



벅아이 코퍼스 파열음의 성대진동 개시시간 연구 A Study on the Voice Onset Times of the Buckeye Corpus Stops

박수희 · 윤규철*
Park, Soo Hee · Yoon, Kyuchul

Abstract

The purpose of this work is to examine the voice onset times(VOTs) of the voiceless and voiced stops from the ten young male speakers of the Buckeye corpus[9]. The factors that are known to affect VOTs were also extracted, including the place of articulation, height of following vowels, location within word, presence of a preceding [s], status of the target word with respect to the content versus function word, presence of a syllabic stress, word frequency and speech rate. Findings from this work mostly agreed with those from earlier studies on English, but with some exceptions and new discoveries. We hope that this work can contribute to figuring out the nature and properties of the spontaneous speech of English.

Keywords: Buckeye corpus, spontaneous speech, voice onset time, VOT, English, stops, plosives

1. 서론

파열음의 개방 시점에서부터 성대 진동의 시작에 이르기까지의 시간을 지칭하는 성대진동 개시시간(voice onset time, 이하 VOT)은 음성 언어의 파열음에 있어서 유무성의 정도를 나타내는 척도로써 즐겨 연구되어 온 음성 파라미터이다.

성대 진동과 기식음을 하나의 개념인 VOT로 통합하고자 한 [1]의 연구에서 영어의 VOT 측정 결과를 보면 <그림 1>과 같다. 파열음 [b, p], [d, t], [g, k]에 대한 VOT 값의 히스토그램을 보면 중앙의 0 값을 기준으로 왼쪽에는 유성 파열음이, 오른쪽에는 무성 파열음이 자리 잡고 있음을 볼 수 있다. 약 10여년씩의 간격을 두고 시행된 영어 VOT 연구들을 비교한 [2]의 연구에서 제시한 <표 1>을 보면, 구체적인 값은 다르지만 유성 파열음과 무성 파열음의 위치가 양분되어 있음을 알 수 있다.

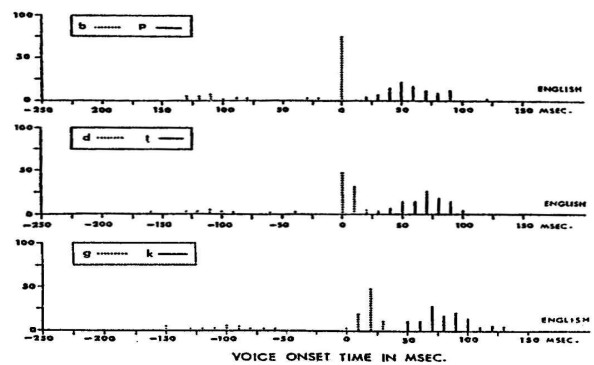


그림 1. 영어 파열음의 VOT. [1]의 Figures 2, 3 & 4에서 발췌, pp.400-402

Figure 1. VOTs for English stops. Excerpted from Figures 2, 3 & 4 in [1] pp.400-402

* 영남대학교 영어영문학과, kyoon@ynu.ac.kr, 교신저자

Received 22 January 2016; Revised 19 February 2016; Accepted 22 February 2016

특히 [1]에서는 어두와 어중에 위치하는 파열음을 모두 틀문장에 넣어 측정하였기 때문에 유성 파열음의 경우 양수 값의 VOT와 더불어 음수 값의 VOT도 존재하는 것을 볼 수 있다. [3]의 연구에서는 특히 [s]를 후행하는 무성 파열음의 경우에 대한 값을 측정하였고 이들이 유성 파열음의 경우와 매우 유사하다는 점을 알아내었다. [4]의 영국 영어에서도 VOT 값은 미국 영어와 매우 유사한 것을 볼 수 있다.

표 1. 영어 파열음의 평균(표준편차) VOT [2]
Table 1. Mean VOTs for English stops [2]

	[1]	[3]	[4]
[p ^h]	58	47	42
[t ^h]	70	65	64
[k ^h]	80	70	62
[(s)p]	/	12	/
[(s)t]	/	23	/
[(s)k]	/	30	/
[b]	1 / -101	11	15
[d]	5 / -102	17	21
[g]	21 / -88	27	27

[5]에서는 미국 영어 파열음의 유무성 정도를 VOT 값의 영역으로 보고 유성 파열음의 영역을 양수와 음수에 걸쳐 존재하는 것으로 봐야 한다고 주장하였다(<그림 2> 참조).

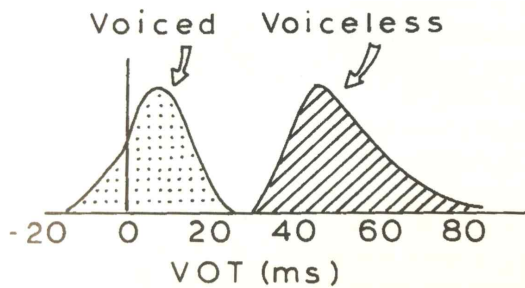


그림 2. 미국 영어 파열음의 VOT. [5]의 그림 5-10 p.151
Figure 2. VOTs for American English stops. Figure 5-10 in [5] p.151

이러한 연구와 그 이후 많은 연구를 통해 VOT가 주변의 다양한 언어학적 요인들의 영향을 받는다는 것이 밝혀졌다. 파열음의 조음 위치가 영향을 미친다는 것은 영어의 경우 [3]의 연구를 비롯한 많은 연구에서, 한국어의 경우 [6]의 연구에서 주장하고 있다. 발화 속도에 대한 영향은 한국어의 경우 [7]의 연구에서, 영어의 경우 [8]의 연구에서, 속도가 증가할수록 대체로 값이 작아지는 양상을 나타내었다. [3]에 의하면 영어의 경우 후행 모음이 고모음인 경우 저모음일 때보다 값이 더 큰 양상을 보였고, [8]에서는 단어 빈도수가 증가할수록 값이 작아진다고 하였다. 또한 [8]에서는 파열음이 어중보다는 어두에 위치할 때, 파열음 소속 음질이 강세를 받을 때 값이 커진다고 보고하였다.

영어와 한국어 이외에도 많은 언어에 대하여 VOT 연구가 수행되어 왔지만, 대부분의 경우는 단어나 틀문장을 이용한 낭독

체 연구가 주가 되었다. 통제되고 작위적인 낭독이 아닌 화자의 자발적이고도 자연스러운 발화에 대한 연구가 점점 증가하고 있는 상황에서, 영어의 경우는 [8]을 비롯한 연구에서 [9]의 벽아이 코퍼스를, 한국어의 경우는 [6]의 연구에서 [10]의 서울 코퍼스를 그 분석 대상으로 삼은 점은 매우 고무적이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 벽아이 코퍼스의 젊은 남성 화자 전체를 대상으로 VOT를 측정 분석하여, 영어 VOT에 대한 기존 연구 결과와 비교하고, 또한 서울 코퍼스 연구에서 밝혀진 한국어 VOT의 결과와 비교함으로써, 영어와 한국어 자연발화 파열음의 특성에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상

벽아이 코퍼스는 자연발화 음성 코퍼스로써 미국 오하이오 주에 거주하는 영어 원어민들을 대상으로 구축되었다. 본 연구의 분석 대상은 젊은 남성 화자들 10명으로 화자 번호는 s06, s11, s13, s15, s28, s30, s32, s33, s34, s40이다. 연령대는 대체로 20대에서 30대이다.

2.2. VOT 측정

분석 대상이 된 파열음은 프랏 스크립트를 작성하여 판별하였다. 무성 파열음 [p, t, k]과 유성 파열음 [b, d, g]을 찾게 되면 스크립트는 해당 부분을 사운드 에디터 창으로 띄우게 된다. 이때 사용자가 VOT를 직접 수동으로 판별하여 해당 부분을 선택하게 되면, 스크립트는 그 부분을 1/1000초 단위인 msec 단위로 측정하고 동시에 주변의 언어학적 요인들을 추출하게 된다.

추출되는 요인들은 화자 번호, 후행 모음 종류, 단어 내 위치(어두/어중), 선행 [s] 유무, 내용어/기능어 여부, 음절 강세 여부, 단어 빈도, 발화 속도 등이다. 특히 발화 속도는 파열음이 소속된 단어의 앞뒤 한 단어씩, 총 세 단어를 기준으로 음절수/초의 단위로 계산된다. 따라서 연속된 세 단어가 있는 경우만 VOT의 측정 대상이 된다. 분석에 사용된 파열음의 요인별 개수는 <표 1>에 주어져 있다.

2.3. 분석

VOT 값 등 수치로 표시할 수 있는 값들은 표를 통하여 평균 및 표준편차 등의 기술통계량을 제시하였고, 필요한 경우 데이터 분포의 양상을 보기 위하여 히스토그램, 박스 플롯 및 산점도 등 표시하고, 요인들 사이의 영향을 보기 위해 상호작용 플롯을 이용하기도 하였다.

통계 분석에는 통계 프로그램인 알(R, ver.3.1.3 & R Studio, ver.0.98)을 이용하여 반복측정 분산분석 및 사후분석과 단순 선행 회귀분석을 시행하였다. 유의성의 경우 사후분석의 경우 * 기호 하나를 이용하여 95% 신뢰구간에서의 유의성을 나타내었고, 기호가 두 개인 ** 경우 99%, 기호가 세 개인 *** 경우 99.9%의 신뢰구간에서 유의성을 나타내는 것으로 했다.

표 2. 분석에 사용한 파열음의 개수
Table 2. Number of stops analyzed

화자별		파열음별					
화자	개수	[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]
s06	578	79	133	101	114	80	71
s11	1,113	122	207	215	220	162	187
s13	1,312	246	278	212	223	211	142
s15	1,124	120	213	176	199	230	186
s28	698	110	132	104	126	166	60
s30	937	94	160	189	202	162	130
s32	693	75	163	121	118	120	96
s33	842	119	257	156	128	105	77
s34	976	116	183	204	188	180	105
s40	987	131	157	153	199	211	136
합계	9,260	1,212	1,883	1,631	1,717	1,627	1,190
후행 단모음(고저)		파열음별					
종류	개수	[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]
iy	1,038	342	131	58	400	102	5
ih	1,689	107	372	345	296	326	243
uh	321	82	36	59	50	14	80
uw	1,064	1	340	172	12	529	10
ae	384	25	39	130	137	46	7
aa	608	100	88	141	93	50	136
합계	5,104	657	1,006	905	988	1,067	481
선행 [s]		파열음별					
유무	개수	[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]
no	8,123	1,035	1,373	1,365	1,638	1,581	1,131
yes	1,137	177	510	266	79	46	59
합계	9,260	1,212	1,883	1,631	1,717	1,627	1,190
단어 내 위치		파열음별					
위치	개수	[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]
어두	5,872	709	921	932	1,175	1,226	909
어중	3,388	503	962	699	542	401	281
합계	9,260	1,212	1,883	1,631	1,717	1,627	1,190
내용어/기능어		파열음별					
여부	개수	[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]
내용어	7,308	1,212	1,192	1,359	1,213	1,142	1,190
기능어	1,952	0	691	272	504	485	0
합계	9,260	1,212	1,883	1,631	1,717	1,627	1,190
음절 강세		파열음별					
유무	개수	[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]
no	1,511	193	346	290	333	282	67
yes	7,749	1,019	1,537	1,341	1,384	1,345	1,123
합계	9,260	1,212	1,883	1,631	1,717	1,627	1,190

3. 결과

3.1. 요인별 VOT 분석

분석 대상인 모든 파열음에 대하여 VOT의 평균값과 표준편차를 제시하면 <표 3>과 같고, 이들의 분포 경향을 히스토그램으로 나타내면 <그림 3>과 같다.

<그림 3>에서 보듯이 영어 파열음의 VOT 값은 양의 값을 지닌 부분과 음의 값을 지닌 부분으로 나누어져 있다. 따라서 이들의 평균값을 음수와 양수 구분 없이 계산하게 되면 실제의 양상을 왜곡할 수 있기 때문에 [1]과 [5]를 따라 <표 3>에서는 양수 부분을 VOT(+)로 음수 부분을 VOT(-)로 나누어 값을 계산하였다.

표 3. 백아이 코퍼스 젊은 남성의 VOT 평균(표준편차)값

Table 3. Means(standard deviations) of VOT values for young males of the Buckeye corpus

자음별		[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]	
VOT(+)		44 (21)	47 (25)	55 (22)	19 (11)	23 (8)	27 (9)	
VOT(-)		-55 (55)	-30 (13)	-41 (15)	-53 (23)	-45 (24)	-42 (18)	
화자별		[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]	
VOT(+)	s06	53 (22)	48 (22)	60 (18)	18 (7)	27 (6)	28 (7)	
	s11	57 (28)	61 (36)	66 (26)	20 (23)	20 (6)	30 (10)	
	s13	41 (20)	47 (21)	64 (23)	16 (11)	19 (7)	25 (10)	
	s15	42 (23)	51 (25)	55 (20)	16 (7)	20 (8)	25 (9)	
	s28	45 (16)	47 (22)	59 (21)	22 (8)	25 (8)	27 (9)	
	s30	46 (19)	48 (21)	52 (17)	20 (8)	29 (10)	26 (8)	
	s32	36 (14)	38 (17)	50 (15)	17 (7)	24 (10)	30 (8)	
	s33	44 (24)	42 (23)	47 (21)	16 (5)	20 (5)	24 (9)	
VOT(-)	s34	38 (15)	39 (21)	45 (18)	21 (7)	25 (7)	28 (8)	
	s40	43 (17)	42 (19)	54 (20)	16 (5)	21 (11)	27 (8)	
	s06	-49 (11)	-27 (8)	-51 (na)	-71 (27)	-46 (16)	-50 (16)	
	s11	-48 (25)	-26 (7)	-41 (16)	-54 (19)	-43 (23)	-45 (21)	
	s13	-57 (16)	-36 (15)	-56 (16)	-65 (25)	-53 (24)	-50 (22)	
	s15	-49 (17)	-20 (12)	-34 (15)	-47 (24)	-39 (26)	-36 (14)	
	s28	-37 (19)	-32 (12)	-33 (17)	-38 (16)	-35 (15)	-34 (11)	
	s30	-42 (1)	-20 (6)	-43 (9)	-40 (15)	-40 (18)	-37 (13)	
VOT(+)	s32	-44 (27)	-30 (15)	-38 (15)	-44 (15)	-37 (15)	-36 (14)	
	s33	-51 (13)	-29 (13)	-26 (13)	-50 (17)	-43 (31)	-41 (14)	
	s34	-51 (5)	-28 (13)	-46 (11)	-43 (18)	-38 (19)	-44 (18)	
	s40	-83 (153)	-32 (11)	-45 (13)	-61 (24)	-56 (27)	-40 (15)	
	후행 모음별		[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]
	VOT(+)	iy	46 (19)	65 (28)	60 (25)	20 (12)	21 (9)	36 (na)
		ih	38 (21)	35 (17)	47 (18)	19 (7)	24 (10)	26 (8)
		uh	45 (20)	59 (27)	50 (19)	21 (7)	31 (10)	25 (8)
uw		48 (na)	56 (26)	34 (16)	na (na)	26 (9)	33 (4)	
ae		51 (27)	46 (29)	69 (18)	16 (7)	21 (9)	22 (1)	
aa		51 (20)	31 (20)	65 (20)	15 (6)	23 (9)	29 (11)	
VOT(-)	iy	-51 (18)	-33 (16)	-62 (17)	-48 (21)	-44 (22)	-40 (2)	
	ih	-55 (16)	-25 (10)	-38 (16)	-56 (24)	-43 (21)	-44 (23)	
	uh	-41 (15)	-25 (9)	-44 (18)	-60 (28)	-36 (10)	47 (18)	
	uw	na (na)	-32 (11)	-59 (na)	-59 (17)	-51 (25)	-54 (15)	
	ae	-48 (11)	-42 (13)	-39 (na)	-58 (22)	-43 (18)	-49 (24)	
	aa	-53 (16)	-43 (14)	-36 (na)	-56 (19)	-38 (37)	-39 (16)	
선행 [s] 유무		[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]	
VOT(+)	no	47 (20)	55 (25)	59 (21)	19 (11)	23 (9)	27 (9)	
	yes	28 (17)	29 (12)	37 (16)	19 (8)	23 (6)	28 (8)	
VOT(-)	no	-54 (59)	-30 (13)	-40 (16)	-53 (23)	-45 (24)	-42 (18)	
	yes	-59 (20)	-34 (14)	-49 (12)	-66 (19)	-44 (14)	-30 (4)	
단어 내 위치		[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]	
VOT(+)	어두	51 (19)	55 (24)	62 (20)	18 (8)	23 (8)	27 (9)	
	어중	35 (20)	40 (23)	47 (20)	21 (18)	24 (10)	27 (7)	
VOT(-)	어두	-60 (78)	-27 (12)	-44 (16)	-56 (24)	-47 (23)	-42 (18)	
	어중	-49 (17)	-33 (14)	-37 (14)	-48 (22)	-38 (24)	-42 (16)	
내용어/기능어		[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]	
VOT(+)	내용어	44 (21)	46 (24)	57 (22)	18 (7)	22 (8)	27 (9)	
	기능어	na (na)	49 (25)	47 (17)	20 (15)	27 (9)	na (na)	
VOT(-)	내용어	-55 (55)	-37 (15)	-42 (14)	-53 (24)	-41 (22)	-42 (18)	
	기능어	na (na)	-26 (10)	-38 (17)	-51 (22)	-51 (25)	na (na)	
음절 강세		[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]	
VOT(+)	no	47 (21)	48 (25)	57 (22)	18 (11)	23 (8)	27 (9)	
	yes	31 (14)	44 (23)	46 (18)	21 (12)	23 (10)	20 (na)	
VOT(-)	no	-56 (62)	-29 (12)	-42 (16)	-56 (24)	-48 (24)	-42 (18)	
	yes	-50 (15)	-32 (15)	-38 (15)	-42 (20)	-32 (18)	-39 (13)	

첫 번째로 조음 위치에 대한 영향을 살펴보기 위하여, 영어 파열음에 대하여 박스플롯을 그려보면 <그림 4>와 같다. 그림에서 보듯이 유성 파열음 [b, d, g]의 경우, [1], [3], [4]에서처럼

조음 위치가 깊어질수록 대체로 VOT가 증가하는 것을 볼 수 있고(음수 구간에서는 절대값은 감소한다), 무성 파열음 [p, t, k]의 경우에는 음수 구간에서 연구개 파열음 [k]가 예외적인 양상을 보인다.

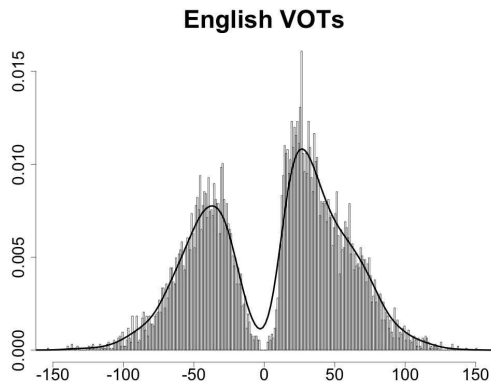


그림 3. 영어 파열음 VOT의 히스토그램
Figure 3. Histogram for English stop VOTs

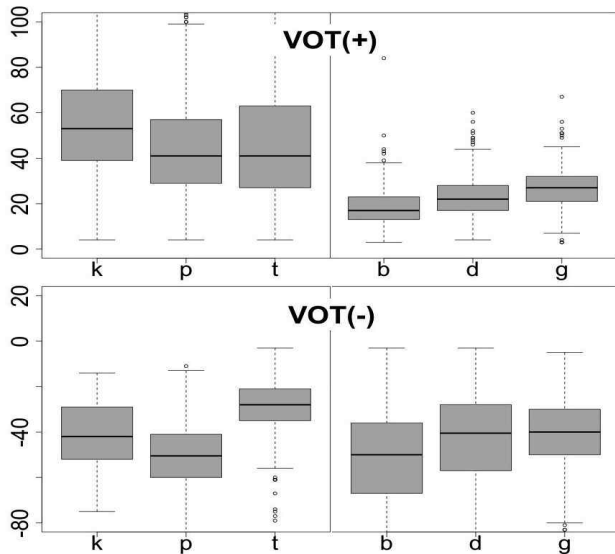


그림 4. 파열음 VOT의 박스 플롯
Figure 4. Boxplots for stop VOTs

유성, 무성 파열음에 대하여 반복측정 일원 분산분석을 실시한 결과 각각 $F(2,18) = 23.82$ 와 $F(2,18) = 17.73$ 로 유의미(***)한 차이를 보였고, 사후분석을 실시한 결과 모든 경우에 있어서 유의미(*)한 차이를 보였다.

각 파열음별로 히스토그램을 통해 VOT 분포 양상을 살펴보면 <그림 5>와 같다. 무성 파열음의 경우 양수 구간에 데이터가 집중적으로 모여 큰 산을 이루고 있는 것을 볼 수 있으며, [p, t]의 경우 음수 구간에도 약간의 데이터가 모여 낮은 봉우리를 이루고 있다. 이들은 무성 파열음이지만 폐쇄 구간 내에 성대 진동이 존재하여 유성 파열음과 같은 양상을 보이는 경우를 나타내는데 실제 예를 보면 <그림 6>과 같다. 이들은 기식음 구간도 포함하고 있어 청취 시 무성 파열음으로 인지되는 등 유무성 모

두의 특징을 갖고 있다.

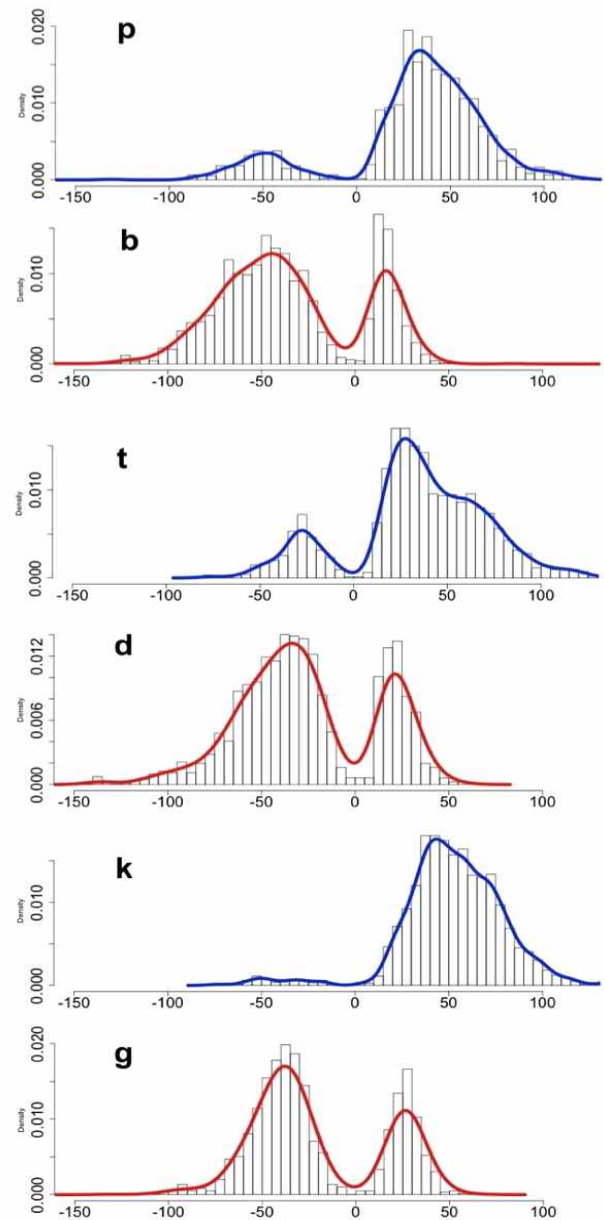


그림 5. 파열음 VOT의 히스토그램
Figure 5. Histograms for stop VOTs

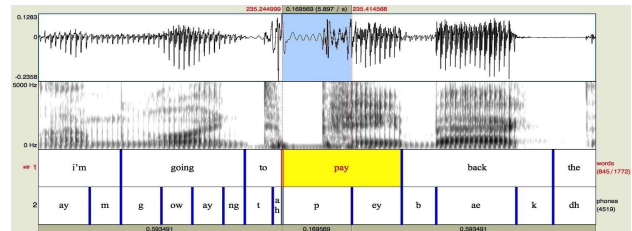


그림 6. 음의 VOT 값을 갖는 양순 파열음의 예
Figure 6. Sample bilabial stop with a negative VOT value

다시 <그림 5>를 살펴보면, 유성 파열음의 경우에는 음수 구간에 데이터가 집중적으로 모여 큰 산을 이루고 있으며, 양수 구간에도 비교적 많은 수의 데이터가 집중되어 꽤 큰 산을 이루고 있음을 볼 수 있다.

유무성 파열음을 비교해 보면, 무성 파열음 음수 구간의 봉우리가 유성 파열음 음수 구간의 산과 데이터 수에 있어서는 차이가 많이 난다. 그러나 VOT 구간의 분포에 있어서 매우 유사한 양상을 보인다는 점이 흥미롭다. 다시 말하면, 음수 값을 가진 무성 파열음이 음수 값을 가진 유성 파열음과 VOT 값에 있어서 매우 닮아있다는 점이다. [p/b], [t/d], [k/g] 각 쌍에 대하여 음수 구간의 자료들을 대상으로 Welch의 t-검정을 수행한 결과 [t/d] 쌍의 경우만 유의미한 차이를 보였고, 나머지는 차이를 보이지 않았다([p/b]: $t(175.118) = -0.399$, [t/d]: $t(916.873) = 14.5688(*)$, [k/g]: $t(61.3230) = 0.6178$).

반면, 무성 파열음 양수 구간의 산은 유성 파열음 양수 구간의 산과 VOT 구간의 분포에 있어 다소 엇갈려 있어 다른 양상을 보이고 있는 것을 볼 수 있고, 통계적으로도 모두 차이를 보였다([p/b]: $t(1460.143) = 30.8144(*)$, [t/d]: $t(1989.662) = 31.7608(*)$, [k/g]: $t(1518.531) = 39.743(*)$).

이번에는 영어와 한국어를 비교해 보자. 한국어 자료는 [6]의 연구에서 측정된 자료를 이용하였다. 두 언어의 양순 파열음, 치경 파열음, 연구개 파열음을 비교하여 얻은 히스토그램을 각각 <그림 7>, <그림 8>, <그림 9>에 나타내었다.

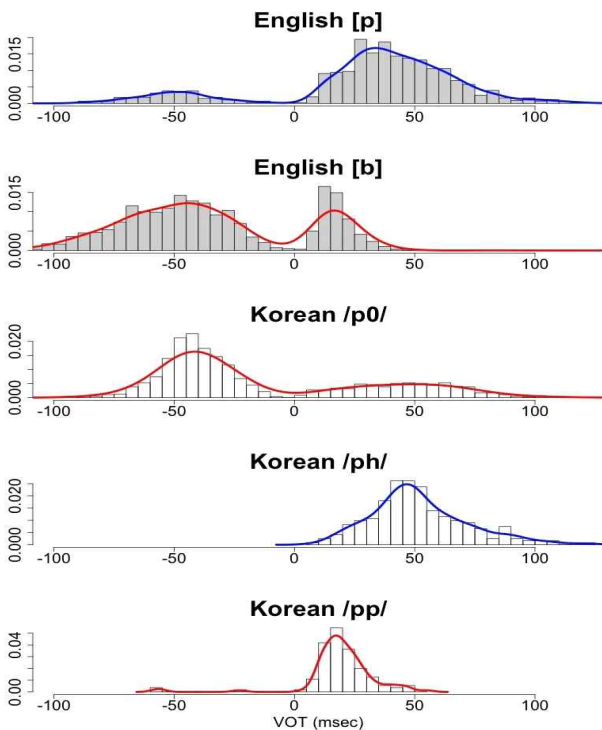


그림 7. 영어와 한국어의 양순 파열음 VOT의 히스토그램
Figure 7. Histograms for English and Korean bilabial stops

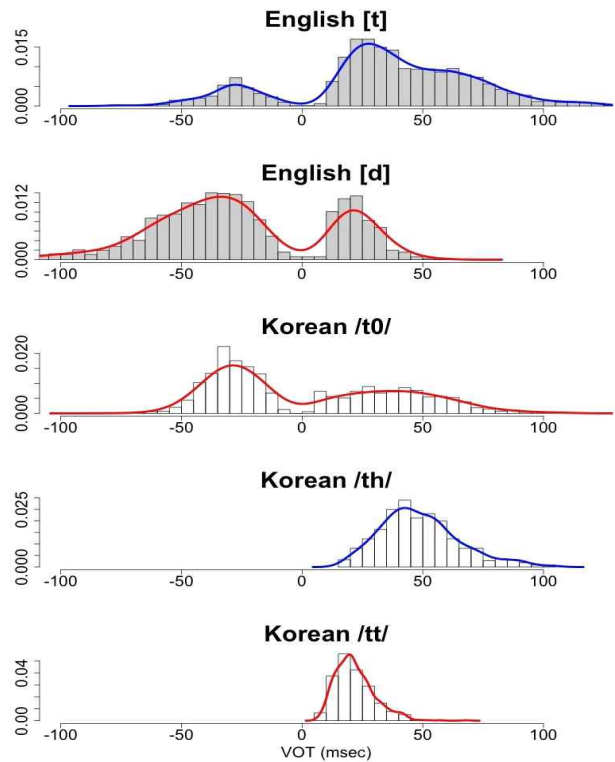


그림 8. 영어와 한국어의 치경 파열음 VOT의 히스토그램
Figure 8. Histograms for English and Korean alveolar stops

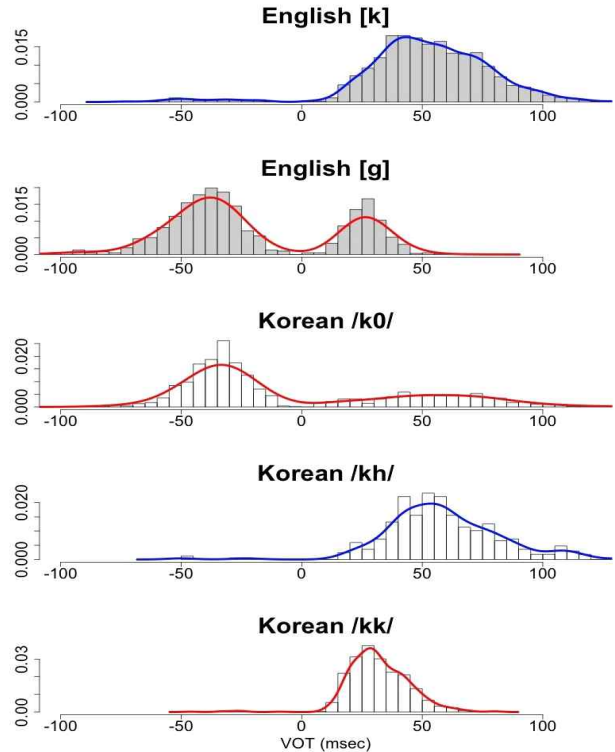


그림 9. 영어와 한국어의 연구개 파열음 VOT의 히스토그램
Figure 9. Histograms for English and Korean velar stops

<그림 7>의 양순 파열음을 보면, 영어의 [p]는 VOT 구간의 분포에 있어서 한국어의 /p0/ 즉 [ㅂ]과 다소 유사한 양상을 보인다. 데이터의 수는 영어에 있어서 양수 구간의 산에 집중되어 있고, 한국어의 경우는 음수 구간의 산에 집중되어 있지만, VOT 값의 분포는 비슷한 것을 볼 수 있다. 영어의 [b]도 역시 한국어의 [ㅂ]와 유사하지만 양수 구간의 산 정상 위치가 한국어와는 매우 차이가 난다.

한국어 /ph/, 즉 [ㅍ]의 위치는 영어 [p]의 양수 구간의 산과 분포나 데이터 수에 있어서 매우 유사하고, 한국어 /pp/, 즉 [ㅍ]는 영어 [b]의 양수 구간의 산과 분포와 데이터 수가 비슷한 양상을 나타냄을 알 수 있다.

<그림 8>의 치경 파열음의 경우도 <그림 7>에서 설명한 바와 매우 유사한 양상을 보이고 있다. <그림 9>의 영어 [k]의 경우는 다른 파열음과는 달리 음수 구간의 봉우리가 거의 보이지 않아 데이터 수가 매우 적음을 알 수 있으며, 다른 사항은 전술한 내용과 유사하다.

두 번째로, 파열음의 후행 모음 종류에 따른 VOT 값의 분포를 박스플롯으로 나타내면 <그림 10>과 같다. [3]의 연구와는 달리, 양수 구간에서는 무성 파열음의 경우 고모음이 후행할 때 VOT 값이 작아졌지만($t(739.157) = -7.7894(*)$), 유성 파열음의 경우는 차이가 없었으며($t(211.002) = 0.9104$), 음수 구간에서는 무성 파열음의 경우 고모음이 후행할 때 절대값이 작아졌으나($t(34.308) = 4.6702(*)$), 유성 파열음은 차이가 없었다($t(464.773) = 0.3428$).

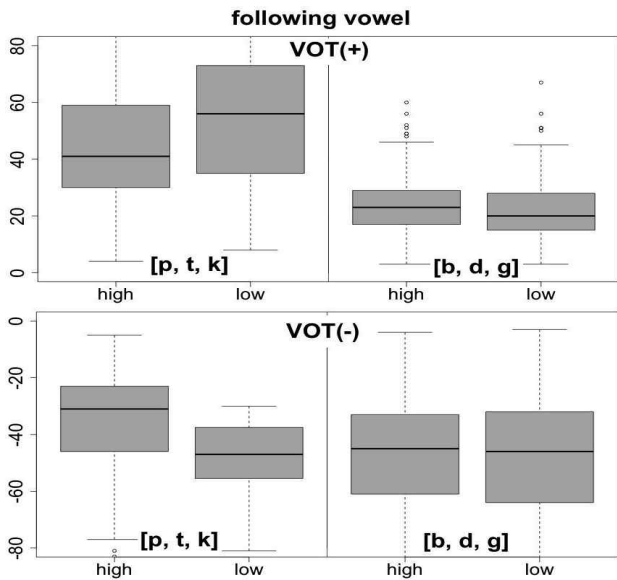


그림 10. 후행 모음에 따른 파열음 VOT의 박스플롯
Figure 10. Boxplots for stop VOTs by following vowels

세 번째로, 선행하는 [s]가 있을 때, 무성 파열음의 VOT 값의 분포를 알아보기 위하여 <그림 11>에 박스플롯을 나타내었다. 박스플롯을 보면 무성 파열음에 대하여 [3]의 연구에서와 같이, 양수 구간에서는 선행 [s]가 존재할 때 VOT 값이 상대적으로 감소하고($t(2270.633) = -37.9983(*)$), 음수 구간에서는 VOT 절대값

이 증가하고 있음을 알 수 있다($t(51.581) = -4.0415(*)$).

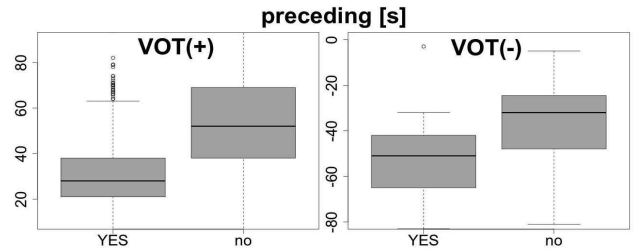


그림 11. [s] 후행 파열음의 VOT 박스플롯
Figure 11. Boxplots for stop VOTs preceded by [s]

네 번째로, 파열음이 단어의 어두 혹은 어중에 위치했을 때의 영향을 알아보기 위해 <그림 12>에 박스플롯을 나타내었다.

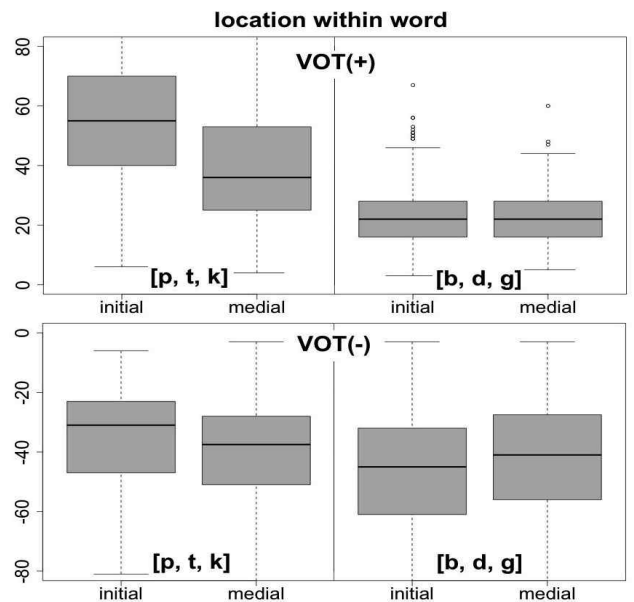


그림 12. 단어 내 위치에 따른 파열음 VOT의 박스플롯
Figure 12. Boxplots for stop VOTs by location within word

양수 구간의 경우, 무성 파열음에서는 어두에 위치했을 때가 값이 더 커졌으나($t(4081.524) = 22.4039(*)$), 유성 파열음의 경우는 차이가 없었으며($t(296.292) = -0.9389$), 음수 구간에서는 무성 파열음의 경우는 차이가 없었지만($t(400.782) = 0.7759$), 유성 파열음의 경우는 어두에 위치했을 때 절대값이 다소 커지는 양상을 보였다($t(1937.867) = -6.4347(*)$).

다섯 번째로, 파열음 소속 단어의 내용어 혹은 기능어 여부에 따른 영향을 나타낸 <그림 13>의 박스플롯을 보면, 양수 구간에서는 유무성 파열음 모두 차이가 없었고(유성: $t(337.309) = 0.3317$, 무성: $t(1085.712) = 1.1524$), 음수 구간에서는 무성 파열음의 경우 내용어일 때 절대값이 커졌고($t(361.16) = -7.6251(*)$), 유성 파열음의 경우 내용어일 때 절대값이 작아지는 양상을 보였다($t(1101.961) = 5.5251(*)$).

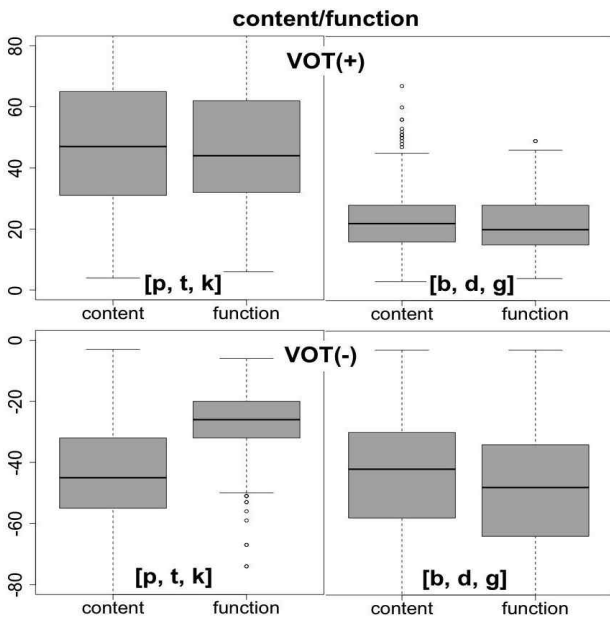


그림 13. 내용어/기능어에 따른 파열음 VOT의 박스플롯
Figure 13. Boxplots for VOTs by content vs. function word

여섯 번째로, 파열음 소속 음절의 강세 여부에 따른 영향은 <그림 14>에 박스플롯으로 나타내었다. 양수 구간에서는 무성 파열음의 경우 음절 강세가 있을 때 값이 더 커졌으나 ($t(1084.273) = -10.7679(*)$), 유성 파열음은 차이가 없었다 ($t(126.077) = -0.4604$).

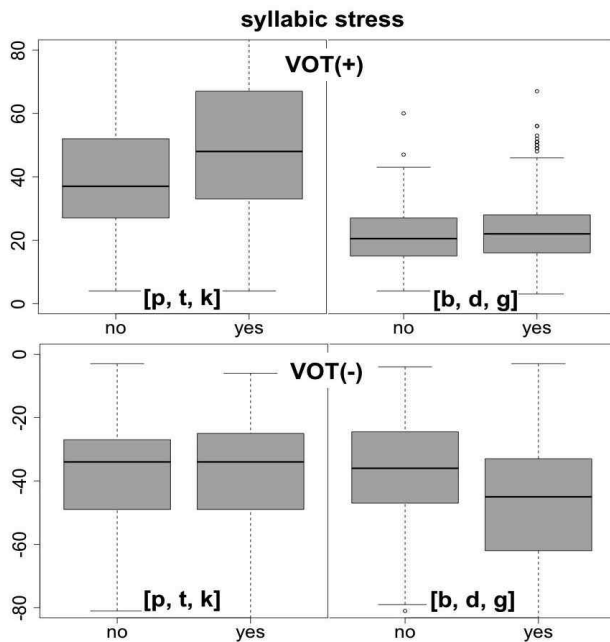


그림 14. 음절 강세 여부에 따른 파열음 VOT의 박스플롯
Figure 14. Boxplots for stop VOTs by syllabic stress

음수 구간에서는 무성 파열음의 경우 차이가 없었으나 ($t(509.517) = 0.5684$), 유성 파열음의 경우 음절 강세가 있을 때

절대값이 더 커지는 양상을 나타냈다($t(964.97) = 12.4406(*)$).

일곱 번째로, 파열음을 포함한 주변 세 단어를 기준으로 계산된 발화 속도에 따른 영향을 알아보기 위하여 <그림 15>에 산점도와 단순 선형 회귀분석에 따른 회귀선을 나타내었다.

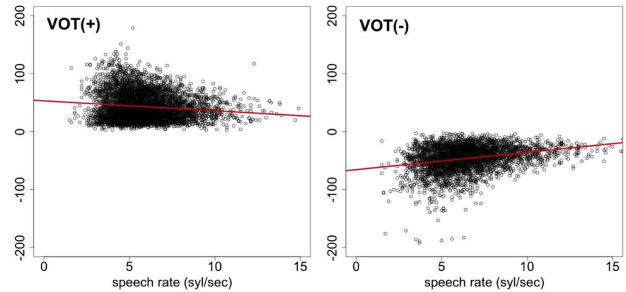


그림 15. 발화 속도에 따른 파열음 VOT의 산점도 1
Figure 15. Scatter plot 1 for stop VOTs by speech rate

일원 분산분석 결과 양수와 음수 구간 모두에서 발화 속도는 VOT 값에 유의미한 차이를 나타내었으나(양수: $F(1,5488) = 86.91(***)$, 음수: $F(1,3768) = 273.6(***)$), 회귀분석에 의한 설명량은 매우 적었다(양수: Adjusted $R^2 = 0.01541$, 음수: Adjusted $R^2 = 0.06744$). 또한 양수 구간에서는 초당 음절수가 1개 증가할 때마다 VOT 값은 -1.7 msec씩 줄어드는 등 [8]의 연구와 유사한 경향을 나타내었고, 음수 구간에서는 초당 음절수가 1개 증가할 때마다 VOT 값은 2.9 msec씩 늘어나는 것으로 나타났다.

여덟 번째로, 파열음 소속 단어의 빈도가 코퍼스 내 출현 빈도가 미치는 영향을 알아보기 위하여 <그림 16>에 산점도와 회귀선을 나타내었다. 일원 분산분석 결과 [8]에서와는 달리 양수 구간에서는 영향을 미치지 못하였으나($F(1,5488) = 0.559$), 음수 구간에서는 영향을 미쳐($F(1,3768) = 100.7(***)$), 빈도수가 1만 큼 증가할 때 아주 미미한 양이지만 VOT 값이 증가하는 것으로 나타났다. 설명량은 0.02577로 매우 적었다.

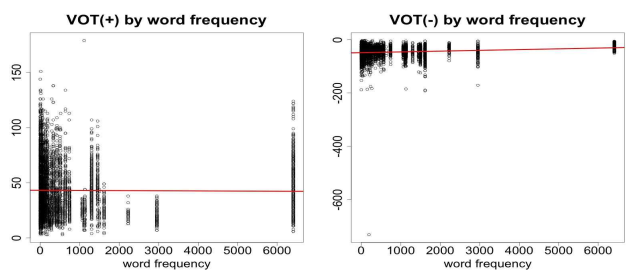


그림 16. 단어 빈도에 따른 파열음 VOT의 산점도
Figure 16. Scatter plot for stop VOTs by word frequency

이상 각 요인에 따른 VOT 값의 변화 양상을 살펴보았다. 이후에는 두 가지 이상의 요인들이 서로 상호 작용을 하는 경우에 대하여 살펴보기로 하자.

3.2. 요인별 상호작용에 따른 VOT 분석

분석 대상이 된 화자들에 대하여 조음 위치 요인이 VOT 값에

대하여 어떠한 상호작용을 하는지 알아보기 위하여 <그림 17>에 상호작용 플롯을 나타내었다. 무성 파열음의 경우, [p, t]에 대하여 상호작용이 특히 두드러졌는데, 화자 s06, s30, s34, s40의 경우 VOT 값의 역전 현상이 나타났다. 그렇지 않은 경우에도 다소간의 상호작용이 전체 파열음에 걸쳐 나타났다.

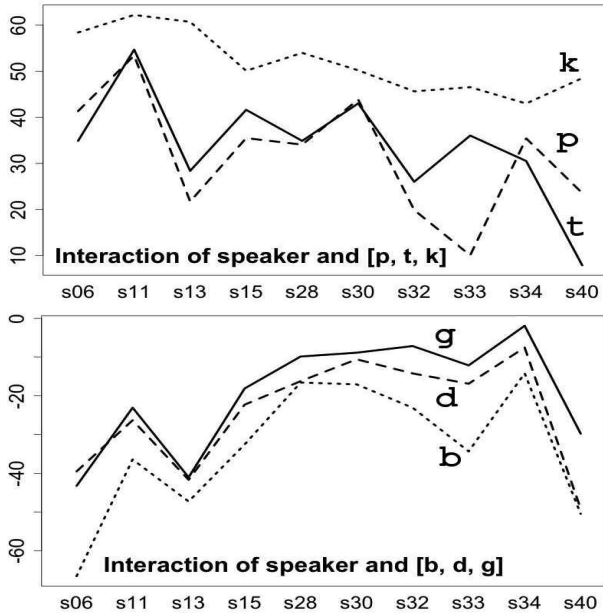


그림 17. 화자와 파열음의 상호작용 플롯
Figure 17. Interaction plot for stops and speakers

유성 파열음의 경우는, 화자 s06의 [d, g]에 대하여 VOT 값이 역전되는 상호작용이 나타났다. 다른 화자들의 경우에도 정도의 차이는 있으나 전체 파열음에 대하여 상호작용이 드러났다.

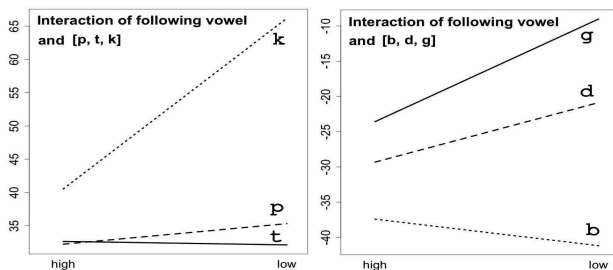


그림 18. 후행 모음과 파열음의 상호작용 플롯
Figure 18. Interaction for stops and following vowels

다음으로 후행하는 모음의 높기와 파열음 사이의 상호작용을 살펴보기 위하여 <그림 18>에 상호작용 플롯을 나타내었다. 무성 파열음 [t]와 유성 파열음 [b]를 제외하고는, 모두 후행 모음이 고모음일 때 VOT 값이 작아지는 경향을 나타냈으나, 통계적으로는 [k, d, g]의 경우에만 유의미한 차이를 나타내었다([k]: $t(640.528) = -15.3205(*)$, [d]: $t(114.383) = -2.0591(*)$, [g]: $t(270.896) = -3.9523(*)$).

마지막으로, 파열음에 대하여 단어 내 위치, 내용어 기능어

여부, 음절 강세 유무의 세 가지 요인이 각각 어떤 상호작용을 하는지 알아보기 위해 상호작용 플롯을 <그림 19>에 나타내었다.

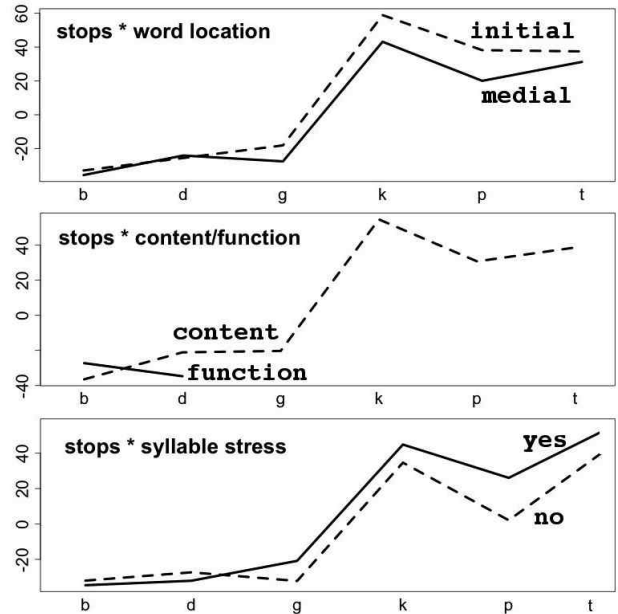


그림 19. 두 요인들 사이의 상호작용 플롯
Figure 19. Interactions between two factors

우선 <그림 19>의 첫 번째 패널을 보면, [d]를 제외한 모든 파열음에 대하여 파열음이 어두에 위치할 때 VOT 값이 더 큰 것을 알 수 있다. 하지만 통계적으로는 [k, p]의 경우에만 유의미한 차이를 보였다([p]: $t(397.712) = 4.9988(*)$, [k]: $t(901.874) = 10.9932(*)$).

두 번째 패널을 보면 [b, d]의 경우 파열음 소속 단어가 내용어 이나 기능어나에 따라 VOT 값이 반대 양상을 보이고 있으나, 통계적으로는 [d]의 경우에만 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다($t(940.495) = 5.3138(*)$).

세 번째로, 파열음 소속 음절의 강세 여부와 파열음과의 상호작용을 보면, [b, d]의 경우는 반대이고, 이들을 제외한 모든 경우에 있어서 음절 강세가 있을 때 VOT 값이 더 큰 것을 알 수 있다. 통계적으로는 모든 경우에 있어 유의미한 것으로 나타났다([p]: $t(85.766) = -5.5735(*)$, [t]: $t(336.942) = -3.7648(*)$, [k]: $t(307.857) = -6.5569(*)$, [b]: $t(360.75) = 2.1146(*)$, [d]: $t(307.544) = 2.6352(*)$, [g]: $t(30.905) = -5.3023(*)$).

4. 결론

본 연구에서는 벅아이 코퍼스의 젊은 남성 화자 10명을 대상으로 미국 영어 파열음의 VOT를 측정하여, 조음 위치, 후행 모음의 고저, 선행 [s]의 유무, 단어 내 위치, 내용어 기능어 여부, 음절의 강세 여부, 발화 속도, 단어 빈도 등 다양한 요인별로, VOT의 양수 구간과 음수 구간으로 나누어서 분석을 실시하였고 한

국어의 VOT 값과도 비교를 하였다.

VOT 양수 구간에서의 분석 결과는 다음과 같다. 조음 위치는 기존의 연구와 유사한 양상을 보여, 양순음에서 연구개음의 순서로 값이 증가하였고, 후행 모음의 고저에 있어서는 기존 연구와는 달리 고모음의 경우 오히려 무성 파열음의 VOT 값이 감소하였다. 선행하는 [s]가 있을 경우 값은 예상대로 감소하였고, 단어 내 위치의 경우 무성 파열음의 경우 어두에서 값이 증가하였다. 내용어 기능어 여부는 유의미한 영향을 미치지 못했고, 음절 강세 여부는 무성 파열음의 경우 강세가 있을 때 값이 커지는 양상을 보였다. 또한 발화 속도는 영향이 있었으나 단어 빈도는 영향이 없었다.

음수 구간에서의 결과를 유성 파열음 위주로 요약하면 다음과 같다. 조음 위치는 유성 파열음의 경우 양순음에서 연구개음의 순서로 VOT의 절대값이 감소하였다. 후행 모음의 고저에 있어서는 별 차이를 보이지 않았고, 단어 내 위치는 어두일 때 절대값이 커졌다. 소속 단어가 내용어일 때 절대값은 작아졌고, 음절 강세가 있을 때 절대값이 커지는 양상을 보였다. 발화 속도와 단어 빈도 모두 영향을 미치는 것으로 나타났다.

둘 이상의 요인들의 상호작용에 있어서도 정도의 차이는 있지만 여러 요인들에서 상호작용을 보이고 있었다. 또한 한국어의 VOT와 비교하였을 때, 영어 무성 파열음은 분포 영역에 있어서는 한국어 평음과 유사하였고, 양수 구간은 한국어 격음과 비슷한 양상을 보였다. 영어 유성 파열음의 음수 구간은 한국어 평음과 유사했고, 양수 구간은 한국어 경음과 그 분포 영역이 비슷하였다.

본 연구를 통해 자연발화 영어 파열음의 특성을 보다 잘 파악할 수 있었고, 자연발화 한국어 파열음과의 유사점과 다른 점을 보다 잘 이해할 수 있었다.

참고문헌

- [1] Lisker, L. & Abramson, A. S. (1964). A cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurements. *Word*, 20, 384-422.
- [2] Chen, M., Chao, K. Y., & Peng, J. F. (2007). Productions of word-initial stops in Mandarin and English: a cross-language study. *Proceedings of the 19th Conference on Computational Linguistics and Speech Processing (ROCLING)*.
- [3] Klatt, D. H. (1975). Voice onset time, frication, and aspiration in word-initial consonant clusters. *Journal of Speech and Hearing Research*, 18, 686-706.
- [4] Docherty, G. J. (1992). *The timing of voicing in British English obstruents*. New York: Foris.
- [5] Kent, R. D. & Read, W. C. (2002). *The acoustic analysis of speech, 2nd edition*. San Diego, CA: Singular.
- [6] Lee, Y. & Yoon, K. (2016). A study on the voice onset times of the Seoul corpus males in their twenties. *The New Studies of English Language and Literature (under review)*. (이유리·윤규철 (2016).

서울 코퍼스 20 대 남성의 성대진동 개시시간 연구. *신영어영문학*(심사중)

- [7] Oh, E. (2009). Voice onset time of Korean stops as a function of speaking rate. *Phonetics and Speech Sciences*, 1(3), 39-48. (오은진 (2009). 발화 속도에 따른 한국어 폐쇄음의 VOT 값 변화. *말소리와 음성과학*, 1(3), 39-48.)
- [8] Yoon, K. (2012). A study on the voice onset time of English voiceless stops in the Buckeye Corpus. *Phonetics and Speech Sciences*, 4(2), 33-40. (윤규철 (2012). 벅아이 코퍼스를 이용한 영어 무성 파열음의 VOT 연구. *말소리와 음성과학*, 4(2), 33-40.)
- [9] Pitt, M. A., Dille, L., Johnson, K., Kiesling, S., Raymond, W., Hume, E., & Fosler-Lussier, E. (2007). Buckeye Corpus of Conversational Speech (2nd release). [www.buckeyecorpus.osu.edu] Columbus, OH: Department of Psychology, Ohio State University (Distributor) on March 31, 2012.
- [10] Yun, W., Yoon, K., Park, S., Lee, J., Cho, S., Kang, D., Byun, K., Hahn, H., & Kim, J. (2015). The Korean Corpus of Spontaneous Speech. Daegu: Industry-Academic Cooperation Foundation, Keimyung University (Distributor) on March 31, 2015.

• 박수희 (Park, Soo Hee), 제1저자

영남대학교 영어영문학과 영어학 석사과정
경상북도 경산시 대학로 280
Tel: 053-810-2130 Fax: 053-810-4607
Email: pshee98@naver.com
관심분야: 영어학

• 윤규철 (Yoon, Kyuchul), 교신저자

영남대학교 영어영문학과
경상북도 경산시 대학로 280
Tel: 053-810-2145 Fax: 053-810-4607
Email: kyoony@ynu.ac.kr
관심분야: 음성학, 전산언어학