

고설 모음 환경에서 한국어 자음의 지각적 구조

Perceptual Structure of Korean Consonants in High Vowel Contexts

배 문 정¹⁾
Bae, Moon-Jung

ABSTRACT

We investigated the perceptual structure of Korean consonants by analyzing the confusion among consonants in various vowel contexts. The 36 CV syllable types combined by 18 consonants and 2 vowels (/i/ and /u/) were presented with masking noises or in degraded intensity. The confusion data were analyzed by the INDSCAL (Individual Difference Scaling), ADCLUS (Additive Clustering) and the probability of the transmitted information. The results were compared with those of a previous study with /a/ vowel context (Bae and Kim, 2002). The overall results showed that the laryngeal features—*aspiration, lax and tense*—are the most salient features in the perception of Korean consonant regardless of vowel contexts, but the perceptual saliency of place features varies across vowel conditions. In high vowel (front and back vowel) contexts, sibilant consonants were perceptually salient compared to in low vowel contexts. In back vowel contexts, grave (labial and velar) consonants were perceptually salient. These findings imply that place features and vowel features strongly interact in speech perception as well as in speech production. All statistical measures from our confusion data ensured that the perceptual structure of Korean consonants correspond to the hierarchical structure suggested in the feature geometry (Clements, 1991). We discuss the link between speech perception and production as the basis of phonology.

Keywords: Speech perception, consonant confusion, perceptual saliency, feature geometry

1. 서 론

객관적인 대상이나 사건의 정체를 밝히는 가장 정확한 방법은 그들의 물리적 속성을 체계적이고 정량적으로 측정하는 것이지만, 이렇게 측정된 물리적 속성들은 그 대상이나 사건이 관찰자에게 알려지고 이해되는 방식을 바로 드러내주지 않는다. 말소리 지각의 연구 역사는 사건의 물리적 속성과 심적 표상(또는 지식) 간의 관계를 설명하는 것이 얼마나 어렵고 복잡한 일인지 잘 보여 준다 하겠다(Diehl, Lotto, and Holt, 2004).

음향 음성학 및 조음 음성학은 말소리의 물리적 속성들을 체계적으로 측정하고, 그 중 심리적으로 의미 있는 속성들을 추출

하고 선별하는 데서 꾸준한 발전을 이루었으며, 음운론 또한 선형음운론의 한계를 극복하고 말소리의 개인적, 사회적 지식의 형성에 대한 다양한 이론들을 제안하였다. 하지만 말 지각의 심리학 연구는 음향 음성학과 음운론의 발전을 적극적으로 수용하지 못했으며, 물리적인 말소리로부터 심리적인 말소리로 이어지는 지각의 과정을 설명하는 데서 그다지 큰 성과를 거두지 못했다(Fowler, 1995).

본 연구는 자음들의 지각적 혼동을 통해 여러 모음 환경에서 자음들의 지각적 구조가 어떻게 달라지는지를 살펴보고자 하였다. 이는 그동안 말 지각 연구들이 말 지각의 범주적이고 분절적인 측면만을 강조한 나머지 말소리의 역동적이고 구조적인 측면들을 이론 틀 내에서 수용할 수 없었던 문제를 극복하기 위한 시도의 하나이다.

1.1 선행 연구

말소리의 지각적 실제와 구조를 조사하기 위한 노력은 음성학과 음운론 연구의 초창기인 1950년대로 거슬러 올라간다.

1) 서울대학교 인지과학연구소 mjbae64@yahoo.co.kr
(이 논문은 학술진흥재단 해외 Post-Doc 연구지원사업 지원금으로 수행된 연구입니다. (지원번호: KRF-2005-H00006))

접수일자: 2009년 4월 30일
수정일자: 2009년 6월 9일
게재결정: 2009년 6월 11일

Miller와 Nicely(1955)는 영어의 16 개 자음을 백색 소음 속에서 들려주거나 저주파 또는 고주파의 음향들을 제거하고 들려주었을 때, 자음들 간에 일어나는 혼동 패턴으로부터 자음들의 지각을 조사하였다. 이후 많은 연구들(Wang & Bilger, 1973; Mitchell & Singh, 1974)이 여러 종류의 청취 조건(소음, 강도 약화 등)과 음성 맥락을 사용하여 영어 자음의 지각을 조사하였다. 그 결과, 영어 자음 지각에서 유성성과 비음성 그리고 마찰성(friction)은 지각적으로 두드러지는 반면, 조음 위치에 따른 차이는 잘 지각되지 않았다. 이 연구들은 당시 음운론에서 제안된 변별 자질의 심리적 실재를 확인하고, 말소리의 범주적 지각에 영향을 미치는 음향적 속성에 대한 단서들을 제공하였다는 측면에서 큰 의의를 가진다. 하지만 당시에는 혼동 자료로부터 심적 표상의 구조를 추출하는 통계적 방법이 발달하지 않았으며, 연구의 관심이 주로 변별 자질들의 원자(原子)적이고 독립적인 처리 속성을 밝히는 데 있었다.

배문정·김정오(2002)는 한국어를 사용하여 Miller와 Nicely(1955)의 연구를 반복하고, 한국어와 영어, 두 언어의 혼동 자료에 다차원 척도법과 군집 분석 등 새로운 통계 기법들을 적용하였다. 이 연구에서 그들은 한국어 자음 지각에서 변별 자질의 심리적 실재를 확인하였으며, 한국어와 영어 모두 변별 자질들이 지각적으로 비선형적 위계를 가진다는 것을 확인하였다. 이 결과는 음운 지식을 화자와 청자의 지각 및 조음 동작의 생물학적, 발달적 특성에 기초하여 설명하고자 하는 최근 음운론(비선형 음운론, 최적성 이론, 조음 음운론 등)의 방향과 잘 맞아 떨어지는 것으로 해석되었다.

본 연구는 배문정·김정오(2002)를 확대하여, 자음의 변이음을 유발하는 대표적인 모음인 ‘이’, ‘우’의 고설 모음 환경에서 자음의 지각을 조사하고, 자음과 모음의 지각이 상호 의존적이라는 것을 확인하고자 하였다.

자음과 모음 자질의 지각적 상호작용을 밝히는 것은 음운 현상의 지각적 동기를 명세하기 위해 필요한 기초 자료를 제공할 것이다. 전중호(Jun, 1997)는 비선형 음운론의 표상 구조와 최적성 이론의 기본 원리를 수용하고 영어와 한국어의 위치 동화 현상(변자음화 현상)의 차이를 조음 용이성(약화)의 제약과 지각적 특출성(유지)의 제약 순서로 설명하고자 하였다. 변별 자질의 지각적 특출성의 위계에 대한 기초 자료는 이러한 주장에 경험적 토대를 제공할 것이며, 나아가 비선형 음운론의 연구 성과들이 단어 재인 연구에 침투될 수 있는 길을 열어 줄 것이다.

1.2 지각 표상의 구조를 조사하는 방법들

물리적 대상들에 대한 심적 표상의 구조를 조사하는 가장 일반적인 방법은 대상들 간의 지각적 유사성(perceptual similarity)을 조사하는 것이다. 자연적으로 존재하는 복잡하고 역동적인 대상들의 물리적 속성을 일일이 기술하는 것은 대단히 방대한 작업이며, 또 이 중 어떤 특성이 자연적 범주들에 관여하는 지

를 결정하기는 참으로 힘들다. 따라서 지각적 유사성은 음성학의 초창기에서부터 음성적 범주를 결정하는 중요한 요인의 하나로 간주되었다(Trubetzkoy, 1958).

지각적 유사성은 대상을 한 유목으로 범주화하는 기준일 뿐 아니라 범주들 간의 심적 관계를 조사하는 기준으로도 사용된다. 즉, 서로 다른 범주에 속한 두 대상이 지각적으로 유사하다면 그 두 범주는 심적으로 보다 가까운 관계를 가질 것이기 때문이다. 범주들간의 유사성을 측정하는 방법은 유사성 평정(similarity rating), 지각적 혼동, 동일-상이 판단에서 반응 시간 등 다양한 방법이 사용될 수 있으나 이중 가장 객관적이고 많은 정보를 제공하는 실험 방법은 혼동 연구이다.

혼동 연구에서는 대상들을 지각적으로 제약된 상황에서 제시하고(물체의 경우, 시각적으로 짧게 제시하거나 자극의 선명도를 떨어뜨리는 등) 자극들의 정체 판단을 요구한다. 이때, 자극들 간에 일어나는 혼동 패턴으로 심적 표상의 구조를 조사하는 데, 대표적으로 사용되는 방법들이 다차원 척도법과 군집 분석이다. 이 다차원 척도법과 군집 분석은 각각 범주 표상의 구조에 대한 두 이론적인 접근, 즉 기하학적(geometric) 모형과 특질 대조(feature contrast) 모형을 대표하는 두 분석 기법이다. 표상 구조에 대한 기하학적 모형(Shepard, 1972)은 심적 표상의 구조를 기하학적 공간에 비유하고 대상(object)을 여러 차원들로 구성된 심적 공간에서 한 점으로 표상한다. 특질 대조 모형(Tversky, 1977; Tversky & Gati, 1982)에서는 대상들이 여러 특질들의 집합으로 표상되며 대상들의 유사성은 두 대상이 공유하는 특질과 대비되는 특질의 종류와 수에 의해 결정된다. 이때 각 특질들은 서로 다른 심리적 가중치를 가지기 때문에 자극의 유사성은 공유 특질과 대비 특질의 가중치의 선형적인 합으로 계산된다. 이해를 돕기 위해 이 두 모형을 음운론의 표상 구조에 적용하자면, 기하학적 모형은 비선형 음운론(Goldsmith, 1976; Clements, 1985; Sagey, 1986; Kim, 1987)의 표상 구조에, 특질 대조 모형은 Chomsky와 Halle(1968)의 SPE 체계에 비유할 수 있다.

본 연구에서는 다차원 척도법과 군집 분석을 다 적용하였으며, 각 분석 기법 중 비교적 최근에 개발된 개별차이 척도법(INDSCAL)과 가산 군집(ADCLUS) 기법을 사용하였다. 개별차이 척도법(이후 INDSCAL로 명명)은 다차원 척도법의 한 종류로 조건에 따라 차이가 있는 여러 개의 혼동 자료로부터 동일한 기저 차원을 추출한다. 이 분석 방법은 대상이 지각되는 맥락에 따라 기저 차원에 대한 주의적(attentional) 가중치가 어떻게 달라지는 지에 대한 정보를 제공한다(Nosofsky, 1986).

가산 군집 분석(이후 ADCLUS로 명명)은 특질 대조(feature contrast) 모형에 근거한 분석 기법이다. 이 분석은 혼동 자료에서 가장 유사한 자극들의 군집부터 군집들을 중복적으로 추출하고 각 군집이 공유하는 특질과 대비되는 특질에 대한 정보를 제공한다. 이때, 가장 유사한 군집이 공유하는 특질은 심리적으

로 보다 특출하고 중요하며 군집 내에서 대비되는 특질은 심리적으로 덜 중요한 특질이다. 또 가산 군집 분석은 위계적 군집(hierarchical clustering) 방법을 포함하기 때문에 이 분석 방법을 사용하여 군집의 분포가 중복적인지 위계적인지도 알 수 있다.

두 기법은 눈으로 직접 관찰할 수 없는 심적 표상의 구조에 대해 상호 보완적인 정보를 제공하기 때문에 본 연구는 혼동 자료에 두 분석 기법을 함께 적용하였다. 또한 Miller와 Nicely(1955)에서 사용된 정보 전달율(the probability of transmitted information) 분석도 사용하였다. 이 방법은 연구자가 지각적 특징들을 선행 연구나 직관에 기반하여 미리 선별하고 그 특징들이 지각적으로 얼마나 특출한 지를 조사한다. 각 분석 기법에 의한 결과는 음성학, 음운론, 언어심리학 영역에서 연구 목적에 따라 적절하게 활용될 수 있을 것이다.

2. 연구 방법

본 연구에서 사용된 실험 과제는 혼동 과제로, 한국어 18개의 초성 자음이 ‘이’, ‘우’ 모음과 함께 발음된 36음절 범주들의 지각적 혼동을 조사하였다. 모음에 따른 차이를 비교하기 위해, ‘아’ 모음 환경에서 자음 혼동을 조사한 선행 연구(배문정·김정오, 2002) 결과에서 4명의 화자 조건 중 본 연구와 동일한 화자 조건을 따로 분류하여 두 모음 조건과 비교하였다.

2.1 참가자

서울대학교 심리학 개론을 수강하는 20명의 학생들이 교과목 이수 요건 사항으로 실험에 참가하였다. 참가자들은 실험 참가 전, 외국 거주 여부와 청력 이상에 관해 설문을 받았으며, 외국에서 태어났거나 2년 이상 거주한 사람과 청력 이상을 보고한 사람은 실험에 참여할 수 없었다.

2.2 기구

음성 자극은 방음 장치가 된 방에서 녹음되었다. Shure 사의 Model 849 콘덴서 마이크를 사용하고, SoundBlaster Live Value 사운드 카드를 장착한 Pentium II(500 MHz) 개인용 컴퓨터에 음성 자료를 저장하였다. 음성 자극은 1 초당 44,100 번의 표집률로 녹음되었으며 100 Hz - 22,050 Hz 대역에서 여과되었다.

2.3 자극의 녹음

실험에 사용된 음성 범주는 한국어에서 음절 초성으로 사용되는 18 개의 자음들이 ‘이’, ‘우’ 모음 앞에서 발음된 개음절(open syllable)이며, 선행 연구(배문정·김정오, 2002)의 음성 녹음에 참여한 남자 화자(PMK)의 목소리로 녹음되었다. 화자의 연령은 35세였으며 서울에서 태어나 자란 서울 토박이였다. 화자는 36개의 음절 소리를 각각 30번씩 발음하였다.

2.4 자극의 선별과 편집

화자가 한 음성 범주에 대해 30번씩 발음한 음성 자료 중 녹음 상태가 좋고 음절 길이나 음높이에서 차이가 나는 2개의 음성을 선별해서 실험 자극으로 사용하였다. 각 실험에 사용된 음성 자극은 모두 72개로 36음성 범주에 각 2개씩의 음성 자극이 포함되었다. 음성 자극은 자음의 소음 구간이 시작되는 시점의 약 20ms 전에서 절단되었고, 음성 자극의 파형도와 스펙트로그램을 모두 참조하였다. 각 음성 자극은 모두 강도 78db로 정규화되었으며 자극의 평균 길이는 387ms이었다. 음성 자극의 강도는 프로그램 내에서 통제되었다. 음성 자극의 편집과 백색 소음의 생성에는 음성 편집 및 합성용 프로그램인 Praat ver. 4.0 과 Sound Forge ver. 4.5 소프트웨어가 사용되었다.

2.5 소음의 생성과 자극 구성

음성 자극은 백색 소음 사이에서 강도가 약화되어 제시되거나 백색 소음이 음성 자극에 중첩되었다. 백색 소음은 모든 주파수 대역의 소리가 무선 정규분포를 이루도록 구성하였다. 강도 약화 조건에서 음성 자극의 앞뒤에 연결된 백색 소음의 강도와 길이는 78db, 300ms으로 고정되었으며 30ms의 간격을 두고 음성 신호의 시작 부분과 끝 부분에 연결되었다. 따라서 각 자극의 평균 길이는 1047ms이었다. 음성 자극의 강도는 백색 소음에 비해 4db 낮은 74db부터 54db까지 4db 간격으로 체계적으로 감소시켰으며 모두 6 개의 음성 강도 조건이 있었다. 백색 소음을 중첩시킨 조건에서는 음성 자극의 강도를 78db로 고정하고 백색 소음의 강도를 72db, 78db, 84db의 세 수준으로 조작하였다. 백색 소음의 길이는 음성 자극의 길이에 대응되었다.

2.6 자극의 제시와 반응

실험은 방음시설이 갖추어진 방에서 실시되었으며, 음성 자극은 실험 참가자의 전방 80cm의 좌우에 위치한 스피커(Ceron F2500)를 통해 제시되었다. 모니터 화면에는 18개의 음절이 각각 표시된 18개의 반응 버튼이 제시되었고, 참가자는 음성 자극을 청취한 후, 자신이 지각한 음절 소리에 상응하는 반응 버튼을 마우스로 눌러 보고하였다. 반응은 수정할 수 있었으며 모니터의 하단에 제시된 확인 버튼을 눌러 다음 시행으로 넘어갔다.

2.7 절차

참가자는 연습 시행에서 ‘이’ 모음과 ‘우’ 모음 조건의 각 18 개의 음절 소리를 듣고 정체를 판단하였다. 연습 시행에서는 오반응에 대한 피드백이 있었다. 본 시행은 모음 환경에 따른 2 개의 구간으로 구성되었으며 각 구간의 순서는 참가자에 따라 무선회(randomize)되었다. 각 구간은 6개의 강도 약화 조건과 3 개의 백색 소음 조건으로 구성되었다. 각 조건의 제시 순서는 강도 약화 조건이 백색 소음 조건에 앞서 제시되었고, 음성 자극의 가청력이 높은 순서부터 차례로 제시되었다. 각 실험 조건

표 1. ‘아’, ‘이’, ‘우’ 모음 조건의 가산 군집 분석 결과
Table 1. The result of ADCLUS in ‘a’, ‘i’, ‘u’ vowel contexts

순위	‘이’ 모음 조건		‘우’ 모음 조건		‘아’ 모음 조건*	
	가중치	군집 원소	가중치	군집 원소	가중치	군집 원소
1	0.2775	띠뽀	0.1558	구부	0.1432	파하
2	0.1425	니미	0.1057	쿠푸후	0.1064	가다바
3	0.0989	다리비	0.0945	누루무	0.0639	차타
4	0.0923	티피	0.0857	푸후	0.0562	가다자
5	0.0881	씨찌	0.0833	추투	0.0544	까따빠
6	0.0784	기디비	0.0804	후꾸뿌	0.0540	나마
7	0.0696	니리미	0.0779	무부	0.0535	까따짜싸
8	0.0688	치키티	0.0629	꾸뚜뿌	0.0456	사차카타파하
9	0.0683	키티피히	0.0527	뚜쭈	0.0292	카타파
10	0.0620	시지	0.0522	수추쑤	0.0288	다라자
11	0.0487	시치티씨	0.0443	구두루부	0.0266	사타파하
12	0.0423	기디지	0.0244	누두루	0.0256	가마바
13	0.0300	티히끼띠뽀	0.0229	쿠투푸후뿌	0.0213	카타파하
14	0.0277	니디미비	0.0142	구누두무부주	0.0125	사차파까따
15	0.0128	피히끼띠뽀찌씨	0.0102	수추쿠투푸꾸뚜뿌쑤쑤	0.0074	나다라마자

* ‘아’ 모음 결과는 배문정·김정오(2002) 혼동 자료 중 동일 화자 결과를 재분석한 것임.

은 36번의 시행으로 구성되었다. 각 구간에는 모두 324 시행(9 x 36)이 있었으며, 모음 환경에 따른 2구간의 시행을 모두 합하여 648 시행이 있었다. 각 조건간의 경계는 ‘뽀’하는 신호음과 10000ms의 침묵 기간으로 표시되었다. 한 구간의 시행이 끝난 후, 잠시의 휴식 시간이 있었으며 참가자가 스페이스 바를 누르면 실험이 재개되었다.

2.8 분석방법

실험 결과는 제시된 자극과 반응 쌍의 빈도 값을 나타내는 18 x 18의 혼동 행렬로 구성되었다. 각 실험 조건의 혼동 행렬에 가산군집 분석과 개별차이 척도법, 정보 전달을 분석을 적용하였다. 분석에 사용된 가산군집 분석 프로그램은 Lee(2001)에 의해 작성된 분석 프로그램이었다. 군집 분석을 위해, 각 조건의 혼동 행렬을 합산하고 혼동 행렬을 대칭화(symmetrize)하였다. 군집의 수는 설명 변량의 증가율이 가장 큰 지점에서 결정하였다. 개별차이 척도법 분석을 위해서, Carrol과 Wish(1974)에서 제시된 기법을 Praat Ver. 4.0에서 간소화하여 제공하는 패키지를 사용하였다. INDSCAL을 적용하기 위해, 각 혼동 행렬의 셀 값을 정규화하고, 이를 거리 척도로 전환하였다. 거리 척도로 전환된 혼동 행렬에서 2-6개의 기저 차원을 추출하고 이중 설명 변량의 증가율이 가장 높고 해석 가능한 차원들을 추출한 결과를 채택하였다. 정보 전달율(Information Transmission Probability)은 혼동 행렬을 변별 자질의 유무에 따라 재구성하고 음소 판단에 각 자질 정보가 사용된 정도를 계산한다. 정보 전달량은 한 신호의 정체를 판단하기 위해 요구되는 이원적인(binary) 질문의 수, 즉 정보의 불확실성(Uncertainty)을 계산하는 방법에 기초해있으며, 자극의 불확실성

과 반응의 불확실성의 합에서 자극과 반응 쌍의 불확실성을 뺀 값, $T(x; y) = U_s + U_r - U_{s,r} = - \sum_{i,j} P_{ij} \log \frac{P_i P_j}{P_{ij}}$ 으로 계산된다. 따라서 자극과 반응간의 상관이 낮을수록 자극과 반응의 쌍에 대한 불확실성은 증가하고 입력에서 출력으로의 정보 전달량은 감소한다. 정보 전달율은 최대한으로 가능한 정보 전달량과 실제 관찰된 정보 전달량의 비율을 나타낸다.

3. 연구 결과

3.1 혼동 행렬 원자료

실험 결과는 세 모음 조건의 9실험 조건을 포함하여 27(3 X 9)개의 혼동 행렬로 구성되었다.2) 원 자료에 대해 음소별 정확 반응률을 계산하였다. ‘이’ 모음의 강도 약화 조건에서 음소들의 평균 정확율은 70.49%, 백색 소음 조건에서 43.61%였으며, ‘우’ 모음의 각 조건에서는 68.80 %, 61.39%였다. 선행 연구의 동일 화자 조건(이후 ‘아’ 모음 조건으로 명명)의 결과는 각각 77.19%, 56.08%였다.

3.2 분석 결과 1: 가산군집 분석

각 모음 조건의 9개 행렬을 합산하고 두 모음 조건의 합산 행렬에 가산 군집 분석을 수행하였다. 분석 과정에서 8개에서 18 개의 군집을 추출하였으며, 이중 설명 변량의 변화율이 가장 큰 지점에서 군집의 수를 결정하였다. ‘아’, ‘이’, ‘우’ 세 모음

2) 혼동 행렬의 원 자료는 지면 관계상 생략한다. 원 자료는 교신 저자(mjbae64@yahoo.co.kr)에게 요청할 수 있다.

표 2. ‘이’, ‘우’, ‘아’* 모음 조건의 개별 차이 척도법 결과
Table 2. The result of INDSCAL in ‘a’, ‘i’, ‘u’ vowel contexts

음소	‘이’ 모음 조건				‘우’ 모음 조건				‘아’ 모음 조건			
	차원 1 (이완음)	차원 2 (긴장음)	차원 3 (공명음)	차원 4 (치찰음)	차원 1 (이완음)	차원 2 (주변음)	차원 3 (긴장음)	차원 4 (공명음)	차원 1 (기식음)	차원 2 (긴장음)	차원 3 (공명음)	차원 4 (조음방법)
ㄱ	■	■	■	■	□	■	□	■	■	■	■	■
ㄴ	■	■	□	■	□	□	□	■	■	■	□	■
ㄷ	■	■	■	■	□	□	□	■	■	■	■	□
ㄹ	■	■	□	■	□	□	□	■	■	■	□	□
ㅁ	■	■	□	■	□	■	□	■	■	■	■	■
ㅂ	■	■	■	■	□	■	□	■	■	■	■	■
ㅅ	□	■	■	□	■	□	■	■	□	■	■	■
ㅆ	■	■	■	□	□	□	■	■	■	■	□	□
ㅇ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅋ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㆁ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅈ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅊ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅌ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅍ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅎ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅍ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅑ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅓ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅕ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅗ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅛ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅜ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅠ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅡ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
ㅣ	□	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	□
가중치	0.78	0.70	0.62	0.59	0.73	0.65	0.59	0.57	0.84	0.72	0.58	0.54

* ‘아’ 모음 결과는 배문정·김정오(2002) 혼동 자료 중 동일 화자 결과를 재분석한 것임.

조건에서 모두 15개 군집이 선택되었으며, 설명 변량은 각각 0.9607, 0.9587, 0.9685였다. 각 모음 조건의 군집 분석 결과가 <표1>에 제시되어 있다. <표1>의 자료에서 가중치가 가장 높은 군집은 가장 혼동을 많이 일으킨 음절들이다. 이 경우, 이 군집을 다른 군집과 구별해주는 특징은 지각적으로 특출한 반면, 군집 내의 음절들을 서로 구분해주는 특징은 지각적 특출성이 낮은 것으로 해석된다.

분석 결과, ‘이’ 모음 환경에서 가장 유사한 군집은 ‘띠빠’, ‘니미’, ‘디리비’, ‘티피’, ‘씨찌’로 긴장음, 기식음, 이완음의 군집 안에서 조음 방법(파열 또는 치찰, 비음)이 같고, 조음 위치가 전방음(순음+치경음)인 음소들간에 군집이 형성되었다. ‘우’ 모음 환경에서는 ‘구부’, ‘쿠푸후’, ‘누루무’, ‘푸후’, ‘추투’가 가장 유사한 군집들이었으며, 이완음, 기식음, 긴장음, 공명음 중 조음 위치가 설정음 또는 주변음인 음소들간에 군집이 형성되었다. ‘아’ 모음 환경에서는 ‘파하’, ‘가다바’, ‘차타’, ‘가다자’, ‘까따빠’, ‘나마’로 후두 부류에 따른 군집이 보다 배타적으로

형성되었으며, 폐쇄음들 사이에서 조음 위치는 군집 형성에 거의 기여하지 않았다.

결과를 종합하면, 모든 모음 환경에서 자음들은 대체로 후두 자질에 따라 분류되는 경향을 보였다. ‘이’, ‘우’의 고설 모음 환경에서는 ‘아’ 모음 환경에 비해, 기식음과 긴장음간에 혼동이 약간 증가하였으며, 조음 방법(폐쇄음, 치찰음, 비음)의 차이에 따른 군집이 증가하였다. ‘이’, ‘우’ 모음 조건의 차이는 전자에서는 폐쇄음 중 전방음(예, 띠편, 티피, 디리비)과 치찰음 군집(예, 씨찌, 시지)이 두드러지는 반면, 후자에서는 주변음(예, 구부, 쿠푸후)과 설정음(추투, 푸후)의 군집이 두드러졌다. 이 결과는 고설과 저설 모음의 차이는 조음 방법의 지각에, 또 전설과 후설 모음의 차이는 자음의 조음 위치 지각에 체계적인 영향을 미침을 시사한다.

3.3 분석 결과 2: 개별차이 척도법

각 모음 조건의 9개 혼동 행렬에 각각 INDSCAL을 적용하

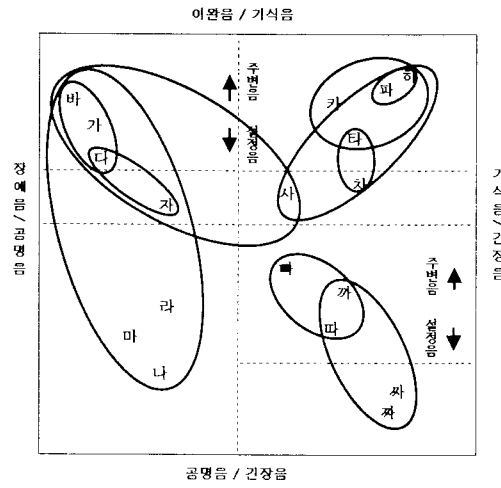


그림 1. ‘아’모음 조건: INDSCAL에서 추출된 다차원 공간에 군집 분석을 적용한 그림(배문정 · 김정오, 2002)
 Figure 1. The ‘a’ vowel condition: The multidimensional space extracted by INDSCAL(Bae & Kim, 2002)

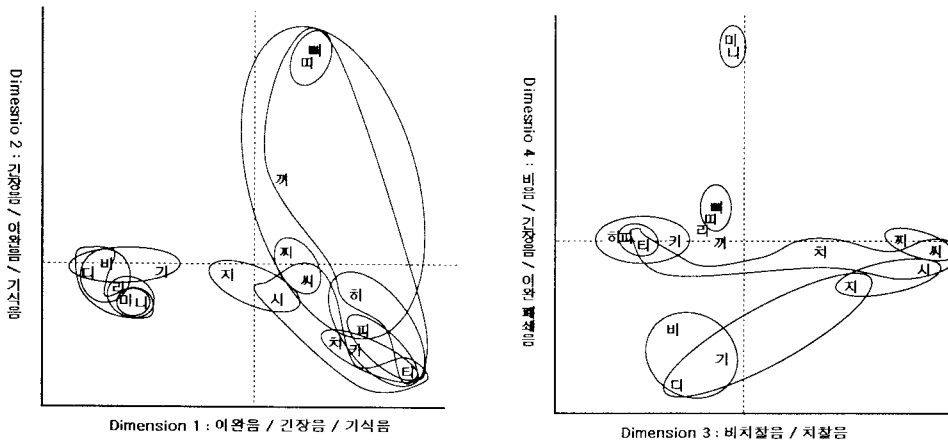


그림 2. ‘이’ 모음 조건: INDSCAL에서 추출된 차원 공간에 군집 분석을 적용한 그림
 Figure 2. The ‘i’ vowel condition: The multidimensional space extracted by INDSCAL

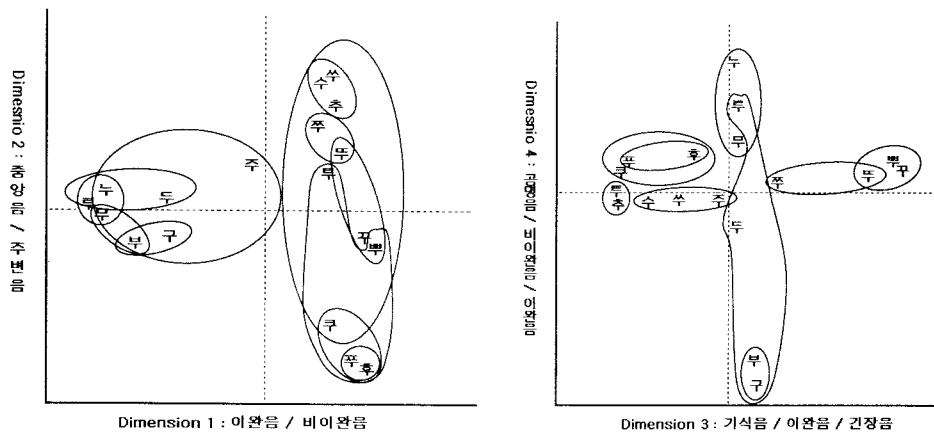


그림 3. ‘우’모음 조건: INDSCAL에서 추출된 차원 공간에 군집 분석을 적용한 그림
 Figure 3. The ‘u’ vowel condition: The multidimensional space extracted by INDSCAL

고, 2개에서 6개까지 차원들을 추출하였다. 각 차원 수의 해법 중 설명 변량의 변화율이 가장 큰 지점에서 차원 수를 결정하였다. ‘이’, ‘우’, ‘아’ 모음 조건에서 모두 4개 차원이 선택되었으며, 설명 변량(VAF)은 각각 0.46, 0.41, 0.41였다. 각 모음 조건에서 추출된 차원들을 <표2>에 제시하였다. 추출된 차원들 중 가중치(weight)가 높은 차원부터 차원 1, 2, 3, 4로 표시하였다. 표에서 흰색 막대는 양(+)의 값을, 검은 색 막대는 음(-)의 값을 나타내며 막대의 크기는 각 값의 절대치를 나타낸다.³⁾ 각 음소의 막대 값은 해당 차원에서 그 음소의 좌표 값에 대응된다. 각 모음의 실험 조건들이 각 차원의 추출에 기여한 정도를 표 3에 제시하였다.

각 모음 조건의 결과를 비교하면, 먼저, ‘이’ 모음 조건에서 가장 가중치가 높았던 차원은 이완음과 나머지 음소(긴장음, 기식음)를 나누는 차원이었으며, 두 번째 차원은 긴장 파열음과 나머지 음소를 나누는 차원이었다. 세 번째 차원은 이완음 내에서 비음과 나머지 음소를 구분하였으며, 네 번째 차원은 치찰음과 나머지 음소를 구분하였다. ‘우’ 모음 조건에서 첫 번째 차원은 ‘이’ 모음 조건과 동일했으며, 두 번째 차원은 치찰음-치경음-주변음을 구분하는 조음위치 차원이었다. 세 번째 차원은 긴장음과 기식음을 구분하는 차원이었으며, 네 번째 차원은 이완음 내에서 공명음과 장애음을 구분하는 차원이었다. ‘아’ 모음 조건에서는 첫 번째 차원이 기식음, 긴장음, 이완음을 구분하는 차원이었으며, 두 번째 차원은 긴장음과 이완음, 세 번째 차원은 공명음과 장애음, 네 번째 차원은 설정음 중 파열음이 아닌 음소와 나머지 음소를 구분하는 차원이었다.

<그림 1, 2, 3>에 각 모음 조건의 INDSCAL 분석에서 추출된 차원 공간에 군집 분석의 결과를 적용한 그림을 제시하였다. <그림 1>은 배문정·김정오(2002)에서 화자 4명의 자료를 종합한 결과이다. <그림 2>와 <그림 3>은 ‘이’와 ‘우’ 모음의 환경에서 조음방법이나 조음위치에 따른 군집이 더 뚜렷하게 구분된다는 것을 알 수 있다.

세 모음 조건의 결과를 종합하면, ‘이’, ‘우’, ‘아’의 모든 모음 조건에서 가장 가중치가 높은 차원은 이완음과 기식음, 긴장음을 구분하는 후두 차원이었으며, 세 조건 모두에서 이완음 중 공명음과 장애음을 구분하는 조음 방법 차원이 관찰되었다.

세 모음 조건의 차이는 ‘이’ 모음 조건에서는 치찰성, ‘우’ 모음 조건에서는 치찰음, 치경음, 주변음을 구분하는 조음 위치 차원, ‘아’ 모음 조건에서는 설정음 중 치찰음과 설측음을 다른 음소와 구분하는 차원이다. 이 차원들은 각각 조음 방법과 조음 위치를 반영하는 것으로 보이지만, 치찰음이 고설 모음과 음운 현상에서 자연군을 형성한다는 사실을 고려할 때, 이 차원은 자음과 모음을 동시에 발음할 때 결정되는 혀의 위치를 반영하는 것으로 해석할 수 있다. 특히 ‘ㄹ’ 설측음이 조음 위치에서

넓은 변산성을 가진다는 것을 고려하면, 이 해석의 타당성은 더 커진다.

3.4 분석결과 3: 정보 전달율

여러 모음 환경에서 각 변별 자질들이 자음 지각에 기여한 정도를 알아보기 위해, Chomsky와 Halle(1968)가 제안한 SPE 자질들의 정보 전달율을 계산하였다. 먼저, SPE 자질 부류에 대한 정보 전달율 분석에서는 세 모음 조건 모두 후두 부류, 조음 방법, 조음 위치 부류로 정보 전달율이 높았다. 세 조건의 차이는 ‘아’ 모음 환경에서 후두 부류의 정보 전달율이 조음 방법과 조음 위치에 비해 상당히 높았던 데 비해, ‘이’, ‘우’ 모음 환경에서는 그 차이가 상당히 줄어들었다.

<표3>에 SPE 자질들에 대한 각 실험 조건의 정보 전달율을 평균한 결과를 제시하였다. 세 모음 조건 중 ‘아’ 모음의 평균 정보 전달율이 가장 높았으며, ‘이’ 모음의 정보 전달율이 가장 낮았다. 이러한 차이는 백색 소음조건에서 ‘이’ 모음 환경에서 발음된 자음의 정확 반응률이 상당히 낮았던 점을 반영한다.

결과를 종합하면, 상대적으로 동시 조음의 영향을 적게 받는 ‘아’ 모음 환경에서는 기식성 또는 긴장성의 후두 부류 자질과 공명성, 비음성, 설측성의 지각적 특출성이 높고, 치찰성과 조음 위치 자질의 지각적 특출성이 낮았으나, ‘이’, ‘우’ 고설 모음 환경에서는 기식성, 긴장성, 비음성, 설측성의 정보 전달율이 상당히 낮아지고, 상대적으로 치찰성의 정보 전달율이 증가하였다. 이는 자음의 치찰성과 모음의 고설성 간에 큰 상호 관련성이 있다는 것을 시사한다. 또 ‘이’, ‘우’ 조건의 차이는 조음 위치 자질들의 정보 전달율에서 두드러졌는데, 전설 모음(‘이’)에서는 전방성과 고설성의 지각적 특출성이 높고, 후설 모음(‘우’)에서는 음소들을 중앙음과 주변음으로 나누는 설정성(또는 저음조성⁴⁾)의 지각적 특출성이 상당히 높았다. 이는 모음의 전설성과 후설성이 자음의 전방성, 저음조성(grave)과 일정한 관련이 있음을 시사한다.

4. 논 의

본 연구는 ‘아’ 모음 환경에서 한국어 자음의 지각적 구조를 조사했던 선행 연구에 이어, 동시조음 환경에서 한국어 자음의 지각적 구조를 조사하였다. 본 연구의 구체적인 목적은 ‘아’ 모음 환경에서 얻어진 변별 자질의 지각적 위계가 다른 모음 환경에서도 일관되게 관찰되는지를 조사하고, 자음과 모음 지각의 체계적인 상호 관계를 밝히는 것이었다.

본 연구의 결과와 그 결과가 지니는 의의를 살펴보면, 첫째,

3) 음과 양의 차이는 각 차원의 양극을 나타낼 뿐 특별한 의미를 가지지 않는다.

4) 저음조성(grave)은 Jakobson 등(1952)이 제안한 음향 자질 중의 하나이며, 청각적으로 둔중한 느낌이 나는 소리들을 분류한다. 조음적으로는 설정음이 아닌 소리 즉 구강의 주변에서 장애가 일어나는 소리들이다.

표 3. 각 모음 조건에서 SPE 자질의 평균 정보 전달율(%)
 Table 3. The PTI(Probability of Transmitted Information: %) of SPE features in 'a', 'i', 'u' vowel contexts

조건	변별 자 질														
	이완	비음	기식	긴장	공명	설측	자연	치찰	순음	설정	고설	지속	전방	후설	음소 평균
'이'	87.11	70.04	66.21	62.76	76.25	58.00	55.30	66.88	28.42	28.98	43.49	38.35	40.29	39.94	65.57
'우'	93.91	62.29	64.05	61.85	75.33	53.12	64.18	71.94	26.66	58.69	36.15	38.78	33.97	28.86	68.14
'아'	97.67	90.77	89.17	87.44	87.26	86.18	61.06	55.93	42.76	40.73	37.46	35.01	30.15	30.02	71.92

한국어 모음 사각도에서 극단적인 위치를 가지는 세 모음 환경 모두에서 후두 부류 자질의 지각적 특출성은 일관되게 높았다. 군집 분석에서는 이완음, 기식음, 긴장음의 음소 군집이 분명하게 관찰되었으며, 다차원 척도법에서도 이완성과 긴장성의 차원이 추출되었다. 정보 전달을 분석 또한 후두 부류의 정보 전달율이 조음 방법이나 조음 위치에 비해 높았다. 이는 선행 연구에서 관찰되었던 자질 부류의 지각적 위계가 여러 모음 환경에서 나타나는 안정적인 구조이며 자질 기하론에서 제안된 자질의 위계 구조가 언어보편적임을 시사한다.

둘째, 자질 부류의 위계적 관계는 여러 모음에 걸쳐 안정적인 구조를 보였으나, 구체적인 자질들의 지각적 특출성은 모음 환경에 따라 체계적인 차이를 보였다. 구체적으로 저설 모음 환경에서는 기식성, 긴장성 등의 후두 자질과 공명성 자질의 지각적 특출성이 뚜렷하게 나타났던 반면, 고설 모음 환경에서는 그 특출성이 상대적으로 낮았다. 또, 저설 모음 환경에서는 치찰성과 조음 위치 자질의 지각적 특출성이 상대적으로 낮았던 반면, 고설 모음 환경에서는 치찰성과 조음 위치 자질의 지각적 특출성이 높았다. 이는 모음의 속성이 자음 지각에 체계적인 영향을 미칠 뿐 아니라 모음에 의한 동시조음 정보가 자음 지각에 적극적으로 사용될 가능성을 시사한다.

셋째, 한국어 음절 지각에서 모음의 고설성과 전설성, 후설성이 각각 자음의 치찰성, 전방성, 설정성(또는 저음조성)과 체계적인 관계를 가진다는 사실은 자음 자질과 모음 자질의 통합을 시도하는 비선형 음운론의 논의(Clements, 1991; 고영진, 2000)에 지지적 증거를 제공한다.

한국어 음운 현상에서 모음의 고설성과 치찰성의 관계는 고설 모음 환경에서 치경음이 치찰음으로 변하는 음운 현상에서 확인된다. 예를 들어, '만이→마지', '굳이→구지', '밭이→바치', '같이→가치', '밭을→바칠' 등에서 종성 'ㄷ, ㅌ'가 '이' 또는 '으' 접사 앞에서 'ㅅ, ㅆ'로 실현된다. 따라서 치찰성과 모음의 고설성(특히 전설성)은 음운론적으로 자연 부류를 형성한다.

대부분의 음운론 연구들은 치찰성을 조음 방법에 따른 자질로 분류하지만, 훈민정음 해례에는 치찰성을 가지는 음소인 'ㅅ, ㅆ, ㅈ, ㅊ'를 치음(齒音)으로 명명하고 설음(舌音)과 구분한다(박창원, 1996). 치찰성을 조음위치 자질로 해석하고, 모음 자질과의 상호 관련성을 밝히는 문제는 차후 연구 주제로

남긴다.

모음의 전설성, 후설성과 자음의 전방성, 설정성(또는 저음조성)의 관련성에 대한 증거 또한 한국어의 음운 현상에서 쉽게 발견할 수 있다. 전설 모음 앞에서 치찰음과 연구개음이 자연 부류를 형성하는 예('길→질', '형→성', '힘→심')와 전설 모음과 치찰음이 자연 부류를 형성하는 예('가슴→가심', '즉효→직효')들이 있다. 또 후설 모음과 순음의 관계는 '답+으니→더우니' 등에서 순음인 종성이 고설 모음 앞에서 원순 후설 모음으로 실현되는 예에서 드러나며, '브라보→부라보', '크림→구리무' 등의 예는 후설 모음과 주변음(저음조성 음소)들이 지각적으로 밀접한 관련이 있음을 보여준다. 뿐만 아니라 국어의 움라우트 현상(아비→애비, 아기→애기, 아시→애시*)은 전설 모음이 저음조성 자음과 상호작용하지 않는다는 것을 보여준다(김정우, 1997; 고영진, 2000).

넷째, 그동안 대부분의 말 지각 연구들은 말소리 지각을 물리적인 소리를 원자적이고 독립적인 음운 표상에 대응시키는 과정으로 이해해왔다. 하지만 자음 지각의 구조가 조음 동작의 구조와 동형적(isomorphic)임을 보인 본 연구의 결과는 말 지각의 과정이 청자가 화자의 조음 동작을 능동적이고 적극적으로 포착하는 과정일 가능성을 시사한다. Fowler(1986)는 말 지각은 음향 신호를 수용하고 분석하여 추상적인 음운 표상에 대응시키는 과정이 아니라 음향 신호의 흐름에서 화자의 조음 동작을 추출하는 과정임을 강조해왔다.

본 연구 결과는 한국어 자음 지각에 대한 기초 자료를 제공하고, 음성학과 음운론, 언어 심리학 연구의 간극을 좁히는 데 기여할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- Bae, M. -J. & Kim, J.-O. (2002). "The perceptual structure of Korean consonants", *The Journal of Korean Experimental and Cognitive Psychology*, Vol. 14, No. 4, pp. 375-408.
 (배문정 · 김정오, (2002). "한국어 자음의 지각적 구조", 한국 심리학회지: 실험 및 인지, 14권, 4호, pp. 375-408.)
 Carroll, J. D. & Wish, M. (1974). "Models and methods for three-way multidimensional scaling", in D. H. Krantz, R. C. Atkinson, R. D. Luce, and P. Suppes (eds.), *Contemporary*

- Development in Mathematical Psychology*. W.H. Freeman: San Francisco, Vol. II, pp. 57-105.
- Chomsky, N. & Halle, M. (1968). *The Sound Pattern of English*. New York: Harper and Row. (MIT Press, 1991.)
- Clements, G. N. (1985). "The geometry of phonological features", *Phonology Yearbook*, Vol. 2, pp. 225-252.
- Clements, G. N. (1991). *Place of Articulation in Consonants and Vowels: a Unified Theory*, Ms. Cornell University.
- Diehl, R. L., Lotto, A. J. & Holt, L. L. (2004). "Speech perception", *Annual Review of Psychology*, Vol. 55, pp. 149-179.
- Fowler, C. A. (1986). "An event approach to the study of speech perception from a direct realist perspective", *Journal of Phonetics*, Vol. 14, pp. 3-28.
- Fowler, C. A. (1995). "Speech Production", in J. Miller and P. Eimas (eds.), *Speech, Language, and Communication*. Academic Press, pp. 29-61.
- Goldinger, S. D., Pisoni, D. B. & Luce, P. A. (1996). "Speech perception and spoken word recognition: Research and theory", in N. J. Lass (eds.) *Principles of Experimental Phonetics*. pp. 277-327.
- Goldsmith, J. (1990). *Autosegmental and Metrical Phonology*, Oxford: Basil Blackwell.
- Jakobson, R., Fant, M. & Halle, M. (1952). *Preliminaries to Speech Analysis*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Jun, J. (1995). "Perceptual and Articulatory Factors in Place Assimilation: An Optimality Theoretic Approach", Ph.D. dissertation, UCLA.
- Kim, J.-W (1997). "Articulatory and Acoustic Distinctive Features", *Kukeohak*, Vol. 29, pp. 51-70.
(김정우, (1997). "조음 자질과 음향 자질". *국어학*, 29, pp. 51-70.)
- Kim, K. H. (1987). "The Phonological Representation of Distinctive Features: Korean Consonantal Phonology", Ph.D. dissertation, the University of Iowa.
- Koh, Y. J. (2000). *The Birth and Life of Distinctive Features*, Seoul: Tongin.
(고영진, (2000). *변별자질 그 탄생과 활약*. 서울: 동인.)
- Lee, M. D. (2001). "On the complexity of additive clustering models". *Journal of Mathematical Psychology*, Vol 45, pp. 131-148.
- Miller, G. A. & Nicely, P. E. (1955). "An analysis of perceptual confusions among some English consonants", *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 27, pp. 623-638.
- Mitchell, L. M. & Singh, S. (1974). "Perceptual structure of 16 prevocalic English consonants sententially embedded", *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 55, pp. 1355-1357.
- Nosofsky, R. M. (1986). "Attention, similarity, and the identification-categorization relationship", *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 115, pp. 39-57.
- Park, C. W. (1996). *A Study on Middle Korean*, Seoul: Hankuk Moonwhasa.
(박창원, (1996). *중세 국어 자음 연구*. 서울: 한국문화사.)
- Sagey, E. (1986). "The representation of features and relations in nonlinear phonology", Ph.D. dissertation, MIT.
- Shepard, R. N. (1972). "Psychological representation of speech sounds", in E. E. David, Jr. & P. B. Denes (eds.), *Human Communication: a Unified View*, NY: McGraw-Hill, pp. 67-113.
- Trubetzkoy, N. (1958). *Principles of Phonology*, Los Angeles: University of California.
- Tversky, A. & Gati, I. (1982). "Similarity, separability, and the triangle inequality", *Psychological Review*, Vol. 89, pp. 123-154.
- Tversky, A. (1977). "Features of similarity", *Psychological Review*, Vol. 84, pp. 327-352.
- Wang, M. D. & Bilger, R. C. (1973). "Consonant confusions in noise: a study of perceptual features", *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 54, pp. 1248-1266.

• 배문정 (Bae, Moon-Jung)

서울대학교 인지과학연구소

서울시 관악구 신림9동 산 56-1, 151-742

Tel: 02-880-8734, 02-880-6235 Fax: 02-886-9604

Email: mjbae64@yahoo.co.kr

관심분야: 인지과학, 심리언어학, 음성학, 음운론

2003~현재 선임 연구원