ISSN 2005-9299

2016년 한국음성학회 가을 학술대회
발표 논문집

일시: 2016년 11월 18일(금) ~ 11월 19일(토)
장소: 서울대학교, 14동 B101호
주최: 사단법인 한국음성학회
주관: 사단법인 한국음성학회
후원: 서울대학교 인문정보연구소, 서울대학교 언어학과

한국음성학회
The Korean Society of Speech Sciences

2016 한국음성학회 가을 학술대회 일정표

■ 11월 18일(금)

시간	행사	
12:00~13:00	등록 및 중식	
13:00~13:10	**개회식 (14동 B101호)**	
13:10~14:00	**기조강연 I (14동 B101호)** **Ocke-Schwen Bohn (Aarhus University, Denmark)** **"The foreign accent paradox: Foreign accented speech in spite of intact learning abilities"**	
14:00~14:10	휴식	
14:10~15:40	**구두발표 [12편]**	
	음성의학 / 음성공학	**음성학**
	(14동 203호)	**(14동 B101호)**
15:40~15:50	휴식/ 포스터세션 준비	
15:50~16:20	**포스터발표 세션 [31편]**	
	각 포스터 1분 PPT 발표 (14동 B101호)	
16:20~18:00	**포스터발표 (14동 1층 로비)**	
17:30~18:00	정기총회	
18:00~19:30	이동 및 만찬	

■ 11월 19일(토)

시간	행사		
9:00~9:30	등록		
9:30~10:50	**구두발표 [14편]**		
	음성공학 / 음성관련 언어학	**말소리장애/ 음성관련 언어교육**	**음성학**
	(14동 203호)	**(14동 208호)**	**(14동 B101호)**
10:50~11:00	휴식		
11:00~11:50	**기조강연 II (14동 B101호)** **Jane Setter (University of Reading, UK)** **"Aspects of speech prosody in English language teaching"**		
11:50~12:30	**스펙트로그램 리딩/우수발표자 시상 및 폐회식 (14동 B101호)**		
12:30~13:30	점심 식사		

■ "가을 학술대회 특별 튜토리얼 세션" (14동 B101호)

11.19(토) 13:30~15:40	**What causes foreign accented speech? Learner characteristics and the perceptual bases of foreign accent**	**Ocke-Schwen Bohn (Aarhus University)**
	Flipping Intonation! Making focus on practice practical	**Jane Setter (University of Reading)**

+첫째날 (11/18일(금)): 한국음성학회 2016 가을 학술대회 프로그램

+서울대학교 14동

일 시 첫째날 11.18(금)		발 표 및 내 용		비 고
	12:00~ 13:00	등록(14동 B101호 복도) 점심식사(76동 두레미담 1층)		
제1부 (14동 B101 호)	13:00~ 13:10	**개회식** 개회사 (한국음성학회 이호영 수석부회장) 인사말 (한국음성학회 조철우 회장)		1부 사회자: 김재옥 (강남대)
	13:10~ 14:00	**제1부 기조강연 I** The foreign accent paradox: Foreign accented speech in spite of intact learning abilities - Ocke-Schwen Bohn (Aarhus University, Denmark)		
	14:00~ 14:10	휴식		
제2부	14:10~ 15:40	**제2부 논문구두발표** [총12편]		
		음성의학 / 음성공학 (14동 203호)	음성학 (14동 B101호)	
		좌장: 김수진(나사렛대), 김흥국(광주과기대)	좌장: 공은정 (항공대)	
		■ [M1] 스마트폰 사용자의 거북목 자세가 목소리에 미치는 영향 -김두은, 박채림, 조윤현, 최성희, 최철희 (대구가톨릭대학교) ■ [M2] 단순조음장애 아동과 일반아동의 아동용 조음기관의 구조 및 기능선별검사 비교 -김재옥 (강남대학교) ■ [M3] 공기역학적 분석을 이용한 선천성 난청 성인의 공명 특성 -김은연, 최예린 (명지대학교), 윤미선 (나사렛대학교), 장승진 (LG 전자연구소), 홍성화 (삼성창원병원) ■ [E1] 매니폴드 제한조건의 행렬 분해 방식을 이용한 심층 신경망 기반의 음향 모델 파라메타 감소 방법 -정훈, 이성주, 박전규 (한국전자통신연구원) ■ [E2] 조음 기반의 음소 레벨 사후 확률을 이용한 한국인 영어 학습자의 자음 발음 오류검출 -류혁수, 정민화 (서울대학교) ■ [E3] 정제된 방송 음성데이터를 이용한 음성인식기 성능 향상 -방정욱, 권오욱 (충북대학교), 최무열, 김상훈 (한국전자통신연구원)	■ [P1] Evaluating the clear speech hypothesis of child-directed speech: The case of Korean stop consonants -고언숙 (조선대학교) ■ [P2] 베트남 이주여성과 그 자녀의 파찰음 음향학적 특징 -이나리, 김현기 (전북대학교) ■ [P3] 한국어 발화 속도의 지역, 성별, 세대에 따른 특징 연구 -신지영, 이나라, 유도영 (고려대학교), 장혜진 (광운대학교), 김경화 (대검찰청) ■ [P4] 한국어 후설 고·중모음에 대한 사회음성학적 연구 -신지영, 신우봉, 이향원 (고려대학교) ■ [P5] 아랍어의 동화현상에 대한 고찰 -이규철 (부산외국어대학교) ■ [P6] Acoustic investigation of merging [ʌ] with [ɯ] in Busan Korean -최욱경, 이동명 (동아대학교)	

	15:40~ 15:50	휴식/포스터세션 준비	
제3부 (14동 B101호 복도)	15:50~ 16:20	**제3부 포스터세션** 세션시작 전 각 포스터 1분내 구두 요약 PPT [총31편]	3부 진행 전체총괄: 이호영 (서울대)
	16:20~ 18:00	■ [M4] 대구지역 유치원아동의 조음발달 -이경재, 최성희 (대구가톨릭대학교) ■ [M5] 화자 친숙도에 따른 인공와우 이식 성인의 용인도에 관한 예비 연구 -박상희, 이옥분 (대구사이버대학교) ■ [M6] 심도 청각장애 성인의 음성 특성 -고혜주, 이유미, 양민교, 김은연, 최예린 (명지대학교), 최홍식, 임성은 (연세대학교 의과대학) ■ [M7] 말소리장애 아동과 일반 아동의 단어점화에 따른 비단어 따라 말하기 수행력 비교 -박지은, 하지완 (대구대학교) ■ [M8] 실어증 환자의 명사종류 및 자극양식에 따른 의미처리 수행력 연구 -김유진, 하지완 (대구대학교) ■ [M9] 말소리장애 아동과 일반 아동의 조음복잡성에 따른 조음변이성 비교 -한은지, 하지완 (대구대학교) ■ [M10] 말소리장애아동의 음운인식능력 -서은영, 오경아, 고유경, 김수진 (나사렛대학교) ■ [M11] 감정과 얼굴표정과 관련된 목소리의 심리음향학적· 음향학적 특성 -박채림, 김두은, 이경재, 최성희, 최철희 (대구가톨릭대학교) ■ [M12] 한국어말소리평가프로그램(KSAT) 개발 -김수진, 장기완 (나사렛대학교), 황득하, 장문수 (서경대학교) ■ [E4] 시간축 변환을 이용한 음성데이터 증강 방법 -이성주, 강병옥, 정훈, 박전규, 이윤근 (한국전자통신연구원) ■ [E5] 음악콘텐츠 제작을 위한 음악용 음성합성 기술에 관한 연구 -염종학 ((주)투비시스), 이항섭, 박태훈 ((주)셀바스에이아이) ■ [E6] LSTM Recurrent Neural Network를 활용한 모음 기반 음성 검출기 -김준태, 김재석, 이승형, 박진욱, 한민수 (한국과학기술원) ■ [E7] SNR-Aware Denoising Autoencoder를 이용한 잡음 환경에서의 화자확인 성능 비교 -이가희, 정용원, 김형순 (부산대학교), 김경화 (대검찰청) ■ [E8] 음성 코덱 불일치 환경에서의 화자확인 성능 비교 -박순찬, 이가희, 정용원, 김형순 (부산대학교), 김경화 (대검찰청) ■ [E9] I-vector 화자모델을 사용한 화자식별 -김윤회, 임형준, 김회린 (한국과학기술원) ■ [E10] 위너필터를 이용한 coherence 기반의 2-채널 바람 잡음 제거 -박진욱, 박지훈, 이승형, 김준태, 한민수 (한국과학기술원) ■ [E11] Denoising Auto-Encoder기반의 인과 음성 향상 방법 -김선만, 전찬준, 김홍국 (광주과학기술원) ■ [E12] 정규화된 공분산 행렬을 이용한 LDA에서의 화자인증 성능 비교 -윤성현, 전종준, 양일호, 허희수, 유하진 (서울시립대학교) ■ [E13] VTLN의 warping factor 변형을 이용한 HTS 음색 변환 방법 -유효근, 서영주, 김회린 (한국과학기술원)	진행 및 심사: 최예린 (명지대) 김은연 (명지대) 정민화 (서울대) 권철홍 (대전대) 윤영도 (동국대) 김지은 (가톨릭 관동대)

		■ [E14] 실세계 실내 환경에서 빔포밍 알고리즘과 post-filter를 적용한 다채널 음성향상 알고리즘 성능 평가 -김범정, 이준민, 김준형, 이서영, 박형민 (서강대학교), 방준학 (한국전자통신연구원) ■ [E15] A study on User Intent Detection in the Word Piece Model -이현정, 이영인, 이정필, 조숙환, 구명완 (서강대학교) ■ [E16] A Dialog State Tracker Based on Convolutional Neural Networks on Top of Global Vectors -정경태 ((주)올유저닷넷), 이정필, 이현정, 구명완 (서강대학교) ■ [P7] Analysis of Phonetic and Phonological Accent in Rated L2 Read Speech Corpus of Korean Learners of English -Chris Cho, 이석재 (연세대학교) ■ [P8] 한국어 화자의 영어 음성 단어 생성 준비 단위 -오수진, 한정임 (건국대학교) ■ [P9] 한국어 화자의 영어 발화시 발화 속도, 휴지 빈도 및 길이가 발화자의 능숙도에 미치는 영향에 대한 연구 -박의미, 이석재 (연세대학교) ■ [P10] A study on the effect of attentional modulation in the perception of the three-way stop contrast in Korean -공은정 (한국항공대학교), 이현정 (경남대학교) ■ [P11] Affix Reduction in Spontaneous Seoul Korean Speech -김정선 (영남대학교) ■ [P12] Temporal and Spectral Characteristics of Frication Noise in Korean Fricatives -한경임 (계명대학교) ■ [P13] 영어의 운율(prosody)에 따른 L2 학습자의 모음(vowel) 이해도(intelligibility) -김현주, 이주경 (서울시립대학교) ■ [P14] The Speaking Rate of English that Evaluators Prefer -김미선, 장태엽 (한국외국어대학교) ■ [P15] The effect of word frequency in producing English unstressed vowels by Korean learners of English -Goun Lee (Yonsei University), Dong-Jin Shin (Hankuk University of Foreign Studies)	
	17:30~ 18:00	총회	
	18:00~ 19:30	이동 및 만찬(76동 두레미담 2층)	

++둘째날 (11/19일(토)): 한국음성학회 2016 가을 학술대회 프로그램

++서울대학교 14동

일 시 둘째날 11.19(토)		발 표 및 내 용			비 고
제4부	9:30~ 10:50	**제4부 논문구두발표** [총14편]			
		음성공학 / 음성관련 언어학 (14동 203호)	말소리장애 /음성관련 언어교육(14동 208호)	음성학 (14동 B101호)	
		좌장: 유하진(서울시립대), 고언숙(조선대)	좌장: 장선아(우송대), 최욱경(동아대)	좌장: 박한상(홍익대)	
		■ [E17] 결합된 특징을 활용한 심층 신경망 기반 스푸핑 검출 -김인화, 양일호, 허희수, 윤성현, 유하진 (서울시립대학교) ■ [E18] The Annotation of Gestures on the Text of Fairy Tales -천우영, 이유정, 한다민, 김규민, 구명완, 조숙환 (서강대학교) ■ [E19] 효과적인 구현을 위한 CNN 및 Maxpooling 구조 분해에 관한 연구 -송화전, 박전규 (한국전자통신연구원) ■ [PL1] 주영편(1805)에 실린 포르투갈어 유성음의 한글 표기에 대하여 -김주원 (서울대학교) ■ [PL2] 칠정(七情)에 대한 음향분석 연구 - 판소리 '춘향가'를 중심으로 -박형순 (명지대학교), 김현기 (전북대학교), 금경수 (원광대학교)	■ [M13] 말소리장애 아동과 일반 아동 간 수용기반 어휘선택과제 (Lexical Selection Test) 수행력 비교 -안진아, 하지완 (대구대학교) ■ [M14] 증례보고: 역행성 성대운동에 대한 Botulinum Toxin-A 주입치료 1례 -이승진, 임성은, 양민교, 최홍식 (연세대학교) ■ [M15] 4,5,6세 아동을 위한 음운인식 선별검사 개발 -오경아, 서은영, 고유경, 김수진 (나사렛대학교) ■ [PL3] 한국어 CAPT 시스템의 분절음 발음교육 우선순위: 중국어와 일본어권 학습자들의 변이양상을 중심으로 -양승희, 정민화 (서울대학교) ■ [PL4] 한국인의 러시아어 무성 파열음과 유성 파열음 발음 학습에 관한 음성학적 및 교수법 연구: 러시아 유,무성음 파열음 발음 교육 중심으로 -카파루쉬끼나 디아나 이고레브나(장 디아나) (대전대학교)	■ [P16] 한국어 단어 어두 음절의 상승조 -자오원카이 (한국외국어대학교) ■ [P17] 여성 가창자 유형별 가창 모음발성 포먼트의 특성: 예비연구 -유미 (성균관대학교) ■ [P18] A preliminary report on prominence-dependent English phrase-final lengthening from an articulatory perspective -장지영, 조태홍 (한양대학교), 김사향 (홍익대학교) ■ [P19] 포커스가 일본어 악센트구 해지에 미치는 영향 -전미주 (한국외국어대학교)	
	10:50~ 11:00	휴식			
14동 B101호	11:00~ 11:50	**제5부 기조강연 II** Aspects of speech prosody in English language teaching - Jane Setter (University of Reading, UK)			사회: 이주경 (서울시립대)
14동 B101호	11:50~ 12:30	**스펙트로그램 리딩 & 폐회식** 스펙트로그램 리딩: 공은정(항공대)			사회: 이석재 (연세대)
	12:30~ 13:30	점심식사(76동 두레미담 1층)			

한국음성학회 2016 가을 학술대회 튜토리얼 세션

장소: 서울대학교 14동 B101호

일시		튜토리얼 세션	사회
11.19 (토) 13:30~15:40			이호영 (서울대)
B101	13:30~14:30	**What causes foreign accented speech? Learner characteristics and the perceptual bases of foreign accent**	특강자 **Ocke-Schwen Bohn (Aarhus University)**
	14:30~14:40	휴식	
	14:40~15:40	**Flipping Intonation! Making focus on practice practical**	**Jane Setter (University of Reading)**

차 례

기조강연 I

The foreign accent paradox: Foreign accented speech in spite of intact learning abilities

Ocke-Schwen Bohn (Aarhus University, Denmark) / 3

기조강연 II

Aspects of speech prosody in English language teaching

Jane Setter (University of Reading, UK) / 41

구두발표 I

[말소리장애 및 음성의학]

■ [M1] **스마트폰 사용자의 거북목 자세가 목소리에 미치는 영향**

김두은, 박채림, 조윤현, 최성희, 최철희 (대구가톨릭대학교) / 75

■ [M2] **단순조음장애 아동과 일반아동의 아동용 조음기관의 구조 및 기능선별검사 비교**

김재옥 (강남대학교) / 77

■ [M3] **공기역학적 분석을 이용한 선천성 난청 성인의 공명 특성**

김은연, 최예린 (명지대학교), 윤미선 (나사렛대학교), 장승진 (LG 전자연구소), 홍성화 (삼성창원병원) / 79

[음성공학]

■ [E1] **매니폴드 제한조건의 행렬 분해 방식을 이용한 심층 신경망 기반의 음향 모델 파라메타 감소 방법**

정훈, 이성주, 박전규 (한국전자통신연구원) / 83

■ [E2] **조음 기반의 음소 레벨 사후 확률을 이용한 한국인 영어 학습자의 자음 발음 오류 검출**

류혁수, 정민화 (서울대학교) / 85

■ [E3] **정제된 방송 음성데이터를 이용한 음성인식기 성능 향상**

방정욱, 권오욱 (충북대학교), 최무열, 김상훈 (한국전자통신연구원) / 87

[음성학]

■ [P1] **Evaluating the clear speech hypothesis of child-directed speech: The case of Korean stop consonants**

고언숙 (조선대학교) / 91

■ [P2] **베트남 이주여성과 그 자녀의 파찰음 음향학적 특징**

이나리, 김현기 (전북대학교) / 93

■ [P3] **한국어 발화 속도의 지역, 성별, 세대에 따른 특징 연구**

신지영, 이나라, 유도영 (고려대학교), 장혜진 (광운대학교), 김경화 (대검찰청) / 95

■ [P4] **한국어 후설 고·중모음에 대한 사회음성학적 연구**

신지영, 신우봉, 이향원 (고려대학교) / 97

■ [P5] 아랍어의 동화현상에 대한 고찰
이규철 (부산외국어대학교) / 99

■ [P6] Acoustic investigation of merging [ʌ] with [ɯ] in Busan Korean
최욱경, 이동명 (동아대학교) / 101

포스터발표

[말소리장애 및 음성의학]

■ [M4] 대구지역 유치원아동의 조음발달
이경재, 최성희 (대구가톨릭대학교) / 105

■ [M5] 화자 친숙도에 따른 인공와우 이식 성인의 용인도에 관한 예비 연구
박상희, 이옥분 (대구사이버대학교) / 107

■ [M6] 심도 청각장애 성인의 음성 특성
고혜주, 이유미, 양민교, 김은연, 최예린 (명지대학교), 최홍식, 임성은 (연세대학교 의과대학) / 109

■ [M7] 말소리장애 아동과 일반 아동의 단어점화에 따른 비단어 따라 말하기 수행력 비교
박지은, 하지완 (대구대학교) / 111

■ [M8] 실어증 환자의 명사종류 및 자극양식에 따른 의미처리 수행력 연구
김유진, 하지완 (대구대학교) / 113

■ [M9] 말소리장애 아동과 일반 아동의 조음복잡성에 따른 조음변이성 비교
한은지, 하지완 (대구대학교) / 115

■ [M10] 말소리장애아동의 음운인식능력
서은영, 오경아, 고유경, 김수진 (나사렛대학교) / 117

■ [M11] 감정과 얼굴표정과 관련된 목소리의 심리음향학적· 음향학적 특성
박채림, 김두은, 이경재, 최성희, 최철희 (대구가톨릭대학교) / 119

■ [M12] 한국어말소리평가프로그램(KSAT) 개발
김수진, 장기완 (나사렛대학교), 황득하, 장문수 (서경대학교) / 121

[음성공학]

■ [E4] 시간축 변환을 이용한 음성데이터 증강 방법
이성주, 강병옥, 정훈, 박전규, 이윤근 (한국전자통신연구원) / 123

■ [E5] 음악콘텐츠 제작을 위한 음악용 음성합성 기술에 관한 연구
염종학 ((주)투비시스), 이항섭, 박태훈 ((주)셀바스에이아이) / 125

■ [E6] LSTM Recurrent Neural Network를 활용한 모음 기반 음성 검출기
김준태, 김재석, 이승형, 박진욱, 한민수 (한국과학기술원) / 127

■ [E7] SNR-Aware Denoising Autoencoder를 이용한 잡음 환경에서의 화자확인 성능 비교
이가희, 정용원, 김형순 (부산대학교), 김경화 (대검찰청) / 129

■ [E8] 음성 코덱 불일치 환경에서의 화자확인 성능 비교
박순찬, 이가희, 정용원, 김형순 (부산대학교), 김경화 (대검찰청) / 131

■ [E9] I-vector 화자모델을 사용한 화자식별
김윤회, 임형준, 김회린 (한국과학기술원) / 133

■ [E10] 위너필터를 이용한 coherence 기반의 2-채널 바람 잡음 제거
박진욱, 박지훈, 이승형, 김준태, 한민수 (한국과학기술원) / 135

■ [E11] Denoising Auto-Encoder기반의 인과 음성 향상 방법
김선만, 전찬준, 김홍국 (광주과학기술원) / 137

■ [E12] 정규화된 공분산 행렬을 이용한 LDA에서의 화자인증 성능 비교
윤성현, 전종준, 양일호, 허희수, 유하진 (서울시립대학교) / 139

■ [E13] VTLN의 warping factor 변형을 이용한 HTS 음색 변환 방법
유효근, 서영주, 김회린 (한국과학기술원) / 141

■ [E14] 실세계 실내 환경에서 빔포밍 알고리즘과 post-filter를 적용한 다채널 음성향상 알고리즘 성능 평가
김범정, 이준민, 김준형, 이서영, 박형민 (서강대학교), 방준학 (한국전자통신연구원) / 143

■ [E15] A study on User Intent Detection in the Word Piece Model
이현정, 이영인, 이정필, 조숙환, 구명완 (서강대학교) / 145

■ [E16] A Dialog State Tracker Based on Convolutional Neural Networks on Top of Global Vectors
정경태 ((주)올유저닷넷), 이정필, 이현정, 구명완 (서강대학교) / 147

[음성학]

■ [P7] Analysis of Phonetic and Phonological Accent in Rated L2 Read Speech Corpus of Korean Learners of English
Chris Cho, 이석재 (연세대학교) / 149

■ [P8] 한국어 화자의 영어 음성 단어 생성 준비 단위
오수진, 한정임 (건국대학교) / 151

■ [P9] 한국어 화자의 영어 발화시 발화 속도, 휴지 빈도 및 길이가 발화자의 능숙도에 미치는 영향에 대한 연구
박의미, 이석재 (연세대학교) / 153

■ [P10] A study on the effect of attentional modulation in the perception of the three-way stop contrast in Korean
공은정 (한국항공대학교), 이현정 (경남대학교) / 155

■ [P11] Affix Reduction in Spontaneous Seoul Korean Speech
김정선 (영남대학교) / 157

■ [P12] Temporal and Spectral Characteristics of Frication Noise in Korean Fricatives
한경임 (계명대학교) / 159

■ [P13] 영어의 운율(prosody)에 따른 L2 학습자의 모음(vowel) 이해도(intelligibility)
김현주, 이주경 (서울시립대학교) / 161

■ [P14] The Speaking Rate of English that Evaluators Prefer
김미선, 장태엽 (한국외국어대학교) / 163

■ [P15] The effect of word frequency in producing English unstressed vowels by Korean learners of English
Goun Lee (Yonsei University), Dong-Jin Shin (Hankuk University of Foreign Studies) / 165

구두발표 II

[음성공학]

■ [E17] 결합된 특징을 활용한 심층 신경망 기반 스푸핑 검출
김인화, 양일호, 허희수, 윤성현, 유하진 (서울시립대학교) / 169

■ [E18] The Annotation of Gestures on the Text of Fairy Tales
천우영, 이유정, 한다민, 김규민, 구명완, 조숙환 (서강대학교) / 171

■ [E19] 효과적인 구현을 위한 CNN 및 Maxpooling 구조 분해에 관한 연구
송화전, 박전규 (한국전자통신연구원) / 173

[음성관련언어학 및 언어교육]

■ [PL1] 주영편(1805)에 실린 포르투갈어 유성음의 한글 표기에 대하여
김주원 (서울대학교) / 177

■ [PL2] 칠정(七情)에 대한 음향분석 연구 - 판소리 '춘향가'를 중심으로
박형순 (명지대학교), 김현기 (전북대학교), 금경수 (원광대학교) / 179

■ [PL3] 한국어 CAPT 시스템의 분절음 발음교육 우선순위: 중국어와 일본어권 학습자들의 변이양상을 중심으로
양승희, 정민화 (서울대학교) / 181

■ [PL4] 한국인의 러시아어 무성 파열음과 유성 파열음 발음 학습에 관한 음성학적 및 교수법 연구: 러시아 유,무성음 파열음 발음 교육 중심으로
카파루쉬끼나 디아나 이고레브나(장 디아나) (대전대학교) / 183

[말소리장애 및 음성의학]

■ [M13] 말소리장애 아동과 일반 아동 간 수용기반 어휘선택과제(Lexical Selection Test) 수행력 비교
안진아, 하지완 (대구대학교) / 187

■ [M14] 증례보고: 역행성 성대운동에 대한 Botulinum Toxin-A 주입치료 1례
이승진, 임성은, 양민교, 최홍식 (연세대학교) / 189

■ [M15] 4,5,6세 아동을 위한 음운인식 선별검사 개발
오경아, 서은영, 고유경, 김수진 (나사렛대학교) / 191

[음성학]

■ [P16] 한국어 단어 어두 음절의 상승조
자오원카이 (한국외국어대학교) / 195

■ [P17] 여성 가창자 유형별 가창모음발성 포먼트의 특성: 예비연구
유미 (성균관대학교) / 197

■ [P18] A preliminary report on prominence-dependent English phrase-final lengthening from an articulatory perspective
장지영, 조태홍 (한양대학교), 김사향 (홍익대학교) / 199

■ [P19] 포커스가 일본어 악센트구 해지에 미치는 영향
전미주 (한국외국어대학교) / 201

조음 기반의 음소 레벨 사후 확률을 이용한 한국인 영어 학습자의 자음 발음 오류 검출

류 혁 수[1], 정 민 화[1]
[1]서울대학교 언어학과

Automatic Pronunciation Error Detection of English Consonants Spoken by Korean Learners Using Phone-level Articulatory Posterior Probability

Hyuksu Ryu[1], Minhwa Chung[1]
[1]Department of Linguistics, Seoul National University
oster01@snu.ac.kr, mchung@snu.ac.kr

Abstract

This paper proposes novel features for automatic pronunciation error detection of English consonants produced by Korean learners by using articulatory Goodness-Of-Pronunciation(aGOP). For calculating aGOP, articulatory acoustic models are trained for the corresponding articulatory attributes, such as nasal, sonorant, anterior, etc. For error detection modeling, we utilize 2,500 English sentences spoken by Korean learners. By comparing canonical and actual pronunciations, we select six consonant phonemes(/z, ð, Θ, t, v, d/) which show high pronunciation error rate from 9.3% to 27.2%. Error detection modeling is performed in terms of each phoneme. As a baseline, the traditional GOP is applied for the modeling. In order to enhance the baseline performance, we append the proposed aGOPs as novel features. The results show that the proposed model outperforms the baseline for all consonant phonemes. It is noteworthy that integrating linguistic/phonetic knowledge is useful for automatic pronunciation error detection.

1. 서론

본 연구는 한국인 영어학습자가 발화한 낭독체 문장에 대한 자음의 발음 오류를 자동으로 검출하는 환경에서 오류 검출 성능 향상을 위해 새로운 자질로서 조음 자질 기반의 사후 확률을 제안하는 것을 목적으로 한다. 발음 오류 자동 검출에 관한 기존 연구로는 음소 단위의 사후 확률인 발음 적합 점수(Goodness-Of-Pronunciation; 이하 GOP)를 이용한 연구가 있다 [1]. [1]의 연구에서는 스페인어, 이탈리아어, 일본어, 한국어 등의 다양한 모국어를 사용하는 영어 학습자의 낭독체 발화를 대상으로 음소 단위의 GOP를 사용하여 발음 오류를 검출하고자 하였다. 하지만, [1]의 연구에서는 발음 오류만을 검출해 줄 뿐, 검출에 사용하는 자질들로부터 학습자의 발음 교정 피드백을 위한 정보를 제공해주기 어렵다는 단점이 있다. 본 연구에서는 학습자의 발음 특성을 반영하고, 추후 교정 피드백으로의 확장을 위하여, 발음 오류 자동 검출 모델링에서 조음에 기반한 사후 확률(articulatory Goodness-Of-Pronunciation; 이하 aGOP)을 새로운 자질로 제안하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 조음 기반 사후 확률

본 연구에서는 조음 특성에 기반한 사후확률(aGOP)을 발음 오류 자동 검출을 위한 자질로 제안한다. 이를 위해, [2]의 연구를 기반으로 변별적 자질로 나타나는 자음과 관련된 13가지의 조음 속성을 이용하여 오류 자동 검출 모델링을 시행하고자 한다. [2]에서 제시하는 변별적 자질은 음성학/음운론적 지식에 의거하여 각 음소에 대해 자질의 유무를 이진값으로 변환할 수 있다. 예를 들어, voice 라는 조음 속성에 대해 [m]은 [+voice]로, [p]는 [-voice]의 값을 할당할 수 있다.

조음 기반 사후 확률은 다음과 같이 계산한다.

$$aGOP_i^k \equiv \frac{|\log\ p(q_i^k|O_i)|}{N_i} \approx \left|\frac{\log\ p(O_i|q_i^k)}{N_i} - \frac{\log\ \max_{j=1}^{J} p(O_i|q_j^k)}{N_i}\right| \quad (1)$$

이 때, k는 본 연구에서 사용하는 조음 속성의 종류를 나타내고, q_i^k는 i번째 분절음 위치에서의 k번째 조음 속성의 값을 의미하며, + 또는 - 의 이진값을 갖는다. N_i와 $p(O_i|q_i^k)$는 각각 관측값인 O_i를 구성하는 프레임의 개수와 q_i^k가 주어졌을 때 관측값 O_i가 나타

나는 우도(likelihood)를 의미한다.

2.2 코퍼스와 음성 인식

오류 자동 검출을 위해 한국전자통신연구원(ETRI)에서 제공한 한국인 영어학습자 낭독체 발화 코퍼스를 사용하였다. 코퍼스는 201명 학습자가 발화한 20,110 문장으로 구성되어 있으며, 이 중 오류 검출 모델링을 위해서 2,500 문장을 사용하였다. 학습자 발화 음성 인식 및 강제 정렬을 위해, TIMIT 코퍼스의 미국인 영어 모국어 화자 630명이 발화한 6,3000 문장으로 학습된 영어 원어민 음향 모델을 사용하였다. 음향 모델은 Kaldi의 HMM-DNN을 이용하여 학습하였다.

2.3 오류 검출 모델링

한국인 영어학습자의 자음 발음 오류 자동 검출을 위해 분류 및 회귀 나무(Classification And Regression Tree; CART)를 적용하였다. CART 모델에서 학습자 발음의 오류 여부를 반응 변수로, GOP 및 본 연구에서 제안하는 aGOP 자질들을 설명 변수로 삼아서 모델링을 시행하였다.

학습자의 발음 오류 여부는 학습자 발화의 표준 발음열과 청취 전사를 통한 실제 발음열을 비교하여, 서로 다를 경우 오류로 간주하였다. 학습자 발화에 대한 청취 전사는 음성학 전문가 4명에 의해 수행되었으며, 전사자간 일치도가 0.888로서 전사 결과를 신뢰할 수 있다. 전사 결과와의 비교를 통해, 오류 비율이 높게 나타나는 음소 6종 /z, ð, Θ, t, v, d/ (최저 9.3%, 최대 27.2%)에 대해, 오류 검출을 시행하였다.

한국인 영어 학습자 음성을 북미 영어 원어민 음향 모델을 이용하여 강제 정렬 및 인식을 시행한다. 이를 통해 음소 단위의 GOP를 계산한다. 이 때, 음소 뿐 아니라, 조음 자질에 대해서도 각 개별 조음 속성들의 사후 확률(aGOP)을 계산한다. 음소 단위의 GOP를 이용한 모델을 베이스라인으로 삼고, aGOP 자질을 추가한 모델을 제안 모델로 삼아 성능을 비교하였다.

학습자의 발화 2,500문장에 대해, 10차 교차 검증(10-fold cross-validation)을 이용하여 성능을 계산하였다. 오류 검출 성능은 정밀도(Precision), 재현율(Recall) 및 F1 점수를 이용하여 측정하였다.

3. 실험 결과

본 연구에서는 [1]에서 제안한 GOP를 베이스라인으로 삼고, 음소 13가지 조음 기반 사후 확률 (aGOP)을 추가한 검출 모델링을 시행하고, 이에 대한 검출 성능을 평가하였다. 성능 평가 결과는 다음의 표 1과 같다. 표 1에서 보는 바와 같이, 실험에서 사용한 모든 음소들에 대해서, aGOP 자질을 포함한 제안 모델이 GOP만을 사용한 베이스라인보다 F1 점수가 높게 나타남을 관찰할 수 있다. 이를 통해, 본 연구에서 제안한 aGOP 자질이 오류 검출 성능 향상에 기여함을 알 수 있다.

표 1. 오류 검출 모델링 성능 비교

	성능	베이스라인	제안모델
z	정밀도	0.522	0.572
	재현율	0.556	0.637
	F1 점수	**0.538**	**0.602**
ð	정밀도	0.551	0.534
	재현율	0.591	0.703
	F1 점수	**0.570**	**0.607**
θ	정밀도	0.638	0.614
	재현율	0.638	0.691
	F1 점수	**0.602**	**0.650**
t	정밀도	0.575	0.548
	재현율	0.179	0.681
	F1 점수	**0.273**	**0.608**
v	정밀도	0.545	0.519
	재현율	0.685	0.929
	F1 점수	**0.607**	**0.666**
d	정밀도	0.520	0.583
	재현율	0.284	0.565
	F1 점수	**0.368**	**0.574**

4. 결론

본 연구에서는 한국인 화자의 영어 발화에서의 자음의 발음 오류 검출 성능 향상을 위해 조음 기반의 사후 확률이라는 새로운 자질을 제안하고자 하였다. 2,500문장의 한국인 영어 학습자 발화를 이용하여, GOP 와 aGOP를 계산하고, 이를 이용하여 검출 모델을 구성하였다. 그 결과, GOP 뿐만 아니라, aGOP를 함께 적용할 때 검출 성능이 향상되었다.

본 연구는 한국인 영어 발화에서의 발음 오류 검출을 위해 새로운 자질을 제안하고, 제안한 자질이 성능 향상에 기여함을 보였다는 점에서 그 의의를 갖는다. 향후, 본 연구를 기반으로, 조음 자질의 종류를 확장하고, 모음과 같은 다른 음소들에 대한 검출 모델링을 시행할 예정이다. 또한 CART 이외의 다른 통계 방법을 적용하여 검출 성능 향상을 도모할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [R0126-15-1117, 언어학습을 위한 자유발화형 음성대화처리 원천기술 개발]

참고문헌

[1] Witt, S. M., & Young, S. J., Phone-level pronunciation scoring and assessment for interactive language learning. *Speech Communication,* 30(2-3), pp. 95-108, 2000.

[2] Hayes, B. *Introductory phonology,* Oxford: Wiley-Blackwell, 2011.