

해양플랜트 기자재 정보의 온톨로지 모델링

박호병, 김형진

고등기술연구원

e-mail:(hobyung,hyoung)@iae.re.kr

Onlotogy Modelling of Material Information for Offshore Plant

HoByung Park, HyoungJean Kim, JiWoong Choe
Institute for Advanced Engineering

요 약

본 논문에서는 제품 정보를 교환 및 공유하기 위한 국제 표준인 ISO 15926에 근거한 해양 플랜트 기자재의 제품 정보의 온톨로지 모델링을 소개한다. 모델링 방법은 코어 데이터 모델과, 참조 데이터 라이브러리, 템플릿과 객체 정보 모델을 이용한다. 코어 데이터 모델은 보편적인 개념을 정의하고, 참조 데이터 라이브러리는 코어 데이터 모델을 확장한 공통 용어 사전이다. 의미를 표현하는 가장 작은 조각으로 템플릿을 사용하고, 객체 정보 모델을 통하여 객체들 사이의 관계를 정의한다. 모델링은 OWL을 이용하여 제품 데이터의 온톨로지를 생성하여 이기종 소프트웨어 간의 제품 정보를 교환하고 공유하도록 한다.

1. 서론

플랜트 산업은 설계회사, 엔지니어링 회사, 시공사, 자재 및 장비 공급업체, 플랜트 운영기관, 플랜트 유지/보수 회사 등 다양한 이해 관계자가 개입하고 있다. 플랜트의 대형화, 고속화 등의 설계 기술과 이에 따른 IT 기술의 접목은 생산성 향상을 위한 필수적인 요소이다. 기업별로는 이미 시스템을 구축하여 사용하고 있지만 이러한 시스템은 서로 독립적이어서 협력사들 사이의 정보교환이 원활하게 이루어지지 못하고 있다. 성공적인 프로젝트 수행을 위해서는 대형화된 플랜트의 다양한 이해 당사자 사이의 협업이 중요하며, 이러한 협력사들 사이의 원활한 정보의 공유 및 교환은 프로젝트 성공과 시공 기간 단축의 중요한 열쇠가 되고 있다. 본 논문에는 분산시스템하에서 제품 데이터의 교환 및 공유를 위한 국제 표준인 ISO15926을 이용하여 제품 데이터를 교환하는 방법을 소개한다. 제품 데이터의 표현을 위하여 보편적인 개념을 계층적으로 표현한 데이터 모델과 이를 확장한 참조 데이터 라이브러리를 이용한다. 데이터를 표현하는데 템플릿을 이용하여 시스템의 자원점유와 복잡도를 줄이고, 객체 정보 모델을 객체간의 관계를 표현한다. 이러한 국제 표준 기반의 공통 언어로 제품 데이터를 표현하여 이기종간의 데이터 교환이 가능하도록 한다. 또한 모델링 언어어로서 웹 온톨로지 언어인 OWL(Web Ontology Language)을 사용하여 정보 표현을 체계화 하고, 지능적인 온톨로지를 구축한다. 구축된 온톨로지를 통하여 다양한 에이전트 소프트웨어를 이용한 추론 및 지능화의 가능성을 확보할 수 있다.

2. 제품 데이터 표현을 위한 표준

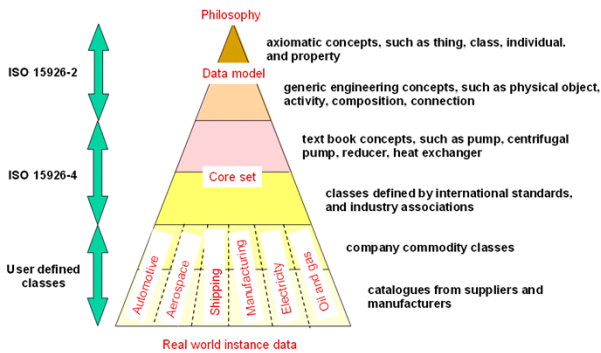
2.1 STEP(Standard for the Exchange of Product data)

STEP은 공정 플랜트의 설계와 유한 원소 분석을 포함하는 엔지니어링 정보의 교환을 위한 표준으로 1984년에 시작되어, 1994년 ISO 10303으로 최초 배포되었다. 이는 제품을 개발하고 생산할 때 서로 다른 자동화 시스템간의 제품 정보를 교환하는데 사용하는 공통의 언어 역할을 하는 인터페이스 기술이다. STEP은 여러 파트로 구성되어 있으며, 산업계의 필요에 의해서 개발된 여러 개의 데이터 모델을 포함하고 있다. 다양한 엔지니어링 정보를 관리하기 위하여 AP227 "플랜트의 공간적인 구성"과 AP221 "공정 플랜트를 위한 기능적인 데이터와 스키마적인 표현" 등의 응용 프로토콜이 개발되었다.

2.2 ISO 15926 "공정 플랜트를 위한 생애주기 데이터

ISO 15926은 공정 플랜트의 전 생애 동안의 변화에 대한 기록의 필요성에서 비롯되었다. 공정 플랜트에 대한 요구사항과 이 요구사항의 변화, 공정 플랜트의 설계 및 설계의 변화, 공정 플랜트에 존재하는 물리적 객체와 이러한 물리적 객체들의 변화에 대한 표현을 포함하기 위하여 AP 221과 상보적인 관계로 개발되었다. ISO 15926은 총 7개의 파트로 구성된다. 파트1은 목적 및 소개이고, 파트2는 201개의 보편적 엔티티를 가지는 4D 데이터모델, 파트3는 ISO10303-42의 기하학적 구성정보를 OWL로 정의하고 있다. 파트 4는 공정 산업내에서 사용하는 기본적인 클래스와 프로퍼티등의 용어 사전인 참조 데이터, 파트 5와

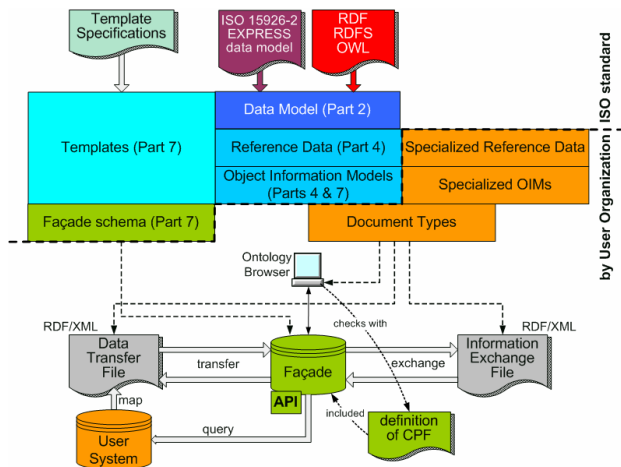
6은 참조 데이터의 등록 및 유지에 관한 방법, 파트 7은 분산 시스템에서의 통합에 대한 구현 방법을 기술하고 있다.



(그림 1) ISO 15926의 계층구조

2.2.1 ISO 15926의 온톨로지

ISO 15926을 적용하여 제품 데이터를 표현하고 교환하기 위한 구조는 Fig. 2와 같다. EXPRESS언어로 기술된 데이터 모델을 OWL기반의 온톨로지 언어로 변환하여 표현하고, 파트 7의 템플릿을 이용하여 참조 데이터 라이브러리인 파트 4를 정의한다. 파트 4의 객체에 속성 정보를 추가하기 위하여 객체 정보 모델을 이용하여 관계를 표현한다. 이렇게 표현된 정보들은 각 기관의 문서 타입에 맞추어 참조를 통하여 문서 인스턴스를 생성하여 표준 데이터 웨어하우스인 Façade 시스템에 저장되어 제품 데이터가 교환 및 공유된다.



(그림 2) ISO 15926의 온톨로지 구성

3. 제품 데이터의 온톨로지 표현

3.1 제품 데이터의 온톨로지 모델링 계층

제품 데이터를 ISO 15926을 적용한 모델링 계층은 W3C의 웹 온톨로지 언어인 OWL을 이용하여, 파트 2의 데이터 모델을 owl:Class로 정의한 계층과, 변환된 데이터 모델을 상속 받은 약 10,000 여개의 표준 클래스를 가지는 참조 데이터 라이브러리(RDL) 계층, 엔티티 타입을 사용

한 전형적인 의미를 표현하는 약 200여개의 템플릿 클래스 계층, 특화된 템플릿 클래스의 모음인 객체 정보 모델(OIM) 계층, 적절한 OIM의 뷰로서 사용되는 사용자 기관에서 정의한 도큐먼트 타입과 모든 라이프 사이클 정보를 통합하기 위하여 대부분 owl:Thing의 인스턴스를 담고 있는 Façade 시스템과 다양한 사용자 시스템 계층이 있다. 본 논문에서는 "allowable starting voltage percentage", "breakdown torque", "cold locked rotor time"의 속성을 가지는 전기 모터(Electric Motor)에 대한 정보를 ISO 15926의 데이터 모델, 참조 데이터, 템플릿, 객체 정보 모델을 이용하여 온톨로지로 표현한다.

3.1.1 데이터 모델

4차원 시공간의 일반적인 개념, 컴포넌트와 구성 등을 표현하는 201개의 엔티티로 구성되어 있으며, "Thing"으로부터 시작하여 개념을 계층적으로 구성하였다. 데이터 모델은 ISO의 국제 표준으로 공표되었으며, EXPRESS 언어로 기술되었다. 최근 OWL버전으로의 변환작업이 진행 중에 있으며, 아직 최종 버전이 발표되지 않아서 본 논문에서는 <http://www.15926.org/2006/02/part2> 에서 배포한 2006년도 2월 버전을 사용한다. OWL Full을 이용하여 owl:Class로 각각의 엔티티를 모델링하였다.

<표 1> 데이터 모델의 OWL 표현

```

<owl:Class rdf:ID="Thing">
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:about="#AbstractObject"/>
    <owl:Class rdf:about="#PossibleIndividual"/>
  </owl:unionOf>
  ..
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="AbstractObject">
  <rdf:type rdf:resource="#ClassOfAbstractObject"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Thing"/>
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:about="#Class"/>
    <owl:Class rdf:about="#Relationship"/>
    <owl:Class rdf:about="#MultidimensionalObject"/>
  </owl:intersectionOf>
  <owl:disjointWith rdf:resource="#PossibleIndividual"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="PossibleIndividual">
  <rdf:type rdf:resource="#ClassOfIndividual"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Thing"/>
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:about="#Activity"/>
    <owl:Class rdf:about="#ActualIndividual"/>
    <owl:Class rdf:about="#ArrangedIndividual"/>
    <owl:Class rdf:about="#Event"/>
    <owl:Class rdf:about="#PeriodInTime"/>
    <owl:Class rdf:about="#PhysicalObject"/>
    <owl:Class rdf:about="#WholeLifeIndividual"/>
  </owl:intersectionOf>
  ..
  
```

3.1.2 템플릿

템플릿은 파트2의 데이터 모델을 이용한 최소의 정보를 표현하는 작은 의미 조각들로서, 현재 약 200여개의 템플릿이 표준화 작업 중에 있으며, 본 논문에서는 객체의 속성 정보 표현과 객체의 정의를 위한 템플릿등을 사용하며, <http://www.15926.org/2006/02/part7>에서 정의된 템플

릿을 활용한다. Table 2는 속성 정보를 표현하는데 사용하는 3401 템플릿 정의에 대한 OWL 표현이다.

<표 2> ST-3401 템플릿의 OWL 표현

```
<!--shorthand template ST-3401-->
<ClassOfShorthandTemplate rdf:ID="ST-3401">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#ST-0001"/>
<owl:equivalentClass rdf:resource="#LT-3401"/>
<rdfs:subClassOf><owl:Restriction>
<owl:onProperty rdf:resource="#possessor"/>
<owl:allValuesFrom rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part2#PossibleIndividual"/>
</rdfs:subClassOf><rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:onProperty rdf:resource="#propertyType"/>
<owl:allValuesFrom rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part2#IndirectProperty"/>
</rdfs:subClassOf>..
```

3.1.3 참조 데이터의 OWL 표현

파트 4는 석유 및 가스 제품 설비를 위한 표준적인 참조 데이터의 집합으로 EPISTLE 참조 데이터 라이브러리(ERDL)로도 알려져 있다. 데이터 모델과 함께 사용되어 표준의 데이터 모델 용어를 정의하며, 최초 7,000여개의 클래스와 정의를 포함하였으나, 현재 USPI-NL과 POSC-Caesar사이의 라이브러리를 통합중에 있으며, 약 10,000여개의 코어 라이브러리를 생성중에 있다. 아직 표준화가 진행중에 있으며, 모델링하고자 하는 객체에 대하여 정의가 되어 있으면 RDL을 사용하고, 만일 정의가 되어 있지 않으면 템플릿과 데이터 모델을 이용하여 직접 정의하여 사용할 수 있다. 본 논문에서는 아직 참조할 만한 RDL이 없으므로, 템플릿을 이용하여 직접 정의하여 사용한다. 속성 정보로서 "allowable starting voltage percentage"와 "breakdown torque", "cold locked rotor time"등의 속성과 전기모터에 대한 정의를 용어 사전에 정의하듯이 OWL로 정의한다. Table 3은 참조 데이터의 OWL 표현이다.

3.1.4 객체 정보 모델의 OWL 표현

템플릿의 특화된 형태로서 객체의 속성 정보 등을 정의할 수 있다. 파트4의 참조 데이터에서 정의된 전기 모터와 여러 속성 및 개념들을 서로 연결하여 하나의 의미있는 정보를 생성한다. 이러한 정보의 연결은 관계를 통하여 형성된다. 객체에 속성 정보를 연결하는 템플릿은 파트7의 ST-3401 템플릿을 이용하여 정의한다. Table 4는 전기 모터와 속성 정보들을 결합하여 구성된 객체 정보 모델의 OWL 표현이다

4. 결론

공정 산업에서의 제품 정보 교환을 위한 국제 표준화 활동이 아직까지 진행중에 있으며, 구체적인 적용사례나 정보 등이 적어서 이에 대한 활용에 큰 걸림돌이 되고 있다. 본 논문에서는 플랜트 기자재 데이터를 국제 표준에 따르는 적용 예를 보였다. 참조 데이터를 참조하고 작성하는 방법과, 객체 정보 모델을 이용하여 객체간의 관계 및 속성을 정의하는 방법을 적용하였다. ISO 15926을 적용하

여 공통 용어 기반의 참조 시스템을 이용하였으며, 최근 시멘틱웹과 더불어 웹 온톨로지 언어의 표준적인 OWL을 이용하여 모델링 하였다. OWL을 통하여 개념에 대한 체계적인 정의와 기자재의 속성 정보까지 온톨로지 기반으로 구축하여 향후 다양한 에이전트 소프트웨어를 통한 응용 가능성을 확보하게 되었으며, 국제 표준 기반의 공통적인 방법론을 적용하여 여러 이해 당사자들 사이의 정보 교환이 더욱 용이하도록 설계되었다.

<표 3> 참조데이터의 OWL 표현

```
<!--AllowableStartingVoltagePercentage-->
<part2:ClassOfIndirectProperty rdf:ID="AllowableStartingVoltagePercentage">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part2#IndirectProperty"/>
</part2:ClassOfIndirectProperty>
<part7:ST-0503 rdf:ID="ST-480290">
<part7:identified rdf:resource="#AllowableStartingVoltagePercentage"/>
<part7:identifierType rdf:resource="#ShortName"/>
<part7:identifier rdf:resource="#XSST_137980"/></part7:ST-0503>
...
<XmlSchemaString rdf:ID="XSST_137980">
<part2:content rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
allowable starting voltage percentage
</part2:content>
</XmlSchemaString>
<!--BreakdownTorque-->
<part2:ClassOfIndirectProperty rdf:ID="BreakdownTorque">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part2#IndirectProperty"/>
</part2:ClassOfIndirectProperty>
<part7:ST-0503 rdf:ID="ST-480292">
<part7:identified rdf:resource="#BreakdownTorque"/>
<part7:identifierType rdf:resource="#ShortName"/>
<part7:identifier rdf:resource="#XSST_137982"/>
</part7:ST-0503>
...
<!--ColdLockedRotorTime-->
<part2:ClassOfIndirectProperty rdf:ID="ColdLockedRotorTime">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part2#IndirectProperty"/>
</part2:ClassOfIndirectProperty>
...
<!--Percentage-->
<part2:ClassOfFunctionalMapping rdf:ID="Percentage"/>
...
<part7:ST-0803 rdf:ID="ST-373721">
<part7:defined rdf:resource="#Percentage"/>
<part7:definitionType rdf:resource="#TextualDefinition"/>
<part7:definition rdf:resource="#XSST_233421"/></part7:ST-0803>
<XmlSchemaString rdf:ID="XSST_233421">
<part2:content rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">a percentage is ...
</part2:content>
</XmlSchemaString>
<!--ElectricMotor-->
<part2:ClassOfInanimatePhysicalObject rdf:ID="ElectricMotor">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#InanimatePhysicalObject"/>
</part2:ClassOfInanimatePhysicalObject>
<part7:ST-0503 rdf:ID="ST-480296">
<part7:identified rdf:resource="#ElectricMotor"/>
<part7:identifierType rdf:resource="#ShortName"/>
...
```

<표 4> OIM을 이용한 전기모터의 속성 정의

```

<!--ELECTRIC_MOTOR - allowable starting voltage
percentage-->
<part7:ClassOfShorthandTemplate rdf:ID=
"ST-ELECTRIC_MOTOR-3401-025">
<rdfs:subClassOf rdf:resource=
"http://www.15926.org/2006/02/part7#ST-3401"/>
<rdfs:subClassOf><owl:Restriction>
<owl:onProperty
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part7#possessor"/>
<owl:allValuesFrom rdf:resource="part4#ElectricMotor"/>
</owl:Restriction></rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf><owl:Restriction>
<owl:onProperty
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part7#propertyType"/>
<owl:allValuesFrom
rdf:resource="part4#AllowableStartingVoltagePercentage"/>
</owl:Restriction></rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf><owl:Restriction>
<owl:onProperty
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part7#basePropertyType"/>
<owl:allValuesFrom rdf:resource="part4#Percentage"/>
</owl:Restriction></rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf><owl:Restriction>
<owl:onProperty
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part7#unitOfMeasure"/>
<owl:allValuesFrom
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part4#Percent"/>
</owl:Restriction></rdfs:subClassOf>
</part7:ClassOfShorthandTemplate>
<!--ELECTRIC_MOTOR - breakdown torque-->
<part7:ClassOfShorthandTemplate
rdf:ID="ST-ELECTRIC_MOTOR-3401-026">
<rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part7#ST-3401"/>
<rdfs:subClassOf><owl:Restriction>
<owl:onProperty
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part7#possessor"/>
<owl:allValuesFrom rdf:resource="part4#ElectricMotor"/>
</owl:Restriction></rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf><owl:Restriction>
<owl:onProperty
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part7#propertyType"/>
<owl:allValuesFrom rdf:resource="part4#BreakdownTorque"/>
</owl:Restriction></rdfs:subClassOf>
<rdfs:subClassOf><owl:Restriction>
...
<!--ELECTRIC_MOTOR - cold locked rotor time-->
<part7:ClassOfShorthandTemplate
rdf:ID="ST-ELECTRIC_MOTOR-3401-027">
<rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part7#ST-3401"/>
<rdfs:subClassOf>
<owl:Restriction>
<owl:onProperty
rdf:resource="http://www.15926.org/2006/02/part7#possessor"/>..

```

참고문헌

- [1] ISO 15925-1(2003), Overview and Fundamental Principles. Industrial Automation Systems and Integration - Oil and Gas, Part1
- [2] ISO 15926, available at <http://15926.org/>
- [3] ISO 15926-7, available at <http://www.infowebml.ws/>
- [4] ISO 10303-1(1994), Overview and Fundamental Principles. Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange, Part1
- [5] ISO 10303-227(2003), Application Protocol: Plant Spatial Configuration. Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange, Part227
- [6] ISO/DIS 10303-227(2003), Application Protocol: Functional Data and their Schematic Representation for Process Plant.. Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange, Part221
- [7] D. Leal. ISO 15926 "Life Cycle Data for Process Plant": An Overview, Oil & Gas Science and Technology-Rev. IFP, 2005,Vol. 60 No. 4, 629-637
- [8] T. Christiansen; M. Jensen, D. Leal. D. Price, M. Valen-Sendstad, "Representing the ISO 15926-2 Core Data Model in OWL", Hovik, Norway, 2005. 6, 1-32
- [9] T. Christiansen; M. Jensen; M. Valen-Sendstad, "Defining ISO 1592604 Reference Data Library classes in OWL", Hovik, Norway, 2005. 7, 1-43
- [10] OWL Web Ontology Language, Overview, W3c Recommendation, 2004. 2, available at <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210>
- [11] SPARQL, available at <http://www.w3.org/TR/2006/CR-rdf-sparql-query-20060406>