

원자력 발전소 유지보수 데이터 모델의 범용 제품 모델 클래스 라이브러리로의 통합

김형진*

*고등기술연구원 플랜트엔지니어링센터

e-mail : hyoung@iae.re.kr

Integration of Nuclear Power Plant Operation and Maintenance Data Model to Generic Product Model Class Library

Hyoung Jean Kim*

*Plant Engineering Center, Institute for Advanced Engineering

요 약

원자력 발전소 정보 관리 시스템인 GPM 시스템에서 원자력 발전소 유지보수 프로세스에서 발생하는 도면, 문서 등 데이터와 비즈니스 프로세스를 모델링한 데이터 모델을 범용 제품 모델(GPM, Generic Product Model) 클래스 라이브러리에 통합하였다. 이를 통해 제시하는 표준 데이터 모델은 지능적 P&ID 시스템의 기본 데이터 모델로 사용될 수 있으며, 이를 기반으로 향후에는 지식화된 정보 서비스 제공이 가능하게 된다.

1. 서론

원자력 발전소 정보관리시스템인 범용 제품 모델(GPM, Generic Product Model) 기반 시스템을 활용함에 있어서 운영 단계에서 운전원 및 유지보수 요원에게 최적의 데이터를 제공하기 위해서는 데이터 시각화 프로그램인 GPM Browser에서 가시화될 수 있도록 모델링을 수행하여야 한다. 사용자에게 따라 원하는 정보를 적절히 표현할 수 있어야 한다. 원자력 발전소 운영 기관에서는 유지보수에 필요한 도면 이력 관리자료, 품질관리 절차 및 체계에 따라 도면 버전 관리를 수행하고 있다. 이러한 모델링 체계 및 품질관리 체계에 맞도록 지능형 P&ID (Process and Instrumentation Diagram)를 적용한다면 적은 비용으로도 발전소의 이력 및 품질관리를 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

GPM은 의미 네트워크를 기반으로 하고 있어 데이터 모델의 확장성이 뛰어나며, 클래스 간의 의미 연결(association)을 통해 다양한 관계를 표현할 수 있어 기존의 일반적인 단순한 개체-관계(ER)형 모델보다 데이터 모델 자체의 의미가 풍부하다. 설계 단계에서의 데이터 모델링에 초점이 맞추어져 있지만, 발전소의 건설 및 유지/보수 단계의 정보를 모델링하여 기존의 모델 변경 없이 쉽게 추가하여 사용할 수 있다. 또한 모델링된 공통 데이터 모델을 바탕으로 단순한 협업 설계 업무뿐만 아니라 사용자 수준에서의 의미 있는 정보를 추출할 수 있다. 예를 들어 원자력 발전소의 2차원 설계 결과물인 P&ID이 배관, 밸브, 기기 등의 엔티티로 모델링되어 있을 때, 하나의 밸브를 잠그는 행위로 해당 밸브의 영향을 받는 범위를 쉽게 확인할 수 있다. 이러한 기능은 배관, 밸브, 기기 등이

is_connected_to라는 association으로 연결됨과 동시에 밸브 클래스는 is_property_of라는 association으로 밸브의 상태(open/closed) 속성과 연결되어 있기 때문이다. 즉 제시하는 표준 데이터 모델은 지능적 P&ID 시스템의 기본 데이터 모델로 사용될 수 있다.

2. 원자력 발전소 유지보수 정보 이식을 위한 GPM의 기존 클래스 조사

유지보수 활동을 정의하기 위한 클래스:
유지보수 활동의 가장 핵심적인 업무 자체를 정의해주는 클래스가 GPM에 이미 정의되어 있다. 그림 1과 같이 GPM의 activity 클래스 하부에 manage_and_maintain_plant라는 클래스가 있으며 이 클래스 밑에 유지보수 주요 활동인 고장 분석, 유지 작업(보수, 교체), 장비 점검, 유지 관리 등의 클래스들이 정의되어 있다.

유지보수 활동에 소요되는 기자재 공급업체 리스트를 위한 클래스:
유지보수 활동을 하면 고장난 기자재나 부품의 보수나 교체가 필요하다. 이들 기자재나 부품을 공급해주는 업체들을 관리할 필요가 있으며 GPM 클래스에 이미 정의되어 있다.

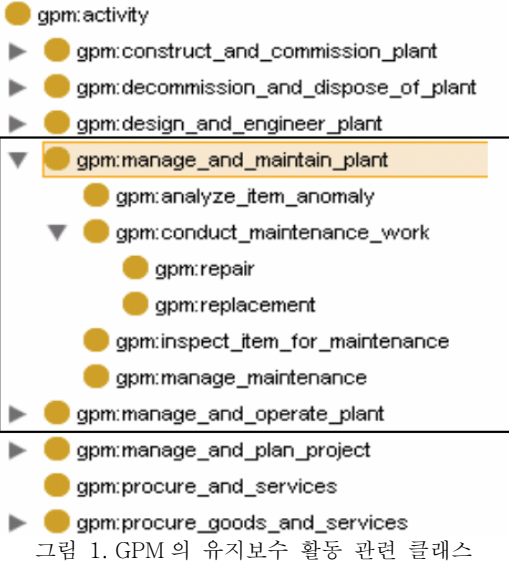


그림 1. GPM의 유지보수 활동 관련 클래스

그림 2와 같이 GPM의 activity 클래스 하부에 procure_goods_and_services 라는 클래스가 있으며 이 클래스 밑에 maintain_suppliers_list 라는 클래스가 유지보수 활동에 소요되는 기자재 공급업체 리스트 관리와 관련해서 정의되어 있다. 이 클래스는 반드시 유지보수 활동에만 국한된 공급업체 리스트가 아니고 건설 또는 설계에도 관련된 공급업체 리스트이기도 하다.



그림 2. GPM의 기자재 공급업체 리스트 관리 클래스

유지보수 활동의 산출 문서를 위한 클래스: 유지보수 활동을 하면 반드시 산출물인 문서로서 보고서나 기록이 남는다. 이들 문서들을 관리하는 클래스가 GPM에 이미 정의되어 있다. 그림 3과 같이 GPM의 information_contents 클래스 하부에 maintain_document 라는 클래스가 있어서 고장 보고서, 유지 점검 기록, 유지 작업 보고서 등과 같은 유지이력 보고서 관련 클래스가 있다.



그림 3. GPM의 산출 문서 관리 관련 클래스

유지보수 활동을 담당하는 부서 및 직위를 위한 클래스: 유지보수 활동을 수행하는 원자력 발전소 운전원 및 유지보수 요원에 대한 인적 사항이나 조직관련 정보를 관리하는 것이 필요하며 GPM에 이와 관련된 클래스가 이미 정의되어 있다. GPM의 post_or_position 클래스 하부에 maintain_division 이라는 클래스가 있어서 O&M 담당 부서가 정의되어 있으며 plant_maintenance 라는 클래스가 운전원에 대해서 정의해주고 있다.

클래스의 유지보수 관련 속성 한정자: GPM 클래스의 속성을 정의할 때 사용하는 'has_property_of' association의 attribute 로서 사용되는 클래스를 수식 또는 한정시켜주는 한정자 qualifier 가 maintenance 와 관련될 경우에 GPM qualifier 클래스의 하부 클래스인 action_qualifier 밑에 maintenance 클래스를 사용한다.

정비 활동 작업장을 위한 클래스: 정비 활동 작업장에 대해서 GPM에서 클래스가 정의되어 있다. plant_item 밑의 structural_component 하부 클래스인 site_area 에 maintenance_area 라는 클래스가 정의되어 있다.

3. 원자력 발전소 유지보수 정보 이식을 위한 GPM 클래스 확장 전략

원자력 발전소 유지보수 업무는 ERP 시스템의 운전 정비(PM, Plant Maintenance) 모듈을 중심으로 문서관리, 구매관리, 자재관리 모듈 등에서 지원한다.

설비관리 프로세스 범위는 기준정보관리, 계획예방정비, 사후정비, 분석 및 평가, 경상예방정비, 설비개선, 시험장비관리, 기타로 나뉜다. 기준정보관리 밑에 기기정보관리는 기능위치, 설비 마스터, 기기클래스, 측정지점, 도면/기술문서 연계관리를 포함하여 구성된다. 또한, 설비자재 정보 관리는 설비 BOM 를 등록 및 열람할 수 있으며 예방정비 정보관리 아래에는 작업 목록과 예방정비 전략을 구축하였다.

광범위한 설비관리 프로세스 범위중에서 가장 기본적인 기능만을 단순화시켜 가상 시스템 형태로 구현할 목적으로 작성한, 개념 데이터베이스는 유지보수 마스터와 기자재 마스터로 구성된다. 유지보수 마스터는 유지보수계획, 유지보수품목, 작업목록 그룹, 세부 작업목록 그룹으로 구성되고 기자재 마스터는 대상설비, 설비기본정보, 클래스, 설비 클래스별 속성내역, 설비정보, 설비제작정보, 운영 및 정비부서정보, 품질등급, 조사정보로 구성되고 각 테이블들의 속성들을 그림 4 에 표시하였다.

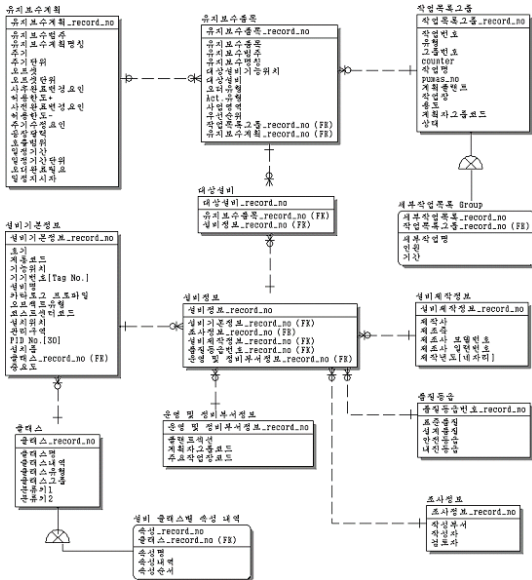


그림 4. 설비관리 프로세스 유지보수 및 기자재 마스터

유지보수품목:

유지보수 대상 설비는 GPM 의 plant_item 클래스에 정의되어 있으며 별도의 클래스 추가나 변경이 필요하지 않고 기존의 GPM 클래스를 그대로 활용할 수 있다.

- gpm:plant_item
 - ▶ ● gpm:cable_tray_component
 - ▶ ● gpm:call_out_item
 - ▶ ● gpm:common_part
 - ▶ ● gpm:common_unit
 - ▶ ● gpm:component
 - ▶ ● gpm:electrical_component
 - ▶ ● gpm:engineering_standard_library
 - ▶ ● gpm:equipment
 - ▶ ● gpm:HVAC_component
 - ▶ ● gpm:instrumentation_and_control_component
 - ▶ ● gpm:piping_component
 - ▶ ● gpm:piping_spool
 - ▶ ● gpm:rack
 - ▶ ● gpm:schematic_item
 - ▶ ● gpm:spatial_item
 - ▶ ● gpm:structural_component
 - ▶ ● gpm:support_unit
 - ▶ ● gpm:value_item

그림 5. GPM 의 유지보수 대상 설비인 plant_item 클래스

유지보수품목:

그림 6 과 같이 GPM 에 유지보수와 관련해서 추가해야 할 신규 클래스인 plant_item_for_maintenance 클래스는 plant_item 클래스에 단순히 유지보수와 관련한 정보를 추가한 wrapper 클래스이다.

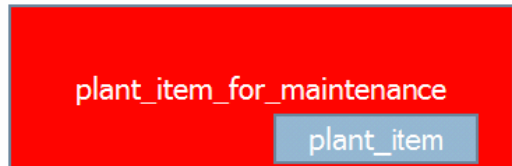


그림 6. 유지보수품목 관련 GPM 신규 클래스

설비관리활동:

일상적인 유지보수 활동과는 다른 사후정비, 분석 및 평가, 설비개선, 시험장비관리 등 설비 관리와 관련된 활동은 그림 7 과 같이 GPM 의 activity 클래스의 `manage_and_maintain_plant` 하부 클래스인 `manage_maintenance` 클래스 밑에 신규 클래스를 추가할 수 있다.

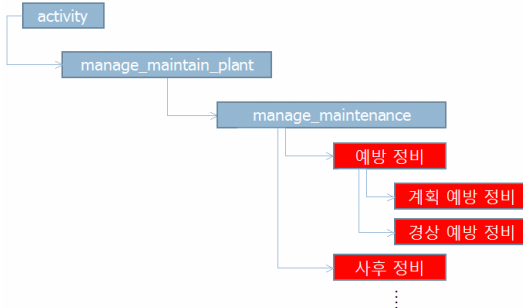


그림 7. 설비관리활동 관련 GPM 신규 클래스

유지보수품목과 설비관리활동과의 연관 관계:

유지보수품목과 설비관리활동과의 연관 관계는 그림 8 과 같이 GPM 의 'is_referenced_by' association 으로 표현할 수 있다.

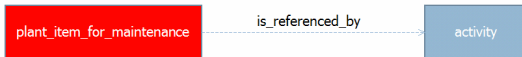


그림 8. 유지보수품목과 설비관리활동과의 연관 관계

유지보수계획:

유지보수계획과 관련된 GPM 클래스가 현재 존재하지 않으므로 그림 9 와 같이 GPM 의 activity 하부 클래스인 `manage_and_maintain` 클래스 밑에 `plan_maintenance` 라는 신규 클래스를 추가할 수 있다.

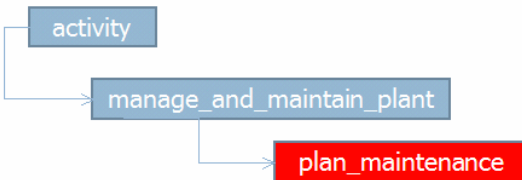


그림 9. 유지보수계획 관련 GPM 신규 클래스

직무:

직무와 관련된 GPM 클래스가 현재 존재하지 않으므로 그림 10 과 같이 GPM 에 신규 클래스인 `plant_task` 와 그 하부 클래스인 `task_for_maintenance` 클래스를 생성할 수 있다.

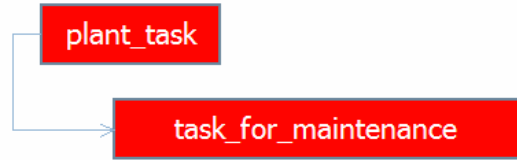


그림 10. 직무 관련 GPM 신규 클래스

4. 결론

위에 설명한 GPM 의 유지보수 확장 전략을 기반으로 향후 더욱 상세 모델링이 필요하다. 상세 모델링 단계에서 필요하다면 여기서 제시한 모델링 전략의 수정 및 보완이 필요할 수도 있다. 이를 위해서는 우리나라 원자력 발전소 운영 기관인 한국수력원자력의 유지보수 데이터를 더 입수하여 반영하여야 하며, GPM 에의 최적 모델링에 대한 전체적인 전문가적 판단이 필요하다.

참고문헌

- [1] 김형진, 박호병, 박찬국, 한순홍, 김인한, 제품 모델 기반의 가상 생산 기업 네트워크, 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집 2007
- [2] 김형진, 박호병, 원자력 발전소 생애주기 기간 설계 정보 이양을 위한 데이터 모델 및 ERP 인터페이스 개발, 한국에너지공학회 2006 년도 춘계학술 발표회