할 수 있게 되는데 지역 화폐는 비록 가상일지라도 각 지자체에서만 사용할 수 있으므로 본인이 원하는 지자체에도 사용할 수 있도록 지역 가상화폐 간 화폐 교환 시스템을 설치(coin exchange hub)하거나 지역 간 화폐 사용 협약을 추진해볼 수 있다. 또한, 블록체인으로 연결이 되어 있다면 복수의 지자체 참여도 가능하다.

Figure 8의 local A의 지역 인재는 local A의 지역 문제 해결 또는 개인정보의 서비스 공유를 통해 local A의 가상화폐(digital coin A)를 획득한다. 동일 방식으로 local B와 C의 인재도 local A의 블록체인 그룹에 속함으로써 local A의 지역 화폐 획득이 가능하다. 다만, local B와 C의 인재는 A가 아닌, B와 C 지역에 거주하므로 local B와 C의 가상화폐가 더 유용한 자산이므로 코인 교환소를 통해 획득한 특정 지역의 화폐를 원하는 지역의 화폐로 교환하며 이로써 물리적 공간을 벗어난 도시문제 해결, 도시정보 공유 체계의 참여와 작동을 할 수 있게 되는 것이다. 다만, 각 지역의 인재는 private blockchain에 속할 것인지 public blockchain에 속할지의 결정에 따라 서비스 매칭과 보상이 달라지게 함으로써 본 연구에서 가정하 스마트도시에서의 정보등가교환형 거버넌스 구조가 도시 간 연대에도 활용되게 된다.

또한, 이런 자산 획득 보상을 통해 개인 단위에서의 지역에 대한 투자 활성화도 구상할 수 있다. 기존 도시개발과정에서 재원 마련은 민간 혹은 공공조직을 통해 가능하고 개인 투자는 특수목적법인 설립 등 복잡한 구조를 통해 가능하였다. 하지만,

위의 구조를 적용할 경우, 특히 자원 마련이 어렵거나 실험적 사업 투자가 요구되는 상황에서 개인 투자와 함께 개발 수익의 투명한 환원을 기대해볼 수 있으며, 지역 주민의 지역 도시사업을 위한 능동적인 참여에 긍정적 효과가 예상된다.

과거 도시재생사업의 주민참여 과정에서 적절한 보상 체계가 없어 주민의 참여 동력이 약화하는 경우가 실제로 있었고 역량 있는 인재가 수도권으로 쏠리는 문제가 심각한 현 상황에서 이런 지역 화폐 운영 시스템은 인재가 이주하지 않더라도 지역 경계를 넘어 관심 있는 지역의 문제 해결 참여와 정보 생산 기회를 확대할 수 있게 한다. 결과적으로 이는 지역 경쟁력을 높이는 데 긍정적 효과를 기대할 수 있으며, 도시발전을 통해 지역 화폐의 교환 가치를 높이기 위한 노력 과정에서 도시 간 선의의 경쟁을 유도할 수 있다.

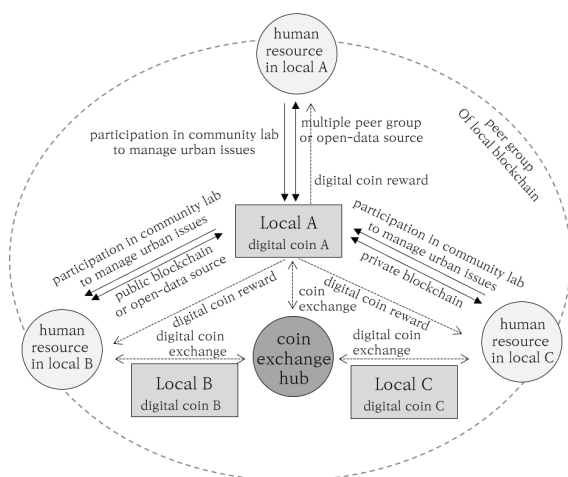


Figure 8. Digital coin as a local coin and participatory rewards in smart cities and local communities

5. 향후 연구 진행 방향 및 결론

본 연구는 우리나라 스마트도시개발에서 데이터 관리 모델로서 허브 앤 스포크형과 블록체인이 논의되는 가운데 각각을 분리한 관리 모형보다는 두 개념을 혼합하여 더욱 다양한 정보서비스 체계를 수용할 수 있는 스마트도시 거버넌스 로직 모델을 제안하는 데 목적을 두었다. 특히 두 상반된 데이터 거버넌스 기술에 관한 기술적 개발보다는 스마트도시계획 전반에 걸쳐 작동할 수 있는 운영 체계의 논리를 도출하는데 연구 초점을 두었다.

선행연구를 통해 밝혀진 거버넌스 이슈로부터 로직모델의 틀이 갖추어졌다. 그 구체적 이슈는 데이터 관리와 거버넌스, 데이터 구성요소와 흐름 체계, 스마트계약, 데이터 소유와 보상, 이

용권, 개인정보보호와 디지털 민주화(digital-cracy)로 정리할 수 있었다. 이런 연구 틀에 현실세계인 ‘atom-world’와 가상세계인 ‘bit-world’의 디지털트윈과 데이터 서비스 목표 지향의 4차 산업혁명 혁신 메커니즘, 생성 및 수집, 가공 및 이용, 유통으로 이어지는 데이터 흐름 등으로 고려하여 로직을 전개하였다.

로직의 첫 단계는 정보의 생성과 수집이 이루어지는 단계로 흐름 데이터, 상태 데이터, 활동 데이터로부터 수집된 정보를 공개성에 따라 정보보호가 요구되는 정보와 공공에 공유할 수 있는 정보로 우선 구분하고 이 중 개인정보보호가 요구되는 정보는 정보의 보안과 함께 후에 개인이 정보 관리의 주체자로서 역할을 배분할 수 있도록 블록체인의 하고, 공유정보는 데이터 허브에 통합 집적된다.

다음 단계는 정보의 가공과 이용에 관한 것으로 민간 플랫폼의 데이터 독점 문제와 정보의 비대칭성을 해소할 수 있도록 하였다. 이를 위해 블록체인 기술의 적극적 활용을 모색할 수 있으나 아직 대규모의 정보량을 처리하는데 비효율적인 기술적 한계를 가지고 있기에, 보안된 정보 외의 공유 가능한 정보에 대하여는 허브 앤 스포크형이 병행되는 거버넌스 논리를 구축하였다.

다음은 유통 단계에서의 로직이다. 이 단계에서 중요점은 서비스제공자와 수혜자의 서비스 접점을 만들 수 있도록 하는 것으로 필요한 서비스의 예측과 맞춤 제공이 요구된다. 이 매칭에서 블록체인 기술의 특성상 정보가 공개되지 않은 보호된 정보의 매칭을 해야 하는 논리적 오류가 발생하는데 이에 대한 해결책으로 본 연구는 정보 제공자와 정보 소비자, 정보 가공자가 1대1대의 대등한 데이터 및 서비스 교환 관계의 설정을 제시하였다. 이 개념에서 데이터와 서비스는 단순히 제공의 차원이 아닌 등가적으로 ‘교환’되는 것이고 이런 정보의 등가적 교환을 통해 개인별로 차별화된 서비스가 설정되며 정보보호의 성격을 유지하기 위해 private peer 그룹으로 구축되는 블록체인 설계가 필요해진다.

보안이 필요한 정보가 아닌, 공개된 정보의 서비스 매칭에 있어서는 여전히 데이터 관리의 효율성과 현재 운용하는 시스템의 지속 선상에서 허브 앤 스포크 방식의 데이터 거버넌스 활용이 가능하다. 다만, 공개 정보 중에서도 블록체인으로 체결된 정보는 서비스와 등가교환적 개념을 적용해볼 수 있다. 다만, 이 경우, 공공성을 가지고 있는 만큼 public peer 그룹으로 블록체인 결성될 수 있도록 해야 한다.

가상화폐는 블록체인 기술의 운용에서 필수 불가하게 수반되는 요소로서 스마트도시 운영에 있어 합리적인 보상 체계를 통해 시민의 참여 기회를 확대하고 촉진하기 위하여 지역 화폐로 개발될 수 있다. 다만 지자체 문제 해결을 위한 참여 그룹과 정보 제공 대상을 지역의 공간적, 행정적 경계에 제한하기보다는 열

어주고 지역 화폐에서조차도 타 지자체의 화폐와 교환 가치를 가질 수 있도록 지역 가상화폐의 운영 로직을 설계하였다. 이 구조는 역량 있는 인재의 수도권 쏠림 문제가 심각한 현재, 이런 지역 화폐 운영 시스템은 인재가 이주하지 않더라도 지역 경계를 넘어 관심 있는 지역의 문제 해결 참여와 정보 생산 기회를 확대할 수 있게 한다. 결과적으로 이는 지역 경쟁력을 높이고 도시 간 선의의 경쟁을 유도할 수 있다.

본 연구의 목적상 현시점에서는 데이터 거버넌스의 논리적 구조를 설계하는 데 주목하였다. 추후, 이에 대한 증명모형 또는 실증모형을 개발하여 로직 구조를 보완하고 실제 스마트도시 거버넌스 구조를 새롭게 구축해 가는데 이바지할 수 있기를 바란다.

References

- Cho, J. W. (2021). Implications and Roles of Blockchain for Smart City, *Journal of the Korean Regional Science Association*, 37(2), pp. 35–48.
- Choenni, S., Mortaza S. Bargh, Busker T., Netten N. (2022). Data Governance in Smart Cities Challenges and Solution Directions, *Journal of Smart Cities and Society*, 1, pp. 31–51.
- Choi, S. I. (2019). Implementation of Service Model for Data-Driven Integrated Urban Management Service Operation Using Blockchain Technology, *Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 20(10), pp. 503–514.
- Jeong, D. W., An, J. W., Part, S. J. (2020). A Study on Construction of Data Governance Framework for Smart City, *The Korea Society For Geospatlal Information System*, 28(2), pp. 39–47.
- Jeong, J. S. (2018) 열두발자국[Twelve footprint], Acrossbook.
- Jin, S. K. (2019). Life Satisfaction Depending on Digital Utilization Divide within People with Disabilities, *Information Policy*, 26(3), pp. 69–89.
- Kim D. I., Yeom C. H., Kim J. H. (2022). A Study on Strategic Approaches Plans for Industrial Revitalization and Overseas Export of Smart City Technology, *Smart Media Journal*, 11(1), pp. 67–80.
- Kim, E. Y., Lee, T. H. (2019). Smart City Platform according to the Fourth Industrial Revolution: Focusing on the case of Pohang Smart City, *International Commerce and Information Review*, 21(2), pp. 205–229.
- Korea Planning Association (2015). Land Use Planning, 보성각[Boseonggak], pp. 20–21.
- Lee, H. W. (2020). Legal Issues Regarding Smart City and Personal Information Protection,
- Lee, J. Y. (2022) 데이터 산업시대의 탈중앙화 서비스 플랫폼과 블록체인 보안기술[Decentralized service platform and blockchain security technology in the data industrial era], *Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, 39(11), pp. 57–65.
- Lee, S. H., Leem, Y. T. (2016). Analyzing Characteristics of the Smart City Governance, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 19(2), pp. 86–97.
- Min, K. J. (2021) A Study on Smart City Data Governance, Doctors Thesis, Anyang university, p. 13, 14, 44, 101.
- Oh, S. W., Sun, J. S. (2021). Legal Contemplation on information Collection, Storage and Utilization in Smart Cities, *Journal of Public Policy Studies*, 38(1), pp. 255–282.
- Park, J. H., Song, I. B. (2021). A Research on the Local Currency Model Condising Regional Characteristics: Focused on Innovation Cities in Korea, *Journal of the Korea Societh of Computer and Information*, 26(2), pp. 157–167.
- Park, S. J., An, J. W., Yi, M. S. (2021). A Study on Establishment and Application of City Data Classification System for Smart City Information Management, *The Korea Society For Geospatlal Information System*, 29(1), pp. 33–41.
- Seo, D. J., Kim, M. Y. (2021). The Conceptual Model of the Smart City Platform for the Citizen Participation, *Journal of Digital Convergence*, 19(11), pp. 63–73.
- Shin, J. H. (2021). Civil Law Issues in the Establishment and Operation of the Blockchains: Based on the Technical Understanding of the Blockchains, *The Journal of Compatative Private Law*, 28(3), pp. 33–73.
- WEF (2016). World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution, http://www3.weforum.org/docs/WEF_AM16_Report.pdf (Feb, 20, 2024)