

# 위장발화에 대한 연구

- 운율적 특성을 중심으로 -

조민하\* 노석은\* 송민규\*\* 신지영\*\*\* 강선미\*\*\*\*  
\* 고려대학교 민족문화연구원 음성언어정보연구실  
\*\* 미디어젠(주) \*\*\*고려대학교 국어국문학과  
\*\*\*\*서경대학교 컴퓨터과학과

## A Study On the Disguised Voice

- From a prosodic point of view -

Minha Cho\* Seogeun Nho\* Minkyu Song\*\* Jiyoung Shin\*\*\* Sunmee Kang\*\*\*\*  
\* Spoken Language Information Lab, Institute of Korean Culture, Korea Univ.  
\*\* MediaZen(Inc.) \*\*\* Department of Linguistics and Literature, Korea Univ.  
\*\*\*\* Department of Computer Science, Seokyeong Univ.

freejj@hanmail.net, senoh@ikc.korea.ac.kr, minks98@netian.com,  
shin jy@korea.ac.kr, smkang@skuniv.ac.kr

### Abstract

The aim of this paper is to analyze the phonetic features for disguised voice. In this paper we examined the features such as phonation types, pitch range, speech rate, intonation type and boundary tones etc. So the result of the analysis is as follows. : ① Phonation types are very important manner of disguised voice for male subjects. ② Pitch range and average of pitch value is very important cue for speaker verification. ③ pitch contour, speech rate and boundary tones can be a secondary cue for speaker verification.

### I. 서론

위장발화란 특정한 목적을 가지고 자신의 신분을 숨기기 위하여 자신의 목소리를 다른 사람의 소리처럼 변조하는 것을 말한다. 이러한 위장발화는 유괴, 납치 및 폭과 협박 등 범죄 현장에서 많이 사용되기 때문에

범음성학(Forensic Phonetics)의 분야에서는 오래 전부터 위장발화 연구에 관심을 가져왔다. 범죄자의 범행 증거를 입증해야하는 범음성학의 특성상 개인의 음성적 차이를 정확히 구별해내기 위한 객관적 능력이 필요했고 개인의 주관적 기억에 의존하는 청각적 판별보다는 과학적인 화자 식별(speaker verification) 방법을 원하게 되었다. 특히 1962년 Kersta가 성문(spectrogram)에 의한 화자 식별의 정확도가 99% 이상이라고 주장한 이후로 화자의 음성을 과학적으로 분석하여 화자를 확인하는 방법이 널리 사용되었으며 이러한 과학적 분석은 현재까지도 계속되고 있다.[1][2] 화자 식별의 방법은 청각적 방법, 시각적 방법(성문 분석법), 자동화자식별법 등 세 가지로 나눌 수 있다. 이 중에서 청각적 방법과 시각적 방법은 식별하는 시험자의 주관에 의해 결과가 영향을 받을 수 있다는 위험성이 있기 때문에 최근에는 자동화자식별법에 대한 연구

본 논문은 한국과학재단 목적기초연구  
(R01-1999-000-00229 -0) 지원으로 수행되었습니다.

1) 그러나 Kersta의 성문분석법도 시험자의 능력과 주관에 영향을 받으며 비교할 수 있는 동일한 텍스트가 있어야 한다는 약점이 있기 때문에 후에 많은 비판을 받았다.[2]

가 활발하게 진행되고 있다.[1][2]

본 연구의 목적은 특정한 화자의 보통발화와 위장발화를 음향음성학적으로 비교·분석함으로써 위장발화를 할 때 사용되는 주요한 운율적 특성들이 무엇인가를 밝히고, 아울러 범음성학 및 화자식별 등 관련 분야의 발전에 기여할 수 있는 정보를 제공하는 데 있다.

## II. 연구 방법

본 연구에서는 보통발화와 위장발화를 비교하기 위해 서울·경기 출신 23세 ~ 31세 남녀 총 20명에게 특정한 대본을 주고 보통 발화와 위장된 발화로 읽게 하였다.

녹음은 고려대학교 민족문화연구원 음성언어정보연구실 내에 있는 녹음실에서 하였고 오스트리아 AKG사의 C420B-Lock 마이크와 TASCAM DA-20 MK II DAT를 사용하여 녹음하였다. 16,000Hz, 16bit로 디지털화했으며 SCICON사의 PC-Quirer 6.0과 Centre for Speech Technology의 Wavesurfer 1.5를 이용해 녹음 자료를 분석하였다.

녹음 대본은 특정한 상황이 주어져있는 45개의 짧은 문장으로 이루어져 있는데, 2002년에 실제 일어났던 유괴 사건의 전화 통화 내용을 전사하여 사용하였다. 녹음 대본은 범인과 피해자 가족의 대화로 되어있으며 실험자가 가족 부분을 읽고 피험자는 범인의 부분만 읽게 하였다.

본 연구에서 비교·분석의 대상으로 삼은 위장발화의 특성은 ① 발성유형 ② 전반적인 음높이 변화 ③ 음높이 대역폭 ④ 발화속도 ⑤ 운율구 형성 유형 ⑥ 억양 실현 방법 ⑦ 억양구 경계의 변화 등 7가지이다. 이때 운율구 형성 유형과 억양구 경계 성조, 발화 속도 등을 관찰하기 위해 [3]에서 제시된 K-ToBI 시스템을 이용해 레이블링을 하였다.

## III. 분석결과

### 1. 발성유형

자료 분석 결과 위장을 하는데 사용된 발성 유형은 크게 세 가지로 나타났다. 짜내기 소리(Creaky Voice), 숨소리(Breathy Voice), 가성(Falsetto)이 그것인데 남성의 경우 짜내기 소리와 숨소리를 주로 사용하고 여성의 경우 가성을 많이 사용하는 것이 관찰되었다.

짜내기 소리의 경우 발성시 두 모뎀연골이 꼭 붙어서 성대의 윗부분만이 진동하며 나는 소리로 후두의 긴장을 필요로 하는 발성 방법이며 이때 음높이의 저

하가 수반된다.[4][5] 짜내기 소리는 성대가 열려 있는 기간이 짧고 닫혀 있는 기간이 길며 보통 발성이나 숨소리에 비해 고주파수 쪽의 에너지가 더 높게 나타난다.[4][5][6][7]

피험자 중에서는 <남성 1>, <남성 4>, <남성 5>, <남성 7>, <남성 9>, <남성 10>이 짜내기 소리를 사용했으며 여성의 경우 <여성 4>가 짜내기 소리를 사용했다.

숨소리의 경우 두 성대의 거리가 멀리 떨어져 있으나 폐에서 나오는 기류의 양이 많아서 두 성대가 진동을 하며 나는 소리로 성대가 열려 있는 기간이 길고 닫혀 있는 기간이 상대적으로 짧다.[4] 그리고 스펙트로그램에서 기식이 많이 섞여있는 것이 관찰된다.

피험자 중에서는 <남성 3>, <남성 6>, <남성 10>이 숨소리를 위장 발화의 수단으로 사용했다.

가성은 짜내기 소리나 숨소리처럼 발성유형의 변화만으로 위장의 효과를 얻기보다는 음높이 대역폭의 변화를 통해 위장의 효과를 얻는다. 가성을 사용하면 음높이 대역폭이 보통의 발성에서 나타나는 음높이 대역폭 보다 평균 약 3배 정도의 높게 나타난다.[5] 발화시 실현되는 음높이와 그 대역은 개인의 차이를 가장 잘 드러내주는 단서 중의 하나이기 때문에[8] 음높이에 변화를 주는 것은 좋은 위장의 수단이 된다.

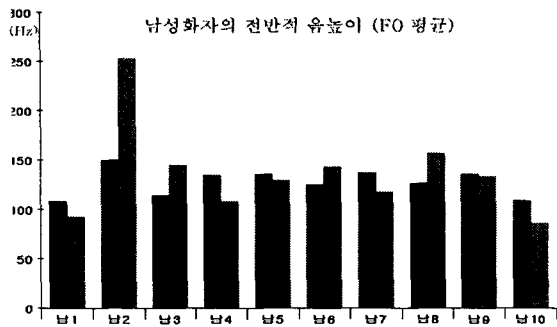
피험자 남성 중에서는 <남성 2>만이 가성을 사용했고, 여성의 경우에는 <여성 2>, <여성 6>, <여성 7>, <여성10>이 위장의 수단으로 가성을 사용했다.

일반적으로 짜내기 소리와 숨소리, 가성 등 발성 유형의 변화는 언어학적으로 큰 의미를 가지지는 못하지만 이와 같이 위장 발화의 수단으로는 활발하게 사용되고 있다. 특히 위장발화를 할 때 사용하는 발성유형은 남성에게 있어서 보다 중요한 의미를 갖는 것으로 보인다.

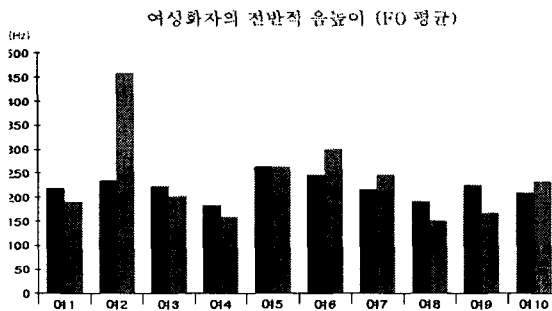
### 2. 전반적인 음높이(F0 평균값)

앞서 언급한 바와 같이 화자의 개인적인 특성을 잘 나타내주는 것은 음높이(pitch)이다.[8] 따라서 화자 식별에서 화자의 음높이에 대한 분석은 매우 중요한데, 위장음성에 대해 연구한 [9]에서도 위장발화시 높낮이의 최저값과 최고값의 차이가 개인 식별에 도움이 되고 있음을 밝히고 있다. 하지만 [9]에서 측정된 높낮이의 평균값은 “만원을”이라는 세 음절에 국한된 것이다. 이 “만원을” 부분은 앞에 “팔천”이라는 숫자가 붙어 있기 때문에 “팔천/만원을/”이나 “팔천만원을/”처럼 화자가 강세구 유형을 달리해 읽을 경우 음의 높이값이 다르게 나타날 수 있다. 따라서 본 연구에서는 높낮이 측정의 범위를 보다 넓혀서, 강세구와 억양구를 모두 포함하는 “아홉 시 사십 분 위생병원 건너편 영원다방 2

층으로 혼자 나와.” 부분의 음높이 값을 모두 측정해서 음높이의 평균값을 구했다.



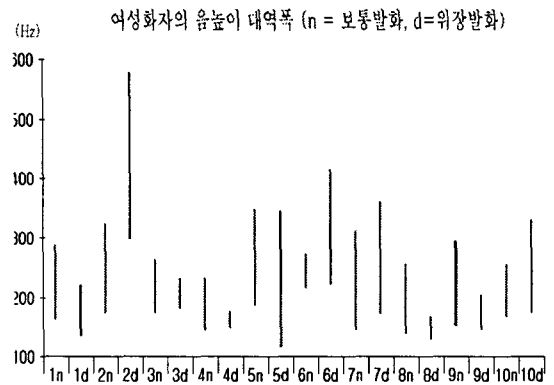
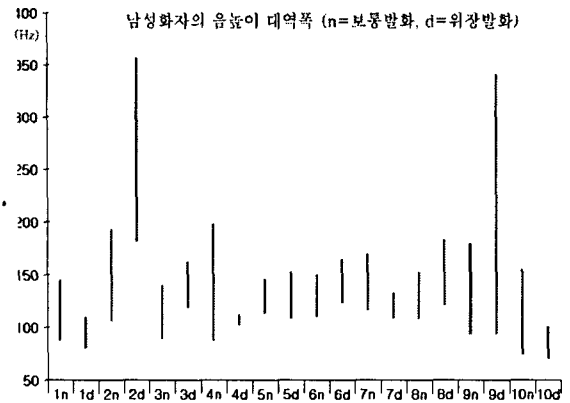
남성의 경우 가성을 사용한 <남성 2>를 제외하고는 전반적인 음높이 값에 큰 차이가 보이지 않았다.



여성의 경우에도 매우 높은 음높이의 가성을 사용한 <여성 2>를 제외하고는 전반적인 음높이 값에 큰 차이가 보이지 않았다.

### 3. 음높이 대역폭(pitch range)

음높이 대역폭이란 발화자가 그 문장을 발화할 때 사용한 가장 높은 음높이와 가장 낮은 음높이의 범위를 말하는 것으로 한 사람이 개인적으로 만들어내거나 변화시킬 수 있는 한계치이다.[10] 사람마다 사용하는 음높이의 대역에는 개인적인 차이가 있다.



여성의 경우 남성에 비해 보통발화와 위장발화 사이에 음높이 대역폭에서 많은 차이가 난다.

### 4. 발화 속도

[9]에서는 위장음성에서 전체적인 발화속도가 느려진다는 분석 결과를 제시했다. 하지만 본 연구에서는 위장발화를 할 때 발화 속도가 항상 느려지는 것은 아니며 발화속도가 상당히 빠르게 나타나는 경우도 있었다. 특히 <남성 2>와 <여성 7>의 경우 위장발화에서 상당히 빠른 발화속도를 가진 것으로 나타났다. 발성 유형과 관련해서는 짜내기 소리를 사용한 화자의 경우는 모두 발화 속도가 느려졌으며 빠른 발화속도를 보인 <남성 2>와 <여성 7>은 가성을 사용했다. 또한 보통발화와 위장발화 사이에 발화 속도에 차이가 그리 크지 않은 경우도 있어서 발화 속도의 차이는 위장발화에 있어서 필수적인 요소는 아닌 것으로 보인다.

### 5. 운율구 형성 유형

발화자가 긴 문장을 읽을 때 운율구를 형성하는 방법은 화자 개인의 성향에 따라 다르게 나타난다. 곧 운율구 형성 유형에 개인적인 특성이 반영되어 있다는 것이다. 따라서 같은 문장이라도 화자에 따라서 끊어

읽는 곳이 다르게 나타나며 당연히 억양도 다르게 나타난다.

<남성 3> 보통발화 · 위장발화  
아홉 시 / 사십 분 / 위생병원 / 건너편 / 영원다방 / 이 층으로 / 혼자 나와//  
<여성 7> 보통발화 · 위장발화  
아홉 시 / 사십 분 // 위생병원 / 건너편 // 영원다방 / 이 층으로 / 혼자 나와//

위의 예에서 보면 <남성 3>의 경우 하나의 억양구(IP)와 7개의 강세구(AP)로 문장을 읽어 보통발화와 위장발화의 강세구 형성 유형이 같은 것을 볼 수 있다.

한편 <여성 7>의 경우도 보통발화와 위장발화에서 같은 강세구 형성 유형을 보인다. 하지만 억양구의 숫자가 많다는 점에서 <여성 7>과 <남성 3>은 서로 다른 강세구 형성 유형을 보인다. 여기에서 강세구 형성 유형에 나타나는 개인별 차이를 관찰할 수 있다. 그러나 운율구 형성 유형은 발화 속도의 차이에 의해 강세구가 억양구로 실현되거나 운율구가 사라지는 등, 변화가 자주 일어나고 발성 유형 등에 의해 영향을 받기 때문에 위장 발화에서 나타나는 주요 특성으로 보기는 어렵지만 어느 정도 개인적 특성을 포함하고 있기 때문에 화자 식별의 부수적인 단서로 사용할 수 있다.

## 6. 억양 실현 방법

좁은 의미에서 억양이란 문장의 전체에 얹혀있는 음높이 곡선을 말하는 것으로 문법적 기능을 하거나 의미의 차이를 수반하는 다양한 역할을 한다.[10][11] 이때 음의 높낮이 차이가 클수록 듣는 사람에게는 억양의 차이가 더 쉽게 지각된다.

본 연구에서는 위장 발화를 할 때 억양을 단조롭게 실현하거나 또는 역동적으로 실현하는 등 위장 발화의 수단으로 억양 실현 방법을 바꾸는 것을 확인할 수 있었다. <남성 2>, <남성 4>, <여성 1>, <여성 3>, <여성 8>의 경우 단조로운 억양 실현을 보였고 <남성 2>, <여성 6>, <여성 7>의 경우 역동적인 억양 실현 양상을 보였다.

발성 유형과 관련해서 보면 짜내기 소리를 낼 경우 억양의 단조로운 실현이 나타났고 가성을 사용한 경우 역동적인 실현 양상을 보였다. 이는 짜내기 소리가 음높이의 감소를 수반하는 발성유형이고 가성의 경우에는 실현할 수 있는 음높이의 대역폭이 넓어지기 때문에 그만큼 높낮이의 조절 범위가 넓어져서 나타나는 현상으로 해석할 수 있다.

## 7. 억양구 경계 변화

위장발화를 할 때 억양구 경계에서 많은 변화가 나

타나는 것을 관찰할 수 있었다. 억양구 경계에서 나타나는 변화로는 크게 경계성조의 변화와 마지막 음절의 길이 변화를 들 수 있다.

억양구 경계 성조의 변화는 다시 크게 두 가지로 나눠 볼 수 있다. 첫째는 억양구 경계성조가 L%로 나타나는 것으로, 이는 [9]에서 언급된 것처럼 협박조의 말씨에서 나타나는 위압적인 인상을 준다. 두 번째는 억양구 경계성조가 LHL% 등의 복합 성조로 나타나는 것이다. 이러한 복합성조는 억양구 마지막 음절의 장음화를 수반하는데 억양구 마지막 음절 길이 변화는 전체 문장에 어감의 차이를 가져온다.

## IV. 결론

이상에서 살펴본 바와 같이 목소리를 위장발화를 할 때 중요하게 변화하는 특성은 발성유형과 음높이의 대역폭이었고 상대적으로 큰 변화가 없어 화자의 특성을 살펴볼 수 있는 것은 전반적인 음높이였다.

남성의 경우 대부분의 화자가 발성 유형을 변화시켰으며, 발성유형만 변화시키고 다른 특성의 변화가 관찰되지 않는 경우도 있는 것으로 보아 발성 유형의 변화가 가장 중요한 위장의 수단이 되고 있음을 알 수 있었다. 여성의 경우에는 발성유형의 변화가 남성에 비해 덜 중요하게 여겨지고 있으며, 가성의 사용에 의한 음높이의 대역폭 차이를 주요 위장 수단으로 삼으면서도 그 외 부수적인 특성들까지 함께 변화시키는 복합적 양상을 보이고 있다.

발성유형과 음높이 이외의 다른 특성들은 위장의 여부를 판단하는 데 있어서 중요한 단서가 되지 못하지만 부수적인 효과를 주는 특성들이다. 발화속도와 운율구 형성 유형, 억양구 경계 변화는 서로 밀접한 관련을 가지고 있으며 음높이의 변화와 억양 실현 방법도 서로 연관이 되어 있다. 또한 발성 유형이 달라지면 자연스럽게 발화 속도나 음높이의 차이에도 영향을 주기 때문에 위장발화의 주요특성과 부수적인 요소들 사이의 관계에 대한 세밀한 분석이 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 김진현, 홍수기, 장성길, “자동화자식별법에 대한 연구,” *국립과학수사연구소연보 제28권*, 1996
- [2] 차일환, 유영화, 박종철, 김윤희, “음성개인식별에 관한 연구,” *국립과학수사연구소연보 제16권*, 1984
- [3] Sun-Ah Jun, “K-ToBI (Korean ToBI) labelling conventions: Version 3”, *UCLA Working Papers*

- in Phonetics* . 99: 149-173. 2000
- [4] 신지영, *말소리의 이해*, 한국문화사, 2000
- [5] J. Laver, *Principles of Phonetics*, Cambridge University press, 1994
- [6] W. Hardcastle & J. Laver, *The Handbook of Phonetic Sciences*, Blackwell Publishers Ltd, 1997
- [7] Hansang Park, "*Temporal and spectral Characteristics of Korean Phonation*", The University of Texas, 2002
- [8] 홍수기, 김진현, 장성길, "음성의 Pitch 빈도분포의 개인성에 관한 연구", *국립과학수사연구소연보 제27권*, 366~371, 1995
- [9] 이현복, 박종철, 홍수기, "위장 음성 분석에 관한 연구", *국립과학수사연구소연보 제20권*, 49~59, 1988
- [10] 이호영, *국어음성학*, 태학사, 1996