

위장 발화 방법의 차이가 청취 판단에 미치는 영향*

송민창(고려대), 신지영(고려대), 강선미(서경대)

<차 례>

- | | |
|------------|--------------|
| 1. 서론 | 4. 분석 및 논의 |
| 2. 선행연구 | 4.1. 발화 지속시간 |
| 3. 실험 | 4.2. 음높이 범위 |
| 3.1. 실험 자료 | 4.3. 포먼트 |
| 3.2. 청취 실험 | 5. 결론 |

<Abstract>

The Effects of the Methods of Disguised Voice on the Aural Decision

Min-Chang Song, Jiyoung Shin, SunMee Kang

This study deals with the disguised voice (or voice disguise) in the field of forensic phonetics. We especially studied the effects of the methods of disguised voice on the aural decision. Within the nonelectronic-deliberate voice disguise area, the methods of disguised voice include use of lowered pitch, pinched nostrils, falsetto, and whisper. Ten (male:5, female:5) Seoul speakers made a recording of 16 sentences. In the aural test, 30 subjects listened normal and disguised voice. And they were asked to make a decision whether speakers identified or not. The result is as follows: The speaker verification of the falsetto and whisper was more difficult than the lowered pitch and pinched nostrils.

* Keywords: voice disguise, forensic phonetics, speaker verification, aural decision

1. 서론

우리는 직접 말하는 이와 대면하지 않고 그 사람의 목소리만으로도 누구인지 판단해 내는 능력이 있다. 왜냐하면 목소리에는 화자의 성별, 나이, 감정, 태도 등을 분별할 수 있는 여러 가지 정보들이 담겨져 있기 때문이다. 화자의 음성적 정보가 화자를 식별하는 중요한 기준이라면, 화자가 고의적으로 자신의 목소리를 위장할 때도 음성이 그러한 기준이 될 수 있는 것일까? 이러한 질문에 대한 대답은 범인의 음성과 용의자의 음성을 대조하기 위한 법음성학(forensic phonetics)적 연구나 사칭자(impostor)가 시스템에 접근하는 것을 막기 위한 화자 식별(speaker verification) 연구에 중요한 단서가 될 수 있다.

본 연구는 위장 발화의 방법들 중에서 주로 다루어지고, 실제 많이 사용되는 위장 방법을 분석하여 그 음성적 특징들을 선행 연구에서 주로 살펴보고자 한다. 위장 방법이 어떠한 음성적 특징을 가졌고, 또 그것이 실제로 화자를 식별하는데 어떠한 영향을 끼칠 것인가를 알아보기 위해서 본 연구에서는 청취 실험을 수행하였다.

청취 실험을 통해 위장 발화의 방법이 청자가 화자를 식별하는 데 영향을 끼치는지 확인하고, 그렇다면 위장 발화의 방법에 어떠한 음성적 특징이 있기 때문에 이러한 영향을 주는가를 음향음성학적으로 밝히는 것이 이 연구의 목적이다.

2. 선행 연구

위장 발화의 음성적 특징을 연구하기 위해서 먼저 위장 발화에 대한 정의가 선행되어야 할 것이다. 위장 발화라는 용어는 법음성학에서 음성 변조, 위장 음성으로 주로 사용된다. 특별히 Rodman (1998, 2000)에서 위장 음성(disguised voice)의 구체적인 예와 방법들을 자세히 정리하고 있다. Rodman (2000)에서는 위장 음성을 유형별로 나누었으며, 그에 따른 여러 가지 방법들도 제시하였다.

<표 1> Rodman (2000)에서 제시한 위장 음성의 유형

	전기적 장치를 사용	비전기적 장치 사용
의도적인 위장 발화	주파수 왜곡	가성으로 말하기
비의도적인 위장 발화	전자적 혼선	목이 쉬거나 감기걸린 목소리

Rodman (2000)은 위장 음성을 전기적 장치를 사용한 것과 사용하지 않은 것, 그리고 의도적인 것과 비의도적인 것으로 분류하여 네 가지 유형을 나누었다.

<표 2> Rodman (2000)에서 제시한 위장 음성의 방법

발성의 변화 (phonation)	음소의 변화 (phonemic)	운율의 변화 (prosodic)	얼굴 변형 (deformation)
가성 등의 높은 소리내기 (raise pitch)	방언 사용 (use of dialect)	억양 변화 (intonation)	코 잡고 소리내기 (pinched nostrils)
낮은 소리내기 (loered pitch)	외국어 강세 사용 (foreign accent)	강세 위치 변화 (stress placement)	꼭 물고 소리내기 (clenched Jaw)
짜내기 소리내기 (creak voice / glottal fry)	혀 짧은 소리 내기 (speech defect / feigning a lisp)	음소 길이 조절 (segment lengthening or shortening)	물건 물고 소리내기 (use of bite blocks / pipe-smoker speech)
속삭이는 소리내기 (whisper)	모방하기 (mimicry)	속도 조절 (speech tempo)	입술 내밀기 (lip protrusion)
숨소리 내기 (inspiratory)	과도한 비음 내기 (hyper-nasal / velum lowered throughout)		뺨 부풀리기 (pulled cheeks)
후두를 올리거나 낮추기 (raised or lowered larynx)			혀 움직이지 않기 (tongue holding)
			입에 물건 넣고 (objects in mouth)
			입 위에 물건 없고 (object over mouth)

또한 Rodman (2000)은 위장 음성의 방법을 발성의 변화(phonation), 음소의 변화(phonemic), 운율의 변화(prosodic), 얼굴 변형(deformation)으로 분류하여 다양하게 정리하였다.

위장 발화의 방법에 따른 청취실험은 Houlihan (1979)에서 보통 음성(normal), 낮은 음성(lowered), 가성(falsetto), 속삭이는 음성(whispered)으로 나누어 각각 남녀 화자에게 제시한 단어로 말하도록 하였다. 그리고 위장 음성을 단기간 훈련을 거친 청취자에게 판별하도록 하였다. 각각의 위장 방법에 따라 화자 판별률이 다르게 나타났으며, 남녀에 따라서도 달랐다. 하지만 청취자의 훈련기간이 짧고, 몇 단어에 대한 실험 결과였기 때문에 유의미한 결과라고 볼 수는 없었다.

국내에서는 국립과학수사연구소를 중심으로 70년대부터 법음성학에 관한 조사와 자료 정리가 이루어졌다. 그리고 80년대부터 물리학, 음향학, 음성학적인 관점의 연구들이 이루어지기 시작했다.

여러 범음성학 연구 중에서 특별히 이현복 외(1988)에서는 정상적인 소리와 코막은 음성의 위장 발화에 관하여 연구하였다. 성우 10명(남: 8명, 여: 2명)과 일반 남자 성인 9명 중에서 음질이 나쁘거나 방언으로 발화한 경우를 제외하여, 남자 8명과 여자 2명의 음성을 선정하였다. 실험 문장은 범죄 상황을 설정하여 7문장을 발화하게 했다.

이 연구에서 언어학적인 분석 결과는 대체로 위장된 말씨는 정상적인 말씨에 비해 목소리의 높이가 낮으며, 목소리가 굵어지고 커지며, 말의 속도가 느려진다는 것이다. 또한 위장 발화에서는 문장의 끝음절을 짧고 급격하게 끝맺으며 낱말 안에서 강세의 위치 앞으로 전진시키는 경향이 있으며, 억양 굴곡이 다양하게 나타나는 특성이 있다고 정리했다. 이러한 위장 발화의 음성 특징은 점잖고 위압적이며 단호하고 비타협적인 태도를 나타낸다고 이 연구에서는 결론을 내렸다.

음향음성학적인 분석을 통해서 위장된 말씨의 모음의 포먼트 값이 대체로 애매하게 나타나며, 위장 음성의 사용시 높낮이의 최저-최고값, 억양 및 세기는 개인 식별에 큰 도움이 되지 않는다고 결론지었다. 그러나 최저값과 최고값의 차이 및 지속시간은 개인 식별에 도움이 될 수 있음을 밝혔다. 또한 위장 음성과 정상 음성의 포먼트는 별다른 차이가 나지 않을 뿐 아니라, 개인마다 독특한 값을 지니고 있어 개인 식별을 하는데 유용한 정보라고 밝히고 있다.

본 연구는 음성학적인 연구를 지향하므로 전기적인 장치의 사용이나 비의적으로 일어날 수 있는 위장 발화는 배제하도록 하였다. 그래서 연구 범위를 고의적으로 자신이 아닌 것처럼 가장하기 위해 물리적 장치를 사용하지 않고 음성을 변화시키는 행위로 제한하였다.

또한 위장 발화의 방법을 선행 연구를 바탕으로 미리 지정하여 녹음하였고, 그 음성 특징에 따라 청취 판단에 어떤 영향을 줄 것인가에 주된 관심을 가지고 연구를 진행하였다.

3. 실험

3.1. 실험 자료

위장 발화의 방법은 선행 연구를 바탕으로 실제 위장 상황에서 많이 사용되는 방법들 중에 4가지를 선택하였다. 위장 발화의 방법은 다음과 같다.

- 1) 코 막고 말하기
- 2) 가성으로 말하기
- 3) 낮은 목소리로 말하기
- 4) 속삭이듯이 말하기

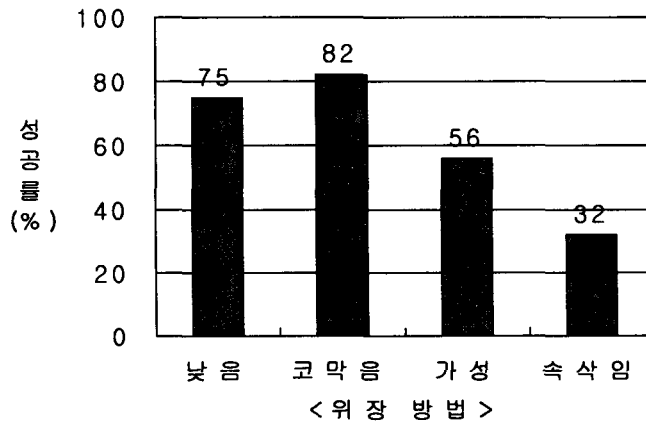
4가지의 위장 방법을 가지고 녹음한 문장은 다음과 같다. 세종 코퍼스 2001년 구어의 전화 음성을 바탕으로 어절 길이와 단어의 빈도, 음소 환경을 등을 고려하여 16개의 문장을 선정하였다. 문장은 다음과 같다.

- 1) 아니 안 되구.
- 2) 안녕하세요.
- 3) 또 얘기 안 했어?
- 4) 내일 카센터 앞으로 나와.
- 5) 그럼 또 뭐가 있어.
- 6) 일부러 오늘 전화 안 받은 거야?
- 7) 여보세요.
- 8) 내 사생활이 다 드러나는 거야.
- 9) 내가 뭘 원하는데?
- 10) 그래서 마음에 안 들어?
- 11) 왜 전화 안 되든?
- 12) 할 말 없음 끊어.
- 13) 그런 식으로 참견하지마.
- 14) 아 진짜 괴롭대니까.
- 15) 얘기 안 했어?
- 16) 택시 잡아타고 와.

3.2. 청취 실험

청취 실험 참가자는 20대 남녀 각각 15명씩 30명이 참가하였다. 실험은 방음실에서 스피커를 통해 녹음된 음성을 듣고, 정상 음성과 위장 음성이 동일인의 음성인지 아닌지를 판단하는 것이었다. 이 실험은 피험자가 처음 듣는 목소리에 대한 단기 기억(short term memory)을 통해 판단하는 것이므로 효과적인 실험을 위해 다음과 같은 순서로 진행되었다.

화자 1에 대한 정상 음성과 화자 5명 중 한 명의 위장 음성을 쌍으로 들려주고 정상 음성의 화자와 비교하여 동일인인지 판단하도록 하였다. 동일한 문장을 여러 번 반복해서 들려줄 경우, 청자의 판단에 영향을 끼칠 수 있으므로, 청취 실험 1회에 전체 문장을 한 번만 듣도록 하였다. 그리고 일정한 시간을 두고 이 실험을 반복해서 동일한 화자의 위장 발화를 포함하여 5번 시행함으로써 모든 화자에 대한 위장 유형을 다 들을 수 있도록 하였다.



<그림 1> 남자 음성의 위장 방법에 따른 판단 성공률

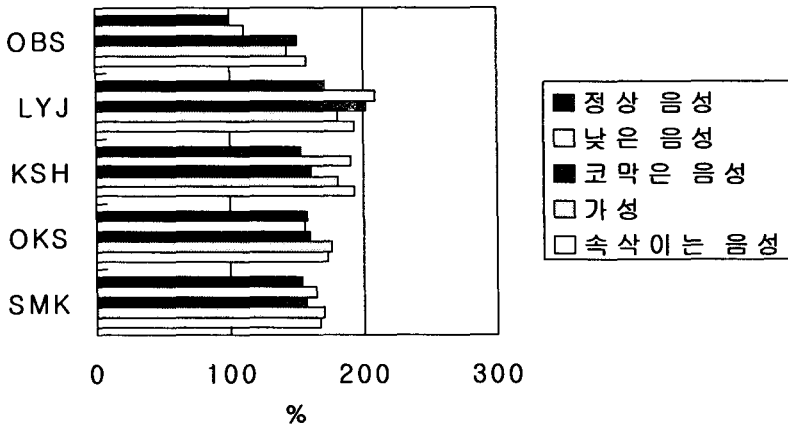
청취 실험 결과, <그림 1>에서 보여지듯이 실험에 참가한 청자들이 낮은 음성이나 코 막은 음성에 비해 가성이나 속삭이는 음성에서 화자 판단에 실패하는 것을 알 수 있었다. 낮은 음성이나 코 막은 음성은 화자의 정상 발화와 비교할 때 음성적 특성의 변화가 적다고 해석할 수 있는 반면, 가성이나 속삭임은 변화가 크다는 것으로 해석할 수 있다.

이러한 청취 실험에 결과를 뒷받침하기 위하여 위장 음성에 방법들이 가지는 음성 특징을 분석하여 보도록 하겠다.

4. 분석 및 논의

4.1. 발화 지속시간

발화 지속시간은 말의 빠르기와 관련이 있다. 말의 빠르기는 또한 분절음의 지속시간과도 관련이 있으며, 단어와 단어 사이, 문장과 문장 사이에 쉼을 얼마나 가지는가에 관련이 있다.



<그림 2> 화자와 위장 방법에 따른 발화 지속시간

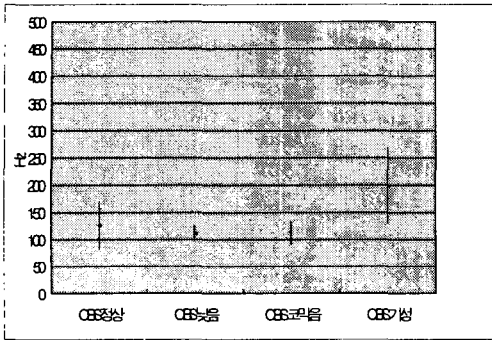
<그림 2>는 화자 OBS의 정상 음성을 기준으로 위장 발화의 방법과 화자에 따라 발화 지속시간이 어떻게 달라지는 지 보여주고 있다. 일반적으로 위장 발화는 정상 발화보다 발화 지속시간이 길어지는 것을 알 수 있다. 또한 전체적으로 화자 OBS가 발화 지속시간이 상대적으로 짧고, LYJ는 발화 지속시간이 길다.

위장 음성의 발화에서 발화 지속시간이 길어지는 것은 조음음성학적 관점에서 조음기관이 정상적으로 움직이지 않고, 평소의 습관과는 다른 조음 운동을 함으로 인해 부자유스러움과 공기압력의 부조화에 따라 시간이 연장되는 것으로 볼 수 있다[1].

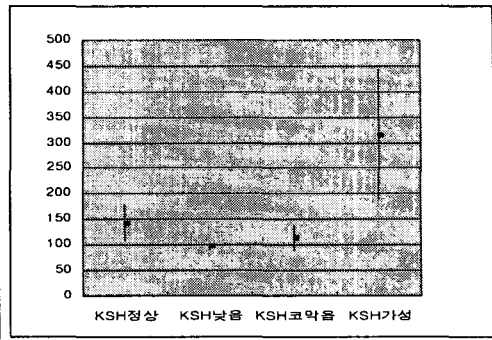
또한 화자에 따른 발화 지속시간의 차이는 전체 화자의 개인성을 특성 짓는 것은 아니지만, 화자 OBS와 LYJ의 차이가 청취 판단에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 발성 유형의 변화가 큰 가성이나 속삭이는 음성에서 화자 LYJ와 화자 OBS를 동일인이라고 판단하는 경우가 낮은 것을 통해 확인할 수 있다.

4.2. 음높이 범위

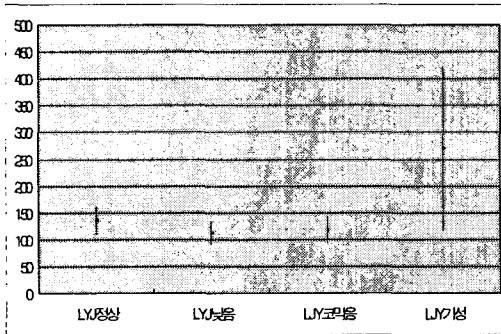
음높이는 이현복 외(1998)에서도 밝히듯이 일반적으로 최저값과 최고값은 음성의 유형 및 개인의 일관성보다는 유형에 따른 차이가 더 두드러진다는 것을 알 수 있다.



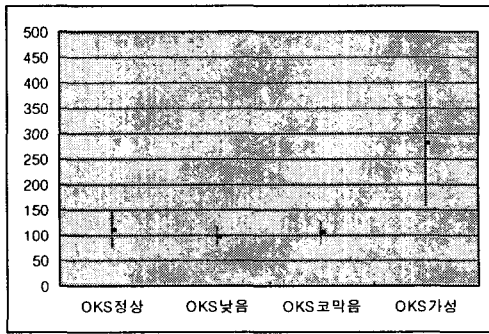
<그림 3> OBS의 음높이의 범위



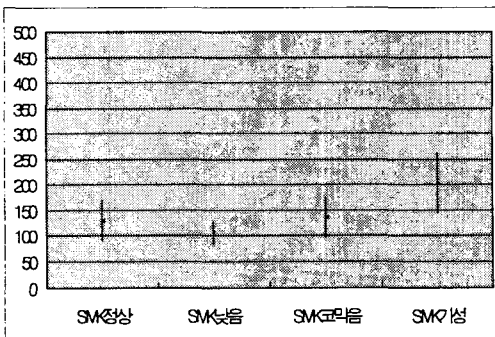
<그림 4> KSH의 음높이의 범위



<그림 5> 화자 LYJ의 음높이의 범위



<그림 6> 화자 OKS의 음높이의 범위



<그림 7> 화자 SMK의 음높이의 범위

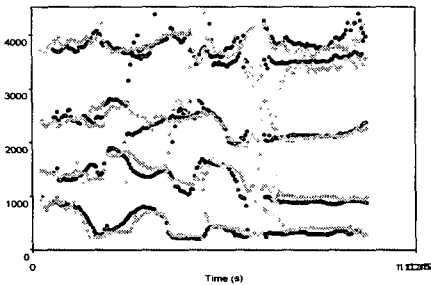
<그림 3>에서 <그림 7>까지는 화자에 따른 음높이의 차이를 보여준다. 다른 위장 음성보다 가성일 때 음높이 최저값과 최고값의 차이가 급격하게 달라진다. 속삭이는 음성이 빠진 것은 대부분 자음과 모음까지도 무성음화되는 경향이 있기 때문에 음높이를 측정하기가 어렵기 때문이다.

음높이의 차이도 발음 지속시간처럼 개인성을 특징짓지는 않는다. 하지만 가성으로 위장할 때, 화자 OBS와 SMK 음높이의 차이가 다른 화자에 비해 완만한 변화를 보인다. 다른 화자의 음높이가 급격히 올라가는 것과는 달리 보다 완만한

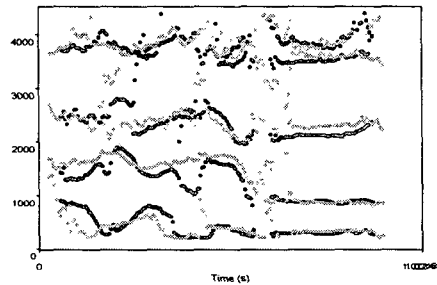
상승을 보이고 있다. 이러한 점에서 OBS와 SMK은 가성에서 위장의 정도가 다른 화자에 비해 크지 않다는 것을 알 수 있다. 그런 음성 특징이 청취 판단에 영향을 주기 때문에 가성에서 화자 SMK를 OBS로 판단하는 오류가 많이 나타난다.

4.3. 포먼트

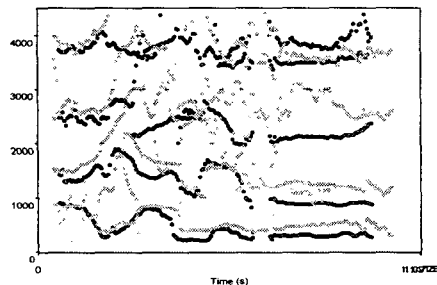
포먼트는 전통적으로 화자를 식별하는 데 중요한 요소로 인식된다. Fant (1960)의 음원-여과기 이론(Source-Filter Theory)에 비추어 생각하면 성대의 진동 회수와 관련된 기본 주파수(fundamental frequency), 즉 지각적인 음높이(pitch)에 비해 변화하기가 어려운 요인이라는 것을 알 수 있다. 포먼트는 화자의 성도 모양과 발화 습관과도 관련이 있기 때문에 의식적으로 변화되기 어려운 요인이다.



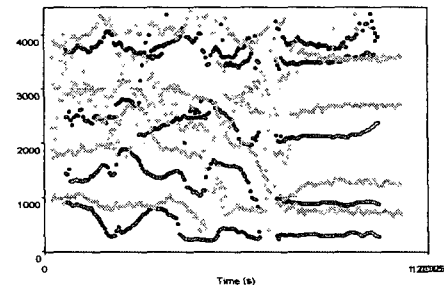
<그림 8> KSH의 정상 음성과 낮은 음성



<그림 9> KSH의 정상음성과 코막은 음성



<그림 10> KSH의 정상 음성과 가성



<그림 11> KSH의 정상 음성과 속삭이는 음성

<그림 8>과 <그림 10>에서 검은 점선은 정상 음성, 회색 점선은 각 위장 음성을 나타낸다. 음높이에 따른 포먼트의 변화는 화자 내에서 크지 않은 것으로 보고되고 있으며, 속삭이는 음성은 포먼트가 화자 내에서도 어느 정도 변화가 나타난다고 보고된 바 있다.

<그림 9>와 <그림 10>에서는 포먼트의 변화가 가성과 속삭이는 음성에서 두드러지게 나타난다. 그에 비해 낮은 음성과 코 막은 음성은 전체적으로 포먼트의 유

형이 유사하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이러한 차이는 청취 실험의 결과를 뒷받침하는 것이라는 것을 알 수 있다.

일반적으로 같은 문장에 대해서도 화자에 따라 포먼트의 곡선의 차이가 나타나지만, 화자 내에서는 포먼트가 유사하게 나타난다. 하지만 <그림 9>와 <그림 10>처럼 가성이나 속삭이는 음성은 다른 위장 음성에 비해 포먼트의 차이가 두드러지게 나타나고, 이것은 청취 판단 결과를 뒷받침한다.

5. 결 론

본 연구에서는 위장 발화의 방법 네 가지를 지정하여, 위장 발화의 방법에 따른 음성 특징이 청취 판단에 어떠한 영향을 끼치는가를 살펴보았다. 청취 판단의 결과 낮은 음성과 코 막은 음성에 비해서 가성과 속삭이는 음성이 청취 판단에 더 어려움을 주는 것으로 나타났다. 또한 위장 음성의 분석을 통해 그 이유에 대해 생각해 보았다.

위장 음성을 분석한 결과, 발화 지속시간은 정상 발화보다 위장 발화에서 더 길어지는 것을 알 수 있었다. 그러나 화자의 개인성의 특징짓지는 않는다. 하지만 발성 유형의 변화가 심한 가성과 속삭이는 음성에서는 화자간의 차이가 청취 판단에 영향을 줄 수 있다. 음높이 범위는 화자 내에서도 가성으로 위장할 때 두드러진 차이가 보인다. 하지만 화자에 따라 가성에서 음높이 범위의 차이가 있어 청취 판단에 영향을 준다. 포먼트는 낮은 음성이나 코 막은 음성에서는 변화가 적었지만, 가성이나 특별히 속삭이는 음성에서 상당한 차이를 보인다. 전통적으로 포먼트는 화자를 식별하는 중요한 요소라고 인식되어 왔는데, 이러한 포먼트의 차이가 크게 나타나는 위장 발화에서 화자 판단률이 낮아지는 요인이 되기도 한다.

이 연구에서는 남성 화자의 위장 발화의 방법이 청취 판단에 미치는 영향을 살펴보았다. 앞으로 여성 화자에 대한 위장 발화의 방법이 청취 판단에 미치는 영향에 대해서도 연구가 이루어질 것이다. 그에 따라 여성과 남성의 위장 발화의 차이와 청취 판단과의 관계에 대해서도 고찰해 볼 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이현복, 박종철, 홍수기, “위장 음성 분석에 관한 연구”, *국립과학수사연구소연보*, 20권, pp.49-59. 1988.
- [2] G. Fant, *Acoustic Theory of Speech Production*, Hague: Mouton & Co., 1960.
- [3] H. Hollien, *Forensic Voice Identification*, San Diego: Academic Press, 2002.
- [4] H. Hollien, *The Acoustics of Crime*, Plenum Pub Corp, 2000.
- [5] K. Houlihan, “The Effects of Disguise on Speaker Identification from Sound Spectrograms”, in *Current Issues in the Phonetic Sciences*, Amsterdam: J. Benjamins, B. V., pp.811-820, 1979.
- [6] R. D. Rodman, “Speaker Recognition of Disguised Voices”, *Speech Technology Conference on Speaker Recognition by Man and Machine*, pp.9-22, 1998.
- [7] R. D. Rodman, “Computer Recognition of Speakers Who Disguise Their Voice”, *International Conference on Signal Processing Applications & Technology*, 2000.
- [8] R. Phillip, *Forensic Speaker Identification*, London: Academic Press, 2000.

접수일자: 2003년 05월 14일

게재결정: 2003년 06월 12일

▶ 송민창(Min-Chang Song)

주소: 136-701 서울특별시 성북구 안암동 5가 1
 소속: 고려대학교 민족문화연구원 음성언어정보연구실
 전화: 02) 3290-2505
 E-mail: minchang@korea.ac.kr

▶ 신지영(Jiyoung Shin)

주소: 136-701 서울특별시 성북구 안암동 5가 1
 소속: 고려대학교 문과대학 국어국문학과
 전화: 02) 3290-1973
 FAX: 02) 926-8385
 E-mail: shinjy@korea.ac.kr

▶ 강선미(SunMee Kang)

주소: 136-701 서울특별시 성북구 정릉동 16-1
 소속: 서경대학교 컴퓨터과학과
 전화: 02) 940-7291
 FAX: 02) 919-5075
 E-mail: smkang@skuniv.ac.kr