

건물 에너지 관제점 데이터 수집을 위한 공용 Modbus 데이터 처리 체계 연구

오승민, 지영민, 권동우

한국전자기술연구원

{osm1892, ym.ji, dwkwon}@keti.re.kr

A Study on Common Modbus Data Processing Scheme For Building Energy Data Acquisition

Sheungmin Oh, Youngmin Ji, Dongwoo Kwon

Korea Electronics Technology Institute (KETI)

요 약

본 논문에서는 에너지관리시스템의 효과적인 운용을 위하여 Modbus 기반 에너지 데이터 수집 시스템의 성능을 최적화하기 위한 방안과 다양한 Modbus map으로부터 변환 가능한 공용 Modbus 데이터 명세 형식을 제안한다. 제안된 Modbus 기반의 고성능 데이터 수집 시스템은 계측 장치 및 게이트웨이의 부하를 최소화하면서 다수의 건물 및 계측 장치로부터 데이터를 질의할 수 있으며, 공용 Modbus 데이터 명세를 통하여, 여러 건물에서 관리되는 다양한 형식의 Modbus map을 하나의 형식으로 통일함으로써 하나의 시스템에서 다수의 건물에 대한 질의를 효율적으로 수행하도록 하는 방안을 제안한다.

I. 서론

건물에너지관리시스템(Building Energy Management System, BEMS)은 건물의 에너지 사용 효율을 최적화하고 운영비용을 절감하기 위해 공조, 난방, 수도 등 다양한 설비에서 사용되는 전기, 가스, 물 등의 에너지 소비량을 실시간으로 모니터링하고 제어하는 시스템이다.[1] 현대 건물에는 수많은 장비가 설치되어 있어 모니터링해야 할 관제점이 다수 존재한다. BEMS에서 에너지 사용 패턴을 분석하고 효과적인 에너지 제어를 수행하기 위해서는 이러한 다수의 계측 장비로부터 동시에 데이터를 수집할 수 있어야 한다.

그러나, 개별 계측 장비는 대개 제한된 자원을 가지고 있어 과도한 데이터 요청 시 과부하 혹은 신호 간섭으로 인한 기능 저하 혹은 이상 데이터가 발생할 수 있다. 따라서 BEMS에서는 계측 장비의 부하를 최소화하면서도 다수의 관제점으로부터 짧은 주기로 데이터를 수집할 수 있는 고성능 데이터 수집 시스템의 설계가 필수적이다.

Modbus는 산업용 장비 간 표준 프로토콜로, 건물 및 공장 설비의 데이터 수집 및 제어를 위해 널리 사용되고 있다.[2] 많은 장비가 Modbus 프로토콜을 사용하고 있어, 에너지 데이터를 수집하는 데 있어 Modbus 프로토콜의 특성을 파악하고, 효율적으로 데이터를 수집하는 것이 중요하다.

Modbus 프로토콜은 표준 프로토콜이지만, 메모리 맵과 유사한 Modbus map이라는 주소 체계를 이용하여 저 수준의 통신을 수행하는 특성을 가진다. 일관된 데이터 형식을 제공하지 않고 주소와 이진 데이터를 매핑하는 프로토콜 특성상 장비마다 Modbus map의 주소, 바이트 크기, 데이터 형식, 통신 방식 등이 다르다. 이러한 다양한 형식이 존재하게 되면 하나의 시스템에서 여러 건물의 데이터를 질의하는 데 어려움이 발생한다. 그러므로 이러한 데이터를 포함할 수 있는 공용 형식이 요구된다.

따라서, 본 논문에서는 에너지 계측 장비의 부하를 최소화하며 다양한 장비로부터 짧은 주기로 데이터를 수집하는 방안과 다양한 Modbus map 형식과 호환 가능한 공용 Modbus 데이터 명세 형식을 제안하고자 한다.

II. 본론

BEMS 데이터를 수집하는 시스템은 다수의 Modbus 계측 장비와 연결을 유지하며 지속적인 데이터 수집을 수행하여야 한다. Modbus 프로토콜을 사용하는 계측 장비들은 UDP, TCP를 사용하여 네트워크에 직접 연결되거나, Modbus Gateway를 통하여 다수의 장비가 네트워크에 연결된다. Gateway를 사용하는 경우, 데이터를 한 번에 질의하려 하면 제한된 동시 접속 처리 성능으로 인하여 Gateway에 과부하가 발생할 위험이 있다.

Modbus 프로토콜은 하나의 질의당 3.5 character에 해당하는 침묵 시간이 필요하다. 침묵이 지켜지지 않고 빠르게 다음 질의를 수행하거나, 하나의 장비에 대해 동시에 여러 질의가 수행될 경우, 장비는 여러 질의를 하나의 질의로 해석하여 잘못된 데이터를 전송하거나 작동이 중지될 수 있다. 그림 1과 그림 2는 모두 제어되지 않은 데이터 질의 때문에 오염이 발생한 데이터이다. 그림 1은 여러 개의 소켓이 동시에 하나의 장비에 접근하였을 때 여러 명령이 섞여 보라색 선의 데이터에 이상이 발생한 것을 볼 수 있으며, 그림 2에서는 여러 요청이 동시에 발생함으로써 일부 요청이 다른 요청으로 덮어써져 보라색 선의 데이터가 노란색 선의 데이터로 오염된 것을 볼 수 있다.

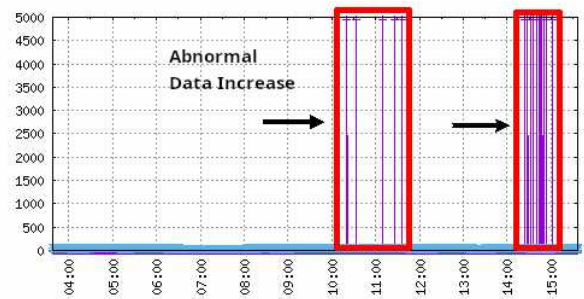


그림 1. 비정상적으로 큰 데이터가 수집된 경우

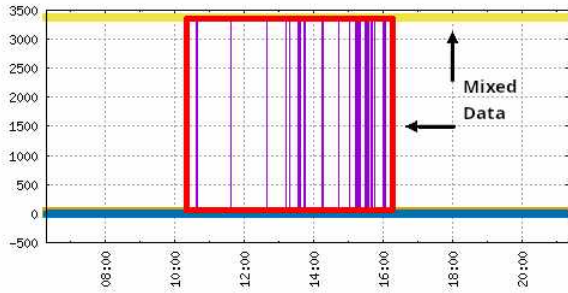


그림 2. 동일 장비 다른 주소의 값 데이터가 섞인 경우

개별 연결에 동시 질이나 잦은 질의 때문에 과부하가 발생하는 경우를 예방하기 위해서는 각각의 연결을 병렬적으로 처리하면서 기기에 맞는 질의 간격을 설정할 필요가 있다.

따라서 본 논문에서는 그림 3과 같이 계측 장비 혹은 Modbus Gateway 와 연결을 하나의 병렬처리 모듈이 관리하도록 한다. Task Loader에서 하나 또는 여러 개의 공용 Modbus 데이터 명세 파일을 읽어 들여, 연결 정보에 따라 하나의 소켓 연결을 담당하는 병렬처리 모듈을 생성한다. 각각의 병렬처리 모듈은 연결 및 재연결, 오류 처리, 데이터 수집과 같이 장비와 직접 통신하는 부분을 처리한다.

데이터 수집 시스템에서는 Modbus 장비와의 통신을 안정적으로 유지하기 위하여 혼잡 제어 알고리즘을 기반으로 하는 적응적 알고리즘을 사용한다. 하지만 통상적인 알고리즘과는 다르게 빠른 데이터 수집을 위하여 처음부터 짧은 간격으로 데이터를 수집하면서 데이터 손실이 발생하기 시작하면 간격을 최대 지점까지 2배씩 늘리며 질의를 수행하는 방식을 통해 점진적으로 기기에 맞는 수집 간격을 설정하여 수집을 진행한다.

이러한 병렬처리 시스템은 다양한 성능을 가진 장비가 다수 존재하는 상황에서도 안정적으로 계측 데이터를 가져와 처리할 수 있도록 함으로써 고성능의 데이터 처리를 가능하게 한다.

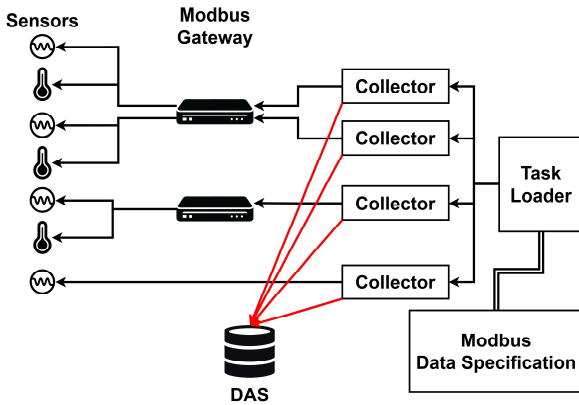


그림 3. 데이터 수집 시스템 구조도

Modbus 프로토콜이 다양한 데이터 형식을 허용함에 따라, 각각의 건물들은 효율 및 편의성을 위하여 다양한 데이터 형식을 채택하고 있다. 각각의 데이터는 다양한 크기와 형식을 가질 수 있으며, 다양한 레지스터를 사용할 수도 있고, 다양한 메타데이터를 포함한다. 이러한 경우를 모두 포함하기 위하여, 본 논문에서는 그림 4와 같은 공용 Modbus 데이터 명세 형식을 제안한다.

제안된 데이터 명세 형식은 건물명, 연결 정보, 통신 프로토콜, 장비 타입을 지정하여 다양한 연결 형식을 표현할 수 있다. Modbus 장비는 개별 장비를 의미하는 Device와 다수의 장비와의 연결을 중계하는 Gateway로 나뉘며, 이에 따라 단일 장비인지 하위 장비가 존재하는지를 구분 가능하지만, 일관성을 위하여 하위 Modbus map을 리스트 형태로 구성한다.

Modbus map에서 Unit id로 구분되는 개별 요소는 데이터를 수집하는 하나의 계측 장비를 의미한다. 이는 최대 247개가 존재할 수 있으며, 각각의 장비는 본 형식에서 address map으로 정의되는 주소 목록을 가진다. 각각의 주소는 Modbus 레지스터 정보를 포함하고 있다. 레지스터 데이터를 포함하는 각각의 주소는 데이터를 해석하기 위한 타입 정보와 실제 값을 얻기 위한 계수 정보를 포함한다. 또한, 가독성 및 확장성을 위한 메타데이터를 추가할 수 있다.

이러한 공용 데이터 명세 형식을 지정함으로써, 시스템을 개별 건물에 알맞은 형태로 변경할 필요 없이 기존의 Modbus map을 공용 Modbus 데이터 명세로 변경하여 효율적이고 일관적인 통합 시스템을 구성할 수 있다.

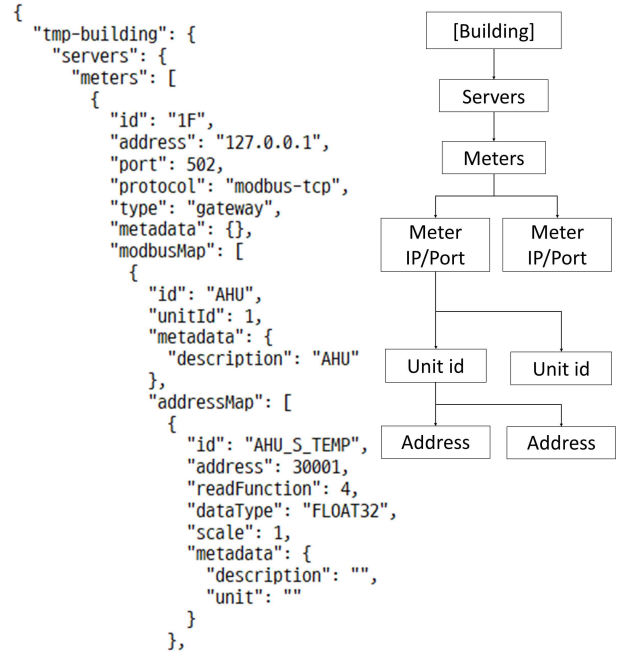


그림 4. 공용 Modbus 데이터 명세 예시

III. 결론

본 논문에서는 건물에너지관리시스템을 위한 Modbus 기반 에너지 데이터 수집 시스템의 성능 최적화 방안과 Modbus map을 통합하기 위한 공용 JSON 형식을 제안하였다. 이를 통해 안정적이고 효율적인 에너지 관리를 위한 데이터 수집을 수행할 수 있는 구조적인 기반을 구축하였다. 추후 연구를 통해 단일 데이터 포인트 질의 시간을 단축하는 등의 최적화를 통하여 전체적인 성능을 향상시킬 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (RS-2023-00237018)

참고 문헌

[1] CHOI Min-Kyung, EOM Gyeong-Suk, and KIM Sun-Joo, "A Study on Testing case Building Energy Management System(BEMS) using ISO/IEC 25023," in Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, 2022, pp. 725-726.

[2] P. Shukla et al., "Design and development of a MODBUS automation system for industrial applications," 2017 6th International Conference on Computer Applications In Electrical Engineering-Recent Advances (CERA), Roorkee, India, 2017, pp. 515-520, doi: 10.1109/CERA.2017.8343383.