

한국어 자유 발화 음성의 억양 패턴 Intonation Patterns of Korean Spontaneous Speech

김 선 회)
Kim, Sunhee

ABSTRACT

This paper investigates the intonation patterns of Korean spontaneous speech through an analysis of four dialogues in the domain of travel planning. The speech corpus, which is a subset of spontaneous speech database recorded and distributed by ETRI, is labeled in APs and IPs based on K-ToBI system using Momel, an intonation stylization algorithm. It was found that unlike in English, a significant number of APs and IPs include hesitation lengthening, which is known to be a disfluency phenomenon due to speech planning. This paper also claims that the hesitation lengthening is different from the IP-final lengthening and that it should be categorized as a new category, as it greatly affects the intonation patterns of the language. Except for the fact that 19.09% of APs show hesitation lengthening, the spontaneous speech shows the same AP patterns as in read speech with higher frequency of falling patterns such as LHL in comparison with read speech which show more LH and LHLH patterns. The IP boundary tones of spontaneous speech, showing the same five patterns such as L%, HL%, LHL%, H%, LH% as in read speech, show higher frequency of rising patterns (H% and LH%) and contour tones (HL%, LH%, LHL%) while read speech on the contrary shows higher frequency of falling patterns and simple tones at the end of IPs.

Keywords: spontaneous speech, intonation pattern, hesitation lengthening, Accentual Phrase (AP), Intonation Phrase (IP), boundary tone

1. 서 론

자유 발화 음성(spontaneous speech)은 사전에 이미 작성된 문장을 읽는 낭독체 음성(planned speech or read speech)과는 언어학적으로, 그리고 음성학적으로 여러 가지 다른 특성을 보인다. 언어학적으로는 완전하지 않거나 비문법적인 문장이 생성되고, 표현에 있어서도 낭독체 음성에서는 나타나지 않는 고유한 표현들의 사용된다. 음성학적으로는 다양한 발음과 발화 속도의 변화 등이 나타나고, 운율에 있어서도 낭독체 음성과는 다른 패턴을 보이게 된다. 자유 발화 음성 고유의 특성은 일반적

으로 화자가 발화와 동시에 어떤 단어나 표현을 선택할 것인지, 혹은 어떻게 대화를 이끌어 갈 것인지 등의 발화 계획(planning)에 기인하는 것으로 보는데[1]-[3], 이러한 특성들은 대개 문장이 매끄럽게 발화되지 않는 비유창성(disfluencies)을 유발한다[4]. 비유창성이란 흔히 자유 발화에서 관찰되는 불필요한 휴지(unwanted pauses), 장음화(lengthening 혹은 elongated segments), 유성 휴지(fillers 혹은 filled pauses: ‘음’, ‘저’ 등), 담화 표지(discourse markers 혹은 editing expressions: ‘그러니까’, ‘저기’ 등), 단어의 일부(word fragments)의 발화, 반복(repetitions), 수정(self-corrections) 등을 말하는데[3], 이러한 비유창성이 발화를 구성하는 분절음과 운율에 다시 영향을 미치게 된다.

자유 발화 음성에 관한 연구는 주로 비유창성을 주제로 심리학 및 음성공학에서 많이 다루어져 왔다. 심리학 분야에서는 비유창성이 주로 발화 계획의 근거로 제시되어 많은 연구가 집적되어 왔다[3]. 음성공학 분야 가운데 특히, 음성 인식 분야에서의 비유창성에 관한 연구는 잡음으로 처리되어 오던 비유창성 현상들의 규칙성을 규명하는 연구[4]-[6]를 중심으로 하여 다양하게 발전되었으며, 음성 합성의 자연성과 음성 인식의 성능을

1) 서울대학교 sunhkim@snu.ac.kr
이 논문은 2006년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다.
(지원번호: KRF-2006-353-A00063)

접수일자: 2009년 11월 5일
수정일자: 2009년 12월 11일
게재결정: 2009년 12월 13일

향상시키기 위한 많은 시도가 있었다[7]-[11]. 비유창성에 관한 언어학 분야의 연구는 그리 많지 않으나, [12]는 비유창성을 동화, 연음, 음운 탈락과 같은 음운론적 현상과의 관계로 규명하고자 하였다.

일반적으로 음성 인식에 있어서 낭독체 음성은 90% 이상의 인식 성능을 보이나, 자유 발화 음성에 대한 인식 성능은 현저하게 저하된다. 이러한 성능 저하의 원인은 자유 발화 음성과 낭독체 음성의 여러 가지 차이에 기인하는 것으로, 이 문제를 해결하기 위해서는 기존의 많은 연구자들이 지적한 바와 같이 대용량 자유 발화 음성을 대상으로 하여 그 특성을 규명할 필요가 있다. 따라서 이러한 자유 발화 음성에 관한 연구는 음성 데이터의 제작과 함께 근래에 이르러서야 본격적으로 시작되었다고 할 수 있다. [10], [11]은 일본어를 대상으로 한 자유 발화 음성의 음향학적 특성에 관한 연구로서, 자유 발화 음성이 낭독체 음성에 비하여 스펙트럼 공간(spectral space)이 협소하여 결과적으로 음소 간의 변화도(variance)가 상승되는데, 이것이 음성 인식 성능 저하의 원인이 된다고 보고하고 있다. [13]은 자유 발화 음성의 분절음 특성에 관한 연구로서, 스페인어 모음이 자유 발화 음성과 낭독체 음성에서 어떻게 다르게 실현되는지에 대하여 연구한 결과, 자유 발화 음성에서의 모음 포먼트는 schwa에 접근하는 경향을 보여 분절음 간의 차이가 줄어들었다고 한다. 대화 음성 코퍼스인 Switchboard를 대상으로 하여 음절을 중심으로 자유 발화 음성의 시간적 특성을 규명한 논문으로 [14]가 있는데, 이는 일반적으로 강세가 있는 음절과 강세가 없는 음절은 길이에 차이가 있으나, 음절핵과 음절 초성은 강세에 영향을 받는 반면에 종성은 강세와 무관함을 보고하였다. [15]는 프랑스어 자유 발화 음성에서 보이는 음절의 구조와 그 변화에 대하여 고찰한 연구로서, schwa를 비롯한 모음들이 사라지거나 초성의 자음군이 단자음화되는 일련의 현상이 일어남에 따라서 자유 발화 음성에서는 철자 전사로부터 도출해낼 수 있는 음절과 비교할 때 훨씬 많은 수의 폐음절이 나타난다고 보고하고 있다.

자유 발화 음성과 낭독체 음성의 운율적 특성에 관한 연구로는 [16]이 있는데, 이는 자유 발화 음성을 녹음한 후 전사하여 기존과 동일한 화자나 다른 화자에게 그것을 읽도록 하였다. 녹음한 낭독체 음성을 원래의 자유 발화 음성과 비교한 결과, 둘 간의 중요한 차이로 운율 경계, 강세 위치, 휴지의 수 등이 다르게 실현되었음을 보였다. [17]은 자유 발화 음성과 낭독체 음성의 차이를 강세(prominence), 끊어 읽기(phrasing), 피치 대역, 경계 성조, 휴지(pause)의 다섯 가지 운율 범주를 기준으로 비교하였는데, 스웨덴어의 경우 자유 발화 음성이 낭독체 음성과 크게 차이가 나지 않는다고 하였다. 이 연구의 또 다른 연구 주제는 운율과 담화 범주와의 관계를 규명하는 것이었는데, 프랑스어에 있어서 초점과 피치 대역의 대조가 정치 대담에 사용되는 전형적인 운율 수단이라고 하였다. 그리고 생성 문법을 기반으

로 하여 자유 발화 음성의 운율 모델링 방법으로 통사적, 의미-화용적, 음소 배열적(phonotactic) 방법과 강세 모듈을 이용하는 방법을 제안한 [18]이 있다.

한국어의 자유 발화 음성에 관한 연구로는 [19]-[21]이 있다. [19]는 어말 음절과 선어말 음절의 지속시간과 피치를 중심으로 한국어 대화 음성의 운율과 낭독체 음성을 비교 분석한 결과 지속시간과 피치 변화가 모두 낭독체 음성에 비해 대화 음성에 더 역동적으로 나타남을 보이고, 따라서 어말 음절의 운율적 정보가 발화 스타일(speech style)을 결정지을 수 있는 역할을 할 수 있다고 주장하였다. [20]은 라디오 대담을 대상으로 하여 한국어 어말 형태소와 경계 성조 사이의 연관성을 규명하였는데, 경계 성조가 상승 성조(H%, LH%)로 실현되는 경우와 하강 성조(L%, HL%, LHL%)로 실현되는 경우의 비율이 문장 말에서는 2:1, 문장 중간에서는 1.4:1로 낭독체와는 달리 보다 역동적이며 다양한 분포를 보인다고 보고하였다. [19]와 [20]은 모두 한국어의 자유 발화 음성에 대한 본격적인 연구라고 할 수 있으나, 모두 연구 대상이 되는 음성 데이터가 많지 않아 통계적으로 의미 있는 분석은 이루지지 않았다.

[21]은 대화형 음성인터페이스 시스템을 위하여 발화 내용에 대한 화자의 태도를 나타내는 한국어 문말 억양 패턴을 분류하는 방법을 제시하고, 제안된 패턴으로 대화체 음성 코퍼스를 태깅하여 문말 억양의 분포를 조사하였다. 대화체 음성 코퍼스를 분석한 결과, 상승 성조(LM%)가 가장 높은 빈도로 사용된 것으로 나타남에 따라 대화체 음성에서는 단정적인 느낌의 하강 성조(L%)보다는 듣는 이에 대해 친밀한 느낌을 주는 상승 성조(LM%)가 선호된다고 주장하였다.²⁾ 그런데 [21]에서 분석한 대상은 미리 작성한 문장을 대화 형식으로 발화하게 한 음성 코퍼스로, 이는 실제 대화 음성의 특성과는 거리가 있다. 자유 발화 음성과 낭독체 음성의 본질적인 차이는 낭독체 음성이 이미 만들어진 문장을 읽는 것인 반면, 자유 발화 음성은 발화를 시작하면서 동시에 문장을 만드는 것으로 이미 만들어진 문장을 읽는 것과는 달리 발화와 발화 계획이 동시에 진행된다는 점이다. 따라서 자유 발화 음성을 전사하여 이를 다시 화자로 하여 금 읽게 하여 녹음한 경우에 이를 실제 자유 발화 음성과 같은 특성을 보인다고 할 수는 없을 것이다.

자유 발화 음성은 화자 수에 따라 강연이나 연설과 같이 한 사람의 화자가 상대 화자 없이 발화하는 독백(monologue), 두 사람 이상이 참여하는 대화(dialogue)로 나눌 수 있고, 화자와 청자가 사람인지 아닌지에 따라 사람 간의 대화(human-human dialog),

2) [21]은 억양구 경계 억양을 형태만을 기반으로 기술한 [22]의 분류와 기능적인 기준을 도입하여 이에 수정안을 제시한 [23]의 분류를 비교하고, [23]과 같이 L과 H 성조 외에 제 3의 성조인 M 성조를 도입하여 문말 억양이 갖는 다양한 기능을 보다 명확하게 나타내고자 하였다. 그러나 [23]과 마찬가지로 L과 H 성조와 다른 M 성조를 정의하기 위해서는 계량적인(quantitative) 검토가 병행되어야 할 것이다.

사람과 기계와의 대화(human-machine dialog 혹은 human-computer dialog) 등 여러 가지로 분류할 수 있다[10]. 본 논문에서는 자유 발화 음성 가운데 두 화자가 여행 계획 영역에서 대화하는 음성을 녹음한 대화 음성을 그 대상으로 하여 자유 발화 음성에서 관찰되는 억양 패턴들을 추출하여 그 특성을 낭독체 음성과 비교하여 고찰하고자 한다. 본 연구는 기본적으로 강세구(AP: Accentual Phrase)와 억양구(IP: Intonation Phrase)의 2개의 억양 단위가 계층적인 구조임을 제안하는 K-ToBI[22] 억양 모델을 채용한다. [22]에 의하면 강세구는 마지막 음절에서 상승조(LHa)로 나타나고, 억양구는 마지막 음절의 경계 성조와 어말 장음화(final lengthening)를 그 특징으로 한다. 따라서 강세구에서의 어말 장음화는 나타나지 않으며, 만일 강세구말에 어말 장음화가 나타난다면 그것은 이미 강세구가 아니고 억양구이라는 의미이다. 즉, 어말 장음화는 강세구와 억양구를 구분할 수 있는 중요한 실마리가 되는 것이다. 그런데 본 연구의 대상이 되는 자유 발화 음성에서는 억양구말 장음화라고는 볼 수 없는 장음화가 빈번하게 관찰되었는데, 이러한 장음화 현상은 전체 억양 패턴에 지대한 영향을 끼치게 되므로 이 현상을 보다 자세히 살펴보고 이를 새로운 범주로 규정한 다음, 이와 함께 전체 대화 음성에서 나타나는 억양 패턴들의 특성을 살펴볼 것이다.

이러한 연구는 언어학적인 면에서는 아직까지 충분한 음성 코퍼스 분석을 바탕으로 한 연구가 집적되지 않은 자유 발화 음성의 억양 특성을 규명하는 연구로서의 의의가 있으며, 응용 면에서는 음성 합성과 음성 인식과 같은 음성공학 분야의 연구에 이용되어 합성 음성의 음질과 음성 인식의 성능을 향상시키는데 이용될 수 있을 것으로 기대한다.

2. 연구 방법

2.1 음성데이터

본 연구에서 사용된 음성 데이터는 ETRI에서 1998년 제작된 대화 음성 데이터베이스로서 여행에 대한 계획을 상담하는 과정에서 이루어지는 여행사 직원과 고객 간의 대화를 대상으로 한 것이다. 이는 상담 주제와 질문 키워드만을 제시한 후 일반인으로 하여금 상담원과 즉흥적인 대화를 나누도록 하여 녹음하였는데, 총 25개조가 각각 8개의 대화를 진행한 약 1,360분 분량의 200개의 대화 음성 데이터로 구성된다. 본 논문에서는 이 가운데 남녀 각각 12차례(turn)씩 발화한 4개의 대화를 분석한 것으로, 남성 화자 4명과 여성 화자 4명의 총 8명 화자가 발화한 96개의 음성 파일을 그 대상으로 한다. 4개의 대화는 남성이 여행사 직원 역할을 수행한 경우 2회, 여성이 여행사 직원을 수행한 경우 2회, 남성이 고객의 역할을 수행한 경우 2회, 여성이 고객 역할을 수행한 경우 2회이다. 즉, 남성 직원과 남성 고객, 남성 직원과 여성 고객, 여성 직원과 남성 고객, 여성 직원

과 여성 고객 사이의 4개의 대화로 구성된다.

다음 <그림 1>은 분석 대상이 되는 96개 음성 파일의 지속 시간을 나타낸 것이다. 각 대화에 참여한 두 사람이 12차례씩 발화하는데, 각 말차례(turn)는 한 개 이상의 문장(sentence), 혹은 발화(utterance)로 이루어져 있다. 자유 발화 음성의 경우는 낭독체 음성과는 달리 발화의 경계가 항상 문장의 경계와 일치하지 않으며, 한 번의 말차례에 발화된 음성을 문장이나 발화로 나누는 것이 항상 명확한 것은 아니다. 따라서 본 연구에서는 각 화자가 한 차례씩 발화한 음성을 하나의 단위인 말차례로 분류하였는데, 화자와 대화 상황에 따라 말차례의 지속시간이 0.87초에서 39.39초까지 분포되었으며, 이때 말차례의 평균 지속시간은 7.59초였다. 말차례당 지속시간에 있어서는 남성 화자가 여성 화자보다 평균적으로 조금 더 길게 발화하는 경향을 보였으나(남성 7.65초, 여성 6.73초), 통계적으로는 유의미한 차이를 보이지 않았다($p=0.48$). 그러나 역할과 지속시간과의 관계에 있어서는 정보를 제공하는 역할을 하는 여행사 직원의 경우 평균 지속시간이 8.90초이고 고객의 경우는 5.48초로, 여행사 직원의 발화가 고객의 발화보다 지속시간이 유의미하게 길게 나타났다($p=0.001$). <표 1>은 화자별 총 녹음 시간, 발화 음절 수 및 발화 속도를 나타낸 것이다.

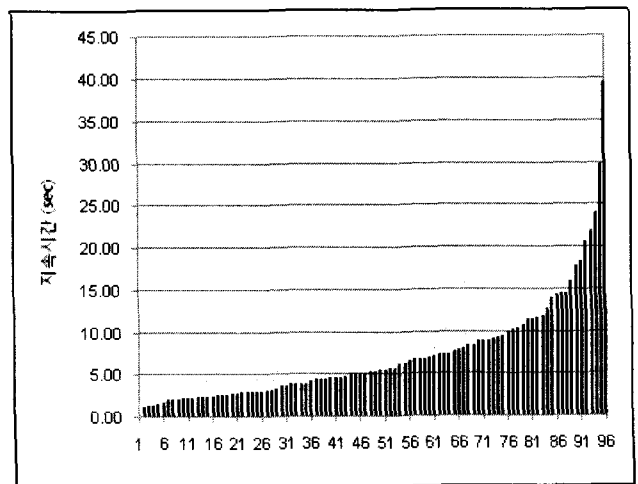


그림 1. 96개 말차례(turn)의 지속시간 분포
Figure 1. Distribution of temporal duration of 96 turns

표 1. 화자별 총 녹음 시간, 발화 음절 수 및 발화 속도
Table 1. Total recording time, total number of syllables and speech rate of each speaker

화자	총 녹음시간 (초)	음절 수	발화 속도 (음절/초)
여성/고객 1	72.43	314	4.34
남성/직원 1	162.97	769	4.72
여성/직원 2	68.48	311	4.54
남성/고객 2	39.62	168	4.24
여성/고객 3	83.95	340	4.05
남성/직원 3	97.34	447	4.59

여성/직원 4	98.33	469	4.77
남성/고객 4	67.15	342	5.09
총	690.27	3,160	-
평균	86.28	395	4.54

2.2 모델을 이용한 억양 레이블링

본 연구는 현재까지 제안된 억양 모델 가운데 기본적으로 강세구(AP)와 억양구(IP)의 2개의 억양 단위가 계층적인 구조임을 제안하는 K-ToBI[22] 억양 모델을 채용하고, [24]-[26]에서 제안한 자동 억양 궤적 추출 알고리즘인 모델(Momel: Modelling melody)을 이용하여 Praat[27] 상에서 레이블링 하였다. 모델은 기본 주파수 가운데 언어학적으로 의미 있는 억양 목표점(pitch target)의 연쇄로 억양 궤적을 생성하는 알고리즘으로, 생성된 억양 궤적은 다시 알고리즘에서 제공하는 합성음으로 재생되어 이를 원음과 비교하여 수동으로 수정할 수 있는 반자동 방식의 레이블링을 가능하게 한다. 즉, 모델을 이용하면 비교적 짧은 시간에 누구나 손쉽게 억양 레이블링을 할 수 있게 된다.

다음 <그림 2>와 <그림 3>는 [28]에서 재이용한 것으로 모델을 이용하여 억양 목표점(pitch target)을 자동으로 얻을 수 있음을 보인다. 먼저 <그림 2>는 [22]에 수록된 예제로 음성 “그랬어요?”의 성조를 K-ToBI로 레이블링한 것이고(LHL% 경계 성조), <그림 3>은 동일한 음성 파일을 Praat 상에서 모델을 작동시켜 자동으로 억양 목표점과 각 목표점을 연결하여 얻은 결과 파일이다. 이와 같이 모델을 이용하여 자동으로 기본 주파수의 거시적인 부분을 정의하는 억양 목표점의 연쇄를 추출할 수 있다.

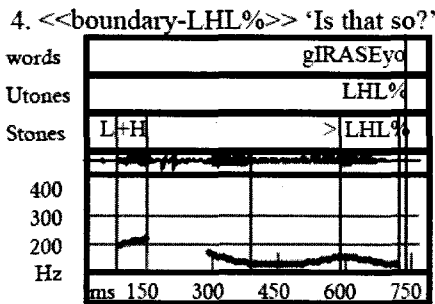


그림 2. K-ToBI[22]에 수록된 예제 “그랬어요?”의 성조 레이블링(LHL% 경계 성조)
Figure 2. An example from [22] with the boundary tone LHL% on "gIRASEyo?"

<그림 3>과 같이 Praat에서 레이블링 파일인 텍스트그리드(TextGrid) 파일을 생성한 다음, 모델을 이용하여 얻어진 각 억양 목표점을 H나 L로 레이블링하면 <그림 4>와 같이 <그림 3>과 동일한 결과를 얻을 수 있다. 이와 같이 모델을 이용하여 자동으로 억양 목표점을 추출하면 수동 레이블링 작업 시간이 현저히 줄어들 뿐만 아니라, 임의적인 레이블링으로 인한 오류 및 레이블러 간의 차이를 줄일 수 있게 된다[28].

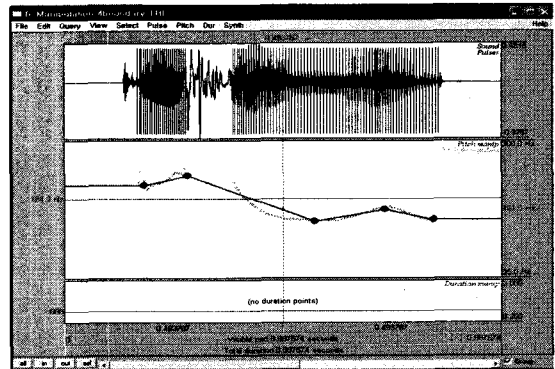


그림 3. 동일한 “그랬어요”<그림 2>를 입력으로 했을 때 모델을 이용하여 자동으로 추출된 억양 목표점
Figure 3. Pitch targets obtained from Momel when using the same sound file "gIRASEyo?" as in Figure 2

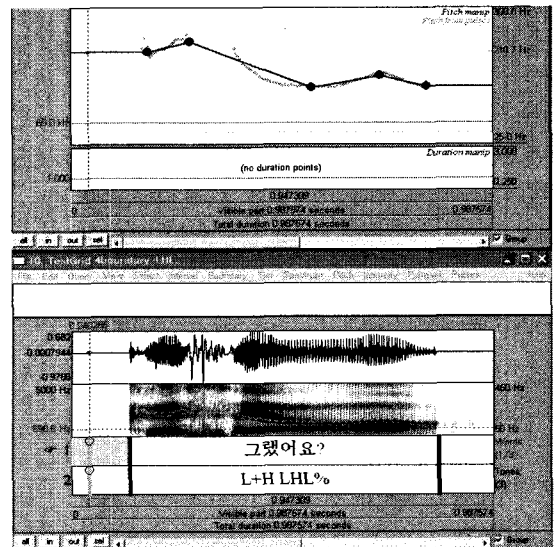


그림 4. 모델을 이용하여 Praat 상에서 레이블링한 예: “그랬어요” → L+H LHL%
Figure 4. A labeled example on Praat using Momel: "gIRASEyo?" → L+H LHL%

3. 자유 발화 음성 고유의 장음화: 망설임 장음화

위에서 이미 언급한 바와 같이, 본 연구에 사용된 자유 발화 음성 데이터에는 억양구말 장음화로 볼 수 없는 장음화 현상이 관찰된다. 다음 <그림 5>는 이러한 장음화가 나타나는 한 예이다. 발화 내용은 “대한항공의 비행기편으로 도착시각이”라는 말 차례의 한 부분으로 음영 부분은 강세구 ‘대한항공의’에서 음절 ‘공’을 표시한 것인데, 이 음절이 다른 음절에 비하여 현저하게 길게 장음화되어 발화된 것을 볼 수 있다.

이러한 장음화 현상은 한국어 억양 패턴에서 나타나는 억양구말의 장음화(IP final lengthening)와는 다른 특성을 보여 따로 범주화(categorization)되어야 할 것이다. 먼저, 이러한 장음화를 어떤 범주로 정의할 것인가 하는 문제에 대하여 기존의 연구들과 비교하여 살펴보고, 본 연구에서 사용한 데이터 분석을 중심

으로 정의된 장음화의 특성을 살펴보기로 하겠다.

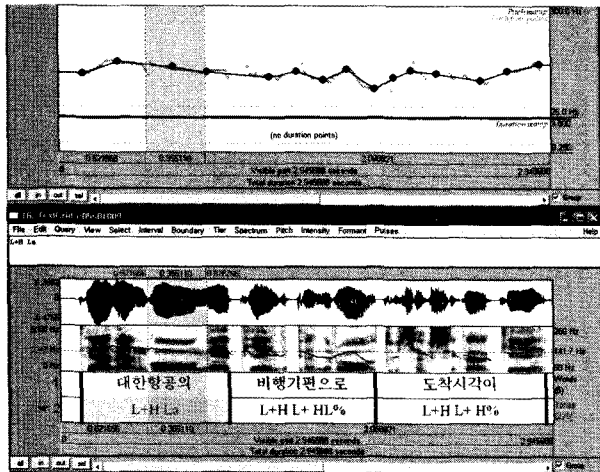


그림 5. “대한항공의”에서 음절 ‘공’이 장음화됨

Figure 5. The syllable 'goN' in 'dEhanhaNgoNi' is lengthened.

앞서 살펴본 바와 같이 비유창성이 자유 발화 음성의 특징으로 지적되고 최근 상당한 연구 결과가 발표되었으나, 장음화 현상은 그다지 주목을 받지 못했다. 장음화에 대하여 구체적으로 지적한 연구로는 장음화를 다른 비유창성 현상과 함께 발화 계획(planning)에 기인하는 것으로 보는 [1]-[3]이 있고, 영어 자유 발화 음성 코퍼스인 Switchboard의 일부를 이용하여 비유창성 가운데 반복(repetition) 현상을 분석한 [29]가 있다. [29]는 크게 비유창성 현상을 망설임(hesitation)과 수정(repair)으로 구분하고, 망설임을 다시 반복, 장음화, 무성 휴지(silent pause), 유성 휴지(filled pause)로 세분화하고, 수정은 오류 수정(error correction)과 포기(abandonment)로 세분화하였다<표 2>. 이러한 분류 방법에 대해서는 여기에서는 논외로 한다. 다만, 망설임으로 인한 장음화(hesitation lengthening; 망설임 장음화 혹은 HLENG으로 표시함)가 5.52%로 비유창성 현상 가운데 가장 적게 나타나는 것을 볼 수 있는데, [30]의 주장대로 전체 자유 발화 음성에서 비유창성 현상이 나타나는 비율이 전체의 6%라고 한다면 전체 자유 발화 음성에서 망설임 장음화가 발생하는 비율은 약 0.3%로서 매우 적음을 알 수 있는데, 망설임 장음화에 대한 연구가 많지 않은 것은 바로 이러한 낮은 출현 빈도수에 기인한다고 해석할 수 있겠다.

표 2. 비유창성 현상의 종류와 분포([29]에서 인용)

Table 2. Distribution of the types of disfluency (from [29])

		Percentage
Hesitation	Silence	32.05%
	Repetition	21.96%
	Filled pause	21.84%
	Lengthening	5.52%
Repair	Abandonment	12.36%
	Error correction	6.25%

한국어의 비유창성에 관한 연구로는 [31]을 들 수 있는데, [31]은 한국어 대화 음성의 특징을 크게 비유창성(혹은 간투어: disfluencies)과 발음 변이로 나누고, 비유창성은 다시 유성 휴지와 반복/수정으로 분류하였다. [31]에서는 발화의 자유도가 다른 두 개의 음성 코퍼스를 분석하였는데, 자유도가 높은 코퍼스에서 더 많은 비유창성 현상이 나타나고(11.2%), 발화 자유도가 낮은 음성 코퍼스에서는 비유창성 현상이 훨씬 적게 나타난 것으로 보고하고 있다(4.7%). 두 개의 코퍼스 모두에서 유성 휴지인 ‘음’, ‘아’, ‘어’ 등이 높은 분포를 차지하였다. [31]은 비유창성 현상으로 망설임 장음화는 포함하고 있지 않은데, [29]와 비교해 볼 때 자유도가 높은 경우에 한국어에서 영어에 비해 훨씬 많은 비유창성 현상이 관찰된다고 할 수 있다.

본 연구의 자유 발화 음성 데이터를 통하여 볼 때, 망설임 장음화는 적어도 세 가지 면에서 억양구말 장음화와 다른 특성을 보인다. 첫째, 억양구말 장음화는 억양구에서만 일어나는 반면, 망설임 장음화는 강세구와 억양구 모두에서 일어난다. (1)은 억양구에서 망설임 장음화가 나타나는 예로 마지막 음절에 경계 성조가 나타나고, (2)는 강세구에서 망설임 장음화가 나타나는 예들이다(장음화된 음절은 굵은 글씨로 표시함). 둘째, 억양구말 장음화는 억양구의 마지막 음절만이 장음화되나, 망설임 장음화는 (1)과 (2)에서 볼 수 있듯이 마지막 음절을 제외한 강세구나 억양구 내부의 다른 음절에서도 장음화가 가능하고, (2c, d)와 같이 한 운율 단위 내부에서 2개의 음절이 장음화되기도 한다. 셋째, 억양구말 장음화는 통사적 경계와 일치하나 망설임 장음화는 통사적 경계와 일치하지 않는다<그림 6>.

- (1) a. 손님께서:는
- b. 여덟시:에
- (2) a. 출발:
- b. 날짜:와
- c. 칠:월:
- d. 서울:행:

망설임 장음화는 강세구와 억양구에서 모두 관찰되나, 본 연구에서 사용된 음성 데이터에서는 강세구 112개, 억양구 5개로 주로 강세구에서 관찰되었다. 강세구의 경우, 망설임 장음화가 나타난 강세구와 그렇지 않은 일반 강세구를 음절별로 나누어 그 길이의 차이가 통계적으로 의미가 있는지 t-검정을 이용하여 확인하였다(p<.05). 1음절어의 경우는 일반 강세구보다 망설임 장음화가 포함된 강세구의 지속시간이 평균적으로 길게 나타났으나 통계적으로 유의미하지는 않았다. 2음절어에서 5음절어까지의 강세구의 경우, 망설임 장음화가 포함된 강세구와 일반 강세구의 지속시간의 차이가 통계적으로 유의미하였다. 6음절과 7음절어의 경우는 망설임 장음화가 포함된 강세구의 예가 각각 하나로서 그 통계적 유의미성을 파악하기에는 자료가 부족하였다. 다음 <표 3>은 1음절어에서 5음절어까지의 일반 강세구와

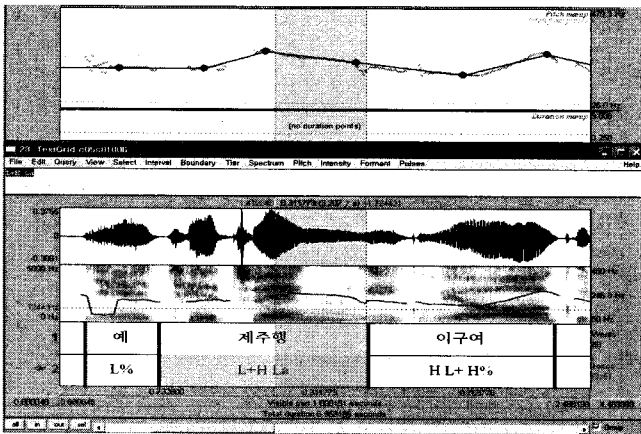


그림 6. 발화 “제주행이구여”에서 ‘제주행’의 마지막 음절인 ‘행’이 장음화된 예

Figure 6. The syllable 'hAN' in 'jejuhANiguyE' is lengthened.

망설임 장음화가 포함된 강세구의 지속시간의 평균을 표준편차와 함께 나타낸 것이다. 망설임 장음화가 관찰된 억양구는 그 수가 많지 않아서(3음절어 2개, 4음절어 1개, 5음절어 2개), 장음화가 일어나지 않은 억양구와 지속시간의 차이가 있는지를 비교하는 것은 의미가 없다고 보았다.

요약하면, 자유 발화 음성에서는 억양구말 장음화라고는 볼 수 없는 장음화가 빈번하게 관찰되는데, 이는 발화 계획에 기인한 망설임에 의하여 야기되고, 억양구말 장음화와 적어도 세 가지 면에서 다른 특성을 보여 억양구말 장음화와는 별도로 자유 발화 음성의 고유한 망설임 장음화로 범주화하여야 함을 보였다. 다음에서는 망설임 장음화를 포함한 자유 발화 음성에서 관찰되는 억양 패턴을 낭독체 음성과 비교하여 살펴보기로 한다.

표 3. 일반 강세구와 망설임 장음화가 포함된 강세구의 평균 지속시간(단위: ms) 및 표준편차: 음영으로 표시한 경우는 통계적으로 유의한 차이가 있음을 나타냄.

Table 3. The mean duration of ordinary APs and APs with Hesitation Lengthening: The shaded cells denote their statistical difference.

	일반 강세구	망설임 장음화가 포함된 강세구
1음절	293.38/15.88	363.68/3.86
2음절	327.17/10.21	542.64/21.87
3음절	422.96/13.71	730.2/58.41
4음절	538.10/18.17	860.85/55.23
5음절	646.78/12.25	976.44/179.77

4. 분석 결과

분석 대상이 되는 96개의 발화는 모두 필자에 의하여 강세구 (AP)와 억양구(IP) 경계를 표시한 후, 모델을 이용하여 추출한 억양 목표점을 기준으로 억양 패턴을 레이블링하여 최종적으로 541개의 강세구와 335개의 억양구, 총 876개의 억양 단위로 레이블링되었다. 이때 강세구의 평균 지속시간은 515.08ms, 평균

음절수는 3.28음절이었으며, 억양구말 강세구의 평균 지속시간은 648.34ms, 평균 음절수는 4.13음절이었다. 그리고 억양구의 평균 지속시간은 1478.02ms, 평균 음절수는 9.41음절이었다.³⁾ 다음에서는 레이블링한 데이터를 바탕으로 강세구와 억양구의 경계 성조 패턴을 살펴볼 것인데, 여기에서의 강세구는 억양구 경계 성조가 포함된 억양구말 강세구는 제외되었다.

4.1 강세구 패턴

<그림 7>은 데이터 분석을 통하여 얻은 강세구 패턴의 빈도수를 백분율로 나타낸 것이다. [28]의 낭독체 음성 분석 결과와 비교해 볼 때, 자유 발화 음성에서는 낭독체 음성에서 나타나는 강세구 가운데 HHLL을 제외한 모든 강세구 패턴이 나타나고 그 분포에 있어서도 비슷한 양상을 보인다고 할 수 있다. 즉, 모두 HH와 LL을 하나의 평균인 LT(level tone)로 묶으면, 낭독체와 자유 발화 음성 모두에서 LH > LHL > LT > HL의 순으로 나타난다. 다만, <그림 8>과 같이 낭독체 음성에서는 LH 패턴이 44.30%, LHLH 패턴이 8.04%로 비교적 높은 데 반하여 대화 음성의 경우는 LH 패턴이 20.52%, LHLH 패턴이 2.77%로 그 빈도가 훨씬 적은 것을 볼 수 있다. 또한, 낭독체 음성에 비하여 자유 발화 음성에서는 LHL 패턴이 조금 더 많이 나타난 것을 볼 수 있다.

위에서 이미 언급한 대로 낭독체 음성과는 달리 자유 발화 음성의 경우는 망설임 장음화가 강세구에서 많이 나타나는데, <그림 7>에서 보듯이 그 비율이 전체 분석 대상이 된 강세구

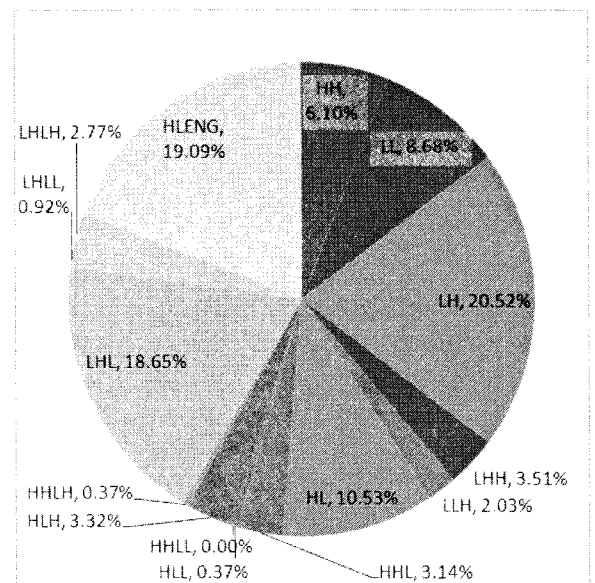


그림 7. 자유 발화 음성의 강세구 패턴 출현 빈도 백분율
Figure 7. The frequency percentage of AP patterns in spontaneous speech

3) [21]은 강세구의 평균 음절수를 3.2음절로 보고하였으며, [32]는 낭독체와 대화 음성의 평균 음절수를 각각 3.35음절과 3.43음절로 보고하고 있다.

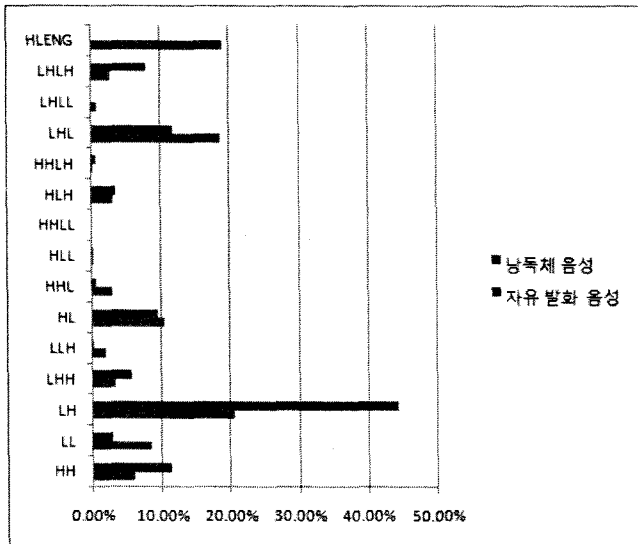


그림 8. 자유 발화 음성과 낭독체 음성의 강세구 패턴 출현 빈도 비교

Figure 8. Frequency comparison of AP patterns between spontaneous speech and read speech

데이터 가운데 19.09%로 높은 비율을 차지하는 것을 볼 수 있다.

<표 4>는 망설임 장음화가 나타나는 강세구의 억양 패턴을 나타낸 것으로, 거의 모든 강세구 패턴에서 망설임 장음화가 관찰되는 것을 볼 수 있다. 또한, 망설임 장음화가 관찰되는 성조를 살펴보면 H 성조에서 장음화되는 경우가 29%, L 성조에서 장음화가 되는 경우가 67%, 그리고 H와 L 두 개의 성조가 동시에 장음화되는 경우가 4%이었다.

표 4. 망설임 장음화를 보이는 강세구 패턴(‘=’는 장음화된 성조를 표시)

Table 4. AP patterns with Hesitation Lengthening (= refers lengthened tone(s).)

강세구 패턴	망설임 장음화가 나타나는 강세구 패턴	빈도 백분율(%)
LT	HH=	4
	LL=	11
LH	LH=	8
	L=H=	1
LHH	LHH=	4
LLH	LL=H	2
LHL	LHL=	30
	LH=L	5
LHLL	LH=L	1
	LHLL=	3
	LHL=L	2
LHLH	LHL=H	1
HL	HL=	2
		12

	H=L	4
	H=L=	1
HHL	HHL=	1
	HH=L	2
HLH	HLH=	1
	HL=H	1
HHLL	HHL=L=	1
	HH=LL	1
		100

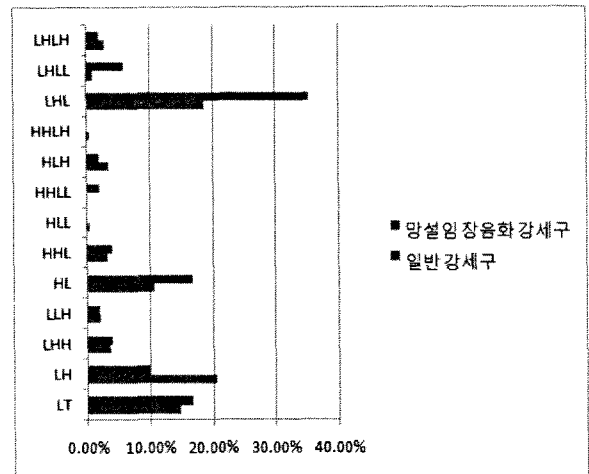


그림 9. 일반 강세구와 망설임 장음화가 포함된 강세구의 억양 패턴 빈도 비교(LT: level tone, 평조)

Figure 9. Frequency comparison of AP patterns between ordinary APs and APs with Hesitation Lengthening (LT: level tone)

<그림 9>는 일반 강세구와 망설임 장음화가 포함된 강세구의 억양 패턴을 비교한 것으로, <그림 7>의 일반 강세구에서와 같이 LT, LH, HL, LHL 패턴이 많이 나타나는 것을 볼 수 있는데, 이 가운데 특히 LHL 패턴이 장음화가 포함된 강세구에서 두드러지게 많이 관찰되는 것을 볼 수 있다. 따라서 음절 위치와 성조를 종합하여 볼 때, 강세구에서 망설임 장음화는 어말 음절에서, 그리고 L 성조에서 많이 일어나는 경향을 보인다고 정리할 수 있겠다.

4.2. 억양구의 경계 성조 패턴

억양구 경계 성조로는 낭독체 음성에서의 마찬가지로[28] L%, HL%, LH%, LHL%의 5개의 패턴이 각각 문장의 중간과 문장의 끝에 나타났다<표 5>. <그림 10>은 자유 발화 음성에서의 억양구 경계 성조 패턴의 출현 빈도 백분율을 낭독체 음성과 비교한 것이다. 낭독체 음성은 하강 성조(L%, HL%, LHL%)가 72.2%인데 반하여, 대화 음성은 하강 성조보다 상승 성조(H%, LH%)가 50.16%로 더 많이 실현되는 것을 볼 수 있다. 낭독체의 경우에 있어서 상승조는 의문문에서 일반적으로 실현되는데, 대화 음성의 경우에는 평서문에서도 상승조가 많이 나타난다. 억양이 문장의 의미 및 기능과 직접적인 관련이 있는 발

화 끝에 나타나는 억양구는 108개가 관찰되었는데, 이 가운데 상승조가 의문문에서 실현된 경우는 42개이고 평서문에서 실현된 경우는 66개로, 낭독체와는 달리 평서문이 상승조로 실현되는 많은 예를 볼 수 있었다. <그림 11>은 서술문 끝에서 경계 성조 LH%가 실현된 예이다.

<그림 10>에서 보면 자유 발화 음성의 억양구 경계 성조 패턴에 있어서 관찰되는 또 하나의 특징은 낭독체 음성의 경우에는 H%와 L%와 같은 단일 성조가 44.98%의 높은 분포를 보이는데, 자유 발화 음성의 경우에는 경계 성조로 복합 성조(contour tone)인 LH%와 HL%, 그리고 LHL%가 나타나는 비율이 77.92%로 낭독체 음성에서의 55.21%로, 복합 성조가 훨씬 빈번하게 관찰되는 것을 볼 수 있다.

표 5. 자유 발화 음성의 억양구 경계 성조 빈도와 그 백분율

Table 5. The frequency and its percentage of IP boundary tones

패턴	문장 중간		문장 끝		전체	
	빈도	%	빈도	%	빈도	%
L%	9	8.65	56	24.24	65	19.41
HL%	44	42.31	59	15.54	103	30.75
LHL%	1	0.96	8	3.46	9	2.69
H%	18	17.30	58	25.10	76	22.69
LH%	32	30.77	50	21.65	82	24.48
계	104	100	231	100	335	100

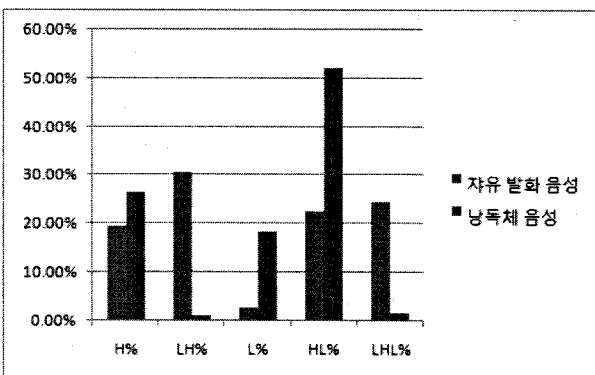


그림 10. 자유 발화 음성과 낭독체 음성의 억양구 경계 성조 출현 빈도 비교

Figure 10. Frequency comparison of IP boundary tones between spontaneous speech and read speech

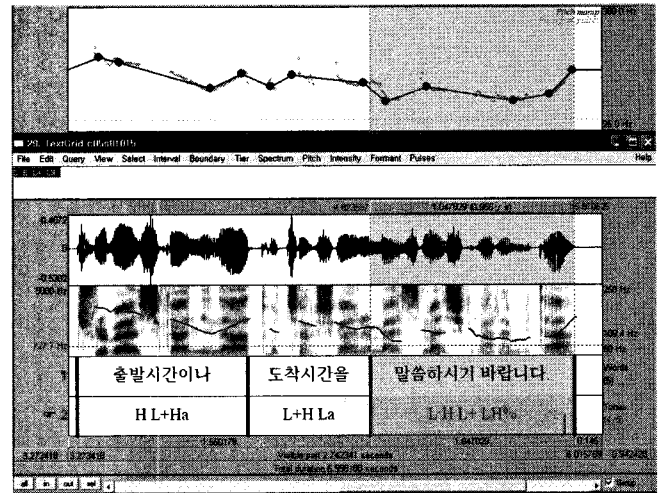


그림 11. 서술문에서 경계 성조 LH%가 실현된 예: “출발시간이나 도착시간을 말씀하시기 바랍니다.”에서 ‘말씀하시기 바랍니다’의 마지막 음절인 ‘다’가 LH%로 실현됨.
Figure 11. An example of the boundary tone LH% appearing at the end of an assertive sentence

5. 논 의

지금까지 본 논문에서는 여행사 직원과 고객 간의 여행 계획 상담 대화 음성 데이터 분석을 통하여 자유 발화 음성에서 나타나는 억양 패턴의 특성을 살펴보았다. 이 연구는 기본적으로 강세구는 마지막 음절에 상승조(LHa)가 나타나고, 억양구는 마지막 음절의 경계 성조와 어말 장음화(final lengthening)를 특징으로 하는 억양 모델[22]을 기반으로 하는데, 자유 발화 음성에서는 억양구말 장음화라고는 볼 수 없는 장음화가 빈번하게 관찰되어 억양 모델에 지대한 영향을 끼치게 되므로 먼저 그 특성을 규명할 필요가 있었다. 이러한 장음화 현상은 자유 발화 음성에서 나타나는 비유창성의 한 현상으로, 낭독체 음성에서는 나타나지 않는 발화 계획(planning)에 기인한 자유 발화 음성의 고유한 한 현상으로서 ‘망설임 장음화’라는 이름으로 범주화하였다. 본 연구에서 망설임 장음화는 특히, 전체 강세구에서 19.09%의 높은 비율로 나타났다.4) 영어에 있어서는 비유창성 현상 가운데 유성 휴지와 반복이 높은 비율을 차지하는 것으로 알려져 있는데[5], 아직까지 [31]외에 한국어의 비유창성 현상에 대한 연구가 없으며, [31]도 비유창성을 유성 휴지와 반복/수정만을 제한적으로 다루고 있어, 본 연구에서 다룬 망설임 장음화

4) 이와 같이 강세구에서 망설임 장음화가 높은 분포를 보이는 이유는 본 논문의 심사 위원 가운데 한 분이 지적한 바와 같이 본 연구에 사용된 음성 코퍼스가 여행 계획이라는 특정 영역에서 여행사 직원과 고객 간에 특정한 정보(여행 날짜, 교통편, 출발 및 도착 시간, 등)를 참조하거나 계획하는 과정에 기인한 것으로 추정해 볼 수 있다. 좀 더 정확한 원인을 고찰하기 위해서는 다양한 자유 발화 음성 데이터를 통한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

를 포함하여 한국어 자유 발화에서 나타나는 전반적인 비유창성 현상에 대한 연구가 필요한 실정이다.

자유 발화 음성의 강세구 패턴은 낭독체 음성에서 나타나는 억양 패턴들이 거의 동일한 분포로 나타나고, 그 분포에 있어서도 비슷한 양상을 보인다. 즉, 낭독체 음성의 경우에는 LH 패턴이 44.30%, LHLH 패턴이 8.04%로 비교적 높게 나타났는데, 자유 발화 음성의 경우는 LH 패턴이 20.52%, LHLH 패턴이 2.77%로 그 빈도가 적어지는 대신 LHL 패턴이 18.65%로 조금 더 많이 나타난 것을 볼 수 있었다. 이러한 현상은 [32]에서도 보고되고 있는 것으로, 낭독체 음성의 경우에는 상승조가 하강조보다 그 출현 빈도가 우세함에 반하여 자유 발화 음성에서는 하강조가 증가한다고 할 수 있다. 그리고 강세구에서 망설임 장음화가 나타날 때에는 어말 음절에서, 그리고 L 성조에서 많이 일어나는 경향을 보였다.

자유 발화 음성에서 억양구 경계 성조로는 낭독체 음성에서와 마찬가지로 L%, HL%, LH%, LHL%의 5개의 패턴이 나타난다. 하지만, 낭독체 음성은 하강 성조(L%, HL%, LHL%)가 72.2%인데 반하여, 대화 음성은 서술문 끝에서 경계 성조 LH%가 실현되는 등, 하강 성조보다 상승 성조(H%, LH%)가 50.16%로 더 많이 실현되는 것을 볼 수 있다. 자유 발화 음성의 문장 끝에서 실현되는 경계 성조는 [21]의 주장과 같이 문장 차원에서의 기능, 담화 차원에서 기능, 그리고 청자에 대한 태도의 표시 기능 등을 담당하는데, 이러한 기능이 경계 성조의 상승조로 실현되고 있다고 해석된다. 또한, 낭독체 음성의 경우에는 H%와 L%와 같은 단일 성조가 높은 분포를 보이는 데 반하여 (44.98%) 자유 발화 음성에서는 복합 성조가 77.92%로 훨씬 빈번하게 실현된다. 이러한 억양구 경계 성조에 나타나는 복합 성조도 자유 발화 음성의 특징으로서 향후 보다 많은 자료 분석을 토대로 하여 그 기능과 의미에 관한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

6. 결 론

본 논문을 통하여 한국어의 자유 발화 음성의 억양 패턴의 특징을 다음과 같이 정리할 수 있다. 발화 계획과 발화가 동시에 진행되는 자유 발화 음성에서는 비유창성 현상으로 망설임 장음화가 일어나는 것을 볼 수 있다. 이 망설임 장음화는 억양구말 장음화와 구별되고, 강세구와 억양구 모두에서 비교적 자유롭게 일어나는 현상으로 강세구와 억양구의 억양 패턴에 영향을 미치게 되므로, 한국어 자유 발화 음성의 억양 패턴은 이러한 망설임 장음화를 포함하여 설명되어야 한다. 망설임 장음화는 강세구의 내부에서 높은 출현 빈도를 가지고 실현된다. 망설임 장음화가 일어나는 강세구를 제외하면 자유 발화 음성의 강세구는 낭독체 음성에서 관찰되는 억양 패턴이 모두 나타나고 그 분포도 유사하지만, 낭독체 음성에서는 상승조 강세구의

출현 빈도가 우세한 반면에, 자유 발화 음성의 경우는 하강조가 많이 실현되는 것을 볼 수 있다. 마지막으로 자유 발화 음성의 억양구말 경계 성조는 낭독체와 같이 5개의 패턴이 나타나는데, 서술문 끝을 포함하여 상승조가 많이 나타나고 복합 성조가 많이 나타나는 것이 그 특징이라고 하겠다. 현재 후속 연구로 망설임 장음화에 대한 계량적인 연구가 진행되고 있고, 향후 망설임 장음화를 비롯한 비유창성 현상에 대한 체계적인 연구를 포함하여 한국어의 자유 발화 음성에 대한 다양한 각도에서의 많은 연구가 계속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Levelt, W. J. M. (1989). *Speaking: From Intention to Articulation*, MIT Press.
- [2] Clark, H. H. (1996). *Using Language*, Cambridge University Press.
- [3] Clark, H. H. & Wasow, T. (1998). "Repeating words in spontaneous speech". *Cognitive Psychology*, Vol. 37, No. 3, pp. 201-242, Dec.
- [4] Shriberg, E. E. (1994). "Preliminaries to a theory of speech disfluencies", Ph.D. dissertation, University of California, Berkeley, CA, USA.
- [5] Shriberg, E. (1996). "Disfluencies in SWITCHBOARD", *Proc. International Conference on Spoken Language Processing '96*, Vol. Addendum, pp. 11-14, Oct.
- [6] Shriberg, E. E. (1999). "Phonetic consequences of speech disfluency", *Proc. The 14th International Congress of Phonetic Sciences*, Vol. 1, pp. 619-622, Aug.
- [7] Heeman, P. A. (2001). "Modeling spontaneous speech events during recognition", *Universal Access in HCI: Toward An Information Society for All*, Vol. 3, CRC Press, pp. 334-338.
- [8] Oviatt, S. (1995). "Predicting spoken disfluencies during human computer interaction", *Computer Speech and Language*, Vol. 9, No.1, pp. 19 - 35, Jan.
- [9] Nakatani, C. H. & Hirschberg, J. (1994). "A corpus-based study of repair cues in spontaneous speech", *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 95, No. 3, pp. 1603-1616, Mar.
- [10] Furui, S., Nakamura, M., Ichiba, T., & Iwano, K., (2005). "Analysis and recognition of spontaneous speech using Corpus of Spontaneous Japanese", *Speech Communication*, Vol. 47, No. 1-2, pp. 208-219, Sep-Oct.
- [11] Nakamura, M., Iwano, K. & Furui, S., (2008). "Differences between acoustic characteristics of spontaneous and read speech and their effects on speech recognition performance", *Computer Speech and Language*, Vol. 22, No.2, pp. 171-184, Apr.
- [12] Lickley, R. J. (1994). "Detecting disfluency in spontaneous speech", Ph.D. dissertation, University of Edinburgh, Edinburgh, Scotland, UK.
- [13] Harmegnies, B. & Poch-Olivé, D. (1992). "A study of style-induced vowel variability: Laboratory versus spontaneous speech in Spanish", *Speech Communication*, Vol. 11, No. 4-5,

- pp. 429-437, Oct.
- [14] Greenberg, S., Carvey, H., Hitchcock, L. & Chang, S. (2003). "Temporal properties of spontaneous speech—a syllable-centric perspective", *Journal of Phonetics*, Vol. 31, No. 3-4, pp. 465-485, Jul-Oct.
- [15] Adda-Decker, M., Boula de Mareüil, P., Adda, G. & Lamel, L. (2005). "Investigating syllabic structures and their variation in spontaneous French", *Speech Communication*, Vol. 46, No. 2, pp. 119-139, Jun.
- [16] Howell, P. & Kadi-Hanifi, K. (1991). "Comparison of prosodic properties between read and spontaneous speech material", *Speech Communication*, Vol. 10, No. 2, pp. 163-169, Jun.
- [17] Bruce, G. & Touati, P. (1992). "On the analysis of prosody in spontaneous speech with exemplification from Swedish and French", *Speech Communication*, Vol. 11, No. 4-5, pp. 453-458, Oct.
- [18] Rossi, M. (1993). "A model for predicting the prosody of spontaneous speech (PPSS model)", *Speech Communication*, Vol. 13, No. 1-2, pp. 87-107, Oct.
- [19] Seong, C. & Hahn, M. (1996). "The prosodic analysis of Korean dialogue speech - through a comparative study with read speech", *Proc. International Conference on Spoken Language Processing '96*, Vol. 2, pp. 1037-1040, Oct.
- [20] Han, S. -H. (2000). "Boundary tones of intonational phrase-final morphemes in dialogues", *Speech Sciences*, Vol. 7, No. 4, pp. 219-234, Dec.
(한선희 (2000). "대화체 억양구말 형태소의 경계성조 연구", *음성과학*, 제 7권, 4호, pp. 219-234.)
- [21] Oh, S. -S. (2006). "Classification of sentence-final boundary tones for the development of Korean dialog systems", *Journal of Humanities*, Vol. 56, pp. 3-42, Dec.
(오승신 (2006). "대화형 음성인터페이스 시스템을 위한 국어 문말 경계억양의 분류", *서울대학교 인문논총*, 제 56집, pp. 3-42.)
- [22] Jun, S. -A. (2000). "K-ToBI (Korean ToBI) Labelling Conventions (ver. 3.1)",
<http://www.linguistics.ucla.edu/people/jun/ktobi/K-tobi.html>
- [23] Lee, H. -Y. (1999). "An acoustic phonetic study of Korean nuclear tones", *Malsori*, No. 38, pp. 25-39, Dec.
(이호영 (1999). "국어 핵억양의 음향음성학적 연구", *말소리*, 제 38호, pp. 25-39.)
- [24] Hirst, D. & Espesser, R. (1993). "Automatic modelling of fundamental frequency curves using a quadratic spline function", *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, Vol. 15, pp. 71-85.
- [25] Hirst, D., Di Cristo, A. & Espesser, R. (2000). "Levels of representation and levels of analysis for the description of intonation systems", *Prosody: Theory and Experiment*, Kluwer Academic Press, pp. 51-87.
- [26] <http://aune.lpl.univ-aix.fr/~auran/english/ressources.html>
- [27] <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
- [28] Kim, S., Yoo, H., Hong, H. & Lee, H. -Y., (2007). "A study on Korean intonation using Momel", *Malsori*, Vol. 63, pp. 85-100, Sep.
(김선희, 유현지, 홍혜진, 이호영 (2007). "Momel을 이용한 한국어의 억양 연구", *말소리*, 제 63호, pp. 85-100.)
- [29] Cole, J., Hasegawa-Johnson, H., Shih, C., Kim, H., Lee, E. -K., Lu, H., Mo, Y. & Yoon, T. -J. (2005). "Prosodic parallelism as a cue to repetition disfluency", *Proc. Disfluency in Spontaneous Speech Workshop '05*, pp. 53-58, Sep.
- [30] Shriberg, E. (2001). "To 'errr' is human: ecology and acoustics of speech disfluencies", *Journal of the International Phonetic Association*, Vol. 31, No. 1, pp.153-164, Jun.
- [31] Park, Y. -H. (2004). "Morpheme-based continuous speech recognition for Korean spoken language processing", Ph.D. dissertation, Sogang University.
(박영희 (2004). "한국어 대화음성 처리를 위한 형태소 기반의 연속음성 인식", *서강대학교 박사학위 논문*.)
- [32] Kim, S. (2001). "The interaction between prosodic domain and segmental properties: domain initial strengthening of fricatives and Post Obstruent Tensing rule in Korean", Ph.D. dissertation, University of California, Los Angeles, CA, USA.

• 김선희 (Kim, Sunhee)

서울대학교 인문정보연구소

서울시 관악구 관악로 599

Tel: 02-880-7735 Fax: 02-874-7787

Email: sunhkim@snu.ac.kr

관심분야: 음성학, 음운론, 음성언어처리

2005~현재 서울대학교 연구교수