

인터넷 악보 표현을 위한 XML DTD 설계*

A Design of XML DTD for Representation of the Internet Sheet Music

채진석(Jin-Seok Chae)**

목 차

1 서론	3.3 clef_meter_group 요소
2 ScoreML 사용 예	3.4 measure 요소
2.1 ScoreML 사용 환경	3.5 note 요소와 rest 요소
2.2 ScoreML 표현 예	3.6 measure_over 요소
3 합창곡 DTD	4 ScoreML 브라우저
3.1 sheet_music 요소	5 결론
3.2 system 요소	

초 록

이 논문에서는 인터넷에서 악보를 표현하기 위한 효과적인 기법을 제안한다. 인터넷 악보 표현을 위해 이 논문에서는 XML에 기반한 새로운 마크업 언어인 ScoreML(Score Markup Language)을 제안하고, 이것을 정의하는 XML DTD를 설계하였다. ScoreML을 구성하는 XML DTD는 실제 연주에 사용되는 악보를 인터넷 상에서 검색할 수 있도록 악보의 다양한 부분을 표현하는데 중점을 두어 설계되었다. 이러한 ScoreML을 사용하여 작성한 인터넷 악보는 Java applet으로 구현된 ScoreML 브라우저에 의해 인터넷 상에서 곧바로 보여지게 된다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a technique to represent a sheet music effectively on the Internet. For representing the Internet sheet music, this paper proposes the ScoreML(Score Markup Language) which is a new markup language based on XML, and describes the design of the XML DTD which defines the ScoreML. XML DTD constructing the ScoreML is designed to be able to represent various features of a sheet music in order to retrieve the real sheet music on the Internet. The sheet music built by the ScoreML is directly displayed on the Internet by ScoreML browser which is implemented in the form of Java applet.

키워드 : 인터넷 악보 표현, ScoreML, ScoreML 브라우저, Java applet

* 본 연구는 한국과학재단 지정 인천대학교 멀티미디어연구센터의 지원에 의한 것임.

** 인천대학교 컴퓨터·정보통신공학부 전임강사

■ 논문 접수일 : 1999년 11월 19일

1 서 론

1996년 W3C(World-Wide Web Consortium)에서 XML(eXtensible Markup Language) 1.0을 발표한 이후 전세계 수많은 연구자들이 XML 문서 처리에 관해 연구하고 있다(Bray, Paoli & Sperberg-McQueen 1998). XML은 현재 인터넷에서 가장 널리 쓰이고 있는 문서 표현 언어인 HTML의 단순성과 어떠한 문서라도 표현할 수 있지만 너무 복잡하고 어려운 SGML의 복잡성을 극복하여 HTML의 편리함과 SGML의 구조화된 문서 표현 능력에서 오는 장점을 동시에 가지는 차세대 인터넷 문서 표현 언어라고 할 수 있다.

컴퓨터를 사용한 악보 표현에 대한 연구 중 중요한 것으로는 MUSIC(Foxley 1987), the work of Gourlay(Gourlay 1986), Cadenza(Field-Richards 1993) 등이 있다. 그러나 악보라는 것이 매우 복잡하기 때문에 현재까지 제안된 어떤 악보 표현 기법도 사람이 작성하는 것처럼 모든 악보를 완벽하게 표현하지는 못한다.

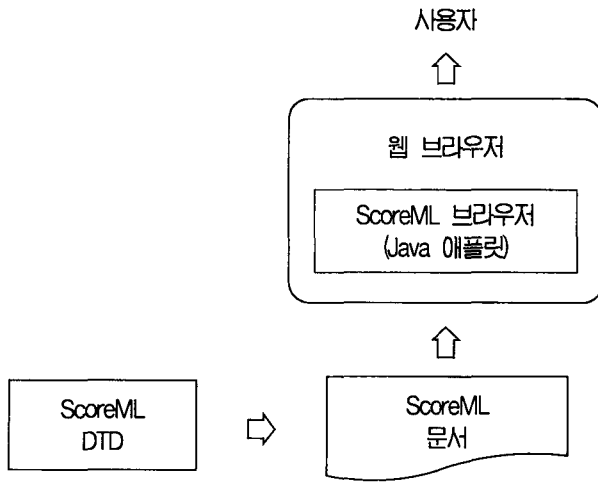
마크업 언어를 사용하여 음악 정보를 표현하는 표준으로는 SMDL(Standard Music Description Language)이 있다. SMDL은 국제 표준화 기구(International Organizations for Standardization: ISO)에서 음악 정보의 공유와 교환을 위해 제정한 것으로 SGML의 한 응용이며 또한 HyTime(Hypermedia/Time-based Structuring Language)의 한 응용이다. 이러한 SMDL을 사용하면 음악 정보를 완전하게 표현할 수는 있지만, SGML과 마찬가지로 음악 정보를 표현하는 것이 복잡하여 이해하기 어렵고 응용 소프트웨어의 구현이 어려운 단점을 가진다.

이러한 단점은 SGML의 단점을 보완하기 위해 제안된 XML을 사용하면 많은 부분 극복될 수 있

으므로 XML을 사용하여 악보를 표현하는 연구가 시도되고 있다. 이러한 XML을 사용한 악보 표현에 관한 연구에는 네덜란드의 The Connection Factory라는 회사에서 개발한 MusicML(Music Markup Language)이 있다(Rotterdam 1999). 이 회사에서는 악보 표현을 위해 MusicML이라는 마크업 언어와 이것을 정의하는 XML DTD를 제안하였다. 그러나 이 회사에서 제안한 MusicML DTD는 정확하고 정교하게 정의되어 있지 못하고, 악보 표현에 있어서 기본적인 사항이라 할 수 있는 붙임줄, 이음줄, crescendo, decrescendo 등 다양한 악보 형태를 표현하지 못하고 있는 등 미흡한 부분이 많아서 실제 사용되는 악보를 표현하는 것이 불가능하다.

따라서 이 논문에서는 MusicML의 미흡한 부분을 대폭 보완하고, SMDL의 복잡한 부분은 단순화시켜, 실제 연주에 사용될 수 있는 악보를 인터넷 상에서 검색할 수 있도록 XML에 기반한 새로운 인터넷 악보 표현 기법을 제안한다. 이 논문에서는 우선 XML을 사용한 인터넷 악보 표현의 가능성을 보이기 위해 비교적 쉽게 다룰 수 있는 합창곡을 대상으로 하여 일반적인 합창곡의 표현이 가능하도록 XML DTD를 정의하고 이를 기반으로 ScoreML(Score Markup Language)이라는 새로운 마크업 언어를 제안하고 있다.

이렇게 악보 표현에 XML을 사용하게 되면, SGML에 비해 XML을 사용함으로써 얻을 수 있는 장점을 모두 취할 수 있게 된다. 즉, SMDL에 비해 빠른 시간 내에 악보 표현을 위한 DTD와 XML 문서를 작성할 수 있고, 소스가 공개되어 무료로 사용할 수 있는 XML 파서를 사용하여 악보를 화면에 나타낼 수 있는 응용 프로그램을 쉽게 작성할 수 있으며, 자료의 접근 측면에서도 XML로 작성된 일반적인 인터넷 문서를 접근하는 것과



〈그림 1〉 ScoreML의 사용 환경

똑같이 인터넷 악보에 접근할 수 있으므로 인터넷 악보를 효과적으로 표현할 수 있는 것이다.

2 ScoreML 개요

2.1 ScoreML 사용 환경

ScoreML은 XML 기반의 마크업 언어로 악보를 텍스트 형태로 표현하기 위해 개발되었다. 이러한 ScoreML의 사용 환경은 그림 1과 같다.

먼저 악보 작성자는 ScoreML DTD를 사용하여 Windows의 메모장이나 Unix의 vi 등의 일반적인 텍스트 문서 편집기를 사용하여 ScoreML 문서를 작성한다. 현재는 그래픽 환경에서 시각적으로 ScoreML 문서를 편집할 수 있는 ScoreML 편집기가 개발되지 않았기 때문에 일반적인 텍스트 편집기를 사용해 ScoreML 문서를 작성한다. 이렇게 작성된 ScoreML 문서는 넷스

케이프 커뮤니케이터 4.0 이상의 일반 웹 브라우저 상에서 동작하는 ScoreML 브라우저를 통해 악보 형태로 사용자에게 보여지게 된다. ScoreML 브라우저는 Java 애플릿으로 구현되었기 때문에 사용자의 컴퓨터에 프로그램이 없어도 ScoreML 문서를 보기 위해 문서를 클릭하게 되면 웹 서버로부터 프로그램을 내려 받아 악보 형태로 변환하여 사용자의 화면에 보여지게 된다.

ScoreML 문서를 작성하기 위해서는 ScoreML 문서 작성을 위한 DTD가 정의되어야 한다. 이 논문에서 정의한 DTD는 간단한 형태의 4부 합창곡 악보를 작성하기 위한 것으로 '합창곡 DTD(chorus DTD)' 라고 부른다.

2.2 ScoreML 표현 예

예를 들어, 애국가의 전주 첫마디를 보여주는 그림 2와 같은 악보는 예 1과 같이 ScoreML로 표현된다.



〈그림 2〉 애국가의 일부

〈예 1〉 애국가 전주 첫마디를 표현한 ScoreML 문서

```

<?XML version="1.0"?>
<!DOCTYPE sheet_music SYSTEM "chorus.dtd">
<sheet_music>
  <body>
    <system number_of_staff="two">
      <clef_meter_group>
        <clef_meter clef="treble" staff="one">
          <key_signature tonic="G" scale="major"/>
          <meter_signature_list meter="C"/>
        </clef_meter>
        <clef_meter clef="bass" staff="two">
          <key_signature tonic="G" scale="major"/>
          <meter_signature_list meter="C"/>
        </clef_meter>
      </clef_meter_group>
      <measure>
        <sub_measure_group staff="one">
          <sub_measure voice="one">
            <note tone_name="D"/>
            <note dot="one" tone_name="G"/>
            <note length="eighth" tone_name="F"/>
            <note tone_name="E"/>
          </sub_measure>
          <sub_measure voice="two">
            <note tone_name="B" octave="min1"/>
            <note direction="down" tone_name="C"/>
            <note direction="down" tone_name="D"/>
            <note tone_name="C"/>
          </sub_measure>
        </sub_measure_group>
        <sub_measure_group staff="two">
          <sub_measure voice="one">
            <dynamics terms="f"/>
          </sub_measure>
        </sub_measure_group>
      </measure>
    </system>
  </body>
</sheet_music>

```

〈예 1〉 애국가 전주 첫마디를 표현한 ScoreML 문서(계속)

```

        <note tone_name="E" octave="plus1"/>
        <note direction="down" tone_name="E" octave="plus1"/>
        <note direction="down" tone_name="E" octave="plus1"/>
        <note direction="down" tone_name="E" octave="plus1"/>
    </sub_measure>
    <sub_measure voice="two">
        <note tone_name="E"/>
        <note direction="down" tone_name="F"/>
        <note direction="down" tone_name="G"/>
        <note direction="down" tone_name="A"/>
    </sub_measure>
</sub_measure_group>
</measure>
    
```

예 1에서 보는 바와 같이 ScoreML을 사용하여 작성한 문서는 XML 1.0 명세에 따른 전형적인 XML 문서임을 알 수 있다. 예 1의 두 번째 줄에서 합창곡을 위한 DTD인 "chorus.dtd" 파일을 사용하고 있는 것을 볼 수 있다.

3 합창곡 DTD

3.1 sheet_music 요소

이 논문에서 제안하는 합창곡 DTD는 다음과 같이 sheet_music이라는 루트 요소(root element)로 시작한다.

```
<!ELEMENT sheet_music (heading, body)>
```

루트 요소 sheet_music의 자식으로는 heading과 body 요소가 오게 되는데, 악보에 대한 메타 정보를 가지고 있는 heading 요소는 다음과 같이 구성되어 있다.

```
<!ELEMENT heading (title, lyric_writer?,
                    composer?)>
```

heading 요소의 자식으로는 곡 제목을 나타내는 title, 작사자를 나타내는 lyric_writer, 작곡자를 나타내는 composer가 올 수 있다. 예를 들어, 애국가를 표현하는 ScoreML 문서의 heading 요소는 예 2와 같이 나타낼 수 있는데, 애국가의 작사자는 미상이므로 heading 요소의 자식으로 나타내지 않았고, 제목과 작곡자를 나타내는 title과 composer 요소만을 표현하였다.

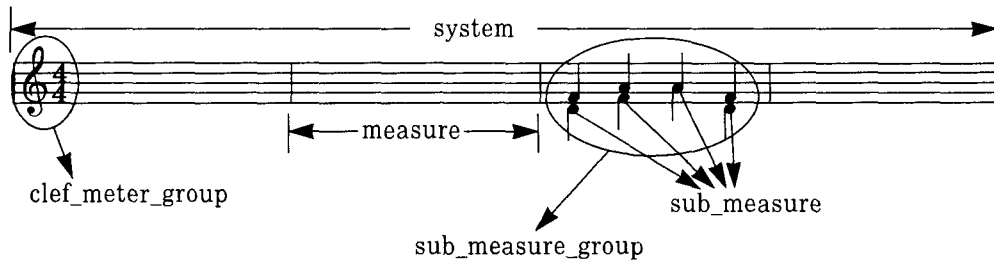
〈예 2〉 애국가를 표현하는 heading 요소

```

    <heading>
        <title>애국가</title>
        <composer>안익태</composer>
    </heading>
    
```

실제 악보의 내용을 표현하는데 사용되는 body 요소는 다음과 같이 하나 이상의 system 요소를 자식으로 가진다.

```
<!ELEMENT body (system+)>
```



〈그림 3〉 보표를 구성하는 요소

3.2 system 요소

악보를 나타내는 가장 기본적인 단위가 되는 보표(staff)를 표현하는 system 요소는 다음과 같이 하나의 clef_meter_group 요소와 하나 이상의 measure 요소를 자식으로 가지며, 하나의 시스템이 몇 개의 보표로 이루어져 있는지를 표현하기 위한 number_of_staff 속성(attribute)을 가진다. 이 논문에서 표현하고자 하는 악보는 4부 합창곡 악보이므로 number_of_staff 속성은 one, two, three, four의 네 가지 값을 가질 수 있으며, 기본값(default value)은 2개의 보표를 가지는 two로 하였다.

```

<!ENTITY % num_of_staff 'number_of_staff
  ( one | two | three | four ) "two" >
<!ELEMENT system ( clef_meter_group,
  measure+ )>
<!ATTLIST system %num_of_staff: >
    
```

그림 3은 system 요소와 clef_meter_group, measure, sub_measure_group, sub_measure 요소 사이의 관계를 보여주고 있다.

3.3 clef_meter_group 요소

clef_meter_group 요소는 다음과 같이 하나 이상의 clef_meter 요소를 자식으로 가진다.

```

<!ELEMENT clef_meter_group (clef_meter+)>
clef_meter 요소는 다음과 같이 음자리표(clef)와 조표(key signature), 박자표(meter signature)를 표현하는데 사용된다.
<!ENTITY % clef_name 'clef ( treble | bass )
  #REQUIRED'>
<!ENTITY % staff_number 'staff ( one | two
  | three | four ) #REQUIRED'>
<!ELEMENT clef_meter ( key_signature,
  (meter_signature_list | meter_signature
  _other)? )>
<!ATTLIST clef_meter %clef_name:
  %staff_number: >
    
```

clef_meter 요소를 표현할 경우, 합창곡에서 사용되는 음자리표인 높은음자리표(treble)와 낮은음자리표(bass) 중의 하나를 나타내는 clef 속성과 몇 번째 보표에 이것을 표현하는지를 나타내는 staff 속성의 속성값을 반드시 지정해야 한다.

조표는 다음과 같이 자식이 없는 key_signature 요소를 사용하여 표현한다.

```

<!ENTITY % sharp_flat_select 'sharp_flat
    ( sharp | flat ) #IMPLIED' >
<!ENTITY % tonic_name 'tonic ( C | D | E
    | F | G | A | B ) #REQUIRED' >
<!ENTITY % major_minor 'scale ( major |
    minor ) #REQUIRED' >
<!ELEMENT key_signature EMPTY >
<!ATTLIST key_signature %sharp_flat_select;
    %tonic_name;
    %major_minor; >
    
```

key_signature 요소를 표현할 경우, 올림, 내림을 나타내는 sharp_flat 속성, 조성을 나타내는 tonic 속성, 장조, 단조를 나타내는 scale 속성의 속성값을 반드시 지정해야 한다.

박자표를 표현할 때에는 자주 사용되는 박자를 쉽게 나타낼 수 있는 meter_signature_list 요소나 박자의 분모, 분자를 각각 지정하여 임의의 박자를 표현할 수 있는 meter_signature_other 요소를 사용한다.

```

<!ENTITY % meter_list_select 'meter ( C |
    half-C | 2-4 | 3-4 | 4-4 | 6-8 ) "C" >
<!ELEMENT meter_signature_list EMPTY >
<!ATTLIST meter_signature_list %meter_list
    _select; >

<!ENTITY % meter_other_select
    'numerator CDATA #REQUIRED
    denominator CDATA #REQUIRED' >
<!ELEMENT meter_signature_other EMPTY >
<!ATTLIST meter_signature_other %meter
    _other_select; >
    
```

그림 3과 같은 악보를 나타내는 clef_meter_group 요소를 예 3에서 보이고 있다.

〈예 3〉 그림 3의 악보를 표현하는 clef_meter_group 요소

```

<clef_meter_group>
  <clef_meter clef="treble" staff="one">
    <key_signature tonic="C" scale="major"/>
    <meter_signature_list meter="4-4"/>
  </clef_meter>
</clef_meter_group>
    
```

3.4 measure 요소

시스템 내에서 마디를 표현하는 measure 요소의 자식으로는 다음과 같이 0개 또는 1개의 clef_meter_group 요소가 올 수 있고, 다음으로는 하나 이상의 sub_measure_group 요소가 올 수 있다.

```

<!ELEMENT measure (clef_meter_group?,
    sub_measure_group+) >
    
```

measure 요소의 자식으로 clef_meter_group 요소가 다시 올 수 있는 것은 악보의 전체적인 조표와 박자와는 별도로 마디별 조표와 박자를 지정할 수 있기 때문이다.

sub_measure_group 요소는 다음과 같이 하나 이상의 sub_measure 요소를 자식으로 가진다.

```

<!ENTITY % staff_num 'staff ( one | two |
    three | four ) #REQUIRED' >
<!ENTITY % line_style 'bar_line_style
    ( bar_line | double_bar_line | left_repeat |
    
```

```

right_repeat ) "bar_line" )
<!ENTITY % measure_option 'option ( D.S.
| Fine | CODA ) #IMPLIED' >
<!ELEMENT sub_measure_group ( sub_
measure+ ) >
<!ATTLIST sub_measure_group
%staff_num:
%line_style:
%measure_option:>
    
```

sub_measure_group 요소의 속성으로는 몇 번째 보표인지 나타내는 staff, 세로줄, 겹세로줄, 왼쪽 되돌이표, 오른쪽 되돌이표를 나타내는 bar_line_style, D.S., Fine, CODA를 표현하는 option이 있다.

sub_measure 요소는 다음과 같이 성부별로 음표와 쉼표를 표현하는데 사용되며, 한 마디 내에서 표현되는 붙임줄, 이음줄, crescendo, decrescendo 등을 나타내는데 사용된다.

```

<!ENTITY % voice_num 'voice ( one | two |
three | four ) #IMPLIED' >
<!ELEMENT sub_measure ( ( note | rest )+
| ( note_connection | cresc_decresc |
tempo | sub_tempo | dynamics | tempo_
dynamics | measure_over )* ) >
<!ATTLIST sub_measure %voice_num: >
    
```

이 논문에서는 합창곡이 2개에서 4개까지의 성부로 구성되는 것에 착안하여 마디 내에서 성부별로 음표를 표현하는 방식을 채택하고 있다. MusicML의 경우 이 논문에서 제안하는 방식과는 달리 화음별로 음표를 표현하고 있기 때문에 그림 4와 같은 악보를 정확하게 표현하지 못한다.

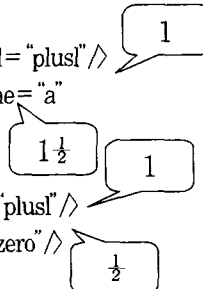
그 이유는 그림 4와 같은 악보를 MusicML로 표현할 때 그림 5과 같이 나타내야 하기 때문인데, 이렇게 되면 한 마디 내에 있는 박자의 수가 $1 + 1 + \frac{1}{2} = 2\frac{1}{2}$ 또는 $1\frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2} = 3$ 이 되어 원래 박자 수인 4분의 2박자



<그림 4> MusicML로는 표현이 어려운 악보의 예

```

<chord>
  <note beat="quarter" name="c" level="plus1"/>
  <note beat="quarter" dot="one" name="a"
    level="zero"/>
</chord>
<note beat="quarter" name="c" level="plus1"/>
<note beat="eighth" name="a" level="zero"/>
    
```



<그림 5> 그림 4의 악보를 MusicML로 표현


```

<sub_measure voice="one">
  <note length="quarter" tone_name="C" octave="plus1"/>
  <note length="quarter" tone_name="C" octave="plus1"/>
</sub_measure>
<sub_measure voice="two">
  <note length="quarter" dot="one" tone_name="A"
  direction="down"/>
  <note length="eighth" tone_name="A" direction="down"/>
</sub_measure>

```

〈그림 6〉 그림 4의 악보를 ScoreML로 표현

를 초과하게 된다.

그러나 그림 4의 악보를 이 논문에서 제안하는 것과 같이 성부별로 나타내면 그림 6과 같이 표현되는데, 이 경우는 $1 + 1 = 1\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 2$ 와 같이 되므로 4분의 2박자를 정확히 표현하게 된다.

그림 3의 악보 중 세 번째 마디를 나타내는 measure 요소는 예 4와 같다.

3.5 note 요소와 rest 요소

음표를 나타내는 note 요소의 속성으로는 length, dot, tone_name, accidentals, direction, octave 등이 있는데, 이들의 의미는 표 1과 같다.

표 2는 note 요소 내에 있는 length 속성의 속성값과 음표와의 관계를 보여주고 있다.

이러한 note 요소의 자세한 정의는 부록을 참조하기 바란다.

또한 note 요소에는 합창곡의 가사를 표현하기 위한 속성이 있는데, 이 논문에서는 최대 5절까지의 가사를 나타낼 수 있도록 하였다.

〈예 4〉 그림 3의 악보 중 세 번째 마디를 표현하는 measure 요소

```

<measure>
  <sub_measure group staff="one">
    <sub_measure voice="one">
      <note tone_name="F"/>
      <note tone_name="A"/>
      <note tone_name="A"/>
      <note tone_name="F"/>
    </sub_measure>
    <sub_measure voice="two">
      <note tone_name="D"/>
      <note tone_name="F"/>
      <note tone_name="A"/>
      <note tone_name="D"/>
    </sub_measure>
  </sub_measure_group>
</measure>

```

음표를 나타내는 rest 요소는 다음과 같이 정의되며, 이 요소에 있는 length와 dot 속성의 의미는 note 요소의 경우와 같다.

```

<!ENTITY % rest_level ' level_name ( minus1
| zero | plus1 ) "zero" >

```

〈표 1〉 note 요소에 사용되는 속성의 의미

속성명	의 미
length	음표의 길이를 지정(기본값은 4분 음표)
dot	음표에 붙는 점의 개수를 지정 (1에서 4까지의 값을 가짐)
tone_name	음이름을 지정 (C, D, E, F, G, A, B의 값을 가짐)
accidentals	임시표를 지정 (# : sharp, b : flat, ♮ : natural)
direction	음표에 붙는 기둥(stem)의 방향을 지정(기본값은 위쪽 방향)
octave	옥타브(octave)를 지정 (2에서 +2까지의 값을 가짐)

〈표 2〉 length 속성값과 음표와의 관계

속성값	음 표
whole	♩
half	♪
quarter	♩
eighth	♪
sixteenth	♩

```

<!ELEMENT rest EMPTY >
<!ATTLIST rest %length_select;
               %dot_number;
               %rest_level: >
    
```

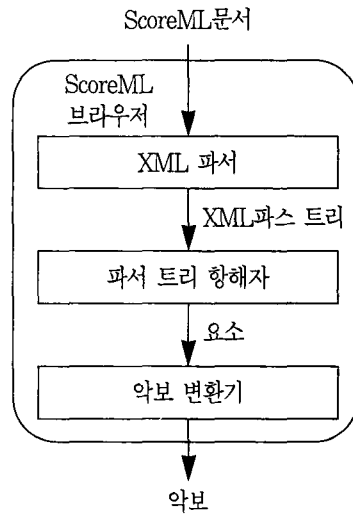
3.6 measure_over 요소

붙임줄이나 이음줄, crescendo나 decrescendo 등의 기호는 한 마디를 넘어서 표현될 수 있다. 이렇게 마디를 넘어가는 붙임줄, 이음줄, crescendo, decrescendo를 표현할 때 사용되는 요소가 measure_over 요소이다. 이 요소에는 붙

임줄, 이음줄, crescendo, decrescendo를 선택할 때 사용하는 terms 속성과 시작과 종료 위치를 정해주는 start_end 속성이 있다.

```

<!ENTITY % over_terms 'terms ( slur_tie |
                             cresc | decresc ) #REQUIRED' >
<!ENTITY % start_end_select 'start_end
                             ( start | end ) #REQUIRED' >
<!ELEMENT measure_over EMPTY >
<!ATTLIST measure_over %over_terms;
                       %up_down_select;
                       %start_end_select: >
    
```



<그림 7> ScoreML 브라우저의 구조

4 ScoreML 브라우저

그림 7은 ScoreML 브라우저의 구조를 보여주고 있다.

ScoreML 문서가 주어지면 XML 파서가 문서를 파싱하고, XML 파스 트리를 생성한다. 파스 트리 항해자는 XML 파스 트리를 순회하면서 각각의 요소를 악보 변화기로 전달하며, 악보 변환기는 Netscape Communicator 등의 일반적인 웹 브라우저에 악보를 그려준다.

ScoreML 브라우저는 Sun Workstation 환경에서 Java Development Kit 1.1과 Microsoft에서 개발한 XML parser인 MSXML을 사용하여 개발되었다.

그림 8은 ScoreML을 사용하여 작성한 애국가 악보가 Netscape Communicator 4.5에서 보여지는 예를 보여주고 있다.

그림 8에서 보는 바와 같이 ScoreML을 사용하여 악보를 표현하게 되면 완전한 형태의 실제

악보를 인터넷 상에서 검색할 수 있다.

5 결 론

이 논문에서는 XML에 기반한 인터넷 악보 표현에 사용되는 XML DTD의 설계에 관하여 기술하였다. 이 논문에서 설계한 XML DTD에 기반한 ScoreML은 차세대 인터넷 문서 표현 언어로 주목받고 있는 XML을 기반으로 했기 때문에 인터넷에서 악보를 표현하는데 효과적이다. 현재 개발된 XML DTD는 애국가 악보의 표현 예를 통해 설명한 것과 같이 인터넷에서 실제 합창곡 악보를 표현하는데 사용될 수 있다. 이렇게 ScoreML을 사용하여 표현된 인터넷 악보는 Java applet으로 구현된 ScoreML 브라우저에 의해 넷스케이프 등의 일반적인 웹 브라우저에서 원래의 악보 형태 그대로 검색할 수 있다.

이 논문에서는 우선 XML을 사용한 악보 표현



〈그림 8〉 애국가 악보를 웹 브라우저에서 본 화면

의 가능성을 보이는데 초점을 맞추어 비교적 표현이 쉬운 합창곡 악보를 대상으로 삼았으며, 교향곡이나 피아노곡 등의 다양한 악보를 표현하기 위한 DTD를 만들고 이를 웹 브라우저에서 볼 수 있는 브라우저를 구현하기 위해서는 지속적인 연구가 필

요하다. 또한 이렇게 표현된 악보를 직접 웹 브라우저 상에서 연주할 수 있다면 더욱 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대되므로 이에 대한 연구도 수행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Bray, T., J. Paoli, and C. M. Sperberg-McQueen. 1998. "Extensible Markup Language (XML) 1.0."
 <<http://www.w3.org/TR/REC-xml>>.
- Field-Richards, H. S. 1993. "Cadenza: A Music Description Language." *Computer Music Journal*, 17(4): 60-72.
- Foxley, E. 1987. "Music - A Language for Typesetting Music Scores." *Software Practice and Experience*, 17(8): 485-582.
- Gourlay, J. S. 1986. "A Language for Computer Printing." *Communications of the ACM*, 29(5): 388-401.
- ISO 8879: 1986. *Information Processing-Text and Office System-Standard Generalized Markup Language (SGML)*.
- ISO/IEC 10743: 1995. *SMDL - Standard Music Description Language*.
- ISO/IEC 10744: 1992. *Information technology - Hypermedia/Time-based Structuring Language (HyTime)*.
- Raggett, D., A. L. Hors, and I. Jacobs. 1998. "HTML 4.0 Specification."
 <<http://www.w3.org/TR/REC-html40>>.
- Rotterdam, J. 1999. "MusicML an XML experience."
 <<http://195.108.47.160/3.0/musicml/index.html>>

〈부록〉 합창곡 DTD

```

<!ELEMENT sheet_music ( heading, body )>

<!ELEMENT heading ( title, lyric_writer?, composer? )>
<!ELEMENT title (#PCDATA)>
<!ELEMENT lyric_writer (#PCDATA)>
<!ELEMENT composer (#PCDATA)>

<!ELEMENT body ( system+ )>

<!ENTITY % num_of_staff ' number_of_staff ( one | two | three | four ) "two" >
<!ELEMENT system ( clef_meter_group, measure+ )>
<!ATTLIST system %num_of_staff: >

<!ENTITY % clef_name ' clef ( treble | bass ) #REQUIRED' >
<!ENTITY % staff_number ' staff ( one | two | three | four ) #REQUIRED' >
<!ELEMENT clef_meter ( key_signature, ( meter_signature_list | meter_signature_other )? ) >
<!ATTLIST clef_meter %clef_name:
                    %staff_number: >

<!ENTITY % meter_list_select ' meter ( C | half-C | 2-4 | 3-4 | 4-4 | 6-8 ) "C" >
<!ELEMENT meter_signature_list EMPTY >
<!ATTLIST meter_signature_list %meter_list_select: >

<!ENTITY % meter_other_select ' numerator CDATA #REQUIRED
                                denominator CDATA #REQUIRED' >
<!ELEMENT meter_signature_other EMPTY >
<!ATTLIST meter_signature_other %meter_other_select: >

<!ENTITY % sharp_flat_select ' sharp_flat ( sharp | flat ) #IMPLIED' >
<!ENTITY % tonic_name ' tonic ( C | D | E | F | G | A | B ) #REQUIRED' >
<!ENTITY % major_minor ' scale ( major | minor ) #REQUIRED' >
<!ELEMENT key_signature EMPTY >
<!ATTLIST key_signature %sharp_flat_select:
                        %tonic_name:
                        %major_minor: >

<!ELEMENT clef_meter_group ( clef_meter+ )>

<!ELEMENT measure ( clef_meter_group?, sub_measure_group+ )>

<!ENTITY % staff_num ' staff ( one | two | three | four ) #REQUIRED' >
<!ENTITY % line_style ' bar_line_style ( bar_line | double_bar_line | left_repeat |
                                right_repeat ) "bar_line" >
<!ENTITY % measure_option ' option ( D.S. | Fine | CODA ) #IMPLIED' >

```

```

<!ELEMENT sub_measure_group ( sub_measure+ )>
<!ATTLIST sub_measure_group %staff_num:
                        %line_style:
                        %measure_option: >

<!ENTITY % voice_num 'voice ( one | two | three | four ) #IMPLIED' >
<!ELEMENT sub_measure ( ( note | rest )+ | ( note_connection | cresc_decrec |
tempo | sub_tempo | dynamics | tempo_dynamics | measure_over ) * ) * >
<!ATTLIST sub_measure %voice_num: >

<!ENTITY % length_select 'length ( whole | half | quarter | eighth |
sixteenth | 32nd | 64th ) "quarter"' >
<!ENTITY % dot_number 'dot ( one | two | three | four ) #IMPLIED' >
<!ENTITY % pole_direction 'direction ( up | down ) "up"' >
<!ENTITY % accidentals_select 'accidentals ( flat | sharp | natural ) #IMPLIED' >
<!ENTITY % note_emphasis 'emphasis ( ornaments | fermata | accent | tenuto |
staccato | staccatissimo | mezzo_staccato | fz | sfz | rfz ) #IMPLIED' >
<!ENTITY % note_lyric1 'lyric1 CDATA #IMPLIED' >
<!ENTITY % note_lyric2 'lyric2 CDATA #IMPLIED' >
<!ENTITY % note_lyric3 'lyric3 CDATA #IMPLIED' >
<!ENTITY % note_lyric4 'lyric4 CDATA #IMPLIED' >
<!ENTITY % note_lyric5 'lyric5 CDATA #IMPLIED' >
<!ENTITY % note_tone 'tone_name ( C | D | E | F | G | A | B ) #IMPLIED' >
<!ENTITY % note_octave 'octave ( min2 | min1 | zero | plus1 | plus2 ) "zero"' >
<!ELEMENT note EMPTY >
<!ATTLIST note %length_select:
                %dot_number:
                %pole_direction:
                %accidentals_select:
                %note_emphasis:
                %note_lyric1:
                %note_lyric2:
                %note_lyric3:
                %note_lyric4:
                %note_lyric5:
                %note_tone:
                %note_octave: >

<!ENTITY % rest_level 'level_name ( minus1 | zero | plus1 ) "zero"' >
<!ELEMENT rest EMPTY >
<!ATTLIST rest %length_select:
                %dot_number:
                %rest_level: >

<!ENTITY % connection_name 'connection ( slur_tie | division | portamento |
duplet | triplet | quadruplet | quintuplet |
septuplet ) #REQUIRED' >

```

```

<!ENTITY % up_down_select ' up_down ( up | down ) "down" >
<!ELEMENT note_connection ( note | rest ) + >
<!ATTLIST note_connection %connection_name:
                    %up_down_select: >

<!ENTITY % cresc_decrec_select ' select ( cresc | decrec ) #REQUIRED >
<!ELEMENT cresc_decrec ( note+ | rest+ | note_connection* ) * >
<!ATTLIST cresc_decrec %cresc_decrec_select: >

<!ENTITY % tempo_term ' term ( Grave | Largo | Lento | Adagio | Larghetto |
                    Adagietto | Andante | Andantino | Sostenuto |
                    Comodo | Moderato | Allegretto | Animato |
                    Allegro_moderato | Allegro | Allegro_assai |
                    Allegro_vivace | Vivace | Presto | Prestissimo )
                    #IMPLIED >
<!ELEMENT tempo EMPTY >
<!ATTLIST tempo %tempo_term: >

<!ENTITY % tempo_change ' change ( rit. | rall. | riten. | accel | tempo_I |
                    Tempo_Primo | A_tempo | piu_Allegro | piu_mosso |
                    piu_lento | meno_moso | ad_lib. | tempo_rubato |
                    tempo_di_rubato ) #IMPLIED >
<!ELEMENT sub_tempo EMPTY >
<!ATTLIST sub_tempo %tempo_change: >

<!ENTITY % dynamics_terms ' terms ( ppp | pp | p | mp | mf | f | ff | fff |
                    fp | dim. ) #IMPLIED >
<!ELEMENT dynamics EMPTY >
<!ATTLIST dynamics %dynamics_terms: >

<!ENTITY % tempo_dynamics_terms ' terms ( allargando | largando | calando |
                    molendo | smorzando | perdendosi ) #IMPLIED >
<!ELEMENT tempo_dynamics EMPTY >
<!ATTLIST tempo_dynamics %tempo_dynamics_terms: >

<!ENTITY % over_terms ' terms ( slur_tie | cresc | decrec ) #REQUIRED >
<!ENTITY % start_end_select ' start_end ( start | end ) #REQUIRED >
<!ELEMENT measure_over EMPTY >
<!ATTLIST measure_over %over_terms:
                    %up_down_select:
                    %start_end_select: >

```