

사용자 청각특성 및 시각특성에 따른 MPEG-21 디지털 아이템 적응

남제호, 김해광*, 노용만**, 홍진우

한국전자통신연구원 방송미디어연구부

*세종대학교 컴퓨터공학부

**한국정보통신대학원대학교 멀티미디어 그룹

MPEG-21 Digital Item Adaptaiton for User's Audio and Visual Accessibilities

Jeho Nam, Hae-Kwang Kim*, Yong Man Ro** and Jin-Woo Hong

Electronics and Communications Research Institutes (ETRI),

*Computer and Science Engineering, Sejong Univserisy,

**Multimedia Group, Information & Communication University

E-mail: namjeho@etri.re.kr

요약

디지털방송 서비스 기술의 급속한 발전은 시청자 취향 및 특성을 고려한 시청자 중심의 맞춤형 방송 서비스 제공을 가능하게 한다. 방송콘텐츠는 시청자의 특성 및 사용환경 정보들을 기반으로, 방송콘텐츠를 구성하는 오디오 및 비주얼 신호를 적응(adaptation) 변환하여 보다 개인화된 형태로 가공된 후 시청자에게 제공되어질 수 있다. 본 논문에서는 현재 표준화 작업이 진행 중인 MPEG-21 Digital Item Adaptation (DIA) 표준 기술에서 정의된 사용자 특성 정보들 중에서 '접근성(accessibility)'에 해당하는 사용자의 청각특성 및 시각특성 정보의 기술개요를 설명한다.

1. 서론

최근 디지털방송 서비스 기술의 급속한 발전은 시청자 취향 및 특성을 고려한 맞춤형 방송 서비스 제공을 가능하게 한다. 개인화된 방송콘텐츠는 특정 채널 및 프로그램 장르 등에 대한 사용자의 선호도(preference)에 따른 프로그램 예약, 검색 및 필터링 기술뿐 아니라, 사용자 특성 및 사용환경 정보들을 기반으로한 방송콘텐츠의 적응(adaptation) 변환 서비스도 가능하다.

본 논문에서는 현재 표준화 작업이 진행 중인 MPEG-21 Digital Item Adaptation (DIA) (ISO/IEC 21000:7)의 사용자 특성 (user characteristics) 정보들 중, 디지털 아이템(Digital Item)에 대한 사용자의 '접근성(accessibility)'과 관련된 MPEG-21 DIA 표준화 기술의 진행 상황과 향후 디지털 방송기술에 접목될 관련 응용분야 등을 소개한다.

MPEG-21 DIA 의 '접근성(accessibility)'은 크게 사용자의 청각능력 및 시각능력 특성정보를 기술하고 있다. 먼저 사용자의 청각능력 특성정보는 청력테스트에서 널리 사용되고 있는 청력도(audiogram)을 XML 스키마로 정의하여 특정 주파수 대역에서의 사용자의 청력특성 정보를 서술한다. 이러한 사용자 청력특성 정보를 기반으로 사용자의 제한된 청력감도(hearing sensitivity)를 최대한 보완해줄 수 있도록, 디지털 아이템에 포함된 음성 신호 및 오디오 콘텐츠를 주파수 대역에서 분석 처리하여 사용자 개개인의 청각특성에 적응(adaptation) 변환된 디지털 아이템으로 가공한 후 사용자에게 제공하게된다.

한편 사용자의 시각능력 특성정보는 크게 사용자의 실명(blindness) 여부, 저시력(low vision) 및 색각(color vision deficiency) 장애 특성들을

XML 스키마로 정의 기술한다. 사용자가 심각한 시력손실이나 저시력 장애 특성을 갖고 있는 경우에는 디지털 아이템에 포함된 영상 및 문자 정보를 오디오나 음성정보 등으로 대체 혹은 변환(modality conversion)하여 제공해줄 수 있으며, 미약한 저시력 장애나 색맹/색약 장애특성을 갖는 경우에는 적절한 영상처리기법을 통하여 영상 및 문자정보의 크기, 색상 및 품질 등을 향상시킴으로서 사용자의 시각능력 특성에 적응된 디지털 아이템으로 변환하여 사용자에게 제공해줄 수 있다.

MPEG-21 DIA 표준화 작업 일정은 2002년 12월에 위원회 표준안(committee draft; CD)을 거쳐 최종적으로 2003년 7월 경에 국제표준화규격(international standard; IS)으로 제정될 예정이다.

2. MPEG-21 Digital Item Adaptation (DIA)

DIA 처리 과정은 기능적으로 크게 '리소스 적응 엔진(resource adaptation engine)'과 '서술자 적응 엔진(descriptor adaptation engine)'으로 분류될 수 있다[1]. 사용자 특성 및 터미널 및 단말 등의 사용(자) 환경 정보를 기술한 'DIA 서술자 툴(description tool)'에 기반하여, 입력 디지털 아이템은 리소스 및 서술자 변환 과정을 거쳐 최종적으로 수정 또는 적응(adaptation) 변환된 디지털 아이템으로 출력된다. DIA의 개념적 구조는 아래 그림 1에서 도시된다.

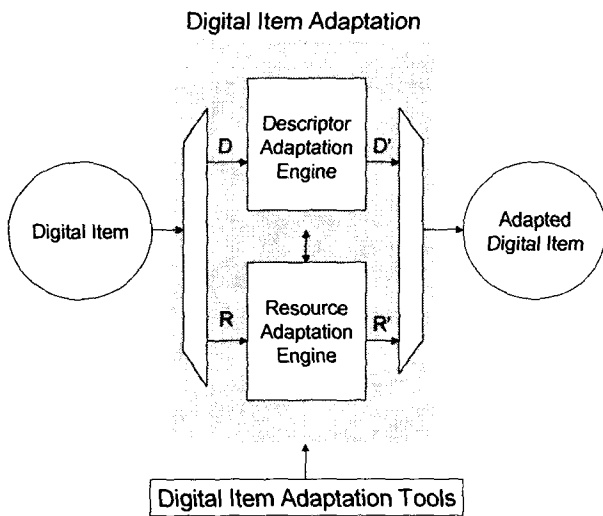


그림 1: Digital Item Adaptation 구조도

적응 엔진들 자체는 직접적인 DIA 표준화 대상은 아니지만, 리소스 적응, 서술자 적응 및

QoS 관리의 관점에서 DIA 기능을 제공하는 서술자 및 포맷 독립적인 메커니즘의 고려는 DIA 기술의 요구사항 범위 안에 있다.

3. Accessibility and Personalization Attributes

MPEG-21 DIA에서 정의된 사용자 특성(user characteristics) 정보는 사용자의 콘텐츠 선호, 재생 선호, 접근성 및 이동성에 대한 정보들을 정의 기술한다[1]. 이들 사용자 특성 정보 중 '접근성(accessibility)'은 사용자의 제한된 청각(auditory) 및 시각(visual) 능력 특성들을 기술하는 것이다. 구체적으로는 사용자의 청력 및 시력 장애특성을 분석 기록하여, 사용자의 손실된 청각 및 시력정도를 고려한 오디오 및 비주얼 리소스의 적응(adaptation) 변환에 필요한 신호처리 과정을 통하여, 최종적으로 디지털 아이템의 소비시 사용자의 청각 및 시각능력을 최대한 보완해 줄 수 있도록 하는 것이다.

사용자의 청력특성 정보는 청력측정에 일반적으로 사용되는 '청력도(audiogram)'를 XML 형태로 기술하며, 사용자의 시력특성은 크게 '실명(blindness)', '저시력(low vision)' 및 '색각 장애(color vision deficiency)' 정보들로 분류, 기술된다[2,6].

4. 청력 장애 (Auditory Impairment) 특성

4.1 청력도(Audiogram)

청력도(audiogram)란 청력손실 정도를 측정하고 평가하는데 일반적으로 사용되고 있는 '청감도(hearing sensitivity)'를 도시해주는 그래프 형태의 기록 방법이다. 그림 2는 청력도의 일반적인 예를 보인다. 청력손실의 정도는 오디오 신호가 감지되기 시작하는 소리 강도를 측정하여 decibel (dB) 레벨의 '청력임계치 (hearing threshold)' 값으로 기록한다. 즉 청력도는 언어 이해 및 여러가지 환경음향 등에 있어서 중요한 역할을 하는 여러 주파수 대역들에 걸쳐 측정된 소리 강도의 청력임계치값들로 도시된 것이다. 일반적으로 모든 주파수 대역에 걸쳐 0~20dB의 청감도를 갖는 경우, 정상 청력으로 간주된다. 즉 어떠한 주파수 범위에서 청력임계치가 20dB 이하인 경우 '청력손실'을 갖고 있다고 간주되는 것이다.

여기서 고려되는 청력손실의 원인은 내이에 전달되는 청신경세포나 청신경의 손상으로 유발된 '감음 신경성 난청 (sensorineural hearing loss)'의 경우만으로 국한한다. 이 경우 소리의

Hearing Thresholds of a Person with Hearing in the Normal Range

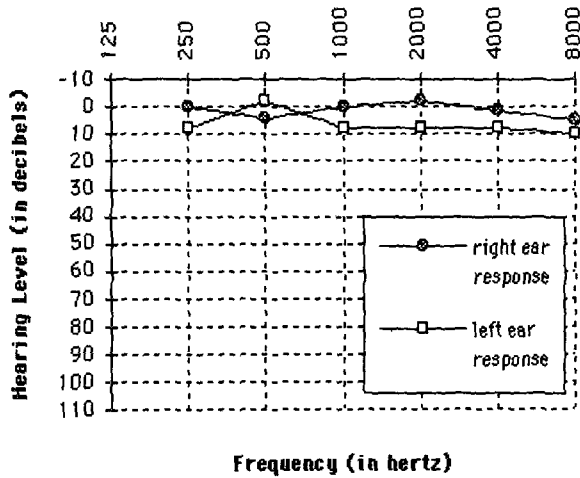


그림 2: 청력도(audiogram)

증폭을 통하여 약화된 청각기능을 보완할 수 있다. 일반적으로 외이나 중이에 질환이 생겨 소리 전달되는 과정에 손상이 발생한 '전음성 난청 (conductive hearing loss)'의 경우에는 수술로만 복원이 가능하다.

미약한 청력손실 장애의 경우(26~45dB), 가까운 거리에서 화자의 얼굴을 볼 수 있는 1:1 대화는 이해할 수 있으나, 누군가 먼 거리에서 혹은 부드러운 목소리로 대화할 때에는 청력에 어려움을 느끼게 된다. 또한 배경 잡음이 있는 경우에도 대화 내용을 제대로 이해하는데 어려움을 겪는다.

또한 중간정도의 청력손실 장애의 경우(45~65dB), 배경소음이 없는 조용한 상태의 일반적인 대화 내용을 듣고 이해하는 데에도 어려움을 겪는다. 특히 배경소음이 있는 경우에는 청력에 큰 어려움을 겪게 된다.

심각한 청력손실 장애의 경우(66~85dB)에는 모든 상황에서 청력에 어려움을 가지게 되며 화자가 아주 가까운 거리에서 매우 큰 소리로 말할 경우만을 겨우 감지할 수 있는 상태이다. 또한 연설이나 일반적인 환경음향 등은 거의 들을 수 없을 정도이며, 사실 이러한 청력장애 정도를 겪는 사람들은 대개 일반적인 의사소통의 방법으로서 청력에 의존하지 않는 경우가 많다.

4.2 Description Tool for Auditory Impairment

사용자의 청력특성을 측정 기록하는 '청력도 (audiogram)'는 컴퓨터가 읽고 처리할 수 있는 형태로 기술되어져 하며, 또한 서로 다른 플랫폼 상에서의 '상호운용성(interoperability)'이 보장되

어야한다. MPEG-21 DIA 표준화규격에서는 XML 형태로 이러한 서술정보를 정의 기술한다.

현재 DIA WD 3.0 작업문서에 정의된 서술자의 청력장애 특성의 XML 스키마 구조는 다음과 같다[1,3].

```

<complexType name="AuditoryImpairmentType">
  <sequence>
    <element name="RightEar"
      type="dia:AudiogramType">
      <element name="LeftEar"
        type="dia:AudiogramType">
    </sequence>
  </complexType>

<complexType name="AudiogramType">
  <sequence>
    <element name="Freq125Hz" type="float"
      minOccurs="0"/>
    <element name="Freq250Hz"
      type="float"/>
    <element name="Freq500Hz"
      type="float"/>
    <element name="Freq1000Hz"
      type="float"/>
    <element name="Freq1500Hz"
      type="float"
      minOccurs="0"/>
    <element name="Freq2000Hz"
      type="float"/>
    <element name="Freq3000Hz"
      type="float"
      minOccurs="0"/>
    <element name="Freq4000Hz"
      type="float"/>
    <element name="Freq6000Hz"
      type="float"
      minOccurs="0"/>
    <element name="Freq8000Hz"
      type="float"/>
  </sequence>
</complexType>
  
```

사용자의 청력특성은 좌, 우측 청력들에 대하여 각각 기술되어진다. 그림 2 에서 보여진 청력도(audiogram)의 가로축 주파수 대역들 중 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 1500Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz, 6000Hz 및 8000Hz 에 해당하는 각각의 주파수 대역들을 관련 XML 스키마의 요소(element)들로 정의하고, 이에 해당하는 세로축의 소리강도의 decibel(dB) 값을 기록한다.

DIA 리소스 적응엔진(그림 1 참조)은 위와 같은 XML 스키마 구조에 따라 XML 형태로 서술된 사용자의 청력특성 정보를 이용하여, 입력 디지털 아이템의 오디오 리소스 신호정보를 대상으로 적응(adaptation) 변환처리를 하게 된다. 즉 특정 주파수 대역에서 사용자의 청력도에 기록된 소리강도가 20dB 미만인 경우, DIA 리소스 적응엔진은 오디오 신호를 주파수 대역에서 분석하여, 해당 주파수 대역의 신호강도를 증폭시키게 된다. 오디오 콘텐츠의 신호특성 자체를, 청력도에 기록된 사용자의 청력특성에 맞게 적응변환시킴으로

서, 난청 등의 청력손실을 갖는 사용자는 자신의 청력특성에 맞춤화(개인화)된 오디오 콘텐츠를 소비할 수 있게 된다.

5. 시력 장애 (Visual Impairment) 특성

사용자의 시각능력 특성은 다양한 시력장애 종류 및 특성에 따라 분류 정의된다. 크게 사용자가 ‘실명(blindness; 盲人)’인 경우, ‘저시력 장애(low vision impairment)’인 경우 및 ‘색각장애(color vision deficiency)’인 경우 등의 세 가지 장애특성으로 분류된다[6].

첫번째 ‘실명 장애’의 경우에는 시력이 상실된 좌·우측 실명 여부를 기술한다. 실명 사용자에게 영상 및 문자 등의 비주얼 리소스로 구성된 디지털 아이템이 제공될 경우, DIA 처리 과정을 거쳐 비주얼 리소스 대신에 오디오 리소스만을 추출하여 제공하거나, 모달리티 변환(modality conversion), 즉 Video-to-Audio 변환 등의 처리를 통하여 비주얼 정보 대신에 오디오 형태로 치환된 정보를 제공해준다. 또한, 문자(text) 정보의 경우에는 TTS(Text-To-Speech) 등의 변환 처리 과정을 통하여 오디오 형태로 제공해줄 수 있게된다.

다음은 ‘저시력 장애(low vision)’와 ‘색각장애(color vision deficiency)’에 국한하여 현재 MPEG-21 DIA WD 3.0 및 AM 3.0 에 정의된 서술구조를 설명한다[1,2].

5.1 저시력 장애 (Low Vision Impairment)

일반적으로 ‘저시력(low vision)’ 장애란 안경이나 콘택트 렌즈 등에 의한 시력 교정 및 의약품이나 안과시술 등의 치료로도 약화된 시력을 보완할 수 없는 상태의 시력장애 특성을 뜻한다. 저시력증을 갖는 경우, 사물들이 희미하게 보이거나, 변형 혹은 불완전하게 보여진다. 일반적으로 노안(老眼), 백내장(白內障; cataract), 황반변성(黃斑變性; macular degeneration), 당뇨병성 망막병증(diabetic retinopathy), 녹내장(綠內障; glaucoma) 등의 후천적 혹은 선천적 안질환이나 기타 신체질환들에 의하여 저시력 장애가 야기된다. 그림 3 은 대표적인 저시력 증후의 모의실험(simulation) 결과를 보여준다.

그림 3 에서 보여지듯이 ‘백내장’에서 나타나는 주요 증후(symptom)는 전체적으로 시력이 흐릿해져 사물을 상세히 인식할 수 없게 된다. 또한 ‘노안’의 경우, 대비도(contrast)와 밝기(light)에 대한 감도(sensitivity)가 떨어져 사물을 자세히 인식할 수 없게 된다. ‘당뇨성 망막병증’의 대표적인 증후로는 시계(視界) 중심 부분에 ‘scotoma’라고 불리는 검은 반점들이 생겨나

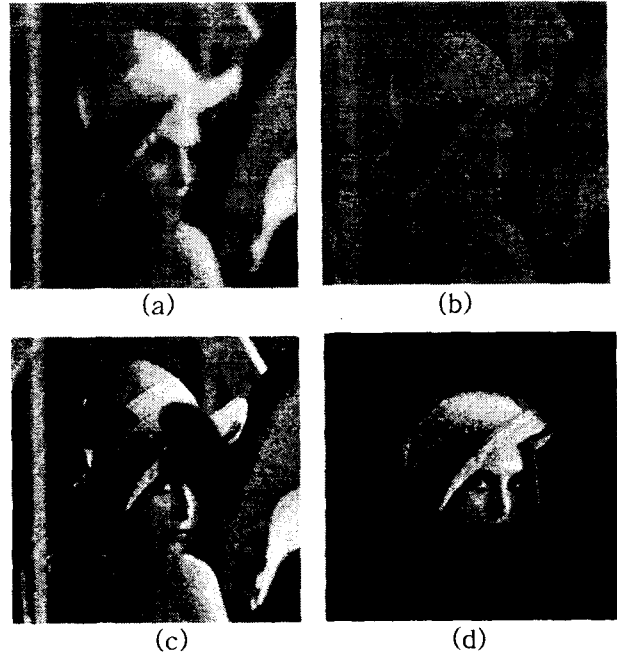


그림 3: 저시력 장애 징후: (a) 백내장 (b) 노안 (c) 당뇨병 망막병증 (d) 녹내장

는 이상 증후를 보인다. 또한 ‘녹내장’ 및 ‘망막색소상피 변성증(retinitis pigmentosa)’의 경우 시계의 주변 부분이 상실되는 ‘tunnel vision’ 효과가 생겨나 시계가 좁아짐으로서 이동 시 큰 불편을 갖게된다.

5.2 색각 장애 (Color Vision Deficiency)

전체 인구 중 남성은 8%, 여성은 0.5%가 ‘색각장애(color vision deficiency)’를 유전적으로 가지고 태어난다. 즉, 색각장애는 20 명 중 한 명 꼴로 겪고 있는 시각장애이다. 이 중 적색과 녹색 색각 장애가 전체의 99%를 차지 한다.

정상인의 경우 색을 감지하는 기능을 갖는 원추세포가 적색, 녹색, 청색 3 가지 색 모두를 정상적으로 감지할 수 있는 반면, ‘색약(色弱)’ 장애의 경우 적색, 녹색, 청색들 중 한 가지 또는 두 가지 이상의 색을 감지하는 원추세포의 기능이 떨어지기 때문에, 해당되는 색이 다른 색과 인접해 있으면 구별이 힘들게 된다.

반면 ‘색맹(色盲; color blindness)’은 적색, 녹색, 청색들 중 한 가지 또는 두 가지 이상의 색을 감지하는 원추세포가 없기 때문에 그에 해당하는 특정 색을 인식할 수 없다.

그림 4 는 일반인이 인지하는 스펙트럼과 적색맹(protanopia), 녹색맹(deutanopia), 청색맹(tritanopia) 장애자가 인지하는 스펙트럼들의 비교를 보여주고 있다. 그림 4 에서 보여지듯이,

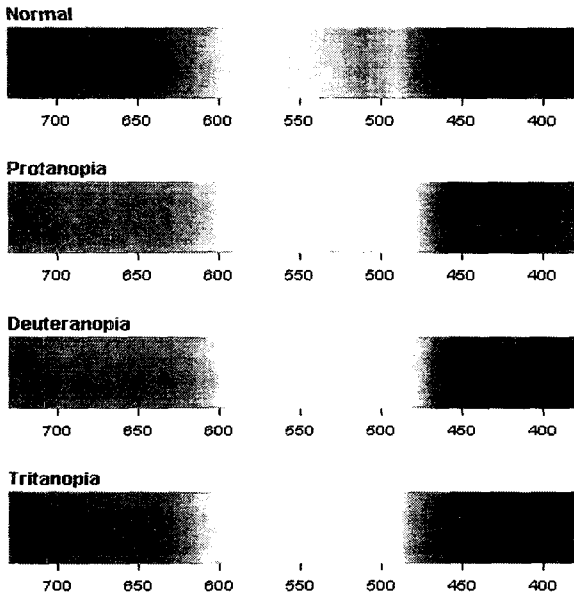


그림 4: 일반인(normal)이 인지하는 스펙트럼과 적색맹(protanopia), 녹색맹(deuteranopia), 청색맹(tritanopia) 장애자가 인지하는 스펙트럼

적색맹과 녹색맹의 경우, 감지되는 적색 및 녹색이 모두 조금씩 다르게 되어 구분이 어려워진다. 또한 청색맹의 경우 녹색 및 청색에 해당하는 스펙트럼 부분의 색들이 조금씩 바뀌었음을 알 수 있다.

그림 5는 실제 '적색맹' 색각장애를 갖는 사용자가 사물을 보았을 때의 색 인식 상태를 모의 실험한 결과를 보여준다. 적색의 꽃과 녹색의 배경이 모두 유사한 색으로 보여져 꽃의 존재를 판별하기 어렵게 된다.



그림 5: 적색맹 장애의 색 인지 모의실험 결과

5.2 Description Tool for Visual Impairment

MPEG-21 DIA에서 현재 정의된 사용자의 시력장애 특성 서술자의 XML 스키마 구조는 다음과 같다. 저시력(low vision) 장애의 특성과 종류는 저시력 장애에서 공통적으로 발견되는 여러

가지 '증후(symptom)'들로 서술되어진다. 각각의 증후들의 정도(degree)는 mild, medium, severe, 세 가지 레벨로 정의 기술된다. 저시력 장애를 병명(病名)으로 서술하기에는 저시력 장애의 종류가 너무나 많을뿐더러, 사용자가 자신의 저시력 장애 병명과 특성을 정확히 알고 있어야 하기 때문에 실제적이지 못할 수 있다. 그러므로 저시력 장애에서 공통적으로 나타나는 대표적인 증후들의 조합으로 사용자는 자신의 시력장애 특성을 효과적으로 묘사할 수 있으며, DIA 처리기에서는 적절한 리소스 적응변환 처리가 가능하게 된다. 현재 저시력 장애와 관련된 MPEG-21 DIA 핵심실험(core experiment; CE)가 수행중에 있으며, 63차 MPEG 회의에서 그 결과를 보고할 예정에 있다 [7].

```

<complexType name="LowVisionImparimentType">
  <sequence>
    <element name="LossOfFineDetail"
      type="SymptomDegreeType"
      minOccurs="0"/>
    <element name="LackOfContrast"
      type="SymptomDegreeType"
      minOccurs="0"/>
    <element name="LightSensitivity"
      type="SymptomDegreeType"
      minOccurs="0"/>
    <element name="NeedOfLight"
      type="SymptomDegreeType"
      minOccurs="0"/>
    <element name="PartialVisionLoss"
      minOccurs="0"/>
    <complexType>
      <sequence>
        <element name="Center"
          type="SymptomDegreeType"
          minOccurs="0"/>
        <element name="Peripheral"
          type="SymptomDegreeType"
          minOccurs="0"/>
        <element name="Hemianopia"
          minOccurs="0">
          <complexType>
            <sequence>
              <attribute name="side">
                <simpleType>
                  <restriction
                    base="string">
                      <enumeration
                        value="left"/>
                      <enumeration
                        value="right"/>
                    </restriction>
                </simpleType>
              </attribute>
              <attribute name="level"
                type="dia:SymptomDegreeType"/>
            </sequence>
          </complexType>
        </element>
      </sequence>
    </complexType>
  </sequence>
</complexType>

<simpleType name="SymptomDegreeType">
  <restriction base="string">
    <enumeration value="mild"/>
    <enumeration value="medium"/>
  </restriction>
</simpleType>

```

```

<enumeration value="severe"/>
</restriction>
</simpleType>

```

한편, '색각장애' 특성을 서술하는 MPEG-21 DIA 서술자의 XML 스키마는 아래와 같이 정의되어진다[1,4].

```

<complexType name="ColorVisionDeficiencyType">
  <sequence>
    <element name="DeficiencyType">
      <simpleType>
        <restriction base="string">
          <enumeration value="Red-Deficiency"/>
          <enumeration value="Green-Deficiency"/>
          <enumeration value="Blue-Deficiency"/>
          <enumeration value="CompleteColorBlindness"/>
        </restriction>
      </simpleType>
    </element>
    <element name="DeficiencyDegree">
      <complexType>
        <choice>
          <element name="NumericDegree" type="mpeg7:zeroToOneType"/>
          <element name="TextualDegree">
            <simpleType>
              <restriction base="string">
                <enumeration value="Severe"/>
                <enumeration value="Mild"/>
              </restriction>
            </simpleType>
          </element>
        </choice>
      </complexType>
    </element>
  </sequence>
  <attribute name="RightSight" type="float" use="optional"/>
  <attribute name="LeftSight" type="float" use="optional"/>
</complexType>

```

색각장애의 색 종류는 적색, 녹색, 청색의 세 가지 색에 해당하는 파장 길이로 분류되고, 색각장애의 정도(degree)는 '색약' 장애의 경우는 mild, '색맹' 장애의 경우는 severe 형태로 표현 가능하며 또한 0~1 사이의 수치값으로도 기술할 수 있다. 이렇게 XML 형태로 서술된 사용자의 색각장애 특성을 기반으로 DIA 의 리소스 적응 처리 엔진은 비주얼 리소스의 해당 색을 다른 색으로 적응 변환 처리되어 바뀌게 된다[5].

6. 결론

본 논문에서는 현재 국제 표준화 작업이 진행 중인 MPEG-21 DIA (ISO/IEC 21000:7)에서 정의된 디지털 아이টে에 대한 사용자의 '접근성(accessibility)'에서 다루고 있는 사용자 청각특

성 및 시각특성에 대한 표준화 기술을 소개하였다.

방송·통신 융합 서비스 프레임워크 상의 방송 서비스 기술의 발전은 사용자가 휴대용 이동단말기 등을 통하여 언제 어디서나 사용자 자신의 취향 및 특성에 맞도록 가공 처리된 방송콘텐츠를 소비할 수 있는 환경을 이루게 한다. 또한 방송콘텐츠는 청각 및 시각특성 등 사용자의 지각 능력에 최적화된 '적응(adaptation)' 변환 과정을 통하여 가공됨으로써, 맞춤형 방송콘텐츠의 개인화된 소비 효과는 극대화 될 수 있다.

MPEG-21 DIA 국제표준화 작업은 현재 작업안(working draft; WD) v3.0 및 적용모델(adaptation model) v3.0 이 지난 62 차 회의에서 발표되었고, 63 차 회의에서 위원회 표준안(committee draft; CD)가 발표될 예정이다. 최종적으로 2003 년 7 월 경 국제표준화규격(international standard; IS)으로 제정될 계획이 다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 논문은 정보통신부 지원 "MPEG-21 기반 방송·통신 융합 서비스 프레임워크 기술 개발" 과제의 수행결과로써, 공동연구수행기관인 강원대학교, 서울시립대학교, 세종대학교, 서울대학교, (주)인터넷정보 및 한국정보통신대학교 관계자 여러분께 감사의 글을 드립니다

참고 문헌

- [1] "MPEG-21 Digital Item Adaptaion WD v3.0," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N5178, Shanghai, October 2002.
- [2] "MPEG-21 Digital Item Adaptaion AM v3.0," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N5179, Shanghai, October 2002.
- [3] "Audio Description Scheme for MPEG-21 DIA," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M8265, Fairfax, May 2002.
- [4] "MPEG-21 DIA for Color Vision Deficiency," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M8303, Fairfax, May 2002.
- [5] "Report on CE for Visual Accessibility - Part 1: Color Vision Deficiency," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M8643, Klagenfurt, July 2002.
- [6] "Report on CE for Visual Impairment," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M8958, Shanghai, October 2002.
- [7] "Work plan for Low Vision Impairment," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N5185, Shanghai, October 2002.