

CC/PP와 어노테이션을 이용한 웹 문서의 트랜스코딩

김희모[†], 송특섭^{**}, 이경호^{***}, 최윤철^{****}

요 약

본 논문에서는 웹 문서를 다양한 종류의 디바이스에 적합하도록 동적으로 변환하는 트랜스코딩 방법을 제안한다. 이를 위하여 디바이스의 컨텍스트 정보를 표현하기 위한 웹 표준인 CC/PP프로파일을 지원한다. 또한 보다 정교한 수준의 맞춤형 서비스를 지원하기 위하여 원본 콘텐츠에 대한 부가적인 정보를 기술할 수 있는 어노테이션을 정의한다. 한편 제한된 크기의 화면을 가진 모바일 디바이스를 위해서 웹 페이지는 다수의 작은 페이지로 분할된다. 제안된 방법은 분할된 다수의 페이지에 대한 계층적 정보인 네비게이션 맵을 동적으로 생성한다. 다양한 웹 콘텐츠를 대상으로 실험한 결과, 제안된 방법은 네비게이션의 편의성과 트랜스코딩 성능의 두 가지 측면에서 우수하였다.

Transcoding Web Documents Using CC/PP and Annotation

Hwe-Mo Kim[†], Teuk-Seob Song^{**}, Kyong-Ho Lee^{***}, Yoon-Chul Choy^{****}

ABSTRACT

This paper presents a transcoding method that dynamically adapts Web pages to various devices. The proposed method is based on a CC/PP profile that is a standard description of a device's context information. Additionally, to support a sophisticated transcoding, we define an annotation schema for representing additional information about original contents. Since a mobile device has a screen of limited size, A Web page is splitted into many small ones. Our method constructs a navigation-map that represents the hierarchical relations among the splitted pages. Experimental results with various Web contents show that the proposed method is superior in terms of user's convenience of navigation and the transcoding quality.

Key words: CC/PP, Annotation(어노테이션), Mobile Browsing(모바일 브라우징), Transcoding(트랜스코딩), Navigation(네비게이션)

1. 서 론

무선 네트워크 및 모바일 컴퓨팅 기술의 발전에 힘입어 언제 어디서든 웹에 접근할 수 있는 환경이 조성되고 있다. 예를 들어, 핸드폰, PDA 등의 모바일 디바이스를 통하여 인터넷에 접속할 수 있다. 한편

기존 웹 콘텐츠는 주로 데스크탑 환경에 맞추어 개발되었기 때문에 제한적인 자원을 갖는 모바일 디바이스에는 부적합하다. 따라서 모바일 환경에서 웹의 효과적인 활용을 위해서는 기존 웹 콘텐츠를 모바일 디바이스에 맞추어 적절히 변환할 수 있는 트랜스코딩 방법이 필요하다[1,2].

※ 교신저자(Corresponding Author): 이경호, 주소: 서울시 서대문구 신촌동 134번지(120-749), 전화: 2123-5712, FAX: 365-2579, E-mail: khlee@cs.yonsei.ac.kr
접수일: 2004년 5월 27일, 완료일: 2004년 8월 20일

[†] 준회원, 삼성전자 근무

(E-mail: hmkim@icl.yonsei.ac.kr)

^{**} 연세대학교 대학원 컴퓨터학과 박사과정

(E-mail: teukseob@rainbow.yonsei.ac.kr)

^{***} 정회원, 연세대학교 컴퓨터학과 조교수

^{****} 종신회원, 연세대학교 컴퓨터학과 교수

(E-mail: ycchoy@rainbow.yonsei.ac.kr)

※ 이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음.(KRF-2003-041-D00533)

모바일 디바이스는 표현 가능한 콘텐츠의 종류 및 화면 크기 등 다양한 측면에서 제약을 갖는다. 예를 들어, 그림 1과 같이 일반적으로 웹 콘텐츠는 모바일 디바이스에서 제대로 표현되지 않을 뿐만 아니라 표현된다고 해도 사용자에게 과도한 화면 스크롤을 요구한다. 이에 디바이스가 지원하는 하드웨어 및 소프트웨어는 물론이고 다양한 컨텍스트(context) 정보를 기술한 프로파일(profile)[3]에 따라 콘텐츠를 적절히 가공하여 전달하여야한다. 최근 들어 이와 같은 프로파일을 기술하기 위한 웹 표준으로 CC/PP (Composite Capability/Preference Profile)[4]가 제안되었다.

기존의 웹 콘텐츠는 모바일 디바이스에서 표현할 수 없는 다양한 종류의 멀티미디어 개체를 포함하거나 복잡한 레이아웃을 갖는다. 따라서 다양한 종류의 디바이스를 대상으로 정교한 수준의 트랜스코딩을 지원하기 위해서는 원본 콘텐츠를 구성하는 멀티미디어 개체에 대한 대체 리소스 또는 레이아웃에 대한 정보 등이 필요하다. 일반적으로 원본 콘텐츠에 대해서 부연 설명한 이와 같은 정보를 어노테이션(annotation)이라고 한다[5].

트랜스코딩 관련 기존 연구 중에서 CC/PP 프로파일과 어노테이션을 모두 지원하는 것은 거의 전무하다. 한편 기존 연구의 대부분은 웹 콘텐츠를 모바일 디바이스의 화면 크기를 고려하여 다수의 작은 페이지로 분할한다. 따라서 사용자는 자신이 원하는 정보를 찾기 위해서 분할된 다수의 페이지를 추가로 탐색

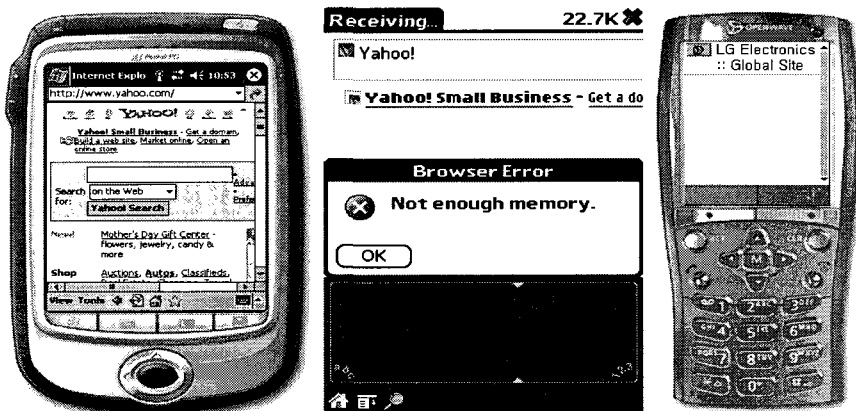
하여야 한다.

트랜스코딩된 다수의 페이지로부터 사용자가 원하는 정보를 보다 쉽고 빠르게 찾을 수 있도록 도와주는 방법이 필요하다. 이를 위해서 본 논문에서는 원본 콘텐츠를 다수의 페이지로 분할할 때 분할된 페이지의 의미와 원본에서의 위치정보를 기술한 네비게이션 맵을 생성한다. 특히 제안된 어노테이션은 정교한 트랜스코딩과 효과적인 네비게이션을 지원하기 위해서 원본 콘텐츠에 대한 다양한 정보를 기술할 수 있도록 설계되었다. 그림 2는 CC/PP와 어노테이션에 기반한 제안된 방법의 실행환경을 보여준다.

이에 본 논문에서는 사용자 장치의 능력을 고려하여 표현 불가능한 리소스를 대체할 뿐만 아니라 다양한 크기를 가진 스크린에 맞추도록 원본 페이지를 분할하며 분할된 페이지를 효과적으로 네비게이션 할 수 있도록 트랜스코딩한다.

다양한 웹 콘텐츠를 대상으로 실험한 결과, 제안된 방법은 사용자 편의성과 트랜스코딩의 두 가지 측면에서 우수한 성능을 보였다. 특히 제안된 방법은 화면 크기가 작은 모바일 디바이스를 위해서 원본 콘텐츠로부터 중요한 부분은 우선적으로 보여주고 중요도가 낮은 그룹은 생략한다. 또한 페이지 수 증가로 탐색하는데 오랜 시간이 걸리는 것을 막기 위해서 네비게이션 맵을 제공하여 보다 효율적인 사용자 인터페이스를 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 사용자



(a)과다한 화면 스크롤이 필요한 예

(b)적은 용량의 메모리 때문에 웹 콘텐츠를 브라우저하지 못한 예

(c)웹 페이지가 전혀 표시되지 않는 경우

그림 1. 기존 웹 콘텐츠를 모바일 디바이스를 통하여 브라우징한 예

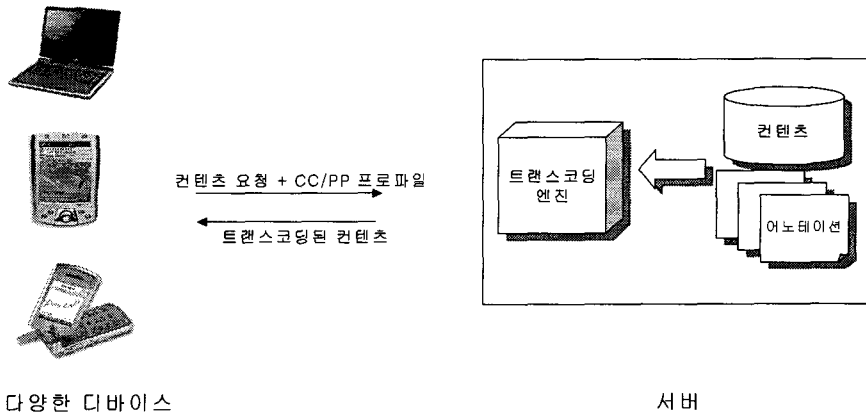


그림 2. CC/PP와 어노테이션에 기반한 트랜스코딩

프로파일을 기술하기 위한 표준인 CC/PP를 소개한다. 또한 트랜스코딩과 관련된 기존 연구를 간략히 기술한다. 3장에서는 웹 콘텐츠에 대한 정보를 기술하기 위해서 제안된 어노테이션 스키마를 자세히 설명한다. 4장에서는 제안된 트랜스코딩 알고리즘을 자세히 기술한다. 5장에서는 제안된 방법의 성능을 분석하고, 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 기술한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 사용자 프로파일의 기술을 위한 W3C(World Wide Web) 표준인 CC/PP를 간략히 소개한다. 또한 기존의 CC/PP나 어노테이션에 기반한 트랜스코딩 관련 연구 결과를 간략히 기술한다.

2.1 CC/PP

CC/PP는 W3C에서 RDF(Resource Description Framework) [6] 를 기반으로 디바이스의 프로파일을 기술할 수 있는 스키마를 정의하는 프레임워크이다. CC/PP 프로파일은 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크 등에 대한 속성(attribute) 정보를 기술한 컴포넌트(component)로 구성된다. 특히 콘텐츠를 디바이스에 따라 변환하기 위해서 디바이스의 정보를 필요로 하는 트랜스코딩에서 CC/PP 프로파일은 중요한 역할을 한다.

예를 들어, 그림 3은 모바일 디바이스를 위해서 CC/PP에 따라 정의한 UAProf(User Agent Profile)[4]

스키마를 이용하여 작성한 프로파일의 예이다. 본 예제는 Palm PDA의 하드웨어 플랫폼, 소프트웨어 플랫폼, 네트워크 특성, 브라우저, WAP 특성, 그리고 푸시 특성을 표현한 6개 컴포넌트로 구성된다. 그림 3(a)의 경우, 화면 크기가 240×320임을 나타내며 그림 3(b)는 해당 디바이스에서 표현할 수 있는 콘텐츠의 종류를 표시한다.

여러 디바이스의 프로파일을 살펴보면 실제로 많은 부분이 동일한 내용으로 이루어져 있는 경우가 있다. 예를 들어, 동일하거나 유사한 디바이스이지만 개별 사용자의 선호를 반영하기 위하여 프로파일의 일부분을 변경할 수 있다. 이런 경우, 서버 측으로 전달되는 프로파일의 대부분은 같은 내용을 가진다. 이를 위해서 CC/PP에서는 공통의 컴포넌트를 공유할 수 있는 방법을 제공한다. 따라서 제한된 대역폭을 갖는 네트워크 환경에서 프로파일을 효율적으로 전송할 수 있다.

2.2 기존의 트랜스코딩 기법

인터넷에 접속하는 디바이스가 다양해짐에 따라 각각의 디바이스에 맞게 웹 콘텐츠를 트랜스코딩하는 방법에 관한 연구가 진행 중이다. 더 나아가 웹 콘텐츠의 지능적인 제공을 위해 디바이스에 관한 정보뿐만 아니라 위치 정보, 사용자의 선호도 등의 보다 넓은 범위의 전달 컨텍스트(delivery context)를 고려한 트랜스코딩에 관한 관심이 증가하고 있는 실정이다. 본 절에서는 표 1과 같이 CC/PP와 어노테이션에 기반한 트랜스코딩 방법을 간략히 소개한다.

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:prf="http://www.wapforum.org/profiles/UAPROF/ccppschem-20010430#"
  <rdf:Description rdf:ID="Palm">
    <prf:component>
      <rdf:Description rdf:ID="HardwarePlatform">      <!-- 하드웨어 플랫폼 폼 관련 속성-->
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.wapforum.org/profiles/UAPROF/ccppschem-20010430#HardwarePlatform"/>
        <prf:TextInputCapable>Yes</prf:TextInputCapable>
        <prf:ImageCapable>Yes</prf:ImageCapable>
        <prf:ScreenSize>240x320</prf:ScreenSize>
        <prf:SoundOutputCapable>Yes</prf:SoundOutputCapable>
      </rdf:Description>
    </prf:component>
    <prf:component>
      <rdf:Description rdf:ID="SoftwarePlatform">      <!-- 소프트웨어 플랫폼 폼 관련 속성-->
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.wapforum.org/profiles/UAPROF/ccppschem-20010430#SoftwarePlatform"/>
        <prf:AcceptDownloadableSoftware>No</prf:AcceptDownloadableSoftware>
        <prf:CcppAccept>
          <rdf:Bag>
            <rdf:li>image/gif</rdf:li>
            <rdf:li>image/peg</rdf:li>
            <rdf:li>text/html</rdf:li>
          </rdf:Bag>
        </prf:CcppAccept>
      </rdf:Description>
    </prf:component>
    <prf:component>
      <rdf:Description rdf:ID="BrowserUA">      <!-- 브라우저 관련 속성-->
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.wapforum.org/profiles/UAPROF/ccppschem-20010430#BrowserUA"/>
        <prf:BrowserName>Microsoft</prf:BrowserName>
        <prf:FramesCapable>Yes</prf:FramesCapable>
        <prf:TablesCapable>Yes</prf:TablesCapable>
      </rdf:Description>
    </prf:component>
    <prf:component>
      <rdf:Description rdf:ID="NetworkCharacteristics">      <!-- 네트워크 관련 속성-->
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.wapforum.org/profiles/UAPROF/ccppschem-20010430#NetworkCharacteristics"/>
      </rdf:Description>
    </prf:component>
    <prf:component>
      <rdf:Description rdf:ID="WapCharacteristics">      <!-- WAP 관련 속성-->
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.wapforum.org/profiles/UAPROF/ccppschem-20010430#WapCharacteristics"/>
      </rdf:Description>
    </prf:component>
    <prf:component>
      <rdf:Description rdf:ID="PushCharacteristics">      <!-- PUSH 관련 속성-->
        <rdf:type
rdf:resource="http://www.wapforum.org/profiles/UAPROF/ccppschem-20010430#PushCharacteristics"/>
      </rdf:Description>
    </prf:component>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

그림 3. Palm PDA 용 CC/PP 프로파일의 예

Hori 등 [5]의 어노테이션 기반 트랜스코딩은 사용자의 컨텍스트 정보를 기술하는 프로파일은 지원하지 않지만 미리 정의된 어노테이션 파일을 참조하여 모바일 디바이스에 맞도록 적절하게 트랜스코딩한다. 특히 저작단계에서부터 저자가 트랜스코딩된 이후의 결과를 확인할 수 있는 저작도구를 지원한다.

Lemlouma와 Layaïda[7]의 NAC(Negotiation and Adaptation Core)는 프랑스의 INRIA에서 논리적 구조를 고려한 전자문서 모델의 개발을 목적으로 한 Opera 프로젝트의 일부분으로 개발된 시스템이다. CC/PP에 기반한 UPS(Universal Profile Schema) 프로파일 스키마를 정의하였다. UPS는 서버측 프로파일과 클라이언트측 프로파일로 나뉘어져 있다. 서버측 프로파일은 어노테이션 정보에 해당되며 맞춤 기법 프로파일(adaptation method profile), 콘텐츠에 대한 정보를 기술한 자원 프로파일(resource profile), 그리고 문서 인스턴스 프로파일(document instance profile)로 구성된다. 클라이언트측 프로파일인 클라이언트 프로파일(client profile), 그리고 클라이언트 자원 프로파일(client resource profile)은 사용자 디

바이스에 관한 설명을 포함한 전달 컨텍스트를 기술한다. NAC에서 지원하는 트랜스코딩은 크게 구조적 트랜스코딩과 미디어 트랜스코딩으로 나누어지는데, 구조적 트랜스코딩은 마크업 언어의 변환을, 미디어 트랜스코딩은 이미지나 동영상의 변환을 의미한다.

INTEL[9]의 CC/PP Toolkit 은 자사의 PCA(Personal Internet Client Architecture) 디바이스에 디바이스 독립적 트랜스코딩 서비스를 제공하기 위한 플랫폼의 개발을 목적으로 진행되었다. MySQL 데이터베이스와 아파치 웹서버 같은 기존 환경을 이용해서 서비스를 제공하는 것이 특징이다. 아파치 웹서버의 플러그인으로 구현된 모듈에서 HTTP 요청과 CC/PP 프로파일을 받아들여 여러 버전의 미리 저작된 콘텐츠 중 하나로 리다이렉션(redirection)하거나 동적인 변환을 위한 펄(Perl) 라이브러리를 이용하여 트랜스코딩하여 사용자에게 제공한다.

Yasuda[10]는 Panda(Portable and Adaptable CC/PP Proxy and Agent) 프로젝트를 통하여 CC/PP에 기반한 디바이스 독립적 트랜스코딩 모델을 구

표 1. CC/PP 또는 어노테이션에 기반한 트랜스코딩 기법

저자	연도	출처	사용자 프로파일	어노테이션 지원 여부	특징
Hori 등 [5]	2000	IBM	×	○	리소스 대체 및 페이지 분할, 저작 단계에서의 변환 확인
Lemlouma와 Layaïda [7]	2001	INRIA	UPS	○	구조적 트랜스 코딩 및 미디어 트랜스 코딩
Intel [9]	2001	INTEL	확장된 CC/PP	×	컨텐츠 선택, 컨텐츠 변환, 동적 컨텐츠 생성
Yasuda [10]	2001	KEIO 대학	간략화된 CC/PP 프로파일	×	이미지 포맷 변환, 이미지 컬러 수 감소, 이미지 크기 감소, HTML의 XHTML-basic으로의 트랜스코딩, 일본어 문자 코드 트랜스코딩, 컨텐츠 요약/추출 등
Korolev와 A. Joshi [11]	2001	MARYLAND 대학	간략화된 CC/PP 프로파일	×	CC/PP 프로파일에 따라 미리 저작해 둔 컨텐츠 중 하나를 선택해서 전송하거나 미리 만들어 둔 XSLT를 적용하여 새로운 컨텐츠를 전송함
Ma 등 [13]	2002	HP	CC/PP와 유사한 프로파일	○	레이아웃 변환, 미디어 변환
Kinno 등 [14]	2003	NTT DOCOMO	CC/PP	×	XACML로 표시된 접근 규칙에 따라 XSLT 생성

현하였다. 자체 개발한 브라우저 SKUNK를 이용하여 프록시 SASA(대나무를 뜻함)에서 실제로 변환이 이루어지는 구조로 되어 있다. INTEL의 경우와 마찬가지로 클라이언트로부터 프로파일과 함께 URL 요청을 받으면 해당 프로파일을 이용해 콘텐츠를 트랜스코딩해서 클라이언트에게 전달한다.

Korolev와 Joshi[11]은 미리 저장된 여러 가지의 콘텐츠 중 CC/PP 프로파일에 따라 적절한 것을 선택하여 제공하거나 미리 기술된 XSLT[12]를 적용하여 변환한 콘텐츠를 제공한다. Ma 등[13]은 CC/PP와 유사한 형태의 프로파일로 사용자의 컨텍스트 정보를 표현하며 이에 따라 모바일 디바이스에 맞도록 적절하게 화면의 레이아웃과 미디어를 트랜스코딩한다.

Kinno 등[14]은 모바일 디바이스를 대상으로 접근 규칙(access rule)에 따라 XML 문서를 변환하는 프레임워크를 제안한다. OASIS(Organization for the Advancement of Structured Information Standards)의 XACML [15]을 이용하여 접근 규칙을 표기한다. 또한 CC/PP 프로파일을 바탕으로 XML 콘텐츠의 변환을 위한 XSLT 스크립트를 동적으로 생성한다.

3. 어노테이션

정교한 수준의 트랜스코딩을 지원하기 위해서는 디바이스의 컨텍스트 정보를 기술한 CC/PP 프로파일은 물론이고 원본 콘텐츠에 대한 정보를 기술할

수 있는 방법이 요구된다. 트랜스코딩 관련 기존 연구의 일부는 콘텐츠 자체로부터 트랜스코딩에 필요한 정보들을 추출하였다[16,17]. 한편 대부분의 콘텐츠들은 저작 단계에서 데스크탑 환경을 위주로 저작되었기 때문에 모바일 디바이스를 위한 정교한 수준의 트랜스코딩에 도움이 되는 정보를 추출하는 데에는 한계를 갖는다.

본 논문은 기존의 몇몇 연구[5,7,13]와 같이 원본 콘텐츠에 대하여 다양한 정보를 기술할 수 있는 어노테이션을 정의한다. 본 논문에서는 별도의 외부 파일 형태로 어노테이션을 기술한다. 이는 콘텐츠와 부가 정보는 분리되는 것이 바람직하며 콘텐츠를 쉽게 갱신할 수 있고 콘텐츠와 독립적으로 어노테이션을 관리할 수 있다는 장점이 있기 때문이다. 어떤 어노테이션 속성을 제공하는가 하는 문제는 결국 트랜스코딩 시스템에서 제공하는 변환의 종류를 결정한다. 본 논문은 XML Schema[18]를 이용하여 어노테이션 기술 문법을 정의하였다. 제안된 어노테이션의 구조는 그림 4와 같다.

제안된 어노테이션 스키마는 웹 페이지를 구성하는 논리적 및 물리적 그룹을 표현하기 위해서 엘리먼트 GROUP을 정의한다. GROUP은 또한 재귀적으로 GROUP을 자식으로 가짐으로서 하위 그룹을 표시할 수 있다. GROUP은 엘리먼트 SIZE, PATH, REQUIRES, 그리고 SUBSTITUTE를 자식으로 포함할 수 있다. SIZE는 그룹의 크기를 표시하는데 해당 그룹이 텍스트 만을 포함할 경우는 엘리먼트 TEXTSIZE를 포함하며, 텍스트가 아닌 콘텐츠에 대해서는 엘리

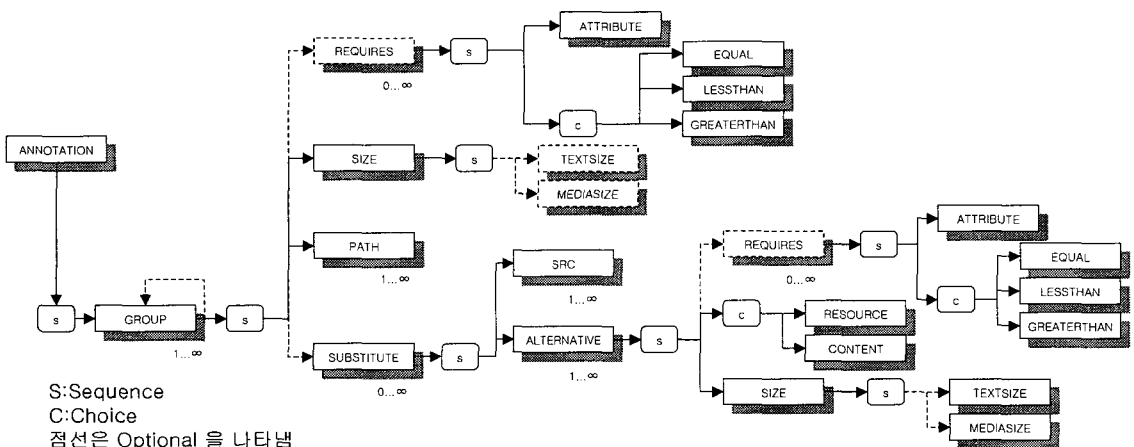


그림 4. 제안된 어노테이션 스키마의 엘리먼트 구조

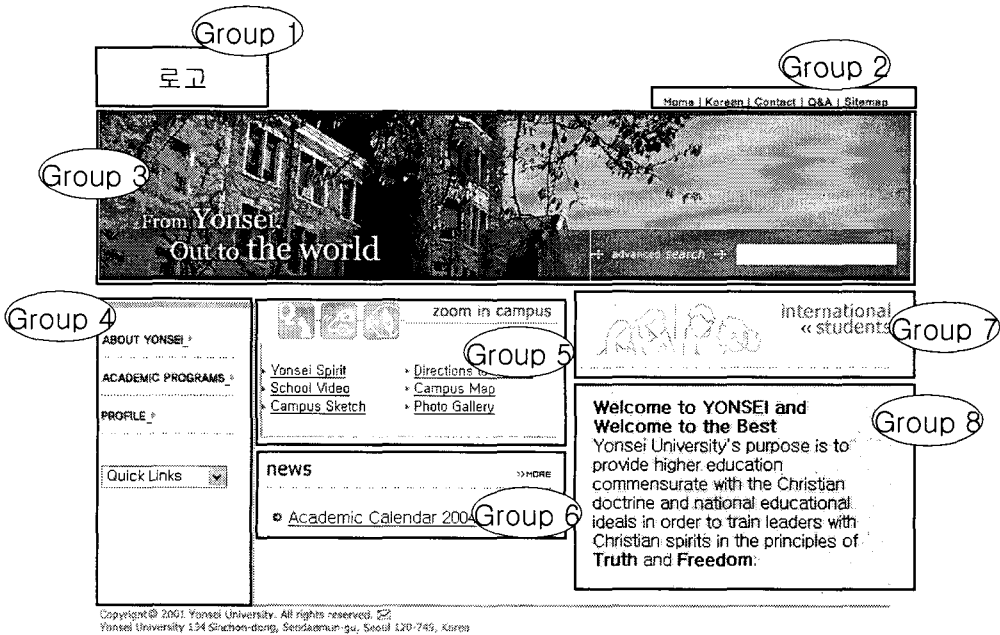


그림 5. 원본 콘텐츠를 구성하는 논리적 그룹의 예

먼트 MEDIASIZE를 자식으로 갖는다. PATH는 원본 콘텐츠 내에서 그룹의 위치를 표시하며 해당 그룹의 콘텐츠들에 대한 XPath[19] 수식을 값으로 갖는다. REQUIRES는 해당 그룹을 표시하는데 필요한 디바이스 축의 조건을 표시하고, SUBSTITUTE는 해당 그룹을 대체하기 위한 대체 리소스 정보를 나타낸다. 주요 구성 엘리먼트에 대한 간략한 설명은 다음과 같다.

• 엘리먼트 GROUP

엘리먼트 GROUP은 각각의 그룹에 대한 식별 번호, 요약, 역할, 그리고 중요도를 나타내는 속성 GID, SUMMARY, ROLE, 그리고 IMPORTANCE를 포함한다. 그림 6은 그림 5의 그룹 정보를 간략히 기술한 예이다. 본 논문에서는 어노테이션에 기술된 그룹 간의 계층 구조를 그룹 트리라고 정의한다. 그림 6에 의하면 그룹 5는 텍스트 이외의 콘텐츠를 포함하며 영역의 크기는 758×160이고 그룹 5를 브라우저하기 위해서 디바이스는 GIF 이미지를 지원하여야 한다.

• 엘리먼트 REQUIRES

현재 그룹을 표시하기 위한 필요조건을 기술한다. REQUIRES는 엘리먼트 ATTRIBUTE 그리고 엘리먼트 LESSTHAN, MORETHAN 또는 EQUAL을

자식으로 포함할 수 있다. ATTRIBUTE는 참조하고자 하는 CC/PP 프로파일의 속성 이름을 나타내며 속성에 따라 LESSTHAN, GREATER THAN, 또는 EQUAL을 이용하여 해당 속성 값이 가져야 할 조건을 표시한다.

• 엘리먼트 SUBSTITUTE

엘리먼트 SUBSTITUTE는 엘리먼트 SRC와 ALTERNATIVE를 자식으로 갖는다. SRC는 그룹을 구성하는 콘텐츠에 대한 PATH 중에서 대체 가능한 PATH의 PID 값을 포함한다. 또한 ALTERNATIVE는 SRC에 표시된 PATH에 대한 대체 가능한 리소스 정보를 기술한다.

ALTERNATIVE는 자식 엘리먼트로 REQUIRES와 RESOURCE를 갖는다. REQUIRES는 대체 리소스를 사용하는데 필요한 조건을 표시하고 RESOURCE는 대체 리소스의 위치를 표시한다. 또한 ALTERNATIVE의 속성 NUM과 FIDELITY는 각각 대체 리소스 번호와 원본 콘텐츠에 대한 충실도를 나타낸다. 대체 리소스의 위치가 외부 파일에 존재할 때는 엘리먼트 RESOURCE의 SRC 속성을 이용해서 대체 리소스의 위치를 표시하고, RESOURCE의 값에는 해당 리소스의 XPath 수식을 기술한다. 대체 리소스의 내용을 직접 포함하려면 엘리먼트 CON-

```

<?xml version="1.0" encoding="EUC-KR"?>
<annotation xmlns="http://icl.yonsei.ac.kr/annotation"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://icl.yonsei.ac.kr/annotation">
  <!-- 그룹 정의 시작 -->
  <group gid="1+2" summary="Link to Home and Menu">
    ...
    <group gid="1" summary="Home" role="LinkToHome" importance="0.7">... </group>
    <group gid="2" summary="Sitemap" role="Menu" importance="0.5">... </group>
  </group>
  <group gid="3" summary="Picture and Search" >.... </group>
  <group gid="4+5+6+7+8" summary="Body" >
    ...
    <group gid="4+5+6" summary="Main Contents">
      ...
      <group gid="4" summary="Main Menu" role="Menu" importance="1.0">
        ...</group>
      <group gid="5+6" summary="Zoom in Campus and News Bulletine">
        ...
        <group gid="5" summary="Zoom in campus" role="Menu" importance="0.9">
          <size>
            <mediasize>758x160</mediasize>
          </size>
          <path pid ="5">
            /html/body/table/tbody/tr/td[2]/table[3]/tbody/tr[2]/td[2]/table[1]/</path>
          <path pid ="6">
            /html/body/table/tbody/tr/td[2]/table[3]/tbody/tr[2]/td[2]/table[2]/</path>
          <requires>
            <attribute>ccppAccept</attribute>
            <equal>image/gif</equal>
          </requires>
          <substitute>
            <!-- 대체 리소스에 대한 기술 -->
          </substitute>
        </group>
      </group>
      <group gid="6" summary="news" role="Board" importance="0.8">
        ...
      </group>
    </group>
  </group>
  <group gid="7+8" summary="Introduction and For Int'l student">
    ...
    <group gid="7" summary="International Student" role="LinkToInside" importance="0.8">
      ...</group>
    <group gid="8" summary="Introduction" role="Contents" importance="0.9">
      ...</group>
    </group>
  </group>
<!-- 그룹 정의 끝 -->
</annotation>

```

그림 6. (그림 5)의 그룹 정보를 기술한 예

TENT를 사용한다.

예를 들어, 그림 7은 그림 5의 그룹 3에 해당하는 콘텐츠에 대하여 대체 가능한 리소스 및 해당 리소스로 대체하기 위해서 필요한 디바이스의 조건을 표시한다. 즉, 화면 크기가 300×48 이상이며 GIF 이미지 및 javascript를 지원하여야 한다.

4. 제안된 트랜스코딩 방법

본 장에서는 CC/PP 프로파일과 제안된 어노테이션 스키마를 기반으로 사용자의 디바이스에 맞추어 XML 문서를 트랜스코딩하는 방법을 자세히 기술한다. 제안된 트랜스코딩 방법은 그림 8과 같이 네비게


```

<substitute>
  <src>3 4 5</src>
  <alternative fidelity="0.8" num="3" >
    <resource src = "http://example.org/search.html"></resource>
    <size>
      <mediasize>300x48</mediasize>
    </size>
    <requires>
      <attribute>ccppAccept</attribute>
      <equal>javascript</equal>
    </requires>
    <requires>
      <attribute>ccppAccept</attribute>
      <equal>image/gif</equal>
    </requires>
  </alternative>
</substitute>

```

그림 7. SUBSTITUTE 엘리먼트를 이용하여 대체 가능한 리소스를 기술한 예

이션 맵 생성, 네비게이션 페이지 생성, 그리고 페이지 분할 및 리소스 대체의 세 단계로 구성된다.

제안된 방법은 먼저 어노테이션을 구성하는 그룹 간의 계층구조와 디바이스의 프로파일에 따라 네비게이션 맵을 생성한다. 또한 디바이스의 화면 크기를 고려하여 사용자에게 제공될 네비게이션 페이지의 집합을 생성한다. 마지막으로 어노테이션 파일에 표시된 리소스 중에서 사용자 디바이스에 가장 적합한 리소스를 선택하며 화면 크기에 맞추어 원본 페이지

를 분할한다.

4.1 네비게이션 맵 생성

사용자가 웹 페이지를 요청하였을 경우, 단순히 다수의 분할된 페이지를 제공한다면 사용자는 원하는 정보를 찾기 위해서 분할된 페이지를 모두 살펴봐야 하는 불편을 겪을 것이다. 따라서 본 논문에서는 사용자가 원하는 정보를 보다 쉽게 찾을 수 있도록 분할된 페이지들의 관계 및 계층구조를 나타내는 네

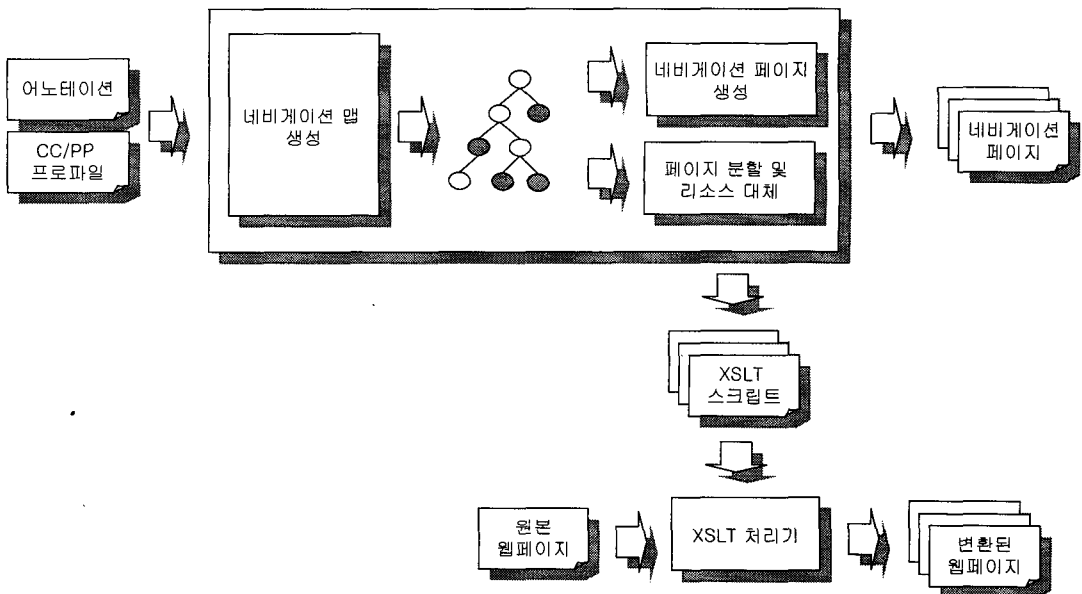


그림 8. 제안된 트랜스코딩 과정

비게이션 페이지를 제공한다. 특히 제안된 방법은 화면 크기에 따라 네비게이션 페이지를 동적으로 생성한다. 이를 위해서 먼저 어노테이션에 명시된 그룹간의 계층 구조를 바탕으로 네비게이션 맵을 생성한다.

본 논문에서 제안하는 네비게이션 맵은 일종의 웹 페이지에 대한 목차라고 볼 수 있다. 한편 웹 페이지의 구조가 복잡하면 네비게이션 맵을 모바일 디바이스의 한 화면에 표시할 수 없다. 이에 네비게이션 맵 상에서 사용자의 현재 위치와 디바이스의 화면 크기를 고려하여 한 화면에 보여줄 수 있도록 생성된 네비게이션 맵의 부분 영역을 네비게이션 페이지라고 한다.

제안된 방법은 어노테이션과 프로파일에 기반하여 네비게이션 맵을 생성한다. 그림 9는 그림 6에 해당하는 그룹 트리와 이로부터 디바이스의 프로파일을 고려하여 생성된 네비게이션 맵의 예를 나타낸 것이다. 여기서 점선으로 표시된 부분이 네비게이션 맵에 해당한다.

일반적으로 어노테이션은 다양한 크기의 디바이스를 고려하여 다수의 중첩된 그룹 정보를 표현한다. 또한 제한된 리소스의 디바이스를 위해서 임의의 그룹에 대하여 대체 가능한 리소스 정보를 포함한다. 따라서 제안된 방법은 어노테이션의 그룹 트리 및 대체 리소스 정보, 그리고 해당 디바이스의 CC/PP

프로파일을 고려하여 해당 디바이스에 적합한 네비게이션 맵을 결정한다. 제안된 알고리즘은 그림 10과 같이 어노테이션의 그룹 트리를 하향식 너비우선(breadth-first) 탐색하면서 네비게이션 맵을 생성한다.

한편 제안된 알고리즘은 그룹 트리를 구성하는 노드의 중요도를 고려하여 특정 값 이하일 경우 해당 그룹을 네비게이션 맵에서 삭제한다. 해당 노드의 중요도는 그룹의 역할과 사용자 지정 중요도의 합으로 계산된다. 이는 역할에 따른 일반적인 중요도 이외에도 어노테이션 저작자가 의도한 중요도를 함께 반영하기 위함이다. 역할에 따른 중요도는 표 2와 같다.

이러한 과정을 거치면 디바이스의 특성을 반영한 트리인 네비게이션 맵이 생성된다. 예를 들어, 그림 9에서 점선으로 표시된 부분이 네비게이션 맵에 해당하며, 음영으로 표시된 노드는 다른 리소스로 대체된 경우를 나타낸다. 결과적으로 생성된 네비게이션 맵을 구성하는 중간 및 단말 노드는 분할된 페이지 사이의 계층 관계를 나타내며 웹 페이지의 목차에 해당한다. 특히 각각의 단말 노드는 실제로 분할될 페이지에 연결된다.

4.2 네비게이션 페이지 생성

본 절에서는 네비게이션 맵으로부터 디바이스의 화면 크기에 맞추어 네비게이션 페이지를 생성하는

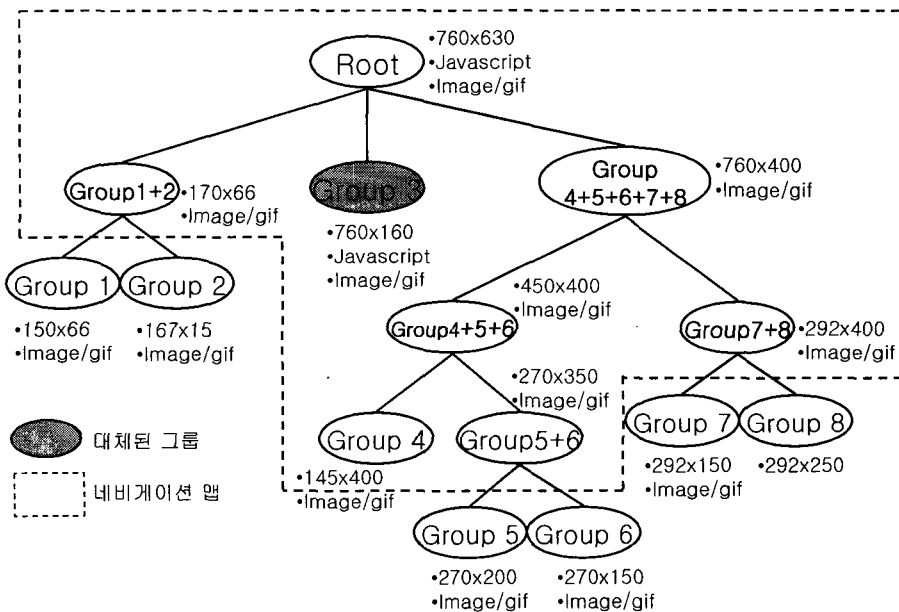


그림 9. (그림 6)의 그룹 트리로부터 생성한 네비게이션 맵의 예

입력: 어노테이션(그룹 트리 T, 대체 리소스 정보 등), 디바이스 프로파일
 출력: 네비게이션 맵
 방법:

1. 뿌리 노드를 포함하여 그룹 트리 T를 구성하는 각각의 그룹 노드를 하향식 너비우선 탐색하면서 다음의 과정을 반복 적용한다. 이때 노드가 디바이스의 프로파일 정보에 따라 한 화면에 표현 가능할 경우, 해당 노드의 자식은 더 이상 탐색하지 않는다.
 - (a) 각 노드의 자식 노드로부터 디바이스의 한 화면에 표현 가능한 그룹의 순차적인 집합을 생성한다.
 - 먼저 각각의 자식 노드에 대하여 해당 영역의 크기가 디바이스의 화면 크기보다 작을 경우, 한 화면에 표현 가능한 노드로 선택한다.
 - 만일 해당 영역의 크기가 디바이스의 화면 크기보다 클 경우, 대체 가능한 리소스가 존재하며 한 화면에 표현 가능하다면 이를 선택한다. 이때 한 화면에 표현 가능한 리소스가 두 개 이상 존재한다면 충실도가 가장 높은 리소스를 선택한다.
 - (b) 만일 생성된 순차 집합이 두 개 이상의 노드로 구성되며 형제 노드의 일부만을 포함할 경우, 해당 순차 집합을 자식으로 포함하는 새로운 부모 노드를 생성하여 T에 추가한다.
2. T를 구성하는 그룹 노드 중에서 1번 과정을 통하여 탐색 및 생성된 노드로 구성된 트리를 네비게이션 맵으로 생성한다.

그림 10. 네비게이션 맵 생성 알고리즘

표 2. 역할에 따른 중요도의 예

역할	중요도 값
홈링크	0.3
장식	0
계시판	0.8
컨텐츠	0.7
검색 폼	0.6
타 사이트로 링크	0.5
사이트 내로의 링크	0.7

```

Link to Home and Search
Picture and Search
Body
  Main Contents
  Main Menu
  Zoom in Campus and News Bulletin
  Introduction and For Int'l student
    
```

그림 11. (그림 9)의 네비게이션 맵에 해당하는 네비게이션 페이지의 예

방법을 기술한다. 예를 들어, 그림 9의 네비게이션 맵에 대한 네비게이션 페이지는 그림 11과 같다.

한편 길이가 길거나 복잡한 레이아웃을 갖는 웹 페이지의 경우, 비교적 큰 규모의 네비게이션 맵을 갖는다. 따라서 화면 크기가 작은 디바이스를 위해서는 다수의 네비게이션 페이지로 분할되어야 한다. 특히 네비게이션 맵을 구성하는 각각의 그룹을 기준으로 현재 위치에서 한 화면에 보여질 수 있는 영역을 결정하여 이에 해당하는 네비게이션 페이지를 생성한다.

네비게이션 페이지를 구성하는 각각의 중간 노드는 해당 노드를 뿌리 노드로 갖는 네비게이션 페이지에 대한 하이퍼링크 정보를 포함한다. 예를 들어, 그

림 11에서 중간 노드인 Main Contents를 사용자가 선택할 경우, Main Contents의 자손 노드를 포함하는 네비게이션 페이지가 보여진다.

네비게이션 페이지를 생성하기 위한 알고리즘은 그림 12와 같다. 사용자가 네비게이션 맵의 모든 노드를 선택할 수 있으므로 네비게이션 맵을 구성하는 중간 노드 각각에 대한 네비게이션 페이지를 생성한다. 제안된 방법은 각 노드에 너비우선 탐색을 적용하면서 디바이스에서 한 화면에 표현 가능한 라인 수만큼 네비게이션 페이지에 노드들을 추가해 나간다. 생성된 네비게이션 페이지는 이에 포함되는 노드들의 속성인 SUMMARY의 값으로 구성된다.

4.3 페이지 분할 및 리소스 대체

전술한 바와 같이 네비게이션 맵의 단말노드는 디

```

입력: T: 네비게이션 맵, linesize: 디바이스의 화면 라인 수
출력: S[n]: 네비게이션 페이지의 배열, 여기서 n은 T를 구성하는 노드 중 중간 노드의 수
함수: Node nextNodeByBFS() : 네비게이션 맵에 대한 iterator 함수로서, 너비우선 탐색시 현재 노드의 다음
노드를 반환

방법:
For each internal node i, 1 ≤ i ≤ n, of navigation map T
{
    Node C = T.nextNodeByBFS();
    while((linesize > 0) && (C != null))
    {
        S[i].insertNode(C); C를 i에 대한 네비게이션 페이지(S[i])에 추가
        linesize = linesize - 1;
        C = T.nextNodeByBFS();
    }
}
    
```

그림 12. 네비게이션 페이지 생성 알고리즘

바이스에 맞추어 분할될 페이지에 해당한다. 본 절에서는 네비게이션 맵의 생성단계에서 결정된 페이지 분할 및 리소스 대체에 대한 정보를 기반으로 각각의 분할된 페이지를 생성하는 방법을 기술한다.

제안된 방법은 분할 페이지를 생성하기 위해서 각각의 페이지를 위한 XSLT 스크립트를 동적으로 생성한다. 결과적으로 각각의 XSLT 스크립트는 원본 웹 페이지를 변환하여 디바이스에 적합한 분할 페이지를 생성하는 역할을 한다.

제안된 방법은 분할 페이지에 포함되는 그룹과 대체 리소스 정보를 이용하여 XSLT 스크립트를 생성한다. XSLT 스크립트의 전체적인 구조는 그림 13과 같으며 여기서 분할 페이지를 구성하는 그룹들은 템플릿(template)으로 표현된다. 그룹은 일반적으로 여러 개의 PATH로 구성되기 때문에 템플릿은 각각의 PATH가 가리키는 영역을 분할 페이지에 복사하기 위해서 “copy-of” 연산자를 포함한다.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
  <xsl:template match="/">
    <html>
      <body>
        <xsl:call-template name="template1"/>
        <xsl:call-template name="template2"/>
      </body>
    </html>
  </xsl:template>
  <xsl:template name="template1">
    <xsl:copy-of select="/html/body/table/tbody/tr/td[2]/table[3]/tbody/tr[2]/td[2]/table[1]"/>
    <xsl:copy-of select="/html/body/table/tbody/tr/td[2]/table[3]/tbody/tr[2]/td[2]/table[2]"/>
  </xsl:template>
  <xsl:template name="template2">
    <table width="291" cellpadding="0" cellspacing="0" border="0">
      <!-- 중간 생략 -->
    </TABLE>
  </xsl:template>
</xsl:stylesheet>
    
```

그림 13. 생성된 XSLT 스크립트의 예

5. 성능 분석

본 논문에서는 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 시스템을 구현하여 제안된 방법의 효율성을 분석하였다. 구현된 시스템은 Windows 2000 Server 환경에서 JDK 1.4.2, Apache Xerces Parser 2.6.2를 이용하여 구현하였다. 특히 네비게이션의 편의성과 트랜스코딩의 두 가지 측면에서 제안된 방법의 성능을 분석한 결과는 다음과 같다.

5.1 네비게이션 지원

그림 14는 화면 크기가 각각 320×480과 120×230인 PDA와 모바일 폰을 대상으로 그림 5의 웹 페이지로부터 생성한 네비게이션 페이지의 예이다.

그림 14(a)의 PDA의 경우, 네비게이션 맵 전체를 포함하는 단일의 네비게이션 페이지가 생성되었다. 한편 그림 14(b)의 모바일 폰의 경우, 네비게이션 맵을 단일의 페이지에 모두 표현할 수 없기 때문에 여러 개의 네비게이션 페이지가 생성되었다. 그림 14(b)는 첫 번째 단계의 네비게이션 페이지에 해당한다.

그림 15는 모바일 폰을 이용하여 웹 페이지를 네비게이션하는 과정의 예를 보여준다. 그림 15(b)는 네비게이션 페이지 그림 15(a)에서 “Main Contents”를 선택한 경우, 보여지는 두 번째 단계의 네비게이

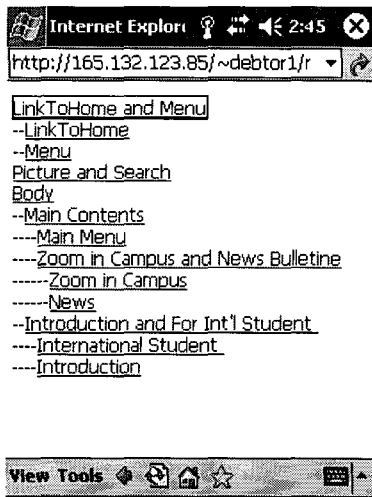
션 페이지에 해당한다. 또한 그림 15(c)는 네비게이션 맵의 단말 노드에 해당하는 분할된 페이지의 내용을 보여준다. 한편 그림 15(d)는 분할 페이지에 포함된 하이퍼링크를 선택하여 새로운 웹 페이지를 요청한 경우, 해당 웹 페이지의 네비게이션 페이지를 보여주는 예이다.

서론에서 기술한 바와 같이 기존의 웹 페이지를 화면 크기가 작은 디바이스를 위해서 트랜스코딩할 경우, 다수의 작은 페이지로 분할된다. 이에 분할된 페이지사이의 효과적인 네비게이션 방법이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 이를 위해서 네비게이션 맵 개념을 제안하며 이로부터 네비게이션 페이지를 생성하는 방법을 제안하였다.

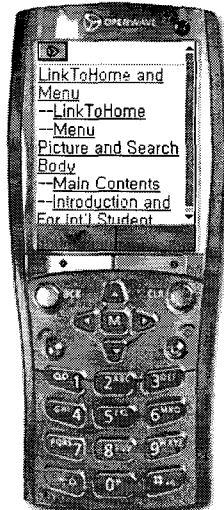
이를 위해서 제안된 어노테이션은 원본 웹 페이지를 구성하는 논리적인 단위인 그룹간의 계층적인 구조를 효과적으로 표현할 수 있도록 설계되었다. 다양한 웹 페이지를 대상으로 실험한 결과, 기존 연구와 달리 제안된 방법은 복잡한 레이아웃을 갖는 웹 페이지로부터 네비게이션 페이지를 생성하여 효과적인 네비게이션 환경을 지원함을 알 수 있었다.

5.2 페이지 분할과 리소스 대체

그림 16은 그림 5의 원본 웹 페이지를 PDA의 프로파일에 맞추어 트랜스코딩한 결과이다. 특히 그림 5



(a) PDA용 네비게이션 페이지



(b) 모바일 폰용 네비게이션 페이지

그림 14. 생성된 네비게이션 페이지의 예



(a)첫번째 단계의 내비게이션 페이지 (b)두번째 단계의 내비게이션 페이지 (c)분할되어 출력된 페이지의 예 (d)새로운 페이지의 내비게이션 페이지

그림 15. 네비게이션의 예

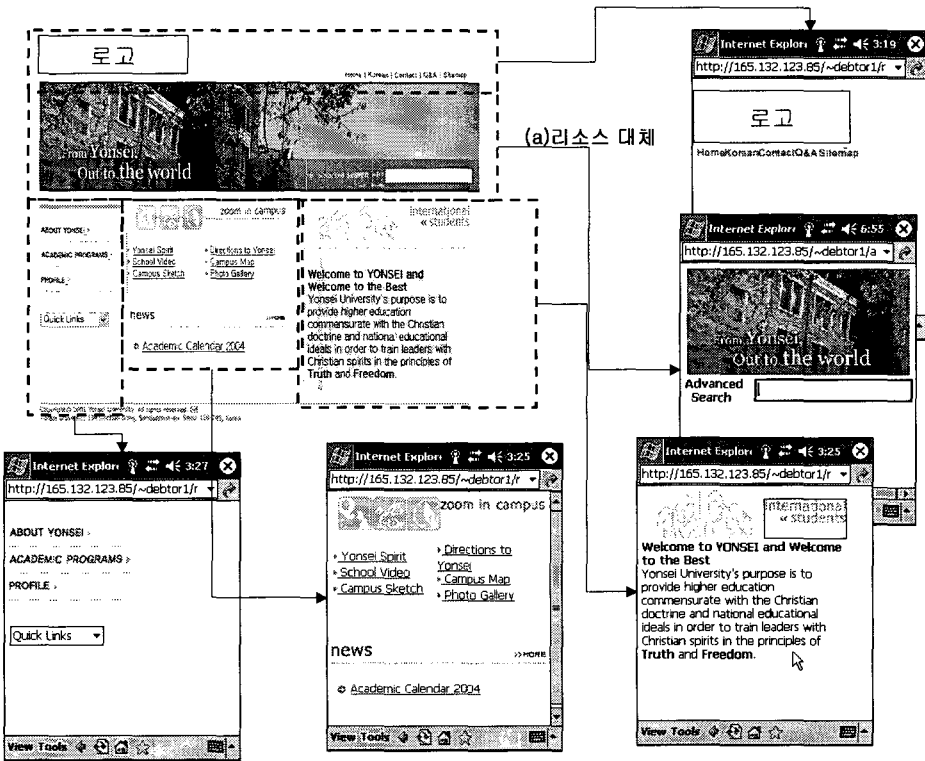


그림 16. 페이지 분할과 리소스 대체의 예

의 그룹 3의 경우, PDA에서 표현하기에는 비교적 큰 이미지로 구성되어 어노테이션에 기술된 적절한 리소스로 대체되었다.

제안된 시스템은 디바이스의 프로파일 정보에 따

라 분할될 페이지를 구성하는 그룹을 동적으로 결정하였다. 또한 원본 콘텐츠의 특성을 최대한 유지하면서 화면 크기 등 해당 디바이스의 특성을 최대한으로 이용하도록 트랜스코딩하였다.

또한 원본 콘텐츠의 적절한 분할로 사용자의 효율적인 콘텐츠 이용에 방해가 되던 스크롤 문제도 적절히 해결하였다. 그 결과 PDA 정도의 화면을 가진 디바이스에서는 원본 콘텐츠와 거의 비슷한 수준의 표현이 가능했다. 그러나 모바일 폰의 경우, 많은 부분이 대체 리소스로 대체될 수밖에 없었다. 결과적으로 제안한 방법은 다양한 성능 및 화면 크기를 가진 디바이스에 맞춤형 트랜스코딩 서비스를 제공한다.

본 논문에서 제안된 방법은 기존의 연구들과 비교하여 보다 정교한 수준의 트랜스코딩을 지원한다. 제안된 어노테이션을 통하여 원본 콘텐츠에 대한 다양한 정보를 표현하기 때문에 웹 페이지를 자동 분석하는 기존 연구에서는 다루기 힘든 복잡한 구조의 문서를 보다 효과적으로 처리한다.

전술한 바와 같이, 어노테이션에 원본 콘텐츠를 구성하는 그룹간의 계층 정보를 기술함으로써 디바이스에 가장 적합한 그룹화 정책을 결정할 수 있도록 한다. 또한 화면 크기가 작은 디바이스의 경우, 한번에 보여줄 수 있는 콘텐츠의 양이 적은 만큼 중요도에 따라 표현할 콘텐츠를 적절히 선택한다. 더불어 최대한 원본 콘텐츠에 가깝도록 트랜스코딩하였다. 예를 들어, 대체 리소스의 원본에 대한 충실도 정보를 고려함으로써 콘텐츠 저작자의 의도가 보다 잘 반영될 수 있도록 하였다.

6. 결론 및 향후 연구 방향

모바일 디바이스의 종류가 다양해짐에 따라 디바이스 독립적 웹 브라우징에 대한 관심이 고조되고 있다. 이를 위하여 디바이스의 컨텍스트 정보를 표현하기 위한 웹 표준인 CC/PP 프로파일을 지원한다. 또한 보다 정교한 수준의 맞춤형 서비스를 지원하기 위하여 원본 콘텐츠에 대한 부가적인 정보를 기술할 수 있는 어노테이션을 정의한다.

한편 제한된 크기의 화면을 가진 모바일 디바이스를 위해서 웹 페이지는 다수의 작은 페이지로 분할된다. 제안된 방법은 분할된 다수의 페이지에 대한 계층적 정보인 네비게이션 맵을 동적으로 생성한다. 다양한 웹 콘텐츠를 대상으로 실험한 결과, 제안된 방법은 네비게이션의 편의성과 트랜스코딩 성능의 두 가지 측면에서 우수하였다.

한편 정교한 수준의 트랜스코딩을 위해서는 보다

자세한 어노테이션이 필수적이다. 이와 같은 자세한 어노테이션을 생성하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요하다. 어노테이션 저작을 도울 수 있는 자동화된 도구가 필수적이다. 본 연구에서는 향후 웹페이지의 기하적인 구조를 분석하여 어노테이션을 자동으로 생성하는 기법을 개발할 계획이다.

본 논문에서 제안하는 트랜스코딩은 웹 문서의 구조적인 변화에 초점을 두고 있다. 웹에 존재하는 다양한 종류의 미디어 또한 모바일 장치에서 이용하기 위해서는 이를 위한 트랜스코딩이 필요하다. 향후 웹에서 멀티미디어 개체를 표현하기 위해서 제안된 표준인 SMIL, SVG 등에 대한 정교한 수준의 트랜스코딩 방법을 연구할 것이다.

참고 문헌

- [1] L. Suryanarayana and J. Hjelm "Profiles for The Situated Web," Proc. 11th World Wide Web Conf. pp. 200-209, May 2002.
- [2] M. Butler, F. Giannetti, R. Gimson and T. Wiley "Device Independence and the Web," IEEE Internet Computing, Vol. 6, No. 5, pp. 81-86, Sep/Oct. 2002.
- [3] Open Mobile Alliance, User Agent Profile (UAProf), <http://www.openmobilealliance.org/tech/profiles/index.html>, Feb. 2003.
- [4] World Wide Web Consortium, Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP) : Structure and Vocabularies 1.0, <http://www.w3.org/TR/CCPP-struct-vocab>, Jan. 2004.
- [5] M. Hori, G. Kondoh, K. Ono, S. Hirose and S. Singhal "Annotation-Based Web Content Transcoding," Proc. 9th World Wide Web Conf. pp. 197-212, May 2000.
- [6] World Wide Web Consortium, Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification, <http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222>, Feb. 1999.
- [7] T. Lemlouma and N. Layaïda, "Adapted Context Delivery for Different Contexts," Proc. Symposium on Applications and the Internet, pp. 190-197, Jan. 2003.

[8] T. Lemlouma and N. Layaïda, "Universal Profiling for Content Negotiation and Adaptation in Heterogeneous Environments," W3C Workshop on Delivery Context, <http://www.w3.org/2002/02/DIWS/submission/tlemlouma-W3CPositionPaper03-2002.htm>, Mar. 2002.

[9] Intel "Intel CC/PP Toolkit," http://www.intel.com/pca/developernetwork/download/bsp/CCPPServerPkg_1.1.17.tar.htm. Mar. 2002.

[10] K. YASUDA, "Implementation and Evaluation of Keio CC/PP Implementation," <http://yax.tom.sfc.keio.ac.jp/panda/slidemaker/0011ccpp/Overview.html>, Nov. 2000

[11] V. Korolev and A. Joshi. "An End-End Approach to Wireless Web Access," Proc. Int'l Workshop on Wireless Networks and Mobile Computing, pp. 473-478, Apr. 2001.

[12] World Wide Web Consortium, XSL Transformations (XSLT) Version 1.0 <http://www.w3.org/TR/xslt>, Nov. 1999.

[13] W. Ma, I. Bedner, G. Chang, A. Kuchinsky, and H. J. Zhang. "A Framework for Adaptive Content Delivery in Heterogeneous Network Environments," Proc. Multimedia Computing and Networking 2000, Vol. 3969, pp. 86-100, Jan. 2000.

[14] A. Kinno, Y. Yonemoto, T. Nakayama and M. Etoh "Environmentally-Adaptive XML Transformation and It's Application to Content Delivery," Proc. Int'l Conf. Communications, Vol. 2, pp. 844-848, May 2003.

[15] Organization for the Advancement of Structured Information Standards, eXtensible Access Control Markup Language(XACML), <http://www.oasis-open.org/committees/xacml/repository/cs-xacml-specification-1.1.pdf>, Aug. 2003.

[16] Y. H. Hwang, J. H. Lee and E. K. Seo "Structure-Aware Web Transcoding for Mobile Devices," IEEE Internet Computing, Vol. 7, No. 5, pp. 14-21, Sep./Oct. 2003.

[17] Y. Chen, W. Ma, and H. Zhang, "Detecting Web Page Structure for Adaptive Viewing on Small Form Factor Devices," Proc. 12th World Wide Web Conference, pp. 225-233, May 2003.

[18] World Wide Web Consortium, "XML Schema Part 0: Primer," <http://www.w3.org/XML/Schema>, May 2001.

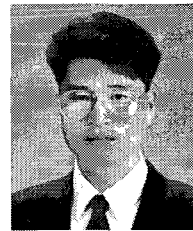
[19] World Wide Web Consortium, "XML Path Language (XPath) Version 1.0," <http://www.w3.org/TR/xpath>, Nov. 1999.



김 회 모

2003년 연세대학교 컴퓨터과학과 졸업(공학사)
 2005년 연세대학교 컴퓨터과학과 졸업(공학석사)
 2005년~현재 삼성전자 근무

관심분야 : 트랜스코딩, 모바일 컴퓨팅, XML



송 특 섭

2001년 연세대학교 수학과(이학박사)
 2002년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 박사과정
 1999년~2002년 연세대학교 자연과학연구소 전임연구원

관심분야 : Transcoding, Annotation, XML, Semantic Web, Cyber Class



이 경 호

1995년 연세대학교 전산과학과 졸업(이학사)
 1997년 연세대학교 컴퓨터과학과 졸업(공학석사)
 2001년 연세대학교 컴퓨터과학과 졸업(공학박사)

2001년 National Institute of Standards and Technology(NIST) 객원연구원
 2002년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 조교수
 관심분야 : 멀티미디어 문서처리, XML, 웹 서비스



최 윤 철

1973년 서울대학교 전자공학과
(공학사)

1975년 Univ. of Pittsburgh(공
학석사)

1979년 Univ. of California, Ber-
keley, Dept. of IE & OR
(공학박사)

1979년~1982년 Lockheed사 및 Rockwell International
사 책임연구원

1982년~1984년 Univ. of Washington 전산학과 박사과정

1990년~1992년 Univ. of Massachusetts 연구교수

1984년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 교수

2002년~2003년 Keio University 방문교수

관심분야 : 멀티미디어 문서처리 (SGML/XML), GIS,
eLearning, 3D User Interface, Avatar Inter-
face, Computer Graphics