

블록체인 기반 전력 IoT 기기 위치 무결성 보장기술에 관한 연구

김민용, 김태훈, 현무용, 김성철*

*한전KDN(주)

kmyong_0902@kdn.com, thkim_5117@kdn.com, my_hyun05@kdn.com, *kim.sungcheol17@kdn.com

A Study on the Blockchain-based Location Integrity Guarantee Technology for Power IoT Devices

Kim Min Yong, Kim Tae Hun, Hyun Mu Yong, Kim Sung Cheol*

*KEPCO KDN

요약

전력 인프라 관련 기업과 기관은 기존 솔루션에 IoT 기술을 활용함으로써 적극적인 시장 대응 및 제품·시스템의 고부가가치화를 진행 중이다. 전력 IoT 기기는 현장에 설치되어 운영되므로 위치 기반의 데이터 수집에 대한 의존도가 높다. 공격자에 의해 기기의 위치정보가 위·변조된다면 취득 데이터의 신뢰성을 보장할 수 없으며 전력 공급자는 부하제어를 통한 효율적인 전력망 운용이 불가하기 때문에 신뢰성 있는 위치정보 수집을 목표로 체계화된 보안 시스템이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 전력 IoT 기기를 위한 위치정보 파라미터 생성 모델과 블록체인을 적용된 기기 위치정보의 무결성을 보장 및 검증하기 위한 보안 시스템 모델을 제안한다.

I. 서론

IoT(Internet Of Things, 사물인터넷)는 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장 및 인터넷에 연결하여 각종 사물 간 정보를 교환하는 기술을 의미한다. 4차 산업혁명 도래에 발맞추어 IoT 기술은 기존 산업을 중심으로 융·복합되어 더욱 빠르게 여러 분야에 적용되고 있으며, 전력 인프라 관련 기업과 기관은 기존 솔루션에 IoT 기술을 활용함으로써 적극적인 시장 대응 및 제품·시스템의 고부가가치화를 진행 중이다[1]. 그 결과 AMI 통신망을 이용한 전력 IoT 게이트웨이, 배전 전력구 감시용 IoT 센서장치, 송전선로 항공장애표시등의 IoT 기반의 솔루션이 개발되었으며 전력 IoT 기기로부터 수집한 정보를 분석 및 활용하고 있다. 다양한 전력 IoT 기기를 연결하기 위한 대규모의 유·무선 통신환경은 공격자들의 보안 위협 경로로 활용될 수 있으며 이에 대한 보안 대책은 중요하다[2]. 전력 IoT 기기는 현장에 설치되어 센싱 기술을 기반으로 특정 정보를 추출하고 대상 기기와 데이터 교환을 수행하기 때문에 위치 기반의 데이터 수집에 대한 의존도가 높다. 공격자에 의해 기기의 위치 정보가 위·변조된다면 취득 데이터의 신뢰성을 보장할 수 없으며 전력 공급자(한전, 발전사, 전력거래소)는 부하제어를 통한 효율적인 전력망 운용이 불가하며, 신뢰성 있는 위치정보 수집을 목표로 전력 IoT 기기의 위치 무결성을 보장을 위한 보안 시스템이 필요한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 연관된 위치 정보 파라미터 간 맵핑을 통해 전력 IoT 기기에 적용 가능한 새로운 위치 정보 식별 파라미터 생성 모델을 제안한다. 그리고, 인증서 기반의 중앙집중적인 AMI 환경의 보안성 강화를 위해 블록체인의 분산원장 기술을 적용하여 전력 IoT 기기의 위치정보 무결성 검증 방안을 제안한다.

II. 본론

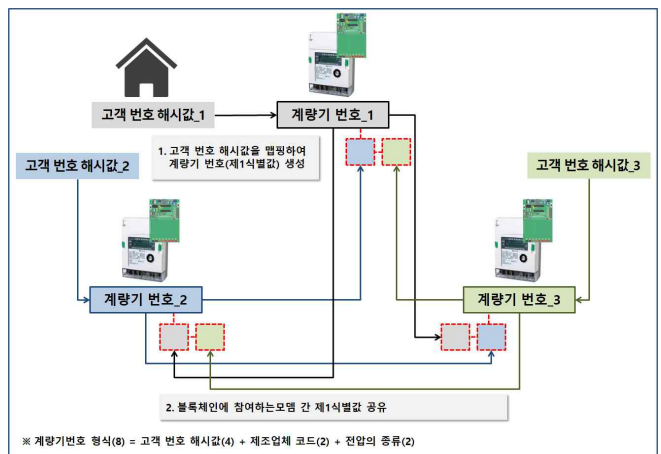
2.1 위치정보 식별 파라미터 생성 모델

현재 정의된 AMI 기기 및 전력설비의 위치를 식별할 수 있는 파라미터는 [표 1]과 같다.

구분	명칭	설치장소	위치정보 식별 파라미터
AMI 기기	모뎀	스마트 미터	계량기 번호
	DCU	전신주	DCU ID
전력 설비	스마트미터	수용가	고객 번호
	전신주	지상	전산화 번호

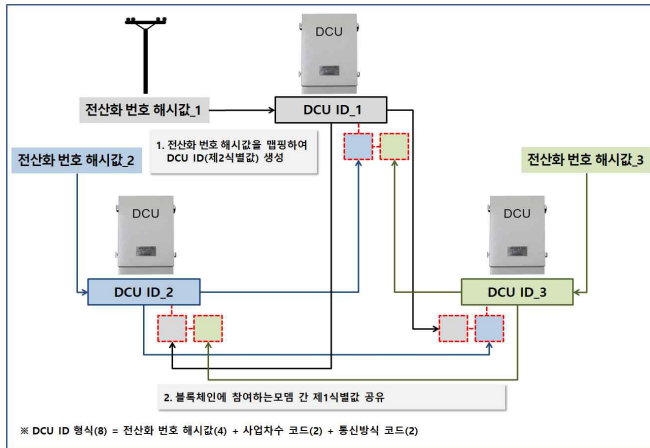
[표 1] AMI 기기 및 전력설비에 대한 위치정보 식별 파라미터

현재 AMI에서 기기의 위치정보 식별 파라미터는 각자 고유번호의 방식으로 생성되기 때문에 값이 저장된 서버에서 파라미터가 임의로 변경된다면 검증이 불가하며 관리적 측면에서 비효율적이다. 따라서, 연관된 위치정보 식별 파라미터 간 맵핑하는 기법을 적용하여 새로운 AMI 기기 위치정보 식별 파라미터 생성 모델(계량기 번호, DCU ID)을 제안한다. 기존의 DCU ID와 계량기 번호와의 차별성을 위해 본 논문에서는 식별값이라는 용어를 사용한다. 본 논문에서 정의하는 계량기 번호(제1식별값) 생성 모델은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 계량기 번호(제1식별값)의 형식 및 블록체인 개념도

제1식별값은 고객 번호의 해시값과 맵핑하여 생성된 고유번호로써, 블록체인에 참여하는 노드(모뎀) 사이에서 공유한다. 예를 들면, 계량기 번호는 d5fb0134로 이루어질 수 있다. 이 때, d5fb는 고객 번호 해시값이고 01는 제조업체 코드, 34는 전압의 종류(3상4선식)를 의미하며, 모뎀은 제1블록체인을 이용하여 모뎀 파라미터의 무결성을 보장한다. 고객 번호 해시값은 SHA-256을 이용하여 암호화하고, 암호화 결과를 CRC-16을 이용하여 2중 암호화를 통해 생성한다. 다음으로, 본 논문에서 정의하는 DCU ID(제2식별값) 생성 모델은 [그림 2]와 같다.

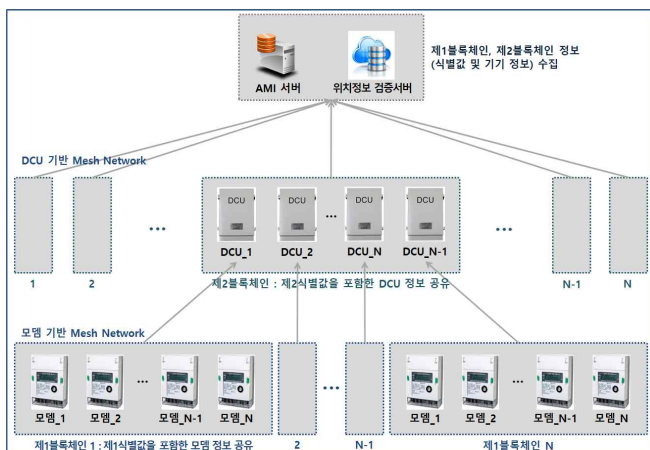


[그림 2] DCU ID(제2식별값)의 형식 및 블록체인 개념도

제2식별값은 전산화 번호의 해시값과 맵핑하여 생성된 고유번호로써, 블록체인에 참여하는 노드(DCU) 사이에서 공유한다. 예를 들면, DCU ID는 bf9910204로 이루어질 수 있다. 이 때 bf99는 전산화 번호 해시값이고 02는 사업차수 코드, 04는 통신방식 코드를 의미하며, DCU는 제2블록체인을 이용하여 DCU 파라미터의 무결성을 보장한다. 전산화 번호 해시값은 SHA-256을 이용하여 암호화하고, 암호화 결과를 CRC-16을 이용하여 2중 암호화를 통해 생성한다.

2.2 위치정보 무결성 보장을 위한 전력 IoT 기기의 블록체인 동작 모델

블록체인에 참여하는 노드는 제1식별값과 제2식별값을 필요로 하는 전력 IoT 기기이며, 본 논문에서 노드로 참여하는 대상은 2.1절에서 소개한 모델에서 식별값 생성에 참여한 DCU 및 모뎀이다. 본 논문에서 정의하는 제1·2식별값의 무결성 보장을 위한 노드 간 블록체인 동작 모델은 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 노드 간 블록체인 동작 개념도

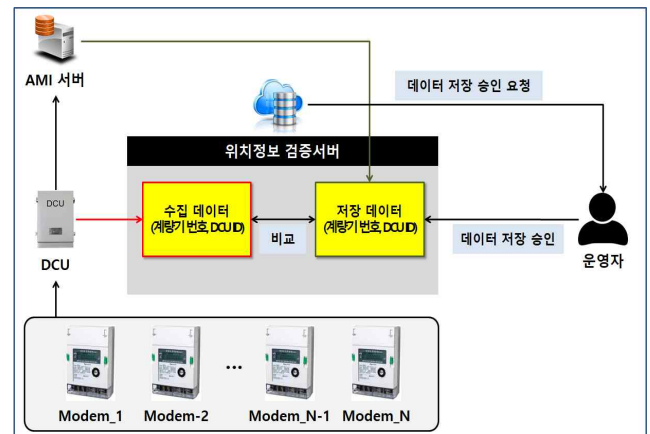
모뎀은 다른 모뎀에 제1식별값 및 계측 정보를 전송하고 블록체인 네트워크를 통하여 제1블록체인(모뎀 참여 기반 블록체인)에 저장할 수 있다. 이를 통하여 정보(제1식별값 및 계측 정보)를 블록체인 네트워크에 참여하는 모든 노드에

동기화될 수 있다. 동기화된 내역은 모든 노드가 검증하고 이상이 없을 경우 합의하여 블록을 완성할 수 있다. 이 때, 제1블록체인 네트워크를 생성하기 위하여 참여하는 노드는 Mesh Network에 참여하는 모뎀을 의미한다. 이러한 절차를 통하여 블록체인 네트워크 상에서 모뎀은 노드 간에 데이터를 공유하여 거래기록이 투명하게 거래됨으로써 제1식별값의 무결성을 보장한다.

DCU의 위치정보 무결성 보장을 위한 블록체인 동작 모델은 위에서 제안한 제1블록체인 동작 모델과 동일한 메커니즘을 수행한다. 그 결과, 제2블록체인(DCU 참여 기반 블록체인)을 기반으로 제2식별값의 무결성을 보장한다.

2.3 위치정보 검증서버를 활용한 전력 IoT 기기 위치정보 무결성 검증 방안

위에서 생성한 위치정보 식별 파라미터를 활용하여 전력 IoT 기기의 위치정보 무결성 보장을 위한 검증 방안은 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 블록체인 기반의 AMI 기기 위치정보 검증 시스템 구성도

DCU는 모뎀으로부터 취득한 모뎀 정보와 스스로 생성한 DCU 정보를 AMI 서버와 위치정보 검증서버로 송신하고, 위치정보 검증서버는 DCU와 AMI 서버가 송신한 데이터 중에서 제1식별값과 제2식별값을 추출한다. 운영자는 두 기기(DCU, AMI 서버)에서 취득한 식별값을 비교 및 검증하여 위치정보 검증서버에 저장을 승인 및 입력한다. 이 과정에서 저장된 제1식별값 및 제2식별값은 운영자가 검증하여 저장되는 정보이므로 신뢰할 수 있는 불가변 데이터이다. 위치정보 검증서버는 DCU로부터 주기적으로 취득한 수집 데이터를 저장 데이터와 지속적으로 비교하여 데이터 위변조 검증을 수행할 수 있으며, 운영자가 승인한 저장 데이터와 일치하지 않을 경우, 위치정보 검증서버는 운영자에게 이상판단정보를 전송함으로써 기기 위치정보의 무결성을 보장한다.

III. 결론

본 논문에서는 전력 IoT 기기를 위한 체계적인 위치정보 파라미터 생성 모델과 블록체인을 기반의 기기 위치정보의 무결성 보장 방안을 제안하였다. AMI 환경을 대상으로 모델을 제시하였지만 설비의 위치정보를 활용하여 검침 데이터 수집과 전력수요 예측이 이루어지는 전력 IoT 기기의 특성을 고려하면, 제안한 모델은 전력 IoT 환경에 효과적으로 적용할 수 있다.

참고 문헌

- [1] 서장철, “사물인터넷(IoT)에 의한 전력인프라의 진화”, Journal of the Electric World / Monthly Magazine, 2014.10
- [2] 정용식, 차재상, IoT 디바이스 보안 점검 기준, 한국통신학회 Information and Communication Magazine, 2017.01