

음성 인식을 이용한 지능망 기반 일기예보 서비스 개발

박성준(KT), 김재인(KT), 구명완(KT), 전주식(서울대)

<차 례>

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1. 서 론 | 3.2. VoiceXML 인터프리터 |
| 2. 기존 131 일기예보 서비스 | 3.3. 시나리오 |
| 2.1. 시스템 구성 | 4. 음성 인식 실험 및 결과 |
| 2.2. 문제점 | 4.1. 음성 인식기 |
| 3. 제안된 음성 인식 일기예보 서비스 | 4.2. 실험 결과 |
| 3.1. 시스템 구성 | 5. 결론 및 개선 방향 |

<Abstract>

Development of a Weather Forecast Service Based on AIN Using Speech Recognition

Sung-Joon Park, Jae-In Kim, Myoung-Wan Koo, Chu-Shik Jhon

A weather forecast service with speech recognition is described. This service allows users to get the weather information of all the cities by saying the city names with just one phone call, which was not provided in the previous weather forecast service. Speech recognition is implemented in the intelligent peripheral (IP) of the advanced intelligent network (AIN). The AIN is a telephone network architecture that separates service logic from switching equipment, allowing new services to be added without having to redesign switches to support new services. Experiments in speech recognition show that the recognition accuracy is 90.06% for the general users' speech database. For the laboratory members' speech database, the accuracies are 95.04% and 93.81%, respectively in simulation and in the test on the developed system.

* Keywords : speech recognition, weather forecast, advanced intelligent network

1. 서 론

음성 인식 기술을 이용한 중요한 응용 서비스 중의 한 종류는 유/무선 통신망에서 이루어지는 서비스들이다[1][2]. 유/무선 통신망에서의 음성 인식 상용 서비스는 1990년대부터 본격적으로 도입되었으며[3], KT에서는 1995년 이후부터 유/무선 통신망 응용연구 및 개발을 중심으로 수행하였다. 먼저 음성인식 증권정보 서비스를 1995년 가을부터 국내 최초로 시험서비스로 수행하였으며, 1998년에는 음성인식 무인자동 교환서비스도 개발하였다[4]. 2000년부터는 VoiceXML기반 음성언어 시스템을 개발하였으며 이를 차세대 지능망(AIN: Advanced Intelligent Network)에 수용하기 위해서 IP (Intelligent Peripheral)에 음성인식, 음성합성기 및 VoiceXML 해석기를 통합하기 위한 연구개발을 수행하였다. 2003년부터는 VoiceXML 기반 시스템으로 다양한 음성언어서비스를 개발하여 출시하기 시작하였다[5][6].

KT 지능망에서 음성인식 기술을 처음 적용한 서비스는 1588-0114로서 이 서비스는 고객과 가장 가까운 곳의 지점이나 기관으로 자동 연결되는 지능망 서비스인 전국대표번호 1588에 가입한 기업체 명칭을 대상으로 기업체 이름 혹은 상품이름을 음성으로 말하면 자동 연결해 주는 서비스다. 이후 VoiceXML을 사용하여 시나리오를 작성하고 이를 해석하는 VoiceXML 인터프리터를 IP에 구현한 후에 개발된 서비스로서는 Everlink 1582 음성다이얼 서비스, 기업음성 대표번호 서비스, 멤버링 서비스 등이 있다[7][8].

한편, 지능망을 사용하지 않고 제공되는 서비스 중에서 지능망으로 수용함으로써 개선할 수 있는 것도 있으며, 그 중의 하나가 131 일기예보 서비스이다. 일기예보는 농업, 여행 및 기타 일상생활에 중요한 정보로서 KT는 전화망을 통한 일기예보 서비스를 제공해 왔다. 현재 전국적으로 16개의 지역번호가 있으며, 각 통화권별로 일기예보 ARS (audio response system)가 설치되어 있어서 그 지역의 기상정보를 제공하고 있다. 사용자들이 지역번호 없이 131 번호를 걸면 사용자가 속한 지역의 일기예보를 들을 수 있으며, 다른 지역의 날씨 정보를 알고 싶을 때는 지역번호도 같이 입력해 주어야 한다.

현재의 서비스가 가지고 있는 문제점으로서 한 번의 전화로 지역 번호가 다른 여러 지역의 일기예보를 들을 수 없다는 점과 지역에 따라 R2 신호방식으로 인한 자동접속지연(PDD: Post-Dialing Delay) 시간이 길다는 점이 있다. 또한 지역별로 시스템이 분산되어 있음으로 인해 집중 관리가 되지 않는다는 단점이 있다. KT에서는 이러한 문제점을 해결할 수 있도록 일기예보 서비스를 지능망에 수용하기로 결정하였으며, 또한 음성인식 기능을 추가하였다.

음성인식 기능은 사용자가 다른 지역의 일기예보를 들을 때, 여러 지역명을 듣고 DTMF (Dual-Tone Multifrequency) 버튼을 눌러서 선택하지 않고, 원하는 지역의 명칭을 말함으로써 그 지역의 일기예보를 들을 수 있게 해 준다. 음성인식을 위하

여 AIN의 IP에 설치되어 있는 음성인식 엔진을 사용하였고, 시나리오는 VoiceXML 형태로 작성되었다.

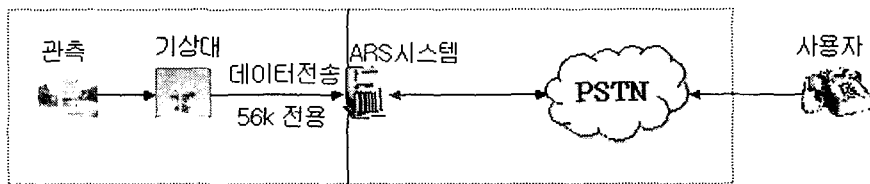
본 논문에서는 기존의 131 서비스에 대해서 살펴보고, 이 서비스를 지능망에 수용하고 음성인식을 사용할 때의 개선점에 대해서 설명한다. 2장에서 기존 131 서비스 시스템의 구조와 문제점에 대해서 기술하고, 3장에서 지능망 기반의 음성인식 일기예보 서비스 시스템의 구조와 시나리오 및 이를 처리하기 위한 VoiceXML 인터프리터에 대해서 살펴본다. 4장에서는 음성 인식기 및 인식 실험 결과에 대하여 기술하고, 5장에서 결론 및 앞으로의 개선 방향을 제시한다.

2. 기존 131 일기예보 서비스

현재 제공되고 있는 일기예보 서비스는 2002년 7월 전국 144개 지역번호가 16개 통화권으로 변경되면서 도입되었다. 정보의 이용 범위는 1개 통화권 내의 기상정보로서 예보, 해상광역예보, 기상특보, 기상실황, 주간예보 등이다. 이용 방법은 동일통화권 내의 일기예보를 원할 때는 131을 누르면 되고, 다른 통화권 지역을 원할 때는 그 지역의 지역번호를 먼저 누르고 131을 누르게 되어 있다.

2.1. 시스템 구성

16개 통화권에 따라 총 16개의 ARS가 전국에 설치되어 있으며 각각의 ARS는 그 지역의 기상대와 연결되어 있다. 그림 1에 시스템의 구성도를 나타내었다.



<그림 1> 기존 131 일기 예보 서비스 시스템의 구성도

기상대에서 수집한 기상정보가 기상대 PC에 입력되면 이 데이터는 모뎀 전용선을 통하여 ARS에 전달된다. 전달된 데이터는 ARS에 설치된 합성기를 통해 자동적으로 합성음으로 변환되어 저장된다.

2.2. 문제점

기존 131 일기예보 서비스가 가지고 있는 문제점은 사용자의 입장에서 본 것과 시스템 관리 차원에서 본 것으로 나눌 수 있다.

사용자 측면에서 볼 때의 문제점으로서, 첫째, 한 번의 통화로 한 곳의 일기 예보밖에 들을 수 없다는 점이 있다. 현재 16곳에 설치되어 있는 ARS는 모두 독립적으로 구성되어 있으며, 시스템에 입력되는 데이터를 통합적으로 관리해 주는 별도의 시스템이 없기 때문에 일단 하나의 ARS와 연결하여 일기 예보를 들은 후 다른 지역의 일기 예보를 듣기 위해서는 전화를 끊고 다른 지역의 ARS로 다시 전화 연결을 해야 한다.

둘째, 서울에 설치되어 있는 ARS는 LE (local exchange)와의 신호 방식이 No.7으로 되어 있는 반면, 나머지 지역의 ARS는 R2 신호방식으로 되어 있어서 서울을 제외한 나머지 지역에서는 자동접속지연이 길다는 단점이 있다.

셋째, 원하는 지역의 일기 예보를 듣기 위해서는 단지 지역명만 알아야 하는 것이 아니라, 그 지역에 해당되는 정보를 더 많이 알고 있어야 하는 경우도 발생할 수 있다. 예를 들어, 서울에서 논산 지역의 일기 예보를 듣기 위해서는 일단 논산이 충남에 속하고 지역번호가 041이라는 것을 알아야 한다. 또한, 지역번호 041과 함께 131을 눌러서 해당지역의 ARS와 연결하면 시스템에서는 모두 6개의 세부 지역을 소개하고 그 중에서 하나를 선택할 것을 요구하기 때문에 논산이 충남의 어느 지역에 속하는지도 알 필요가 있다. 즉, 충남에서 제공하는 일기 예보는 충남북부서해안, 충남남부서해안, 충남북부내륙, 충남중부내륙, 충남남서내륙, 충남남동내륙으로 나누어지는데, 사용자는 논산이 어느 지역에 해당하는지 알아야 하는 것이다.

시스템 관리 차원에서의 문제점으로는 첫째, 시스템이 분산되어 있고 독립적으로 구성되어 있어서 통합적 관리가 이루어지지 않는다는 점이 있다. 또한 전국적인 범위로 분산되어 있기 때문에 시스템에 장애가 발생했을 경우 이를 즉각적으로 처리하는 데 시간이 걸릴 수가 있다.

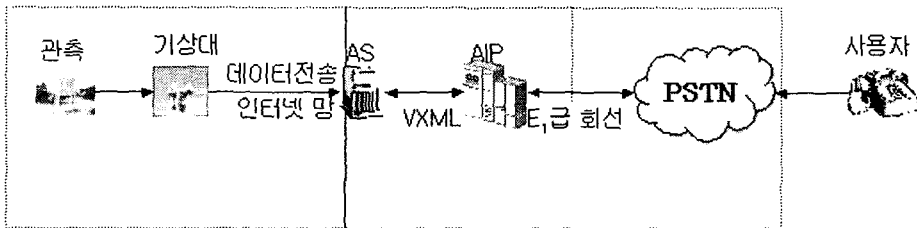
둘째, 장비가 노후하여 장애의 발생 가능성을 많이 있으며, 장비를 교환하기 위해서는 비용이 많이 든다는 단점이 있다.

이러한 문제점들은 일기예보 서비스를 지능망으로 수용하고, 음성 인식 기능을 추가함으로써 해결될 수 있다.

3. 제안된 음성인식 일기 예보 서비스 시스템

지능망은 전국적으로 단일 시스템으로 구성되어 있으며, 관리가 용이하다. 또한 안정성을 위해 이중화되어 있기 때문에 장애 발생을 방지하고 있다고 볼 수 있다. 따라서 일기예보 서비스를 지능망으로 수용할 경우, 지능망이 가지는 이러한 장점을 그대로 이어받을 수 있다. 한편, 지능망 시스템의 IP에 음성인식, 음성합성, VoiceXML 인터프리터가 구현되어 있기 때문에 서비스에 이러한 기능을 사용하기가 용이하다.

3.1. 시스템 구성



<그림 2> 제안된 일기 예보 서비스 시스템의 구성도

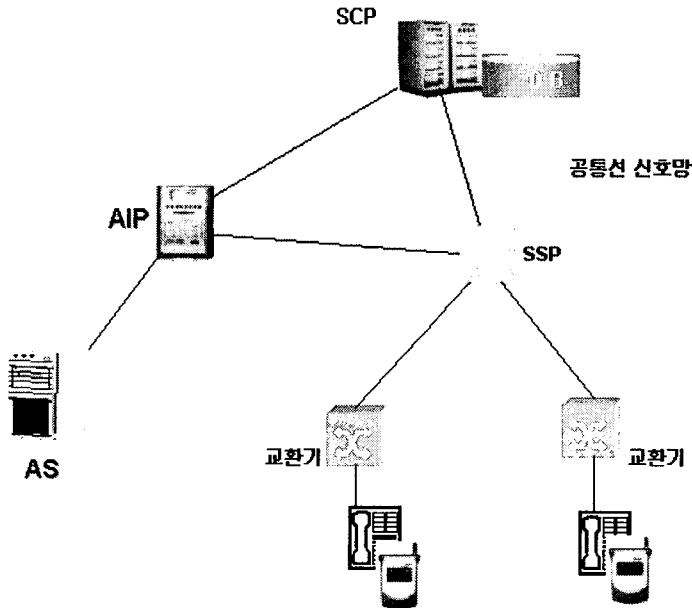
제안된 시스템에서는 기존의 ARS를 지능망으로 수용하고 기상대에서 수집한 기상정보는 지능망에서 제공하는 응용 서버(AS: application server)의 웹을 통해 데이터를 입력하도록 되어 있다. <그림 2>에 시스템의 구성도를 나타내었다.

기존에는 각각의 기상대에 PC가 설치되어 있어서 그 PC와 ARS가 모뎀 전용선으로 연결되어 있었으나, 새로운 시스템에서는 그림 2에 나타낸 것과 같이 인터넷 망을 통해서 데이터를 입력할 수 있도록 되어 있다. 지능망 시스템에서는 AS를 통해 기상대 직원이 데이터를 입력할 수 있는 웹 사이트를 제공하며, 입력된 데이터는 자동적으로 합성음으로 변환된다. 지능망 시스템과 LE간에는 No.7 신호방식을 사용함으로써 PDD가 줄어들게 된다. <그림 3>에서는 지능망 시스템의 구성도를 좀 더 자세하게 나타내었다.

서비스 교환기(SSP: Service Switching Point)는 단국 교환기로 사용될 경우에는 사용자가 망으로 접근할 수 있게 하고, 지능망 호 연결을 위하여 필요한 교환 기능을 제공한다. 이를 위하여 SSP는 지능망 서비스를 감지하는 기능과 서비스 제어 시스템(SCP: Service Control System)과 같은 다른 물리 실체와의 통신 능력과, 다른

물리 실체로부터 수신된 명령에 대한 응답 능력을 가진다[9][10].

SCP는 지능망 서비스 처리에 필요한 서비스 로직 프로그램과 데이터를 가지고 있으며,



<그림 3> 지능망 시스템 구성도

신호망을 통하여 SSP, IP 등과 연결된다. IP는 사용자와 망과의 특수한 상호작용을 처리하게 되는데, 안내음성과 음성인식 엔진이 설치되어 있다.

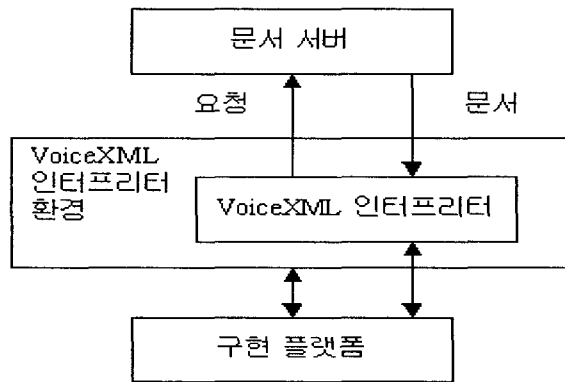
SCP가 SSP로 하여금 호를 IP로 넘기면, IP는 안내음성을 내보내고 DTMF를 받아들이는 것과 같은 기능을 수행한다. 본 시스템에서는 IP 내에 VoiceXML 인터프리터가 설치되어 있어서 AS로부터 VoiceXML 문서를 가져오고, 문서에 기술된 시나리오에 따라 서비스를 제공한다. AS는 일기예보 서비스뿐만 아니라, 1582 음성 다이얼 서비스나 멤버링 서비스와 같은 다른 지능망 서비스를 위한 문서도 저장하고 있다.

전국에 분산되어 있는 여러 기상청에서는 본 시스템에서 제공하는 웹 서버로 접속하여 매 시간 일기예보 정보를 갱신한다.

3.2. VoiceXML 인터프리터

VoiceXML 인터프리터는 VoiceXML 언어 표준에 의해 정의된 VoiceXML 문서를 읽고 처리하는 소프트웨어다[11][12].

VoiceXML은 상호 작용을 지원하는 markup 언어로서, 음성과 전화를 통하여 웹 정보를 검색하고 응용 프로그램을 개발하는 환경을 제공한다. 즉, 음성 합성, 음성 인식, DTMF 입력 등을 통해 음성 대화를 할 수 있도록 설계되어 있다.



<그림 4> VoiceXML 구성 요소

VoiceXML 구조는 구현 플랫폼, VoiceXML 인터프리터 환경, VoiceXML 인터프리터, 문서 서버로 이루어져 있으며, 구성요소들간의 관계를 <그림 4>에 나타내었다.

구현 플랫폼은 들어오는 호와 나가는 호를 체크하고, 사용자의 입력과 시스템의 상태에 따라 이벤트를 발생시킨다. 이벤트에 따라 VoiceXML 인터프리터가 작동되거나 VoiceXML 인터프리터 환경이 변하게 된다. VoiceXML 인터프리터 환경은 사용자의 입력과 세션에 관련된 환경 변수를 관리한다.

VoiceXML 인터프리터는 문서 서버로부터 받은 VoiceXML 문서를 파싱하고 대화에 따라 전체 로직을 제어한다.

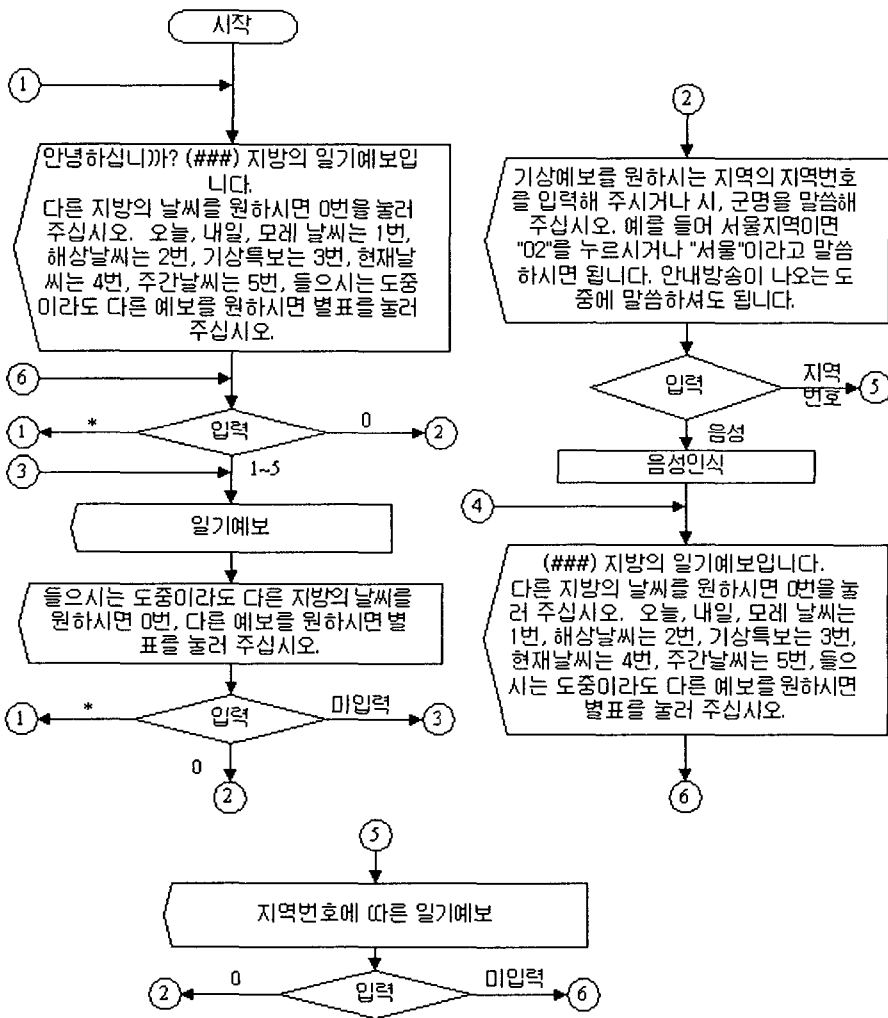
문서 서버는 VoiceXML 인터프리터로부터의 요구를 처리하게 되는데, 결과물로 VoiceXML 문서를 제공한다. VoiceXML 인터프리터는 CGI 스크립트나 오디오 파일과 같은 형태의 문서도 처리할 수 있다.

구현 플랫폼, VoiceXML 인터프리터 환경, VoiceXML 인터프리터는 IP내에 포함되며, 문서 서버는 AS에 구현되었다. KT는 VoiceXML 인터프리터를 개발하여 음성 대화 시스템에 적용하였으며[13], 이를 개선하여 지능망에 도입하였다.

3.3. 시나리오

사용자가 131을 걸어서 시스템과 연결될 때, 지능망 시스템은 사용자의 전화번호를 이용하여 어느 지역에서 전화를 거는지를 알아낸다. 시스템은 우선 사용자가 속한 지역의 일기예보를 제공하며 다른 지역에 대한 선택 메뉴도 제공한다.

다른 지역의 일기예보를 듣고 싶을 때는 '0'을 누르고 원하는 지역명을 말한다. 시스템은 약 370개의 시, 군 명칭에서 사용자가 말한 지역을 선택하여 그 지역의 일기예보 정보를 들려준다. <그림 5>에 전체 시나리오를 나타내었다.



<그림 5> 음성인식 일기 예보 시나리오

본 시스템에서 음성인식이 사용되는 것은 사용자가 다른 지역의 정보를 듣기 위하여 '0'을 누를 때로서, 음성인식 기능이 제한적으로 사용되었다. 그 이유는 기존의 131 서비스에서 6개월간의 통화유형을 분석한 결과, 동일 통화권 내의 통화 점유가 타통화권의 통화 점유보다 훨씬 많았기 때문이다.

전체 인식 대상 단어 중에서 중복되는 지명은 두 개로서, 고성(강원도 고성군, 경남 고성군)과 광주(경기도 광주시, 광주광역시)가 있다. 이 두 명칭이 인식 결과로 나올 때는 시스템이 사용자에게 어느 지역인지를 선택하게 한다.

4. 음성 인식 실험 및 결과

4.1. 음성 인식기

KT에서 개발한 음성인식 엔진은 HMM (hidden Markov model)에 기반하고 있으며[14], 전처리 부분과 디코더 부분으로 나눌 수 있다. 전처리 단계에서는 8kHz로 샘플링되는 16bit PCM 음성 데이터로부터 12차의 LPC (Linear Predictive Coding) 켈프스트럼 계수와 에너지 값을 계산해 낸다. 샘플링되는 음성은 20ms 단위의 프레임으로 생성되며, 각 프레임들은 10ms씩 중첩되고, Hamming 윈도우가 사용된다.

각 프레임별로 생성된 12차 켈프스트럼 계수와 에너지 값을 이용하여 delta 켈프스트럼 계수, acceleration 켈프스트럼 계수, delta 에너지, acceleration 에너지 등을 계산해 내고, 처음에 구한 에너지 값을 제외한 총 38차의 특징 벡터를 각 프레임별로 생성한다. 또한 채널의 영향을 없애기 위하여 켈프스트럼 평균 차감법을 적용하였다.

HMM은 결정 트리 형태로 구성되었으며[15], 감마 분포를 사용하여 음소 지속 시간을 모델링하였다[16].

4.2. 실험 결과

실험을 간단히 하기 위하여 시, 군 명칭을 위한 새로운 HMM 파라미터는 생성하지 않았으며, 현재 AIN에서 있는 HMM 파라미터를 사용하여 실험을 수행하였는데, 이것은 인명에 대한 음성을 바탕으로 생성된 파라미터이다.

실험은 3회에 걸쳐 이루어졌으며, 두 번은 시스템에 녹음된 음성을 이용하여 실험실에서 수행되었고, 세 번째는 실제 시스템에 전화를 걸어서 인식 결과를 수집하였다. 실험 대상 단어는 전국 시, 군 명칭과 도명, 그리고 일부 섬, 산, 고개 명칭으로서 총 370개이다.

처음 실험에서는 차후 HMM 파라미터를 갱신하기 위하여 일반 화자 345명으로부터 녹음한 음성 23,431개를 사용하였고, 두 번째 실험에서는 연구실원 12명으로부터 총 847개의 음성을 수집하였고, 세 번째 실험에서는 연구실원 12명이 총 339개의 단어를 발화하였다. 실험 결과는 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 음성 인식율

	실험 1	실험 2	실험 3
인식율(%)	90.06	95.04	93.81

실험 1에 사용된 음성들은 일반 사용자들의 음성을 수집한 것이고, 실험 2, 3에서 사용된 것은 음성 인식에 익숙한 사용자들의 음성으로서, 발화자 그룹에 따라 인식율의 차이가 있음을 보여 준다.

인식 실험 대상인 시, 군 명칭은 대부분 두 음절로 구성된 단어들로서 실험 결과에 따르면 한 음소 차이가 나는 단어들 사이에 인식 오류가 많이 발생하였다. 한편 발음된 명칭에는 ‘시’, ‘군’이라는 음절이 포함되지 않았지만, 인식 결과에는 포함된 경우도 있었고, 반대로 발음에는 ‘시’, ‘군’이 포함되어 있었지만 인식 결과에는 빠진 경우도 있었다. 실험 1에 따른 인식 오류의 일부를 <표 2>에 나타내었다.

<표 2> 인식 오류유형

인식 단어	인식 결과
강릉	강릉시, 강진, 광양, 안양, 청송
강원	남원, 창원
거창	거창군, 고성, 고창, 고창군, 부천
경남	성남, 성남시, 충남
경산	경남, 성산, 서산, 정선
경주	경주시, 상주, 성주, 성주군, 영주, 청주, 충주
고성	고령, 보성
고흥	고산, 고흥군, 고양, 곡성, 보은, 수원
과천	서천, 합천, 화천
광주	공주, 상주, 성주
괴산	괴산군, 군산, 금산, 당진, 예산, 울산, 한라산
단양	안양, 함양
당진	강진, 합천

당진군	강진군
마산시	아산시
무안	부안, 수원, 포항시
보령	고령, 문경, 봉화군, 부여, 울릉, 울릉도
보성	고성, 보성군, 홍성, 횡성
의령	고령, 고령군, 고양, 문경, 밀양, 보령, 부여
제천	대전, 예천
진해	김해, 거제, 김제, 인제
청원	창원, 철원, 창원시
청주	경주, 공주, 상주, 성주, 전주, 충주

화자에 따라서는 단어를 제대로 발음하지 못하여 오인식되는 경우도 있는데, '광주'를 '강주'로 발음하여 '상주'로 인식되는 것이 한 예이다.

5. 결론 및 개선 방향

본 논문에서는 음성인식을 이용한 일기예보 서비스를 소개하였다. 서비스가 구현된 AIN의 구조와 각각의 구성 요소를 기술하였으며, 실험실과 시스템에서 수행된 음성인식 실험 결과를 나타내었다. 일반 사용자들의 음성인 경우 인식율이 90.06%가 나왔으며, 음성인식에 익숙한 연구실원들의 음성에 대해서는 두 번의 실험에서 95.04%와 93.81%의 인식율을 얻을 수 있었다.

인식 오류를 분석해 보면, 유사한 단어로 인식 결과가 나오는 경우가 많지만 그렇지 않은 유형도 많이 나타났다. 보다 나은 인식율을 얻기 위하여 시, 군 명칭을 녹음한 음성을 사용하여 HMM을 갱신하는 작업을 진행하고 있으며, 대량의 호가 발생할 때 안정적으로 서비스를 제공할 수 있도록 시험을 진행 중이다. 시험이 완료되면 기존의 131 번호를 AIN에 연결시킴으로써 사용자들은 개선된 시스템을 사용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 구명완, “음성인식기술의 현황과 전망”, *대한전자공학회 학회지* 제20권 제5호, pp. 548-557, 1993.
- [2] 구명완, “최근의 음성인식 응용서비스”, *대한전자공학회지*, pp.587-595, 2001.
- [3] 양재우, “음성정보처리 기술동향 및 전망”, *음성정보처리 산업협회의 창립총회 및 세미나*, pp. 27-53, 2001.
- [4] 박용기, “한국통신의 음성언어 연구현황”, *제 9회 한국 음성과학회 학술발표대회 논문집*, pp. 3-14, 2000.
- [5] 구명완, “VoiceXML 기반 음성응용 시스템”, *Telecommunications Review*, 제13권 5호 pp. 695-705, 2003.
- [6] 구명완, “유/무선 통신망에서의 음성인식 상용서비스 개발 동향”, *전자공학회지*, 제 30권 제 7호, pp.719-724, 2003.
- [7] 장경애, 김원우 et al., “음성인식 시스템의 음성 등록 기능 구현”, *제20회 음성통신 및 신호처리 학술대회*, pp.253-256, 2003.
- [8] 구명완, 김재인 et al., “음성정보기술을 이용한 통신서비스 - KT 서비스를 중심으로”, *대한음성학회 봄 학술대회*, pp. 125-130, 2004.
- [9] Roger K. Berman and John H. Brewster, “Perspectives on the AIN Architecture”, *IEEE Communications Magazine*, pp. 27-32, 1992.
- [10] C.D. Sharp and K. Clegg, “Advanced intelligent networks - now a reality”, *Electronics & Communication Engineering Journal*, pp. 153-162, 1994.
- [11] VoiceXML Forum, VoiceXML (Voice extensible Markup Language) version 1.0, “<http://www.w3.org/TR/2000/NOTE-voicexml-20000505/>”, 2000.
- [12] Bob Edgar, *The VoiceXML Handbook - Understanding and Building the Phone-Enabled Web*, New York: MP Books, 2001.
- [13] Hak-Gyoon Kim, Myong-Wan Koo, and Yong-Ki Park, “TeleGateway: A Spoken Dialogue System Based on VoiceXML”, *KT Journal*, vol. 6, no. 3, pp. 56-63, 2001.
- [14] L. Rabiner and B. H. Juang, *Fundamentals of speech recognition*, New Jersey: Prentice-Hall, 1993.
- [15] 박성준, 구명완, 전주식, “결정트리 모델링 기반의 음성 인식기”, *제 17회 음성통신 및 신호처리 학술대회* 17권 1호, pp.175-178, 2000.
- [16] 구명완, 김호경 et al., “소음문장 제거를 위한 음소지속시간 사용”, *대한음성학회 봄 학술대회*, pp. 219-222, 2003.

접수일자: 2004년 8월 17일

게재결정: 2004년 9월 9일

▶ 박성준(Sung-Joon Park)

주소: 137-792 서울특별시 서초구 우면동 17

소속: KT 서비스개발연구소

전화: 02) 526-6771

E-mail: sjpak@kt.co.kr

▶ 김재인(Jae-In Kim)

주소: 137-792 서울특별시 서초구 우면동 17

소속: KT 서비스개발연구소

전화: 02) 526-5093

E-mail: jaeinkim@kt.co.kr

▶ 구명완(Myoung-Wan Koo)

주소: 137-792 서울특별시 서초구 우면동 17

소속: KT 서비스개발연구소

전화: 02) 526-5090

E-mail: mwkoo@kt.co.kr

▶ 전주식(Chu-Shik Jhon)

주소: 151-742 서울특별시 관악구 신림 9동

소속: 서울대 컴퓨터공학부

전화: 02) 871-5658

E-mail: csjhon@cse.snu.ac.kr