

한국정보과학회
Korean Society of Information Scientists and Engineers

제 21 권 제 1 호
Vol. 21 No. 1



2019

제 21 회 한국 소프트웨어공학 학술대회 논문집

Proceedings of the 21st Korea Conference on
Software Engineering (KCSE 2019)

- 일시: 2019년 1월 28일(월) ~ 1월 30일(수)
- 장소: 강원도 평창 한화리조트(휘닉스파크점)

주최: 한국정보과학회, 한국정보처리학회

주관: 한국정보과학회 소프트웨어공학 소사이어티
한국정보처리학회 소프트웨어공학연구회

후원:  한국전자통신연구원
 SOLUTIONLINK  WISESTONE
 글로벌소프트웨어캠퍼스(주), (주)비트컴퓨터, T3Q(주),
 (주)다한테크, 소프트웨어공학엑스퍼트그룹(주),
 슈어소프트테크(주), (주)에스피아이디, STA 테스트컨설팅(주),
 TTA 소프트웨어시험인증연구소, 신뢰적지능형 CPS 연구단,
 풀스택다중언어 SW 검증 및 디버깅연구단

Generative Adversarial Network 을 이용한 소프트웨어 결함 예측	114
사이버-피지컬 시스템의 상호운용성 상충관계 분석에 관한 연구	119
어휘적 특징에 기반한 프로그램 자동 패치 검색 공간 축소	123
소프트웨어 제품 라인 개발을 위한 가변성 모델의 무모순성 검증	128
Automatic Data Flow Analysis to Generate Test Cases from Activity Diagrams	130
3D 시나리오 저작도구 개발	134
순환 인공 신경망을 이용한 코드 변경 추천	137
시스템 오브 시스템즈 협업 정책 구성을 위한 상향식 기법 제안	140
BIMM 에 기반한 소프트웨어 산업의 비즈니스 혁신성 가이드를 위한 적용사례	144
위치 분석 기반 통합 클라이언트-서버 프로그램 컴파일 방법 구현	147
선형 SVM 과 Random Forest 를 이용한 DNA 메틸화 영역 예측	151
순환신경망을 활용한 맥락 데이터 기반 사용자 인증 기법	155
MDA 기반 태양광 에너지 모니터링 시스템의 유지보수를 위한 비용 감소 방안 사례	159
위해도 분석 결과의 효과적인 확인을 위한 추적성 기반 위해도 모델	162
병행성 결함 탐지 도구에 대한 실험적 연구	166
항공기 프로펠러 고장진단을 위한 압력센서 비교	170
대인관계 개선 VR 콘텐츠 생성을 위한 에디터 구현 방법에 관한 연구	174
테스트케이스의 제어흐름기반 프로그래밍 실패 피드백 시스템 설계	178
버그 검출 규칙 개선을 위한 코드 문맥 수집 방법에 대한 연구	180
교차 프로젝트 기반 토픽 모델링과 네이브 베이지안 다항분포를 이용한 버그 리포트의 우선순위 예측	184
안전 필수 시스템의 ISO/IEC 16085 기반 위험 분석 방법 비교	188
Wright 표기법을 이용한 무인 자율주행 자동차 그룹 이탈 결과 시스템 분석	192

산업체논문

제목	페이지#
빅데이터 분석용 DBMS 를 위한 테스트 자동화 프레임워크 설계	196
Automatic Usage Profiling 을 통한 초기 앱 실행 속도 개선 방법	203
System Test 자동화 도구 제품화를 위한 품질 개선	205
애자일 전환을 위한 핵심요소	209
Testing_AI_Systems	228
고품질 무기체계 소프트웨어를 위한 신뢰성 시험 환경 구축에 관한 연구	243

MDA 기반 태양광 에너지 모니터링 시스템의 유지보수를 위한 비용 감소 방안 사례

장우성⁰¹, 김영철²

홍익대학교 소프트웨어공학연구실^{1,2}

{jang¹, bob²}@selab.hongik.ac.kr

A Case study of Cost Reduction for Maintenance of Photovoltaic Energy Monitoring System based on Model Driven Architecture (MDA)

Woo Sung Jang⁰¹, R. Young Chul Kim²

SE Lab, Dept. of Software & Communications Engineering, Hongik University^{1,2}

요 약

현재 국내에는 많은 태양광 설비 업체들이 다양한 회사의 인버터 장비를 사용하여 발전 설비를 구축하고 있으며, 인버터는 새로운 종류가 지속적으로 추가되는 실정이다. 이중 인버터 데이터의 쉬운 관리 및 유지보수를 위해 M-PVMS가 개발되었다. 하지만 메타모델과 변환 규칙이 모두 자바로 구현되어 있기 때문에, 시스템을 유지보수 시 코드 수정 및 컴파일을 위해 많은 비용이 발생한다. 본 논문은 기존 M-PVMS의 유지보수성을 높이기 위해 XMI, ATL, ECore를 이용하여 기존 메타모델과 메타모델 변환 엔진을 개선하는 방법을 제안한다. 유지보수 과정에서의 시스템 복잡도 증가 가능성을 예방하고, 시스템 유지보수 환경 구축에 소비되는 비용을 줄일 수 있다.

1. 서 론

태양광 에너지 발전 사업은 대표적인 신재생 에너지 사업으로써[1,2], 다양한 패널과 인버터 제품이 출시가 되고 있다. 태양광 에너지 모니터링 시스템[3]에 새로운 인버터를 추가한다면, 새로운 프로토콜 추가를 위한 시스템 유지보수가 필요하다. M-PVMS는 메타모델을 이용하여 인버터 프로토콜 데이터를 변환 및 통합하고, 태양광 발전량 데이터를 관리 및 모니터링 한다. 메타모델과 변환률의 추가를 통해 이중 인버터 추가가 가능하다[4]. 하지만 자바를 기반으로 제작되었기 때문에, 모델과 룰의 추가를 위해 자바 소스코드 수정이 필요하다. 그리고 내부적으로 다양한 라이브러리가 사용되기 때문에 해당 라이브러리들이 모두 설치된 개발 환경에서 컴파일이 가능하다. 만약 개발 환경이 없는 상태에서 시스템의 유지보수를 수행한다면 이클립스 도구와 추가적인 라이브러리 설치 작업이 필요하다. 또한 시스템 구조의 이해를 위해 기존 자바 코드들을 분석해야 한다.

본 논문은 이러한 문제의 해결을 위해 메타모델과 변환률의 개선 방안을 제안한다. 메타모델을 ECore[7] 기반의 XMI(XML Metadata Interchange)[7] 코드로 표현한다. 모델 변환률을 ATL(Atlas Transformation Language)[8] 기반 스크립트 언어로 표현한다. 기존 인버터 메타모델을 개선한다. 마지막으로, 개선된 요소들이 포함된 메타모델 자동 변환 환경을 제안한다. 범용적인 스크립트 언어와 다이어그램을

사용함으로써 변환 알고리즘의 이해도를 높일 수 있다. 그리고 스크립트 코드 파일만 추가함으로써, 새로운 메타모델과 변환률의 추가가 가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 관련 연구로써, M-PVMS를 언급한다. 3장은 이중 태양광 메타모델 자동 변환 환경을 설계한다. 4장은 설계한 변환 환경을 구현한다. 마지막으로, 결론 및 향후 연구를 언급한다.

2. M-PVMS(Metamodel based Photovoltaic Monitoring System)[4,5]

M-PVMS는 Model to Model 변환 구조[6]를 이용하여 이중의 인버터 데이터를 쉽게 통합하고, 추후 추가되는 이중 인버터 패킷을 기존 알고리즘의 수정 없이 추가할 수 있도록 지원하는 태양광 에너지 모니터링 시스템이다.

M-PVMS의 모델 변환 과정은 그림 1과 같다. 인버터가 UART 통신을 사용하여 M-PVMS Client에게 발전량 데이터를 전송한다. M-PVMS Client는 Data Collector를 사용하여 전송 받은 데이터를 분석 후 내부적으로 인버터 모델로 만들고, 자바 기반의 변환률을 통해 통합 태양광 에너지 모델로 변환한다. 변환이 완료된 모델은 XMI 코드로 표현된다. M-PVMS Client는 TCP/IP 통신을 사용하여 M-PVMS Server에게 XMI 코드를 전송한다. M-PVMS Server는 전송 받은 XMI 코드를 분석하여 데이터베이스에 저장한다.

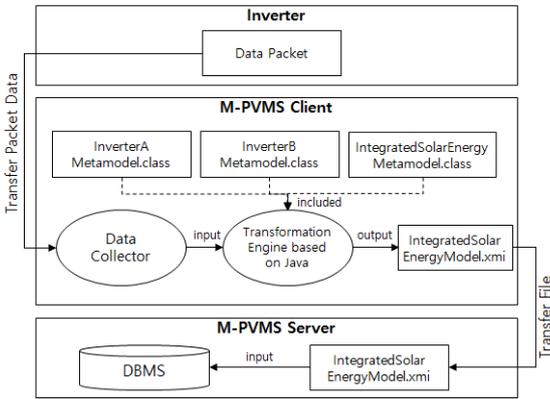


그림 1 M-PVMS의 자동 모델 변환 과정

3. 이중 태양광 메타모델 자동 변환 환경 설계

3.1 개선된 메타모델 자동 변환 환경 설계

개선된 메타모델 자동 변환 과정은 그림 2와 같다. 인버터는 M-PVMS Client에게 발전량 데이터를 전송한다. DataColletRule.xml 파일은 이중 인버터들의 데이터 요청 및 응답 스키마이다. M-PVMS Client의 Data Collector는 DataColletRule.xml 파일을 읽어 인버터의 패킷을 해석하고, 인버터 모델을 생성하여 xmi 파일로 저장한다. 인버터 모델과 통합 태양광 에너지 모델은 ecore 기반의 다이어그램으로 작성된다. 다이어그램은 내부적으로 xmi 코드로 표현된다. 모델 간의 변환률은 ATL을 사용하여 TranslateRule.atl 파일 내에 저장된다. 변환 엔진은 TranslateRule.atl을 실행하고, TranslateRule.atl은 ecore로 표현된 메타모델을 참조하여 모델 변환을 수행한다. 변환이 완료된 모델은 xmi 파일로 저장된다. M-PVMS Client는 저장된 xmi 파일을 M-PVMS Server에게 전송한다. M-PVMS Server는 전송받은 파일을 해석하여 데이터베이스에 저장한다.

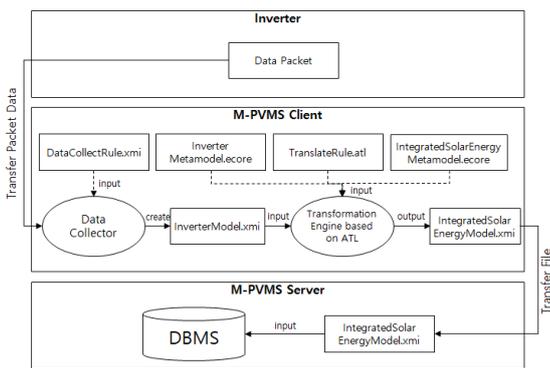


그림 2 개선된 M-PVMS의 자동 모델 변환 과정

3.2 인버터 메타모델 구조 개선

본 장은 개선된 환경에 적합한 인버터 메타모델을 제안한다. 인버터 패킷은 인버터 제조사 별로 패킷의 길이와 종류가 다르다. 본 논문은 패킷들의 공통된 구조를 파악하여, 그림 3과 같이 메타모델을 설계한다. 인버터 패킷의 공간은 크게 Header, Data, Tail로 나뉜다. Header는 패킷의 타입이나 길이와 같은 정보가 저장된다. Data는 발전량, 알람, 또는

센서 데이터 등이 저장된다. Tail은 Checksum이나 기타 데이터가 저장된다.

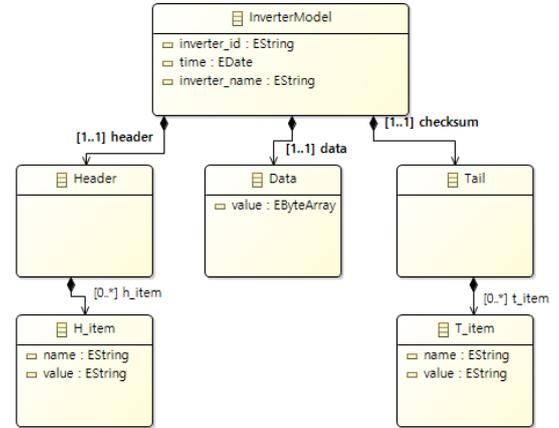


그림 3 개선된 인버터 메타모델

3.3 ATL 기반의 메타모델 자동 변환 엔진 설계

그림 4는 개선된 메타모델 자동 변환 엔진의 구조를 나타낸다. 인버터 모델은 소스 모델의 역할을 수행하고, 통합 태양광 에너지 모델은 타겟 모델의 역할을 수행한다. 변환 언어는 ATL을 사용한다. ATL 기반 변환 알고리즘은 *.atl 파일 내에 저장되며 변환 엔진은 atl 파일을 실행하여 변환을 수행한다.

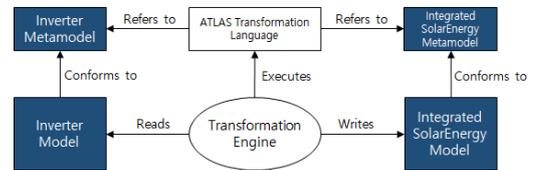


그림 4 메타모델 자동 변환 엔진

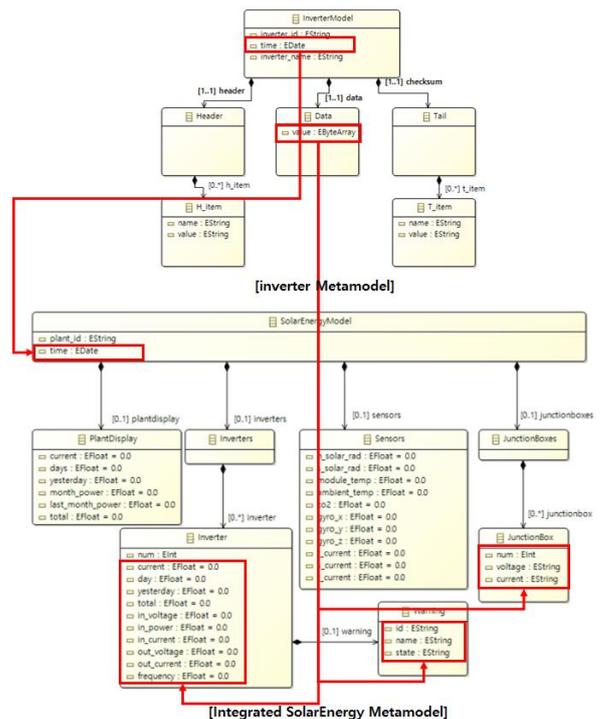


그림 5 메타모델 변환 흐름

그림 5는 인버터 모델의 변환 흐름을 나타낸다. 상단의 메타모델은 인버터 메타모델이고, 하단의 메타모델은 통합 태양광 에너지 메타모델[5]이다. 화살표는 실제 변환되는 부분을 나타낸다.

InverterModel 클래스의 time은 SolarEnergyModel 클래스의 time으로 변환된다. H-item 클래스에는 인버터 모델의 타입이 저장되는데, 현재 인버터 모델이 발전량 데이터를 저장한 모델이라면, ATL룰을 이용하여 Data 클래스의 value를 Inverter 클래스의 발전량 데이터로 변환한다. 만약 현재 인버터 모델이 알람 데이터를 저장한 모델이라면, Data 클래스의 value를 warning 클래스의 알람 데이터로 변환한다. 만약 인버터 모델이 계통 데이터를 저장한 모델이라면, Data 클래스의 value를 JunctionBox의 계통전압 데이터로 변환한다.

4. 이중 태양광 메타모델 자동 변환 환경 적용

인버터 메타모델을 이용하여 생성된 인버터 XMI 코드는 아래의 그림 6과 같다.

```
<?xml version="1.0" encoding="ASCII"?>
<inverter:inverterModel xmi:version="2.0"
xmlns:xmi="http://www.omg.org/XMI"
xmlns:inverter="http://selab.hongik.ac.kr/inverter"
inverter_id="1" inverter_name="HS" time="2017-0807T20:50:10.000+0900">
  <header>
    <h_item name="sop" value=""/>
    <h_item name="code" value="D"/>
    <h_item name="address" value="4"/>
    <h_item name="length" value="19"/>
    <h_item name="id" value="000"/>
  </header>
  <data value="001,0078,0000100,31"/>
  <tail>
    <t_item name="checksum" value="24"/>
  </tail>
</inverter:inverterModel>
```

그림 6 인버터 모델의 XMI 코드

ATL 기반 변환 엔진을 통해 생성된 통합 태양광 에너지 모델의 XMI 코드는 아래의 그림 7과 같다.

```
<?xml version="1.0" encoding="ASCII"?>
<hsSolarEnergy:SolarEnergyModel xmi:version="2.0"
xmlns:xmi="http://www.omg.org/XMI"
xmlns:hsSolarEnergy="http://selab.hongik.ac.kr/hsSolarEnergy"
plant_id="0410001" time="2017-08-07T20:50:10.000+0900">
  <plantdisplay days="128510.0" yesterday="125940.0"
month_power="986656.0" last_month_power="2434944.0"
total="5.7089608E7"/>
  <inverters>
    <inverter num="1" day="128510.0" yesterday="125940.0"
total="5.7089608E7" in_voltage="3.0" out_voltage="229.33"
frequency="60.0">
      <warning id="pv_2;inverter_12;"
name="&#xc800;&#xc804;&#xc555;MC_A;"
state="&#xd0dc;&#xc591;&#xc804;&#xc9c0;
&#xc800;&#xc804;&#xc555;"/>
    </inverter>
  </inverters>
  <sensors/>
  <junctionboxes>
    <junctionbox num="1"
voltage="0;0;5;0;0;0;0;408;409;410;411;412;413;414;415;416;417;418;4
19;420;421;422;423;424;425;426;427;428;429;430;431;"
current="1.1;1.2;1.1;1.6;1.4;1.2;0.0;0.0;20.8;20.9;21.0;21.1;21.2;21.3
;21.4;21.5;21.6;21.7;21.8;21.9;22.0;22.1;22.2;22.3;22.4;22.5;22.6;22.7
;22.8;22.9;23.0;23.1;"/>
  </junctionboxes>
</hsSolarEnergy:SolarEnergyModel>
```

그림 7 통합 태양광 에너지 모델의 XMI 코드

결과적으로, 기존 M-PVMS는 시스템 내 메타모델과 변환률의 추가 및 수정을 위해 자바 소스코드를 직접 수정해야 했지만, 제안한 방법은 인버터 모델의 XMI 코드와

ATL 기반 변환 법칙을 파일 형태로 추가하여 시스템의 유지보수가 가능하다.

5. 결론

본 논문은 기존 메타모델 기반 태양광 에너지 모니터링 시스템의 유지보수성을 향상시키기 위한 방법을 제안한다. 자바 언어로 구현된 변환 엔진을 ECore, XMI, ATL로 재구성하고, 인버터의 메타모델을 개선된 구조에 맞게 재설계하였다. 모델 변환률과 메타모델을 외부파일로 저장하도록 구성하여 기존 시스템의 재컴파일 없이 새로운 메타모델이 추가될 수 있도록 하였다. 새로운 이중 인버터가 추가된다면, 데이터 요청/응답 패킷의 스키마를 XMI 파일 내에 추가하고, ATL 변환률이 저장된 ATL 파일을 수정함으로써, 쉽게 메타모델을 추가 및 관리할 수 있다. ECore, ATL 개발 환경은 이클립스 플러그인으로 제공되기 때문에 메타모델 및 변환률의 쉬운 제작이 가능하다.

참고 문헌

- [1] “미래를 준비하는 각 지역의 에너지 정책”, 대한지방행정공제회.
- [2] 정용대, 남유진, “태양광열·지열 하이브리드 시스템의 건물형태 및 용도별 도입타당성 분석”, 2016 대한건축학회 추계학술 발표대회 논문집, 제36권, 제2호, 609-610, 2016.10.
- [3] 이세현, 신상욱, 이현영, 권기태, 나종혁, 최현석, “태양광발전시스템의 옥외 실증 모니터링 기술동향”, 한국신재생에너지학회 2017년도 춘계학술대회[초록집], 183-183, 2017.05.
- [4] Hyun Seung Son, R. Young Chul Kim, “Modeling a Photovoltaic Monitoring System based on Maintenance Perspective for New & Renewable Energy”, The 2nd International Joint Conference on Convergence 2016, AACL 07, 144-147, 2016.
- [5] Woo Sung Jang, Hyun Seung Son, Chae Yun Seo, R. Young Chul Kim, “Metamodel based Photovoltaic Monitoring System for Heterogeneous Renewable Energies”, 2017 International Symposium for Advanced Computing and Information Technology.
- [6] K. Czarnecki, S. Helsen, “Feature-based survey of model transformation approaches”, IBM Systems Journal. Vol.45, No.3, 621-645, 2006.
- [7] F. Budinsky, E. Merks, D. Steinberg, EMF: Eclipse Modeling Framework, Addison-Wesley, 2009.
- [8] Wikipedis, ATL, http://en.wikipedia.org/wiki/ATLAS_Transformation_Language