

디지털 트윈 기반 스마트 시티 모델 연구 동향 분석

한군희¹, 홍성혁^{2*}

¹백석대학교 컴퓨터공학부 부교수, ²백석대학교 스마트IT공학부 부교수

Research on Digital twin-based Smart City model: Survey

Kun-Hee Han¹, Sunghyuck Hong^{2*}

¹Associate Professor, Division of Computer Engineering, Baekseok University

²Associate Professor, Division of Smart IT Engineering, Baekseok University

요약 디지털시대의 일환으로 현실세계를 가상으로 정확하게 옮겨서 현실에서 할 수 없는 어떤 고가의 장비 수명을 저하시키는 스트레스 테스트를 실시하여 제품의 취약부분을 시뮬레이션 하는 디지털 트윈이 제조업에서 활발히 사용되고 있다. IoT의 발전으로 인해 현실세계에서 수집되는 데이터를 정확하게 수집하여 가상의 공간에 동일하게 만드는 디지털 트윈은 교통, 재난, 주거, 방역, 에너지, 환경, 고령화 같은 도시 생활의 문제에 대한 정확한 예측을 할 수 있기 때문에 스마트 시티 건설에 필요한 도구로 자리매김하고 있다. 디지털 트윈은 제조업분야에 적용이 많이 되고 있지만 본 연구에서는 스마트 시티에 적용하여 4차산업혁명시대에 걸 맞는 스마트 시티 모델을 제안하고 제안된 모델을 통한 시민의 안전, 복지와 편리성을 증가시켜 기술의 발전이 삶의 질을 향상시키는 데 기여하고 한다. 또한, 디지털 트윈을 스마트 시티에 적용할 경우 실시간 상호작용을 통하여 현실성과 즉시성을 유지함으로써 현실과 가상간의 실시간 동기화를 통하여 보다 정확한 예측 및 분석을 할 수 있을 것으로 기대한다.

주제어 : 디지털 트윈, 스마트 시티, 가상현실, 증강현실, 스마트 시티 모델

Abstract As part of the digital era, a digital twin that simulates the weak part of a product by performing a stress test that reduces the lifespan of some expensive equipment that cannot be done in reality by accurately moving the real world to virtual reality is being actively used in the manufacturing industry. Due to the development of IoT, the digital twin, which accurately collects data collected from the real world and makes it the same in the virtual space, is mutually beneficial through accurate prediction of urban life problems such as traffic, disaster, housing, quarantine, energy, environment, and aging. Based on its action, it is positioned as a necessary tool for smart city construction. Although digital twin is widely applied to the manufacturing field, this study proposes a smart city model suitable for the 4th industrial revolution era by using it to smart cities and increasing citizens' safety, welfare, and convenience through the proposed model. In addition, when a digital twin is applied to a smart city, it is expected that more accurate prediction and analysis will be possible by real-time synchronization between the real and virtual by maintaining realism and immediacy through real-time interaction.

Key Words : Digital twin, Smart city, Virtual reality, Augmented reality, Smart city model

*This research was supported by 2021 Baekseok University Research Fund.

*Corresponding Author : Sunghyuck Hong (shong@bu.ac.kr)

Received September 15, 2021

Accepted November 20, 2021

Revised November 5, 2021

Published November 28, 2021

1. 서론

1.1 디지털 트윈 정의

디지털 트윈은 현실 세계의 각종 물리적인 사물들을 데이터로 전환하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 가상으로 동일화하여 실제로 사물 수명에 영향을 미치는 테스트를 하기위해 고안된 디지털 플랫폼이다. 현실로부터 다양한 센서를 통해 수집된 데이터를 가지고 최적의 모델을 구축하여 시뮬레이션을 통하여 미래를 예측한다. 디지털 트윈이 실현되기 위해서는 각종 센서의 정확도와 인공지능을 기반으로 하는 예측시스템이 잘 갖춰져야 하며, 예측된 결과를 바탕으로 실제 장비에 적용을 시켜서 효율성을 극대화 시킨다.

제조업에 기원한 디지털 트윈은 제조업에서 중요시 하는 각종 기기의 통제 및 사용자의 명령을 반영하는데 중요한 역할을 했다. 디지털 트윈은 가상 세계에서 현실 세계를 모사해 최적화된 시뮬레이션을 통해 나온 결과를 현실 세계에 반영해 도움을 줄 수 있다. 사용자는 현실에서 시간과 비용의 문제 때문에 수행하지 못하는 다양한 환경의 시뮬레이션을 통해 현실 세계에 반영할 수 있는 데이터를 얻을 수 있다. 최근엔 단순히 제조업 분야를 넘어서서 스마트 시티 구축 같은 도시와 국토관리, 보건의료분야 등 그 영역을 넓혀가고 있다. 특히 스마트시티 구축과 관련된 IoT, CCTV, 드론, 지능형교통시스템, 자율주행차 등의 발전에 따라서 도시관리와 관련된 데이터가 증가하고 있다. 동시에 인공지능, 클라우드 컴퓨팅, 인터넷과 5G등 무선 통신망의 발달로 데이터의 빠른 처리와 의사결정을 가능케 하고 있다. 이런 기술 발전은 현실 세계의 구조와 현상들을 각종 센서를 통해 수집하고 모델링으로 가상 세계에 빠르게 구현할 가능성을 제공했다. 디지털 트윈을 활용한 국토관리는 세계적인 주요 관심사로 공간정보 국제표준화기구인 OGC(Open Geospatial Consortium)에서 디지털 트윈의 데이터 표준화에 큰 노력을 기울이고 있다[1].

CityGML은 가상 환경에서 3차원 공간정보를 저장하고 표현할 수 있는 데이터 구조로 3차원에 존재하는 공간 객체 간의 관계를 위상, 기하, 의미, 모습 등의 속성들로 정의하는 OGC 표준이다. 2008년 CityGML 1.0이 표준으로 채택된 이후 2011년 도시의 구성요소 모델을 CityGML 2.0에서 모듈로 제공하도록 개선했고 2021년 1월에는 CityGML 3.0이 발표됐다. 3.0에서 3

차원 공간에서 자세한 실내의 정보와 내부와 외부를 구별할 수 있게 하는 LoD(Level of Detail)의 개념이 추가되었고 디지털 트윈의 주요 데이터인 3차원 가상공간을 이용한 시설물 정보의 집합인 BIM(Building Information Modeling)과의 통합도 가능해졌다. OGC에서는 3.0을 통해 건축설계, 환경 시뮬레이션, 도시계획 및 관리, 보행자와 차량 내비게이션 등의 응용 분야를 목표로 명시하고 있어 디지털 트윈의 범위는 점차 확장되어 다양한 분야에서 활용될 것이다[2,3].

1.2 스마트 시티 정의

유엔의 조사에 따르면 인구 1000만 이상 도시는 2018년에서 2030년 사이 33개에서 43개로 늘어날 것으로 예상된다. 도시화는 인구와 산업의 집중에서 오는 경제력이 증가하게 되지만 그에 비례해 도시의 교통과 환경 문제 등 부작용이 발생한다. 도시화 확대와 관련한 사회적 문제의 발생과 높아지는 공공 예산의 절감은 국제적으로 스마트 시티의 구축에 대한 관심이 높아지게 하는 주요 이유이다. 또한, 코로나로 인한 경제 침체로 인해 효율적인 도시관리에 대한 중요성이 대두되고 있다. 세계경제포럼 조사에서 2020년부터 2024년 사이에 의료, 보안 및 에너지 분야를 포함한 스마트 시티 시장은 연평균 23%의 성장률로 약 2조 1천억 달러에 이를 것으로 예측한다[4].

스마트 시티의 증점은 효율적인 도시관리이고 이는 블록체인 같은 첨단기술을 활용하여 효율성을 높일 수 있다. 블록체인의 경우 중앙관리자 없이 네트워크 참여자가 높은 수준의 투명성과 신뢰성으로 데이터를 서로 교환이 가능하다는 장점이 있다. 도시의 경우 매우 다양한 이해 당사자가 있고 이해 당사자 간의 데이터 교환은 도시 서비스를 구축하는 데 필수적이다. 따라서 이러한 데이터 교환에 블록체인을 활용하면 효율적이고 안전한 시스템을 구축할 수 있게 된다. 일례로 두바이를 스마트 시티로 구축하는 스마트 두바이에서는 나라를 오가는 학생들의 등록 절차를 블록체인을 활용하여 쉽게 하는 프로젝트가 있다. 이처럼 스마트 시티가 서비스 품질을 향상하는 동시에 사회적 문제를 해결하고 효율적으로 운영되기 위해서는 독립적인 스마트 시티만으로는 충분하지 않다. 따라서 여러 스마트 시티 간의 연결 같은 상호운용성과 조정이 필수적이다. 예를 들어 스마트 시티에서 MaaS(Mobility as a Service)의

경우 여러 교통 시스템을 연결하여 사용자에게 편리한 모빌리티를 제공한다. 이러한 MaaS의 구현에 있어서 정산 시스템 같은 여러 운송 사업자간 데이터 교환과 수익의 공유를 위해서 블록체인을 활용할 수 있다[4,5].

현재 명확히 정해진 스마트 시티의 표준이 없고 도시마다 요구사항도 다르므로 블록체인의 핵심인 분산 원장을 이용하여 서로 다른 기술들을 네트워크화하는 가교 구실을 할 수 있을 것이다.

블록체인을 프레임워크로 사용하여 많은 서비스와 기술을 연결할 경우 더 많은 가치를 생산할 것이다. 이는 기술의 연계를 통해 도시의 기본적인 서비스를 자동화 할 수 있을 것이다. 이런 블록체인 네트워크를 이용한 도로 교통의 자동화의 경우 무슨 일이 일어나든 사용자와 제공자 간에 일어나는 모든 상호작용은 투명하고 검증 가능하며 데이터의 위변조도 불가능하다. 에너지 관리 분야에서는 블록체인을 활용해 증개자를 제외해서 거래비용의 축소를 통한 P2P 거래에 효율성을 제공할 수 있다. 여기서 나아가 기존 전력망에 전력의 소비, 생산을 양방향간에 실시간으로 주고받아 전력 효율을 높이는 스마트 그리드 개념이 있다. 스마트 그리드 시스템인 마이크로그리드는 에너지 저장장치와 풍력이나 태양광 같은 신재생 에너지가 융합된 차세대 전력 체계이다. 세계적 추세로 신재생 에너지가 각광을 받고 있고 이런 신재생 에너지는 기존의 원자력이나 화력발전과 다르게 환경에 영향을 받아 설치장소도 다르다. 따라서 중앙화된 시스템으로 모두 활용할 수 없다. 이런 경우 분산 네트워크인 블록체인 네트워크를 활용한 마이크로 그리드 시스템을 통해 초과한 에너지를 거래하는 등의 에너지 거래가 자유롭고 안전하게 이루어질 것이다. 또한, 블록체인 및 스마트 계약 기능은 주민등록증과 같은 시민권의 디지털화, 신원확인, 과세, 투표, 자산 소유권 같은 행정적 프로세스의 자동화에 사용할 수 있을 것이다. 스마트 시티에서 블록체인 기술은 도시의 데이터를 추적, 관리하고 원활한 거래를 가능하게 하며 도시가 제공하는 공공 서비스에 대해 투명성을 제공할 것이다. 이를 통해 신뢰성을 확보할 수 있고 서로 다른 서비스를 연결하는 교차 기능 플랫폼으로 활용될 수 있을 것이다[6].

2. 디지털 트윈과 메타버스

2.1 디지털 트윈 vs. 메타버스

디지털 트윈과 메타버스는 가상세계를 통해 구현된

다는 큰 틀은 비슷하지만 현실세계를 어떻게 바라보느냐가 다르다. 디지털 트윈의 경우 도시, 기계, 공장 등 현실세계의 객체를 가상세계에 구현하고 이를 바탕으로 현실세계와 동일하게 작동하는 기술이다.

가상세계에 현실을 쌍둥이처럼 구현해서 디지털 트윈이라는 불린다. 간단한 예로 스크린 골프에서 채를 휘둘러 공을 치는 행위는 현실에서 벌어지지만, 공이 날아가고 점수를 얻는 행위는 모두 가상에서 이루어진다. 초기 단계의 디지털 트윈의 경우는 단순히 현실을 가상세계에 모방하는 것에 그쳤지만, 최근에 사물 인터넷, 컴퓨팅, 인공지능 기술 등의 발달로 현실적인 제약으로 시뮬레이션 하지 못하는 다양한 시나리오들을 가상에서 대신 구현할 수 있게 되었다. 단순한 결과 예측이 아닌 각종 센서와 실 데이터 등을 바탕으로 현실에 가깝게 예측하고 실시간으로 문제에 대응할 수 있게 되었다. 실제 GE(General Electronics)에서 활용하는 프레딕스는 스마트 팩토리의 지원을 위해서 GE의 설비와 소프트웨어를 산업용 인터넷에 통합하기 위한 클라우드 플랫폼이다. 이를 활용해서 현실에서의 다양한 기계와 설비들을 프레딕스를 통해 안전하게 데이터를 수집하고 분석한다. 결과를 바탕으로 현실에서 설비들을 더욱 효율적으로 운용하는 디지털 트윈 플랫폼이다 [7,8]. Fig. 1은 현실에서 모델 데이터와 센서로 수집한 데이터를 토대로 현실 객체를 디지털 모델로 생성하고 데이터 분석과 예측, 상황 인식을 시각화를 통해 다시 현실에서 구현하는 디지털 트윈의 구조를 나타낸 것이다. 메타버스의 경우 초월을 뜻하는 메타와 현실세계를 뜻하는 유니버스를 합성한 용어이다. 메타버스는 본인을 투명한 아바타로 다양한 가상세계를 경험하지만 디지털 트윈과는 다르게 가상세계가 현실세계를 구현한 것을 의미하진 않는다. 메타버스는 초기의 3D 가상세계에서 벗어나 현실과의 교차를 통하여 가상과 현실세계 사이의 상호작용을 통해 다양한 경험과 가치를 생산하고 공유하는 것에 있다. 네이버즈가 운영하는 메타버스 플랫폼 제페토(Zepeto)는 얼굴인식과 증강현실을 기반으로 아바타와 가상세계를 구현하는 플랫폼이다. 가상세계인 맵과 맵을 구성하는 빌드잇과 아바타의 의상을 만드는 제페토 스튜디오를 토대로 운영된다. 사용자는 아바타를 통해 다양한 가상공간에서 다른 아바타와 직접적으로 소통을 할 수 있다. 이외에도 방탄소년단의 경우 신곡을 게임 포트나이트 안에서 콘서트처럼

발표하기도 했다. 마이크로소프트의 원격 협업 플랫폼인 메쉬는 서로 다른 지역 사용자들이 아바타를 통해 같은 공간에서 일하는 것처럼 느낄 수 있게 하는 혼합현실 (Mixed Reality, MR)을 기반으로 하는 메타버스 플랫폼이다. 이처럼 메타버스는 게임, 산업, 모임이나 쇼핑 같은 일상의 영역까지 확대되고 있다. 앞으로 현실의 더욱더 많은 영역과 활동들이 가상과 융합되는 현상이 가속화될 것이다[9,10]. Fig 2는 메타버스의 증강현실, 물리적 세계에 추가 정보를 더해서 구현한 거울세계, 인간이 경험하는 감정, 움직임, 신체 등과 같은 정보를 가상에서 재현하는 라이프 로깅, 가상세계로 대표되는 4가지 요소들과 XR(Extended Reality), 데이터 기술 등의 메타버스 범용기술로 현실과 가상을 연결해주는 메타버스의 개념을 나타낸 그림이다.

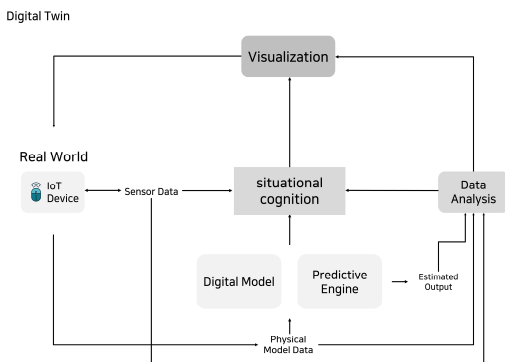


Fig. 1. Basic Structure of Digital Twin

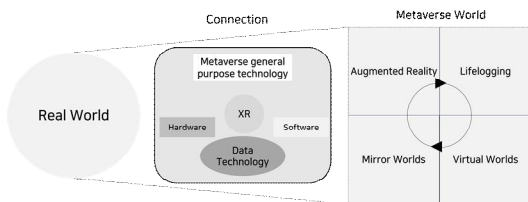


Fig. 2. Metaverse Basic Concept

3. 제안하는 스마트시티 표준 모델

3.1 블록체인을 활용한 스마트시티

스마트 시티에서 높은 에너지 소모를 효율적으로 개선하기 위한 노력은 핵심적인 프로젝트이다. 에너지 분야에선 점점 중앙집중형에서 분산형으로 전환되고 있는 추세이다. 이 과정에서 도시 에너지 블록체인 네트워크가 형성되면 도시의 각 부분에서 사용되는 에너지 정보가 블록체인 분산원장에 기록되고 그 내역을 누구

나 확인할 수 있게 된다. 이는 태양광 등 신재생에너지가 발전함에 따라 개개인도 에너지를 생산해서 소비하는 추세에서 관리와 전력거래에 이점이 있다. 국내에선 REC라는 신재생에너지 공급인증서를 발급받아 전력거래소를 통해 거래하는 방식으로 굉장히 제한적으로 이루어진다. 에너지 블록체인의 경우 분산원장과 해시 기술을 통해 사용자에게 데이터의 무결성과 안정성을 제공한다. 이를 통해 중개 기관 없이 사용자들이 직접적으로 에너지를 거래할 수 있다. 실제로 미국의 브루클린 주 LO3 Energy는 블록체인 기반의 마이크로 그리드 플랫폼을 출시해서 지역 사용자들이 개개인으로서 에너지를 생성, 저장해서 구매와 판매를 하는 P2P 에너지 시장을 구축했다[11].

도시의 발전과 거주민의 증가는 자연스레 시민의 삶의 질 향상과 현대 공공행정의 개선으로 이어진다. 행정의 개선은 스마트 시티에서 주요 프로젝트 중 하나로 시민들에게 좀 더 효율적인 행정서비스를 제공하는 것에 있다. 기존 기관의 중앙시스템에 의존하는 경우 해킹이나 전산오류 등 문제가 발생하는 경우가 있다. 이런 문제를 완화하기 위해 블록체인 기술을 도입하면 공공 서비스 시스템의 범위를 확장하고 더욱 안전하고 효율적인 공공 서비스 전달 채널을 구성할 수 있다. 블록체인이 제공하는 개인 정보 보호 수준은 정보 데이터 관리에 적합하다. 세금징수, 재산 및 토지 등록, 혜택 분배, 신원 관리, 정부기록 관리와 같은 공공 행정 자동화에서 시스템의 안정성과 데이터의 무결성을 제공하는 블록체인 및 스마트 계약의 이점을 극대화 할 수 있다.

3.2 스마트시티 활용 예

스마트 두바이의 경우 공공문서를 블록체인 기반의 전자문서로 전환하고 이를 기반으로 블록체인 기반 행정 시스템을 구축해서 온라인과 모바일을 통해 시민들에게 정부 서비스를 제공하고 있다. 중국의 대표적인 스마트 시티인 항저우는 블록체인과 사물 인터넷을 연계해서 전자지갑을 적용해서 도시를 온라인으로 연결하는 계획을 추진하고 있다. 도시 내 금융거래, 출생, 사망, 투표 등 개인정보를 블록체인을 통해 안전하게 보관하고 자동화한다[11,12].

3.2 블록체인기반 스마트 시티 플랫폼

국제표준화 기구에서 스마트 시티 플랫폼에 대한 참

구조조를 발표하였고, ITU-T(국제전기통신연합 전기통신표준화부문)에서 스마트 시티 플랫폼 참조구조를 제시하였다. 본 연구에서는 기존 스마트 시티 모델과 차별화하여 실세계에서 데이터를 각종 IoT를 통하여 수집한 후 수집된 데이터의 무결성과 보안성을 위하여 블록체인에 저장하고 공유하여 확정한다. 또한 블록체인별 상호작용을 위하여 인터체인을 사용하여 서로 다른 블록체인간 데이터 검증을 하도록 연결하고, 디지털 트윈을 구축하여 실세계를 분석하고 미래를 예측한 후 다시 실세계에 전달하여 교통, 감시, 안전과 같은 시민 편의에 영향을 미치는 요소들을 제어하도록 한다. 전체적인 개념도는 Fig. 3과 같다.

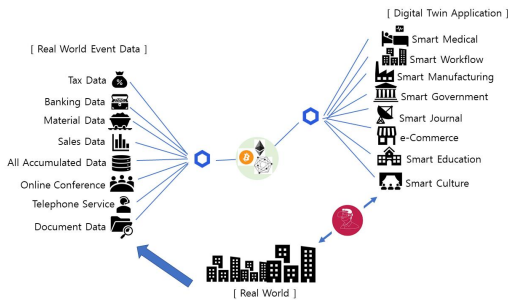


Fig. 3. The Concept of Proposed Blockchain based Smart City

4. 결론

스마트 시티는 효과적인 제어를 통하여 보다 안락한 도시를 이루고, 도시에 생활하는 시민들의 편의성을 향상시켜 환경, 에너지, 안전, 교통등의 문제를 해결할 수 있는 솔루션으로 자리하고 있다. 지구에서 도시가 차지하는 비율은 2%이지만, 도시에 살고 있는 인구는 55%에 달하고, 도시에서 생산되는 GDP는 70%이고, 에너지 소비량은 60%이상이며, 쓰레기 배출량은 70%에 해당한다. 따라서, 스마트 시티 모델을 잘 구축할 경우 최근 지구환경보존과 에너지 절감을 통하여 시민을 질을 향상시킬 수 있다. 스마트시티에 대한 기대가 높아지고 COVID-19로 인한 경제 침체로 인해 그 어느 때 보다 효율적인 도시관리가 필요하다. 2020 년에서 2024 년 사이에 에너지, 의료 및 보안 부문을 포함한 스마트 시티 시장은 연간 23 %의 성장률로 약 2 조 1 천억 달러에 달할것으로 예상된다. 블록체인과 디지털트윈을 사용하게 되면 데이터의 안전성과 투명성을 보장하기

때문에 신뢰성있는 데이터 교환이 가능하고, 중앙집중식 관리자가 없이도 높은 수준의 신뢰성과 투명성이 보장된다. 또한 디지털 트윈을 통하여 충분한 시뮬레이션을 통하여 미래를 예측하여 현실 세계의 문제의 발생 차체를 사전에 막을 수 있다. 앞으로 블록체인 기반의 스마트 시티는 많은 연구가 필요하고 향후 DID 기반 사물인터넷을 통하여 다양한 IoT의 인증이 이루어진다면 향후 기기간 결제도 가능할 것으로 기대한다.

REFERENCES

- [1] J. Song & S. Hong, (2021). Build a Secure Smart City by using Blockchain and Digital Twin. *International Journal of Advanced Science and Convergence*, 3(3), 9-13. DOI : 10.22662/IJASC.2021.3.3.009
- [2] P. Carvalho, P. Hitzelberger, B. Otjacques, F. Bouali & G. Venturini. (2014). Open data integration- visualization as an asset. *Proceedings of 3rd International Conference on Data Management Technologies and Applications*. DOI : 10.5220/0005000600410047
- [3] A. D. Thierer & T. Pearson. (2002). *Birth of the digital New Deal: An inventory of high-tech pork-barrel spending*. Washington, DC: Cato Institute.
- [4] J. Sun, J. Yan & K. Z. Zhang, (2016). Blockchain-based sharing services: What blockchain technology can contribute to smart cities. *Financial Innovation*, 2(1), 1-9. DOI : 10.1186/s40854-016-0040-y
- [5] S. Ibba, A. Pinna, M. Seu & F. E. Pani. (2017, May). CitySense: blockchain-oriented smart cities. *In Proceedings of the XP2017 Scientific Workshops* (pp. 1-5).
- [6] B. Bhushan, A. Khamparia, K. M. Sagayam, S. K. Sharma, M. A. Ahad & N. C. Debnath. (2020). Blockchain for smart cities: A review of architectures, integration trends and future research directions. *Sustainable Cities and Society*, 61, 102360. DOI : 10.1186/s40854-016-0040-y
- [7] A. Fuller, Z. Fan, C. Day & C. Barlow. (2020). Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE access*, 8, 108952-108971. DOI : 10.1109/ACCESS.2020.2998358
- [8] A. M. Madni, C. C. Madni & S. D. Lucero. (2019).

Leveraging digital twin technology in model-based systems engineering. *Systems*, 7(1), 7.
DOI : 10.3390/systems7010007

- [9] K. J. Nevelsteen. (2018). Virtual world, defined from a technological perspective and applied to video games, mixed reality, and the Metaverse. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 29(1), e1752.
DOI : 10.1002/cav.1752
- [10] J. Kemp. & D. Livingstone. (2006, August). Putting a Second Life “metaverse” skin on learning management systems. In *Proceedings of the Second Life education workshop at the Second Life community convention* (Vol. 20). CA, San Francisco: The University of Paisley.
- [11] K. Biswas & V. Muthukkumarasamy. (2016, December). Securing smart cities using blockchain technology. In *2016 IEEE 18th international conference on high performance computing and communications: IEEE 14th international conference on smart city; IEEE 2nd international conference on data science and systems (HPCC/SmartCity/DSS)* (pp. 1392-1393). IEEE.
DOI : 10.1109/HPCC-SmartCity-DSS.2016.0198
- [12] S. P. Caird & S. H. Hallett. (2019). Towards evaluation design for smart city development. *Journal of urban Design*, 24(2), 188-209.
DOI : 10.1080/13574809.2018.1469402
- [13] S. Hong. (2020). P2P networking based internet of things (IoT) sensor node authentication by Blockchain. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 13(2), 579-589.
DOI : 10.1007/s12083-019-00739-x
- [14] S. Hong & Seo, C. R. (2018). Developing a Blockchain based Accounting and Tax Information in the 4th Industrial Revolution. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(3), 45-51.
DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.3.045
- [15] S. Hong. (2019). Research on a New Approach to Enhance IoT Security Using Blockchain Technology. *Journal of Digital Convergence*, 17(12), 235-241.
DOI : 10.14400/JDC.2019.17.12.235

한 군 희(Kun-Hee Han)

[종신회원]



- 2001년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 컴퓨터공학부 교수
- 관심분야 : 데이터베이스, 암호프로토콜, 네트워크 보안, 영상처리
- E-Mail : hankh@bu.ac.kr

홍 성 혁(Sunghyuck Hong)

[종신회원]



- 2007년 8월 : Texas Tech Univ., Computer Science(공학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 스마트IT공학부 핀테크 전공 주임
- 관심분야 : 핀테크, 딥러닝, DID, 사물인터넷 보안, 경량보안프로토콜
- E-Mail : shong@bu.ac.kr