

온라인 다국적 게임을 위한 다국어 혼합 음성 인식에 관한 연구¹⁾

김석동[○], 강흥순*, 우인성*, 신좌철*, 윤춘덕**
 호서대학교 컴퓨터공학과^{○*}, 호서전문학교 게임기획마케팅과**
 {sdkim,hskang,wiscom,ccshin}@hoseo.edu, chun@hoseo.or.kr

A Study on the Multilingual Speech Recognition for On-line International Game

Suk-dong Kim[○], Heung-soon Kang*, In-sung Woo*
 Chwa-cheul Shin*, Chun-Duk Yoon**
 Dept of Computer Science, Hoseo University^{○*}
 Dept of Game Planning & Marketing, Seoul Hoseo Technical College**

요 약

최근 게임에도 다국어를 대상으로 하는 음성인식에 대한 요구와 여러 나라의 서로 다른 언어로 표현된 음성을 하나의 음성 모델로 표현하는 다국어 시스템의 개발에 대한 필요성이 점차 증가하고 있다. 이에 따라 다양한 언어로 구성되어 있는 음성을 하나의 음성 모델로 표현할 수 있는 다국어 음성인식 시스템의 발전에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 다국어 음성 모델을 통합적으로 구축하기 위한 기본 연구로 한국어 음성과 영어 음성을 국제음소기호(IPA)로 인식하는 시스템을 연구하였고 한국어와 영어 음소를 동시에 만족하는 IPA 모델을 찾는 데 중점을 두어 실험한 결과 한국어 음성에 대하여 90.62%, 영어 음성에 대하여 91.71%라는 인식률을 얻을 수 있었다.

ABSTRACT

The requests for speech-recognition for multi-language in field of game and the necessity of multi-language system, which expresses one phonetic model from many different kind of language phonetics, has been increased in field of game industry. Here upon, the research regarding development of multi-national language system which can express speeches, that is consist of various different languages, into only one lexical model is needed. In this paper is basic research for establishing integrated system from multi-language lexical model, and it shows the system which recognize Korean and English speeches into IPA(International Phonetic Alphabet). We focused on finding the IPA model which is satisfied with Korean and English phoneme one simutaneously. As a result, we could get the 90.62% of Korean speech-recognition rate, also 91.71% of English speech-recognition rate.

Keyword : IPA, Speech Recognition

접수일자 : 2008년 07월 29일

일차수정 : 2008년 09월 08일

심사완료 : 2008년 10월 16일

1) 이 논문은 2007년도 산학재단의 재원으로 학술연구비를 지원 받아 수행된 연구임.

1. 서 론

현재 전 세계는 웹(Web)으로 서로 연결되어 교류하는 정보량이 증가추세에 따라 게임과 같이 여러 나라의 문화와 언어가 다른 상황에서 실시간으로 나라의 구분 없이 게임을 즐기는 세대역시 증가하고 있다. 이들이 다국어를 대상으로 하는 음성 인식에 대한 요구 역시 증가하고 있다[1]. 특히 온라인 게임에 다국어를 대상으로 하는 음성인식에 대한 요구가 점차 증가하고 있다. 본 연구를 통하여 그동안 나라별로 개별적으로 개발되는 음성 인식 시스템을 확장해서 영어와 우리말을 동시에 인식될 수 있는 혼합 음성 인식기에 대한 기초적 연구를 수행하며 다양한 게임들과 웹 또는 모바일 통신상에서 다국어 동시인식 시스템의 개발을 이룰 수 있는 기본기술을 연구한다. 이러한 이유로 여러 나라의 서로 다른 언어를 하나의 음성 모델로 표현하는 다국어 시스템의 개발은 매우 중요하다[2].

이러한 다국어 시스템의 개발이 필요한 이유는 첫째로 음성 모델과 파라미터를 공유함으로써 음성 인식 시스템의 복잡도를 줄일 수 있고, 둘째로 통합된 언어로써 식별이 가능하기 때문이다[3]. 연속 음성인식(HMM)의 근본적인 문제점은 여러 나라의 언어들을 어떻게 효율적으로 다룰 것인가에 대한 것이다[4]. 영어로 개발한 음성 인식 시스템은 여러 나라의 언어에 성공적으로 인식되어 사용되고 있다. 대표적인 음성 인식 시스템으로 IBM, Dragon, BBN, Cambridge, Philips, MIT, LMSI 등이 있다[5]. 영어 음성 인식 시스템을 독일, 일본, 프랑스, 중국과 같은 언어로 적용하여 음성기술을 언어에 독립적으로 일반화를 시켰으며 비슷한 모델링을 통해 여러 언어에 대해 적용하였다[6].

음성인식에 있어서 자국어 이외의 언어에 대한 언어 인식 시스템을 도입할 때 많은 문제점들이 나타난다[7]. 이러한 시스템의 핵심 문제는 다른 나라 언어들에 적용되지 않는 많은 전체들을 포함하고 있기 때문이다. 예를 들면 언어에 따라 고유음, 음성적 배열, 발음법등이 다르기 때문에

종종 전문가에 의한 심도 있는 접근방법이 필요하다. 음성인식에서 음성 처리는 인터넷과 모바일 분야에서 핵심이 되는 기술이다. 현재 전 세계는 인터넷으로 연결되어 서로 교류되는 정보량이 증가되는 추세로 전 세계에서 통용되는 언어를 살펴보면 사용자 수가 중국어가 많은 부분을 차지하지만 공식적으로 사용하는 경우는 영어가 제일 많다. 하나의 음성에 한국어, 영어와 중국어가 모두 공존하는 경우 각 나라의 음성을 동시에 인식하는 것이 필요하다.

본 논문을 통하여 그 동안 각각의 나라별로 개발되는 음성 인식 시스템의 확장을 통해서 영어와 한국어가 동시에 인식될 수 있는 혼합 음성 인식기에 대한 최근의 연구 성과를 확인할 수 있고, 차후 웹 또는 모바일 통신상에서 기존의 한국어 또는 영어만의 단일어 인식시스템이 아닌 다국어 동시인식 시스템의 개발을 이룰 수 있는 원천적 기술의 습득과 이를 이용한 다국어 ASR(Automatic Speech Recognition)에 대한 현실적인 접근을 위해 중요한 요소에 초점을 맞추었다.

2. 음소 모델 구성

본 논문의 실험에서 다국어를 처리하는 음성 인식기를 만드는데 영어음성을 사용하는 목적은 첫째, 여러 언어를 대상으로 한 음성인식을 중에서 가장 좋은 결과와 비교하기 위함이고 둘째, 새로운 언어에 대한 적용을 하기 위해서이다. 이러한 목적을 위해 우리는 다국어 연속 음성 인식에 대한 다양한 연구를 수행해 왔다. 특히 여러 나라 언어를 다루기 위해 우리는 언어의 기본 표현방법 중 IPA라는 국제음소표기 방법을 이용하였다.

2.1 국제음소기호(IPA)

오늘날 음성인식의 경우 여러 언어에 대한 대량의 자료를 이용해서 잘 알려진 언어로써 확장되고 있으며 이렇게 확장된 자료의 인식을 위해서는 상당히 많은 양의 음성자료가 필요하고 여기에 사용

되는 문장들 또한 필요하다. 그러나 현실적으로 많은 음성을 수집하는 것은 매우 어렵다. 그 이유로 첫째, 많은 양의 음성 수집에는 많은 시간과 자원이 필요하다. 둘째, 전 세계에는 4,000여 종류의 언어가 존재하며, 그중에서 약 10%의 언어가 적어도 100,000명 정도의 언어 사용자를 보유하고 있으며 이러한 음성을 모두 수집하기란 현실적으로 매우 어렵다. 음성인식에 관심이 있는 나라들의 언어들도 정치나 경제적 상황에 급속도로 변화하기 때문에 이러한 음성을 수집하는 것은 현실적으로 불가능하다. 마지막으로 외국인이 발음하는 음성인식 분야는 여러 가지로 활용이 늘어가고 있지만 이 역시 그에 대한 많은 양의 자료를 구하기 어렵다.

이러한 이유들로 인하여 본 연구는 기존에 정의되어 사용 중인 국제음소기호(IPA)를 기본으로 하여 여러 나라의 음성 모델을 통합하는 기술을 연구하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해서 우선 한국어와 영어를 하나의 IPA에 결합하여 음성 모델을 통합한 후 이를 사용하여 인식할 수 있는 실험을 하였다.

2.2 IPA표기 방법의 장점

다국어 처리하면서 한 나라를 대상으로 하는 음성 인식기를 만드는 목적은 첫째, 여러 언어를 대상으로 한 음성인식들 중에서 가장 좋은 결과와 비교하기 위함이고 둘째, 새로운 언어에 대한 적응

을 하기 위해서이다. 이러한 목적을 위해 우리는 다국어 연속 음성 인식에 대한 다양한 연구를 수행해 왔다. 특히 여러 나라 언어를 다루기 위해 우리는 언어의 기본 표현방법 중 IPA(International Phoneticizing Alphabet)라는 국제음소표기 방법을 이용한다.

본 연구가 이 IPA를 기본으로 하여 여러 나라 언어의 음성 모델을 통합하는 기술을 연구하는데 그 목적이 있기에 실제 실험에서도 언어에 독립적인 음성 모델들을 다국어 시스템의 파라미터나 음성인식의 복잡도를 줄이기 위해 음성 모델과 자료를 공유하는데 사용한다. 또한 이러한 음성 모델은 새로운 언어에 대한 기본 모델로 사용된다. 음성과 언어 모델링에 사용하는 통계적인 방법은 많은 분량의 음성과 문장들이 필요할 뿐만 아니라 발음사전과 대량의 문장들이 필요하다. 본 연구에서는 음성 모델링에 주요 초점을 맞추고 있기 때문에 다른 자료들의 경우 주어진 언어에서 기본적으로 발음사전과 문장들을 다룬다고 가정한다.

언어 독립 모델링의 목적은 모든 언어를 포함시키는 음성 모델을 만드는데 있는 반면 언어 적응 모델링의 목적은 기존의 모델을 새로운 언어로 최적화하여 인식하도록 적응시키는데 있다. 새로운 언어에 대한 정보가 소량인 경우에도 가능하다. 자료가 소량인 경우 두 가지 문제가 있다. 하나는 새로운 언어에 대한 초기 음성 모델을 위한 적당한

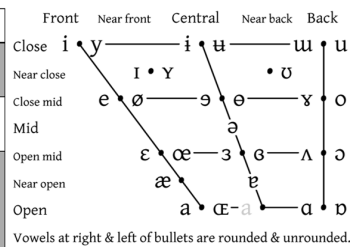
THE INTERNATIONAL PHONETIC ALPHABET (2005)

CONSONANTS (PULMONIC)

	Bilabial	Labio-dental	Dental	Alveolar	Post-alveolar	Retroflex	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Epi-glottal	Glottal
Nasal	m	ɱ		n	ɳ	ɲ	ɲ	ŋ	ɴ			
Plosive	p b	ɸ β		t d		ʈ ɖ	c ɟ	k g	q ɢ		ʔ	ʔ̚
Fricative	ɸ β	f v	θ ð	s z	ʃ ʒ	ʂ ʐ	ç ʝ	x ɣ	χ ʁ	ħ ʕ	ħ̣ ʕ̣	h ɦ
Approximant		ʋ		ɹ		ɻ	j	ɰ				ɹ̥
Trill	ʙ			r					ʀ			ʀ̥
Tap, Flap		ⱱ		ɾ		ɽ						
Lateral fricative				ɬ ɮ		ɮ̺	ɬ̺	ɬ̺				
Lateral approximant				l		ɭ	ʎ	ʟ				
Lateral flap				ɭ		ɮ̺						

Where symbols appear in pairs, the one to the right represents a modally voiced consonant, except for murmured ɦ. Shaded areas denote articulations judged to be impossible. Light grey letters are unofficial extensions of the IPA.

VOWELS



Vowels at right & left of bullets are rounded & unrounded.

[그림 1] IPA로 표현된 자음과 모음

기본 모델을 결정하는 것과 둘째로 문맥 의존 (Context Dependent) 음성 모델을 만들기 위해 음소 문맥으로 확장할 때 기존 언어와 새로운 언어 사이에 부합이 안 되는 음소가 많을 경우이다. 이와는 반대로 많은 양의 음소 문맥을 사용하면 기존의 음성인식과는 다르게 새로운 음성의 인식률이 크게 증가한다.

2.3 국제음소기호(IPA)를 활용한 음소 모델

나라별로 언어와 독립적으로 연속 음성 인식을 수행하기 위해서는 음소의 음성학적인 표현 방법을 우선 고려해야 한다. 본 연구에서는 음성학적 표현 방법이 나라별로 사용되는 언어에 관계없이 서로 비슷하다는 가정에 입각해 수행한다. 먼저 각각의 나라별로 고유한 음소를 국제 음소 기호인 IPA와 부합시켜 공통점을 찾는다. [그림1]에 IPA로 표현된 자음과 모음을 보여준다.

[표 1] 한글 음성 모델 정의

음소	단어	음소	단어	음소	단어
AA	까닭은	L	음식물	R	비바람
AE	빼내	M	아침	S	따라서
AO	따라서	N	아니고	T	비슷한
B	어업은	NG	일등상	UW	부도
CH	엄청난	OW	일곱개	W	꽤
D	영덕군	P	발표에	Y	뽕혀
EH	영향에	KK	이끌	TC	어젯밤에
G	여쭙보고	PP	어젯밤	EU	어느
HH	열흘	TT	받았던	KC	역사의
IY	열린	AN	복상하고	PC	유입
JH	위주의	EN	챙긴	SS	앞서서
K	육해공군	ON	충청	JJ	이쪽

이 가정에 따라 우리의 연구에 사용된 한국어와 영어 두 나라 언어의 특정한 음소를 IPA의 음소 집합중 하나로 놓는다. 이 경우 어느 음소가 어떤 기호에 부합되는지를 찾는 것이 문제가 되고, 본

연구에서는 실험을 통해 가장 적합한 IPA음소를 찾고자 하였다. 특히 이중 모음의 경우 하나의 음소로 표현하는 방법과 CD 모델같이 두 개의 음소로 표현하는 방법 등을 살펴보았다. 예를 들어 ‘예’인 경우 하나의 IPA음소인 e와 두 개 음소의 결합인 “예+에”로 나타낼 수 있고, 우리는 실험을 통해 단일 음소와 두 개의 음소결합 중 인식률이 좋은 IPA음소를 발견할 수 있었다.

[표 2] 영어 음성 모델 정의

음소	Exam.	음소	Exam.	음소	Exam.
AA	odd	F	fee	P	pee
AE	at	G	green	R	read
AH	hut	HH	he	S	sea
AO	ought	IH	it	SH	she
AW	cow	IY	eat	T	tea
AY	hide	JH	gee	TH	theta
B	be	K	key	UH	hood
CH	cheese	L	lee	UW	two
D	dee	M	me	V	vee
DH	thee	N	knee	W	we
EH	Ed	NG	ping	Y	yield
ER	hurt	OW	oat	Z	zee
EY	ate	OY	toy	ZH	seizure

2.4 음성 모델

음성 모델의 목적은 주어진 단어에 대하여 임의의 벡터에 대하여 비슷한 정도를 계산하는 것이다. 원칙적으로 확률분포는 각각의 단어와 이에 대한 벡터 열로 계산할 수 있으나 대용량의 어휘시스템에는 불가능하므로 대신에 단어열을 음소라 불리는 기본 음성으로 나누어 처리한다. 본 연구에서는 이 음성 모델을 나라별로 IPA를 활용하여 개별적인 모델로 만들고 한국어와 영어의 음성 모델을 결합하여 인식실험을 통해 최적의 음성 모델을 구축하는데 초점을 맞추었다.

2.4.1 한글 음성 모델

한글 음성 모델은 [표 1]과 같이 총 36개의 음성 모델로 정의한다.

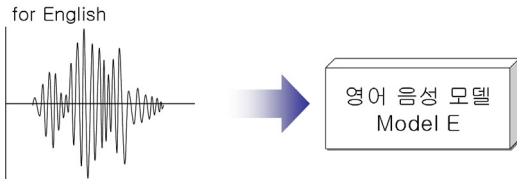
2.4.2 영어 음성 모델

미국의 CMU(Carnegie Mellon University)에서 사용하고 있는 음성 인식 시스템에서 사용하고 있는 영어 음성 모델은 [표 2]에 있다. 본 연구에서도 이 음성 모델을 통해 영어 음성 모델로 적용한다.

3. 음성 학습 및 인식

3.1 개별적인 학습

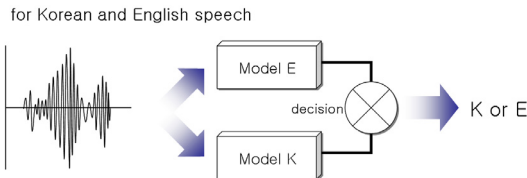
일반적으로 음성학습을 위하여 각 나라별 음성을 가지고 각 나라별 음성 모델을 만든다. 우리의 실험에서는 [그림 2]에서와 같이 영어 음성 모델(Mae)을 영어 음성을 가지고 학습한다.



[그림 2] 영어음성 모델(Mae) 학습과정

3.2 개별 학습에 의한 혼합 음성 인식

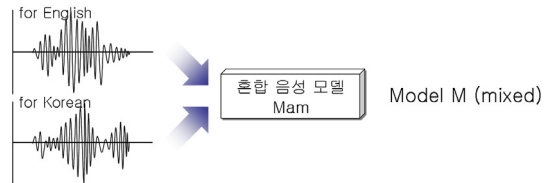
개별 음성 모델에 의해 혼합 음성을 인식하기 위해서는 [그림 3]에서와 같이 뒷부분에 한국어인지 영어인지를 결정하는 부분이 필요하다.



[그림 3]개별 학습에 의한 혼합 음성 인식

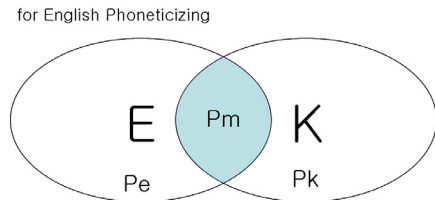
3.3 혼합 학습

혼합 음성 모델을 생성하기 위해서는 한국어와 영어를 함께 학습 자료로 사용하여 음성 모델을 생성한다. 이는 [그림 4]와 같이 수행하고, 이때의 한국어와 영어의 발음현상과 규칙이 서로 다르므로 함께 인식하기 위해서는 서로 공통되는 음성 모델이 필요하다. 따라서 음성 모델에 사용할 음소집합 역시 [그림 5]와 같이 두 나라 언어가 공통으로 사용하는 음소 집합(Pm)과 한국어 고유의 음소 집합(Pk)과 영어 고유 음소 집합(Pe)을 결정해야 한다.



[그림 4] 혼합 음성 모델

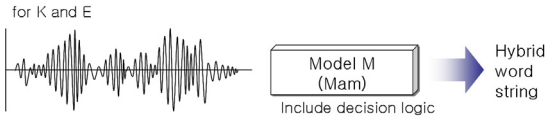
예를 들면 Pk의 경우 모음에는 “니”와 같은 이중모음 음소, 자음에는 “ㄱ”, “ㄷ”등 이 있고, Pe에는 “AX”, “AXR”등이 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 비슷한 음소를 최대한 공유하여 복잡도를 줄여 효율을 높이하고자 한다.



[그림 5] 음소 집합(Pm)

3.4 혼합 음성 인식

혼합 음성 인식의 경우 일반적으로 한 나라의 음성을 인식하는 방법과 동일하게 간단히 처리할 수 있다. 이는 [그림 6]과 같이 개별 음성과는 다르게 인식 방법이 간단하다.



[그림 6] 혼합 음성 인식

4. 실험 및 결과

본 논문에서 한글 음성 학습 자료는 남성 92명, 여성 70명의 총 162명의 21시간에 걸친 방대한 음성을 이용하여 학습하였고, 영어 음성 학습 자료는 2,997개의 단어로 구성된 Wall Street Journal을 미국인이 발음한 음성을 학습하여 실험에 이용하였고 언어 모델에 사용된 텍스트 자료는 인터넷을 통해 한국의 신문사 및 방송사의 자료를 수집하여 그 중에서 공개된 자료만을 사용하였다.

4.1 IPA를 이용한 음소 정의

실험에 사용한 IPA의 정의는 [표 3]과 같다. 한국어의 이중모음을 배제한 음소만을 이용하여 실험하였다.

한글에서 초성 /ㄱ/을 두 가지로 나누어 처음 시작하는 /ㄱ/은 G로 글자 사이에 있는 초성 /ㄱ/은 GG로 나누어 처리하였으며, 영어와 한글의 /어/발음은 'o'와 'a'로 분리해서 사용하였다.

[표 3] IPA 음성 모델 정의

No	TiMit	Korea IPA	MIX	English IPA	ASCII
1	AA		a		aa
2	AE		æ		ae
3	AH			ɑ	ah
4	AO	o		^	ao
5	AW			au	aw
6	AX			ə	ax
7	AXR			ə	axr
8	AY			aɪ	ay

No	TiMit	Korea IPA	MIX	English IPA	ASCII
9	b		b		b
10	BD			bd	bd
11	CH		tʃ		ch
12	d		d		d
13	DD			d	dd
14	DH			ð	dh
15	DX			dx	dx
16	EH		ɛ		eh
17	ER			ɜ	er
18	EO	o			er
19	EY			eɪ	ey
20	f			f	f
21	G	G			g
22	GD			gd	gd
23	GG	GG			gg
24	HH		h		hh
25	IH			ɪ	ih
26	IX			-	ix
27	IY		i		iy
28	JH		dʒ		jh
29	k		k		k
30	KD			kd	kd
31	l		l		l
32	m		m		m
33	n		n		n
34	NG		ŋ		ng
35	OW		oʊ		ow
36	IX				ix
37	OY			ɔɪ	oy
38	p		p		p
39	PD			pd	pd
40	r		r		r
41	s		s		s
42	SH			ʃ	sh
43	t		t		t
44	TH			θ	th
45	TS			ts:	ts
46	UH			ʊ	uh

No	TiMit	Korea IPA	MIX	English IPA	ASCII
47	UW		u		uw
48	v			v	v
49	w		w		w
50	y		j		j
51	z			z	z
52	ZH			3	zh
53	KK	k			kk
54	TT	t			tt
55	PP	p			pp
56	SS	s			ss
57	JJ	tʃ			jj
58	KC	k			kc
59	TC	t			tc
60	PC	p			pc
61	EU	u			eu

4.2 인식실험 결과

혼합 음소들을 이용한 IPA의 인식 실험의 결과는 [표 4]와 같다. IPA에서 사용된 음소들의 경우 [표 3]에 보이는 총 61개의 음소를 이용하여 IPA를 사용한 실험의 결과는 한글의 경우 90.62%, 영문의 경우 91.71%의 인식률을 얻었다. 한글음소에서 이중모음을 추가하여 영문의 음소의 수에는 변화가 없었으나 불특정했던 한글의 이중모음에 해당하는 음소가 인식함으로 이를 영어에서 다시 찾아 실패하는 경우를 줄임으로 영어의 인식률의 동반 상승의 효과를 얻을 수 있었다.

[표 4] 한국어와 영어 인식 결과

IPA	Recognition Rates (%)	
	한글	영문
IPA 방법	90.62	91.71

5. 결론

음성 처리는 현재 인터넷과 모바일 그리고 게임 분야에서 핵심이 되는 기술로 전 세계는 가상의 공간인 웹으로 연결되어 서로 교류되는 정보량이 증가되는 추세이다. 하나의 음성에 한국어와 영어가 공존하는 경우 한국어와 영어 음성을 정확히 인식하는 시스템의 필요성은 매우 중요하다.

본 연구를 통하여 그동안 나라별로 개별적으로 개발되는 음성 인식 시스템을 확장해서 영어와 한국어를 동시에 인식될 수 있는 혼합 음성 인식기에 대한 기초적 연구를 수행함으로써 차후 유비쿼터스 환경의 다양한 게임들과 웹 또는 모바일 통신상에서 기존의 한국어 또는 영어만의 단일어 인식시스템이 아닌 다국어 동시인식 시스템의 개발을 이룰 수 있는 기본기술의 선도적 지위를 추구할 수 있다.

참고 문헌

- [1] Stefanie Tomko, and Roni Rosenfeld. "A Speech- and Language-based Information Management Environment ". In Proc. IEEE Int.l Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Toulouse, France, May 2006.
- [2] Z. Al Bawab, B, Raj, and R. M. Stern, "Analysis-by-synthesis features for speech recognition," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Las Vegas, Nevada. April 2008.
- [3] H.-M. Park and R. M. Stern, "Missing-feature speech recognition using dereverberation and echo suppression in reverberant environments" IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Honolulu, Hawaii. April 2007.
- [4] Thomas K. Harris, Arthur Toth, James Sanders, Alexander Rudnický. "Towards Efficient Human Machine Speech Communication". ACM Transactions on Speech and Language Processing,

February 2005.

- [5] Jahanzeb Sherwani et al "Towards Speech-based Access by Semi-literate Users". In Proc. Speech in Mobile and Pervasive Environments, Singapore, September 2007.
- [6] John S. Garofolo, Jonathan G. Fiscus, William M. Fisher "Design and preparation of the 1996 HUB-4 Broadcast News Benchmark Test Corpora." DARPA Speech Recognition Workshop, pp. 15-21. February 1997.
- [7] A. G. Hauptmann, et al. "Multi-Lingual Broadcast News Retrieval", TRE- CVID'06 TREC, NIST Gaithersburg, MD, November 2006.



강 흥 순

1990년 호서대학교 전자계산학과(학사)
 1996년 호서대학교 대학원 전자계산학과(석사)
 2007년 호서대학교 대학원 메카트로닉스전공(박사
 과정)

관심분야 : Visual Programming, Voice XML



김 석 동

1982년 아주대학교 전자공학과 (학사)
 1993년 아주대학교 대학원 전자공학과(석·박사)
 1984년-현재 호서대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 음성 응용 프로그램, 음성인식



신 작 철

1990년 호서대학교 전자계산학과(학사)
 1996년 호서대학교 대학원 전자계산학과(석사)
 2007년 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사)

관심분야 : 그래픽, 음성 응용



윤 춘 덕

1987년 국립서울산업대학교 전자계산학과(학사)
 1991년 동국대학교 경영대학원 시뮬레이션(석사)
 2002년 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사)
 1993년-현재 서울호서전문학교 게임기획마케팅과
 교수

관심분야 : 게임기획, 그래픽



우 인 성

2000년 호서대학교 컴퓨터공학과(학사)
 2003년 호서대학교 첨단정보대학원 정보보호학과
 (석사)
 2008년 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사)

관심분야 : Microprocessor, Voice XML