

Graph 데이터 구축기법을 활용한 관계형데이터베이스 정보의 스마트시티 데이터 인터페이스 시스템 개발 및 구축

김예리*, 원유재**
한국전력공사*, 충남대**

Development and construction of smart city data interface system of relational database information using graph data construction technique

Ye-Ri Kim*, Yoo-Jae Won**
KEPCO Research Institute*, ChungNam University**

Abstract - 에너지를 위한 스마트시티 플랫폼은 스마트시티 안에 존재하는 전기를 포함하는 다양한 에너지 자원 정보를 사용자가 편리하고, 손쉽게 취득, 가공하여 사용할 수 있어야 하며, 같은 정보의 형태로 구성되어, 사용자의 재개발 및 표준성을 제공하여야 한다. 스마트시티 안에는 다양한 요소의 에너지 자원을 소비하는 요소들이 존재하며, 에너지 관리의 관점에서 이들 데이터의 사용량, 에너지 사용자, 에너지의 공급, 에너지의 수송 정보들의 취합이 필요하다. 그러나 이 정보들은 통일화된 정보모델의 형태로 구성되어 있지 않은 경우도 있으며, 정보모델이 존재하더라도 다른 형태나 구성, 혹은 재정기판이 다른 표준들을 기반으로 사용되고 있다. 본연구의 목표인 스마트시티 에너지 공통정보모델 연계시스템은 스마트시티 에너지와 관련된 정보들의 통일화된 정보모델로의 변환 및 공통된 정보 형태의 데이터 제공을 목적으로 한다.

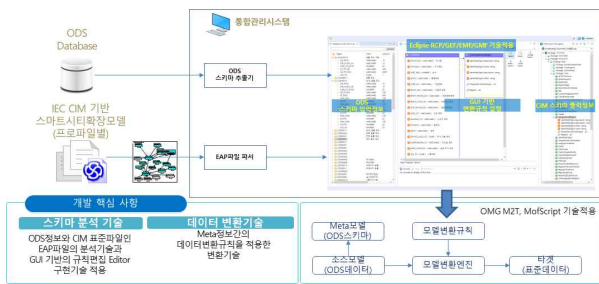
집에서의 데이터의 제공을 우선하며, 전기 등의 에너지 공급을 위해 사용되는 설비의 세부 특성(예, 변압기 특성) 정보들은 전문가가 아닌 이상 데이터의 제공이 불필요하며, 또한 해당 정보는 스마트시티 내 에너지 관리자 혹은 전문가관에서 담당하기 때문에 데이터의 제공은 불필요할 것으로 판단한다. 스마트시티의 에너지 정보는 크게 에너지가 공급되는 지역의 도시정보를 담당하는 공통정보, 전기에너지의 공급 및 소비 구조화 사용현황을 알기 위한 전기 정보모델, 도시가스/수도/난방의 공급과 사용량, 간단한 공급구조를 파악하기 위한 정보모델로 구성된다.

1. 서 론

스마트시티에서 사용되는 데이터 정보는 시스템의 개발업체 혹은 제조사에 의해서 결정되며, 각기 다른 정보모델 혹은 데이터베이스 형태로 구성되어있다. 본 연구에서 목표로 하는 표준화된 정보모델의 제공을 달성하기 위해서는 Legacy 형태의 데이터 혹은 데이터베이스 모델로부터 표준화된 정보모델로의 실시간 변환처리가 가능하여야 하며, 이를 변환하기 위한 규칙의 작성 및 적용이 용이하여야 한다. 본 연구에서는 Graph 모델 기반의 온톨로지 데이터를 사용한 변환처리 방식을 사용하여 상이한 데이터 모델 간의 변환처리 엔진과 Rest기반 연계시스템을 개발하였다.

<표 1> 에너지 공통 제공 정보

구분	항목	설명
도시 정보	도시명 정보	도시의 이름 및 지역 이름 정보
	세부 구역정보	도시 내 구역을 구분하기 위한 구역/동 정보
도시 내 고객 정보	고객명	에너지 소비 부하의 이름 명칭
	고객 번호	에너지 소비 부하의 고객 계약번호
	계약정보(계약종/계약용량)	에너지 소비 부하의 계약종류 및 계약용량 정보
	고객 주소정보	고객의 도로/지번 주소 정보
	고객위치 (위도경도) 정보	위도와 경도를 기반으로 하는 고객 위치 정보
고객 에너지 사용 정보	고객타입 정보	건물, 상가, 주거, 공공기관 등의 고객 부하 타입 정보
	계량 미터기 정보	에너지를 계량하는 미터기와 미터기 특성 정보(검침주기 등)
	사용량 정보	검침과 과금 주기를 기반으로 하는 에너지 누적 사용량 정보
	미터기 타입 정보	전기, 수도, 가스등의 미터기 타입 정보



<그림 1> Legacy 데이터의 스마트시티 에너지 공통정보모델로의 변환 시스템 구성

2. 본 론

2.1 스마트시티 표준 정보모델

2.1.1 스마트시티 에너지 정보모델 설계

스마트시티의 에너지 공통정보모델을 구성하기 위해서는 스마트시티 에너지 플랫폼의 역할 및 데이터의 사용 목적과 사용자들이 어떠한 정보들을 원하는지를 파악하여야 한다. 스마트시티 에너지 플랫폼은 공공적인 목적으로의 도시의 에너지 사용량 관

2.1.2 IEC 표준기반 프로파일 구성

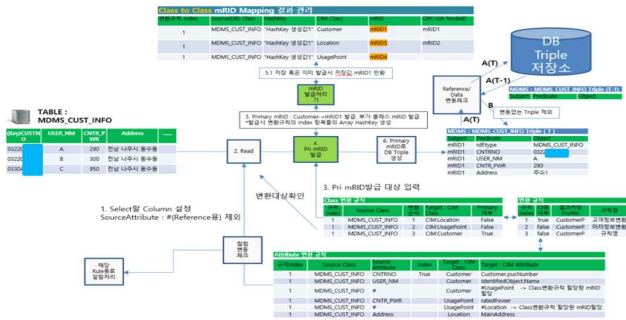
설계된 정보모델은 IEC61970/61968 표준에서 정의한 정보모델과 가스, 난방, 수도 정보모델을 위해 신규로 추가 개발된 정보모델로 구성된다. 표준 정보모델의 통일화된 배포 및 관리를 위해서 IEC61970 Core 패키지를 기반으로 개발하였으며, Enterprise Architecture UML 형식으로 설계/개발하였다.[1] 또한 가스, 난방, 수도 등의 설비 정보모델은 IEC61970에서 사용하는 설비 간의 공통된 모델을 상속하여 관리하는 방식을 적용하였으며, 에너지의 타입을 구분 지어 관리 할 수 있는 대표 부모 클래스를 정의하여 향후 에너지별 설비 모델의 추가를 용이하게 설계하였다. 설계된 UML은 상속구조를 기본으로 하나 실제 사용하는 데이터는 상속된 모든 속성을 담고 있는 실제 사용될 딸단 클래스를 구성한다.

2.2 표준 정보모델의 상호교환 인터페이스

2.2.1 ODS 데이터의 온톨로지 변환을 위한 전처리

ODS 데이터를 변환규칙을 이용하여 손쉽게 변환하기 위해서, ODS 정보의 가공이 필요하다.[2] 변환 결과물은 온톨로지 정보

이며, 온톨로지의 데이터 표현 방법인 문장(Statements)의 특성 상 온톨로지 간의 데이터 변경은 다양한 이점을 가진다. 데이터 베이스의 테이블은 최소 1개의 PK가 있어야 하며, 해당 PK는 mRID를 발급하기 위한 입력데이터로 사용된다. 테이블에는 다수의 인덱스가 존재할 수 있으며, 인덱스들이 변경되었을 경우는 이전과 다른 데이터의 존재로 판단한다. 인덱스들과 인덱스들의 컬럼 명칭들은 HashKey 조합으로 특정 정수형 데이터로 추출되며, 이 데이터는 향후 mRID의 발급 및 고유성의 판단을 위한 비교 인자로 사용된다.



〈그림 2〉 Legacy 데이터의 스마트시티 에너지 공통정보모델로의 변환 시스템 구성

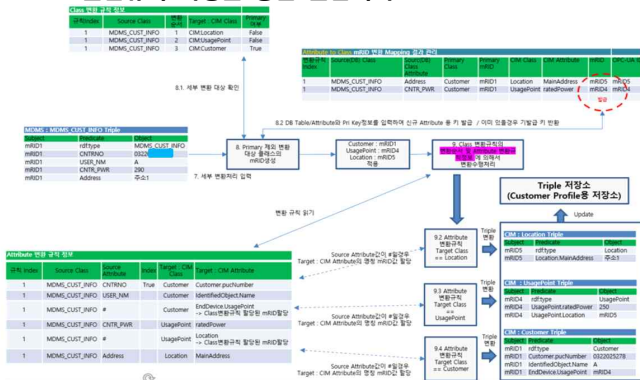
2.2.2 변환을 위한 Rule 정의 및 적용

ODS 테이블을 객체 단위의 데이터 구성으로 분해하면, 주된 목적과 부가적인 목적으로 테이블이 구성된 것으로 판단할 수 있다. 전력 에너지와 관련된 대부분의 데이터 모델을 수용하는 CIM을 사용하면, 데이터의 변환 과정은 크게

- ① 주된 ODS 테이블과 이에 대응하는 정보모델의 클래스 변환
- ② ODS 테이블의 부가적인 정보의 CIM 클래스로의 변환 생성
- ③ ODS 테이블의 컬럼 속성의 각 클래스 속성으로의 변환

3가지 과정을 거치게 되며, 에너지 공통 정보모델의 클래스 간의 관계성을 고려하여, 각 클래스의 생성 시, 우선순위를 가져야 한다.[3] 1개의 클래스 객체는 다른 클래스 객체의 rdf:id를 rdf:about 형태로 참조할 경우도 있으며, 이럴 경우 해당 참조 정보는 "Not Null"일 경우가 있다. 이는 클래스의 생성 우선순위를 지켜야지만, 클래스 객체를 생성할 수 있다. 관계성 생성 우선순위, 위 3가지 생성 방법을 고려하여, 변환규칙은 데이터베이스로 저장하며, 3가지 테이블 정보를 관리한다. 우선 변환 자체의 정보를 테이블을 사용하여 저장한다. 변환규칙은 다양한 목적으로 다수의 규칙으로 구성될 수 있다. 또한 변환된 결과는 사용 목적에 의하여, 앞서 언급된 프로파일별로 별도의 저장을 수행할 수 있어야 한다. 또한 1:1 변환과 1:N 변환 형태를 구분하여, 변환처리의 복잡성 여부를 표현할 수 있게 저장한다.[4]

2.2.3 변환규칙 시행을 통한 변환처리



〈그림 3〉 변환규칙에 의한 에너지 공통정보 모델 변환처리 과정

온톨로지 형태로 변환된 ODS의 정보는 앞서 설정된 변환 규칙에 의해서 우리가 필요로 하는 에너지 공통정보모델의 온톨로지 정보로 변환된다.[5] 1개의 ODS 데이터는 필요로 하는 3개의 공통정보모델 클래스로 변환된다. 변환처리는 변환절차에 따라서, 앞에서 언급한 변환규칙으로 변환이 처리된다. 변환의 수행 전 주 클래스 객체 외에 아직 mRID를 발급하지 않은 객체의 mRID를 발급을 수행한다. ODS의 테이블 정보, 변환결과 클래스 타입, ODS 테이블의 인덱스 정보를 사용하여 도출한 HashKey를 사용하여 mRID의 기발급 이력을 검색하며, 기록이 있으면 기발급 mRID를 반환한다.

2.2.4 온톨로지 기반 연계시스템 구성

본 과제에서는 JENA 기반의 온톨로지 저장소를 사용하였으며, SDB, TD 모두 사용 가능한 모듈로 처리하였다. SDB는 다양한 DBMS 백엔드를 가지며 Non-Native 저장소이다. Jena를 구성하는 다양한 API와 SPARQL 질의 엔진과 트리플 저장소를 모두 지원한다. SDB는 Non-Native 방식의 트리플 저장소이며, SPARQL 서버인 Fuseki와 연동하여 REST 형태로 데이터의 EndPoint를 제공할 수 있다. 온톨로지 저장소는 UML 구조의 데이터를 저장하는 방식이 아닌 Triple 자체를 데이터베이스에 저장하는 방식을 취하며 JENA SDB의 Triple Store 테이블 규칙을 사용하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 규칙화되지 않은 스마트시티의 에너지 데이터를 표준기반의 정보모델로 변경하는 방법에 관해서 연구하였으며, ODS 데이터의 관계성 및 상속 관계의 복잡성이 요구되는 데이터 구성에서는 온톨로지 정보를 사용한 데이터 처리 방식을 통하여 프로파일 기반 정보모델로의 변환처리가 가능하다는 것을 확인하였으며, 향후 온톨로지 질의어인 SPARQL을 사용하여 다양한 질의가 가능한 것을 확인하였다. 다양한 시스템에서의 적용 및 보장이 이루어진다면, 대규모 시스템의 온톨로지 기반 애플리케이션 및 시스템 구축이 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20192710100151)

참고 문헌

- [1] de Vos, Arnold, S. E. Widergren, and J. Zhu. "XML for CIM model exchange." Power Industry Computer Applications, 2001. PICA 2001. Innovative Computing for Power-Electric Energy Meets the Market. 22nd IEEE Power Engineering Society International Conference on. IEEE, 2001.
- [2] Wu, Jian, and Noel N. Schulz. "Overview of CIM-oriented database design and data exchanging in power system applications." Power Symposium, 2005. Proceedings of the 37th Annual North American. IEEE, 2005.
- [3] McMorran, Alan W., et al. "A common information model (CIM) toolkit framework implemented in Java." Power Systems, IEEE Transactions on 21.1 (2006): 194-201.
- [4] Wang, Xiaofeng, Noel N. Schulz, and Scott Neumann. "CIM extensions to electrical distribution and CIM XML for the IEEE radial test feeders." Power Systems, IEEE Transactions on 18.3 (2003): 1021-1028.
- [5] Khadem, M. "Progress report on CIM XML for model exchange interoperability tests [power system automation]." Power Engineering Society Summer Meeting, 2001. Vol. 2. IEEE, 2001.