

플랜트기자재 전자상거래를 위한 STEP기반의 기자재제품정보 XML 스키마 연구

박찬국[†], 한순홍^{**}, 최광현^{*}, 안호준^{*}

^{*}고등기술연구원 엔지니어링정보기술센터, ^{**}한국과학기술원 기계공학과

A study for the XML schema of Plant Equipments based on Plant STEP for the Electronic Commerce

Chankook Park[†], Soonhung Han^{**}, Kwanghyun Choi^{*}, Ho-Jun Ahn^{*}

^{*}Institute for Advance Engineering, Yongin 449-820, Korea

^{**}Department of Mechanical Engineering, KAIST, Daejeon 500-700, Korea

Representation of product data for exchanging and sharing a plant information was established the International Standard by ISO 10303 (STEP) and ISO 15926, but is not used widely in industrial circles by massiveness of standard and complexity of plant itself. Specially, they are embodied to STEP data file(ISO 10303 Parts 21), but STEP file is uncomfortable that a person recognizes, and needs specification creation tool. In this paper, we made the integration schema for control valve through related standards. Also, we suggest the practical use framework for electronic commerce to utilize the XML schema that can represents integrate schema of control valve to use XML that is becoming the latest issue.

Key words: STEP(제품모델표준), Product Model(제품모델), XML, Electronic Commerce(전자상거래), RDL(참조데이터라이브러리)

용어 설명

STEP : Standard for the Exchange of Product model data. 플랜트 제품모델 교환을 위한 국제 표준(ISO10303)

AP : Application Protocol. 특정분야 응용을 위한 적용범위와 적용 요건을 만족시키는 STEP 응용해석 모델의 규정

IDEF1x1 : 관계형 시스템에 적합한 정보/ 데이터 모델링 표기법

EXPRESS-G : STEP 데이터 모델링 언어인 EXPRESS의 그래픽 표기법

UCD : Use Case Diagram. 요구/ 분석을 통한 사용자 시나리오를 나타내는 UML 모델

1. 서론

국내의 프로세스 플랜트 프로젝트의 경우 설계, 건설, 운전 및 폐기에 기기에 대한 데이터시트의 정보 교환이 빈번하게 이루어지고 있다.^(11,12) 기기 데이터시트 교환의 경우 EPC(Engineering, Procurement and Construction) 회사, 플랜트 오너와 기기 공급회사 간에 활발한 교환이 이루어진다. 물론 기기 공급회사 혹은 제작사 간에도 필요에 의해 데이터시트의 정보 교환이 이루어지기도 한다.⁽⁹⁾ 또한 기기 데이터시트는 기기 자체의 설계 단계부터 플랜트의 특정 시스템에 대한 PFD(Process Flow Diagram), P&ID(Piping & Instrument Diagram), 3D 형상 등의 개념 및 상세 설계 단계 등에 실질적으로 그 정보가 활용된다. 그러나 기기 데이터시트의 공유 혹은 교환을

† Corresponding author

Tel.: +82-31-330-7457 ; fax: +82-31-330-7120

E-mail address: parkck@iae.re.kr

위한 활동에는 실제적으로 하드카피를 통해 서로 교환되는 경우가 많으며, PDF와 같은 특정 전자 파일을 사용할 경우에도 기기 데이터시트의 세부 정보를 사람이 직접 하드카피로 출력하여 파악하는 실정이다. 또한 프로젝트가 많은 EPC 회사 및 장비 제작사간의 협업으로 이루어지는 경우, 각각의 회사는 서로 고유의 소프트웨어 어플리케이션 시스템 패키지를 사용하기 때문에 기기 데이터시트 정보가 전산화되어 있다 하더라도 그 협업작업에는 많은 문제가 야기된다. 발생하는 문제로는 높은 부대비용의 발생, 작업 스케줄의 연장, 사람의 수작업으로 인한 피할 수 없는 여러 발생 등을 들 수 있다.^(8, 10)

이러한 문제를 해결하는 방법으로 기기 데이터시트를 XML(eXtensible Markup Language)로 변환 저장하여 사용하는 방법을 들 수 있다.

XML은 텍스트 기반의 데이터 및 해당 데이터의 구조를 동시에 표현할 수 있는 언어로써 구조화된 데이터의 표현은 물론 특정 플랫폼에 관계없이 사용될 수 있으며, 복잡한 시스템 혹은 소프트웨어의 통합 및 데이터 구조를 이용한 지능적 데이터 처리를 가능하게 한다. 플랜트 기기 데이터시트를 XML로 표현함으로써 여러 가지 효과를 얻을 수 있다. 하지만, 해당 데이터시트에 대한 프레임워크를 갖고 있는 XML 스키마가 표준화되지 않으면 이 기술을 적용할 수 없는데, 그 이유는 벤더 중립적인 XML스키마를 생성할 수 있는 기관은 무한하지만, 그 어느 것이 표준이라고 단언할 수 없기 때문이다. 따라서, 본 논문에서는 전자상거래 시스템 중 특히 B2B(Business to Business) 전자상거래의 핵심요소인 XML에 대해 ISO 국제 표준을 따르는 데이터 모델들을 통합하여 표준에 근접한 데이터 모델을 작성하고, 통합 데이터 모델을 이용해 표준 기반의 XML 스키마를 개발하였다.

2. Plant STEP Standards

플랜트 분야는 형상 정보를 포함하는 플랜트 설계 정보와 설계뿐만이 아닌 장주기의 플랜트 전 생애주기 동안에 사용되는 다양한 엔지니어링 정보를 관리하기 위한 규격이 필요하며, 국제 표준화 기구에서는 플랜트 분야에 대한 데이터 모델의 교환과 공유를 위한 제품 정보의 표현을 위

한 목적으로 ISO10303 (STEP : STandard for Exchange of Product model data)을 제정하였다.⁽¹⁾ ISO10303의 규격은 플랜트 분야의 제품 모델 표현을 위해서 AP221, AP227, AP231 등의 응용 프로토콜을 제안하고 있다. 또한, ISO15926이나 ISO13584와 같은 표준에서도 제품 정보의 표현을 다루고 있다.^(2, 3, 4, 7)

Table 1. Applicable ISO Specificationons on Plant Information model

규격	이름	기능	
ISO 10303 (STEP)	AP 221	Functional data and their schematic representation	2-dimensional schematic diagrams (e.g. P&ID's) and equipment data (e.g. equipment datasheets)
	AP 231	Plant Spatial Configuration	3-dimensional representation of process plants
	AP 227	Process Design and Process Specification of Major Equipment	Process stream information (e.g. as used by process simulation)
ISO15926 RDL	Industrial automation systems and integration of life-cycle data for oil and gas production facilities : Reference Data Library	플랜트 기자재 정보 교환 및 공유를 위한 데이터 모델, 방법론 제공	
ISO13584	Part Library	부품 라이브러리, 데이터의 교환과 표현에 관한 표준	

[Table 1]은 플랜트 정보모델을 표현하는 국제 ISO 규격을 나타낸다. ISO10303에서 응용프로토콜은 여러 파트로 구성된 STEP 파트 가운데 201-299번에 해당하며, EXPRESS 언어로 표현된다. 이 중 플랜트 기자재 정보 표현과 관련된 것은 AP221, 227, 231이 있으며, ISO15926 또한 플랜트 기자재 정보 표현을 위한 데이터 모델을 제공한다.

3. 플랜트 기자재 전자상거래 시스템을 위한 UML 모델링

3.1 기자재 정보 교환을 위한 UCD(Use Case Diagram) 설계

일반적인 정보의 흐름 및 대상에 대한 사용자 시나리오는 기기 데이터시트에 대한 XML 스키마를 활용하기 위한 UCD(Use Case Diagram)로 설계가 가능하다. 다음에 오는 [Fig 1]은 본

논문의 연구대상인 제어 밸브에 대한 XML 문서를 이용한 구매활동을 UCD로 나타내고 있으며, 이를 통해 구매활동에 참여하는 대상 및 활동에 대한 일련의 과정들을 예상할 수 있다.

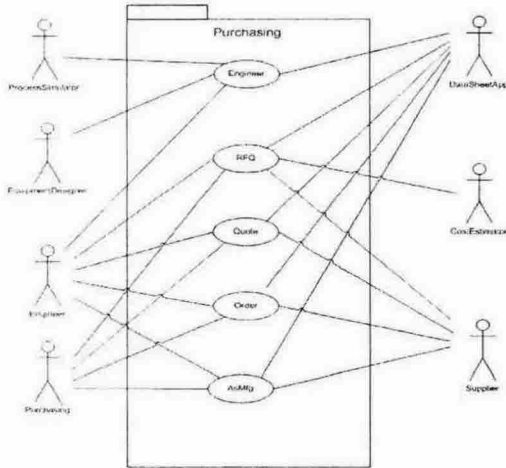


Fig 1. Use-case diagram for purchasing equipment

3.2 기자재 정보 거래를 위한 SD(Sequence Diagram) 설계

XML 스키마 및 인스턴스는 업무 프로세스 및 사용자 시나리오와 함께 B2B 전자상거래에 활용될 수 있다.

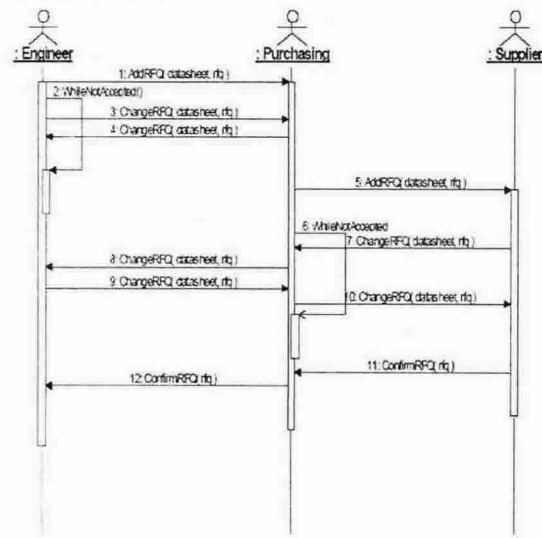


그림 2. Sequence diagram of RFQ

[Fig 2]가 나타내는 RFQ(Request For Quotation)는 엔지니어와 공급자 그리고, 중간 도매상 사이의 활동들을 순차적으로 나열한 시퀀스 다이어그램(Sequence diagram)을 나타낸다. 이러한 RFQ에 작성에는 트랜잭션(Transaction) 문서를 위한 데이터 사전 및 데이터모델의 정의가 필요한데 여기서, 트랜잭션이란 RFQ상에서 발생하는 활동들을 의미하며, [Table 2]는 이러한 트랜잭션을 정의한다. 실질적으로 전자상거래 시스템을 구축하는 과정에서 XML 스키마와 데이터 트랜잭션의 검증은 필수적이다.

Table 2. Transaction definition of RFQ

번호	트랜잭션	정의
1	AddRFQ	데이터시트와 용어를 포함한 견적 요청
2	ChangeRFQ	RFQ, 데이터시트, 제안된 수정안 및 기타 견해를 포함하는 설명과 추가적인 정보에 대한 요청
3	ConfirmRFQ	데이터시트와 적당한 견해에 수정판과 함께 승인된 RFQ에 대한 지시

이렇게 개발된 시퀀스 다이어그램 상의 RFQ, 트랜잭션 및 XML 스키마는 전자 문서화 되어 전자상거래 시스템에 활용된다.

4. 제어 밸브(control valve)의 데이터모델

엔지니어링 과정에서 특정 기기를 선정하고, 해당 기기에 대한 데이터시트를 이용하여 표준 기반의 XML 스키마를 개발하는 첫 번째 과정으로서 [Fig 3]과 같은 제어 밸브에 대한 데이터시트를 이용하였다. 데이터시트 상에 나타난 기기 정보들은 플랜트 제품 정보를 표현하는데 있어서 각각 다른 목적을 갖고 제정된 ISO10303의 AP221, AP227, AP231과 ISO15926 규격을 통해 IDEF1x, EXPRESS-G의 기법을 사용하여 모델링하였으며, 이는 각각의 데이터 모델들을 통합해 플랜트 표준 기반의 표준형 XML 스키마를 개발하기 위한 기초가 된다.

GENERAL	1. Tag Number	NOV-107900A				
	2. Description	VERY REPARABLE TYPE P&ID (50% TO 100% REP)				
	3. P&ID Number	D-CABZEMANON-101111				
	4. Line Number	2-F-BTN-100				
	5. Area Classification	Process Number	Class	Group	Div	
MATERIAL	6. Valve Body and Stem Material	Cast Iron	1	1	1	1
	7. Valve Material	CARBON STEEL A-105 GR B				
	8. Flow Direction	NOISE				
	9. Operation	DC WATER				
	10. Operation Condition	Density Operation				
OPERATION CONDITIONS	11. Maximum Differential Pressure	657				
	12. Flow	Flow	Q1	Q2	Q3	Q4
	13. Inlet Pressure	PSI	80	50	20	
	14. Inlet Temperature	PSI	330	330	330	
	15. Pressure Drop	PSI	330	330	330	
	16. Inlet Temperature	PSI	150	150	150	
	17. Specific Gravity	Q1	0.80	0.80	0.80	
	18. Inlet Condensability Factor					
	19. Inlet Velocity	FT	0.61	0.61	0.61	
	20. Valve Stroke	IN	1.4	1.4	1.4	
	21. Inlet Code Pressure	PSI	1300.24	1300.24	1300.24	
	22. Inlet Code Pressure	PSI	0.50	0.50	0.50	
	23. Flow coefficient					
	24. Inlet Max. Valve Access					
	VALVE TYPE	25. Valve Position	Flowable	Flowable	Flowable	
26. Valve Type		Flowable	Flowable	Flowable		
27. Body Type		Flowable	Flowable	Flowable		
28. Body Size		Flowable	Flowable	Flowable		
29. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
30. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
31. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
32. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
33. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
34. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
35. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
36. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
37. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
38. Valve Size		Flowable	Flowable	Flowable		
ACTUATOR		39. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable	
	40. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	41. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	42. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	43. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	44. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	45. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	46. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	47. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	48. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	49. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	50. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	51. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	52. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
	53. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable		
54. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable			
55. Valve Size	Flowable	Flowable	Flowable			

Fig 3. Specification of Control valve (NNB-LV-7900-A)

4.1 ISO10303 AP221에서의 제어 밸브 표현

AP221은 프로세스 플랜트에 대한 스키마적인 표현을 다루고 있다. 이 AP에서는 하나의 밸브를 단지 번호와 심볼로만 표현하고 있으며, 50개 이상의 다른 타입을 갖는 밸브들이 나열되어 있다. 각각의 타입은 고유번호를 갖지만, 속성값을 갖고 있지는 않다. 이는 AP221의 목적이 P&ID 도면을 생성하는 것이므로 데이터시트에 대한 데이터 모델을 작성하기에는 적합하지 않았다.

4.2 ISO10303 AP227에서의 제어 밸브 표현

AP227은 플랜트 공간 구성(Plant spatial configuration)에 대해 기술하고 있다. 따라서, IDEF1x 표기법을 사용하여 데이터 모델을 작성하였으며 제어 밸브에 대한 데이터 모델은 valve 개체에 대한 5개의 속성(actuator_type, operation_mode, type, valve_stem_orientation, en_to_end_length)만을 나타낼 뿐, 각각의 배관 컴포넌트(piping component)들과 밸브 개체만을 표현하였다.

4.3 ISO10303 AP231에서의 제어 밸브 표현

AP231은 프로세스 플랜트의 주요 장비에 대한 데이터 표현을 다루고 있다. 따라서, IDEF1x 표기법을 사용하여 데이터 모델을 작성한 후, 이 모델을 통해 제어 밸브의 기능적인 특성 및 보유한 속성 정보들을 알 수 있었다.

4.4 ISO15926에서의 제어 밸브 표현

ISO15926은 데이터시트에 쓰여진 정보를 포함한 모든 필요 데이터를 포함하여 커다란 데이터 모델을 생성할 수 있고, 이 규격에 대한 밸브의 표현을 위해 POSC/CAESAR에서 정의하고 있는 코어 클래스(core class)와 표준 클래스(standard class)에서의 밸브에 대한 데이터 모델의 표현 방법을 조사하였다.⁽⁹⁾ 밸브와 제어 밸브에 관련된 개체들과 연결된 모든 컴포넌트를 EXPRESS-G 표현 기법을 이용함으로써 모델링하였다.

4.5 플랜트 제품 정보에 대한 XML스키마를 위한 통합 모델(Integrated Model) : 제어밸브

ISO10303의 응용 프로토콜들과 ISO15926에서 표현된 제어 밸브에 대한 각각의 데이터 모델들을 통합하여 최종적으로 ISO표준을 따르는 XML 스키마를 생성하기 위한 통합 모델을 작성하였다.⁽⁶⁾ 제어 밸브에 대한 통합 모델을 작성하는 데에는 EPM Technology에서 제공하는 EDM 소프트웨어를 이용하였으며, 결과적으로 표준 데이터 모델들을 기반으로 구축한 통합 모델은 제어 밸브에 대한 기기 데이터시트상의 모든 정보를 포함하지는 못했지만, 제어 밸브에 대한 XML 스키마를 생성하는 데 있어 충분히 유용하게 사용될 수 있는 정보로 활용 가치가 있다. [Fig 4]는 EXPRESS-G로 작성된 제어 밸브에 대한 데이터의 통합 모델을 보여준다.

이 데이터 모델 상의 개체들은 각각의 규격을 통해 나타난 개체들을 모두 포함하였으며, 개체들의 관계에서 중복적으로 나타나는 개체에 대해서는 pressure, temperature, flow coefficient 등과 같이 재그룹을 통해 모델링하였다.

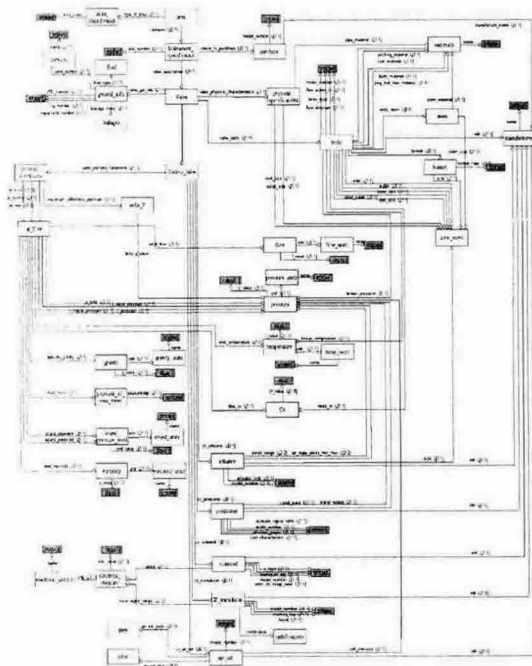


Fig 4. Integrated Model of control valve in EXPRESS-G

5. 기자재 제품정보 XML 스키마 연구

5.1 제어밸브 통합모델 XML 스키마

3.5절에 소개된 제어 밸브의 통합 모델은 본 논문에서 제안하는 기자재 제품정보 XML 스키마를 제시하는데 있어서 기초자료로 활용된다. 서로 다른 규격에서 통합된 데이터 모델은 개별적인 데이터 모델과 비교해 보다 상세한 정보를 담고 있으며, 통합 모델로 표현된 EXPRESS 스키마를 ISO10303-28에서 제안하는 XML로의 변환 규칙을 통해 XML 스키마를 생성하였다. [Fig 5]는 통합 모델을 기반으로 작성한 XML 스키마 중 control_valve 부분의 계층구조를 나타내고 있다. 이것은 XML Spy라는 툴의 뷰(view)를 활용하여 통합 모델에 대한 스키마를 나타낸다. 이 뷰를 통해 제어 밸브의 구조와 속성관계에 있는 다른 개체들의 관계에 대한 체계를 확인할 수 있다.

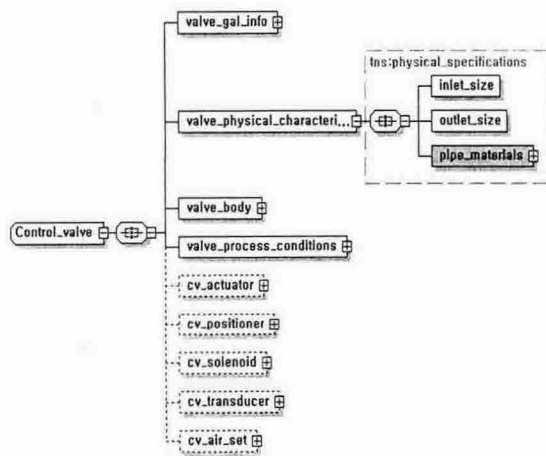


Fig 5. Hierarchy structure of Control_valve

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Equipment xmlns="urn:iso10303-28:ex/Abc"
  xmlns:ex="urn:iso10303-28:ex"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="urn:iso10303-28:ex/Abc
  C:\paper_schema.xsd">
  <Control_valve>
    <valve_gal_info>
      <Tag_number>NNB-LV-7900-A</Tag_number>
      <PID_number>D-CAB-NEM-NNB-10-105</PID_number>
      <valve_service>
        <name>TEST SEPARATOR INTERFACE LIQUID
        TO LP SEP</name>
      </valve_service>
      <line_number>3"-P-B1N-1028</line_number>
      <equipment_number>MBD-7900</equipment_number>
      <leakage_class>ANSI CLASS IV</leakage_class>
    </valve_gal_info>
    <valve_physical_characteristics>
      <inlet_size>3"SCH XS</inlet_size>
      <outlet_size>3"SCH XS</outlet_size>
      <pipe_materials>
        <name>CARBON STEEL A106 GRB</name>
      </pipe_materials>
      <pip_insulation>NONE</pip_insulation>
    </valve_physical_characteristics>
    .....
```

Fig 6. XML Instance of integrated product model

또한, [Fig 6]은 [Fig 5]에서 나타낸 XML 스키마에 대한 인스턴스의 일부로서 제어 밸브에 대해 상세한 정보를 나타내어, 플랜트 관련 기업이나 사용자에게 유용한 데이터로 활용된다.

5.2 STEP기반의 통합모델 XML 스키마

제어 밸브에 대한 공통된 XML 스키마를 활용함으로써 각 회사들은 시스템이 자동적으로 인식할 수 있는 전자파일의 형태로 제어 밸브에 대한 설계도뿐만이 아닌 상세 사양을 처리할 수 있

게 된다. 본 논문에서는 플랜트 분야의 생애주기 전반에 참여하고 있는 각 기관 및 회사들이 공통 XML 스키마를 활용하기 위한 프레임워크로 웹 상의 공통 XML 스키마 리파지토리(Repository)라는 개념의 개발을 제안한다. 이러한 시스템은 B2B 전자상거래를 위한 기반으로 웹 상에 제어 밸브를 비롯한 부품 혹은 장비 단위의 XML 스키마를 공통 리파지토리에 구축하고, 이를 이용하려는 기관들은 공통 XML 스키마 리파지토리에서 필요한 부품 혹은 장비와 같은 아이템에 대한 XML 스키마를 검색하여, 각 회사의 시스템으로 다운로드 받아 해당 아이템이 필요로 하는 정보를 채워 넣어 XML 인스턴스를 생성한다. 다른 회사와 해당 아이템에 대한 정보 교환 시 생성한 XML 인스턴스를 전송하게 되면, 수신한 회사의 시스템에서는 XML 인스턴스 내부의 아이템 정보를 보고 어떠한 아이템에 대한 정보인지를 확인한 후, 공통 XML 스키마 리파지토리를 통해 해당하는 XML 스키마를 다운로드 받아 수신한 XML 인스턴스에서 필요한 정보를 추출한다. 물론 이러한 모든 프로세스는 소프트웨어에 의해 자동적으로 처리한다. [Fig 7]은 본 논문에서 제안하는 데이터 교환을 위한 XML 스키마 생성 과정을 나타내고 있다.

플랜트의 생애주기인 설계, 제조, 건설, 운영 및 유지 보수, 폐기 단계에 참여하는 기업들이 공통적으로 필요한 데이터의 정보를 필요로 할 때, 공통 리파지토리에 저장되어진 XML 스키마를 직접적으로 업로드하거나 다운로드 받을 수 있고, 각 기관들 사이에서 XML 스키마에 대한 인스턴스들을 직접적으로 교환함으로써 데이터의 교환 및 공유를 지원한다. 또한, 웹 상의 공통 리파지토리 내의 XML 스키마를 저장함으로써 플랜트와 관련된 모든 아이템에 대한 XML 스키마를 각각의 기관이 가지고 있을 필요가 없으며, 웹 상의 하나의 리파지토리를 관리함으로써 XML 스키마의 호환성 및 일치성이 유지되며, 버전 관리 또한 용이한 장점이 있다.

6. 결론

국내에서 전자상거래를 위한 XML에 대한 연구는 활성화되어 있으나 플랜트 분야의 경우, 플랜트 제품모델 교환을 위한 표준 스키마 개발

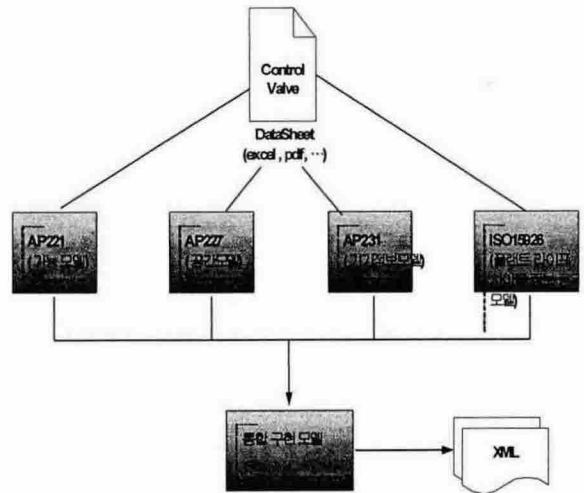


Fig 7. The development procedure Standardized XML schema through control valve integrated model

에 대한 연구는 미미한 실정이다. 해외의 경우, ISO10303 및 ISO15926 등의 표준 연구 및 표준화 활동을 통해 제품모델 교환에 XML, 온톨로지, RDF 등을 적용하기 위한 노력을 하고 있다. 이에 본 논문에서는 플랜트 기자재 기기 데이터 시트를 이용한 표준 스키마 개발에 대한 연구와 이를 통해 XML 스키마 및 인스턴스를 활용할 수 있는 프레임워크를 제안하고, B2B 전자상거래 시스템 개발에 필요한 사용자 시나리오 및 시퀀스 다이어그램, 트랜잭션 정의 등을 제시하였다.

향후 연구 과제로서는 이러한 연구 결과에 대해 XML 스키마를 활용할 수 있는 시스템을 개발하고, 실증하는 과정이 중요하다. 또한, 이를 플랜트 분야 전자상거래 시스템에 적용하기 위한 노력과 국내외의 표준 개발 현황에 주목해야 한다.

후 기

본 연구는 건설교통부의 2005년 건설기반구축사업의 지원으로 수행되었으며, 해외건설협회 및 산학연의 협업으로 진행되었다.

참고문헌

1. John Owen, "STEP-An introduction", 2nd edition. Information Geometers Ltd., 1997

2. ISO 10303-221 : Application protocol : Functional data and their schematic representation for process plant.
3. ISO 10303-227 : Application protocol : Plant spatial configuration
4. ISO 10303-231 : Application protocol : Process engineering data : Process design and process specifications of major equipment
5. ISO10303-11 : the EXPRESS Language in Defining Data Models for Software Design and Implementation, Robert W. Schuler 2001.4.
6. ISO 10303-28 : Product data representation and exchange : Implementation methods : XML Schema governed representation of EXPRESS schema governed data, 2nd Edition
7. KS B ISO 15926-1,2 Industrial automation systems and integration - Integration of life cycle data for process plants including oil and gas production facilities - Part 1, 2
8. C. C. Park, "A study on equipment datasheet exchange of the nuclear power plant by using XML", 2004 Ann. Conf. by Soc. of CAD/CAM engineers
9. C. C. Park, "Recent research activities and technology promotion on Plant STEP," CAD/CAM Review, vol.11 no.02, 2005.8
10. ECIF : Guidelines for XML framework application on the exchange of product model data for process plants including oil and gas production facilities, 2005
11. S. H. Han, "Standard way of sharing product data for nuclear power plants in Korea", PELC (Plant Engineering Life Cycle Conference) 2005, Hague, Netherlands, 2005. 04
12. I. H. Kim, "Finding a Common Ground for the Emerging Industry Model Standard(IFC) & ISO Model Standard(STEP) for the Global Construction Industry", The World IT Conference for Design & Construction, INCITE 2004, February 2004
13. D. Xue, H. Yang, "A concurrent engineering-oriented design database representation model", Computer-Aided Design, 2004, pp. 947-965
14. Yuliang Li, Xinyu Shao, Peigen Li, Qiong Liu, "Design and implementation of a process-oriented intelligent collaborative product design system", Computer in Industry, 2004, pp. 205-229