

VoiceXML 기반 EPG 검색 시스템

(A VoiceXML-based EPG Retrieval System)

김 한 수 [†] 황 인 준 [‡]

(Hansu Kim) (Eenjun Hwang)

요약 최근 들어 디지털 방송의 본격적인 서비스 개시와 더불어 수많은 채널을 통한 TV 프로그램 방송이 가능하게 되었다. 이로 인해 시청자들은 더 이상 신문이나 TV 가이드와 같은 인쇄매체를 통한 방송 스케줄의 검색이 사실상 어렵게 되었다. 이 같은 문제점을 해결하기 위해 디지털 방송 환경에서는 시청자들에게 전자 프로그램 가이드(EPG: Electronic Program Guide)를 제공한다. 현재 대부분의 EPG 서비스는 디지털 TV 화면이나 각 방송사 웹 사이트, 그리고 모바일 단말기에서 EPG 정보를 화면상에서 시각적으로 제공하는 측면에만 초점을 두고 있다. 하지만 이와 같은 EPG 서비스 방식은 검색을 위해 키워드를 직접 입력하기 어려운 운전자나 시각 장애인과 같은 사용자 그룹이 EPG 서비스를 이용할 수 없는 한계점을 지닌다. 따라서 본 논문에서는 모바일 폰을 이용하여 운전자나 시각 장애인과 같은 사용자 그룹도 편리하게 EPG 서비스를 검색할 수 있는 음성 EPG 검색 시스템을 제안하고 프로토타입 시스템의 구현 및 실험을 통해 효율성을 입증하였다.

키워드 : 전자 프로그램 가이드, VoiceXML, VoiceXML 해석기

Abstract Recent commencement of digital broadcasting has enabled various TV programs through hundreds of channels. As a result, it becomes a time-consuming job for the TV audience to look up newspaper or TV magazines for the schedule of a specific TV program. To relieve this problem, digital broadcasting usually provides an EPG(Electronic Program Guide) for the audience. Currently, most EPG services are focusing on the visual delivery of information through a web site, digital TV or mobile devices. However, this approach could cause a serious restriction to some users including drivers or visually handicapped persons, who can't input keywords for the search. In order to solve this problem, in this paper, we propose a VoiceXML-based EPG retrieval system that enables even such special users to browse EPG conveniently using a mobile phone. We implemented a prototype system and proved its effectiveness through experiments.

Key words : Electronic Program Guide, VoiceXML, VoiceXML Interpreter

1. 서 론

최근 들어 디지털 방송의 개시와 더불어 디지털 방송은 차세대 멀티미디어 정보 제공의 필수적인 매개체가 될 것으로 예상되고 있다. 현재 TV는 아날로그 방식과 디지털 방식을 병행하여 송출 되고 있다. 또한 국내의 디지털 방송은 2005년까지 전국에 단계적으로 확대 실시할 예정이며, 2010년까지 아날로그와 디지털 동시 방송을 할 계획에 있다. 이미 위성을 통한 디지털 방송을 서비스 중인 SkyLife의 경우 TV 채널 86개, 오디오 채

널 60개 등 모두 146개의 채널을 통해 방송 서비스를 제공하고 있다. 이와 같이 디지털 방송이 시청자들에게 멀티미디어 정보 제공의 필수적인 역할을 하게 됨에 따라 수많은 채널을 통한 방송 프로그램의 신설, 추가, 변경, 삭제가 빈번해지고 있다. 따라서 시청자들의 입장에서는 더 이상 신문, TV 가이드와 같은 기존 활자체 인쇄매체들을 통해서 방송 프로그램에 대한 스케줄 정보를 획득하는 것이 매우 어렵게 되었다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위해 디지털 방송 환경에서는 방송의 여유채널을 이용하여 방송 프로그램에 대한 스케줄 정보를 제공하는 EPG(Electronic Program Guide)를 사용자들에게 제공하고 있다. 현재 EPG 서비스는 디지털 TV 화면의 일부분을 통해서나, 각 방송사 관련 웹 사이트를 통해, 앞으로 방송될 TV 프로그램의 제목, 방송 시간, 그리고 TV 프로그램의 상세요약 등과 같은 스케

· 본 연구는 대학 IT 연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음

† 학생회원 : 아주대학교 정보통신전문대학원

kfreeman@ajou.ac.kr

‡ 종신회원 : 아주대학교 정보및컴퓨터공학부 교수

ehwang@ajou.ac.kr

논문접수 : 2003년 11월 3일

심사완료 : 2004년 5월 24일

줄 정보와 채널이나, 시간대, 키워드에 의한 프로그램 검색을 제공한다. 이와 같은 역할을 하는 EPG는 방송 채널의 증가에 따라 시청자가 원하는 채널을 빠르게 검색하고 쉽게 방송을 시청할 수 있도록 해주는 것이 주 기능이다. 따라서 EPG 서비스는 계속적인 방송 채널의 신설 예상에 따라 사용자들에게 있어 방송 프로그램 검색에 있어 없어서는 안 될 매우 중요한 수단이 된다.

또한, 최근 모바일 폰 사용의 급속한 수요 증가와 맞물려 언제, 어디서나 인터넷에 접속하여 EPG 정보를 얻으려는 사용자들의 요구와 노력이 크게 증가하고 있다. 하지만, 모바일 폰 상에서 시작적으로 EPG 서비스를 검색하기에는 화면의 제약성과 텍스트 입력 검색 방식을 통한 검색의 불편함을 지닌다.

따라서 본 논문에서는 VoiceXML 관련 기술을 접목하여 모바일 폰 상에서 기존 EPG 서비스 방식의 단점을 극복하고 시작적으로 장애에 놓여 있는 사용자들도 EPG 서비스를 검색할 수 있는 효과적인 음성 인터페이스를 설계 및 구현하였다.

본 논문에서 제안한 시스템을 구현하기 위해 다음과 같은 연구들을 수행하였다. 첫째, Eureka-147 디지털 오디오 브로드캐스팅 방식의 EPG XML의 스키마 스펙을 분석하여 내부 구조를 파악하고, 실제로 제공되는 EPG 서비스와 유사한 형태의 EPG XML 문서들을 생성하였다. 둘째, EPG XML를 음성을 통해 서비스하기 위해 VoiceXML로 변환하는 음성 EPG 변환기를 구현하였다. 셋째, 이 변환기를 통해 변환된 결과 VoiceXML 문서들을 사용자와 음성으로 서비스를 진행해 음성 인터페이스 환경에서 효율적으로 서비스됨을 검증하였고 제안한 음성 EPG 변환기의 성능을 비교 평가하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 VoiceXML과 EPG에 대한 관련연구를 통하여 각 기술의 대표적인 특징과 기존 연구들을 살펴본다. 3장에서는 본 논문에서 제안된 음성 EPG 검색 시스템의 전체적인 구조와 컴포넌트의 역할을 기술하고, 세부적으로 EPG XML 스펙과 VoiceXML 문서의 주요 특징에 대해 분석한다. 4장에서는 구현한 변환기의 주요 구현 사항과 내부 변환 과정을 기술한다. 5장에서는 제안한 변환기의 효율성을 검증하고 음성 인터페이스 환경에서 생성된 VoiceXML 문서들을 테스트하며, 마지막으로 6장에서는 결론을 제시한다.

2. 관련 연구

EPG를 음성 대화 진행 방식과 접목하여 사용자들에게 음성을 통해 서비스를 제공하기 위해서는 VoiceXML 관련 기술, 디지털 TV에서의 EPG 서비스, 각 방

송사 웹 사이트를 통한 인터넷상에서의 EPG 서비스, 그리고 모바일 단말기 환경에서의 기존 EPG 서비스 제공 방식 등 다양한 분야에 대한 연구가 필요하다. 각 환경에서의 대표적인 활동과 연구 동향들을 살펴보면 다음과 같다.

VoiceXML[1]은 AT&T, IBM, Lucent와 Motorola 등이 VoiceXML Forum에서 주창하여 개발한 마크업(Markup) 언어로 유무선 전화기와 음성인식 소프트웨어를 통해 다양한 서비스 정보의 검색을 가능하게 하는 기술이다. VoiceXML 포럼에서는 2000년 3월 버전 1.0을 제안하였고, 2000년 5월 W3C에 제출함으로써 노트(Note) 상태에 있었으며, 2004년 2월 VoiceXML 버전 2.0이 PR(Proposed Recommendation) 상태로 표준화 진행중에 있다. VoiceXML 기술의 주된 목표는 유선 전화기 또는 이동 단말기 상에서 간단한 버튼 조작 또는 구두 명령을 통하여 인터넷 컨텐츠 사이트에 접속하고 검색 내용 또한 사용자들이 음성으로 제공받게 하는 기술이다. 이와 같은 서비스를 제공하기 위해 VoiceXML은 음성 인식(Speech Recognition), 음성 변환(Text to Speech), 버튼 입력 감지(DTMF Input Recognition) 그리고 음성 입력의 저장(Recording of Spoken Input)과 같은 부가 기술들을 포함하고 있다.

기존 음성 서비스 제공자 입장에서는 VoiceXML을 이용하게 됨으로써 손쉽게 다양하고 새로운 서비스를 제공할 수 있게 되며 음성 서비스 저작에 대한 업무의 분할이 명확하게 되는 장점을 지닌다. 또한, 기존에는 음성 서비스를 제공하기 위해서 서비스 저작자가 음성 입력과 출력에 대한 기술적인 문제를 실제 시나리오와 함께 고려하여 저작해야 했다. 그러나 VoiceXML을 이용하게 되면 서비스 저작자는 자신이 제공하려는 서비스를 문서 형식에 맞추어 저작만 하면 되고 나머지 음성관련 기술들은 VoiceXML 해석기 환경에서 처리하므로 효율적인 서비스 제공이 가능하다.

특히, VoiceXML은 음성 서비스 분야에서 가장 활발한 연구가 진행되고 있다[2,3]. 또한, 음성이 지원되는 웹 사이트를 개발하기 위한 표준들이 제안되었다[4]. 그러나 이것은 제한된 기능을 가진 시스템 설계에만 초점을 맞춘 한계점을 지닌다. 즉, 사용자가 음성을 통해 웹 사이트에 접근하기 위해 제한되고 정적인 구두명령을 통해서만 웹 사이트의 접근이 가능하다. 한편, Frankie James[5]는 HTML 기반 웹 사이트에서 음성 인터페이스를 지원하기 위한 가이드라인을 개발하기 위한 프레임워크를 제안하였다. 더불어 기존 XML이나 HTML로 구현된 웹 문서들의 재활용성을 높이기 위해 VoiceXML 문서로의 변환하는 방식에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. Gopal Gupta et al[6]은 XML 문서들을

VoiceXML 문서들로 변환하기 위한 하나의 접근 방식을 제안하였다. 그들의 접근방식은 명시적 의미론(Denotational Semantics)과 로직 프로그래밍(Logic Programming)에 기반을 두고 있다. 또한, Stuart Goose et al[7]은 HTML을 VoXML로 변환하기 위한 하나의 접근 방식을 제안하였다. VoiceXML과 유사하게 VoXML 또한 VoXML의 태그(tags)들을 처리하고 태그들이 포함하는 정보를 음성으로 출력하기 위한 음성 브라우저(Audio Browser)를 지원한다.

한편, 최근 디지털 TV와 대화형 TV의 큰 기술 발전으로 인하여 EPG에 대한 관심과 이를 이용하려는 연구들이 크게 증가하였다. 현재까지 이러한 EPG 서비스는 디지털 TV 환경에서 뿐만 아니라 각 방송사 웹 사이트를 통한 EPG 서비스, 또한 최근 모바일 사용자의 급성장과 더불어 모바일 단말기 상에서 EPG 서비스를 제공하고 있다. EPG는 TV 프로그램 방송시간과 내용, 출연자에 대한 정보 등을 데이터베이스로 구축하고 이를 기반으로 개인의 취향을 반영하는 맞춤형 프로그램 가이드를 생성하고 제공하는 서비스이다.

먼저, 디지털 TV환경에서 제공되고 있는 EPG를 보면 사용자에게 적합한 맞춤형 서비스를 생성하고 제공하기 위한 다양한 연구들이 활발히 진행되고 있다 [8,9,10]. 예를 들면 영화, 스포츠 등 평소 좋아하는 프로그램 장르와 주된 시청 시간대 채널을 입력해 놓으면 로그인할 때마다 이러한 개인적 선호도를 반영한 개인별 맞춤 스케줄 표를 제공할 수 있다. 또한, 이와 관련된 연구로 P. Cotter는 많은 양의 EPG 서비스들을 줄이기 위해 웹 환경에서 개인화된 필터링 서비스를 제안하였다[11].

다음으로, 웹상에서 제공되고 있는 EPG 서비스의 국내 주요 회사와 관련 동향을 살펴보면 다음과 같다. 국내 이피지와 사이버 이피지 사 등과 같은 다양한 회사에서는 EPG 서비스를 제공해 주는 공통적인 기능으로 공중파나 케이블 TV의 채널안내에 있어 자신이 원하는 형태의 TV 프로그램, 예를 들어, 시간대, 장르별, 또는 특정한 정보를 기준으로 한 맞춤 프로그램 안내 등을 제공하고 있다. 또한 미리 예약한 프로그램이나 특정 조건을 지정해 놓으면 그 프로그램이 방송되기 몇 분전에 예약 사실을 문자 메시지로 통보해 주는 서비스도 제공하고 있다.

마지막으로, 모바일 환경에서는 국내의 아이라테닷컴과 K레버리토리 회사에서 휴대폰 애플리케이션을 이용해 녹화와 녹음을 예약할 수 있는 EPG 서비스 제공하고 있다. 이 회사는 애플리케이션 콘텐츠에 EPG 서비스가 자동으로 생성되는 서비스를 제공한다. 이 콘텐츠는 일기 예보와 캘린더 서비스를 제공하고 여기에 EPG

가 추가되어, 그 날의 프로그램 정보를 자동으로 제공받을 수 있다.

차세대 핵심 IT 기술의 방향을 제시하고 있는 Forrester[12] 리서치 센터의 조사에 따르면, EPG 서비스는 2004년까지 5천5백만 가구에 보급될 전망이며, 이를 이용한 광고 매출액은 32억 달러, 기타 상거래 매출액은 11억 달러에 이를 것으로 예상하고 있다. 이와 같이 디지털 방송 환경에서 EPG 서비스에 대한 중요성이 날로 증가해짐에 따라서 다양한 측면에서의 많은 연구가 필요한 실정이다. 본 논문에서는 최근 사용자 층이 급성장하고 있는 모바일 단말기 상에서 EPG 서비스를 음성 인터페이스를 통해 효과적이면서 일관성 있는 서비스를 제공하기 위해 VoiceXML이 제공하는 여러 가지 장점을 EPG 서비스에 접목시켰다. 이러한 연구에 대한 필요성은 디지털 방송에서의 EPG 서비스의 중요성과 모바일 폰의 시장성을 고려해 볼 때 어느 때 보다도 연구의 필요성이 절실하다 하겠다.

3. 음성 EPG 검색 시스템

본 논문에서 제안하는 음성 EPG 시스템(VoiceEPG System)은 방송국에서 실제로 XML 형태로 제공되는 EPG 서비스 정보를 데이터베이스에 저장하고 EPG XML 문서 내에서 컨텐츠를 추출하여 VoiceXML 문서들을 생성하기 위해 온라인 상에서 음성 EPG 변환기(VoiceEPG Converter)를 통한 계속적인 변환(Transform) 과정이 이루어진다. 그림 1은 음성 EPG 검색 시스템의 전체적인 구조와 구성 요소들 사이의 상호관계를 보인다.

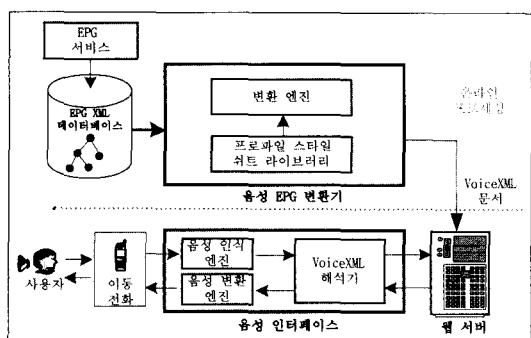


그림 1 전체적인 시스템 구조

3.1 시스템 구조

본 시스템은 크게 네 개의 구성 요소들로 이루어져 있다. i) EPG XML 문서들을 저장하기 위해 eXcelon 상용 데이터베이스를 사용하여 저장하고, ii) 이로부터 EPG XML 문서들을 받아서 VoiceXML 문서들을 생성

하기 위해 본 논문에서는 음성 EPG 변환기(VoiceEPG Converter)를 설계 및 구현하였고, iii) 생성된 결과 VoiceXML 문서들을 웹 서버에 저장하고, iv) 모바일 폰 사용자가 VoiceXML이 제공하는 음성 인터페이스 환경에 접속하여 음성을 통한 EPG 서비스 검색이 가능함을 검증하기 위해 웹 상으로 개발자들에게 VoiceXML 해석기, 음성 인식엔진, 음성 변환엔진이 통합된 Bevocal 개발 툴 하에서 테스트 하였다.

- **EPG XML 데이터베이스:** 각 방송사별로 제공되는 EPG 서비스를 카테고리화 하여 저장하고 EPG 정보가 갱신될 때마다 음성 EPG 변환기로 전송하는 역할을 수행한다. 본 논문에서는 프로토타입 시스템을 구현하기 위해 XML 전용 데이터베이스로 널리 사용되고 있는 eXcelon 상용 데이터베이스를 사용하였다.
- **음성 인터페이스:** 음성 인터페이스는 내부적으로 음성 인식 엔진(Speech Recognition Engine), 음성 변환 엔진(Text To Speech Engine)과 VoiceXML 해석기로 구성된다. 음성 인식 엔진은 사용자의 음성 명령(Speech Command)을 인식하고, 사용자 요청 질의를 처리하기 위해 제어권을 VoiceXML 해석기로 넘기는 역할을 한다. VoiceXML 해석기는 VoiceXML 문서를 적재하고 그 내용을 해석해 실행하는 역할을 한다. 즉 다이얼로그, 문법, 이벤트, 오디오 출력, 콜 제어, 흐름 제어와 관련된 47종의 VoiceXML 관련 각 태그에 설정된 기능에 따라 문서 실행의 순차적 흐름을 제어하고, 음성 출력 내용을 결정해 음성 플랫폼에 필요한 결정을 내린다. 또한 내부적으로 VoiceXML 파서와 FIA(Form Interpretation Algorithm)로 구성되며, VoiceXML 문서 처리를 위해 ECMA (European Computer Manufacturer's Association) 스크립트를 처리하는 기능을 포함한다. VoiceXML 해석기는 각 사용자의 요청을 모니터링하면서 음성 인식 엔진으로부터 전송된 이벤트에 알맞은 VoiceXML 문서를 웹 서버로부터 읽어 파싱 및 해석 과정을 거쳐 VoiceXML 문서를 실행하기 위해 해당 문서가 VoiceXML 문서 형식 정의에 맞는지 검사하고, 사용자에게 음성 응답을 보내야 하는 경우에 음성 변환 엔진을 제어하는 전송명령을 보내는 역할을 한다. 본 논문에서는 음성 EPG 변환기를 통해 EPG XML 문서의 엘리먼트 내의 컨텐츠 정보를 추출하여 XSLT 방식의 변환 과정을 거쳐 생성된 VoiceXML 문서들이 실제로 서비스 가능한 음성 인터페이스 환경에서 적절히 서비스됨을 검증하기 위해 개발자들이 웹 상에서 쉽게 음성변환 엔진과 음성합성 엔진 그리고 VoiceXML 해석기들을 연동시켜 주는 비보컬(Bevocal)[13] VoiceXML 개발 툴 환경 하에서 테스트하였다.

• **음성 EPG 변환기:** 음성 EPG 변환기 내부는 크게 프로파일 스타일시트 라이브러리(Profile-Specific Style-sheet Library)와 변환 엔진(Transformation Engine)으로 구성된다. 이 변환기는 온라인 상에서 EPG XML 데이터베이스에 새로운 EPG 서비스 정보가 추가될 때마다 갱신 정보를 받아서 VoiceXML 문서로 변환하는 역할을 수행하게 된다.

- **웹 서버:** 웹 서버는 음성 EPG 변환기를 통해 변환된 VoiceXML 문서들을 저장하고 Voice XML 해석기와 HTTP 프로토콜 통신을 통해서 음성 EPG 정보검색에 필요한 VoiceXML 문서를 전송하는 역할을 한다. 또한 웹 서버는 구현 플랫폼(음성 인식 엔진, 음성 변환 엔진)에서 미리 정의되어 있는 최소한의 제한에 따라 요구된 VoiceXML 문서들의 처리를 결정하는 기능도 포함한다.

3.2 음성 EPG 서비스 시나리오

제안하는 음성 EPG 시스템은 기존의 시각적 측면에서의 EPG 검색 시스템보다 더욱 광범위한 사용자 층에서 방송 정보 취득을 가능하게 하므로 일반 사용자들은 물론이고 손과 눈이 제한된 상황에 있는 운전자나 시각장애인 같은 특수한 사용자 그룹에 대해서도 활용이 가능하다는 장점이 있다. 모바일 폰 사용자가 간단한 음성 입력으로 음성 EPG 검색 시스템에 접근하여 서비스를 이용하는 편리성을 설명하기 위해 아래와 같은 사용자 그룹을 가정하고 음성 EPG 서비스 검색 과정의 예를 든다.

사용자 그룹 1: 자동차 운전자와 같이 시각적으로나 육체적으로 활동이 제한된 상황에 놓인 사용자의 경우 기존 시각 위주의 EPG 서비스 방식은 큰 불편함과 경우에 따라 안전상의 위험을 초래한다. 운전자는 모바일 폰을 이용하여 EPG 정보를 얻기 위해 단말기를 조작하기에는 많은 제약이 따르고, 화면상으로 제공되는 EPG 정보를 보기 어렵다.

사용자 그룹 2: 시각 장애인 또한 시각적인 기존 EPG 정보를 얻는 데 어려움이 많기 때문에 정보 접근에 많은 제약을 받고 있다. 사실상, 기존의 문자 매체에 대한 접근의 어려움을 겪고 있는 시각 장애인들에게 있어 이와 같은 서비스는 정보 획득에 더 큰 어려움을 겪게 만들고 있다. 구체적인 예로 시각 장애인은 뉴스나 인터뷰 등에서 화자의 신상에 관한 자막 정보를 볼 수 없으며, 긴급 속보의 경우에도 자막을 볼 수 없다. 또한 드라마, 오락 프로그램의 화면 상황을 파악하는 데에도 어려움이 많다. 더욱이 최근에는 디지털 TV에서 제공하는 EPG 정보를 획득하는 데에도 많은 어려움을 겪고 있다.

아래 서비스 시나리오는 사용자 그룹 1과 2가 모바일

폰을 이용하여 편리하고 효과적으로 뉴스 요약 EPG 서비스를 검색하는 과정을 보인다.

1. 모바일 폰 사용자는 본 논문에서 제안하는 시스템의 일부분인 음성 인터페이스 내부의 음성 인식 엔진에 접근하기 위해 간단한 버튼 입력이나 간단한 음성 명령으로 EPG 서비스를 검색한다.
2. VoiceXML 해석기는 사용자의 서비스를 처리하기 위해 계속적으로 사용자 요청을 모니터링하고 있다가 사용자 요청 이벤트가 탐지되면 웹 서버에게 해당 뉴스 요약 EPG 서비스를 포함하는 VoiceXML 응용을 제공받기 위한 메시지를 보낸다.
3. 다양한 EPG 서비스 응용을 저장하고 있는 웹 서버는 VoiceXML 해석기로 부터 그 메시지를 받고, 해당 뉴스 요약 EPG 응용을 VoiceXML 해석기에게 제공한다.
4. 뉴스 요약 EPG 응용을 받은 VoiceXML 해석기는 뉴스 기사가 텍스트 형식인지 음성 파일로 이루어져 있을지를 인식하고 텍스트 형식으로 작성되어 있을 경우 음성 변환 엔진을 통해 사용자와 VoiceXML 해석기가 음성 대화를 진행해 나가며, 음성 파일로 이루어진 뉴스 기사일 경우 VoiceXML 해석기가 사용자의 모바일 폰으로 음성 파일을 전송하여 출력장치를 통해 서비스 받을 수 있게 한다.
5. 결과적으로, 모바일 폰 사용자는 VoiceXML 해석기와 음성 대화 방식을 통해 대화를 진행해 나가면서

뉴스 요약 EPG 서비스를 제공받게 된다.

3.3 EPG XML 스키마 분석

EPG XML 엘리먼트에서 컨텐츠를 추출하여 음성 서비스를 제공하는 VoiceXML 문서를 생성하기 위해서는 방송국에서 XML 형태로 서비스되는 EPG XML 스키마 구조에 대한 분석이 필요하다[14]. 본 절에서는 일반적으로 범용성 있게 사용되고 있는 Eureka-147 디지털 오디오 방송의 스키마 사양[15] 분석 사항을 기술한다. 이 EPG XML 스키마 스펙은 세 개의 독립적인 스키마를 포함 한다 : i) 일반 데이터 타입에 관한 스키마, ii) 스케줄에 관한 스키마 그리고 iii) 서비스 정보에 관한 스키마들로 이루어져 있다. 그림 2는 이 중에서 본 논문의 샘플 EPG XML 데이터의 생성을 위해 사용된 스케줄에 관한 스키마 계층 구조를 나타낸다.

그림에서 알 수 있듯이 “epg”는 루트 엘리먼트로서 “schedule”, “programmeGroups”, “programme”, 그리고 “alternateSource” 등의 하위 엘리먼트를 포함한다. 하위 엘리먼트인 “programmeGroups”는 방송되는 TV 프로그램의 그룹 정보, TV 프로그램 정보, 프로그램 이벤트 정보를 나타내기 위해 사용된다. 또한 하위 엘리먼트인 “programme”는 각 방송 장르별로 TV 프로그램들을 그룹화하여 나열하고, “alternateSource” 엘리먼트는 관련된 EPG 문서가 다른 경로 상에서 검색 될지의 여부를 나타낸다. “schedule” 엘리먼트는 정해진 시간범위 내에서 TV 프로그램에 대한 정보와 스케줄 정보를

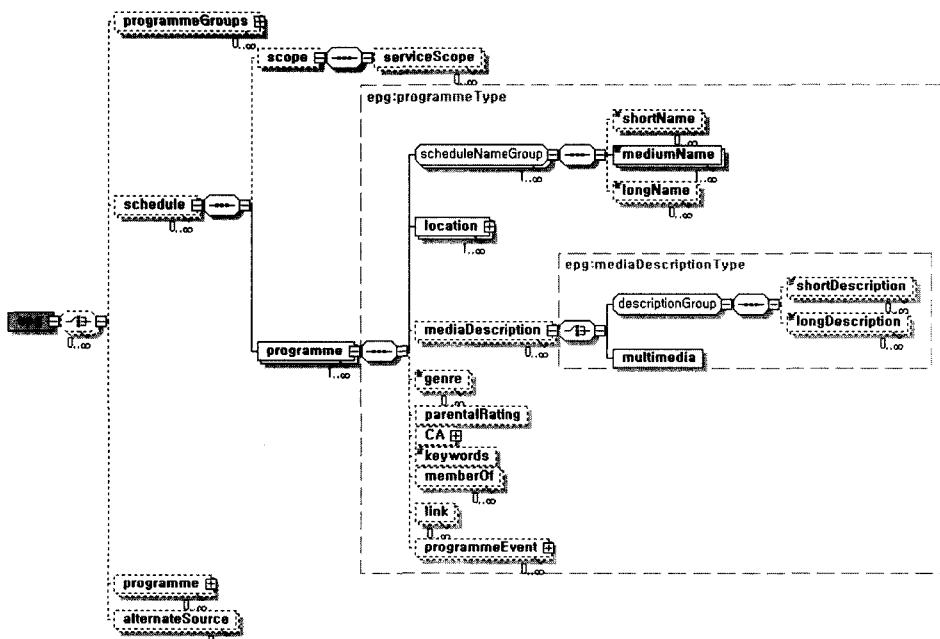


그림 2 EPG XML 스케줄 스키마 구조의 예

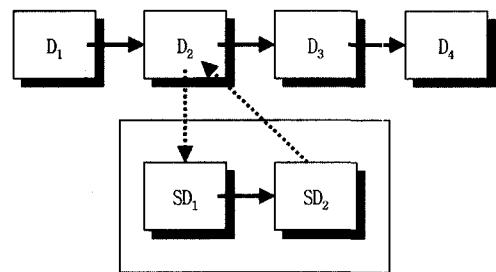
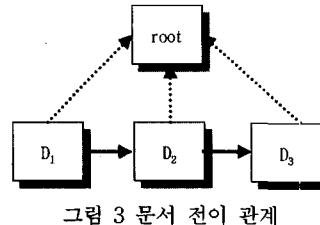
제공하는 두개의 하위 엘리먼트들이 “scope”와 “programme” 하위 엘리먼트들로 나뉜다. “scope” 엘리먼트는 TV 프로그램의 시작 시간부터 종료 시간까지를 명시하기 위해 사용되며, “programme” 엘리먼트는 특정 방송 프로그램의 제목, 서비스되는 방송국, 프로그램에 대한 짧은 요약 서비스, 상세 요약 서비스, 프로그램 장르 정보, 키워드 정보, 연관된 프로그램의 목록 정보, 이벤트 정보를 포함하게 된다.

3.4 VoiceXML 문서 특징 분석

VoiceXML은 음성 입출력이 가능한 대화형 음성 서비스를 위한 표준 언어로서, 개발자들에게 저수준 언어로 프로그램해야 하는 어려움과, 자원을 관리해야 하는 문제점으로부터 벗어나게 한다. 본 절에서는 VoiceXML의 문서의 구조와ダイ얼로그 모델 및 VoiceXML 응용의 주요 특징들과 문법 형태에 대해 기술한다.

- **VoiceXML 문서 구조:** VoiceXML 문서 형태는 시나리오 구성 형태에 따라 다음의 세 가지로 분류된다.
 - i) 단일 문서(Single document application): 단일 문서로 서비스 시나리오를 구성한 것이다.
 - ii) 멀티 문서(Multi document application): 여러 개의 하위 문서와 하나의 root 문서로 서비스 시나리오를 구성한 것으로서, root 문서에서 정의한 변수, 문법,ダイ얼로그 정보를 하위문서가 사용할 수 있다.
 - iii) 서브 디아일로그(Subdialog): 자주 사용하는 디얼로그를 모듈화하여 재사용 가능하게 한다.
- **디아일로그 모델:** VoiceXML 디아일로그는 디아일로그 진행 변화 유무에 따라, 다음과 같이 두 가지로 분류된다.
 - i) 기계 주도 폼(Computer directed form): 미리 정의된 순서에 따라 사용자와 컴퓨터가 대화하는 형식을 가지고 있는 수동적인 디아일로그 모델이다.
 - ii) 상호 주도 폼(Mixed initiative form): 사용자와 컴퓨터 모두 대화의 진행을 능동적으로 변경할 수 있는 디아일로그 모델로서, 사용자의 입력에 따라 다른 디아일로그가 실행된다.

• **VoiceXML 응용:** VoiceXML 응용은 하나의 루트(root) 문서와 이 문서를 참조하는 다수의 비 루트 문서로 구성된다. 루트 문서는 꼭 필수요소는 아니지만 VoiceXML 응용에서 전역적으로 사용하고자 할 때 사용된다. 그림 3은 VoiceXML 문서의 전이 관계를 나타낸다. VoiceXML 최상위 구조인 <vxml> 구조는 하나 이상의 대화 구조를 갖는 데 디아일로그는 주로 form과 menu로 구성되며, 사용자와의 대화에서 사용되며 입력에 대한 결과를 출력한다. 디아일로그는 시나리오에 따라 한 문서에서 순차적으로 실행될 수도 있고 다른 문서의 디아일로그로 전이했다가 다시 되



돌아 올 수도 있다. 디아일로그의 전이는 그림 4에 나타나 있다.

- **문법 형태:** Voice Browser Working Group에서는 음성인식에 필요한 정보를 제공하기 위하여 Grammar라는 인식단어 집합을 정의하였으며, 이를 위해 문법 형태를 표준화 하였다. VoiceXML의 문법 파일 포맷으로는 JSGF(Java Speech Grammar Format)를 사용하며, JSGF는 단어집합을 문맥 무관 문법(Context Free Grammar)으로 표현하여 다양한 형태의 문장 및 단어 집합을 생성 가능하게 하였다.
- **VoiceXML 태그의 기능별 분류:** VoiceXML 스펙 1.0은 모두 47개의 요소가 정의되어 있다. 각 요소를 기능별로 나누면 표 1과 같이 분류되어질 수 있다.

표 1 VoiceXML 요소의 기능별 분류

기능별 분류 항목	해당 VoiceXML 태그
문서	<vxml>,<meta>
디아일로그	<form>,<menu>,<choice>
프롬프트	<prompt>,<enumerate>,<reprompt>
필드	<field>,<option>,<var>,<initial>,<block>,<assign>,<clear>,<value>
이벤트	<catch>,<error>,<help>,<link>,<noinput>,<nomatch>,<throw>
출력	<audio>,<break>,<div>,<emp>,<pros>,<says>
입력	<dtmlf>,<grammar>,<record>
호제어	<disconnect>,<transfer>
호흡제어	<if>,<elseif>,<else>,<exit>,<filled>,<goto>,<param>,<return>,<subdialog>,<submit>
기타	<object>,<property>,<script>

4. 음성 EPG 변환기 구현

EPG XML 문서를 VoiceXML 문서로 변환하기 위해 서 본 논문에서는 XSLT[16] 변환 방식을 응용하여 EPG XML 문서의 엘리먼트내의 컨텐츠 정보를 추출하고 이를 포함하는 VoiceXML 문서를 생성하는 음성 EPG 변환기를 구현하였다. XSLT는 XML 문서를 다른

XML 문서로 변환하기 위해 적용 가능하고, XSL[17]의 일부분으로 사용되기 위해 사용된다. 그림 5는 구현된 음성 EPG 변환기를 통한 변환의 예를 보인다. 이 그림에서 왼쪽 영역은 Eureka-147 디지털 오디오 브로드캐스팅의 EPG XML 스키마 응용에 맞추어 생성한 음성 EPG 뉴스 요약 코드의 계층구조를 트리 형태로 나타내고 오른쪽 영역은 VoiceXML 문서들로의 변환을 위해

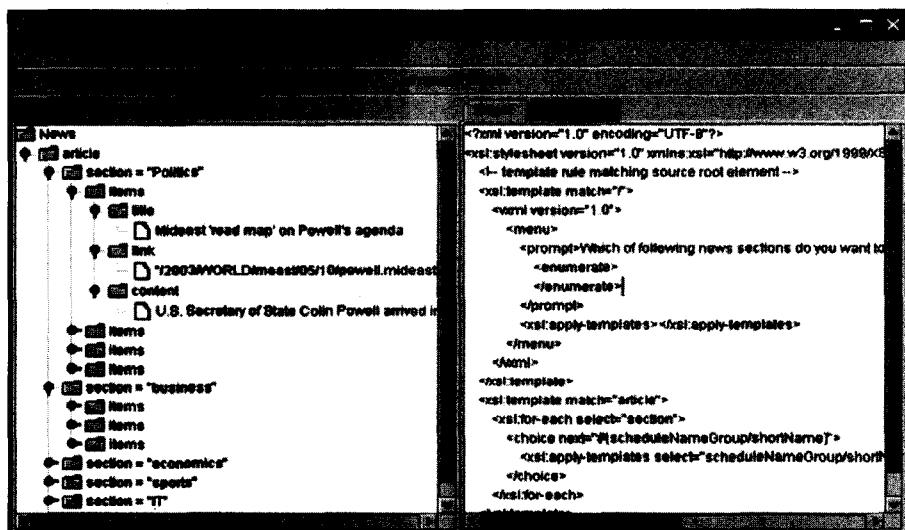


그림 5 구현한 음성 EPG 변환기를 통한 문서 변환의 예

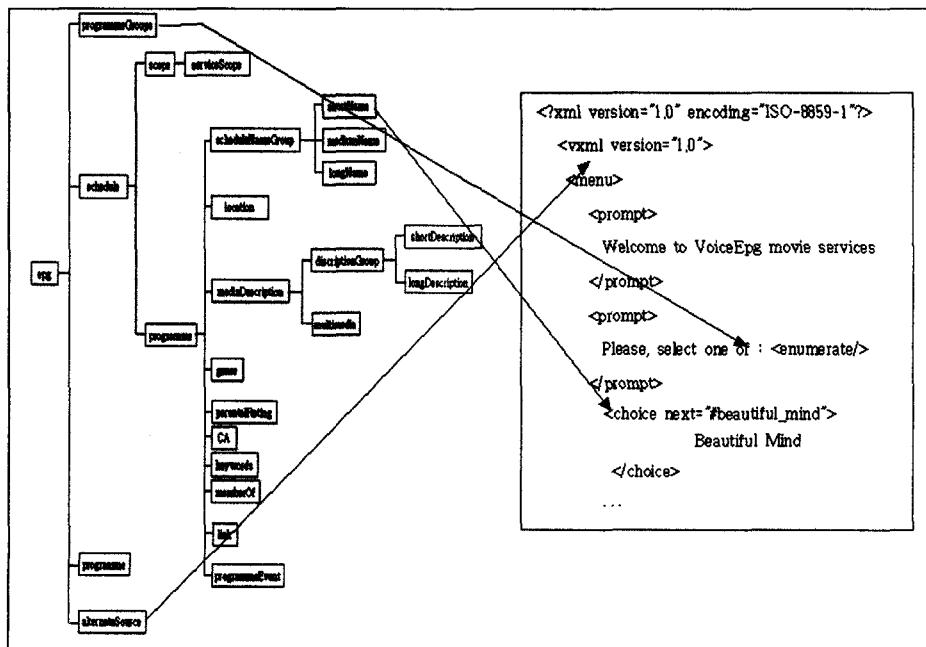


그림 6 EPG XML 컨텐츠 추출

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsl:stylesheet>
  <xsl:template match="/">
<vxml>
  <menu>
    <prompt>
      value<enumerate/>
    </prompt>
    <xsl:apply-templates/>
  </menu>
</vxml>
<xsl:template>
<xsl:template match="value">
<xsl:for-each select="">
  <choice next="value">
    <xsl:apply-templates select=" value"/>
  </choice>
  .....
  .....
</xsl:for-each>
<xsl:template>
</xsl:stylesheet>

```

그림 7 XSL template

필요한 XSLT 템플릿 코드를 나타내고 있다.

그림 6은 Eureka-147 디지털 오디오 브로드캐스팅의 EPG XML 엘리먼트 계층 구조에서 그림 7과 같은 XSL template를 사용하여 필요한 컨텐츠 정보를 추출

하여 결과 VoiceXML 문서를 생성하는 것을 간략하게 그림으로 도식화하였다.

이와 같이 동작하는 음성 EPG 변환기는 자바 언어로 구현되어 이식성과 플랫폼 독립성을 제공하며 썬마이크로 시스템의 J2SE 1.4을 기반으로 구현되었다. 또한 사용자 인터페이스를 위한 주요 패키지로 썬마이크로 시스템의 스윙(Swing)과 XML 문서의 유효성 검사를 위한 파서는 JAXP(Java API for XML) 1.1 [18]를 사용하였다. JAXP는 프로그래머에게 DOM, SAX, 그리고 XSLT를 사용하는 웹용 프로그램 개발에 있어 개발의 편리성을 제공한다. 이와 같이 XSLT 변환방식에 기반을 둔 음성 EPG 변환기는 EPG XML 문서를 입력받아 XSLT 변환 과정을 통해 결과 VoiceXML 문서를 생성하기 위해 프로파일 스타일시트 라이브러리(Profile-Specific Sheet Library)와 변환엔진(Transformation Engine)으로 구성된다. 프로파일 스타일시트 라이브러리에는 특정한 EPG 서비스를 제공하게 위해 한 개 이상의 템플릿들로 구성된 XSLT 스타일시트 문서들을 저장하며 VoiceXML 문서들을 생성하기 위해 매칭되는 EPG XML 문서들과 함께 변환엔진에 의해 처리된다. 변환엔진 내부에서는 각 문서마다 템플릿에서 지정된 패턴과 일치하는 노드를 찾을 때까지 입력 EPG 문서를 조사하고, 발견된 엘리먼트에 이 템플릿을 적용하게 된다. 결과적으로 각 일치된 템플릿으로부터 결과 VoiceXML 문서들을 생성하게 할 수 있게 된다. 그림 8은 이와 같이 동작하는 음성 EPG 변환기의 내부 XSLT 변환 과정을 나타낸다. 현재 개발된 XSLT 변환과정에서

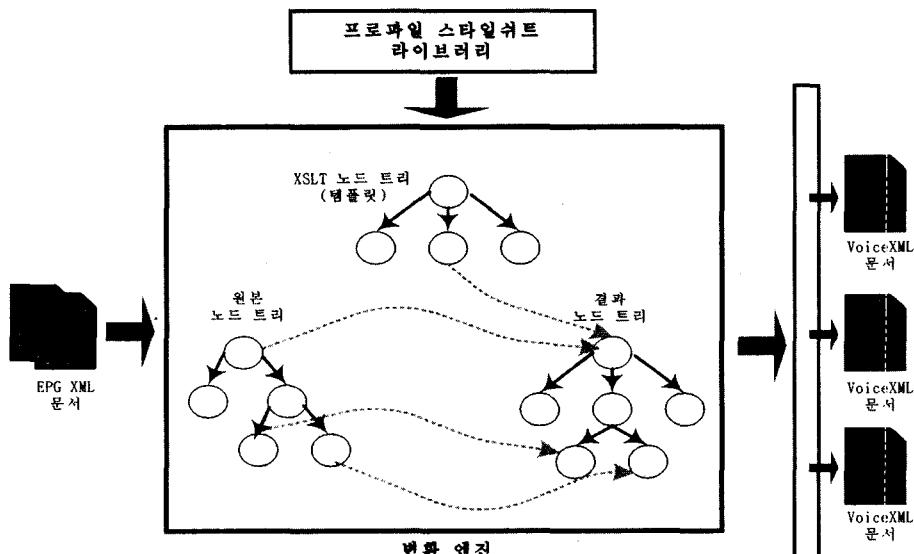


그림 8 음성 EPG 변환기의 내부 XSLT 변환 과정

사용되고 있는 XSLT 변환엔진으로는 Xalan, XT, Saxon 등이 있으며 본 논문의 음성 EPG 변환기를 위해서 Xalan 변환엔진이 적용되었다.

우리는 이와 같이 동작하는 변환기를 제안하기 위한 구현 과정에서 제안하는 JAXP 기반 XSLT 방식이 DOM나 SAX를 통한 EPG XML 문서를 VoiceXML 문서들로 변환하는 방식보다 구현의 편리성과 효율성이 높은 것을 확인할 수 있었다.

4.1 샘플 변환 코드

본 절에서는 음성 EPG 변환기의 변환 과정을 보이기 위해 필요한 세 개의 문서 유형인 i) 원본 EPG XML 문서, ii) XSLT 변환 문서 그리고 iii) 변환된 결과 VoiceXML 문서들의 예를 보여준다. 본 예제는 영화 요약 EPG 서비스를 예로 들며, 그림 9는 이와 관련된 원본 영화 요약 EPG XML 문서의 일부분을 나타내고 있다. 이 EPG XML 샘플 문서는 Eureka-147 디지털 오디오 브로드캐스팅의 EPG XML 스키마에 맞추어 생성되었다. 문서 내부 코드에서 “shortName” 엘리먼트는 각 영화의 제목명을 나타내고, “shortDescription” 엘리먼트는 해당 영화에 대한 줄거리 요약 정보를 제공하기 위해 사용되었다.

그림 10은 그림 9에 대한 XSLT 변환 코드를 나타낸다.

다. 이 변환 문서는 VoiceXML 파일을 생성하기 위해서 영화 제목과 짧은 요약 EPG XML 정보를 추출하는 것을 볼 수 있다. 실제로 이러한 시나리오 변환 파일들이 음성 EPG 변환기의 프로파일 스타일 쉬트 라이브러리 모듈에 저장되고 변환엔진에 의해서 변환이 이루어지게 된다.

그림 11은 음성 EPG 변환기의 변환엔진을 통해 원본 EPG XML 문서의 컨텐츠를 포함하는 결과 VoiceXML 문서의 일부분을 나타낸다. 이 결과 VoiceXML 파일에서 메뉴(menu) 태그는 영화 요약 서비스의 레이아웃을 설정하기 위해 사용되었고, 프롬프트(prompt) 엘리먼트는 음성 출력을 위해 사용되었다.

그림 12는 실제 영화 요약 서비스가 제공된 상황에서 모바일 폰 사용자가 간단한 구두 명령으로 VoiceXML 해석기와 음성 대화를 진행해 나가며 EPG 서비스를 이용하는 것을 보여준다.

그림 13은 음성 EPG 변환기를 통해 생성된 VoiceXML 문서들이 실제 음성 인터페이스 환경에서 적절히 서비스됨을 보이기 위해 VoiceXML 개발 툴인 비보컬(Bevocal) 사이트에 생성된 VoiceXML 문서들을 올려서 실행한 통합된 실제 동작화면을 보여준다.

```

<?xml version="1.0"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href= "EPG2VoiceXML.xml"?>
<epg xmlns:epg="http://www.worldab.org/schemas/epg" xmlns:xsi=
      "http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation=
      "http://www.worldab.org/schemas/epg/epgSchedule_10.xsd" system="DAB">
<schedule>
  .....
  .....
  <programme id="crid://www.kbs.co.kr;dab/BC81123456" version=
    "1" recommendation="yes" bitrate="160">
    <scheduleNameGroup>
      <shortName xml:lang="en">Titanic</shortName>
    </scheduleNameGroup>
    <mediaDescription>
      <shortDescription xml:lang="en">
        This short is simply wonderful! Now, the true story of the last
        moments of the Titanic have been revealed!
        That poor iceberg has been maligned all these years!
        This short, just over five minutes, is like a collaboration between
        Tex Avery and Gary Larson with dash of Tobe Hooper for seasoning!
      </shortDescription>
    </mediaDescription>
  </programme>
  .....
  .....
</schedule>
</epg>
</xml>

```

그림 9 EPG XML 문서의 예

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"
    xmlns:fo="http://www.w3.org/1999/XSL/Format">
<xsl:template match="/">
    <vxml version="1.0">
        <menu>
            <prompt>Which of following do you choose? <enumerate/>
            </prompt>
            <xsl:apply-templates/>
        </menu>
    </vxml>
</xsl:template>
<xsl:template match="schedule">
    <xsl:for-each select="programme">
        <choice next="#{schedule NameGroup/shortName}">
            <xsl:apply-templates select="scheduleNameGroup/shortName"/>
        </choice>
        .....
        .....
    </xsl:for-each>
</xsl:template>
</xsl:stylesheet>
</xml>

```

그림 10 XSLT 변환 문서의 예

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<vxml version="1.0">
    <menu>
        <prompt>
            Welcome to VoiceEpg movie services
        </prompt>
        <prompt>
            Please, select one of : <enumerate/>
        </prompt>
        <choice next="#beautiful_mind">
            Beautiful Mind </choice>
        <choice next="#man_in_black">Man in Black</choice>
        <choice next="#titanic">Titanic</choice>
        .....
    </menu>
</vxml>
</xml>

```

그림 11 변환된 결과 VoiceXML 파일의 예

VoiceXML Interpreter:	Welcome to VoiceEpg movies service! Please Select one of: Beautiful Mind, Man in Black, Titanic, Cinema Paradise, Psycho.
User:	Titanic
VoiceXML Interpreter:	This short is simply wonderful! Now, the true story of the last moments of the Titanic have been revealed...
	Do you continue service?
User:	Yes
VoiceXML Interpreter:	Welcome to VoiceEpg movies service! ...

그림 12 음성 대화의 예

5. 성능 평가 및 실험

이 장에서는 본 논문에서 제안한 음성 EPG 변환기의 효율성을 검증하기 위해 수행한 성능 분석 결과와 생성된 VoiceXML 문서들을 음성 인터페이스 환경에서 테스트한 사항에 대해서 기술한다. 본 성능 평가에서는 현재 서비스되고 있는 EPG XML 데이터를 얻기 어려운 관계로 서비스 시나리오에 따라 “TV 프로그램 요약 EPG 서비스”를 위한 샘플 EPG XML 데이터들을 Eureka-147[15]의 EPG XML 스키마 구조에 따라 생성하였다.

첫 번째 실험에서는 생성한 EPG XML 문서에서 변환에 필요한 컨텐츠 제목 명을 기술하는 “shortName”과 그에 대한 요약 정보를 기술하는 “shortDescription” 엘리먼트 들에서 음성 EPG 변환기를 통해 VoiceXML 문서들을 생성하는 데 걸리는 변환 시간(Transformation Time)을 측정하였다. 그림 14에서는 생성한 샘플 문서의 엘리먼트의 개수와 이를 처리하는 음성 EPG 변환기의 상관 관계를 보여주고 있다. 분석 그래프를 통해 알 수 있는 바와 같이 샘플 문서에서 변환이 필요한 엘리먼트의 개수가 증가할수록 이에 대한 처리 시간도 증가하였지만 처리 시간의 편차는 점차 줄어들었다.

두 번째 실험에서는 동일한 “TV 프로그램 요약 EPG 서비스” 시나리오 상에서 서로 다른 문서의 개수로 생성했을 때 이를 변환하는 데 드는 음성 EPG 변환기의 변환 시간을 분석하였다. 그림 15는 “shortName”과

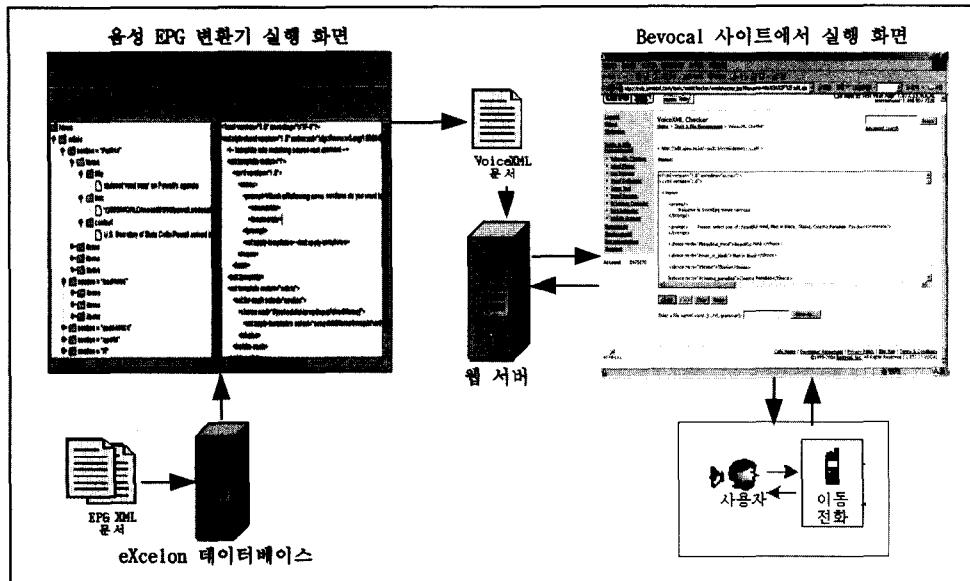


그림 13 전체적인 시스템 동작화면

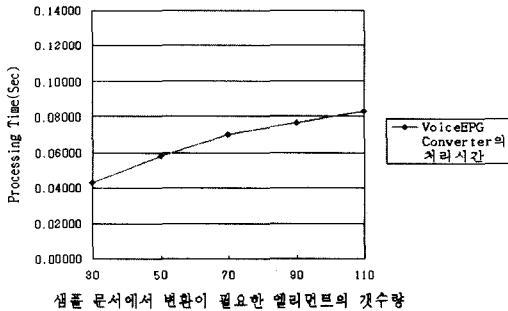


그림 14 EPG XML 컨텐츠 변화량에 따른 변환 시간 측정

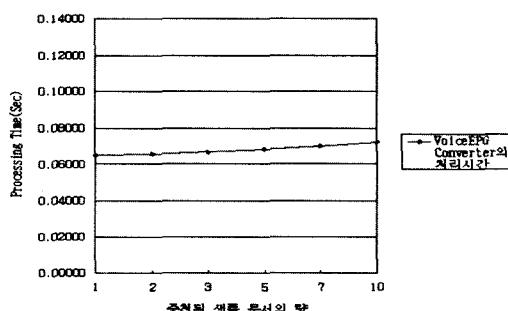


그림 15 EPG XML 문서 변화량에 따른 변환 시간 측정

"shortDescription" 엘리먼트들의 컨텐츠 정보의 개수가 각각 60개에 대해서 1, 2, 3, 5, 7, 10개의 다중 문서로 다양하게 생성했을 때의 변환 시간에 대한 결과 그래프

를 보인다. 변환 처리시간의 최대 값은 샘플 문서를 10개의 파일로 생성했을 때 0.07sec이었고 최소 값은 단일 문서로 생성하였을 때 0.065sec로 가장 적은 처리 시간을 보였으며, 최대 값과 최소 값의 시간편차는 0.005sec로 극소한 차이를 보였다.

또한, 우리는 음성 EPG 변환기를 통해 생성된 VoiceXML 문서들이 음성 인터페이스 환경에서 적절히 서비스됨을 검증하기 위해 다음과 같은 환경을 설정하여 실험 하였다.

먼저, 우리는 다양한 서비스 시나리오상에 기반한 샘플 EPG XML 데이터들을 생성하고 이를 eXcelon[19] 데이터베이스에 저장하였다. 그리고 이와 같이 저장된 EPG XML 문서들을 음성 EPG 변환기의 변환 과정을 거쳐 VoiceXML 문서들을 생성하고 MS 사의 IIS (Internet Information Server) 서버를 사용하여 웹 서버 자체적으로 자원의 원활한 사용이 가능하게 하였다. 또한, 모바일 폰 사용자에게 음성으로 EPG 서비스를 제공하는 음성 인터페이스 환경으로 비보컬[13] VoiceXML 통합 개발자 환경을 사용하였다. 우리는 음성 EPG 변환기를 통해 생성된 다양한(TV 프로그램 요약, 뉴스 요약 서비스, 기상 정보 서비스, 영화 줄거리 요약) EPG 서비스들을 비보컬 사이트에 올려서 사용자의 모바일 폰의 간단한 버튼 입력이나 음성 명령으로 음성 서비스 검색이 가능함을 검증하였다. 현재 이러한 음성 서비스를 제공하는 음성 인터페이스 환경은 VoiceXML 용융 개발자가 자신이 만든 VoiceXML 스크립트를 스스로 검증해 볼 수 있도록 개발 도구와 개발에 필요한

각종 정보를 제공하는 개발자 사이트가 현재 국내외에서 많이 존재하고 있다. 이 가운데 대표적인 국내외 VoiceXML 개발자 환경으로는 비보컬[13], 모토로라[20], 뤼앙스[21], IBM[22], 텔미[23], VoiceGenie[24] 등이 있으며 이미 국외 여러 기업에서는 음성 인식 엔진, 음성 합성 엔진과 같은 부가 기술들을 포함한 통합 음성 인터페이스 환경을 제공하고 있다. 결과적으로 VoiceXML 해석기 환경을 제공하는 음성 서비스 제작자들은 기존 음성 인터페이스 환경에서 EPG 서비스를 제공하기 위해 본 논문에서 제안한 음성 EPG 변환기만 추가하면 되므로 비용 절감 문제에 있어서도 효율적이라 하겠다.

6. 결 론

현재까지 대부분의 기존 EPG 서비스들은 디지털 TV나 각 방송사 웹 사이트 그리고 모바일 단말기 상에서 주로 시각적인 서비스를 제공하고 있다. 하지만 모바일 단말기는 디지털 TV나 데스크 탑 컴퓨터에 비해 많은 물리적 제약을 가지므로 사용자에게 많은 불편함을 초래한다. 따라서 본 논문에서는 모바일 폰의 작은 화면과 텍스트 기반 검색 방식 단점을 극복하기 위해 음성 인터페이스를 통해 EPG 서비스를 제공하는 기법을 제안하였다. 이러한 연구는 기존 일반 사용자들은 물론, 특히 시각적으로 정보를 획득하기 어려운 상황에 있는 사용자를 위해 기존 검색 방식의 제약 사항들을 보완 할 수 있는 대안이 된다. 이와 같은 서비스를 제공하기 위해 본 논문에서는 EPG XML의 내부 구조를 파악하기 위해 Eureka-147 디지털 오디오 브로드캐스팅의 EPG XML 스키마 사양을 분석하였다. 그리고 EPG XML 문서의 엘리먼트 계층구조에서 컨텐츠를 추출하여 Voice-XML 문서를 생성하였다. 이를 위해 본 논문에서는 JAXP를 이용해서 XSLT 변환을 하는 음성 EPG 변환기를 구현하였다. 또한, 이와 같은 결과 VoiceXML 문서들을 VoiceXML 해석기를 통해 모바일 폰 사용자와 음성 대화를 통해 서비스를 진행해 나가기 위해 Voice-XML 해석기 환경에서 테스트 하였다.

참 고 문 헌

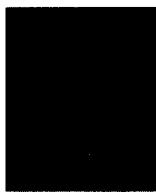
- [1] VoiceXML Forum, Voice eXtensible Markup Language VoiceXML, <http://www.w3c.org/>
- [2] R. Agarwal, Y. Muthusamy, and V. Viswanathan, "Voice Browsing the Web for Information Access," <http://www.w3c.org/Voice/1998/Workshop/RajeevAgarwal.htm>
- [3] W3C VoiceXML eXtensible Markup Language Version 1.0, <http://www.w3c.org/TR/2000/NOTE-voicexml-2000-0505>.
- [4] Thomas Ball, Veta Bonnewell, Peter Danielsen, Peter Mataga and Kenneth Rehor, "Speech-Enabled Service Using Telpatal Software and VoiceXML," Bell Labs Technical Journal, September, 2000.
- [5] James F, "Presenting HTML Structure in Audio: User Satisfaction with Audio Hypertext," *Proceeding of the International Conference on Auditory Display(ICAD)*, pp.97-103, November 1997.
- [6] G. Gupta, O. El Khatib, M.F. Noamany, H.Guo, "Building the Tower of Babel: Converting XML Documents to Voice-XML for Accessibility," *Proceedings of the 7th International Conference on Computers helping people with special needs*, OCG Press(Austria), pp. 267-272, September, 2000.
- [7] S. Goose, M. Newman, C. Schmidt, and L. Hue, "Enhancing web accessibility via the Vox Protal and a web-hosted dynamic HTML to VoxML converter," *Computer Networks: the International Journal of Distributed Informatique*, Vol.33, no. 1-6, p.582-92, June 2000.
- [8] J. Lang and M. Strick, "Experiments in personal television: The future of EPG project," *Proceedings of IBC 2001, Amsterdam 2001(CD-ROM edition)*.
- [9] http://www.nds.com/solutions/electronic_program_duideprint.html
- [10] ETS/EBU ICS 33.020:ETS 300 707-EPG, May 1997.
- [11] B. Smith and P. Cotter, "A personalized television listings service," *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 8, pp. 107-111, 2000.
- [12] <http://www.forrester.com/ER/Press>
- [13] <http://cafe.bevocal.com>
- [14] H. Kim and E.Hwang, "VoiceEPG: Speech Interface for Electronic Program Guide," *International on Internet and Multimedia systems and Applications (IMSA2003)*, Honolulu, Hawaii, USA, pp.369-373, August 13-15, 2003.
- [15] European Telecommunication Standard ETS 300 401: "Radio Broadcasting Systems: Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers".
- [16] J. Clark, XSL Transformations Version1.0, <http://www.w3c.org/TR/xslt>
- [17] W3C, Extensible Stylesheet Language Version 1.0, <http://www.w3.org/TR/2001/REC-xsl-20011015/>
- [18] Sun Microsystems, Java API for XML-Processing, <http://java.sun.com/xml/jaxp/index.html>
- [19] <http://www.exhn.com/>
- [20] http://developers.motorola.com/developers/scripts/dev_login.asp?redirect=/developers/wireless/tools/index.HTML
- [21] <http://www.nuance.com/products/vbuilder.HTML>
- [22] http://www-4.ibm.com/software/speech/enterprise/ep_11.html

- [23] <http://studio.tellme.com>
- [24] <http://developer.voicegenie.com>



김 한 수

2002년 수원대학교 전자계산학과(학사)
2004년 아주대학교 정보통신공학과(석
사). 관심분야는 VoiceXML, 전자프로그
램 가이드, 모바일 컴퓨팅



황 인 준

1988년 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)
1990년 서울대학교 컴퓨터공학과(석사)
1998년 Univ. of Maryland at College
Park 전산학과(박사). 1998년 6월~1998
년 8월 Hughes Research Lab. 연구교
수. 1998년 8월~1999년 8월 Bowie
State Univ., Assistant Professor. 1999년 9월~2002년 아
주대학교 정보통신전문대학원 조교수. 2003년~현재 아주대
학교 정보통신 전문대학원 부교수. 관심분야는 데이터베이
스, 멀티미디어 시스템, 정보 통합, 전자 상거래, XML 응용