

한국어 표준 발음 IPA 변환기

이은정*, 강미영**, 윤애선*, 권혁철**

부산대학교 *인지과학협동과정, **컴퓨터공학과, 한국어 정보처리 연구실

{ejlee, kmyoung, asyoon, hckwon}@pusan.ac.kr

IPA Converter of Korean Standard Pronunciation

Eunjung Lee*, Miyoung Kang**, Aesun Yoon*, Hyukchul Kwon**

Korean Language Processing Lab.

*Dept. of Cognitive Science, **Dept. of Computer Science,
Pusan National University

요약

한국어의 발음은 형태-음운론적 환경에 따라 다양하게 변화하므로 혼란을 일으키는 경우가 많다. 이에 표준발음법을 바탕으로 올바른 발음을 제시하는 한국어 표준 발음 변환기를 구현한다. 특히 본 논문에서는 세계적으로 널리 쓰이는 IPA를 활용하여 발음열을 생성해, 한국어 발음의 미세한 차이까지 표기하고, 모국어 화자뿐만 아니라 외국인 학습자들도 대상으로 하기에 적합하도록 하였다. 형태소 분석 정보, 어절 간 영향 정보 등을 활용하여 발음열 생성하였고, 발음열 생성 정확도는 98.69%였다.

1. 서론

본 논문은 형태소 분석 결과와 음운 정보를 바탕으로 한국어의 발음열을 IPA 표기법으로 생성하는 시스템을 구현한다.

국제음성자모(IPA: International Phonetic Alphabet)는 말소리의 음가를 문자로 나타내기 위해 사용되는 음성문자 중 세계적으로 널리 사용되는 것으로, 관습적이고 일관성 없는 철자법과 다양한 음성 표기에서 오는 혼동을 피하기 위해 국제음성학회(International Phonetic Association)에 의해 제정되었다. IPA는 많은 기호를 포함하고 있어 말소리의 미세한 음가의 차이를 나타낼 수 있다. 따라서 본 논문은 한국어 입력 텍스트를 IPA로 변환하는 시스템을 구현한다.

한국어의 발음은 형태-음운론적 환경에 따라 다양하게 변화하므로 실제 언어 사용에서 혼란을 일으키는 경우가 많다. 따라서 본 발음열 자동 생성 시스템을 활용하면 음성인식이나 음성합성 시스템에 일관성 있는 발음열을 제공할 수 있으며, 혼동을 일으킬 수 있는 발음에 대해 모국어 화자들에게 뿐만 아니라 세계적으로 널리 쓰이는 IPA로 표기한 발음열을 제시함으로써 외국인 학습자들에게도 정확한 발음을 제시해 줄 수 있는데 의의가 있다.

한국어의 발음열 생성을 위한 이전의 연구들을 살펴보

면 [5]에서는 음소 연결 제약 조건과 연결 내 구성 형태소의 종류와 연결 형태를 고려하여 연음법칙, 구개음, 경음화 등의 규칙으로 분류하고, 다시 그 규칙들을 세부규칙으로 나누어 적용하였고, 변이음 발음 기호 set은 유성음화, 무파화, 구개음화, 탄설음화 규칙을 바탕으로 정해 활용하였다. [10]에서는 형태소 분석 결과를 이용하여 형태소-음소열 매타사전으로 형태소 경계에서의 음운 현상을 추정하고, 형태소 내부에서는 CCV규칙을 적용하여 발음열을 생성하였다.

본 시스템에서는 1988.1.9 문교부 교시 제 88-2호에 따라 제정된 ‘표준발음법’을 기본으로 하고, 예외발음처리를 위해 예외발음사전을 활용하는 등 실제 언어사용에서 표준발음법에 따르지 않더라도 일반적으로 나타나는 발음 현상을 반영하도록 하였다.

2. 발음 기호 정의

한국어의 발음을 한국어 자모를 활용하여 표기하는 방법은 소리의 미세한 차이를 밝히는 데에 미흡한 점이 많으므로 좀 더 세분화되고 명확하게 표기하기 위해서는 추가로 다른 기호들이 필요하다.[13]

이에 이현복[1981][13]은 한글 자모를 응용하여 기본이 되는 한글 글자꼴을 약간 변형하거나 중복하여 같은 조음부에서 나는 유사한 소리를 나타내는 새로운 글자를 제안하였다. 한글을 변형한 이 음성 문자는 자세한

소리까지 표기할 수 있다. 예를 들어 ‘ㄱ’으로 대표되는 파열음인 연구개음 계열은 평음 [ㄱ], 유기음 [ㅋ], 경음 [ㆁ]을 표기하는 것 외에도 유성음 [ㄱ̚], 무성 마찰음 [ㄱ̚̚], 유성 마찰음 [ㄱ̚̚̚]도 표기한다.[13] 이 한글 음성 문자는 유사한 소리를 나타내는 기호의 모양 간에 상관성이 있다는 장점이 있다. 그러나 한글 음성 문자는 한국어를 모국어로 하는 화자와 외국인 학습자를 두루 대상으로 하기에는 어려움이 있고, 기호가 일반화되지 않아 실제로 사용하기에는 문제가 있다.

따라서 본 시스템에서는 한국어 발음의 미세한 발음 변동을 표기하기 위해 IPA를 사용하였다. IPA는 로마자에 바탕을 두고 있으며 연속된 언어 자료를 편리하게 표기할 수 있도록 각 글자의 음성학적인 적합성을 고려하여 만들어져, 말소리의 음가 또는 음운 구조를 기록하고 외국어 학습자가 발음을 익히는 데 도움이 되는 음성 전사법을 마련해 준다. IPA는 많은 기호를 포함하고 있으므로 말소리의 미세한 음가의 차이까지 나타낼 수 있다. 예를 들어 ‘각각’은 한국어 자모를 활용하여 발음 표기를 하면 [각각]으로 표기되는데, 이에 비해 IPA를 활용하여 표기하면 [kak `k`ak `]으로 표기하여 ‘ㄱ’이 종성의 환경에서 초성일 때와 다르게 내파음으로 발음되는 차이까지 표기할 수 있다.

한국어의 발음을 표기하는 IPA에 대해서는 통일된 원칙이 아직 발표되지 않았고, 학자마다 발음환경에 따른 변동음 표기의 정도에 대한 기준이 다르기 때문에 여러 종류의 한국어 발음 IPA 표기법이 있다.[4],[12],[13]

본 시스템에서는 기본음과 변이음을 포함한 자음 32

개, 모음 21개, 총 53개의 IPA 기호 set을 <표1~3>과 같이 정하였다.

모음의 강세와 장·단음 구분하여 표기하지 않는데, 이는 표준발음법에서는 장·단음 구분을 발음법을 규정하지만, 현대 국어에서는 모음의 장·단 구별이 점점 사라져가고 있으며, 특히 젊은 세대의 말에서는 더 이상 변별적인 자질이 못 되기 때문이다.[6],[7],[11]

	전설모음	중설모음	후설모음
고모음	(i) i	(ɨ) ɨ	(u) u
중모음	(e) e	(ɘ) ɘ	(o) o
저모음	(ɛ) ɛ	(a) a	

<표 2> 단모음의 IPA 기호

y+ 단모음	단모음+y	w+ 단모음
(ɥ)yu	(ɨ)wy i e	(ɥ)wi
(ɛ)ye (y)e	(ɥ)yo	(ɛ/ɛ̃)we
(ɛ̃)yẽ	(ɛ̃)yɘ	(ɛ̃)wɛ̃
(ɛ̃)yẽ	(ɛ̃)ya	(ɛ̃)wa

<표 3> 이중모음의 IPA 기호

3. 발음 변환 시스템의 구조

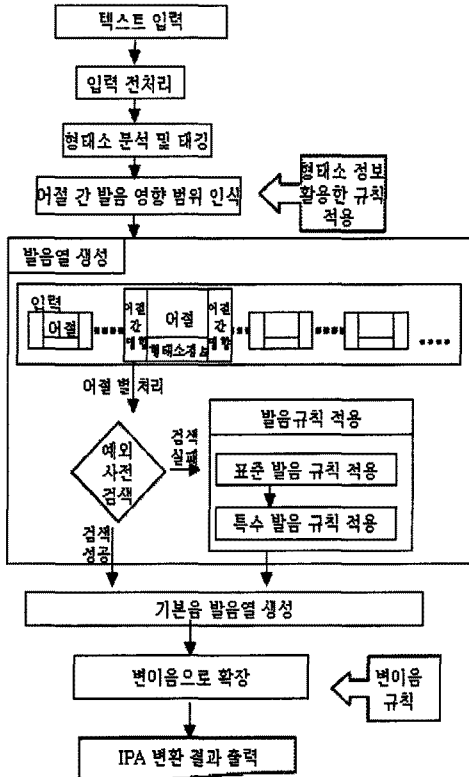
한국어 발음열 자동 생성 시스템의 전체적인 구조는 <그림 1>과 같다. 발음열을 생성하는 단계에서는 입력에 대해서 어절 단위로 처리하게 되는데, 형태소 분석 결과와 어절 간 발음영향 정보를 바탕으로 발음열을 생성하기 위해, 어절 별로 <그림 2>와 같이 정보를 저장

		양순음	치음 및 치조음	경구개음	연구개음	성문음
파열음	평음	(b) b p p'	(c) d t t'		(g) g k k'	
	유기음	(p̚) p̚ p̚'	(t̚) t̚ t̚'		(k̚) k̚ k̚'	
	경음	(m̥) p'	(t̚) t'		(n̥) k' k'	
마찰음	유기음		(s̚) s̚ ɕ t'	ʃ		(h̥) h
	경음		(s̚) s' ɕ' t'			
파찰음	평음			(dz) dz ts t'		
	유기음			(t̚) ts̚ t̚'		
	경음			(t̚) ts'		
비음	(m) m	(n) n	ɲ	(ŋ) ŋ		
유음		(r) r l ʎ				

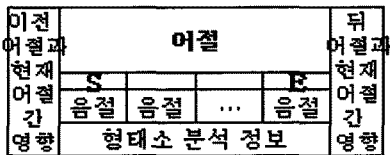
<표 1> 자음의 IPA 기호

(): 한글 자모로 표기한 발음기호열, 굵은 기호는 기본음을 표시함.)

해 둔다. 한 어절에 대해서는 음절별로 발음규칙을 적용하게 되는데, 이때 어절 내에서 처음 음절과 마지막 음절인 경우를 각각 S(start), E(end)로 표시해두고, 이 'S' 또는 'E'로 표시되어 있는 음절이면 어절 간 영향 정보를 활용하여 처리하도록 하였다.



<그림 1> 발음 변환 시스템의 구조



<그림 2> 발음열 생성을 위한 어절의 정보

3.1. 입력 전처리

변환하고자 하는 문자열이 입력되면 인용부호를 제거하고, 특수기호, 수사, 고유어, 외국어 표기, 홈페이지 주소와 같은 특수 형태 패턴 등의 비한글 문자에 대한 전처리 과정을 거친다. 이들 비한글 문자는 한글 처리

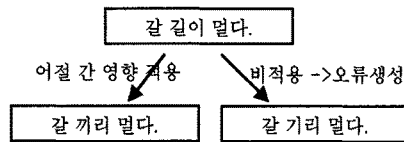
와는 별도의 과정을 거쳐 처리된다.

3.2. 형태소 분석 및 품사 태깅

발음변동에 결정적인 영향을 주는 형태소 분석 단계를 거치는데, 이를 위해 본 연구실의 형태소 분석기를 활용하였다.

3.3. 어절 간 발음영향 결정

형태-통사론적인 조건에 따라 현재 어절이 앞뒤 어절과 발음 영향을 줄 수 있는 관계에 있는지 분석한다. 이를 위해 형태소 분석 정보에 기반을 둔 어절 간 발음 영향 판단 규칙 13개를 정하였고, 이 결과를 현재 어절에 저장해둔다.



<그림 3> 어절 간 영향 적용의 예

위 <그림 3>의 예와 같이 어절 간 영향 여부를 적절히 적용해야 올바른 발음열이 생성될 수 있다.

또한, 어절 간 영향이 적용될 때의 발음 변환은 어절 내에서와 같은 환경이라도 규칙이 다르게 적용되는 경우가 있다. 예를 들어, '신라'와 같이 어절 내에서의 'L+r' 환경에서는 'r+r'로 발음되는 규칙을 적용하여 [실라]로 발음 변환되지만, '뜨거운 라면'과 같이 형태·음운론적 규칙이 적용되어 발음 영향이 있는 어절 간 환경일 때의 'L+r'은 'L+L'으로 발음하는 규칙을 적용하여 [뜨거운 나면]으로 발음 변환된다.

3.4. 발음열 생성

예외 발음을 생성해야 하는 경우를 위해 예외발음사전을 검색한 후 사전에 있으면 그 발음을 적용하고 없으면 어절별로 음운 환경과 형태소 분석 정보에 따라 발음 규칙을 적용하여 기본음으로 표기된 발음열(이하 기본음 발음열)을 생성한다.

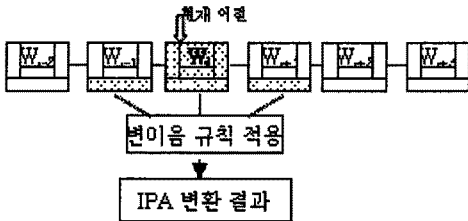
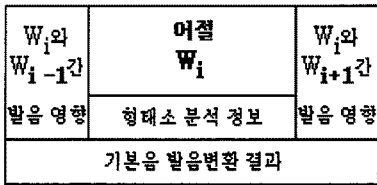
발음 규칙의 적용은 표준 발음법을 기본으로 한 일반 규칙을 적용하고, 특수 케이스를 처리하기 위한 특수 케이스 처리 규칙을 적용한다.

예를 들어 '여건'과 같은 단어는 먼저 표준발음법을 바탕으로 한 규칙을 적용하는 과정에서는 발음 변동 없이 [여건]으로 처리 되고, 다음 특수 케이스 처리 규칙

을 적용하는 과정에서 ‘건’에 대한 경음화를 적용하여 [여건]으로 변환되게 된다.

3.5. IPA 발음열 생성

IPA 발음열은 이러한 기본음 발음열을 기반으로 하여 변이음으로 확장하여 생성된다. 변이음으로 확장되는 발음변동의 처리를 위해 <그림 4>와 같이 현재 어절의 형태소 분석 정보, 앞뒤 어절과의 어절 간 발음 영향 여부에 대한 정보, 기본음 발음열 정보(<그림 4>의 위 그림)와 현재 어절을 기준으로 앞뒤 어절의 기본음 발음열 정보를 활용한다. 변이음으로 확장하여 표기하는 환경은 아래와 같다.



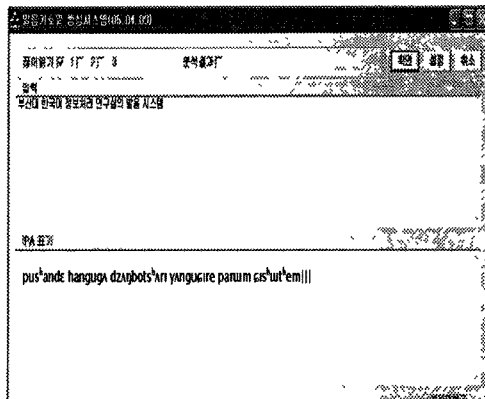
<그림 4> IPA 발음열 생성

▶ 변이음 환경

- ① 파열음, 파찰음 ‘ㄱ, ㄷ, ㅂ, ㅅ’
 - i) [g, d, b, dz]: 초성일 때, 어절 머리가 아니거나 이전 어절과 어절 간 영향이 있는 어절의 머리이면서 모음과 모음 사이일 때와 [l, m, n, ŋ]과 모음 사이일 때
 - ii) [k', p', t', t']: 종성에서 쓰일 때
- ② 마찰음 ‘ㅅ, ㅆ’
 - i) [ʃ]: ‘ㅅ’ 뒤에 ‘ㄱ’이 이어질 때
 - ii) [ɕ, ɕ']: ‘ㅅ, ㅆ’ 뒤에 ‘ㄹ’이 이어질 때
- ③ 비음 ‘ㄴ’
 - ▶ [n]: ‘ㄴ’ 뒤에 ‘이, 야, 여, 요, 유’가 이어질 때
- ④ 유음 ‘ㄹ’
 - i) [ʎ ʎ]: 중첩 ‘ㄹ’ 다음에 ‘이, 야, 여, 요, 유’가 이어질 때

- ii) [r]: ‘ㄹ’이 어절 머리에 위치하거나 모음과 모음 사이일 때
- ⑤ 이중모음 ‘ㅞ’
 - i) [ye]: 앞에 초성 ‘ㅇ’이 올 때
 - ii) [(y)e]: ‘ㅇ’외의 초성이 올 때
- ⑥ 이중모음 ‘ㄴ’
 - i) [i]: 어말에 위치할 때나 앞에 ‘ㅇ’이외의 자음이 올 때
 - ii) [e]: 소유격 조사일 때

3.6. 발음열 생성 결과의 출력 예



<그림 5> 한국어 발음 IPA 변환기

4. 실험 및 결과 분석

발음 시스템의 성능 평가를 위해 한겨레 신문기사, 소설, 판례에서 발췌한 7,122어절에 대해 실험을 하였다.

총어절수	올바르게 변환된 어절 수	오류 수	정확도
7,122	7,029	93	98.69(%)

<표5> IPA 발음열 생성 정확도

IPA 발음열 생성에 대한 정확도는 < 표 5 >와 같다. 한글 처리와는 별도의 전처리 과정을 거치는 수사 및 수사관련 특수기호, 단위 등에 대한 오류는 성능 평가에서 제외하였다.

실험 결과에서 나타난 주요 오류 유형과 그에 대한 예를 < 표 4 >에서 소개 하였다. 입력 예의 1)에서는 ‘합의’가 ‘합+(명사+조사)’로 잘못 태깅되어 ‘의’에 대한 발음이 조사일 때의 ‘ㄴ’은 ‘ㄴ’로 발음한다는 규칙이 적용되어 발음 생성에 오류가 나타났다.

오류 유형	입력 예	오류 생성 예	올바른 결과
		IPA 발음열/기본음 발음열	IPA 발음열/기본음 발음열
태깅 잘못으로 인한 오류	1)남북 간 미이행 된 합의 사항 준수	habe / 하베	habi / 하비
의미 태깅이 필요한 오류	2)일본 정부가 공적인 것이 아닌 ' 사적 참배'로 입장을 정리	ʃhadzʌkʻ / 사적	ʃhatsʻʌkʻ / 사적
고유명사, 미등록어로 인한 오류	3)헌법규정의 명시 유무를 불문하고 민주헌법에서의 언론자유	mindzuhʌnbʌbesʰʌe /민주헌베베서에	mindzuhʌnpʻʌbesʰʌe /민주헌베베서에

< 표4 > 오류의 유형과 예

그리고 2)에서는 개인적인 것을 의미하는 ‘사적[사적]’으로 발음이 생성되어야 하는데, 역사적 유적을 의미하는 ‘사적[사적]’으로 생성되었다. 이는 의미 태깅의 단계까지 필요한 부분이다.

3)의 경우는 미등록어인 ‘민주헌법’이 고유명사로 태깅되어 ‘법’을 따로 분석하지 못해, 접미사 ‘법’을 경음화 특수 처리하는 규칙이 적용되지 않아서 생긴 오류이다. 그 외 복합 명사 인식의 오류, 잘못된 어절 간 영향 판단으로 인한 오류 등이 있었다.

5. 결론

본 논문은 한국어의 발음을 IPA 표기법으로 생성하는 시스템을 제안하였다. 정확한 발음열 생성을 위해 음운 환경과 형태소 분석 정보에 따라 발음 규칙을 적용하여 기본음 발음열을 생성하고, 변이음 규칙을 적용하여 발음을 더 세분화하여 표기하였다.

IPA 기호열을 활용하여 한국어 발음의 미세한 차이까지 표기하면서도 98.69%의 정확도를 나타내었다.

오류 중 대부분이 태깅 오류로 인한 어절 간 발음 영향에 의한 변동음 생성 오류였다. 따라서 끊어 읽기 위치 추정 알고리즘을 보강하여 자연성을 향상시킬 수 있을 것이다.

Acknowledgement :

본 논문은 국가지정연구실사업(과제명:언어중심의 지능적 정보처리력을 위한 단계적 우리말 분석기술의 개발(M1-0412-00-0028-04-J00-00-014-00))의 지원을 받아 이루어진 것이다.

참고문헌 :

[1] 강미영, 윤애선 (2005) “표준발음 교육을 위한 API

생성기 구현”, 한국 프랑스 학회 춘계 학술 발표대회 논문집, pp. 117~136.

[2] 이도관, 강미영, 윤근수, 이교운, 권혁철 (2003) “표준어 규정에 따른 한국어 음소열 자동생성기”, 한국 정보과학회 봄 학술발표논문집 Vol.30, No.1, pp. 528~530.

[3] 이현복 (2002) <한국어 표준발음사전>, 서울대학교 출판부

[4] 김종덕 (2001) 음성-전자 사전: 전자음성사전 구축을 위한 한글에서 IPA 기호로의 자동전사 연구 -당소리를 중심으로-, 사전 편찬학 연구 11집 2호 pp.127~145.

[5] 이경남, 전재훈, 정민화 (2001) “한국어 연속음성 인식을 위한 발음열 자동 생성”, 한국음향학회지, 제 20권, 제 2호, pp.35~43.

[6] 권경은 (2001) 현대국어에서의 모음체계 변화의 움직임에 대하여, 언어학 제30호 한국언어학회 pp.29~44.

[7] 조성문 (2001) 국어의 운율적 자질에 대한 실험음석학적 분석, 한국언어문화(구 한양어문) 20권 pp.31~46.

[8] 이현복 (1999) <IPA Illustration of Korean>, Handbook of the International Phonetic Association, Cambridge University Press

[9] 차선화, 정민화 (1998) “TTS 시스템을 위한 한국어 발음열 자동 생성”, 음성통신 및 신호처리 워크샵, pp.413-418.

[10] 김병창, 이원일, 이근배, 이종혁 (1998) “한국어 TTS를 위한 무제한 단어 자소열-음소열 변환”,

HCI'98 학술대회 논문집, pp319-323.

[11] 이호영 (1996) <국어 음성학>, 태학사

[12] 연세대 한국어학당 (1995) <한국어 발음>, 연세대
학교 출판부

[13] 이현복 (1981) <국제 음성 문자와 한글 음성 문자>, 과학사