정 보 보 호 학 회 지
제 34 권 제1호, 2024. 2

우주 사이버 환경에서의 블록체인 기술 적용 전략과 가능성 분석

김 성 빈*, 김 도 훈**

요 약

본 논문에서는 우주 사이버 환경에서 블록체인 기술의 적용 가능성과 전략을 탐구한다. 분산 원장 기술의 현황을 검토하고, 우주 사이버 보안의 현재 상황과 주요 도전 과제를 분석하여, 우주 환경과 사이버 보안의 상호작용을 이해한다. 이를 통해 블록체인 기술의 핵심 요소가 우주 환경에 어떻게 적합한지, 데이터 보안과 무결성을 어떻게 강화할 수 있는지, 그리고 통신 및 네트워크 관리에 블록체인을 어떻게 활용할 수 있는지를 기술 현황 분석을 통해 제시한다. 또한, 우주 사이버 환경에서 블록체인의 기술적 가능성과 현재 기술 수준의 한계를 분석하며, 경제적 및 운영적 측면에서의 타당성을 분석한다. 결론적으로 우주 사이버 환경에서의 블록체인 적용이 미칠 영향을 전망하고, 실제 사례 분석을 통해 실용적 적용 사례를 제시한다. 본 논문은 우주 사이버 환경에서 블록체인 기술의 잠재력을 평가하고, 미래의 발전 방향을 제시함으로써, 우주 사이버 보안 분야에 중요한 기여를 한다.

Ⅰ. 서 론

최근 우주 탐사와 활동이 증가함에 따라, 우주 사이버 환경의 보안은 점점 더 중요해지고 있다 [1]. 이러한 배경 속에서, 블록체인[2] 기술은 그 잠재력을 인정받으며 우주 사이버 보안에 혁신적인 접근 방식을 제공할 수 있는 새로운 영역으로 부상하고 있다. 블록체인은 분산된 여러 노드가 동일한 원장을 공유하고 있는 분산 원장의 구조를 따르며, 무결성과 신뢰성 등을 보장한다. 본 논문은 우주 사이버 환경에서 블록체인 기술의 적용 가능성과 전략을 탐구함으로써, 이 분야에 대한 심층적인 이해를 도모하고자 한다.

본 논문에서는 분산 원장 기술(블록체인)의 현황 검토를 시작으로, 우주 사이버 보안의 현재 상황과 직면한 도전 과제들을 분석한다. 이러한 분석을 통해, 우주 환경과 사이버 보안의 상호작용을 이해하고, 블록체인 기술이 우주 환경에서 어떻게 적용될 수 있는지를 탐구한다. 특히, 블록체인 기술의 핵심 요소와 우주 환경과의 적합성을 분석하고, 데이터 보안과 무결성 강화 방안, 통신 및 네트워크 관리에의 적용 가능성을 토의한다.

또한 우주 사이버 환경에서 블록체인의 현실적인 기술적 적용 가능성과 현재의 기술 수준 한계를 분석한다. 이를 통해, 경제적 및 운영적 측면에서의 타당성 분석을 제시하고, 우주 사이버 보안과 블록체인 기술의 발전이 미칠 잠재적인 영향을 전망한다. 따라서 본 논문의 목표는 우주 사이버 환경에서 블록체인 기술의 잠재력을 분석하고, 미래 발전 방향을 제시함으로써, 우주 사이버 보안 분야에 대한 중요한 기여를 하는 것이다.

논문의 내용은 다음과 같다. 본 논문의 2장에서는 블록체인 및 분산 원장 기술과 우주 사이버 보안 환경에 대한 도전 과제 및 상호작용을 분석하고, 3장에서는 우주 사이버 환경에서의 블록체인 적용 전략을 제시한다. 4장에서는 우주 사이버 환경에서의 블록체인 적용 가능성을 분석하여, 잠재력과 향후 기술 발전 방향을 전망한다.

Ⅱ. 배경 지식

본 논문에서는 우주 사이버 환경에서의 보안을 강화할 수 있는 방안으로 블록체인의 적용 전략과 가능

* 경기대학교 컴퓨터과학과 (대학원생, beensk@kyonggi.ac.kr)
** 경기대학교 AI컴퓨터공학부 (교수, karmy01@kyonggi.ac.kr)

성을 제시하고 분석하는 것을 목표로 한다. 따라서 2장에서는 블록체인 기술의 원리와 특징을 살펴보고, 우주 환경에서의 사이버 보안의 개념과 상호작용을 분석하여 기본적인 배경지식을 설명한다.

2.1. 블록체인 기술 현황

블록체인 기술은 디지털 정보의 분산 저장과 관리를 혁신적으로 변화시킨 기술로, 금융, 헬스케어, 공급망 관리, 그리고 정부 시스템 등 다양한 분야에서 그 적용 범위를 확장하고 있다. 블록체인은 거래 기록이나 다른 데이터 유형을 순차적인 '블록'으로 저장하는 분산 원장 기술의 일종이다. 각 블록은 이전 블록의 암호화된 해시값과 함께 거래 데이터를 포함하며, 이러한 방식으로 체인을 형성한다. 이 구조는 데이터의 무결성을 보장하며, 변경이나 조작을 방지한다.

블록체인의 가장 큰 장점 중 하나는 데이터의 보안성과 무결성이다. 블록체인 네트워크의 분산된 특성은 중앙 집중식 시스템에 비해 데이터 조작이나 해킹에 대한 위험을 현저히 줄인다. 각 블록의 데이터는 네트워크 참여자들에 의해 검증되며, 일단 체인에 추가되면 변경하기가 매우 어렵다. 초기 블록체인 기술은 주로 암호화폐 거래에 초점을 맞췄지만, 이후 스마트 계약, 분산형 애플리케이션(Decentralized Applications, DApps)[3], 공급망 관리 및 투표 시스템 등으로 확장되었다. 이러한 다양한 적용은 블록체인 기술이 제공하는 투명성, 효율성, 그리고 신뢰성을 통해 다양한 산업 분야에 혁신을 가져오고 있다.

최근에는 블록체인의 처리 속도와 확장성을 개선하는 방향으로 기술 발전이 이루어지고 있다. 또한, 프라이빗 블록체인과 퍼블릭 블록체인 간의 통합, 즉 하이브리드 블록체인 솔루션의 개발이 활발하다 [4-6]. 이는 블록체인 기술을 더욱 다양한 산업 및 용도에 적용하기 위한 노력의 일환으로, 향후 더욱 복잡하고 다양한 분야에서의 적용 가능성을 제시한다.

2.2. 우주 환경과 사이버 보안

2.2.1. 우주 사이버 보안의 현재 상황과 도전 과제

우주 사이버 보안은 우주 임무와 위성 시스템의 안전 운영에서 중요한 요소이다. 현재 우주 사이버 보안은 다음과 같은 구체적인 상황과 도전 과제에 직면해 있다.

- 원격 제어 시스템의 취약성: 우주를 기반으로 하는 자산은 지구에서 원격으로 제어되며, 이러한 통신 채널은 사이버 공격에 취약할 수 있다. 2017년 NASA의 위성과의 통신이 해킹 시도를 받은 사례도 존재한다.
- 극한 환경에서의 데이터 보호: 우주 환경은 온도와 방사선 등으로 인해 통신 시스템과 데이터 저장소에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이로 인해 우주에서 수집하고 기록된 데이터에 대한 무결성을 보장하지 못할 수 있다.
- 위성 해킹 및 데이터 변조 위험: 위성은 중요한 통신 수단이기 때문에, 이를 해킹하는 것은 중대한 국가적 안보 위협으로 이어질 가능성이 크다. 예를 들어, 2008년 발생한 테라사 스테이션 위성의 해킹 사례가 있다.

이와 같이 우주 사이버 환경에서 보안을 지키기 위해서는 위와 같은 문제를 해결해야 한다. 데이터의 무결성과 보안성을 침해할 수 있는 해킹에 대응하기 위한 해결책을 마련할 필요성이 존재한다.

2.2.2. 우주 환경과 사이버 보안의 상호작용

우주 사이버 보안은 지구와 우주를 연결하는 중요한 다리 역할을 수행하며, 아래와 같은 방식으로 상호작용 할 수 있다.

- 통신 시스템의 보안성 강화: 우주 임무에서 사용되는 통신 시스템은 암호화와 같은 보안 기술을 사용하여 보호된다. 이는 지구와 우주 기반 자산 간의 신뢰할 수 있는 데이터 전송을 보장하는 것이다.
- 위성 네트워크의 사이버 보안: 위성 네트워크는 중요한 세계적 통신 체계를 구축하는데, 해당 네트워크의 보안은 지속적인 감시와 최신 보안 기술의 적용을 통해 유지되고 강화된다.
- 사이버 위협(해킹) 대응 전략: 우주 기반 자산에 대한 사이버 위협에 대응하기 위해서, 우주 관련 기관들은 지속적인 모니터링과 취약점 분석, 위험 관리 전략을 개발하고 실행하는 추세이다.

위와 같이 우주 사이버 보안은 우주 임무의 성공과 우주 기반 자산의 안전성을 확보하는데 핵심적인 역할을 수행하며, 사이버 위협(해킹)으로부터 우주에서 수집된 자산을 보호하는 것이 중요하다.

Ⅲ. 우주 사이버 환경에서의 블록체인 적용

3장에서는 우주 사이버 환경에서의 데이터 무결성과 보안성을 향상시키기 위한 방안으로 블록체인의 적용을 제안한다. 또한, 블록체인이 우주 사이버 환경에서 수행하는 역할과 활용 방안 및 위험 대응 방안 등을 제시한다.

3.1. 블록체인 기술의 핵심 요소와 우주 환경 적합성

블록체인 기술은 그 고유의 탈중앙성, 데이터 무결성, 신뢰성과 보안성을 지니고 있기 때문에, 민감한 데이터가 기록되고 관리되는 우주 사이버 환경에서의 효과성이 좋을 것으로 판단한다. 이러한 특성은 우주 사이버 환경 임무에서 중요한 데이터의 안전한 기록과 저장을 가능하게 한다. 블록체인은 위성 데이터의 신뢰성을 보장하며, 이는 원격 장비 관리 및 우주 탐사 데이터의 신뢰성 유지에 중요하다. 예를 들어, 우주 임무에서 사용되는 각종 장비와 자산의 상태를 실시간으로 추적하고 관리하는데 블록체인을 활용하여, 위성의 부품 교체 이력, 운영 상태, 그리고 유지보수 일정 등이 블록체인에 기록되어 투명하고 신뢰할 수 있는 데이터로 관리될 수 있다. 또한, 스마트 계약(Smart Contract)[7]과 같은 블록체인의 기능은 우주 임무에서 자동화된 의사결정과 효율적인 자산 관리를 가능하게 하며, 이는 특히 우주 환경의 독특한 도전에 대응하는데 필수적인 요소가 될 수 있다. 이러한 적합성은 우주 임무의 복잡성과 도전을 극복하는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

3.2. 데이터 보안 및 무결성과 신뢰성 측면에서의 블록체인 활용

우주 사이버 환경에서 수집 및 생성된 데이터의 보안성과 무결성을 보장하는 것은 중요한 요소이다. 해당 데이터는 군사 및 기밀과 관련된 내용이 포함되어 있을 수 있기 때문에 최대한의 무결성과 신뢰성 그리고 보안성을 보장할 수 있어야 한다. 아래는 블록체인이 우주 사이버 환경에 적용되었을 때, 활용될 수 있는 방안을 제시한 것이다.

- 임무 데이터의 신뢰성 보장: 블록체인의 핵심 특징 중 하나는 데이터의 변경이나 조작이 거의 불가능하다는 것이다. 우주 사이버 환경에서 수집되는 과학적 데이터의 무결성과 신뢰성을 보장하는데 중요한 역할을 한다. 예를 들어, 화성 탐사 로버가 수집한 지질학적 데이터를 블록체인에 저장함으로써, 연구원들은 데이터의 원본성을 확신할 수 있다.
- 암호화된 데이터 전송: 블록체인을 통한 데이터의 암호화는 우주 임무에서 중요한 정보의 안전한 전송을 보장한다. 예를 들어, 지구와 우주 기반 시스템 간에 교환되는 중요한 지령과 데이터는 블록체인에 암호화되어 기록하고, 이로 인해 외부로부터의 간섭이나 해킹 시도로부터 보호받을 수 있다.

이와 같이 데이터 측면에서 블록체인을 활용하게 될 경우 보장할 수 있는 다양한 요소들이 존재하며, 이를 통해 우주 사이버 자체에 대한 신뢰성과 보안성을 향상시킬 수 있다.

3.3. 네트워크 및 통신 관리에서의 블록체인 활용

네트워크를 활용하여 통신을 수행하는 우주 사이버 환경에서도 블록체인을 충분히 활용할 수 있다. 블록체인은 탈중앙성과 암호화 프로토콜, 실시간성을 보장하기 때문이다. 아래는 네트워크 및 통신 관리 측면에서의 블록체인 활용 방안이다.

- 분산된 통신 네트워크의 강화: 블록체인의 분산된 특성은 우주 통신 네트워크의 탄력성을 강화한다. 단일 지점에서의 장애가 전체 네트워크에 영향을 미치는 것을 방지하고, 네트워크의 연속성과 안정성을 유지할 수 있다. 이는 위성 네트워크나 우주 기반 통신 시스템에서 중요한 요소이다.
- 안전한 데이터 교환: 블록체인 기반의 암호화 프로토콜을 사용하여, 우주 임무에서 교환되는 데이터의 보안을 강화할 수 있다. 예를 들어, 기밀 정보나 중요한 명령어를 전송할 때 블록체인을 이용하여 해당 정보를 암호화하고, 데이터의 안전한 교환을 보장할 수 있다.
- 사이버 위협 감지 및 대응: 블록체인은 우주 통신

네트워크에서의 비정상적인 활동이나 사이버 공격 시도를 실시간으로 감지하는 데 사용될 수 있다. 트랜잭션 기록의 불변성을 활용하여 비정상적인 행위나 패턴을 식별하고, 적시에 대응하여 통신 시스템의 보안을 강화할 수 있다.

이러한 활용 방안을 기반으로 실제 적용 방안을 하나씩 연구하고 더 나아가 실제 적용할 수 있도록 개발과 테스트를 진행하는 것 또한 중요하다고 판단한다.

Ⅳ. 우주 사이버 환경에서의 블록체인 적용 가능성 분석

3장에서 우주 사이버 환경에 블록체인을 활용하기 위한 방안을 제시하였는데, 4장에서는 실제로 적용하는 과정에서 발생되는 한계점과 타당성을 토의한다.

4.1. 기술적 적용 가능성: 현재 기술 수준과 한계

현재 블록체인 기술은 우주 사이버 환경에서의 적용 가능성을 입증하는 여러 요소를 갖추고 있다. 무결성, 투명성, 그리고 탈중앙성의 특징은 우주 임무의 데이터 보안과 관리에 이상적인 조건을 제공한다. 이는 우주 임무 관련 데이터, 위성 통신 기록, 우주 환경 모니터링 데이터 및 위성 관련 데이터 등의 안전한 저장 및 관리에 필수적이다. 현재 블록체인 기술은 공개 또는 사설 네트워크에서 안정적으로 운영되며, 스마트 계약을 통해 자동화된 작업 실행이 가능하다는 장점을 갖고 있다.

그러나, 우주 환경과 같은 대규모 및 고속 데이터 처리가 필요한 분야에서는 트랜잭션 처리 속도와 네트워크 확장성이 한계로 작용할 수 있다. 예를 들어, 대규모 우주 네트워크에서의 실시간 데이터 처리와 통신을 위해서는 블록체인 기술의 효율성과 속도가 중요한 고려사항이 된다. 블록체인 네트워크는 트랜잭션을 검증하고 블록에 추가하는 과정에서 상대적으로 높은 시간이 소요될 수 있으며, 이는 실시간 데이터 처리와 신속한 의사결정이 요구되는 우주 임무 수행에 영향을 줄 수 있다. 또한, 우주 환경 특유의 변동성과 복잡성을 충분히 반영하기 위해서는 기존의 블록체인 프로토콜과 알고리즘의 추가 개발과 최적화가 필요하다.

4.2. 경제적 및 운영적 적용 가능성: 타당성 분석

블록체인 기술을 우주 사이버 환경에 적용하는 것은 경제적 및 운영적 관점에서 다양한 이점을 제공한다. 블록체인을 통해 우주 임무 데이터의 관리와 보안을 강화하면 장기적으로 시스템의 신뢰성을 높이고, 운영 비용을 절감할 수 있다. 예를 들어, 스마트 계약을 활용한 자동화된 임무 관리는 인적 오류를 줄이고, 운영 효율성을 향상시키며, 의사결정 과정을 단순화할 수 있다.

경제적 타당성을 평가할 때는 초기 기술 도입 비용, 시스템 통합 및 유지보수 비용 등을 고려해야 한다. 블록체인 솔루션의 개발과 도입은 상당한 초기 투자를 요구할 수 있으며, 이는 특히 기존 시스템과의 호환성을 고려할 때 더욱 중요한 고려사항이 된다. 그러나, 데이터 관리의 효율성 증가, 사이버 보안 강화로 인한 장기적인 비용 절감 효과는 이러한 초기 투자 비용을 상쇄할 수 있는 잠재력을 가진다. 따라서 우주 사이버 환경에 블록체인을 도입하는 것은 미래가치가 높다고 볼 수 있겠다.

4.3. 향후 발전 방향에 대한 토의

블록체인 기술의 향후 발전 방향은 우주 사이버 환경에서의 적용 가능성을 크게 확장할 것으로 기대된다. 기술 발전의 핵심 요소는 처리 속도의 향상, 확장성 및 적응성의 증가, 그리고 고도화된 보안 기능의 개발이 될 것이다. 특히, 양자 컴퓨팅과 같은 첨단 기술과의 통합은 블록체인의 성능을 극적으로 향상시킬 수 있으며, 이는 우주 사이버 보안을 포함한 다양한 분야에서 블록체인의 적용 범위를 넓힐 것이다.

또한, 블록체인과 인공지능(AI)[8], 빅데이터[9], 사물인터넷(IoT)[10]과 같은 기술들과의 융합은 우주 사이버 환경에서의 새로운 애플리케이션과 서비스 개발을 가능하게 할 것이다. 이러한 기술 융합은 우주 탐사, 위성 통신, 우주 기반 인프라 관리 등의 분야에서 혁신을 촉진하고, 우주 사이버 보안의 새로운 패러다임을 제시할 수 있다. 아래는 다양한 기술과 블록체인을 우주 사이버 환경에 적용하였을 때, 발전할 수 있는 방향에 대한 제시이다.

- 위험 예측 및 모델링: 블록체인은 우주 임무와 관련된 다양한 데이터를 통합하여, 위험 예측 모델

을 개발하는데 활용될 수 있다. 예를 들어, 우주 환경의 변화, 장비의 상태, 그리고 임무 중 발생할 수 있는 다양한 시나리오를 기반으로 위험 요소를 분석하고 예측할 수 있다. 이러한 정보는 블록체인에 안전하게 저장되어, 신뢰할 수 있는 위험 평가를 제공한다.

- 자동화된 응급 프로토콜 실행: 블록체인의 스마트 계약 기능을 활용하여, 특정 조건이 충족되었을 때 자동으로 응급 대응 프로토콜을 실행할 수 있다. 예를 들어, 위성의 기술적 문제가 감지되었을 때, 스마트 계약은 즉시 해당 정보를 지상 제어 센터에 전달하고, 필요한 조치를 자동으로 시작할 수 있다.
- 사고 후 분석과 피드백 루프: 사고 발생 후, 블록체인은 사고 관련 데이터를 안전하게 기록하고 보관하여, 사후 분석과 개선 방안 모색에 중요한 정보를 제공한다. 사고의 원인 분석, 영향 평가, 그리고 미래 사고 예방 전략 개발에 있어 중요한 역할을 한다.
- 실시간 상황 인식 및 대응: 블록체인은 우주 임무의 실시간 상황 인식을 가능하게 하며, 이를 통해 신속하고 효과적인 대응을 할 수 있다. 예를 들어, 우주 환경의 변화나 예상치 못한 사건 발생 시, 블록체인은 실시간으로 데이터를 수집하고 분석하여, 적절한 대응 조치를 취할 수 있도록 정보를 제공한다.
- 대민 지원 및 재난 대응: 블록체인은 재난 상황 시 우주 기반 통신 자산을 활용한 대민 지원과 재난 대응 활동에도 중요한 역할을 할 수 있다. 예를 들어, 자연 재난 발생 시 위성 이미지 및 통신 데이터를 신속하게 수집, 분석하여 재난 대응 팀에 제공할 수 있다. 블록체인을 사용하여 이러한 데이터의 무결성과 신뢰성을 보장하면, 보다 효과적이고 신속한 대응이 가능해질 수 있다.

앞서 제시한 발전 방향 이외에도 다양한 기술과 블록체인을 결합하여 우주 사이버 환경을 발전시킬 수 있다고 판단한다. 본 논문에서는 우주 사이버 환경이라는 큰 특징을 지닌 도매인을 중심으로 도전적인 연구와 개발이 이루어질 수 있도록 발전 방안을 제시한다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 우주 사이버 환경에서 블록체인 기술의 적용 가능성과 그 전략을 분석하였다. 기술적 적용 가능성, 경제적 및 운영적 타당성, 그리고 미래 발전 방향에 대한 심도 있는 탐색을 통해, 블록체인이 우주 사이버 보안 분야에서 중대한 역할을 수행할 수 있는 잠재력을 지니고 있음을 확인하였다.

우주 사이버 환경의 복잡성과 도전적인 특성에도 불구하고, 블록체인 기술은 데이터 무결성, 보안성, 그리고 투명성 등을 보장하는 중요한 수단으로서 강력한 적용 가능성을 제시한다. 현재 기술 수준에서는 처리 속도와 확장성의 한계가 존재하지만, 지속적인 연구와 개발을 통해 이러한 문제를 극복하고 더욱 효율적인 우주 사이버 보안 솔루션을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 경제적 및 운영적 측면에서의 분석은 블록체인 기술 도입이 초기 비용은 높을 수 있지만, 장기적으로는 우주 임무의 운영 효율성을 개선하고, 전체적인 비용 절감을 이끌어낼 수 있음을 시사한다. 특히, 사고 및 응급 상황에 대한 자동화와 데이터의 무결성이 요구되는 우주 환경에서의 작업 수행에 있어 블록체인 기술의 적용은 높은 가치를 제공한다.

향후 발전 방향에 대한 토의는 블록체인 기술이 우주 사이버 보안뿐만 아니라 우주 탐사, 위성 통신, 우주 기반 인프라 관리 등 광범위한 우주 활동에 혁신적인 변화를 가져올 수 있는 가능성을 열어준다. 기술 발전, 특히 처리 속도의 향상과 확장성 증대, 그리고 인공지능과 같은 첨단 기술과의 통합은 블록체인을 우주 환경에서 더욱 강력하고 다용도로 활용할 수 있는 기반을 마련할 것이다.

결론적으로, 본 연구는 블록체인 기술이 우주 사이버 환경에서 중요한 역할을 할 수 있는 잠재력을 가지고 있음을 강조한다. 지속적인 연구, 개발, 그리고 혁신을 통해, 블록체인은 우주 환경에서의 데이터 보안, 통신, 그리고 임무 관리를 새로운 차원으로 이끌 수 있을 것이다. 이는 블록체인 기술의 발전과 함께 우주 사이버 보안의 미래를 밝히는 중요한 발걸음이 될 것이다.

참 고 문 헌

[1] 박운희, et al. "우주 사이버 위협에 대응하기 위한 글로벌 전략 및 발전 방향." 한국통신학회 학술대

회논문집 (2022): 1064-1066.
[2] Zheng, Zibin, et al. "Blockchain challenges and opportunities: A survey." International journal of web and grid services 14.4 (2018): 352-375.
[3] Cai, Wei, et al. "Decentralized applications: The blockchain-empowered software system." IEEE access 6 (2018): 53019-53033.
[4] Yang, Rebecca, et al. "Public and private blockchain in construction business process and information integration." Automation in construction 118 (2020): 103276.
[5] Guegan, Dominique. "Public blockchain versus private blockhain." (2017).
[6] Li, Zhetao, et al. "Consortium blockchain for secure energy trading in industrial internet of things." IEEE transactions on industrial informatics 14.8 (2017): 3690-3700.
[7] Zou, Weiqin, et al. "Smart contract development: Challenges and opportunities." IEEE Transactions on Software Engineering 47.10 (2019): 2084-2106.
[8] Hunt, Earl B. Artificial intelligence. Academic Press, 2014.
[9] Oussous, Ahmed, et al. "Big Data technologies: A survey." Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences 30.4 (2018): 431-448.
[10] Li, Shancang, Li Da Xu, and Shanshan Zhao. "The internet of things: a survey." Information systems frontiers 17 (2015): 243-259.

〈저자소개〉

김 성 빈 (Sungbeen Kim)
2022년 2월 : 경기대학교 컴퓨터공학부 공학사
2022년 2월~현재 : 경기대학교 컴퓨터과학과 석사과정
<관심분야> 블록체인, 정보보호, 분산 네트워크, 암호화폐

김 도 훈 (Dohoon Kim)
2005년 : 고려대학교 수학전공/컴퓨터학과 (이중전공) 공학사
2007년 : 고려대학교 컴퓨터학과(전산학) 공학석사
2012년 : 고려대학교 컴퓨터·전파통신학과 (컴퓨터학) 공학박사
2012년~2018년 : 국방과학연구소 선임연구원
2018년~현재 : 경기대학교 AI컴퓨터공학부 컴퓨터공학전공 교수
<관심분야> 사이버보안, 블록체인, 악성코드분석