

VoiceXML 음성 애플리케이션에 기반한 입시정보시스템 설계 및 구현

하만석°, 윤용근, 박수현

국민대학교 정보관리학부

Design and Implementation of UEEIS(University Entrance Examination Information System) Based on Voice Application of VoiceXML

Ha, Man-Seok°, Yoon, Young-Keun, Park, Soo-Hyun

Dept. of Management Information Systems, Kookmin University

E-mail : msha@kookmin.ac.kr, yoon@kookmin.ac.kr, shpark21@kookmin.ac.kr

요 약

현재 대부분의 대학 입시정보시스템은 ARS 및 웹기반의 서비스를 병행하여 제공하고 있다. 기존 ARS 기반 시스템의 단점은 전화버튼만으로 입력이 제한된다는 점과 시스템의 구축 및 유지보수가 용이하지 않다는 점이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 전화버튼 뿐만 아니라 음성인식에 의한 입력이 가능한 VoiceXML 음성 애플리케이션을 도입하였다. VoiceXML 및 음성 애플리케이션을 활용하여 입시정보시스템을 설계 및 구현해 본 결과 이러한 문제점들을 상당부분 해결할 수 있었다. 그리고 미리 연관된 키워드를 등록하여 다양한 입력옵션을 제공함으로써 자연어 처리가 좀더 용이해졌다. 이는 XML의 최대장점인 다양한 확장성과 응용성이 향상되는 것이며 사용자에게 기존 시스템보다 훨씬 개선된 사용자 인터페이스를 제공할 수 있게 된 것이다. 또한 기존 웹기반의 서비스에 쉽게 연동이 가능하고 유지보수 또한 기존 시스템보다 쉽게 할 수 있다.

1. 서론

21세기를 맞이하여 각 대학들은 대학 경쟁력 향상을 위해 부단히 노력하고 있다. 이와 관련하여 입시정보시스템을 ARS 등으로 구축하여 서비스하고 있다. 그러나 기존의 ARS 시스템은 한번 구축한 후 수정하기 위해서는 다시 녹음을 해야 하는 등 개인이 쉽게 구축하기 힘든 시스템으로 알려져 있다[1][2].

그러나 이제는 음성인식 및 음성합성이 가능한 VoiceXML Gateway를 갖추고 음성정보를 제공하는 시나리오를 VoiceXML 문서로 만들어서 마치 홈페이지를 작성하여 웹 서버에 올리기만 하면 누구나 손쉽게 음성 정보 서비스를 구축하고 운영할 수 있게 되었다[2][3].

본 논문에서는 최근 음성인식기술의 발달과 함께 웹기반 음성표준으로 자리잡은 VoiceXML 기반 기술을 입시정보시스템에 적용함을 통해 XML 기반 시스템의 확장성과 응용성을 최대한 활용하여 기존 시스템을 개선하고자 한다.

기존 ARS 시스템은 전화버튼을 통한 입력만을 제공하고 있으므로 사용방법이 단순한 반면 확장성이 약하며 전화버튼을 누르기 힘든 주행중이나 이동중에는 사용하기가 어려웠다. 또한 편리한 사용자 인터페이스를 제공하기에는 한계가 있으므로 최근 인터넷의 발달과 무선인터넷의 활용 등으로 인해 ARS 시스템의 효용성은 갈수록 낮아질 것으로 예상된다[4][5].

또한 무선인터넷과 Mobile Phone을 이용한 서비스가 최근 급속히 확산되는 추세에 있으나 이 역시도 다이얼패드로 국한된 입력의 불편함을 해결해야 하는 과제에 봉착해 있는 상황이다[6][7].

그런데 최근 음성인식 기술의 발달에 힘입어 VoiceXML 표준이 완성됨에 따라 이를 활용한 어플리케이션 개발이 활발하게 진행되고 있다[8][9].

VoiceXML을 대학입시정보시스템에 활용하면 수험생에게는 더욱 쉬운 사용자 인터페이스를 제공하게 된다. 기존 ARS 시스템과 달리 정해진 메뉴에 연관된 키워드를 미리 등록할 수 있으므로 보다 쉬운 입력이 가능하고 자연어 처리가 용이하다는 장점을 가지고 있다. 또한 Voice XML 고유의 특성에 의하여 시스템 수정 및 확장시 기존 시스템과는 달리 보다 용이하게 유지보수가 가능하다는 장점이 있다. 대학의 입장에서 새로운 시스템을 도입하게 되면 이에 따른 사용자 재교육, 관련장비 구매 등 많은 비용요인이 발생하게 되나 VoiceXML은 사용방법이 간편하고 이미 널리 보급되어 있는 유무선 전화를 사용하므로 사용자 교육이 간편한 장점을 가지고 있다[2][10].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에서는 연구배경 및 목적과 연구 범위 및 방법에 대하여 서술한다. 본론에서는 먼저 VoiceXML의 기반 기술인 XML의 이론적 배경과 기반 기술에 관하여 살펴본 후 VoiceXML을 활용하여 실제로 입시정보시스템을 설계하고 구현하고자 한다. 먼저 기존 ARS 방식의 개요를 살펴본 후 VoiceXML 기반 입시정보시스템을 설계 및 구현하고자 한다.

설계 기법으로는 객체지향모델링 기법인 UML을 활용하여 시스템을 설계하고 이에 따라 웹기반 소프트웨어 및 VoiceXML 기반의 소프트웨어를 구현하였다[11][12][13].

소프트웨어 구현을 위해 본 논문에서는 웹서버를 경유하여 DB 등을 검색하여 동적으로 VoiceXML을 생성한 후 음성인식 및 음성출력을 담당하는 VoiceXML Gateway를 통해 사용자가 서비스를 받을 수 있도록 하였다. VoiceXML Gateway로는 와이더텐닷컴([2][3])에서 개발한 VXGateway를 활용하고 본 논문에서는 이를 활용한 웹서버측 스크립트 언어인 Java Servlet과 JSP, ASP를 활용하여 동적으로 VoiceXML 문서를 생

성하여 이를 VoiceXML Gateway에 보내어 음성인식 및 음성출력을 할 수 있도록 하고자 하였다. 이후 본 논문과 기존 ARS 방식과 비교 분석을 통하여 연구의 성과 및 향후 연구과제에 대하여 언급한다.

2. 본론

2.1 XML의 이론적 배경과 기반 지식

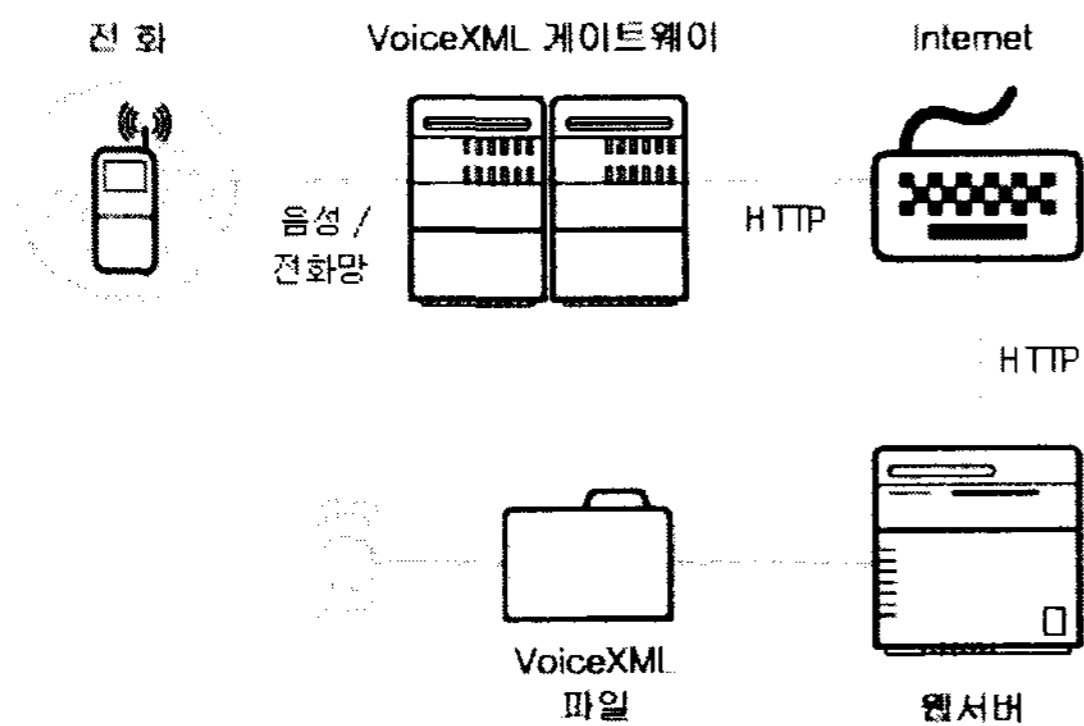
VoiceXML은 XML에서 파생된 기술로서 XML 표준을 사용하기 때문에 플랫폼에 자유롭고 확장성이 우수한 장점을 가지고 있다. VoiceXML 문서 작성을 위해서 만들어진 전용 편집기가 많이 있지만 어떤 종류의 편집기로도 소스 코드를 쉽게 작성할 수 있다[14][15][16].

VoiceXML 역시 XML에 기반한 기술이기 때문에 XML기반 자료를 XSLT([17])를 이용해 VoiceXML로 변환할 수 있다. 이것은 VoiceXML의 커다란 장점이다. 하나의 원본 XML 자료를 XSLT를 이용해 원하는 자료포맷(WAP, HTML, VoiceXML)으로 변환할 수 있기 때문에 voice Portal 구축시 유지보수 측면에서 유리하다. 이 경우 XML을 위한 웹 인프라가 이미 구축되어 있으므로 인터넷의 발전과 같이해온 웹 관련 기술들을 대부분 사용할 수 있다[18][19].

VoiceXML 문서를 음성으로 출력시키거나 음성을 인식하여 VoiceXML 문서로 만들기 위해서는 음성 인식이 가능한 Gateway가 필요한데 이를 VoiceXML Gateway라고 한다.

사용자는 유무선 전화를 통해 VoiceXML Gateway에 접속한다. 사용자가 음성 또는 전화기 버튼을 눌러 입력하면 VoiceXML Gateway에서 인식하여 웹서버로 보내주게 된다. 웹 서버에서는 필요에 의하여 DB 검색 등을 수행하여 동적으로 VoiceXML 문서를 생성하여 VoiceXML Gateway에 보내줄 수도 있다[20][21].

VoiceXML 어플리케이션을 개발하기 위해서는 이와 같이 VoiceXML Gateway가 필수적으로 요구된다. VoiceXML Gateway를 직접 설치할 수도 있으나 고가의 장비이므로 국내외 사이트에서 제공하는 서비스를 이용할 수도 있다.



<그림 1> VoiceXML 인터페이스 구조[3][6]

VoiceXML 개발자들이 VoiceXML 문서를 개발하고 테스트할 수 있는 환경을 제공하는 다수의 웹사이트들이 국내외에 존재한다. 그 가운데 와이드텐닷컴의 VXGate 개발자 커넥션 사이트는 개발자가 만든 VoiceXML 문서를 웹기반 디버깅을 통해 검증하고 전화 테스트도 가능한 사이트이다. 이는 한국에서 개발하여 공개한 사이트로서 한글 지원이 가능하다 [2][3][10]. 국외 사이트들도 많이 있으나 아직 한글 지원이 되지 않고 전화 테스트를 위해 국제 전화를 사용해야 하므로 본 논문에서는 VXGate 개발자 커넥션 사이트를 VoiceXML Gateway로 사용하여 모든 소스를 테스트하였다.

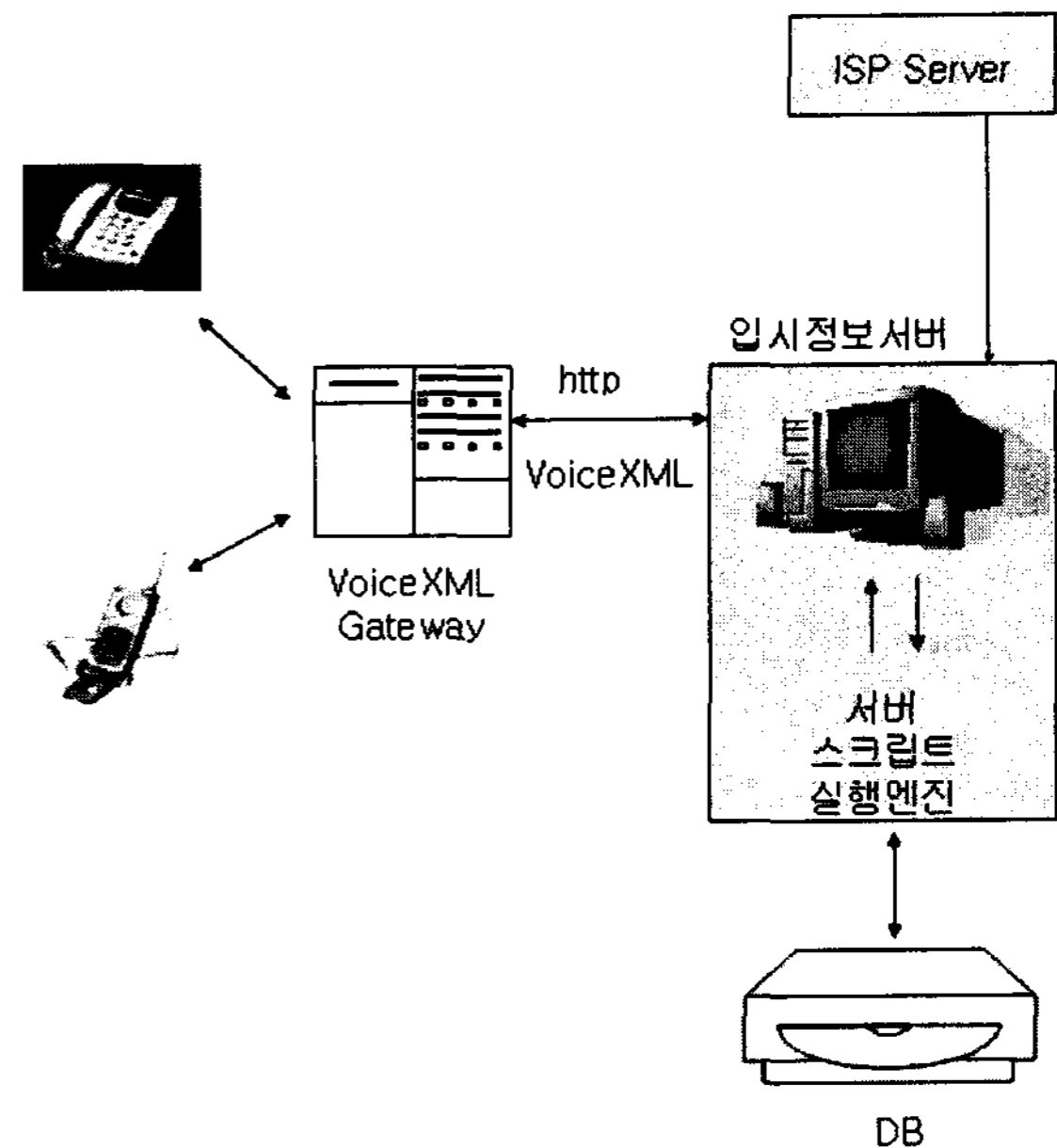
2.2 VoiceXML 기반 입시정보시스템 설계 및 구현

본 논문에서 구현하고자 하는 VoiceXML 기반 입시정보시스템은 음성 인식과 음성 합성을 통한 대화형 안내 시스템으로 유무선 전화를 통하여 사용이 가능하다[20][21].

입시정보서버와 전화를 통해 접속한 클라이언트의 사용자 사이에 Java Servlet과 JSP를 이용하여 동적으로 생성된 VoiceXML 문서를 VoiceXML 브라우저가 음성으로 변환하여 사용자에게 전달해주며 사용자는 DTMF나 음성으로 메뉴를 선택하여 정보를 조회할 수 있다. DTMF(Dual Tone Multi Frequency)는 전자식 전화기의 버튼을 눌렀을 때 발생하는 신호를 의미한다. 기존 ARS 시스템에서는 입력 방법은 DTMF만으로 한정되었다. 그러나 VoiceXML 기반 시스템에서는 DTMF는 물론 음성으로 입력이 가능함으로써 사용자에게 더욱 편리한 인터페이스를 제공할 수 있게 되었다.

개인 ID나 password와 같이 보안이 필요한 정보에 대해서는 여전히 DTMF가 더욱 효과적인 입력 방법이 될 것이다. 또한 지하철, 실내 등의 공공 장소에서 음성으로 입력하기 곤란한 경우에도 여전히 DTMF는 유용한 입력 방법이 될 수 있을 것이다[2][10].

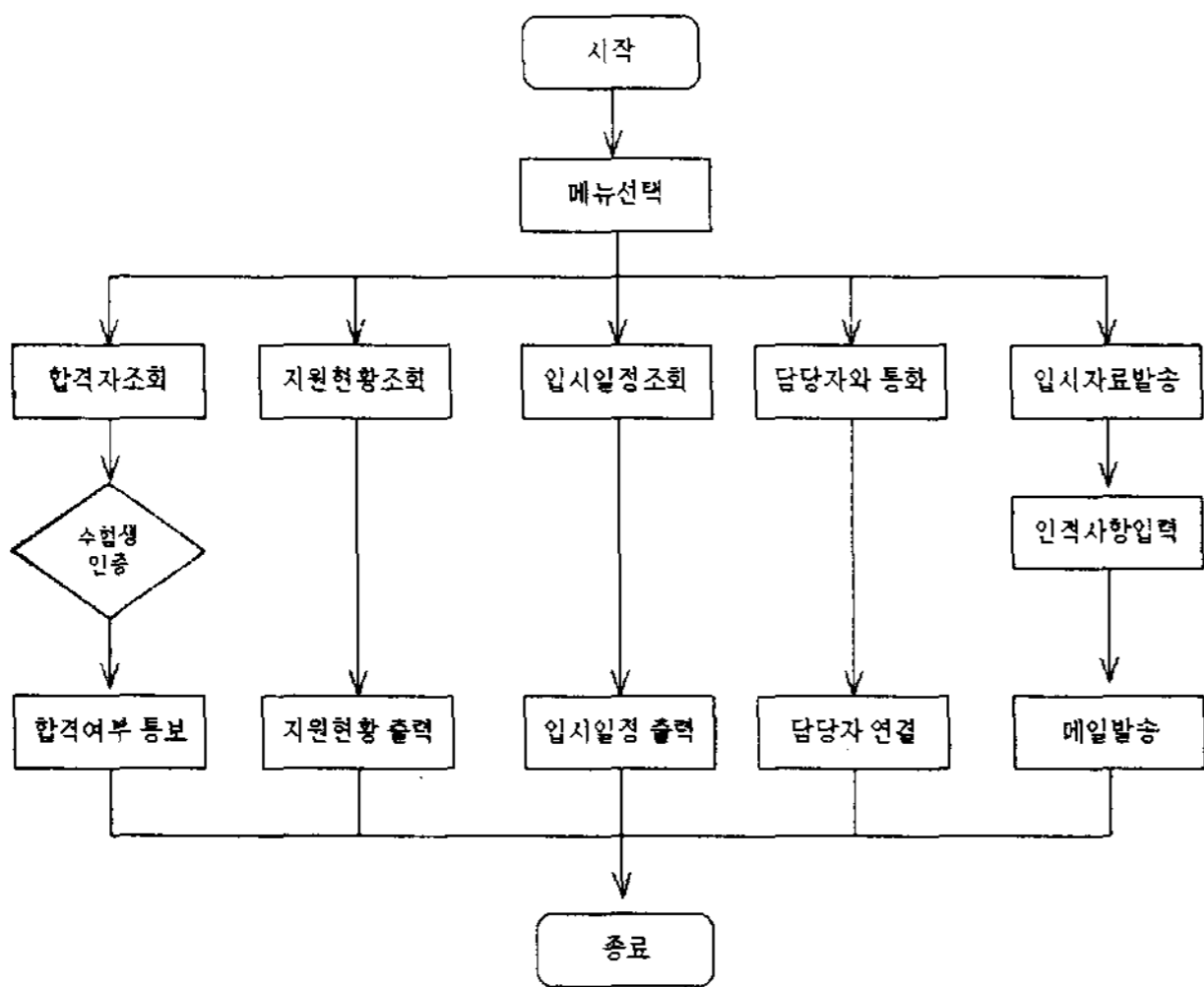
본 논문에서는 기존의 입시정보시스템과 연동한 시스템을 구성하고자 하였다.



<그림 2> 전체 시스템 구성도

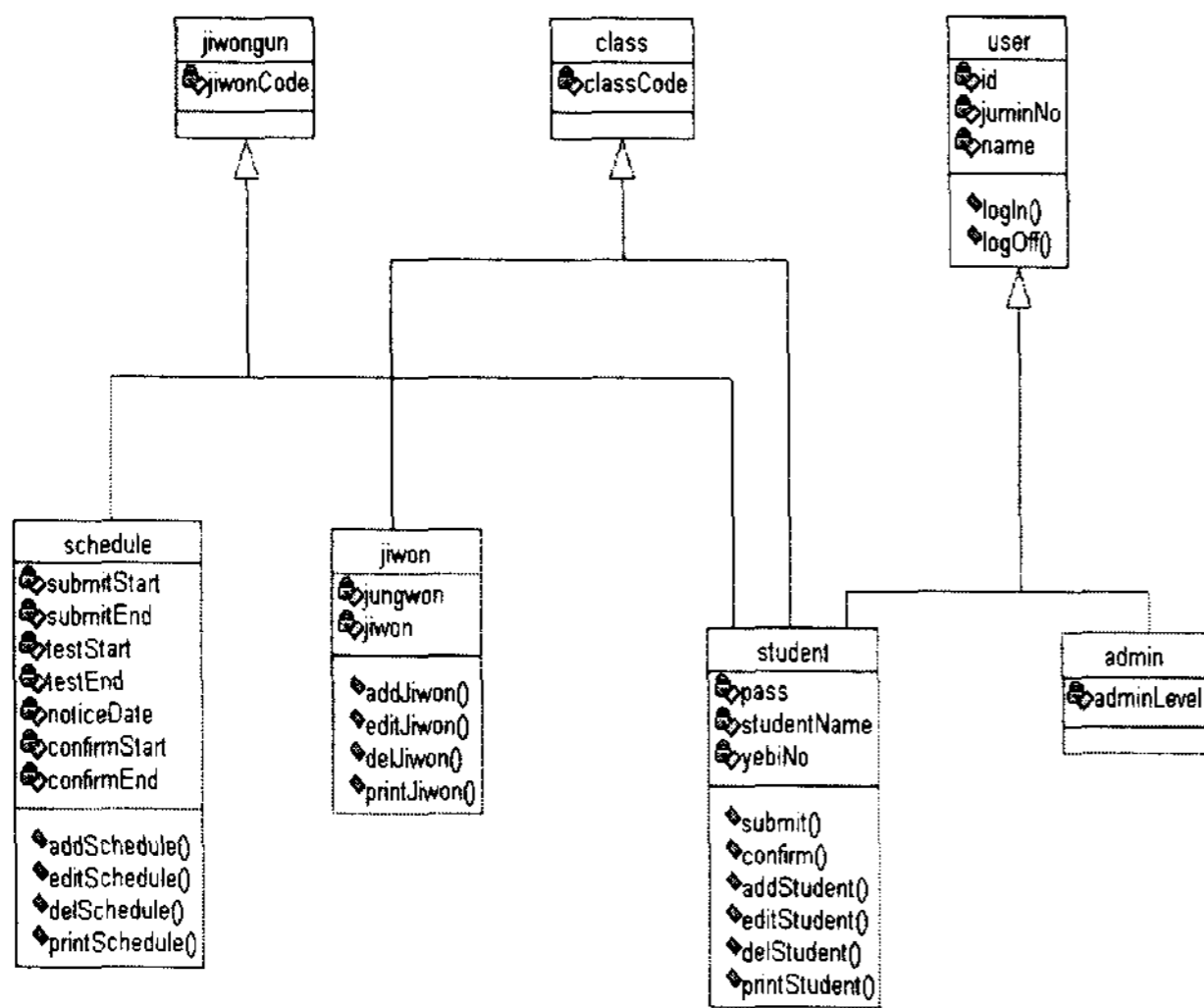
시스템의 전체적인 구성은 [그림 2]와 같다. 입시정보서버는 ISP(Internet Service Provider) 서버와 연결되어 있다. 입시정보서버는 DB와 연동하여 입시정보자료들이 저장되어 있으며 사용자가 전화를 통해 시스템에 연결할 경우 서버에 저장된 VoiceXML 텍스트를 VoiceXML Gateway에 보내어 음성으로 변환하여 TTS(Text To Speech)로 출력하게 된다. 사용자는 유선전화 및 무선전화를 사용하여 시스템에 접속할 수 있다.

본 입시정보시스템은 서버와 사용자와의 상호 작용에 따라 합격자 조회 모듈, 지원현황조회 모듈, 입시일정 조회 모듈, 담당자와 통화 모듈, 입시자료발송 모듈로 나누어서 살펴볼 수 있다. 최초 실행시 안내 메시지를 통해 메뉴를 선택할 수 있게 하였으며 각 메뉴에서 다시 처음으로 돌아와 다른 메뉴를 선택하거나 중간에 종료할 수 있도록 하였다.



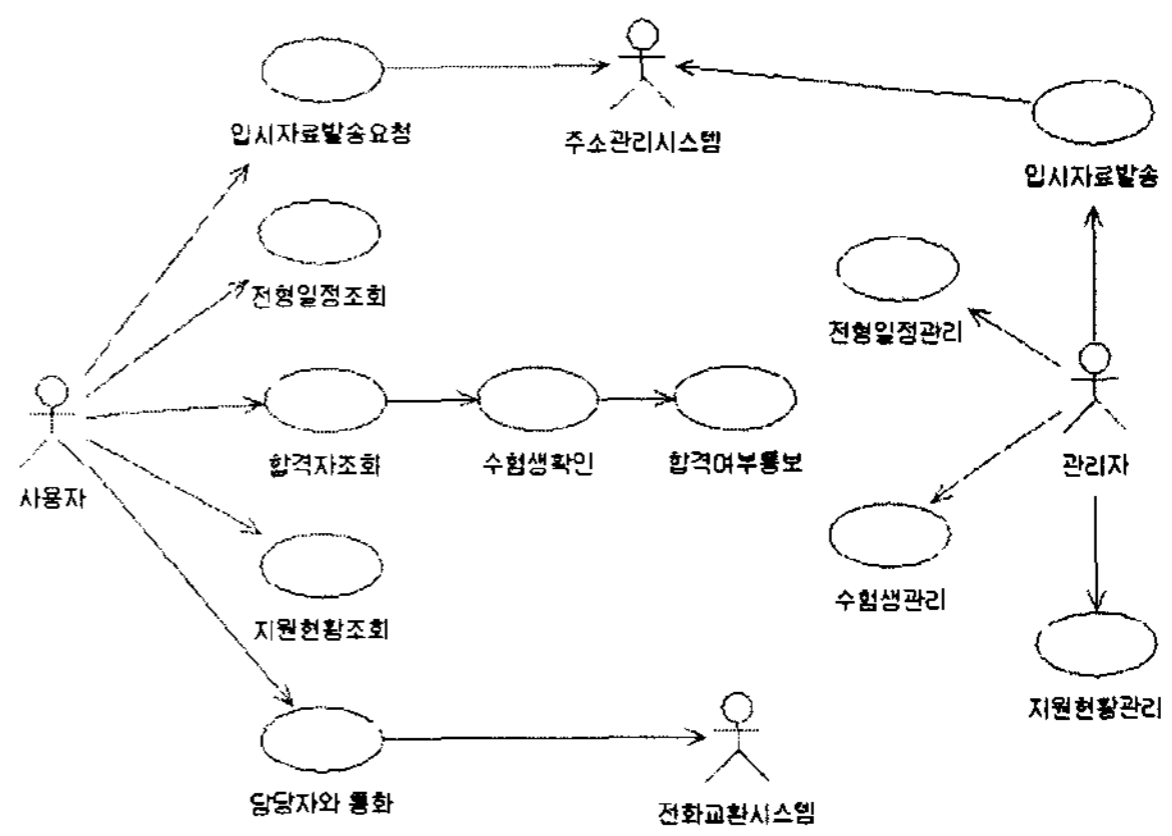
<그림 3> 시스템 블록 다이어그램
(System Block Diagram)

시나리오에 따라 class(학과), jiwongun(지원분야), jiwon(지원현황), schedule(입시일정), student(수험생), admin(관리자), user(사용자) 등 7개의 class를 분류하여 [그림 4]와 같이 클래스 다이어그램을 작성하였다.



<그림 4> 입시정보시스템의 클래스 다이어그램

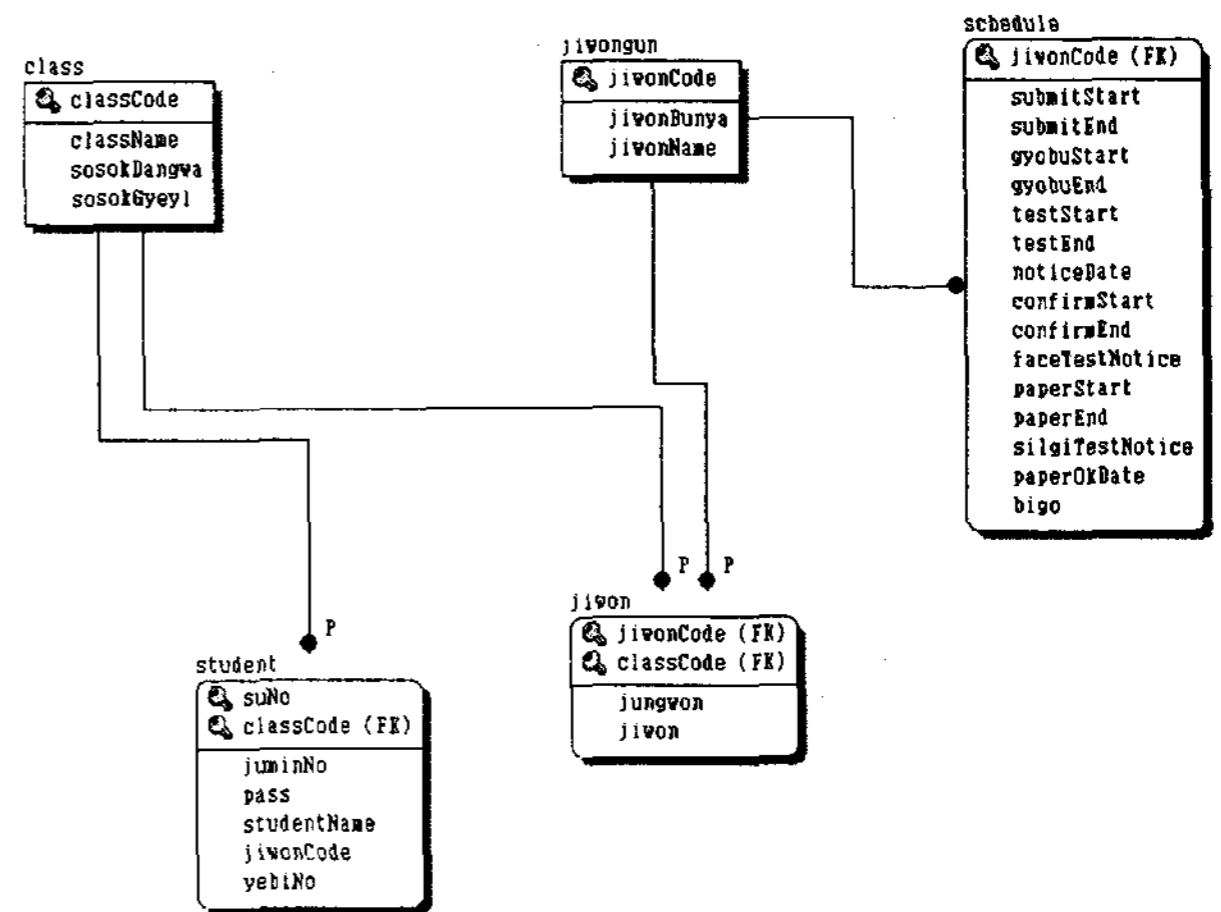
위에서 작성한 시나리오에 따라 실제 시스템 구현을 위한 쓰임새 다이어그램(Use Case Diagram)을 [그림 5]와 같이 작성하였다.



<그림 5> 쓰임새 다이어그램
(Use Case Diagram)

VoiceXML 기반 입시정보시스템을 구현하기 위한 데이터베이스는 다음과 같이 설계하였다. 지원 학부(과)의 관리를 위한 class 테이블, 수험생의 인격사항을 저장하기 위한 student 테이블, 입시일정 관리를 위한 schedule 테이블, 모집단위 관리를 위한 jiwongun 테이블, 지원현황조회를 위한 jiwon 테이블로 구성되어 있다. 입시정보시스템을 위한 데이터베이스 관리시스템으로는 MY SQL을 사용하였으며 데이터베이스 모델링에는 ERWin 4.0을 사용하였다.

VoiceXML 어플리케이션 작성을 위해서 MY SQL 이외에 Oracle, MS SQL 등의 모든 데이터베이스 관리시스템을 사용할 수 있다. 본 논문에서는 시스템 구현을 위해 와이드텐닷컴에서 제공하는 웹기반 디버거 및 전화테스트를 사용하였는데 현재 와이드텐닷컴에서는 MY SQL만을 지원하고 있어 MY SQL을 사용하게 된 것이다[2].



<그림 6> 전체 DB 테이블 구성도

입시정보시스템은 총 5개의 모듈로 구성되어 있는데 그 가운데 입시일정조회 모듈을 예로 들어 설명하고자 한다.

사용자가 전화를 걸어 시스템에 접속하면 안내 메시지가 출력된다. 안내메시지에 따라 입시일정조회를 선택한 후 사용자가 모집분야를 VoiceXML Gateway와의 상호작용을 통하여 음성 또는 DTMF로 입력하면 VoiceXML Gateway가 음성을 텍스트로 변환하여 입시정보서버에 전달하고 입시정보서버에서는 사용자가 입력한 데이터를 기반으로 데이터베이스를 조회하여 그 결과를 VoiceXML 문서로 동적으로 생성하여 VoiceXML Gateway에 전달한다. VoiceXML Gateway에서는 전달받은 VoiceXML 문서를 음성으로 변환하여 사용자에게 들려준다.

메뉴 안내 TTS	원하시는 메뉴를 선택해 주세요. 합격자조회는 1번을 지원현황안내는 2번을 입시일정안내는 3번을 담당자 연결은 4번을 종료는 9번을 선택해 주세요.
메뉴 선택 TTS	원하시는 메뉴를 선택해 주세요.
지원 분야 선택 TTS	수시모집은 수시모집이라고 말씀하시거나 1번 버튼을 정시모집은 정시모집이라고 말씀하시거나 2번 버튼을 초기메뉴는 초기메뉴라고 말씀하시거나 9번 버튼을 눌러주세요.
세부 지원 분야 선택 TTS	특기자는 특기자라고 말씀하시거나 1번 버튼을 학교장추천은 학교장추천이라고 말씀하시거나 2번 버튼을 실업계출신자는 실업계출신자라고 말씀하시거나 3번 버튼을 취업자는 취업자라고 말씀하시거나 4번 버튼을 재외국민은 재외국민이라고 말씀하시거나 5번 버튼을 초기메뉴는 초기메뉴라고 말씀하시거나 0번 버튼을 눌러주세요.
입시 일정 안내 TTS	수시모집 학교장추천 전형 일정입니다. 원서접수 2002년 09월 03일부터 2002년 09월 05일까지 입학 전형 2002년 09월 28일부터 2002년 09월 29일까지 합격자발표 2002년 10월 08일 등록기간 2002년 12월 06일부터 2002년 12월 07일까지입니다.
메뉴 이동 TTS	다시 듣고 싶으시면 '다시' 이전 메뉴로 이동하시려면 '이전' 처음으로 이동하시려면 '처음'이라고 말씀해 주십시오.

<표 1> 입시일정 조회 TTS(Text To Speech) 출력 화면

<표 1>과 같이 VoiceXML Gateway와 사용자간의 의사소통이 이루어지게 되는데 여기서 특기할만한 사항은 전화버튼 뿐 아니라 음성입력도 가능하다

는 것이다.

음성입력시 사전에 사용자가 입력할 수 있는 범위를 미리 grammar로 지정하여 다양한 입력옵션을 제공할 수 있다[2][10][18]. 예를 들면 <표 2>에서 사용자가 '수시' 또는 '수시모집'이라고 하면 모두 수시모집으로 인식이 되어서 처리가 될 수 있다. 이렇게 비슷한 키워드를 미리 등록하게 됨으로 사용자에게 좀더 친숙하고도 편리한 서비스를 제공할 수 있다.

```
<grammar>
수시모집 {susi} | 수시 {susi} |
정시모집 {jungsi} | 정시 {jungsi} | 전기 {jungsi} |
초기메뉴 {home} | 초기 {home} | 처음 {home} |
맨앞 {home}
</grammar>
```

<표 2> 다양한 옵션의 음성입력을 위한 문법 정의

지금까지 VoiceXML 기반의 입시정보시스템을 설계하고 구현해 보았다. 또한 대표적인 기능인 입시일정조회 모듈을 중심으로 시스템의 기능을 설명하였다. VoiceXML 기반 시스템은 기존 ARS 기반 방식과는 달리 전화버튼 뿐만 아니라 음성으로도 입력이 가능하므로 좀더 편리하고 확장성 있는 시스템을 구축할 수 있었다. ARS 기반 시스템의 경우 정해진 시나리오 순서대로 작동을 하지만 VoiceXML 기반 시스템에서는 사용자의 입력에 따라 순서가 바뀌어 처리되는 상호주도 다이얼로그를 구현할 수 있다. 따라서 컴퓨터가 입력을 받아들이는 과정에서 융통성을 발휘할 수 있기 때문에 서비스 사용자가 좀더 편리함을 느낄 수 있을 것이다[2][10].

또한 기존 ARS 기반 시스템과 달리 음성 표준으로 자리 잡은 VoiceXML을 활용하여 VoiceXML Gateway만 갖추고 VoiceXML 문서만 작성하여 웹 서버에 올리면 서비스 제공이 가능하므로 쉽게 시스템을 개발할 수 있는 장점이 있다.

3. 결론

본 논문에서는 효율적인 대학학사관리를 위하여 VoiceXML 기반의 입시정보시스템을 설계하고 구현하였다. VoiceXML은 XML을 기반으로 탄생된 기술의 하나로서 음성 어플리케이션 개발의 표준

으로 자리잡았으며 기존 웹기반 프로그래밍에 비해 확장성이 우수한 장점을 가지고 있다.

본 논문에서는 전화의 대중성과 사용법이 간편하다는 점을 고려하여 와이드덴닷컴의 VoiceXML Gateway를 이용하여 전화를 통한 입시정보제공이 가능한 입시정보시스템을 구현하였다.

입시정보시스템에서는 합격자조회, 지원현황조회, 입시일정조회, 담당자와 통화, 입시정보발송 요청 등의 메뉴 선택을 통하여 해당 서비스를 받을 수 있도록 하였다.

본 논문의 연구의 성과를 요약하면 다음과 같다.

VoiceXML은 XML 기반 기술로서 기존 웹기반 프로그래밍에 비해 확장성이 우수한 장점을 가지고 있다. 기존 웹기반 프로그램에 연동하여 서비스를 확장하여 제공할 수 있으므로 서비스의 질적 향상으로 인한 사용자의 만족도를 증가시킬 수 있다. 무엇보다도 사용방법 및 입력이 간편하다는 점을 들 수 있다. 기존 시스템과 달리 음성으로 입력이 가능하므로 인터넷 사용이 어려운 운전 중이나 이동 중에도 쉽게 정보 검색을 할 수 있으며 시각 장애인 등에게도 서비스 제공이 가능하므로 인터넷과 연동시 인터넷의 장점을 더욱 효율적으로 확장할 수 있다는 점이다. 기존 ARS 시스템은 전화버튼만으로 메뉴를 선택할 수 있지만 VoiceXML을 활용할 경우 하나의 명령어에 연관된 다양한 키워드를 미리 등록하여 인식시킬 수 있으므로 자연어 처리가 좀더 용이하며 사용자에게 보다 편리한 인터페이스를 제공할 수 있다. 또 VoiceXML이 음성 입출력에 대한 표준을 제시하고 있으므로 음성 입출력의 기술적인 지식이 없이도 신속한 개발이 가능하며, 기존 ARS 기반의 입시정보시스템을 쉽게 VoiceXML 기반 입시정보시스템으로 적용할 수 있다. 대학의 입장에서도 이미 널리 보급되어 있는 유무선 전화를 활용하면 되므로 사용자 교육이 간편한 것도 장점으로 들 수 있다.

본 논문에서 제시한 입시정보시스템은 VoiceXML을 기반으로 기존 ARS 기반 입시정보시스템을 개선하여 구축하고자 하였으나 다음과 같은 향후 연구과제를 갖는다.

첫째, 전화를 통해서만 접속이 가능하므로 시스템의 실제 활용도가 낮을 수 있다. 하지만 추후

PC상에서 마이크와 스피커를 이용하여 음성을 입력하고 출력하는 기능이 추가되어 전화 뿐 아니라 PC로도 음성인식 및 출력 기능이 구현된다면 더욱 편리한 서비스 제공이 가능하리라 생각된다. XSL(eXtensible Stylesheet Language)를 이용하여 음성 기반만의 시스템이 아닌 음성과 함께 웹상에서 시각적으로도 서비스를 제공할 수 있는 방법도 연구되어야 한다. 이를 위해서는 음성인식 및 출력 모듈을 프로그램 소스에 포함시켜야 한다.

둘째, 실제 입시정보서비스 제공시 시스템 응답 시간 개선이 보완되어야 한다.

본 논문에서는 VoiceXML Gateway를 직접 구현하지 않고 웹기반 디버깅 및 전화테스트 서비스를 제공하는 와이드덴닷컴의 VoiceXML Gateway를 사용했기 때문에 입시정보서버와 VoiceXML 문서를 주고받는데 있어 거리상의 문제 등으로 인해 시간 지연이 발생할 수 있다. 또한 입시정보서버에서 사용자가 입력한 데이터를 바탕으로 DB 조회를 하는데 걸리는 시간 또한 검색할 데이터가 많아지고 사용자가 많아질 경우 인내심을 요구하고 서비스 만족도를 감소시키는 요인이 될 것으로 이는 반드시 해결되어야 할 과제이다.

[참고문헌]

- [1] 두산세계대백과 EnCyber
- [2] 박섭형, "음성 웹 어플리케이션 구축을 위한 VoiceXML", 한빛미디어, 2001.
- [3] 와이드덴닷컴, <http://www.widerthan.com>
- [4] 뉴씨엔씨, <http://www.newcc.co.kr>
- [5] 쌍용정보통신, "음성인식과 내추럴 스피킹 기술", <http://itclub.sicc.co.kr/message/1215message.htm>
- [6] 삼보정보통신, "VXML", <http://www.tgicc.com>
- [7] ICN Communications, <http://www.netacademy.co.kr>
- [8] inews24.com, <http://www.inews24.com>
- [9] 전남대학교 신호처리 실험실, "Automatic speech recognition", <http://dsp.connam.ac.kr>
- [10] 강유, 김동준 역, "VoiceXML", 에이콘, 2002.
- [11] Joseph Schmuller저, 곽용재 역, "초보자를 위한 UML 객체지향설계", 인포북, 1999.

- [12] 황남주, “최신의 객체지향 방법론 UML과 RUP”, 쌍용정보통신, 1999.
- [13] Terry Quatrani, “Visual Modeling with Rational Rose 2000 and UML”, Addison wesley, 2000.
- [14] 윤홍표, “XML을 이용한 기술정보관리시스템의 구현에 관한 연구”, 서울대학교 대학원 석사학위 논문, 2000.
- [15] 선정일, “Internet EDI 구현을 위한 XML 활용에 대한 연구”, 국민대 대학원 석사학위논문, 1998.
- [16] 윤희진, “XML을 이용한 폼 기반 워크플로우 관리시스템”, 서울대 대학원 석사학위논문, 2001.
- [17] Yamada yoshihiro, “바로 활용하는 XML 예제 활용집”, 영진닷컴, 2002.
- [18] 에이블컴 기술연구소, “VoiceXML 개요”, 2001
- [19] 권혜윤, “XML & JAVA for webmaster”, 성안당, 2002.
- [20] 이인숙, “VoiceXML 기반 평가 시스템 설계 및 구현”, 성신여대 교육대학원 석사학위 논문, 2001.
- [21] 임규애, “VoiceXML 기반 문제출제 시스템 설계 및 구현”, 성신여대 교육대학원 석사학위 논문, 2001.