

오버레이 클라우드 환경을 위한 블록체인 기반의 다중 IoT 검증 모델

정윤수¹, 김용태^{2*}, 박길철²

¹목원대학교 정보통신융합공학부 교수, ²한남대학교 멀티미디어학과 교수

Blockchain-based multi-IoT verification model for overlay cloud environments

Yoon-Su Jeong¹, Yong-Tae Kim^{2*}, Gil-Cheol Park²

¹Professor, Department of information Communication Convergence Engineering, Mokwon University,

²Professor, Department of multimedia, Hannam University

요 약 최근 IoT 기술이 다양한 클라우드 환경에 적용되면서 IoT 장치에서 생성되는 다양한 정보의 정확한 검증 기술이 필요하게 되었다. 그러나, IoT 기술 및 5G 기술의 융합으로 인하여 IoT 정보 처리가 빠르게 처리되면서 정확한 분석이 요구되고 있다. 본 논문은 오버레이 클라우드 환경을 위한 블록체인 기반의 다중 IoT 검증 모델을 제안한다. 제안 모델은 지역 IoT 그룹 내 포함된 IoT 장치에서 송·수신되는 정보의 무결성을 보장하면서 오버레이 네트워크의 병목현상을 최소화하기 위해서 IoT 정보를 n 비트의 블록체인으로 2계층($n+1$ 계층과 $n-1$ 계층)을 추가 분류하여 IoT 정보를 다중 처리하고 있다. 또한, 제안 모델은 n 계층에 가중치 정보를 k 개의 블록이 포함하도록 함으로써 IoT 정보가 서버에서 손쉽게 처리하도록 하였다. 특히, IoT 장치간 송·수신 정보는 오버레이 네트워크에서 병목현상을 최소화하도록 n 비트의 IoT 정보를 블록체인으로 분산 처리한 후 IoT 정보에 가중치를 부여함으로써 서버 접근을 손쉽게 하도록 하였다.

주제어 : 오버레이 클라우드, 블록체인, IoT 검증, 다중 연계, 확률 이론

Abstract Recently, IoT technology has been applied to various cloud environments, requiring accurate verification of various information generated by IoT devices. However, due to the convergence of IoT technologies and 5G technologies, accurate analysis is required as IoT information processing is rapidly processed. This paper proposes a blockchain-based multi-IoT verification model for overlay cloud environments. The proposed model multi-processes IoT information by further classifying IoT information two layers (layer and layer) into bits' blockchain to minimize the bottleneck of overlay networks while ensuring the integrity of information sent and received from embedded IoT devices within local IoT groups. Furthermore, the proposed model allows the layer to contain the weight information, allowing IoT information to be easily processed by the server. In particular, transmission and reception information between IoT devices facilitates server access by distributing IoT information from bits into blockchain to minimize bottlenecks in overlay networks and then weighting IoT information.

Key Words : Overlay cloud, Blockchain, IoT verification, Multiple proof linkage, Probability theory

*Corresponding Author : Yong-Tae Kim(ky7762@hnu.kr)

Received January 25, 2021

Accepted April 20, 2021

Revised February 3, 2021

Published April 28, 2021

1. 서론

지난 수년간 클라우드 환경에서 사물 인터넷(Internet of Things, IoT)을 접목한 네트워크의 사용은 환경, 의료, 교통 등과 관련된 다양한 분야에서 여러 문제를 해결하기 위한 기술적 토대로써 많은 관심을 가져왔다 [1,2].

오버레이 클라우드 환경은 가상, 논리 링크로 연결된 물리 네트워크상의 가상 컴퓨터 네트워크를 의미하며 가장 대표적인 예가 클라우드 환경에서의 P2P 네트워크가 있다. P2P 네트워크는 물리적인 전달망을 고려하지 않고 IoT 장치 간 연결만을 고려하는 것이 특징이다 [3].

클라우드 환경에서 IoT 시스템을 구성하는 구성요소는 센서, 컴퓨팅, 액추에이터 등이 있다. 센서는 물리적 속성을 감지하거나 측정한다, 컴퓨팅은 처리 및 제어 결정을 위해 센서 데이터를 수신한다. 액추에이터는 컴퓨팅에 대응하여 물리적 환경에서 작동하여 상호 연결한다. 클라우드 환경에서 IoT에 대한 새로운 애플리케이션이 개발되면서 새로운 비즈니스 창출이 가능해지고 있다. 그러나, 네트워크 자원과 데이터 분석 기술의 한계로 여러 문제점(네트워크 대역폭, 데이터 처리시간, 보안 등)이 나타나고 있다 [4,5]. 특히, 인공지능과 IoT 기술이 융합되면서 다중 IoT 장치 간 송·수신되는 정보의 정확한 검증은 통해 예측 및 분석이 가능한 다양한 기술들이 필요하다.

본 논문에서는 IoT 장치에서 송수신되는 정보를 안정적으로 처리하기 위해서 오버레이 네트워크 기반의 블록체인을 다중으로 사용하여 IoT 정보를 검증하는 모델을 제안한다. 제안 모델은 IoT 정보를 n 비트의 블록체인을 $n+1$ 계층과 $n-1$ 계층의 쌍방향 인증을 계층적으로 분산 처리한다. 이같이 수행하는 이유는 오버레이 네트워크 내 게이트웨이 역할을 수행하는 중개 매체의 역할을 강화하는 동시에 서버의 부하를 줄이기 때문이다. 제안 모델은 IoT 장치 ID와 송·수신되는 IoT 정보를 확률값에 따라 조합하여 IoT 인증에 사용되는 대리 서명으로 확장한다. 특히, 제안 모델은 오버레이 클라우드 환경에서 IoT 장치를 검증하기 위해서 다음과 같은 특징을 가진다.

첫째, 클라우드 환경에서 IoT 장치 간 송·수신 정보는 오버레이 네트워크에서 병목현상을 최소화하기 위해서 계층적 분산 구조 형태로 블록체인을 이용한다.

둘째, 제안 모델은 IoT 정보를 n 비트의 블록체인을 $n+1$ 계층과 $n-1$ 계층에서 쌍방향으로 계층

적으로 인증을 수행하도록 이중 처리를 수행한다.

셋째, 제안 모델은 n 비트의 IoT 정보를 블록체인으로 분산 처리하도록 IoT 정보에 가중치를 부여하여 서버 접근을 손쉽게 하도록 하였다.

이 논문은 다음과 같이 구성한다. 2장에서는 클라우드 엷지와 기존 연구에 대해서 알아본다. 3장에서는 오버레이 클라우드 환경을 위한 블록체인 기반의 다중 IoT 검증 모델을 제안한다. 4장에서는 제안 모델의 성능을 평가하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

오버레이 클라우드 환경을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다 [5-9]. 그중에서 블록체인 기반의 IoT 정보를 검증하는 대표적인 연구를 살펴보면 다음과 같다[10-15].

Zhang et al. 은 IoT 시스템의 스마트 계약에 초점을 맞춘 e-비즈니스 아키텍처를 제안하였다. 이 아키텍처는 블록체인의 개념이 참조는 되었지만 명확하게 블록체인의 사용 또는 배치 아이디어는 제공되지 않고 있다 [10].

Christidis et al. 은 IoT 서비스 및 스마트 계약 공유를 활성화하기 위한 IoT 시스템에 사용한 블록체인을 설명하고 있다 [11]. IoT 시스템에 사용되는 블록체인은 IoT 시스템 신뢰 구축을 위해 사용하고 있다.

Bahga et al. 은 산업 IoT에서 사용되는 블록은 산업 대상 간 신뢰를 구축하기 위해 사용하였다 [12]. 그러나, 이 기법은 산업 대상 간 사용되는 블록은 모두 지급 교환이 없으므로 경제적인 의미로는 사용하지 않는다.

Huckle et al. 는 IoT 공유 경제를 활성화하는 방법으로 애플리케이션에 블록체인을 사용하였다 [13]. 이 기법은 참여하는 모든 대상자에게 경제적 보상을 가능하게 하도록 경제 수단에 IoT 컴포넌트를 사용하는 것이 특징이다.

Heilman et al. 는 IoT 서비스 이용을 위해서 IoT 컴포넌트 간 경제교류가 가능한 기법을 제안하였다 [14]. 이 기법은 트랜잭션의 오버헤드를 줄이기 위해서 오픈체인 트랜잭션을 사용한 것이 특징이다.

Hees et al. 은 오픈체인 트랜잭션을 사용하여 트랜잭션 오버헤드를 줄이는 Raiden Network를 제안하였다 [15]. 이 기법은 IoT 시스템에 간단한 트랜잭션 시나리오를 제시하고 있지만, 저가 장치가 사용되는 분야에서는 IoT 설정이 불가능한 것이 특징이다.

3. 블록체인으로 연계한 다중 IoT 검증 기법

이 절에서는 클라우드 환경에서 IoT 장치 간 송·수신되는 정보 무결성을 보장하면서 오버레이 네트워크의 병목현상을 최소화하기 위해서 IoT 정보를 n 비트의 블록체인으로 $n+1$ 계층과 $n-1$ 계층을 분류하여 IoT 정보를 이중 처리하고 있다. 또한, 제안 모델은 n 계층에 가중치를 포함하도록 함으로써 블록체인으로 분산 처리된 IoT 정보가 서버에 손쉽게 접근하도록 하였다.

3.1 개요

클라우드 환경에서는 다양한 IoT 장치들로부터 송수신되는 수많은 데이터를 빠르고 안전하게 처리하기 위한 다양한 방법들이 연구되고 있다. 이 절에서는 클라우드 환경에서 동작하는 서로 다른 이기종의 IoT 장치들이 동작할 때, 낮은 처리 지연시간을 가지면서 IoT 정보의 검증을 향상할 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문에서는 IoT 장치에서 송수신되는 정보를 낮은 지연시간 안에 IoT 정보를 정상적으로 검증할 수 있는 모델을 제안한다. 제안 모델은 Fig. 1처럼 클라우드 환경에서 다중의 IoT 정보를 n 비트의 블록체인으로 묶어 $n+1$ 계층과 $n-1$ 계층의 쌍방향 인증으로 분산 처리하도록 한다. 그 이유는 클라우드 서버와 IoT 장치 사이에서 동작되는 오버레이 네트워크 내 게이트웨이 역할을 수행하는 중개 매체의 역할을 강화하는 동시에 클라우드 서버의 부하를 줄일 수 있기 때문이다. 제안 모델은 오버레이 클라우드 환경에서 IoT 장치를 검증하기 위해서 다음과 같은 특징을 가진다.

첫째, 클라우드 환경에서 IoT 장치 간 송·수신 정보는 오버레이 네트워크에서 병목현상을 최소화하기 위해서 계층적 분산 구조 형태로 블록체인을 이용한다.

둘째, 제안 모델은 IoT 정보를 n 비트의 블록체인을 $n+1$ 계층과 $n-1$ 계층에서 쌍방향으로 계층적으로 인증을 수행하도록 이중 처리를 수행한다.

셋째, 제안 모델은 n 비트의 IoT 정보를 블록체인으로 분산 처리하도록 IoT 정보에 가중치를 부여하여 서버 접근을 손쉽게 하도록 하였다.

제안 모델은 Fig. 1처럼 서로 다른 네트워크 환경에서 사용자가 임의의 네트워크로 이동하였을 경우에 IoT와 별도로 동작 없이 IoT 정보를 실시간으로 수집하여 수집된 정보가 이상 징후를 보였을 경우 바로 조치한다. 제안

모델에서는 IoT 속성 정보 $PI = \{p_{i_1}, p_{i_2}, \dots, p_{i_n}\}$ 중 일부에서 k 개의 속성값을 $p_{i_k} \in PI (1 \leq k \leq n)$ 를 선택한다. 선택된 k 개의 속성값은 서버가 n 비트로 표현된 IoT 정보 중 k 비트 형태로 인터리브 하도록 구성한다.

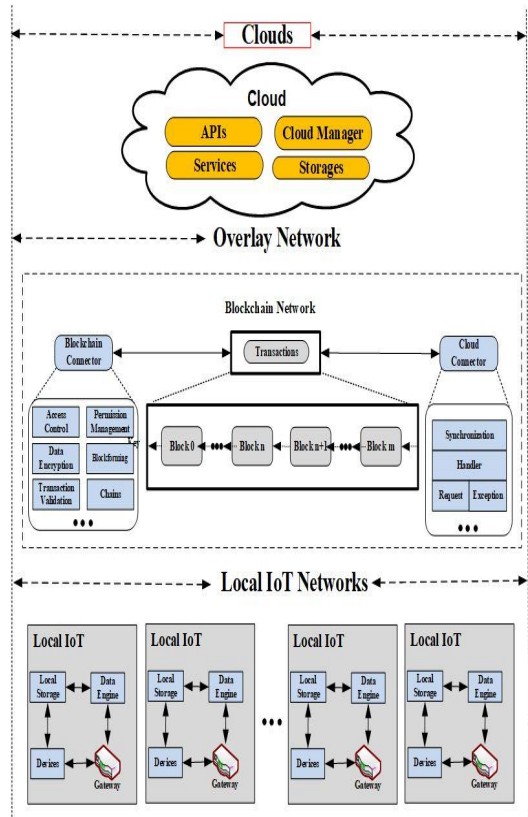


Fig. 1. Blockchain-based Multiple IoT operation process of proposed model

3.2 용어 정의

제안 모델은 Table 1처럼 용어를 사용하고 있다.

Table 1. Notations

Notation	Definition
PI	IoT Property Information Set
k	Number of properties selected among IoT attribute information
$P_{x,y}(IoT_i, IoT_j)$	Probability values between IoT_i and IoT_j

3.3 IoT 정보 스케줄러

IoT 장치로부터 수집된 정보들은 Fig. 2처럼 클라우드 스케줄러 과정을 통해 수집된 후 클라우드 브로커가 스케줄러 정책에 따라 가장 적합한 것을 선택한다. Fig. 2처럼 제안 모델은 서로 다른 IoT 장치의 스케줄러 정책에 따라 클라우드 브로커가 정보들을 관리한다. 제안 모델은 클라우드 브로커가 IoT 장치와의 거리가 가장 근접한 위치에 존재한다. 이 같은 이유는 IoT 정보 처리의 지연시간을 최소화하기 위해서이다. 또한, 네트워크 지연에 따라 정보 처리에 따른 검증 처리시간 또한 다르게 처리되기 때문에 제안 모델에서는 IoT 장치와 브로커는 가장 인접한 네트워크 위치에 존재하고 클라우드 서버와 다수의 클라우드 브로커는 계층적으로 분산 위치한다.

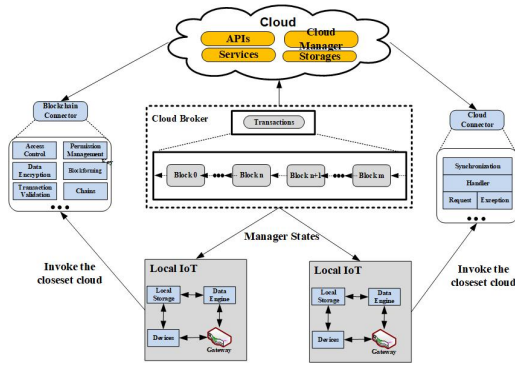


Fig. 2. Cloud scheduling of proposed model

3.4 IoT 정보 생성

제안 모델은 로컬 IoT 영역에 포함된 IoT 정보를 생성하기 위해서 64비트 단위의 정보 블록을 생성하여 클라우드 서버가 일괄적으로 처리하여 서버의 처리량을 향상시키기 위해서 식 (1)과 같이 블록들을 상관 관계 행렬로 처리한다.

$$Map: (key_i, value_i) \quad (1)$$

식 (2)는 IoT 정보를 상관관계 행렬로 표현하기 위한

64비트 단위의 블록들을 클라우드 브로커에서 생성하기 위한 정보들이다.

$$V_n = \{v_i \in Z \mid v_1, v_2, \dots, v_n\} \quad (2)$$

여기서, v_i 는 정수 Z 에 포함된 i 번째 블록을 의미한다.

식 (1)은 클라우드 환경에서 동작하는 다양한 IoT 종류 및 서비스에 따라 다르게 생성된다.

3.5 IoT 정보 속성

제안 모델은 IoT 정보의 검증을 위해서 블록체인 된 n 비트의 IoT 정보는 제3자에게 노출시키지 않으면서 다수의 IoT 정보에 가중치를 부여하기 위해서 식 (3)처럼 IoT 정보의 속성값을 추출한다.

$$\vec{p}_i = \{p_i \in V_i \mid 1 \leq i \leq n \text{ mod } 64\} \quad (3)$$

여기서, p_i 는 i 번째 블록의 속성값을 의미하고, \vec{p}_i 는 64비트 단위의 IoT 정보 속성을 의미한다.

식 (3)에서 추출된 IoT 정보의 속성값은 안전한 해시 함수로 묶어 다수의 속성값과 함께 IoT 정보의 64비트 단위의 그룹으로 처리한다.

3.6 IoT 정보 중요도 산출

제안 모델은 다양한 이기종 IoT 장치로부터 생성되는 IoT 정보들을 블록체인으로 다중 연계하여 IoT 정보와 쌍으로 구성하여 IoT 정보의 중요도 산출에 사용된다. IoT 정보 중요도는 쌍대 비교 행렬로 산출되기 때문에 비교적 효율적으로 관리된다.

제안 모델은 쌍대 비교 행렬을 통해 IoT 정보 중요도를 식 (4)처럼 구하며, IoT 정보 중요도를 확률값의 엔트로피로 나타낼 수 있다.

Table 2. Number of operations by each device using Raspberry Pi 3

units: process number/second

Number	Serving Thing				Requesting Thing						
	1	2	5	10	1	2	5	10	15	20	25
Previous Scheme	4.32	7.59	13.12	19.43	1.53	2.35	3.43	5.34	6.17	8.92	12.13
Proposed Scheme	13.62	22.91	31.42	45.23	16.58	39.63	46.28	65.77	79.53	98.23	121.64

$$E(I_{IoT}) = \sum_{i=1}^n P_i \log \frac{1}{P_i} = - \sum_{i=1}^n P_i \log P_i \quad (4)$$

여기서, P_i 는 IoT 정보 중요도에 대한 확률 정보를 의미한다.

식 (4)는 IoT 정보 중요도를 상대 비교 행렬을 통해 구한 후 계층적으로 관리하기 편하도록 IoT 정보 중요도의 최대값을 사용한다. 또한, 제안 모델은 식 (4)를 IoT 정보 중요도를 $n \times n$ 행렬로 정의된 a_{ij} 의 관계성분으로도 사용된다.

제안 모델은 IoT 정보 중요도를 안전한 해시 함수 $H_{IoT} : \{0,1\} \rightarrow Z_N$ 으로 표현하여 연계한다. 또한 IoT 정보 중요도는 계층적으로 다중 연계하기 위해서 $H_{IoT} : \{0,1\}^* \times Z_N \rightarrow Z_N$ 처럼 사용하도록 연계할 수 있다.

4. 평가 및 분석

4.1 환경설정

성능평가를 위해서 사용되는 IoT 장치는 10개의 Raspberry Pi 3를 사용하여 실험의 신뢰성을 보장하고 있다. 각 IoT 장치는 별개로 동작되며 네트워크는 인텔 코어 i7 4770K CPU와 16GB 램을 사용하는 PC(Personal Computer) 상에서 동작된다. PC와 IoT 장치 간 네트워크 연결성은 지역 네트워크를 구성하며 PC는 이더넷을 통해 스위치로 연결되고 IoT 장치는 WiFi를 통해 테스트를 수행하도록 하였다.

4.2 처리시간

Table 2은 서버와 IoT 장치 간 서로 다른 IoT 장치에 의해 초당 수행되는 트랜잭션의 수를 보여주고 있다. Table 2의 실험 결과, IoT 장치를 Raspberry Pi 3로 구현한 후 초당 처리되는 트랜잭션의 수를 IoT 장치 수에 따라 처리 결과를 분석 한 결과 기존 기법에 비해 제안 기법이 평균 6.35배 향상된 결과를 얻었다. 이 같은 결과는 IoT 장치 간 처리를 블록체인과 확률 이론을 기반으로 IoT 장치를 클러스터링한 후 계층별로 병합 처리하였기 때문에 나타난 결과이다.

4.2 효율성

Fig. 3은 오버레이 클라우드 환경에서 블록체인을 처리하는 클라우드 브로커의 효율성 성능을 평가한 결과이다. Fig. 3의 결과처럼 지역 IoT 그룹에서 생성되는 수많은 IoT 정보 중 n 비트의 블록체인을 $n+1$ 계층과 $n-1$ 계층에서 쌍방향으로 계층적으로 처리한 제안 모델인 기존 모델보다 평균 17.3% 향상된 효율성 얻었다.

이 같은 결과는 제안 모델이 n 비트의 IoT 정보를 블록체인으로 분산 처리하도록 IoT 정보에 가중치를 부여하여 서버 접근을 손쉽게 하였기 때문에 나타난 결과이다.

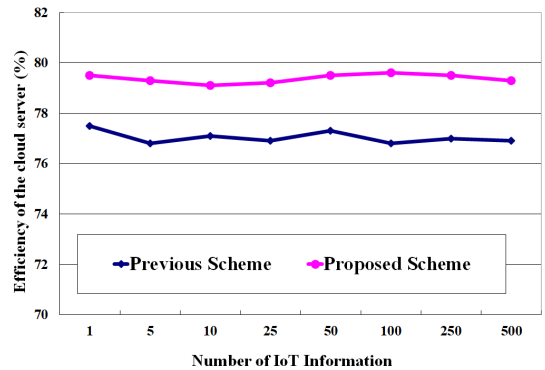


Fig. 3. Efficiency of Cloud Broker

4.3 오버헤드

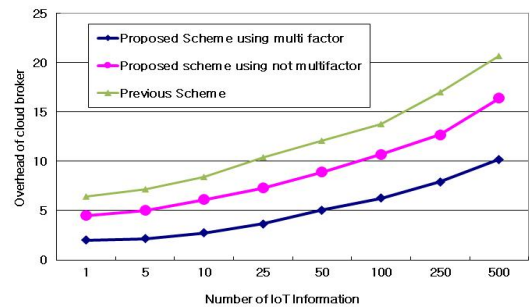


Fig. 4. Overhead of Server

Fig. 4는 다중 IoT에서 생성된 정보를 클라우드 브로커가 처리할 때 발생하는 오버헤드를 비교 평가한 결과이다. Fig. 4처럼 제안 모델은 IoT 정보 속성을 다중으로 사용하였을 때가 그렇지 않을 경우보다 오버헤드가 평균 9.6% 향상된 결과를 얻었으며, IoT 정보 속성을 사용하

지 않았을 때보다 평균 14.7% 오버헤드가 낮게 나타났다. 이 같은 결과는 IoT 그룹 내 IoT 속성정보를 클라우드 브로커에서는 각각 분산 처리를 수행하면서 IoT 정보 중요도를 계층적으로 다중 연계하도록 $H_{IoT} : \{0,1\}^* \times Z_N \rightarrow Z_N$ 처럼 사용하기 때문에 나타난 결과이다. 또한, IoT 정보 가중치 정보를 $n \times n$ 행렬로 정의된 a_{ij} 의 관계 성분으로도 사용하였기 때문이다.

5. 결론

오버레이 클라우드 환경을 사용하는 환경이 다양해지면서 클라우드 환경에서 처리되는 데이터의 처리 속도 향상과 네트워크 오버헤드 최소화를 목표로 다양한 연구가 진행되어왔다. 본 논문에서는 오버레이 클라우드 환경을 위한 블록체인의 다중 IoT 검증 모델을 제안하였다. 제안 모델은 IoT 정보를 n 비트의 블록체인을 $n+1$ 계층과 $n-1$ 계층에서 쌍방향으로 계층적으로 IoT 정보를 이중 처리하기 때문에 낮은 지연시간과 서버의 부하를 최소화하였다. 또한, 제안 모델은 오버레이 클라우드 환경에서 IoT 장치를 검증하기 위해서 계층적 분산 구조 형태로 블록체인을 이용하여 n 비트의 IoT 정보를 블록체인으로 분산 처리하고 있다. 향후 연구에서는 다양한 환경에서 제안 모델을 적용하여 낮은 지연시간 및 네트워크 오버헤드를 개선하는 연구를 계속 수행할 계획이다.

REFERENCES

- [1] J. A. Stankovic, I. Lee, A. Mok & R. Rajkumar. (2005). Opportunities and obligations for physical computing systems. *Computer*, 38(11), 23–31.
- [2] W. Wolf. (2009). Cyber-physical systems. *Computer*, 42(3), 88–89.
- [3] T. Wolf & A. Nagurney. (2016). A layered protocol architecture for scalable innovation and identification of network economic synergies in the internet of things. *Proceedings of the First IEEE International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation(IoTDI)*, 141–15.
- [4] Reyna A., Mart'ın C., Chen J., Soler E & D'ıaz M. (2018). "On blockchain and its integration with iot. challenges and opportunities," *Future Generation Computer Systems*. 88. 173-190.
- [5] R. Roman, J. Zhou & J. Lopez. (2013). "On the features and challenges of security and privacy in distributed internet of things," *Computer Networks*, 57(10). 2266–2279.
- [6] K. Christidis & M. Devetsikiotis. (2016). "Blockchains and smart contracts for the internet of things," *IEEE Access*. 4. 2292–2303.
- [7] Xu X., Weber I., Staples M., Zhu L., Bosch J., Bass L., Pautasso C & Rimba P. (2017). "A Taxonomy of Blockchain-Based Systems for Architecture Design," *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Software Architecture(ICSA 2017)*. 243-252.
- [8] Xu L. D., He W. and Li S. (2014). Internet of Things in industries: A survey. *IEEE Transactions Industrial Informatics*. 10(4), 2233–2243.
- [9] Liang X., Zhao J., Shetty S. and Li D. (2017). Towards data assurance and resilience in IoT using blockchain. *Proceedings of the IEEE Military Communications Conference*, 261-266.
- [10] M. Conoscenti, A. Vetr?, and J. C. De Martin. (2016). Blockchain for the internet of things: A systematic literature review. *Proceedings of the 2016 IEEE/ACIS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA)*, 1-6.
- [11] K. Christidis and M. Devetsikiotis, "Blockchains and smart contracts for the internet of things," *IEEE Access*, vol. 4, pp. 2292-2303, May 2016.
- [12] A. Bahga and V. K. Madiseti, "Blockchain platform for industrial internet of things," *Journal of Software Engineering and Applications*, vol. 9, no. 10, pp. 533-546, Oct. 2016.
- [13] S. Huckle, R. Bhattacharya, M. White, and N. Beloff, "Internet of things, blockchain and shared economy applications," *Procedia Computer Science*, vol. 98, no. Supplement C, pp. 461-466, 2016, the 7th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN 2016)/The 6th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication Technologies in Healthcare (ICTH-2016)/Affiliated Workshops.
- [14] E. Heilman, F. Baldimtsi, and S. Goldberg, Blindly Signed Contracts: Anonymous On-Blockchain and Off-Blockchain Bitcoin Transactions, 2016, pp. 43-60.
- [15] H. Hees, "Raiden network: Off-chain state network for fast DApps," in *Devcon Two*. Shanghai, China: Ethereum Foundation, Sep. 2016.

정 윤 수(Yoon-Su Jeong)

[정회원]



- 1998년 2월 : 대학교 전자계산학과 학사
- 2000년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 석사
- 2008년 2월 : 충북대학교 전자계산학과 박사
- 2012년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 정보통신공학과 조교수

- 관심분야 : 유·무선 통신 보안, 정보보호, 바이오인포매틱, 헬스케어, 빅 데이터, 클라우드 컴퓨팅
- E-Mail : bukmunro@gmail.com

김 용 태(Yong-Tae Kim)

[상위]



- 1984년 2월 : 한남대학교 계산통계 학과 학사
- 1988년 2월 : 송실학교 자계산 학과 석사
- 2008년 2월 : 충북대학교 자계산 학과 박사
- 2002년 12월 ~ 2006년 2월 : (주)가림정보기술 이사
- 2010년 10월 ~ 현재 : 한남대학교 멀티미디어학부 교수
- 관심분야 : 모바일 웹서비스, 정보 보호, 센서 웹, 모바일 통신보안
- E-Mail : ky7762@hnu.kr

박 길 철(Gil-Cheol Park)

[상위]



- 1983년 2월 : 한남대학교 계산통계 학과 학사
- 1986년 2월 : 송실대학교 전자계산 학과 석사
- 1998년 2월 : 성균관대학교 전자계산 학과 박사
- 2006년 : UTAS, Australia 교환교수
- 1998년 8월 ~ 현재 : 한남대학교 멀티미디어학부 교수
- 2005년 2월 : 한국정보기술학회 이사 멀티미디어 분과 원장
- 관심분야 : Multimedia And Mobile Communication, Network Security
- E-Mail : lhh@hannam.ac.kr