

XML을 이용한 기어장치 설계정보의 구조적 표현

정태형*(한양대), 안준영(한양대 대학원)

Structured Representation of Design Information for Gear Drives in XML

Tae Hyong Chong*(Hanyang Univ.), June Young Ahn(Graduate School, Hanyang Univ.)

Abstract

A methodology is proposed to share the design information of a gear drive using XML (eXtensible Markup Language). XML is the standard language of the next generation and can be used as a neutral and unique format shared by various Web applications. Since XML is a platform-independent meta-markup language, it is possible to reduce the additional programming efforts for Web applications by using the standardization of technical terminologies. In this study, the structure of design information about gears, shafts, keys and bearings in a gear drive has been made and the terminologies used in the gear drive design process have been authored. The XML DTD(Data Type Definition) for the gear drive design has been declared and the usage of the XML application has been shown.

Key Words : Design Information(설계정보), Gear Drive(기어장치), Web-Based Design(웹 기반 설계), XML(eXtensible Markup Language), XML DTD(Data Type Definition)

1. 서론

최근 인터넷 기술의 발전에 힘입어 웹 기반에

서의 공학 설계에 대한 관심이 높아지고 있다. 인터넷은 시간, 지리적으로 분산된 설계자를 묶어주는 역할을 하므로 분산 협동설계의 수행을 위한 훌륭한 작업 공간을 제공한다. 따라서 웹 기반 설계에서 각 설계자간의 설계정보의 공유가 중요한 문제로 대두되고 있다. 설계정보의 공유를 위한 노력은 산업 각 분야에서 끊임없이 계속되고 있는 문제이다. 기존의 공학 정보 표현에 대한 연구에는 STEP (STAndards for the Exchange of Product model data), PDM (Product Data Management)등이 있으며, STEP과 PDM은 설계를 마친 시점에서의 제품정보의 표준으로 활용되고 있다. 이에 비해 실제 설계 작업 시 요구되는 설계 정보를 웹 상에서 공유하려는 연구는 아직 미비한 상태인데 이는 설계 과정에서 필요한 데이터가 각 설계 대상에 따라서 상이하여 정보 표현을 위한 용어의 통일이 용이하지 않고 설계 프로세스가 각 설계마다 다르기 때문에 그 적용이 쉽지 않기 때문이다.

본 연구에서는 웹 상에서 기어장치의 설계를 수행하는데 필요한 설계정보를 단일 정보 형식으로 공유하기 위한 방안으로서 XML(eXtensible Markup Language)^{(1),(2),(3)}을 사용한다. XML은 확장형 마크업 언어로 1998년부터 W3C의 제안(Recommendation)으로 지정된 웹 기반 정보 교환의 표준이다. XML은 HTML⁽⁴⁾과는 달리 문서의 저자가 임의의 태그를 생성할 수 있기 때문에 다양한 용어를 사용하는 기계설계 분야에서의 그 활용도가 매우 높다. 또한 XML은 구조화된 정보를 표현하기 때문에 설계자 또는 설계 어플리케이션에서 정보를 쉽게 획득, 변경할 수 있고 정

보구조와 정보의 표현이 분리되어 있으므로 단일 정보를 활용하여 다양한 표현이 가능하다. 이러한 장점을 활용하여 기어장치 설계정보의 표현을 위한 XML 문서를 작성하였고, 기어장치의 XML DTD(Data Type Definition)를 정의하여 설계정보의 공유를 위해 필수적으로 요구되는 정보 구조의 틀을 결정하였다. 마지막으로 작성한 DTD를 만족하는 XML 문서를 기어장치의 분산 협동 설계에 적용하여 작성한 DTD의 적용 방법을 제시하였다.

2. 기어장치 설계를 위한 XML 어플리케이션

2.1. XML(eXtensible Markup Language)

XML이란 W3C에서 제안한 웹 문서 교환의 표준으로서 HTML(Hyper-Text Markup Language)등의 마크업 언어를 생성할 수 있는 메타 마크업 언어(meta-markup language)이다. XML은 웹 문서 교환의 표준일 뿐만 아니라 정보가 구조화되어 있기 때문에 웹 어플리케이션간의 데이터 교환을 위한 표준 언어로 자리잡고 있다. 또한 태그 작성의 유연성과 확장성 때문에 각 전문분야에서 특화된 정보를 구조화하기에 적합한 언어이다.

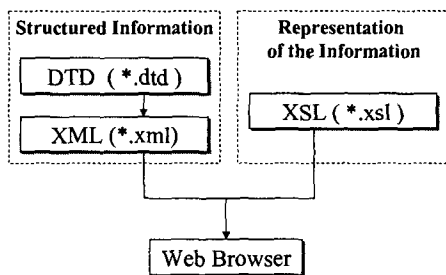


Fig. 1 Structure of an XML application

특정 분야의 정보 표현을 위해 메타 마크업 언어인 XML로 작성한 마크업 언어를 XML 어플리케이션이라고 하며, 그 구조는 그림 Fig. 1과

같다. XML 문서는 엘리먼트(element)와 속성(attribute)을 정의하고 각 엘리먼트, 속성간의 상관관계를 선언하는 DTD(Data Type Definition)를 갖는다. DTD를 만족하는 적합한(validated) XML 문서는 정보와 정보의 구조만을 표현하며 웹 브라우저 상에서의 표현은 XSL⁽⁶⁾(eXtensible Style Language)이나 CSS⁽⁶⁾(Cascading Style Sheet) 등과 같은 스타일시트로 XML 문서의 데이터를 추출하여 보여지게 된다.

XML 문서는 고유의 태그를 만들어서 데이터를 저장할 수 있으므로 데이터 교환 형식으로서의 활용이 가능하다. Fig. 2에서는 어플리케이션과 웹 브라우저에서 정보 교환의 표준 형식으로 XML을 사용하는 방법을 보인다.

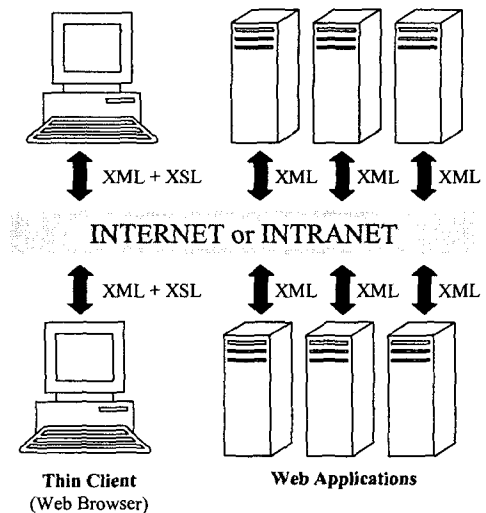


Fig. 2 Applications exchanging XML data over the Web

XML은 텍스트 파일 형식이기 때문에 이종의 시스템간의 연결이 용이하고, 웹 문서이기 때문에 웹 기반 컴퓨팅 환경에서의 제약이 없다. 따라서, XML 형식으로 정보를 표현하면 문서 형식으로 웹 브라우저에서 정보를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 DOM⁽⁷⁾(Document Object Model)을 사용하여 서로 다른 프로그램의 중립 언어로서 활용하는 것이 가능하다.

2.2. 기어장치 분산 협동설계를 위한 XML 어플리케이션의 DTD (Data Type Definition)

XML 문서는 루트 엘리먼트(root element)라 불리는 최상위 엘리먼트 아래 트리 데이터 구조(tree data structure)로 엘리먼트의 계층구조를 표현한다. 모든 엘리먼트는 시작 태그(start tag)와 끝 태그(end tag)를 가져야 하며 속성(attribute)을 가질 수 있다. 또한 하위의 엘리먼트는 상위 엘리먼트의 시작 태그(starting tag)와 끝 태그(ending tag) 사이에 놓여야 한다. 정보는 단말 엘리먼트(leaf element)의 시작 태그와 끝 태그에 파싱된 문자 데이터 형식(#PCDATA, Parsed Character DATA)으로 삽입한다.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE gear_drive_design SYSTEM
"http://gearlab.hanyang.ac.kr/~bluejune
/paper/DTDs/geardrive.dtd">
<gear_drive_design>
  <spur_gear>
    <spur_design_information>
      <spur_dimensional_information>
        <spur_pinion>
          <module>2.5
        </module>
          <number_of_teeth>20
        </number_of_teeth>
          <pitch_circle_diameter
            unit="mm">50
        </pitch_circle_diameter>
        </spur_pinion>
      </spur_dimensional_information>
    </spur_design_information>
  </spur_gear>
</gear_drive_design>
```

Fig. 3 An Example of XML document including gear drive design information

Fig. 3은 기어장치 설계 정보에 대한 XML 문서의 예이다. 기어장치 설계를 의미하는 루트 엘리먼트 <gear_drive_design>의 하위 레벨에

기어장치를 구성하는 기계요소 중 하나인 스퍼 기어 엘리먼트 <spur_gear>가 있다. 또 그 하위 레벨은 설계정보, 치수정보로 엘리먼트의 계층구조로 되어 있고 스퍼기어의 피니언에서 모듈과 이수, 피치원 직경에 대한 정보가 단말 엘리먼트(leaf element)를 구성한다.

XML 문서의 태그는 저자가 임의로 작성할 수 있어서 XML 엘리먼트의 태그 이름만으로 어떤 내포하는 정보의 내용을 알릴 수 있다. 또한 각 태그를 파싱(parsing)에 의해 기계가 이해할 수 있는 정보를 추출할 수 있으므로 인간과 기계가 모두 이해하기 쉬운 형식이 된다.

XML 문서가 저자의 임의로 엘리먼트의 이름을 정의하기 때문에 정보 공유를 위한 XML 어플리케이션을 작성하기 위해서는 데이터의 형식과 계층구조를 반드시 정의해 주어야 한다. 따라서 XML DTD(Data Type Definition)의 선언은 매우 중요하다. DTD는 XML 문서 내의 엘리먼트와 태그의 이름을 정의하고 각 엘리먼트와 속성의 계층 구조를 선언할 때 사용하는 W3C의 표준이다. 본 연구에서는 기어장치 설계를 위한 XML 어플리케이션으로서 XML DTD를 다음의 규칙을 정하여 작성하였다.

- 1) 엘리먼트와 속성의 이름은 영문 소문자로 한다.
- 2) 엘리먼트의 이름에 대응하는 ISO 규격이 있을 경우 ISO 규격을 사용한다.
- 3) 엘리먼트의 이름에 공백이 있을 경우 공백을 밑줄(_)로 대체한다.
- 4) 약어의 사용을 피해 가독성을 높인다.
- 5) 루트 엘리먼트는 <gear_drive_design>이다.
- 6) 루트 엘리먼트의 하위 엘리먼트는 협력설계를 위해 필요한 정보와 기어장치를 구성하는 기계요소의 이름(spur_gear, helical_gear, shaft, key, bearing 등)으로 정한다.
- 7) 기계요소 엘리먼트의 하위 엘리먼트는 설계자 정보를 포함하는 일반정보와 설계 시 사용되는 데이터에 대한 설계정보로 분류한다.

- 8) 설계정보는 치수정보, 재료정보로 분류한다.
- 9) XML 어플리케이션의 확장을 위해 엘리먼트의 발생회수를 제한하지 않는다.

각 기계요소에 대한 엘리먼트에서 치수정보에 대한 엘리먼트의 이름은 ISO 규격을 참조하였다. Table 1은 스퍼 기어의 치수정보에 대한 엘리먼트 이름과 ISO 규격과의 관계를 나타낸다. 엘리먼트의 이름을 ISO 용어와 동일하게 사용하였고, 엘리먼트의 이름에 공백은 허용되지 않으므로 밑줄(_)로 대체하였다.

Table 1. 엘리먼트 이름의 작성 예

엘리먼트 이름	ISO 701-1976
<module>	module
<number_of_teeth>	number of teeth
<pitch_circle_diameter>	pitch circle diameter

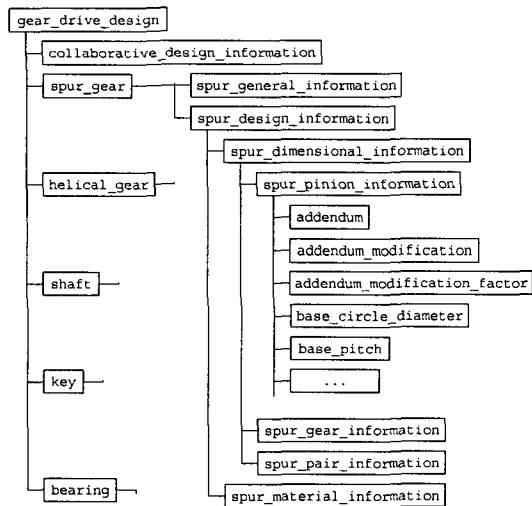


Fig. 4 Hierarchy of the XML DTD

Fig. 4에 기어장치의 DTD 중 스퍼 기어의 설계정보에 대한 계층 구조를 도시한다. 계층구조의 최상위에는 <gear_drive_design> 엘리먼트가 있고 그 하위에는 기어장치의 협력설계에

필요한 정보를 담고 있는 <collaborative_design_information>, 각 기계요소에 대한 정보를 나타내는 <spur_gear>, <helical_gear>, <shaft>, <key>, <bearing> 엘리먼트 등을 가진다. 기계요소 엘리먼트의 하위에는 일반정보와 설계정보로 구조화하여 일반정보를 나타내는 <[기계요소]_general_information> 엘리먼트, 설계정보를 포함하는 <[기계요소]_design_information> 엘리먼트로 표현하였다. 이 때 [기계요소]에는 spur, helical, shaft, key, bearing 등의 기계요소 이름을 사용하였다. 일반정보 엘리먼트는 설계자 정보 등의 일반적인 정보를 포함한다. 설계정보 엘리먼트는 치수정보와 재료정보에 대한 <[기계요소]_dimensional_information>, <[기계요소]_material_information> 엘리먼트의 자식 엘리먼트를 가지며 치수정보 엘리먼트의 이름은 실제 설계에 사용하는 용어를 ISO 규격을 참조하여 명명하였다.

3. 기어장치 XML 어플리케이션의 적용

3.1. 기어장치의 설계 프로세스

XML 어플리케이션을 사용하여 분산 협동설계를 수행할 1단 기어장치의 설계 프로세스는 다음과 같다.

설계요구에 따라 기어 형식을 선정하고 기어의 제원설계를 수행한 후 기어의 설계정보로부터 축과 체결요소인 키를 설계한다. 축의 설계정보를 바탕으로 적절한 베어링의 형식과 공칭 번호를 선정한다. 이와 같은 설계 프로세스는 기어, 축과 키, 베어링의 설계로 세분화되고 기어 설계자, 축과 키 설계자, 베어링 설계자로 각 기계요소를 분담하여 설계하는 협력 설계를 수행할 수 있다. 각 설계자 설계요구 또는 다른 설계자가 수행한 설계정보를 얻어 자신의 설계를 수행하는데 이 때 설계정보를 XML 문서로 공유한다.

3.2. 설계의 수행

설계 제원이 기어비 4 : 1, 전달동력 3 HP, 입

력 회전수 3000 rpm인 스피어 기어장치의 설계를 수행하였다. 설계의 과정은 다음과 같다.

기어장치의 설계는 기어 설계, 축과 키 설계, 베어링 설계로 세분화하여 각각의 설계자가 수행한다. 먼저 XML 문서에 설계 요구 사항 및 설계자 정보를 작성한다. 스피어 기어 설계자는 주어진 설계 요구 사항을 가지고 스피어 기어 쌍의 설계를 수행한다. 완료된 설계정보는 단일 XML 문서에 저장된다. 축과 키의 설계에 있어서는 스피어 기어의 설계정보로부터 데이터를 획득하여 설계를 수행할 수 있다. 따라서 축과 키 설계자는 스피어 기어의 설계정보로부터 축의 직경과 키의 명세를 설계한다. 베어링은 축의 설계결과가 나온 후 업체의 카탈로그에서 선정하는 방식으로 설계를 수행한다. 베어링 설계자는 전달 동력과 축의 특성을 고려하여 베어링을 선정하여 스피어 기어장치의 설계정보를 갱신한다.

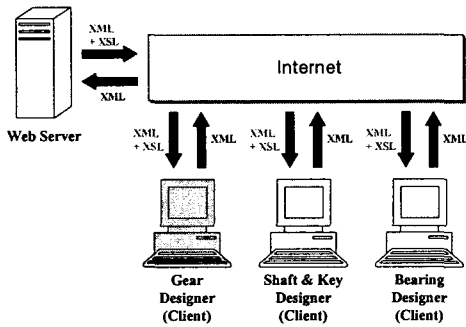


Fig. 5 기어장치 설계 시스템의 구조

Fig. 5는 기어장치의 설계를 수행하는 시스템의 구조이다. 서버에 저장된 XML 문서는 기어설계, 축과 키 설계, 베어링 설계 순으로 설계가 진행되면서 각각의 설계정보가 추가된다. 각 설계자는 갱신할 설계정보를 웹 서버에 XML 파일로 전송하고 서버에서는 클라이언트(각 설계자)에 추가 정보를 가진 XML 문서와 각 설계자가 원하는 형식의 XSL 스타일시트를 전송함으로써 원활한 설계를 수행하였다.

Fig. 6에는 스피어 기어의 설계 수행과정을, Fig. 7, 8에는 스피어 기어의 설계 결과와 전체 기어장치의 설계 결과를 보인다. 설계의 전 과정에서 단일 XML 문서를 사용하여 설계정보의 저장

과 공유를 수행하였다.

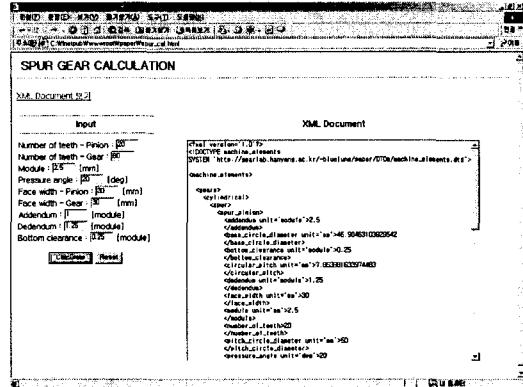


Fig. 6 Spur Gear Design

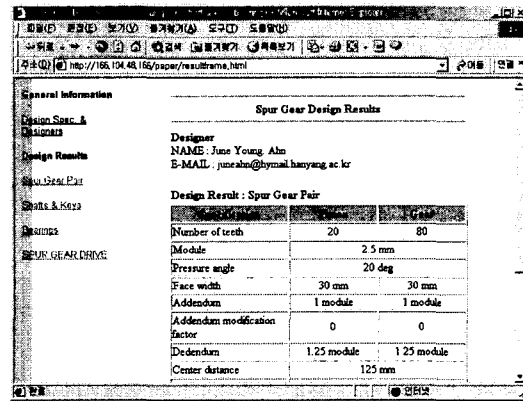


Fig. 7 Styled XML Document for Spur Gear Design Result

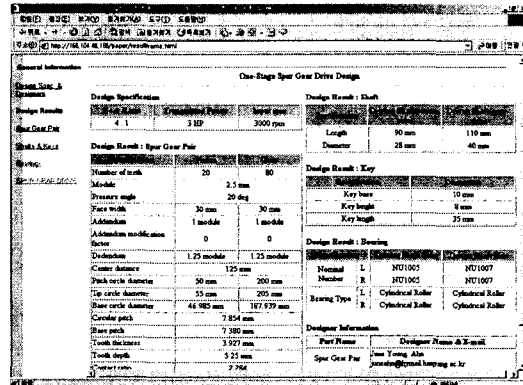


Fig. 8 Styled XML Document for Spur Gear Drive Design Result

5. 결론 및 향후과제

웹 기반 기어장치 설계를 위한 XML 어플리케이션을 제작하였고 이 XML 어플리케이션이 기어장치의 설계과정에 사용될 수 있도록 어플리케이션의 문법에 해당하는 DTD를 작성하였다. 본 연구에서 제안한 기어장치 설계를 위한 DTD를 사용하여 웹 상에서 기어장치의 설계를 수행하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 정보를 웹 문서인 XML로 표현하므로 이 종류의 컴퓨팅환경에서도 정보의 공유가 가능하다.
- 2) 설계에 사용하는 대부분의 엘리먼트 이름을 ISO 표준을 사용하여 설계자들간의 용어의 상충으로 인한 혼란을 방지할 수 있다.
- 3) 설계정보의 구조를 유연하게 정의하였기 때문에 구조의 변경이 용이하다.
- 4) XML 문서의 파싱 과정을 통해 기존의 레거시 어플리케이션(legacy application)을 활용할 수 있다.
- 5) 본 연구에서 제시한 XML 어플리케이션의 구조는 기어장치 설계 뿐만 아니라 다른 기계장치에 대한 웹 기반 설계에 적용될 수 있다.

기어장치 설계를 위한 XML 어플리케이션은 웹 상에서 설계의 수행이 가능하며 설계정보를 XML 파일로 저장하므로 기존의 여러 프로그램 언어로 작성된 다양한 공학 어플리케이션에 접근이 가능하며 이러한 공학 어플리케이션들을 통합하기 위한 중립 포맷으로 XML 어플리케이션을 활용하는 연구가 필요하다.

참고문헌

- (1) Extensible Markup Language(XML) 1.0,
<http://www.w3.org/TR/REC-xml/>,
W3C Recommendation, Feb. 10, 1998
- (2) D. Hagemann, "XML and Java: Engi-

neering Software Development meets Internet Technologies", Proceedings of the 1999 ASME Design Engineering Technical Conferences, Las Vegas, Nevada, DETC99/EIM-9009 Sep. 12-15, 1999

- (3) S. Widergren, A. deVos, JunZhu, "XML for Data Exchange", IEEE Power Engineering Review, V.20 N.4, Apr. 01, 2000
- (4) HTML 4.01 Specification,
<http://www.w3.org/TR/html401/>,
W3C Recommendation, Dec. 24, 1999
- (5) XSL Transformations(XSLT),
<http://www.w3c.org/TR/xslt/>,
W3C Recommendation, Nov. 16, 1999
- (6) Cascading Style Sheet Level 1,
["http://www.w3.org/TR/REC-CSS1/](http://www.w3.org/TR/REC-CSS1/), W3C Recommendation, Jan. 11, 1999
- (7) Document Object Model(DOM) Level 1 Specification, W3C Recommendation, Oct. 1, 1998
- (8) B. Marchal, "XML by Example", QUE, 2000
- (9) F. Boumphrey et al., "Professional XML Applications", Wrox, 1999
- (10) M. Wilson, T. Wilson, "XML Programming with VB and ASP", Manning Publications Co.