

XML과 응용의 고찰

이 호 석*

1. XML 개요

1.1 XML 개요와 표준

XML(eXtensible Markup Language)은 웹의 전자문서와 콘텐츠 제작을 위한 표준이다. XML은 1996년 7월에 W3C 그룹에 의하여 표준제작 활동이 시작되었다[1]. 1998년 2월에 XML ver1.0이 제안되었으며 2000년 10월에 XML ver1.0(2판)이 제안되었다. XML 응용 분야는 계속 확장되고 있으며 거의 모든 웹 응용 분야와 콘텐츠 제작 분야는 XML의 영향을 받을 것으로 예상된다. XML 관련 기술 표준에는 Namespace, DTD(Document Type Definition)와 XML 스키마, XSL(eXtensible Style Language), XSLT(XSL Transformation), XSL-FO (XSL Formatting Object), CSS(Cascading Style Sheets), XLL(XML Linking Language), XPath(XML Path Language), DOM(Document Object Model), SAX(Simple API for XML), DCD(Document Content Description) 등이 있으며 새로운 영역이 계속 추가되어 발전하고 있다 [1-5]. Namespace는 상이한 XML 문서간에 사용하는 태그를 구별할 수 있게 해 주는 기능을 한다. 여러 XML 문서를 통합하여 하나의 XML 문서를 생성하는 경우에 흔히 “이름 충돌” 이 발생할 수

있는데, 이를 해결하기 위한 것이 namespace의 역할이다. Namespace는 Java 언어의 package와 유사한 면이 있다. DTD와 XML 스키마는 XML 문서의 구조를 정의하는 표준이다. 그러나 DTD는 XML 문법과는 다르고 문서 구조를 제한적으로만 정의할 수 있는 단점이 있다. XML 스키마는 이러한 DTD의 단점을 해결하기 위하여 제안된 것이다. XML 스키마는 XML 문법을 그대로 따르고 있다. XSL은 XSLT와 XSL-FO로 구성되며 XML 문서의 변환과 포맷 기능을 지원한다. XSLT는 XML 문서를 다른 XML 문서, HTML 문서, XSL-FO 파일, XHTML등으로 변환하는 언어이다. XSLT는 템플릿으로 구성된다. XPath는 XSLT가 XML 문서에 접근하여 참조하는데 사용되는 언어로서 XML 문서의 어느 부분에 변환을 적용할 것인지를 명시한다. XSL-FO는 콘텐츠 구성, 문서 스타일, 문서 레이아웃 규칙을 비롯한 문서 양식과 페이지 양식을 명시하는 언어이다. CSS는 CSS 레벨 1과 CSS 레벨 2로 구성된다. CSS 레벨 1과 CSS 레벨 2는 모두 일반적인 문서 편집기의 문서편집 기능을, 예를 들어 폰트의 설정과 크기 조절, 제공하여 XML 문서의 문서 편집을 지원한다. CSS 레벨 2는 CSS 레벨 1의 확장으로서 1998년에 발표되었다. XLL은 XLink(XML Linking Language)와 XPointer(XML Pointer

* 호서대학교 공과대학 뉴미디어공학과 교수

Language)로 구성된다. XLink는 XML 문서 사이의 연결을 나타낸다. 즉, XML 문서가 다른 XML 문서와 어떻게 연결이 되는지를 정의한다. XPointer는 XML 문서를 구성하는 개별적인 부분들을 가리킬 수 있다. XLink는 URI(Uniform Resource Identifier)를 가리키며 구체적인 URL(Uniform Resource Locator)를 지칭한다. URL은 XPointer를 포함할 수가 있으며, XPointer를 이용하여 좀더 구체적인 자원이나 문서를 가리킬 수가 있다. 즉, XPointer는 XML 문서의 개별적인 부분을 가리킬 수 있다. 예를 들어 개별 엘리먼트, 개별 에트리뷰트등을 가리킬 수 있다. DOM은 XML 문서를 위한 트리 기반 API(Application Program Interface)로서, XML 문서를 처리하고 관리할 수 있는 방법을 제공한다. DOM에는 레벨 1, 레벨 2, 레벨 3이 정의되어 있다. DOM 레벨 1은 1998년 10월에 권고되었으며, XML을 처리하기 위해서 사용할 수 있는 속성과 메소드를 정의한다. DOM 레벨 2는 2000년 11월에 발표되었으며, stylesheet 객체 모델이 포함되어 있고, 이벤트 모델과 XML namespace 지원을 강화하였다. DOM 레벨 3은 2002년 10월에 발표되었으며, 문서 읽기, 문서 저장, 문서 유효성 지원, 문서 보기, 그리고 문서 포맷 지정과 같은 기능을 지원하였다. DOM의 트리 기반 API는 강력하기 때문에 다양한 분야의 응용 프로그램에 사용될 수 있다. 하지만 XML 문서 전체를 저장하기 때문에 시스템 자원을 많이 사용하는 단점이 있다. SAX(Simple API for XML)는 이벤트 기반 API이다. SAX는 DOM 만큼 강력하지는 않지만 시스템 자원을 적게 사용하는 장점이 있다. DCD(Document Content Description)는 문서에서 사용하는 엘리먼트의 내용을 한정하기 위하여 사용한다. 이 밖에도 보안을 위한 추가 표준으로 XML 서명과 XML 암호화가

있다. 웹 서비스 표준으로는 SOAP(Simple Object Access Protocol), UDDI(Universal Description, Discovery, and Integration), 그리고 WSDL(Web Services Description Language)등이 있다. XML 서명은 디지털 서명으로서 XML 문서의 전송 시에 정확한 사람이 받도록 하기 위함이다. XML 암호화는 문서 보호를 위하여 XML 문서를 암호화하는 방법의 표준이다. 사용하는 암호 알고리즘에는 대칭키 알고리즘과(DES, AES, SEED) 공개키 알고리즘이(RSA, DSA) 있다. SOAP는 HTTP를 이용하여 원격 프로시저 호출(Remote Procedure Call) 프로토콜을 지원하며 XML을 분산 환경에서 사용할 수 있도록 한다. UDDI는 일종의 저장장소로서 제공되는 웹 서비스가 무엇인지를 표시하고 등록하고 검색할 수 있는 곳이다. WSDL은 웹 서비스를 등록하는데 사용할 수 있는 표준이다[6,7].

XML 문서에는 정형(well-formed) 문서와 유효(valid) 문서가 있다. 정형 문서란 XML 문법 규칙에 맞게 작성된 오류가 없는 문서를 말한다. 유효 문서는 검증한 문서라고 불린다. 정형 XML 문서 중에서 DTD를 따르는 문서를 유효 문서라고 한다. 즉, 유효 문서가 되려면 우선 정형 문서가 되어야 하고, 정형 문서 중에서 DTD 정의에 따라 만들어진 문서는 유효 문서가 되는 것이다. XML 문서는 자유롭게 만들 수 있는 장점이 있지만 표준화가 어려운 문제점이 있다. 표준화 작업을 위하여 각 기관이나 회사에서 특정한 DTD를 만들고 여기에 맞춰 XML 문서를 작성하도록 하고 있다.

XML 문서를 작성할 때에 유용한 소프트웨어로서 XML 편집기, XML 파서, XML 웹 브라우저, XML 데이터베이스 등이 있다. XML 데이터베이스는 대용량의 XML 문서의 저장, 관리, 그리고 검색 기능을 제공한다[7,8]. XML 편집기는

XML 문서를 작성하는 문서 편집 도구이다. XML 편집기는 형태에 따라 텍스트 형태의 편집기, 트리 형태의 편집기, 그리고 위지위그(WYSIWYG) 형태의 편집기로 구분된다. 편집기중에는 DTD, CSS, XSL 기능을 지원하는 편집기도 있다. 가장 많이 사용하는 편집기에는 XMLSpy, jEDIT, Tagfree, XKhan, GeneXis 등이 있다. XML 파서는 XML 문서가 XML 규칙에 맞게 작성되었는지 검증하고 XML 문서를 트리 형태로 구성하는 프로그램이다. XML 문서를 컴퓨터가 처리할 수 있는 형태로 변형하고 해석하는 것도 XML 파서의 역할이다. XML 파서는 XML 문서의 태그와 태그에 포함되어 있는 데이터들을 트리 형태로 재구성하여 결과 트리 구조를 만들어 낸다. XML 파서는 XML 응용을 구성하는 하나의 부분으로 파악하는 것이 좋으며 최근의 XML 파서는 DOM과 SAX를 지원한다. 파서의 종류에는 Apache Xerces, MSXML 파서, 오라클 XML 파서, Crimson 파서, XJParser가 있다. 비동기식 JavaScript와 XML을 통합한 Ajax도 연구되고 있다[9,10].

2. XML 응용

2.1 XML 응용

현재 XML은 많은 프로그래밍 언어와 결합하여 새로운 응용을 만들고 있다. 다음은 대표적인 응용들이다[2,11,12,15].

- MathML(Mathematical Markup Language) : 수학 기호나 수식 표현을 위한 XML 응용이다. 수식 $X^2 + 4X + 4 = 0$ 을 MathML로 표현하면 다음과 같다.

```
<?xml version="1.0"?>
<math xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-MathML/">
  <mrow>
    <msup>
      <mi>X</mi>
      <mn>2</mn>
    </msup>
    <mo>+</mo>
    <mrow>
      <mn>4</mn>
      <mo>&invisibletimes;</mo>
      <mi>X</mi>
    </mrow>
    <mo>+</mo>
    <mn>4</mn>
  </mrow>
  <mo>=</mo>
  <mn>0</mn>
</math>
```

mrow 엘리먼트는 수식의 하위 term들을 묶어 놓기 위한 것이고, msup는 윗첨자를 나타낸다. 참고로 munder는 아래 첨자를 나타낸다.

- OpenMath : 수학 콘텐츠를 표현하기 위하여 개발하고 있는 표준이다. OpenMath 표준에는 OpenMath 바이너리코드, XML 인코딩 명세, OpenMath의 라이브러리, 수학 의미 라이브러리들이 있다.
- CML(Cheical Markup Language) : 화학 분자나 화학 반응식 표현을 위한 XML 응용이다. 다음은 물(water)를 분자를 나타내기 위한 CML 문서의 예이다.

```
<?xml version="1.0"?>
<CML>
  <MOL Title="Water">
    <ATOMS>
      <ARRAY BUILTIN ="ELSYM">H O H</ARRAY>
    </ATOMS>
    <BONDS>
      <ARRAY BUILTIN ="ATID1">1 2</ARRAY>
      <ARRAY BUILTIN ="ATID2">2 3</ARRAY>
      <ARRAY BUILTIN ="ORDER">1 1</ARRAY>
    </BONDS>
  </MOL>
</CML>
```

- SVG(Scalable Vector Graphics) : 웹 상에 벡터 그래픽 구현을 위한 XML 응용으로서 각종 애니메이션도 가능하다[13]. XEG(XML Editor for Graphics)를 이용하여 SVG 문서를 편집할

수 있다. SVG를 이용하여 벡터 방식으로 도형을 나타내는 예는 다음과 같다.

```
<?xml version="1.0" standalone="no"?>
<!DOCTYPE svg "-//W3C//DTD SVG 20000802//EN"
"http://www.w3.org/TR/2000/CR-SVG-20000802/DTD/svg-20000802.dtd">
<svg width="50" height="50">
<circle cx="25" cy="25" r="20" style="fill:red"/>
</svg>

<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG August 2000//EN"
"http://www.w3.org/Graphics/SVG/SVG-20001020.dtd">
<svg width="4in" height="3in">
<desc>Two filled rectangles, one with red and the other with blue</desc>
<g style="fillcolor:red">
<rect x="100" y="100" width="100" height="100" />
<rect x="300" y="100" width="100" height="100" />
</g>
<g style="fillcolor:blue">
<rect x="100" y="300" width="100" height="100" />
<rect x="300" y="300" width="100" height="100" />
</g>
</svg>
```

첫 번째 SVG 문서는 하나의 붉은색 원을 그리고 두 번째 문서는 붉은색과 푸른색 두 개의 직사각형을 그린다.

· X3D(Extensible 3D) : X3D는 VRML을 XML로 확장하기 위하여 W3C가 Web3D와 협력하여 개발한 것이다. 즉, X3D는 차세대 VRML이라고 할 수 있다.

· RDF(Resource Description Framework) : XML은 문서에 구조를 더한 것이고 RDF는 문서에 의미를 더한 것이다. RDF는 메타 데이터로서 데이터 자체에 대한 정보를 나타낸다. RDF는 구조화된 메타 데이터에 대한 인코딩, 교환, 재사용 등을 가능하게 한다[17].

"John A. Doe is the creator of the web site at the URL "http://metalab.unc.edu/xml/"을 RDF로 변환하면 다음과 같다.

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
<rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/">
<Creator>John A. Doe</Creator>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

· OWL(Web Ontology Language) : OWL은 어휘와 어휘간의 관계를 나타낸다. 이것을 ontology라고 한다. 또는 ontology는 클래스와 클래스간의 관계를 나타낸다고 할 수도 있다. OWL은 더 부가적인 어휘와 의미를 지원함으로써 XML, RDF, RDF-S 보다 더 풍부한 해석성(interpretability)을 제공한다. OWL은 표현력이 증대되는 순서로 OWL Lite, OWL DL, OWL Full 3종류의 언어를 지원한다. 다음은 OWL ontology의 추상 BNF 구문이다[18].

```
ontology ::= 'Ontology'( [ ontologyID ] { directive } )'
directive ::= 'Annotation(' ontologyPropertyID
ontologyID ')'
| 'Annotation(' annotationPropertyID
URIreference ')'
| 'Annotation(' annotationPropertyID
dataLiteral ')'
| 'Annotation(' annotationPropertyID
individual ')'
| axiom
| fact
```

OWL은 open world 가정을 추구한다. 이것은 OWL 기술(description)이 하나의 파일에 한정되지 않는다는 것을 의미한다. 예를 들어, 클래스 C_1 이 온톨로지 O_1 을 정의하였다고 해도, 클래스 C_1 의 온톨로지 O_1 에 대한 기술은 다른 온톨로지에서도 확장될 수 있다. 이것은 온톨로지 O_1 에 대한 정보량이 단조증가(monotonic) 한다는 것을 의미한다. 즉, 새로운 정보가 기존의 정보를 철회하게 할 수는 없다.

물론, 새로운 정보는 기존의 정보와 모순될 수는 있다. 그러나 새로운 정보는 오직 추가될 수만 있고 삭제될 수는 없다. 온톨로지 설계자는 이러한 온톨로지 모순의 가능성을 알고 있어야 한다. 온톨로지 도구는 이러한 모순을 발견할 수 있도록 할 것이다.

· WML(Wireless Markup Language) : WML은

WAP에서 사용하는 소형 무선 단말기를 위한 마크업 언어이다. WML을 구성하는 핵심 개념은 deck와 card로서 card는 페이지와 유사한 개념이다. 하나의 WML deck은 여러 개의 card로 구성된다. WML 개발 도구로서는 Nokia의 모바일 브라우저 시뮬레이터 4.0이 있다. WML에는 wml, card, do, template, access, timer, select, a, img, 엘리먼트가 있다. 다음은 WML의 예이다[11].

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAVEFORM//DTD
WML 1.1//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.wml">
<wml>
<card id="card1" title="My Wap Page">
<p> Hello world welcome to my first wap card! </p>
<p> <a href="#card2">Go to the second card</a> </p>
</card>
<card id="card2" title="Second Card">
<p> Hello world welcome to my second wap card! </p>
<p> <a href="#card1">Go back to the first card</a> </p>
</card>
</wml>
```

- WBXML(WAP Binary XML) : 소형 무선 단말기의 인터넷 접속을 위하여 압축된 XML 파일을 지원하는 WAP(Wireless Application Protocol)이다.
- SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language) : 멀티미디어 프레젠테이션을 위한 XML 응용으로 가장 많이 사용되는 멀티미디어 프레젠테이션 도구이다. 현재 SMIL 2.1까지(2005년 12월) 발전해 있다. 다음은 SMIL 예이다.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<!DOCTYPE smil PUBLIC "-//W3C//DTD SMIL 1.0//EN"
"http://www.w3.org/TR/REC-smil/SMIL10.dtd">
<smil>
<body>
<seq id= "Frederick">
<audio src="mozart5.mid">
<video src="orange.mov">
<text src="woodwork.htm">
```

```
<audio src="Sartre.mid">
<video src="2004.mov">
<text src= "aCNN.htm">
</seq>
</body>
</smil>
```

- VXML(VoiceXML) : HP, AT&T, IBM, Lucent, Motorola 등이 참여하고 있으며 오디오, 음성인식, 음성과 DTMF 키 입력, 전화통신 등 음성기반의 사용자 인터페이스를 기술하기 위한 음성 대화 XML 응용이다. 현재 VoiceXML 2.1 (2005년 6월 13일) 까지 발전해 있으며 다른 웹 기반 언어와의 연동을 위한 VoiceXML 3.0을 연구 중에 있다. XML 기반의 음성 대화/인식/합성 마크업 언어는 웹 기반 콘텐츠의 음성 서비스를 가능하게 할 것이며 웹 기반 개발의 장점을 음성 정보 응용 개발에도 가능하게 할 것이다. 국내 기업으로는 한국통신, (주)미디어포드, 코난테크놀로지 등이 참여하고 있다[14,16].
- SSML(Speech Synthesis Markup Language) : 음성 합성을 위한 XML 응용이다[1].
- SRGS(Speech Recognition Grammar Specification) : 음성 인식을 위한 XML 응용이다. 현재 SRGSv1.0이 개발되어있다[1].
- SOAP(Simple Object Access Protocol) : XML 기반으로 분산 환경에서 정보를 교환하는 통신 프로토콜로서 서버와 클라이언트 사이에 RPC가 가능하며 MS사에서 방화벽 문제를 해결하기 위하여 개발하였다[1].
- BML(Bean Markup Language) : JavaBeans는 소프트웨어 컴포넌트로서 Java 응용 프로그램을 개발하는데 사용된다. BML은 JavaBeans를 기술할 수 있는 XML 응용이다.
- WSDL(Web Service Description Language) : WSDL은 서비스 제공자가 보유하고 있는 웹 서비스의 인터페이스를 XML을 사용하여 서비

- 스 이용자에게 제공하기 위한 웹 서비스 표준이다. WSDL은 IBM, MS, Ariba에 의하여 정의되었으며 WSDLv1.2까지 개발되어 있다.
- CDF(Channel Definition Format) : 웹사이트 채널을 명시하는 표준 방법으로서 제안되고 있는 XML의 응용으로 MS사에서 개발하였다. CDF는 사용자를 위한 웹캐스팅(Webcasting)과 푸쉬(push) 기술에서 사용된다.
 - WordML(Word Markup Language) : MS Word 2003 버전은 WordML이라고 하는 XML 어휘들을 생성하고 또한 import하여 사용할 수 있다.
 - OSD(Open Software Description) : OSD는 자동으로 소프트웨어를 갱신하기 위하여 MS와 Marimba사에 의하여 개발되었다. OSD의 태그는 소프트웨어 버전, 구조, 다른 소프트웨어와의 관계를 나타낸다. 이러한 정보는 사용자의 소프트웨어가 갱신의 필요성이 있는지의 여부를 결정할 수 있도록 한다.
 - OFX(Open Financial Exchange) : 금융기관들 간 혹은 고객과 금융기관간의 금융거래에 대하여 정보를 교환할 수 있는 XML 응용. OFX는 MS사의 Money와 Intuit사의 Quicken에서 지원된다.
 - XBRL(eXtensible Business Reporting Language) : 금융거래, 계좌정보, 그리고 그 밖의 금융 트랜잭션에 대한 처리를 나타내는 XML 응용. OFX는 개별 금융거래에 대하여 사용되는데 반하여 XBRL은 기관의 전체 금융거래에 보고를 나타내는데 사용된다.
 - HL7(Health Level Seven) : HL7은 건강관리 정보의 표준화를 위하여 1987년에 구성된 업계 콘소시엄이다. HL7은 1996년부터 XML을 사용하고 있으며, 2000년 9월에 XML을 사용하여 건강관리 문서를 교환할 수 있는 CDA를 개발하였다.
 - MPEG-7 DDL(Description Definition Language) : XML 스키마를 이용하여 MPEG-7 콘텐츠를 표현하기 위한 XML 응용이다[36].
 - GML(Geography Markup Language) : 재사용 가능한 지리 정보 표현을 위하여 개발된 XML 응용이다. GML에서는 지리 정보가 features라는 단위로 표현되고 features는 properties와 geometries로 구성된다. OGC(OpenGIS Consortium)에서 개발하였다.
 - VML(Vector Markup Language) : 마이크로소프트에서 개발한 벡터 그래픽 XML 응용이다.
 - MusicML(Music Markup Language) : 음악 악보 표현을 위한 XML 응용이다.
 - HRML(Human Resources Markup Language) : 구직에 필요한 기본 어휘와 엘리먼트들을 정의하여 제공하는 XML 응용. HireScape 사에서 개발하였다.
 - ebXML(e-business XML) : 기업간의 전자상거래를 위한 XML 응용이다. ebXML에 대하여서는 3.5절에서 자세히 설명한다.
 - cXML(Commerce XML) : cXML은 Ariba의 주도로 40여개의 기업이 전자상거래를 위하여 개발한 XML 응용이다.
 - xCBL(XML Common Business Library) : 기업간 전자상거래를 위한 XML 컴포넌트 라이브러리이다.
 - XBRL(eXtensible Business Reporting Language) : 미국 AICPA에서 개발하고 있으며 기존의 다양한 포맷의 기업 재무 및 회계 보고서를 XML 변환한다. 기업의 보고서를 XML로 통일하여 기술함으로써 기업의 업무 효율을 증진시키고 경비를 줄일 수 있다.

- LegalXML(Legal XML) : 법정의 문서를 효율적으로 기술하고 저장하고 검색하기 위하여 개발된 XML 응용이다. 현재 활발히 개발이 진행되고 있다.
- NewsXML(News XML) : 뉴스 콘텐츠 생성자와 소비자 모두에게 뉴스 콘텐츠의 잠재력을 최대한 발휘할 수 있도록 개발되고 있는 XML 응용이다. 모든 뉴스가 XML 방식을 사용함으로써 뉴스 콘텐츠가 특정한 소비자나 플랫폼에 맞도록 쉽게 변경될 수 있다.
- XUL (eXtensible User Interface Language) : 사용자 인터페이스를 기술하기 위하여 Mozilla 프로젝트에 의하여 개발된 XML 기반의 언어이다.
- Open eBook : 전자책 출판을 위하여 개발된 것이 Open eBook이다. 현재 국내에서도 활발한 개발이 이루어지고 있다.
- Visa XML Invoice Spec. : VISA 신용카드 회사에서 신용카드 사용과 신용카드 구매에 대하여 보다 상세한 정보를 유지하고 관리할 수 있도록 개발한 것이 Visa XML이다.
- CaXML(Caxton XML) : 서양 체스 경기를 XML로 작성하여 저장한 응용이다.

2.2 최근의 연구 동향

최근에는 SCXML(State Chart XML), SPARQL [19], XQuery Update Facility[20], PLS(Pronunciation Lexicon Specification) 등이 연구되고 있다. SCXML은 CCXML과 Harel 상태 테이블 기반의 XML 상태기계 실행 환경을 제공한다. SPARQL은 RDF를 위한 질의어와 프로토콜이다. 현재는 SPARQL 질의어를 SPARQL 처리기에 전송하고 그 결과를 되돌려 받는 프로토콜에 대하여 연구가 진행되고 있다. XQuery는 XML 문서에

대한 질의어이며 SQL의 특징들을 따르고 있다. XQuery는 XPath언어를 이용하여 XML 문서의 엘리먼트와 에트리뷰트에 대한 주소를 얻으며 XQuery 표현(expression)은 XML 문서에 내포될 수 있다. XQuery에서는 하나의 XQuery 질의어를 사용하여 여러 개의 XML 문서들을 검색할 수 있다. 다음은 XML 문서와 문서에 대한 XQuery 질의어 및 결과 값이다[21].

books.xml 파일

```
<inventory>
  <book category="Fiction">
    <title>Web Services Integration</title>
    <author>John Smith</author>
  </book>
  <book category="Non-Fiction">
    <title>System Integration</title>
    <author>John Doe</author>
  </book>
</inventory>
```

XQuery 질의어

```
for $x in document ("books.xml") //book
where $x/author = "John Smith"
return $x/title
```

결과값

```
<title>Web Services Integration</title>
```

PLS는 음성 브라우저의 자동 음성 인식과 음성 합성에서 사용될 음성 사전(Pronunciation Lexicon)을 개발하고 있으며 현재는 구문을 정의하고 있다. 국내의 연구에서는 XML 정보검색 [22,23], 애니메이션 모션 캡처[24] 등에도 XML이 응용되고 있다. XInclude(XML Inclusion)는 XML 문서를 통합하기 위하여 개발되었다. XInclude는 프로그래밍 언어에서 사용하는 inclusion 개념과 유사한 개념으로 XML 문서의 모듈화와 관련이 있으며 여러 XML 문서를 통합하여 하나의 XML 문서를 구성할 목적으로 개발되었다. XInclude는 XML 문서의 정보집합(information set)에 대하여 직접 작용하며 XML

문서의 파싱과는 독립되어 있다(orthogonal). 이와 같은 관점에서 XInclude는 XLink와는 다르며 또한 XML의 외부 엔티티와도 다르다. 또한 XInclude는 DTD나 스키마와도 무관하다. XInclude와 관련된 namespace는 <http://www.w3.org/2001/XInclude> 이다.

또한 최근에는 RELAX NG와 Schematron 등 새로운 XML 스키마 언어가 제안되었다. 그리고 XML을 기반으로 웹 서비스를 통합하고 또한 새로운 웹 서비스를 개발하려는 노력이 활발히 이루어지고 있다.

2.3 XML과 데이터베이스

XML을 위한 데이터베이스에는 데이터베이스에 의한 분류와 저장 방법에 의한 분류 두 가지 관점이 있다. 데이터베이스에 의한 관점에서는 XML을 지원하는 데이터베이스를 완전히 새로 구현하는 방법과 기존의 데이터베이스를 이용하여 구현하는 방법이 있다. 저장 방법에 의한 관점에서는 XML 데이터를 BLOB 같이 하나의 큰 객체로 저장하는 방법과 XML 데이터를 적절한 크기로 나누어서 저장하는 방법이 있다. XML 데이터는 그래프 기반의 비정형 데이터 모델에 매핑되어 질의가 수행될 수 있기 때문에 비정형 질의어를 XML 질의에 이용할 수 있다. 이러한 언어에는 UnQL, Lorel 등이 있다. 이 밖에도 XML에 특화된 질의어로 XML-QL, XQL 등이 있다[25].

XML 문서는 형태와 목적에 따라 데이터 중심 문서(data-centric document)와 문서 중심 문서(document-centric document)로 분류할 수 있다. 데이터 중심 문서의 데이터들은 관계형 데이터베이스에 저장하기에 적합하다. XML 문서와 데이터베이스 사이의 변환은 미들웨어를 통해 자동적으로 이루어지게 된다. 문서 중심의 문서는 XML

전용 데이터베이스(NXD : Native XML Database)를 사용하여 저장하는 것이 유리하다. XML 문서와 데이터베이스 사이의 매핑에는 템플릿기반 매핑과 모델기반 매핑이 있다. 모델기반 매핑은 다시 테이블기반 매핑과 객체-관계 매핑으로 구분될 수 있다[7]. 최근의 XML 데이터베이스 연구에는 참고문헌 [26,27] 등이 있다.

2.4 디지털도서관 구축을 위한 XML 스키마 구현

디지털도서관을 위하여 구축을 위하여 IFLA(International Federation of Librarians Associations and Institutions)에서 FRBR(Functional Requirements for Bibliographic Records)을 제시하였다. 본 XML 응용에서는 FRBR을 기초로 하여 서울대학교 중앙도서관의 고도서, 고문서, 음악자료, 학술회의/세미나 자료에 대한 메타데이터 모델과 이에 대한 XML 표현체계를 제시하였다. 메타데이터 모델은 단층 데이터 모델과 다층 데이터 모델로 구분하여 설계하였다. 단층 데이터 모델에는 고도서와 고문서 자료가 있으며 다층 데이터 모델에는 학술회의/세미나/강연회/전시회 자료가 있다[28].

고도서에 있어서는 KOMARC(KOrea MACHine Readable Cataloging)으로 표기하기 어려운, 고도서 특유의 서명 관련 정보의 표기, 고도서 특성을 반영한 스키마 체계의 구축, 관련된 다른 정보 자원(해제, 관련자료 표시)과의 연계정보 구축 토대 마련, 항목을 수용하여 메타데이터를 설계하였다. 고문서에 있어서도 KOMARC으로 표기하기 어려운, 고문서 특유의 저자 관련 정보의 표기, 고문서 특성을 반영한 스키마 체계의 구축, 관련된 다른 정보 자원(해제, 성책고문 딸림자료)과의 연계정보 구축 토대 마련, 항목을 수용하여 메타데이터를 설계하였다. 이들 응용에서는 더블린 코어

(Dublin core)를 기본 메타데이터 엘리먼트로 적용함으로써 의미적 데이터 상호운영성을 확보하였다. 특히, 더블린 코어 기본 엘리먼트에 대한 의미 세분화에 있어서 더블린 코어 한정어(qualifier)만으로는 해결할 수 없는 기술 요구사항을 충족시키기 위하여 자체의 고문서 더블린 코어 한정어를 선정하였으며, 선정된 한정어에 대한 추가적인 세분화가 필요한 경우에 한정어에 대한 한정어를 선정하였다. 고도서와 고문서에 대한 namespace는 다음과 같다.

- Dublin Core
 - 정의 : 더블린 코어 15개 기본 엘리먼트
 - XML Namespace Prefix : dc
 - XML Namespace URI : <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
- Dublin Core Qualifier
 - 정의 : Dublin Core Metadata Initiative에서 권장하는 더블린 코어 한정어
 - XML Namespace Prefix : dcterms
 - XML Namespace URI : <http://purl.org/dc/terms/>
- SNU Qualifier
 - 정의 : Dublin Core, Dublin Core Qualifier에 속하는 엘리먼트의 의미를 세분화한 서울대학교 자체 규정 한정어
 - XML Namespace Prefix : snuterm
 - XML Namespace URI : <http://www.snu.ac.kr/metadata/terms/>

학술회의/세미나/세션(session)/발표자료(article)와 컴퓨터 파일을 별도의 표기 대상으로 관리하고 이들 대상들 간의 연결 관계를 표기하는 것을 가능하게 함으로써 다양한 학술관련 정보 자원에 대하여 “학술/세미나”를 기준으로 실제 사용자가 하향식으로 자료를 표기할 수 있도록 하였다. 더블린 코어를 기본 메타데이터 엘리먼트로 적용함으로써 의미적 메타데이터 상호 운영성을 확보하였다. 그리고 상세한 표기요구 사항을 수용하기 위하여 새로운 기본 엘리먼트를 설계하여 사용하였다. 관련된 namespace는 위의 Dublin Core와 Dublin Core Qualifier이외에 다음이 추가되었다.

- SNU Core
 - 정의 : 서울대학교가 자체 규정한 코어 엘리먼트
 - XML Namespace Prefix : snu
 - XML Namespace URI : <http://www.snu.ac.kr/metadata/>
- SNU Qualifier
 - 정의 : Dublin Core, Dublin Core Qualifier, SNU Core에 속하는 엘리먼트의 의미를 세분화한 서울대학교 자체 규정 한정어
 - XML Namespace Prefix : snuterm
 - XML Namespace URI : <http://www.snu.ac.kr/metadata/terms/>

더블린 코어 기반의 메타데이터 집합을 구현하는 XML 스키마는 UKOLN에서 제안한 다음의 자료를 참고하여 작성되었다. XML 스키마 구현시 사용한 namespace는 다음과 같다.

- DC 엘리먼트 집합(dc) : <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
- DC 한정어 : <http://purl.org/dc/terms/>
- SNU 엘리먼트 집합 : <http://www.snu.ac.kr/metadata/>
- SNU 한정어 : <http://www.snu.ac.kr/metadata/terms/>
- 인코딩 스키마 : <http://purl.org/dc/xml/>
- 공통 타입 : <http://purl.org/dc/type/>

다음은 고도서에 대한 메타데이터 표현 예이다.

```

metadata
  = xmlns : dc
  = xmlns : dcterms
  = xmlns : dcxml
  = xmlns : snuterm
  = xmlns : snu
  = xmlns : xsi
  = xsi : noNamespaceSchemaLocation
  = do : title
  = do : creator
  = do : subject
  <> do : type
      do : format
  <> do : language
  
```

2.5 국제 표준 ebXML/ebWML 프레임 기술 개발

본 연구는 기업간 전자상거래용 비즈니스 언어에 관한 국제 표준들에 대한 분석을 통해 국내 비즈니스 언어 표준화가 나아가야 할 방향을 제시하고자 수행되었다. 비즈니스 언어 표준화 작업은 기업간 전자상거래의 실행 형태인 전자 메시지의

의미에 대한 합의와 재사용 가능한 표준 라이브러리 구축에 관한 노력이다. 전자상거래를 수행하기 위해서는 사용 어휘, 구문, 스키마 등에 대한 의미론이 공유되어야 한다. 또한 국제 표준의 국내 도입은 전자상거래 표준화 통합 포럼(ECIF)에서 밝히는 바와 같이 전자상거래가 국가 경제에 끼치는 영향의 중대성, 전자상거래 국제 기술 표준의 중요성 및 국제 표준화 활동 참여 활성화 등이 요구되는 현실에서 의미가 있는 작업이다. 본 연구는 여러 비즈니스 언어 표준 중에서 XML 기반의 비즈니스 언어 체계를 대상으로 한다. 특히, XML 기반의 여러 전자상거래 표준 중에서 ebXML (e-business XML)에 초점을 맞추어 비즈니스 언어 구성을 살펴보았다[29,30].

전자상거래 표준 언어로는 EDI(Electronic Data Interchange), ebXML, UBL(Universal Business Language) 등이 있다. 비즈니스 언어 관점에서 보면 ebXML CTSS(Core Components Technical Specification)는 UBL과 비슷하다. 다만, ebXML은 산업 분야별 전문가들이 주축이 되어 위에서 아래로 방식(탑-다운 방식)으로 접근하는데 비하여 UBL은 정보 모델링 전문가들이 주축이 되어 아래에서 위로 방식(바텀-업)으로 접근하고 있다. EDI는 비즈니스 프로세스를 CASE(Computer Aided Software Engineering) 도구를 사용하여 정의하고 전송되는 메시지는 EDIFACT X12와 같은 EDI 문서 표준을 사용하며 거래 상황에 대한 일관성의 유지는 MIG(Message Implementation Guidelines) 구축을 통하여 달성한다. 반면에 ebXML은 공통 레지스트리/레퍼지토리 기반 하에서 CPP(Collaborative Partner Profile)/CPA(Collaborative Profile Agreement)과 BPSS를 통해 정의된 비즈니스 프로세스를 합의하고 SOAP(Simple Object Access

Protocol) 기반의 HTTP, FTP, SMTP 등의 TCP/IP 프로토콜로 메시지를 전송한다. 전송되는 메시지에서 사용하는 어휘는 핵심 컴포넌트 미리 정의하고, 실제 거래 시에는 핵심 컴포넌트를 변형하여 활용하여 어휘 문맥의 일관성을 확인한다. UBL은 ebXML 하부 구조와 레지스트리/레퍼지토리 구조를 그대로 차용하면서, 기존 EDI에서 수행하던 작업을 ebXML이 하부구조의 비즈니스 협약, 비즈니스 프로세스, 패키징/전송을 담당하고, UBL은 페이로드 표준 메시지와 문맥 등의 비즈니스 언어 계층을 담당하고자 하는 것이다.

ebXML 프레임워크를 구성하는 소프트웨어 시스템으로는 트랜잭션 처리를 담당하는 비즈니스 서버, 거래 파트너로부터 전송 받은 XML 문서를 기업 내부 시스템으로 변환하여 주는 XML 매퍼, 비즈니스 프로세스를 정의하는 도구인 비즈니스 프로세스 모델링 도구, 비즈니스 문서를 생성해주는 비즈니스 문서 저작 도구, 웹 서비스 구축을 위한 웹 서비스 도구, 비즈니스 정보 검색을 위한 ebXML 레지스트리 시스템, 모바일 환경을 위한 모바일 사용자 인터페이스 도구들이 있다.

ebXML 표준은 5가지 세부 명세들로 구성되어 있다. 5가지 세부 명세는 비즈니스 프로세스(BP : Business Process) 명세, 메시지의 송수신에 관련된 메시지 서비스(MS : Message Service) 명세, 기업 상호간의 시스템 프로토콜 규약에 관련된 협업 규약 프로파일 및 협업 규약 의정서(CPP/CPA : Collaborative Protocol Profile/Collaborative Protocol Agreement) 명세, 비즈니스 정보 검색에 관련된 레지스트리 명세, 그리고 마지막으로 비즈니스 문서에 관련된 핵심 컴포넌트(CC : Core Component) 명세가 있다. ebXML의 비즈니스 명세는 기업간 거래 업무 절차와 각 기업이 어떤 역할을 수행하고 다른 기업과 어떤

관계를 맺는지 등에 관한 내용으로 XML 스키마를 이용하여 명세화 하고 있다. ebXML에서는 기업간의 거래 업무를 비즈니스 트랜잭션(BT : Business Transaction)으로 정의하고 이는 비즈니스 문서(BD : Business Document)의 교환으로 구성된다. ebXML 협업 규약 프로파일은 비즈니스 트랜잭션을 수행하는데 있어서 필수적으로 정의해야 할 프로토콜 및 기타 정보에 대한 내용으로 XML 스키마로 명세화 한다. 이의 세부 내용으로는 기업의 비즈니스 프로파일, 기업이 지원하는 메시지 교환 방법, 비즈니스 프로세스, 보안 관련 사항, 기업간의 협력 방법들이다. ebXML 메시지 서비스는 SOAP를 기반으로 필요한 엘리먼트들을 확장하여 메시지 형식을 규정하였다. 즉, ebXML 메시지 서비스 명세는 기업간에 비즈니스 문서를 교환할 때, 전송되는 메시지의 패키징, 트랜스포트 등에 대한 표준을 정의한 것이다. ebXML 레지스트리는 비즈니스 프로세스 모델, 협업 프로토콜 프로파일, XML 스키마, 소프트웨어 컴포넌트 등 ebXML 전자상거래에서 사용하는 콘텐츠들을 등록하고 이들에 대한 메타데이터를 관리한다. 레지스트리에서는 등록된 콘텐츠에 대한 메타데이터 정보와 관련된 인터페이스를 제공해 거래를 수행하고자 하는 거래 파트너들이 필요한 정보를 찾을 수 있도록 한다. ebXML 핵심 컴포넌트는 국제간의 비즈니스 수행에 있어서 발생할 수 있는 문맥(컨텍스트) 상의 문제들을 해결할 수 있도록 한다. 이를 위하여 재사용 가능한 빌딩 블록들로서 핵심 컴포넌트를 정의하고 있으며, 핵심 컴포넌트는 특정 의미에 의존적이지 않은 하나의 개념을 표현하도록 한다.

현재 ebXML을 위하여 ebXML 공용 도구 기술, ebXML 비즈니스 서버, ebXML 레지스트리/레퍼지토리, ebXML/Legacy 상호 연동 기술, ebXML

CC 기반 BD 저작 도구, 모바일 사용자를 위한 맞춤 정보 서비스 도구 소프트웨어 등이 개발되어 사용되고 있다.

2.6 한국 전자책 문서 표준 연구

한국 전자책에 대한 국내 연구 기관으로는 한국전자책컨소시엄(EBK)이 있으며 2001년 4월 XML 기반의 한국전자책문서표준인 EBKS 1.0을 제정하였다. EBKS를 통한 콘텐츠의 교환 범위는 저자, 출판사, 서비스 업체를 포함하고 있으며, 콘텐츠의 정확한 교환은 외국 표준과의 호환성, 관련 소프트웨어 공유와 재사용의 용이성 등을 제공할 수 있다. EBKS에서 사용한 더블린 코어의 15 가지 기본 엘리먼트들과 기능은 다음과 같다[31]. 해외의 기관으로는 미국의 OEBF(Open eBook Forum)와 일본의 JEPa가 있다.

- . TITLE : 제목 정보
- . CREATOR : 저자 정보
- . SUBJECT : 주제
- . DESCRIPTION : 자원에 대한 설명
- . PUBLISHER : 출판사 정보
- . CONTRIBUTOR : 출판사 정보
- . TYPE : 저자 이외의 정보인
- . DATE : 자원이 제작된 날짜 정보
- . FORMAT : 자원의 데이터 형식
- . IDENTIFIER : 자원 식별 정보
- . SOURCE : 자원의 출처
- . LANGUAGE : 자원을 기술하는 언어
- . RELATION : 자원간의 관계
- . COVERAGE : 취급된 지역과 시대를 기술
- . RIGHTS : 저작권 정보

2.7 지리정보 시스템 개발

지리정보 시스템을 위한 XML 표준화로는 OGC(OpenGIS Consortium)에 의한 GML (Geography Markup Language)와 일본의 DPC(Database Promotion Center)에 의한 G-XML이 있다. OGC는 개방형 지리정보 시스템 환경을 위해 지리정보 데이터와 응용간의 표준 인터페이스를 제

시하는 것을 목표로 하였으며 2001년 2월 GML 2.0을 발표하였다. GML은 XML 스키마와 XML namespace을 따르고 있으며 GML 2.0은 3가지의 스키마 즉, 기본(base) 스키마, 지오메트리(geometry) 스키마, 그리고 피처(feature) 스키마를 제공하고 있다. 지리정보시스템 활용 사례로는 XMML과 LandXML을 들 수 있다. XMML (eXploration & Mining Markup Language)은 탐사 및 광물 분야에 대한 언어로서 광석, 채광, 지질학에 있어서 3차원 지형을 기술할 수 있는 특징이 있다. LandXML은 Autodesk에 의해 개발된 것으로 토지 개발 분야에서 활용될 수 있는 XML이다[32].

2.8 XML 기반 전자학습 시스템 개발

학습 자료를 XML을 이용하여 저장하고 관리하여 학습자의 학습일정, 성적, 그 밖의 상황에 맞추어 학습 내용을 제공하는 학습 서비스에 관심이 가고 있다. 또한 온라인 문제은행 시스템은 사용자가 학습하고자 하는 분야의 내용과 문제를 학습자의 수준과 난이도에 맞게 온라인으로 제공하여 학습을 도울 수 있다. 이러한 학습 자료는 XML로 작성되어 저장되고 관리되어 유용하게 활용될 수 있다[33]. 현재 전자학습 분야는 많은 관심의 대상이다.

2.9 XML과 데이터 방송

지상파용 데이터 방송의 대표적인 규격으로는 미국의 DASE(DTV Application Software Environment), ATVEF(Advanced TV Enhancement Forum), DVB-MHP(Multimedia Hardware Platform) 등이 있다. DASE는 기존의 HTML을 XML 방식으로 다시 정의하여 사용하고 있으며,

ATVEF는 HTML을 그리고 DVB-MHP는 XHTML을 사용하고 있다. 데이터 방송 서비스는 그 전문성과 다양성이 계속 발전할 것이다 [34,35].

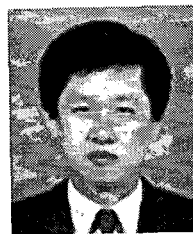
3. 결 론

본 XML과 응용의 고찰에서는 XML에 대한 소개와 함께 XML 응용에 대하여 설명하였다. 현재 XML은 웹의 표준이며 과학과 공학, 멀티미디어, 웹, 전자상거래 등의 발전과 더불어 그 응용 범위가 더욱 확대될 것으로 예상된다. 특히, XML을 기반으로 웹 서비스를 통합하고 또한 새로운 웹 서비스를 개발하는 분야가 빠르게 발전하고 있다. 그 밖에 디지털 영상 공학과 래스터 컴퓨터 그래픽스 분야 등에서도 다양한 XML 응용을 생각할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] W3C, <http://www.w3.org/TR/#Recommendations>.
- [2] Elliotte Rusty Harold, XML Bible, John Wiley & Sons, 2000.
- [3] Charles Goldfarb, Paul Prescod, XML Handbook (5th ed.), Prentice-Hall, 2004.
- [4] 이승준, XML 기본+활용 마스터하기, 삼각형프레스, 2001.
- [5] 홍성용, XML 원리와 응용, 한빛미디어, 2003.
- [6] 주재훈, HTML과 JavaScript가 있는 XML의 이해, 삼영사, 2005.
- [7] 최종명, 유재우, 최재영, 자바 개발자를 위한 XML(개정판), 홍릉과학출판사, 2003.
- [8] 김창수, 정희경, XML 응용 개발 환경, 정보과학회학회지, 제19권, 제1호, 2001.
- [9] Dave Crane, Eric Pascarello, Darren James, Ajax in Action, Manning, 2006.
- [10] 이창신, Ajax 입문, 한빛미디어, 2006.
- [11] 정희경, 김창수, 알기 쉽게 해설한 XML, 이한출판사, 2005.

- [12] 이경하, 이규철, XML 기초 플러스, 성안당, 2004.
- [13] 나방현, 심규찬, 이종연, XML 그래픽 입문, 21세기사, 2001.
- [14] 박섭형, VoiceXML, 한빛미디어, 2001.
- [15] 최영근, 정계동, XML How to Program, 피어슨 에듀케이션 코리아, 2002.
- [16] 정석영, 강선미, 정태의, VoiceXML, 정보처리학회학회지, 제8권, 제3호, 2001.
- [17] W3C, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-mt-20040210/>.
- [18] W3C, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/>.
- [19] W3C, <http://www.w3.org/TR/2006/WD-scxml-20060124>, SCXML (State Chart XML) : State Machine Notation for Control Abstraction, W3C Working Draft 24, Jan., 2006.
- [20] W3C, <http://www.w3.org/TR/2006/WD-rdf-sparql-protocol-20060125>, SPARQL Protocol for RDF, W3C Working Draft 24, Jan., 2006.
- [21] W3C, <http://www.w3.org/TR/2006/WD-xqupdate-20060127>, XQuery Update Facility, W3C Working Draft 24, Jan., 2006.
- [22] 김명숙, 공용해, “온톨로지 기반 문서여과 및 질의확장에 의한 XML 정보검색,” 멀티미디어학회 논문지, 제8권, 제5호, pp.596-605, 2005년 5월.
- [23] 박충희 외2인, “XML 문서갱신을 위한 확장 가능한 노드 넘버링 구조,” 멀티미디어학회 논문지, 제8권, 제5호, pp.596-605, 2005년 5월.
- [24] 청현숙, “온톨로지 기반의 모션 캡처 데이터베이스 설계 및 구현,” 멀티미디어학회 논문지, 제8권, 제5호, pp.596-605, 2005년 5월.
- [25] 박상원 외3인, XML과 데이터베이스, 정보과학회학회지, 제19권, 제1호, 2001.
- [26] 강동권 외5인, “내장형 XML 데이터베이스 시스템을 위한 P-DOM의 설계 및 구현,” 멀티미디어학회 논문지, 제6권, 제2호, pp.183-193, 2003년 4월.
- [27] 심명선 외4인, “내장형 XML 데이터베이스를 기반으로 한 XML 문서 데이터 동기화 시스템,” 멀티미디어학회 논문지, 제8권, 제9호, pp.1153-1162, 2005년 9월.
- [28] 채진석 외8인, 디지털도서관 구축을 위한 XML 스키마 메타데이터 구현에 관한 연구(최종보고서), 서울대학교 도서관, 2002.
- [29] 신상철 외5인, XML 기반의 범용 비즈니스 언어 연구(최종보고서), 한국전산원, 2002.
- [30] 손덕주 외21인, 국제표준 ebXML/ebWML 프레임워크기술 개발에 관한 연구, 한국전자통신연구원, 2003.
- [31] 손원성 외5인, XML에 기반한 한국 전자책 문서 표준, 정보처리학회학회지, 제8권, 제3호, 2001.
- [32] 권준희, 윤용익, 지리정보 시스템을 위한 XML, 정보처리학회학회지, 제8권, 제3호, 2001.
- [33] 양광모, 최 성, XML 기반 문제은행 시스템 구현, 정보처리학회학회지, 제8권, 제3호, 2001.
- [34] 김석원, 데이터 방송을 위한 XHTML, 정보처리학회학회지, 제8권, 제3호, 2001.
- [35] 김재룡, 좌덕진, “대화형 TV 현황 및 향후 발전 방향,” KISTI, pp.1408-1415, 2005년.
- [36] B.S.Manjunath외2인, Introduction to MPEG-7 Multimedia Content Description Interface, John Wiley & Sons, 2002.



이 호 석

- 1983년 2월, 서울대학교 전자계산기공학과 공학사 졸업
- 1985년 2월, 서울대학교 전자계산기공학과 공학석사 졸업
- 1993년 8월, 서울대학교 컴퓨터공학과 공학박사 졸업
- 1994년 3월~현재, 호서대학교 공과대학 뉴미디어공학과 교수
- 관심분야 : 멀티미디어, 웹, 디지털 영상공학, 프로그래밍 언어