

음성연구와 음성데이터베이스

이용주 · 김봉완(원광대 컴퓨터공학과)

<차례>

1. 서론
 2. 효율적 확보 및 이용을 위한 과제
 - 가. 확보 및 보급 체계상의 과제
 - 나. 구축기술상의 과제
 3. 우리말 음성데이터베이스 구축 현황
 4. 국어공학센터의 음성DB구축
 5. 결론
- 참고문헌

<요약>

우리말의 음성언어학적, 공학적, 의학적 연구를 위해서는 체계적으로 수집, 정리된 다양한 음성자료가 필수적이다.

본고에서는 음성언어의 연구대상자료인 음성데이터베이스에 관하여 관련분야에서의 구축필요성, 체계적인 구축을 위한 기술적인 고려사항등에 대하여 논한다.

또한 공학적인 응용을 위해 각 기관별로 구축된 음성DB의 현황을 정리하고, 특히 공동이용을 목적으로하여 국어공학센터에서 추진중인 음성데이터베이스의 구축현황을 상세히 소개한다.

1. 서 론

음성을 연구대상으로 하는 여러분야에서 연구초기부터 공통적으로 갖추어야 할 것이 다양한 조건과 환경에서 체계적으로 수집된 음성자료일 것이다. 이렇게 음성자료를 체계적으로 수집 정리한 것을 음성코퍼스 또는 음성데이터베이스라고 부른다.

이러한 음성DB는 각기 그 연구대상에 맞는 세심한 고려가 있어야 하고 다양한 정보들을 효율적으로 찾아낼 수 있도록 만들어져야 한다. 이를 위해서는 경험있는 전문 인력과 예산 및 장비들이 대량으로 동원되어야 하며 또한 지역적 연령적으로 다양한 발성자들이 필요하다.

따라서 이렇게 많은 자원이 동원되어야 하는 음성DB가 개별적으로 구축되고 이용된다면 국가적으로 볼때 매우 비효율적이라 아니할 수 없다. 가능하다면 개발초기부터 공동노력에 의한 체계적인 구축과 공동이용이 바람직하다고 생각된다.

음성공학과 음성DB [1]

우리말의 공학적인 응용을 위해서는 그 기반이 되는 요소기술로써 음성인식 및 합성으로 대표되는 음성처리기술과 언어이해 및 기계번역으로 대표되는 언어처리기술의 연구가 필요하다. 이러한 음성 및 언어처리기술의 연구를 위해 가장 먼저 확보되어야 할것이 음성, 언어 및 각종 사전DB 등 국어정보베이스이다.[2] 이들의 체계적인 조기확보여하에 따라 음성 및 언어처리 연구의 성패를 좌우한다고 해도 과언은 아니다. 특히 우리말을 대상으로한 음성DB는 음성언어 연구의 기본으로서 개발초기부터 확보되어야 할 연구자원이다.

음성을 맨머션인터페이스의 수단으로 활용하기위한 음성정보처리 연구는 관련기술의 진보에 따라 한정어휘의 인식 및 합성시스템들은 실용화에 접어들고 있고, 이제 임의어휘를 대상으로하는 시스템들이 연구 개발되고 있다. 특히, 임의어휘의 인식시스템 개발에는 음소단위 인식기술 개발이 필수적이지만, 연속음성중의 음소는 발성자에 따른 개인차는 물론이고 전후에 발생되는 음소의 영향에 의한 조음결합에 따라 그 특성이 크게 변화한다. 이러한 개인차 및 조음결합의 현상을 분석하기 위해서는 많은 사람이 발성한 다양한 음성데이터가 필요하다. 또한 시스템의 객관적인 평가를 위해서 표준적인 음성데이터도 필요하다. 이 음성데이터는 다종다양(성별, 연령, 방언, 발성자수 등)한 것이 필요하다. 지금까지는 각 연구자가 필요에 따라 음성데이터를 만들어 보관하고 이용해 왔다. 음성연구가 진보되어감에 따라 처리가능한 데이터수는 많아져 가고, 따라서 준비해야 할 데이터량도 대폭적으로 증가되었다. 최근에는 음성인식의 경우, HMM이나 bigram/trigram등 언어모델로 대표되는 통계적수법의 발달에 따라 대량의 음성데이터가 시스템의 학습에 필요하게 되었다. 한편 음성정보처리시스템의 연구개발을 위해서는 분석, 합성, 인식의 각종 알고리즘을 적절하게 비교 평가할 필요가 있지만 이를 위한 방법으로는 현재까지는 공통음성데이터를 이용하여 알고리즘을 수행하고 그 결과를 비교하는 방법 이외에는 알려져 있지 않다. 따라서 공

동으로 이용가능한 각종 대량의 음성데이터를 수록, 보관, 공개하는 것은 연구개발과정에서의 이용 및 인식장치의 성능평가 양면에서 필요하다.

합성의 경우에도 지금까지 다이폰, 반음질 등 각종단위에 의한 접속방식이 주류를 이루고 있고 최근에는 대형의 음성DB로부터 임의 길이의 음성부분을 골라내어 접속하므로써 좋은 합성품질을 얻고 있다. 이를 위해서는 잘 정비된 대형의 음성 DB가 필요하다. 또한 인식 및 합성 알고리즘의 개발을 위해서는 다양한 환경의 음성언어학적 분석이 필연적으로 요구되는데 이를 위해서도 음성 DB의 중요성은 크다.

따라서 음성 및 언어의 연구를 위해 데이터가 중요하다는 것은 연구자간에 이견이 없으나 공동으로 사용하기 위한 대규모의 데이터베이스를 갖추는 문제는 간단한 문제가 아니다. 본질적으로 데이터는 연구 그 자체의 일부이며 어떤 데이터를 어떻게 모아 가공하는가는 연구내용에 크게 의존한다. 따라서 다른 연구 목적간에 두루 쓰일 수 있도록 노력하여야 하나 완벽하게 범용일 수는 없다. 그러나 대량의 데이터가 공통의 포맷으로 제공되는 것만으로도 그 의의는 매우 크다.

국어학, 음성학, 의학 등과 음성DB

지금까지 이분야의 연구는 소량의 자료를 개별적으로 구축하여 개인적으로 사용하는 것이 주된 경향이었으나 공학적인 응용예에서와 같이 컴퓨터에 의한 대량의 자료 수집 및 DB화를 통한 효율적인 정리, CDROM 등 간편한 대용량 저장매체의 등장으로 체계적인 구축이 가능하게 되었다. 국내에서의 이러한 본격적인 움직임은 아직 파악되고 있지 않으나 공학과 연계를 통해 점차 그 시도가 본격화 될것으로 기대된다. 물론 연구의 대상에 따라서는 공학쪽에서 구축된 DB들이 이 분야에서도 그대로 이용될 수 있는 부분도 많이 있다. 음소단위로 구분된 대량의 단어나 문장음성데이터, 운율정보가 상세히 기술된 우리말 운율데이터베이스 등은 음성학자들이 그 구축에 함께 나서야 하며 결과의 공동이용을 통해 우리말의 실험음성학 연구수준이 비약적으로 발전할 수 있을 것으로 기대된다. 병적인 음성의 진단 및 치료를 위한 병적음성DB의 구축이나 국어교육을 위한 표준발음자료의 제작, 음성언어의 지역차 및 방언연구 등에도 이러한 음성DB 구축은 관련연구자의 큰 희망이 될 것이다.

음성DB는 우리말을 대상으로 하는 문화, 사회, 교육 등 다양한 분야 연구의 기본 소재가 된다. 또한 우리말을 사용하는 대상이 남북의 7천만을 포함하여 중국, 러시아, 미국, 유럽, 일본 등지의 우리계례를 모두 포함하면 8천만이 넘는다. 이들이 각기 그 능력을 발휘하여 세계속에 우리민족의 기상을 드높이고 있으며 따라서 세계어로서의 우리말의 중요성이 점차 커져갈 것으로 예상된다. 그러나 현실적으로 각 집단간의 여러 여건에 따라 음성언어의 이질화가 심화되고 있다.

유구한 반만년 역사 속에 가꾸어진 우리 민족의 고유문화유산으로서의 우리말의 동질성을 확대 발전시켜가기위해서 각 지역 언어(특히 음성언어)의 달라진 면모, 변천사, 외국어 환경에서의 우리말의 변화, 방언(용어 및 억양), 발음법 등에 관하여 조사, 분석한 자료들이 DB화 되어야 할 필요도 있다. [3]

이를 위해 재외 학술단체(북한, 중국, 러시아, 미국, 일본 등) 및 국내 관련학회들의 공동노력이 필요하다고 본다.

따라서 본고에서는 음성언어의 연구대상자료인 음성데이터베이스의 체계적인 구축을 위하여 기술적인 고려사항과 함께 공학적인 응용에 국한하여 국내에서의 각 기관별 구축현황을 정리하고, 특히 공동이용을 목적으로하여 국어공학센터에서 추진중인 음성데이터베이스의 구축현황을 소개하고자 한다.

2. 효율적 확보 및 이용을 위한 과제

가. 확보 및 보급 체계상의 과제

외국의 경우에는 기관별로, 또는 LDC(Linguistic Data Consortium)컨소시움 형태로 대량의 음성 DB를 구축하여 공동으로 이용하고 있다[4][5]. 대상은 단어 뿐만아니라 낭독음성, 그리고 최근에는 자동통역이나 음성대화시스템 개발을 위한 자연발화음성(Spontaneous speech)의 확보에 주력하고 있다. 음성DB의 구축에는 많은 인력과 경험과 자원이 소요된다. 국내의 경우는 기관별로 내부 이용만을 목적으로 산발적으로 구축이 이루어지고 있어 공동이용이 어렵고, 많은 투자가 이루어지는 일임에도 불구하고 일부는 중복적으로 이루어지는 것도 있다. 가장 본격적인 방법은 관련 기관이 공동 컨소시움을 구성하여 정보통신부, 통상산업부, 과학기술처, 문화체육부 등 정부 관련 부처와 관심있는 기업의 자금지원으로 공공연구기관과 대학의 연구인력을 활용하여 이를 구축한 후 공동으로 활용하는안을 생각할 수 있으나 현실적으로는 실현에 어려움이 많다. 비교적 실현성이 높은 방법중의 하나는 대규모 음성언어관련 연구를 본격적으로 추진중인 공공연구기관(예를 들어 ETRI 나 KT등)이 자체연구 수행의 일환으로 음성DB를 구축하여 그 일부 또는 전부를 유료 또는 무료로 이용토록하고 이들 기관이 자체연구용으로 개발됨에 따라 커버되지 못하는 부분은 과기처가 지원하는 국어공학센터의 공통음성DB 구축계획에 의해 확보될 수 있을 것이다. 이 경우는 각 기관간의 지적소유권 등 대승적 차원에서 미리 해결되어야 할 부분이 있다. 아울러 이 경우는 기관간의 중복개발을 피하고 구축에 필요한 각종정보를 공유하기 위한 협의기구가 필요하리라 보며, 이 협의기구에서는 관심있는 연구자들의 기술토론도 가능할 것이다.

나. 구축기술상의 과제

1) 대상목록의 선정

음성DB는 가급적이면 다양한 종류로 대량의 것이 바람직하나 제한된 자원하에서

가능한 적은 양으로 목적을 달성하기 위해 대상이 되는 음성목록을 어떻게 작성할 것인가가 문제가 된다. 이를 위해서는 우리말의 특성을 고려한 PBW나 PBS의 검토가 필요하다[6][7][8][9]. 이 작업에는 텍스트코퍼스 연구그룹과의 협력이 필요할 것이다. 또한 음성언어연구의 궁극의 대상은 자유발화음성이므로 가장 자연스러운 형태의 자유발화 대화음성의 확보를 위한 방법의 검토가 필요하다.

2) 대어휘 연속음성의 인식 및 이해를 위해서는 각 음성을 음운 등 세부단위로 구분하여 레이블링해야 할 필요가 있다. 이러한 작업을 위해서는 우선 한국어 음성의 레이블링 기준이 설정되어야 하며 이를 수동으로 레이블할 수 있는 훈련된 전문인력이 필요하다. 이를 위한 기술토론 및 강습회가 마련될 필요가 있다. 또한 대량의 자료를 대상으로 이러한 작업을 수동으로 하기에는 많은 시간과 전문적인 인력이 필요하다. 따라서 수동작업의 결과가 어느정도 확보되면 이를 활용한 자동 레이블링 시스템을 개발하여 이용하여야 한다.

3) 공동이용을 목적으로 하므로 통일된 저장 및 검색 포맷이 있어야 한다. 이 문제는 선진 각국에서 이미 많은 경험을 통해 거의 통일된 방법으로 압축되어 가고 있으므로 큰 문제는 없을 것으로 본다.

3. 우리말 음성DB 구축 현황

선진 각국에서는 자국어 음성DB에 대한 체계적인 구축이 음성및 언어처리기술 확보를 위한 가장 기본적인 연구환경임을 깊이 인식하고 이에 대한 체계적인 확보가 공공연구기관을 중심으로 활발히 추진되고 있다. 한국에서도 그동안 기관별로 자체 연구를 목적으로 개별적인 구축이 이루어져 왔으나 최근에는 공동으로 사용할 수 있는 우리말 음성DB의 중요성을 인식하고 체계적인 구축 및 공개에 대한 노력을 시작하고 있다. 여기서는 주로 공학적인 응용을 대상으로 국내 각 기관의 구축현황을 소개한다.

가. 한국전자통신연구소[10][11][12][13][14]

(ETRI, Electronics and Telecommunications Research Institute)

음성DB에 관한 중요성을 일찍부터 인식한 ETRI는 1980년대 중반부터 지속인인 구축이 이루어져왔다. 특히, 단음절, 단독숫자음, 연결숫자음, 각종 기능제어명령어, 음소 벨런스단어(PBW) 445단어, POW(Phonetically optimized word) 1700여 단어, 호텔에 약테스크의 문장음성(낭독음성), 스케줄링 테스크의 모의대화음성(자유발화), 발화형태별 음성 및 텍스트DB 등이 구성되어 자체 개발용으로 사용중이며 일부가 대학 및 업체에 유료 또는 무료로 제공되고 있다. 단어DB의 지속적인 양의 확대와 레이블링

이 계속되고 있으며 최근에는 음성번역연구를 위하여 자유발화 음성자료의 확보에도 노력을 기울이고 있다. [15]

나. 한국통신의 소프트웨어연구소[16]

기관의 특성상 주로 전화음성DB를 주 대상으로 하고 있다. 즉, 전화회선을 통한 단어음성DB 및 문장음성DB를 구축하여 자체 인식시스템 개발에 사용중이며 자동수집에 의한 대규모의 전화음성DB의 구축을 계획하고 있다.

다. KAIST[17]

공동이용을 목적으로한 3천단어 규모의 무역관련 문장음성, 가변길이 연결숫자음, Phoneme ballenced 75고립단어, 지역명 관련 500단어 등으로 구성되어있다.

라. 국어공학센터[18]

과기처의 지원을 받아 공동이용을 목적으로한 단어, 문장, 대화문 등의 음성DB의 구축이 1994년도 말부터 원광대의 연구팀이 주축이 되어 착수되었다. 1차로 고빈도어 및 PBW를 대상으로 음성을 수집하여 그 양을 확대하고 있으며 PBS(Phoneticly Ballenced Sentence), 대화문 등을 대상으로 확장해갈 예정이다. 상세한 내용은 4장에서 다룬다.

마. LG전자[19]

음성명령에 의해 전화를 걸수 있는 hands-free 음성다이얼링전화 및 전화망상의 자동응답시스템에 적용하기위한 화자독립 음성인식시스템 개발을 위하여 숫자음, 명령어 등을 중심으로 잡음환경하에서 구축되어있다.

바. 삼성종합기술원[20]

다이폰 및 트라이폰 등 음성합성용, 자동차소음환경에서의 명령어 및 숫자음등을 대상으로 한 인식용 DB를 구축하였다.

그밖에도 각 대학에서 소규모로 제작하여 사용하고 있으나 대외적으로 자세히 밝혀진 것은 없다.

4. 공통음성DB확보를 위한 국어공학 센터의 구축계획

가. 개요

국어공학센터의 한국어 정보처리기술 개발과제 제1단계('94 ~ '96)에서는 어절기반의 국어 정보처리기술 환경정비 및 개발, 제2단계('97 ~ '99)에서는 구문기반의 국어 정보처리 기술개발, 제3단계('2000 ~ '2003)에서는 지식기반의 우리말 컴퓨터 시제품

개발을 계획하고 있는데 발맞추어 음성DB도 이와 상응하는 장기계획하에 지속적이고 체계적인 구축을 계획하고 있다.

제1단계의 구축계획은 한국어 음성정보처리를 위한 음성DB의 체계적이고 지속적인 구축과 공동이용 및 유지관리 보급체계 확보에 그 중점을 두는 공통음성DB 구축을 위한 기술 환경 정비 및 환경 개발을 그 목표로 하고있다.

1차년도에서는 공통음성DB의 연차별 확보를 위한 장기적인 확보계획을 작성하고, 개발환경의 구축을 위해 우선 공통적인 대상인 PBW, 단독숫자, 4연숫자, 이야기문 등의 음성분석용 기본세트 음성DB를 시험적으로 구축하였다.

2차년도에서는 단어레벨 음성DB를 확장하기 위한 레이블링 작업과 함께 발성자의 수를 70명으로 확대하고 이에 따른 단어음성 CDROM형태의 시제품을 개발하고 문장레벨 음성DB를 위한 문장음성 발성목록을 작성하기 위한 연구를 수행하고 있다.

3차년도에는 PBS(Phonetically Balanced Sentences)의 문장음성 대상으로 100명분의 데이터를 CDROM형태로 구축할 예정이다.

나. 구축현황

공동이용을 위하여 구축된 음성DB의 구축현황(95년말 현재)은 다음과 같다.

1) 발성내용

가) 단독숫자음 : 41종, 남녀 각 2인이 4회발성

영, 공, 일, 이, 삼, 사, 오, 육, 칠, 팔, 구, 십, 백, 천,
만, 억, 조, 경, 하나, 둘, 셋, 넷, 다섯, 여섯, 일곱, 여덟,
아홉, 열, 스물, 서른, 마흔, 쉰, 예순, 일흔, 여든, 아흔,
다시, 예, 네, 아니오

나) 4연숫자음 : 35종, 남녀 각 2인이 4회발성

0287, 5732, 9601, 4156, 1199, 1398, 6843, 0712, 5267,
6633, 2409, 7954, 1823, 6378, 8877, 3510, 8065, 2934,
7489, 2244, 4621, 9176, 3045, 8590, 5500, 6872, 5861,
3649, 0316, 7083, 8194, 9205, 1427, 2538, 4750

다) 이야기문 : 1종, 남녀 각 2인이 2회발성

IPA 제정 음성표준발성자료 "바람과 햇님" (The north wind and the sun.)

라) PBW(Phonetically Balanced Words) : 452종, 남녀 각 2인이 2회발성[21]

음운밸런스가 취해진 상태란 음운의 출현빈도가 같은 상태를 말한다. 이러한 상태는 음운을 확률사상으로 했을때 엔트로피가 최대인 상태를 말한다. 음소열의 출현확률을 P_i 라고 할 때 엔트로피 H 는 다음식(1)에 의해 구할 수 있다.

$$H = - \sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i \quad (1)$$

PBW는 발생가능한 모든 음운현상을 포함하며, 각 음운들이 고른 확률분포를 갖는 최소단어들의 집합이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 PBW를 추출하기 위한 모집단으로서 1,288,000여 어절의 텍스트 코퍼스에서 3음절 이상의 고빈도 5,000어절을 선정하고 이를 읽기 규칙을 적용하여 소리나는 대로의 형태로 변환하여 452어절의 PBW를 추출하였다. 이러한 처리절차를 그림 1.에 나타내었다.

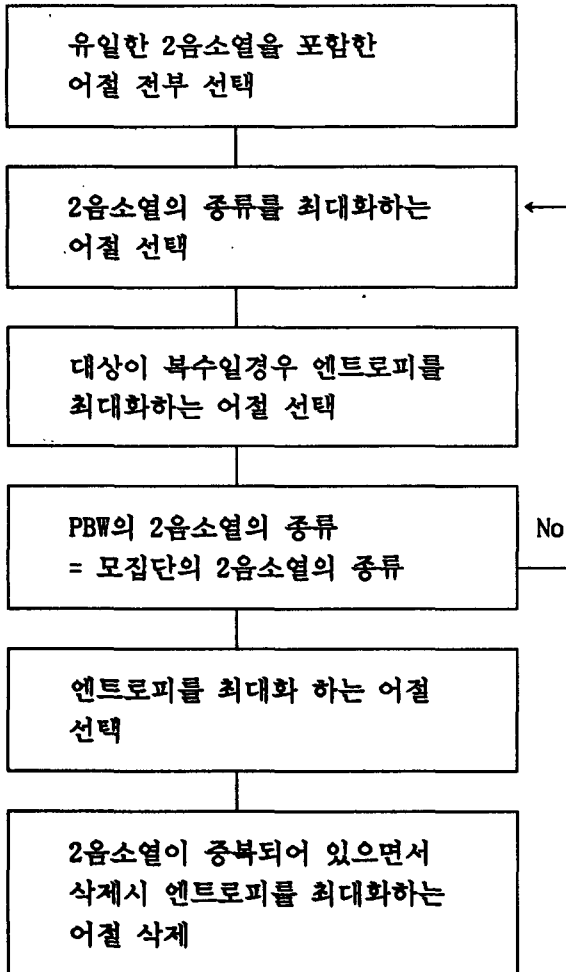


그림1. PBW 선정 과정

2) 발생자 선정

표준어를 사용하는 20 ~ 50세의 일반인 남녀 각 2인이 발생하였으며 2차년도의 발생자 확장시 지역별, 연령별 고른 분포가 되도록 할 예정이다.

3) 음성데이터의 녹음 및 편집

녹음장소는 방음부스를 이용하였으며 Senheizer HMD 224X마이크를 사용하여 DAT에 녹음하였다. 녹음된 데이터를 16kHz로 샘플링하고, 16Bit로 양자화하여 하드 디스크에 저장한 후 단어 또는 문장단위로 편집하였으며, 이때 음성 데이터의 시작점과 끝점으로부터 300ms의 무음구간을 두고 편집하였다.

4) 음성 데이터의 저장 및 시험판 CDROM 제작

편집된 음성 데이터 파일을 저장하는 방법은 편집된 데이터를 하나의 큰 데이터로 묶어서 필요한 파일만을 찾아낼 수 있는 Dictionary파일의 형태로 하면 데이터 관리는 용이하나 개개의 파일을 복사할 때 번거로움이 따른다. 반대로 음성파일을 개개의 하나씩 이름을 붙여 사용하면 파일을 관리하기는 어렵지만 필요한 파일을 복사 또는 이용하기가 용이하다. 본 연구에서는 각각의 데이터를 미국의 DARPA-TIMIT 음성 데이터와 상호 호환성을 유지할 수 있도록 화일헤더를 구성하고 계층적 디렉토리 구조로 저장하였으며, 시험판 음성DB CDROM을 제작하였다.

5) 통신망을 통한 음성DB의 이용

구축된 음성DB는 통합된 국어정보베이스로 인터넷상에서 검색이 가능하도록 할 예정이다. 이를 위한 인터페이스 방법으로 WWW (World Wide Web)을 사용하고 있다. 국어공학센터에서 인터넷상의 웹서버를 운영하고, 사용자는 웹 브라우저(Web browser)를 통해 음성 데이터를 검색하고 다운로드할 수 있도록 할 예정이다.

그러나 대용량의 자료이므로 온라인 검색 및 다운로드에 의한 이용에는 한계가 있을 것이다. 따라서 소량의 자료를 통한 사용자들의 평가의견 교환 통로로 주로이용될 것이며 DB의 전체적인 이용은 CDROM형태로 보급되어야 할 것이다.

5. 결 론

지금까지 음성관련 연구에 필수적인 음성DB에 관하여 구축을 위한 고려사항과 함께 공학분야에서 구축중인 우리말 음성DFB의 구축현황을 살펴보았다. 또한 국어공학센터의 공동이용을 위한 한국어 음성DB의 구축현황도 소개하였다. 공학분야에서 뿐만 아니라. 국어학, 음성학, 언어학, 의학 등 관련분야에서도 이러한 노력이 함께 어울어져서 우리말을 대상으로한 연구수준의 비약적 향상을 기대한다.

본 연구는 과기처의 연구비 지원으로 이루어진 것으로, 연구수행을 지원한 국어공학센터 박동인 센터장, 국어 정보 베이스팀의 최기선 박사(한국과학기술원)께 감사드린다.

<참고문헌.>

- [1] 이용주, “한국어 음성언어정보처리와 음성 데이터베이스”, 한국어정보처리 소식 제2권 특별기고, 1994.10.
- [2] 이용주, 김봉완 외, “국어정보처리 기술개발 - 한국어 음성DB 구축에 관한 연구”, 한국과학 기술원 최종보고서, 1995.7
- [3] 이용주, “우리말 음성정보처리를 위한 음성 데이터베이스 -구축현황 및 과제”, ICCKL '95, pp 243-256, Yanji 1995. 12.
- [4] 이용주 외, “ 해외음성DB의 구축동향”, 한국음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리워크샵 논문집 1995. 6.
- [5] 조철우, “음성DB 구축을 위한 국제간 연구활동“ 한국음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리워크샵 논문집 1995. 6.
- [6] K. Shikano, “Phonetically balanced word list based on information entropy”, Preprints Autumn Meeting Acous. Soc. Japan, Paper 3-3-10, Mar. 1984
- [7] S. Hayamizu, et al, “Generation of VCV/CVC Balanced Word Sets for Speech Database”, 일본 전자기술총합연구소, 제49권 제10호, 1985
- [8] Yeonja Lim, Yonggjik Lee, “Implementation of the POW Algorithm for Speech Database”, ICASSP-95, Vol1, pp 89-92, Detroit 1995.
- [9] 이용주, 김봉완외, “음성DB용 PBW에 대한 검토”, 한국 음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리 워크샵논문집, 1995. 6
- [10] 이용주, 정유현 외, “보급형 음성 데이터베이스 구축에 관한 연구”, 한국 전자통신연구소 최종 보고서, 1992. 7
- [11] 김경태, 최준혁, 이용주, “ 음성 데이터베이스 관리 시스템의 구축”,Korea-Japan JointSymposium on Acoustics, 1991. 7.
- [12] 이용주, 이정철, 김경태, “ 음성 데이터베이스 구축에 관하여 ”, 한국음향학회지, 제7권 제5호, 1988
- [13] Joon-Hyuk Choi, et al, “ Construction of A Large Korean Speech Database and Its ManagementSystem In ETRI “, Proc., 24.2.1, ICSLP 90. 1990
- [14] 이영직 외 , “ ETRI의음성데이터베이스 구축현황” 한국음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리워크샵 논문집 1995. 6.
- [15] 이용주, 김종진 외, “자유발화음성 및 텍스트코퍼스 구축에 관한 검토”, 한국음향학회 제11회 음성통신 및 신호처리 워크샵 논문집, 1994. 10
- [16]도삼주,구명완, “ 한국통신의 음성DB 현황” 한국음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리워크샵 논문집 1995. 6.
- [17]최인정, 은종관외, “ KAIST 통신연구실의 음성데이터베이스 구축현황” 한국음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리워크샵 논문집 1995. 6.
- [18]이용주 외, “국어공학센터의 음성DB구축계획” 한국음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리워크샵 논문집 1995. 6.
- [19]김락용,김민성 외, “ LG전자의 음성DB구축현황” 한국음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리워크샵 논문집 1995. 6.
- [20]김상룡, “삼성종합기술원의 음성DB구축현황” 한국음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리워크샵 논문집 1995. 6.
- [21] 이용주, 김봉완 외, “음성DB용 PBW에 관한 검토”, 한국 음향학회 제12회 음성통신 및 신호처리 워크샵 논문집, 1995. 6