

소리의 친숙성이 음향/거리 지각에 미치는 영향

민 윤 기

한국정신과학연구소/세종대학교 디자인학과

음향의 거리 지각에 관한 많은 이전의 연구들은 주로 목표 자극음의 물리적 특성(예, 음 수준, 주파수)이나 환경의 특성(예, 반향 조건)을 조작함으로써 나타나는 거리 지각의 변화를 밝혀왔다. 본 연구는 자극들간에 나타나는 물리적 차이에 의한 영향을 어느 정도 통제된 상태에서 소리의 친숙성이 음향의 거리 지각에 어느 정도 영향을 미치는가를 알아보기 위해 수행되었다. 디지털로 녹음된 남녀 음성 각각을 반 무향실에서 라우드스피커를 통해 남녀 피험자에게 제시하였다. 자극 음성의 유형은 '외침'(shout), '속삭임'(whisper), 그리고 '정상 대화'(normal conversation)이었다. 연구 결과, 음압 수준을 동일하게 유지시킨 상태에서 피험자들은 외침이 멀리서, 그리고 속삭임이 가까이에서 들리는 것으로 지각하였다. 대화는 외침과 속삭임의 중간 거리에서 발생하는 것으로 지각되었다. 그러나 이러한 결과가 음에 포함되어 있는 주파수 내용의 차이에 기인할 수도 있는 가능성을 검토하기 위한 실험도 수행되었다. 결과는 분명히 지각된 거리의 차이가 음성간의 주파수 차이에 의해 나타난 것이 아니라 음성의 친숙성 요인에 의한 차이인 것으로 나타났다. 따라서 이러한 결과는 음향 거리 지각이 과거 경험에 의해 영향을 받을 수 있음을 시사하고 있다.

지금까지 수행되어온 음향 거리 지각에 관한 연구들은 크게 방향 지각과 거리 지각 연구로 분류될 수 있다. 음향의 방향 지각에 관한 연구는 비교적 체계적으로 수행되어 왔으나 상대적으로 거리 지각에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 다만 몇몇 연구자에 의해 음향 거리 지각의 단서들이 제시되었다. 음향의 지각된 거리란 청취자와 음원간의 가현적 거리를 의미한다. 이러한 청취자로부터 소리가

지의 거리를 지각하는 데 영향을 미치는 단서로는 음압 수준(혹은 음의 강도), 직접 도달음에 대한 반향음의 관계성 및 소리에 포함되어 있는 주파수 내용들이 있다.

음압 수준은 음원의 거리를 판단하게 하는 주요한 단서가 된다는 것은 음압이 거리와 반비례하여 변한다는 사실에 근거한다. 많은 실험을 통해 소리의 실제 위치를 고정시키고 음압 수준을 변화시킬 때 소리에 대한 거리 지

연구논문을 읽고 세심한 지적과 조언을 해 주신 심사위원들께 감사드립니다. 영문 논문을 읽고 자료를 정리해 준 한국정신과학연구소의 이강희 연구원에게 감사할 드립니다.

교신저자 주소: 민윤기, 대전광역시 유성구 신성동 100 한국정신과학연구소 의식과학연구부, 〒 305-345

(E-mail: ykmin@krijus.re.kr)

각이 변하는 것으로 나타났다(민윤기, 서창원, 신수길, 1999; Ashmead, LeRoy, & Odom, 1991; Coleman, 1963; Gardner, 1969; Little, Mershon, & Cox, 1992; Mershon & King, 1975; Petersen, 1990; Strybel & Perrott, 1984). 청취자에게 이러한 음압 수준의 변화를 통해 거리를 판단하게 할 때는 두 개 이상의 음원을 비교할 수 있게 하여야 하기 때문에 음압 수준은 거리 판단에서 상대적 단서(relative cue)로 기술될 수 있다(Mershon & Bowers, 1979). 즉 이전에 경험했던 음압 수준을 현재 경험하는 음압 수준과 비교함으로써 소리까지의 거리를 판단하게 된다. 그러나 민윤기 등(1999)의 연구에서는 음들간에 음압 수준의 차이가 있을지라도 시각적 단서가 이러한 음압 수준 단서보다 더 강력한 음향 거리 지각 단서로 작용한다는 것이 밝혀졌다.

음압 수준 이외에 자연적인 실내 공간에서 발생하는 소리의 반향이 거리 판단 정보를 제공할 수 있다(Gotoh, Kimura, Kurahashi, & Yamada, 1977; Blauert & Lindemann, 1986). 특히, 자연적인 음향 환경에서 발생하는 소리의 반향 에너지는 음원의 거리 지각에 대한 강력한 단서로 작용한다는 것이 밝혀졌다(Mershon, Ballenger, Little, McMurtry, Buchanan, 1989). 즉 직접음(다른 대상이나 표면으로부터 반사되지 않은 채 음원으로부터 화자에게 직접 도달되는 음)에 대한 반향음(대상이나 표면에 반사되어 화자에게 도달되는 음)의 관계성이 소리에 대한 거리 지각에 중요한 기여를 할 수 있다는 것이다. 만일 반향 에너지(reverberation energy)가 직접 에너지와 비교해서 크다면, 그 소리는 일반적으로 멀리 있는 것으로 지각될 것이다(von Békésy, 1960). 만일 직접 도달되는 에너지가 반향 에너지보다 크다면, 그 음원은 가까이 있는 것으로 지각될 것이다. (무향실에서는 직접 에너지만이 존재하기 때문에 모든 음원은 청취자로부터 매우 가까운 거리에 있는 것으로 지각될 것이다).

이러한 반향단서는 음향 환경에 오래 노출되지 않았을지라도, 그리고 판단을 위한 다른 음이 제시되지 않았을지라도 지각된 거리의 차이를 일으킬 수 있기 때문에 반향단서는 음향 거리 판단을 위한 “절대적 단서”(absolute cue)로 부를 수 있다((Mershon & Bowers, 1979; Mershon & King, 1975).

음의 스펙트럼 내용(spectral content), 혹은 주파수 내용 또한 음향에 대한 거리 지각의 단서가 될 수 있다. 이는 소리가 공기를 통해 이동하는 과정에서 고주파수 요소가 감소된다는 사실에 기초된다(Coleman, 1963; Levy & Butler, 1978; Butler, Levy, & Neff, 1980). 그러한 소리에 포함되어 있는 고주파수 요소의 감소는 지각된 거리의 증가를 일으킨다. 특히 Little, Mershon 그리고 Cox(1992)는 비교적 고주파수 요소를 많이 포함하고 있는 소리는 저주파수 요소를 많이 포함하고 있는 소리보다 더 가까이 들리는 것으로 지각된다는 사실을 밝혔다. 이러한 소리에 포함되어 있는 스펙트럼의 내용은 음압 수준 단서와 마찬가지로 화자가 스펙트럼의 내용에서 차이가 있는 두 개 이상의 소리를 듣고 거리를 판단하게 하기 때문에 상대적 단서로 볼 수 있다.

지금까지 살펴본 각각의 단서들이 음의 거리 지각에 기여하는 상대적 중요도와 단서들간의 상호작용 효과는 아직까지도 완전히 밝혀지지 않고 있는 실정이다. 더구나 지금까지의 연구들은 주로 목표 자극음의 물리적 특성(즉, 음압수준, 주파수 내용)이나 음향 환경 특성(즉, 반향 조건)을 조작함으로써 나타나는 거리 지각의 변화에 초점을 맞추어 왔다. 그러나 목표 자극음이나 어떤 일반적인 유형의 소리 자극에 대한 친숙성(familiarity) 혹은 과거 경험 또한 그러한 소리의 거리 지각에 영향을 미칠 수 있다는 주장이 제기되었다(Gardner, 1969; McGregor, 1982; Guski, 1990).

예컨대, 가장 대표적인 친숙성 단서에 관한 연구로 Gardner(1969)는 이미 음향 거리 지각

의 친숙성 단서와 관련하여 몇 가지 체계적인 연구 결과를 보고하였다. Gardner는 실제 화자의 음성을 직접 자극으로 제시하기도 하고 녹음된 음성 자극을 라우드스피커로 제시하는 방법을 사용하여 여러 상이한 유형의 음성이 거리 판단에 미치는 효과를 조사하였다. 이 연구의 결과는 ‘외치는’ 음성은 평범한 대화음성보다 더 멀리서 들리도록 지각하게 만드는 경향이 있음을 보여주었다. 한편 ‘속삭이는’ 음성의 거리에 대해서는 과소 판단이 나타났다. 불행히도 이러한 결과는 단지 실제 화자를 자극원으로 사용한 조건에서만 얻어졌다. 동일한 말소리 자극을 라우드스피커로 제시했을 때는 음압 수준에 의해 주로 거리 지각이 결정되었다. 즉 고정된 위치에 놓여있는 라우드스피커를 통해 동일한 ‘속삭이는’ 음성의 음압 수준을 변화시켰을 때 거리지각은 음압 수준에 의해 달라진다는 것이다.

Gardner의 연구와 같이 실제 화자를 사용하는 조건은 명백한 실험통제의 문제를 안고 있는 상황이다. 먼저 거리에 대한 판단은 음향 거리가 어떻게 지각되느냐보다는 거리 판단의 정확성을 강조하는 지시를 주는 상황에서 얻어졌다. 즉 청취자는 제시된 각 음성이 이미 지정된 네 개 혹은 다섯 개의 위치 중 어느 위치에서 발생하였는가를 확인하여야 했다. 이러한 종류의 절차는 청취자의 반응을 과도하게 제한시킨다는 점에서 비판을 받았다(Mershon & King, 1975). 또한 Gardner의 연구는 모두 무향실(anechoic room)에서 수행되었으며, 그러한 무향실 조건은 이미 언급한 바대로 소리가 매우 가까운 거리에서 발생하는 것으로 지각하게 만드는 강력한 단서를 제공하는 상황이다. 이 또한 청취자로 하여금 실험에서 사용된 위치 확인 과제(즉 소리가 지정된 몇 개의 위치 가운데 어느 곳에서 발생하였는가를 묻는 과제)와 갈등을 일으키는 요인이 된다.

본 연구는 음향 거리에 대한 물리적 및 환경적 단서에 의한 영향을 어느 정도 통제한

상태에서 소리의 친숙성이 거리 지각에 어느 정도 영향을 미치는지를 알아보려고 하였으며, 소리의 친숙성이 음향 거리 지각에 미치는 영향에 관한 실증적인 연구가 될 것이다. 이를 위해 몇 가지 유형의 음성을 녹음하고 그것들을 라우드스피커를 통해 청취자에게 제시할 때 각 음성의 유형에 따라 청취자가 지각하는 거리가 변화하는지의 여부를 검증하고자 하였다. 만일 소리의 친숙성이 음향 거리 단서를 제공함으로써 현재의 지각 경험에 기여한다면, 이는 절대적 단서를 제공하는 것이 될 수 있을 것이다. 즉 새로운 실험 환경에서 청취자에게 어떤 소리를 들려주고 그 소리의 거리를 판단하게 할 때, 다른 음과 비교하지 않아도 그 소리가 친숙한 소리라면 충분히 거리 지각을 일으킬 수 있다고 말할 수 있다. (그러나 본 연구에서 언급하는 “친숙성”이란 실험을 위해 몇 번의 자극을 제시함으로써 얻어지는 단기적 친숙성을 의미하지 않으며 장기적인 과거경험에 의해 획득된 지식을 의미하고자 한다).

본 연구에서는 몇 가지 유형의 음성을 녹음으로 재생하였을 때, 그러한 음성 유형의 차이가 지각된 거리에서의 체계적인 변화를 일으킬 수 있는지의 여부를 검증하기 위하여 Gardner 연구에서 지적된 몇 가지 문제점을 보완하였다. 먼저 각 음성의 거리를 판단하게 함에 있어서 피험자에게 이미 정해진 몇 가지 음성의 발생 위치 가운데 하나를 선택하게 하기보다는 자유로운 언어반응을 할 수 있도록 하였다. 둘째, 음성의 지각된 거리에 미칠 수 있는 무향(무반향) 조건의 영향을 제거하기 위하여 어느 정도 반향이 존재하는 음향 환경을 사용하였다. 셋째, 친숙성 단서가 거리 지각의 절대적 단서가 되는지 아니면 상대적 단서가 되는지의 유무를 결정하는 방법으로 상이한 음성 자극을 독립적인 피험자 집단에게 제시하여 얻어진 거리판단 보고를 비교하였다.

특히 음성 유형에 따른 효과가 순수한 지각

적 효과인지를 평가하고자 하였다. 즉 화자는 외침음은 멀리서 들려오는 음이고 속삭임음은 가까운 곳에서 들려오는 음일 것이라는 기대를 할 수 있다. 따라서 이러한 기대에 맞게 언어적 반응을 의식적으로 조절할 수 있기 때문에 이러한 반응은 순수한 지각적 반응이라 할 수 없다. 예컨대 피험자가 실험실에 들어오면서 실험실의 크기와 규모를 눈으로 확인했다고 할 때, 실험자가 라우드스피커를 통해 소리가 멀리서 발생하도록 아무리 잘 조작하였다 하더라도, 그리고 실제 피험자가 그렇게 지각하였을지라도 이미 확인된 실험실 규모에서는 그렇게 멀리에서 소리가 발생할 수가 없다는 인지적 조절을 하여 실제 지각된 것보다 작거나 혹은 실험실 규모에 맞추어 거리를 보고할 가능성이 있다. 이러한 경우의 피험자 반응은 순수한 지각적 반응이라 볼 수 없을 것이다.

따라서 본 연구에서는 피험자가 실험실 환경이나 규모를 알 수 없도록 통제하는 한편 피험자에게 판단의 정확정보다는 각 음성에 대한 지각된 거리를 보고하도록 하는 데 초점을 맞추었다. 이외에 음압 수준과 주파수 단서가 음향 거리 지각에 직접적인 영향을 미치는지의 여부를 평가하고, 가능한 한 그것들의 영향을 통제하려는 시도를 하였다.

실 험 1

방법

피험자. North Carolina 주립대학에서 심리학개론을 수강하는 192명(남녀 각각 96명)의 학생이 강의충족요건으로 실험에 참여하였다. 피험자는 모두 정상적인 청력을 가지고 있었으며, 이전에 이러한 종류의 실험에 참여한 경험이 없는 사람으로 한정되었다.

실험 환경. 모든 측정은 7.3 x 7.3 x 3.7 m (가로 x 세로 x 높이)의 적절한 반향 속성을

가진 실험실에서 수행되었다. 실험실 바닥은 카펫이 깔려 있었고, 벽면에는 일반 음향실에서 사용하는 정사각형(0.61m)의 음흡수 패넬이 부착되었다. 반향시간(T_{60})은 0.5-8 kHz 범위의 주파수 영역에 대해 0.36초였다. 이 반향시간은 라우드스피커까지의 물리적 거리가 대략 0.5-6.0 m사이에서 변함에 따라 선형적 함수(기울기 < 1)에 따르는 경향을 보여주는 지각된 거리의 판단을 하는 데 충분하다(Mershon et al., 1989). 천장에는 직경 12.7 cm의 스피커들이 설치되었으며, 이는 실험실 외부로부터 들어오는 소음을 차폐시키기 위한 배경(차폐)음을 발생시키기 위해 사용되었다.

피험자에게 제시되는 모든 음성 자극은 피험자의 머리 높이(정확하게는 귀 위치)로부터 정면 2.5 m 전방에 위치시킨 Polk Audio(모델 5) 라우드스피커 시스템으로 재생되었다. 피험자가 위치한 후방 벽면에는 후방 벽면으로부터 발생할 수 있는 비정형적인 음향반사를 감소시키거나 제거시키기 위해 표면에 10.2 cm 두께의 Sonex[®] foam을 부착시킨 역쇄기형 모양의 음 흡수 구조물이 설치되었다.

피험자는 눈가리개를 쓰도록 하였으며, 자신으로부터 제시되는 모든 자극 음성까지의 거리를 미터와 센티미터 단위를 이용하여 구두로 보고하도록 하였다. 피험자는 마지막 제시 음에 대한 거리판단이 끝날 때까지 실험실 내부를 관찰할 수 있는 기회가 주어지지 않았다. 실험자는 실험실 내부에 피험자와 함께 위치하며 실험실과 이웃해 있는 대기실의 컴퓨터와 연결된 리모트키보드를 사용하여 적절한 음을 재생시키고 피험자의 반응을 입력하였다. 실험이 진행되는 동안 천장에 걸려있는 스피커로부터 지속적인 백색소음(피험자의 귀 위치에서 약 48 dBA의 음 수준)을 발생시켰다.

실험재료. 실험자극으로 사용될 음은 동일한 음향 환경에서 녹음되었다. 두 명의 자원자(남녀)에게 몇 가지 다른 조건, 즉 속삭임, 외침, 그리고 정상적인 대화 유형으로 "How far

away from you does my voice seem?”이라는 말을 하도록 하여 녹음하였다. 마이크로폰은 피험자의 입으로부터 대략 전방 30.5 cm 지점에 설치되었다. 필터를 이용하여 잡음이 제거된 표본음들은 digidesign의 Sound Accelerator® 디지털 신호처리 보드가 장착된 애플 매킨토시 컴퓨터에 의해 16비트 해상도의 디지털 신호로 변환되었다. 디지털로 변환된 표본은 WAV 파일로 저장되었고 Sound Designer II 소프트웨어를 통해 조작되었다. 표본은 컴퓨터와 연결된 Crown DL-2 preamplifier와 PS-200 amplifier를 통해 라우드스피커로 재생되었다.

음성 자극의 음압 수준은 Rion NA-61 Precision Sound Level Meter(NA-2X 1/2 옥타브 밴드필터세트가 구비된)로 측정되었다. 각 음성 표본의 내부 변화 때문에 두 개의 음압 수준 측정치가 얻어졌다. 첫째, 음압 수준을 대략 일정하게 유지시키고 사운드레벨 미터 계기를 관찰하여 “평균” 음압 수준을 결정하였다. 둘째, 충동과 표시 장치를 사용하여 피크 수준이 측정되었고 사운드레벨 미터에서 기록되는 가장 높은 음압 수준을 기록하였다.

이러한 음압 수준의 직접 측정치 이외에, 각 표본은 Altec 681-A 마이크로폰을 사용하여 Sona-Graph 6061-B Sound Spectrograph 상에 녹음시킨 후 각 표본을 비교한 결과, 표본들간에 분명한, 그리고 기대된 차이가 나타났다. 남성의 음성은 여성의 음성보다 저주파수 요소를 더 많이 포함하고 있었다. 또한 상이한

유형의 음성(속삭임과 외침)간에 분명한 변화가 있었다. 속삭임은 일반적으로 발성과 관련하여 매우 낮은 주파수 영역의 에너지가 결여되어 있었지만 높은 주파수 영역에서의 에너지가 많이 수반되어 있었다. 한편, 외침의 경우, 모음의 발성과 관련하여 저주파수 요소들이 지배적으로 많이 수반되는 경향이 있었다. 정상적인 대화의 속성은 이들 두 표본음의 극단적 속성의 중간 정도로 나타났다.

본 연구는 특히 외침이 거리에서 가장 과잉 지각될 것으로 예측하기 때문에 관심을 갖는 음이었다. 음압 수준이나 주파수 내용에서의 차이에 기인한 효과는 친숙성 효과만을 밝히는데 혼입을 가져올 수 있으나, 불행히도 다양한 음성 자극들을 음 수준(혹은 음량)에 있어 일정하게 유지시키기는 그리 쉬운 일이 아니었다. 외침의 평균 및 피크 수준 모두가 속삭임과 대화음보다 약간 더 높았다(따라서 음 수준이나 피크값이 일정하게 유지되었다는 것을 확신할 수는 없으며, 이 부분이 문제로 비판받을 수도 있다). 각 표본음의 평균 음압 수준과 피크수준은 표 1에 제시되어 있다.

실험설계. 피험자들은 각각 32명씩 6개 집단으로 나뉘어졌다. 각 집단 내의 개개 피험자들에게 먼저 6개의 음성 자극(남녀 각각의 외침, 속삭임, 정상 대화) 가운데 어느 하나의 자극을 제시하였고(초두제시), 그런 다음 동일화자의 다른 두 음성 유형이 제시되었으며, 마지막으로 피험자들에게 처음에 제시한 음성자극

표 1. 남녀 화자의 세 가지 상이한 음성 표본의 평균과 최대 음압 수준 (피험자의 머리위치에서 측정됨) (단위: dBA)

음성유형	남성음성		여성음성	
	평균	최대	평균	최대
외 침	72	78	72	82
대 화	66	74	67	77
속 삭 임	66	74	67	76

을 다시 제시하였다(후속제시). 따라서 각 피험자는 표본음 가운데 어느 하나의 음성 자극에 대해 독립적으로 거리 판단을 하였고, 동일한 성의 3개 음성자극에 대해 부가적인 거리 보고를 하였다. 예컨대 한 피험자에게 초두제시로서 남성 외침음이 제시되었을 때, 후속제시로 남성 속삭임음, 남성 정상 대화음, 그리고 남성 외침음의 순으로 제시되었다. 이렇게 함으로써 각 음성 자극은 초두제시에 의한 절대 단서로서의 평가(다른 자극음과의 비교에 의한 거리 판단이 아닌)와 후속제시에 의한 다른 음성 자극과 함께 비교해서 평가되는 상대적 단서로서의 평가(다른 자극음과의 상대적 비교에 의한 거리 판단)가 동시에 이루어질 수 있도록 설계되었다. 피험자는 실험실에 도착하는 순서에 따라 무선적으로 사전에 결정된 자극의 제시순서에 따라 할당되었다.

실험절차. 피험자가 도착하면 몇 가지 간단한 확인과정을 거친 후, 실험에 대한 지시문을 읽게 하였다. 실험에 대한 목적과 요령, 그리고 질문사항에 대해 설명을 해준 후, 피험자에게 눈가리개를 쓰도록 하고 실험자는 피험자

를 실험실 안으로 안내하였다. 피험자가 청취 위치까지 자리를 잡을 때까지 실험자는 어떠한 말도 건네지 않았다.

일단 피험자가 청취 위치에 서게 되면, 실험자는 조용히 통제 테이블로 가서 자극 음성 가운데 하나를 제시하였다. 자극 음성(초두제시)에 대한 피험자의 거리 판단 반응이 끝나면 부가적인 자극들을 제시(후속제시)하였다. 모두 4 개(그 중에 초두제시 음성과 후속제시의 마지막 제시 음성은 동일한 자극)의 음성 자극 제시가 끝나면 피험자에게 눈가리개를 벗도록 하였고, 실험에 대한 전반적인 상황에 대해 설명을 하였다. 모든 절차는 피험자가 실험실을 떠나는데 까지 대략 15분이 소요되었다.

결과 및 논의

실험 1에서 얻어진 자료에 대해 초두제시와 후속제시에 대한 거리 지각 반응의 분석이 독립적으로 행해졌다.

초두제시 음성에 대한 반응의 분석. 그림 1은 각 집단에 대한 초두제시의 결과를 보여준

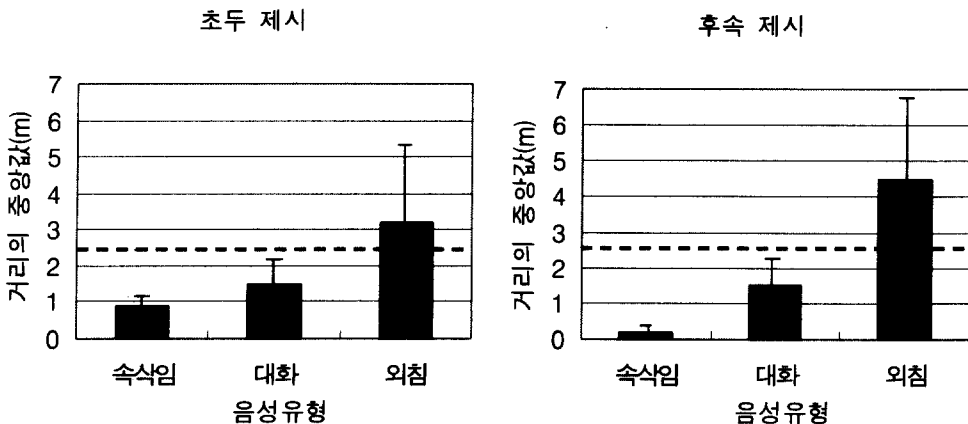


그림 1. 세 가지 음성유형에 따른 거리지각의 중앙값. 초두제시 결과는 세 개의 독립적인 피험자 집단(n=64)으로부터 지각된 세 가지 각각의 음성에 대한 거리로부터 얻어졌다. 후속제시에 대한 결과는 전체 피험자(n=192)로부터 얻어진 세 음성 유형에 대한 지각된 거리로부터 얻어졌다. 점선은 라우드스피커의 실제 거리이다.(에러바: 사분범위)

다. 그림에서 알 수 있듯이 속삭임, 대화, 그리고 외침 등의 음성 유형의 순으로 지각된 거리(D')의 중앙값이 증가되었다. 또한 외침 표본음에 대한 반응은 어느 정도 과잉 지각이 나타났다. 이들 자료에 대해 변인간 유의도를 평가하기 위하여 D' 값을 순위 전환하고 변량 분석을 수행하였다(Conover & Iman, 1981). 일반적으로 지각된 거리에 대한 언어적 보고는 흔히 편포되는 경향이 있기 때문에 순위-전환 값을 분석하는 것이 적절한 것으로 간주되어 왔다(Mershon & Lembo, 1977; Min, 1998). 초두제시에 대한 변량분석 분석 결과에서는 단지 음성 유형 변인에 대해서만 유의한 주효과가 나타났다($F(2, 180) = 59.17, p < .001$). 이외의 다른 변인(피험자의 성, 사용된 음성의 성)의 주효과나 상호작용 효과는 유의하지 않았다.

후속제시 음성에 대한 반응의 분석. 초두제시 이후에 제시되는 세 개의 음성에 대한 지각된 거리의 결과 또한 그림 1에서 보여주듯이 명백하게 나타났다. 속삭임과 외침에 대한 지각된 거리는 초두제시 결과보다 더 두드러진 차이가 나타났다. 이들 자료에 대한 순위-전환 변량분석의 결과는 음성 유형의 주 효과($F(2, 360) = 790.69, p < .001$)이외에, 피험자의 성별($F(1, 180) = 11.17, p < .001$)과 자극

으로서 사용된 음성의 성별($F(1, 180) = 4.22, p < .05$)의 주 효과가 유의하게 나타났다. 또한 음성 유형과 제시순서(어느 음성유형이 초두제시를 위해 사용되었는가의 여부)의 상호작용 효과도 유의하였다($F(4, 360) = 4.71, p < .001$). 피험자의 성과 음성의 성에 따른 결과는 표 2에, 그리고 초두제시로 사용된 음성이 후속제시에서 나타난 효과에 대한 결과는 표 3에 제시되었다.

이외에 실험이 끝나고 각 피험자에게 특별히 놀람 반응(startle response)을 일으킨 자극이 어느 것인지에 대해 물었다. 전반적으로 피험자의 40.6%는 비록 외침음보다 음의 강도는 약하지만 속삭임에 대해 놀랐다고 보고하였다. 피험자 가운데 2명은 대화, 그리고 8명은 외침에 대해 놀랐다고 보고하였다. 나머지 피험자들은 자극 음성이 특별히 놀라게 하지는 않았다고 보고하였다. 이러한 자극간 놀람반응의 차이는 통계적으로 유의하였다($\chi^2 = 30.92, p < .001$).

또한 실험1에서 얻어진 지각된 거리 차이가 지각된 거리의 실제 차이를 반영하는지 아니면 일반적으로 변하지 않는 거리지각에 기초된 반응의 인지적 조절의 결과인지의 여부를 고려해 보아야 한다. 이 점에 대해 최종적인 결론은 잠시 유보해야 하지만, 실험 1의 결과

표 2. 음성 제시 방법에 따른 지각된 거리의 중앙값(단위: 미터)

자극 음성의 성별		음성 제시 조건				
		초두제시		후속제시		
		남	여	남	여	
속삭임	남	0.60	0.60	0.52	0.31	
	여	0.78	0.74	0.61	0.30	
음성 유형	대 화	남	1.50	1.48	1.56	1.53
	여	남	1.52	1.43	2.57	1.60
외 침	남	3.77	3.01	6.21	3.55	
	여	4.02	3.32	6.17	4.40	

표 3. 음성제시 방법에 따른 지각된 거리의 증양값(단위: 미터)(W: 실제 속삭임, CW: 통제 속삭임, S: 실제 외침, CS: 통제 외침)

	자극 음성의 성별	피험자의 성별	음성 제시 조건			
			초두제시		후속제시	
			남	여	남	여
음성 유형	W	남	0.53	0.51	0.52	0.30
		여	0.64	0.51	0.59	0.30
	CW	남	0.78	0.64	0.68	0.54
		여	0.77	0.71	0.81	0.61
	CS	남	0.76	0.77	0.87	0.79
		여	0.81	0.78	1.10	1.02
	S	남	2.75	3.01	3.42	3.21
		여	4.12	3.78	6.21	4.53

는 인지적 조절보다는 지각적 차이가 잘 반영된 것으로 보여진다. 이러한 결과는 부분적으로 피험자에게 음원까지의 정확한 거리를 판단하게 하기보다는(이전의 연구에서 강조한 점) 가현적 거리를 보고하도록 지시를 했다는 점에서 신뢰할 만하다. 또한 속삭임에 의해 피험자들이 놀라는 반응을 보이는 경향이 있었다는 점은 뜻밖의 결과였다.

이는 아마도 속삭임이 매우 가깝게 있는 것으로 경험된다는 사실을 증명하는 것으로 보아야 할 것이다. (눈을 가린 낮선 환경에서 예기치 않았던 아주 가까운 곳에서 들리는 음의 존재는 놀람 반응을 일으킬 수 있다). 이는 소리의 친숙성이 음향의 거리 지각에 영향을 줄 수 있다는 입장을 부분적으로 지지해준다.

한편 라우드스피커의 실제 거리와 관련하여 일관되게 과잉 지각하게 만드는 자극을 찾는 것도 주요한 관심사가운데 하나가 될 것이다. 따라서 몇 가지 부가적인 분석이 외침 표본음에 대해 수행되었다. 피험자의 성별의 주 효과가 있었기 때문에, 이에 대한 두 가지 부가적인 분석을 수행하였다.

외침에 대한 전체 96명의 여성 피험자의 자료 중에서 69명은 D'가 2.5 m(라우드스피커의

실제 거리)보다 더 큰 것으로 보고하였으며, 나머지 27명은 더 작은 것으로 보고하였다. 이 차이에 대한 사인(sign) 검증 결과 유의하게 나타났다($p < .001$). 남성의 경우, 96명 가운데 85명이 실제 라우드스피커까지의 거리인 2.5 m보다 더 크다고 보고하였고, 11명은 더 작은 것으로 보고하였다. 이 차이 또한 유의한 것으로 나타났다($p < .001$). 따라서 남녀 피험자는 외침이 실제 라우드스피커의 거리보다 더 멀리에서 발생하는 것으로 지각하였다고 볼 수 있다.

실 험 2

실험 1의 결과는 소리의 친숙성이 음향 거리 지각에 영향을 미친다는 점을 제시하긴 했지만 그러한 지각된 거리의 차이가 친숙성 이외에 음성 표본들의 주파수 내용에서의 차이에 의해 발생할 수 있는지의 여부가 의문으로 남는다. 이러한 지각된 거리의 차이가 소리의 친숙성보다는 각 음성간의 주파수 차이 자체에 의해 나타났을 가능성을 검증하기 위해 실험 2가 수행되었다. 이를 위해 본래의 표본 음

시간에 가장 주파수 차이를 많이 나타나게 했던 음성 부분을 각 표본에서 추출하여 그것들을 연결 녹음시킴으로써 주파수 차이를 확실하게 구분할 수 있는 통제 표본 음성이 만들어졌다(물론 친숙한 음성으로 인식되지는 않지만 마치 외계인이 구사하는 목소리 정도로만 인식된다는 점에서 정상적인 다른 음성과 구분이 된다). 즉 하나의 통제 표본 음성은 주로 고주파수 대역의 에너지를 포함하고 있는 음성 자극으로, 그리고 다른 하나는 저주파수 대역의 에너지를 포함하고 있는 음성자극으로 사용하였으나 청취자에게는 친숙하지 않은 자극으로 인식이 되었다. 실험 2에서는 본래의 표본음성(실험 1에서 사용된)과 통제음성을 사용하여 실제 주파수 차이 자체에 의해 거리 감각의 차이가 나타날 수 있는지의 여부를 밝히기 위해 수행되었다.

방법

피험자. North Carolina 주립대학에서 심리학개론 수업을 수강한 남녀 64명(남: 32명, 여: 32명)의 대학생을 피험자로 사용하였으며, 실험 1에 참여한 사람들은 제외시켰다.

실험재료. 본래의 음성 표본(실험 1에서 사용된)에 몇 가지 조작과 변형을 가하여 친숙하지 않은 음성 표본(통제 자극)을 만들었다. 이를 위해 남성의 속삭임과 외침 표본으로부터 두 개의 상이한 분할음이 추출되었다. 의도적으로 본래의 음성 표본간에 가장 큰 스펙트럼 차이가 나는 음성들을 선택하였다. 즉 외침 표본에서 "...far away..."(저주파수 대역의 에너지가 많이 수반되는 부분) 부분과 속삭임의 "...voice seem..."(고주파수 대역의 에너지가 많이 수반되는 부분)을 추출하여 본래의 음성 표본과 동일한 길이가 되도록 반복 연결하여 녹음하였고, 이를 통제음성으로 사용하였다.

구체적으로 외침 표본에서 저주파 대역의 에너지가 많이 포함되어 있는 "far away" 부

분을 연속적으로 반복 녹음하여 만든 표본("far away, far away, . . ., far away")을 통제 외침(CS)이라 하였고, 이 표본 자극은 저주파대역이 많이 포함된 음성자극으로 사용하였다. 마찬가지로 통제 속삭임은 본래의 속삭임 표본에서 "voice seem" 부분이 연속적으로 반복 녹음되어("voice seem, voice seem, . . ., voice seem") 준비되었고, 이는 고주파수 대역의 에너지가 많이 포함되어 있는 음성자극으로 사용되었다.

이렇게 하여 모두 4개의 통제 음성(남녀 외침과 속삭임)이 준비되었다.

실험설계. 실험 2에서는 8개의 자극[남녀 실제 속삭임(W), 실제 외침(S), 통제 속삭임(CW) 혹은 통제 외침(CS)] 가운데 하나를 초두제시 음성으로 사용하였다. 피험자는 남녀 각각 8명씩 4집단으로 분류되었고, 집단 내 8명의 피험자들에게는 각각 다른 초두제시 음성을 제시하였다. 초두제시가 끝나면, 각 피험자는 초두제시 음성과 관계없이 실제 음성 자극이나 통제 자극을 제시받았다. 그런 다음, 각 피험자는 제시받은 적이 없는 나머지 두 개의 자극을 받았다.

절차. 실험 2를 위한 지시와 자극 제시 절차는 "놀람 반응"에 대한 자료를 수집하지 않았다는 점을 제외하고 실험 1과 동일하였다.

결과 및 논의

실험 2의 초두제시에 대한 결과는 그림 2에서 보여준다. 실제 음성자극에 대한 지각된 거리는 실험 1의 결과와 매우 유사하게 나타났다(비록 실험 1에서는 남자의 속삭임과 외침에 대한 D' 보고가 실험 2의 결과와 약간 차이가 나타나긴 하지만: 0.76과 2.74m 대 0.53과 3.05 m).

한편 통제 표본 음성들은 비록 스펙트럼 내용에서의 분명한 차이에도 불구하고 지각된 거리 상에서 어떤 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 친숙하지 않은 통제 자극음성이

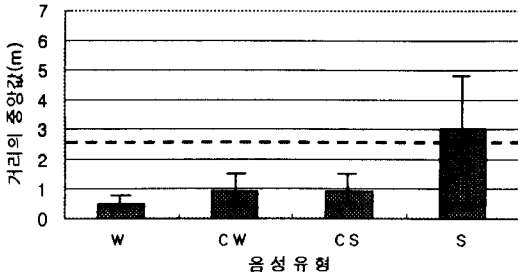


그림 2. 네 가지 상이한 음성 표본의 지각된 거리의 중앙값(초두제시 자료). 점선은 라우드 스피커의 실제거리이다.(W: 실제 속삭임, CW: 통제 속삭임, S: 실제 외침, CS: 통제 외침)

다른 음성 자극과 비교할 기회가 없었기 때문에(초두제시이기 때문에) 이는 정확히 예측된 결과였다. Little, Mershon 및 Cox(1992)에 의해 발견된 결과는 주파수 내용에서의 차이가 분명히 비교 자극이 제시될 때만 음향 거리에 대한 효과적인 상대적 단서가 될 수 있다는 것이었다.

D' 값에 대한 순위 전환 자료에 대해 변량 분석을 실시한 결과, 외침과 속삭임간에 유의한 차이가 나타났다($F(1, 56) = 26.10, p < .001$). 또한 음성 유형과 실제 음성 대 통제 음성변인들 간의 유의한 상호작용도 나타났다($F(1, 56) = 32.24, p < .001$). 피험자의 성별의 주요 과나 기타 상호작용효과는 유의하지 않았다.

흥미롭게도 Mann-Whitney U 검정은 통제 외침 표본이 실제 외침 표본($Z = 3.83, p < .0001$)과 유의한 차이가 나타났으며, 통제 속삭임과 실제 속삭임 표본($Z = 2.48, p < .05$)도 유의하게 차이가 있었다. 즉 통제 속삭임은 실제 속삭임보다 더 멀리 발생하는 것으로 지각되었는데 이러한 차이는 반향 단서와 관련되는 것으로 보인다. 이러한 결과는 친숙성에 기초된 지각 과정에 의해 결정된다 는 또 다른 증거가 될 수 있다.

전체 피험자로부터 얻어진 지각된 거리 자료 중에서 후속제시 자료에 대한 분석은 이러

한 해석을 확증해주었다. 후속제시에서 얻어진 실제 외침에 대한 D'는 초두제시 때보다 더 크게 나타났다. 통제 자극에 대한 D'는 기대했던 것과는 약간 차이가 있었다. 즉 외침에 기초된 통제 자극(고주파수 내용을 감소시킨 자극)은 약간 멀리에서 들리는 것으로 지각되었지만 유의하게 멀리에서 들리는 것으로 지각되지는 않았다. 실험 2의 결과에서는 분명히 통제 표본 음성간에 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 이는 언어의 주파수 내용 자체보다는 친숙성에 의해 표본 음성간에 유의한 거리의 지각차이가 나타난 것으로 볼 수 있다.

종합 논의

실험 1의 결과에서 피험자의 성에 기초되어 있는 차이는 전혀 예상치 못한 결과였지만, 본 실험실에서 행해진 여러 다른 실험에서 남성 피험자가 여성 피험자보다 종종 지각된 거리에서 약간 더 크게 보고하는 경향성이 관찰되었다. 이러한 차이는 순수한 지각적 차이이거나 피험자에 의해 사용된 반응 값의 차이일 수도 있다.

한편 음성의 성과 관련된 차이는 두 가지 근거를 갖는다. 예컨대, 보고된 거리의 차이는 남성의 음성이 여성의 음성과 비교해서 고주파수 내용이 적게 포함되었기 때문일 수 있으나 그럴 가능성은 희박해 보인다. 피험자들은 의도적으로 남성과 여성의 음성을 비교할 기회가 차단되었고 결과적으로 외침에 대해서만 남녀 차이가 나타났다. 또 다른 가능성은 남성의 외침은 일반적으로 대화와 비교해볼 때 여성의 외침보다 약 10dB 더 증가한다는 것을 보여준 Rostolland(1982)의 연구에서 찾아볼 수 있다. 남녀 외침은 모두 피험자에게 동일한 음 수준에서 재생되었기 때문에 남성의 외침이 더 멀리서 발생한 것으로 지각하게 만드는 요인은 '과거 경험'인 것으로 생각할 수 있다.

이러한 결과들을 종합해 볼 때, 네 가지의 주요한 결론을 내릴 수 있다. 첫째, 피험자는 분명히 속삭임, 대화, 그리고 외침이 체계적으로 상이한 거리에서 발생하는 것으로 지각하였다(독립적인 집단에 초두제시를 했을 경우에도). 이러한 결과는 분명히 음향 거리의 지각에 있어서 친숙성 단서가 효과적으로 영향을 미친다는 것을 확인해 주고 있다. 둘째, 각 음성 유형에 따른 지각된 거리의 차이는 정확히 통제되지 않은 음압 수준에서의 변화나 고주파수 내용에서의 차이 그 자체로부터 영향을 받지 않은 것으로 볼 수 있다. 또한 실험 2의 초두제시 결과에서 두 개의 통제 음성간에 지각된 거리의 차이가 나타나지 않고 있다는 것은 음향 거리 지각의 단서로 주파수 내용은 절대적 단서가 아닌 상대적 단서로 작용한다는 Mershon과 Bower(1979)의 연구결과를 지지해 주고 있다.

셋째, 실험 1에서 사용된 지시와 자극에 대한 놀람 반응 자료는 피험자의 반응이 의식적인 조절보다는 순수한 “지각적” 효과를 반영하였다 것을 시사해준다. 넷째, 외침이 일관되게 과잉 거리지각을 일으킨다는 결과는 녹음된 친숙한 음이 적절한 종류의 지각적 오류를 (어느 정도 일관되게) 일으킬 수 있다는 가능성을 보여주고 있다. 구체적으로 실험실의 음향적 특성을 조작함으로써 음원의 거리에 대한 체계적이고 안정된 과잉 지각을 일으키는 것이 불가능할 수 있지만 친숙성 단서를 사용하게 될 때 그러한 과잉 지각을 일으키는 것이 가능하다는 의미가 된다. 따라서 이러한 결과는 가상 3D 음향 환경을 구성할 때 아주 유용하게 적용이 될 수 있을 것으로 보인다.

즉 우리는 일상의 경험에서 여러 상이한 거리(근처에서부터 아주 먼 거리까지)에서 음이 발생된다는 것을 지각할 수 있음에도 불구하고, 많은 실험실 상황에서 원거리 음원에 대한 안정적인 지각체(percept)를 일으키기 어렵다

는 것이 입증되어 왔다. 예컨대 음향적으로 “살아있는”(live) 환경에 대해 때때로 보고된(예기된) 과잉 지각(Mershon et al. 1989)은 Mershon과 Hutson(1991)에 의해 사용된 반복제시 실험 상황에서는 사라졌다. 즉 어떤 음원을 그것이 위치한 실제 거리보다 안정되게 더 멀리에서 발생하는 것으로 지각하게 하는 것이 어렵다는 것이다.

다만 아주 먼 거리에서 음이 발생하는 것으로 지각하게 할 수 있다고 보고한 몇 가지 사례들은 흔히 성당과 같은 특별한 환경에서 제시된 자극들에 관한 것들이었다(Cochran, Throop, & Simpson, 1968). 라우드스피커를 통해 음을 제시하게 되는 실험실에서는 일관되게 과잉 지각(over-perception) 오류를 일으키기는 어려운 것으로 밝혀졌다. 이에 반해 음이 그것의 실제 거리보다 더 가깝다는 인상을 일으키도록 조작하기는 아주 수월한 것으로 보인다.

본 연구에서 사용된 음성 표본은 영어 구절을 사용한 것으로 앞으로 다른 문화권의 언어를 사용하는 비교연구가 수행될 필요가 있다. 즉 친숙성이라는 것이 중요한 거리지각의 단서가 된다는 확증을 위해서는 동일한 피험자 집단에게 모국어와 외국어(생소한)를 사용함으로써 실제 음향 거리가 친숙성이라는 요인에 의해 달라질 수 있는가를 평가할 필요가 있다.

또한 본 연구에서는 음원에 대한 거리 판단이 피험자들의 언어적 보고(거리의 직접 측정 방법)에 의존하였는바, 이러한 언어적 보고는 측정치의 많은 분산을 일으키며, 또한 인지적 편파가 거리 판단에 작용할 수 있다는 단점이 이미 지적되었다. 따라서 민윤기 등(1999)은 음향의 거리 지각 반응을 피험자로부터 얻을 때 구두 보고에 의한 직접 거리판단법과 함께 간접 거리판단법(예, 리모트 포인팅 기법)을 사용하기도 하였다. 따라서 후속 연구에서는 거리 판단을 위한 이러한 직접 및 간접 측정 방법을 모두 사용할 필요가 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 민윤기, 서창원, 신수길 (1999). 시각적으로 결정된 음원의 거리와 음량변화의 관계성. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 11, 131-152.
- Ashmead, D. H., LeRoy, D., & Odom, R. D. (1990). Perception of the relative distances of nearby sound sources. *Perception & Psychophysics*, 47, 326-331.
- Begault, D. R. (1994). *3-D sound: For virtual reality and multimedia*. London: Academic Press.
- Békésy, G. von, (1960). *Experiments in Hearing*. New York: McGraw-Hill.
- Blauert, J., & Lindemann, W. (1986). Auditory spaciousness: Some further psychoacoustical analyses. *Journal of the Acoustic Society of America*, 80, 533-542.
- Butler, R. A., Levy, E. T., & Neff, W. D. (1980). Apparent distance of sounds recorded in echoic and anechoic chambers. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 745-750.
- Cochran, P., Throop, J., & Simpson, W. E. (1968). Estimation of the distance of a source of sound. *American Journal of Psychology*, 81, 198-206.
- Coleman, P. D. (1962). Failure to localize the source distance of an unfamiliar sound. *Journal of the Acoustical Society of America*, 34, 345-346.
- Coleman, P. D. (1963). An analysis of cues to auditory depth perception in free space. *Psychological Bulletin*, 60, 302-315.
- Conover, W. J., & Iman, R. L. (1981). Rank transformations as a bridge between parametric and nonparametric statistics. *American Statistician*, 35, 124-133.
- Gardner, M. B. (1969). Distance estimation of 0° or apparent 0° -oriented speech signals in anechoic space. *Journal of the Acoustical Society of America*, 45, 47-53.
- Gaedner, M. B., & Gardner, R. S. (1973). Problem of localization in the median plane: Effect of pinnae cavity occlusion. *Journal of the Acoustical Society of America*, 53, 400-408.
- Gotoh, T., Kimura, Y. Kurahashi, A., & Yamada, A. (1977). A consideration of distance perception in binaural hearing. *Journal of the Acoustical Society of Japan*, 33, 667-671.
- Guski, R. (1990). Auditory localization: Effects of reflecting surfaces. *Perception*, 19, 819-830.
- Levy, E. T., & Butler, R. A. (1978). Stimulus factors which influence the perceived externalization of sound presented through headphones. *Journal of Auditory Research*, 18, 41-50.
- Little, A. D., Mershon, D. H., & Cox, P. H. (1992). Spectral content as a cue to perceived auditory distance. *Perception*, 21, 405-416.
- McGregor, P., Horn, A. G., & Todd, M. A. (1985). Are familiar sounds ranged more accurately? *Perceptual & Motor Skills*, 61, 1082.
- Mershon, D. H., Ballenger, W. L., Little, A. D., McMurtry, P. L., & Buchanan, J. L. (1989). Effects of room reflectance and background noise on perceived auditory perception of egocentric distance. *Perception*, 8, 311-322.
- Mershon, D. H., & Bowers, J. N. (1979). Absolute and relative cues for the auditory perception of egocentric distance. *Perception*, 8, 311-322.
- Mershon, D. H., & Hutson, W. E. (1991). Toward the indirect measurement of perceived auditory distance. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 29, 109-112.
- Mershon, D. H., & King, L. E. (1975). Intensity and reverberation as factors in the auditory perception of egocentric distance. *Perception & Psychophysics*, 18, 409-415.
- Mershon, D. H., & Lembo, V. L. (1977). Scalar perceptions of distance in simple binocular configurations. *American Journal of Psychology*, 90, 17-28.
- Min, Y-K (1998). *An adjacency effect in auditory space perception: The effectiveness of relative cues for exocentric distance*. Unpublished Dissertation, North Carolina State University.

Peterson, J. (1990). Estimation of loudness and apparent distance of pure tones in a free field. *Acustica*, 70, 61-65.

Rostolland, D. (1982). Acoustic features of shouted voice. *Acustica*, 50, 118-125.

Strybel, T. Z., & Perrott, D. R. (1984). Discrimination of relative distance in the auditory modality: The success and failure of the loudness discrimination hypothesis. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76, 318-320.

The Contribution of Familiarity of Sounds to the Perception of Auditory Distance

Yoon-Ki Min

Department of Consciousness Science, Korea Research Institute of Jungshin Science
Department of Design, Sejong University

Many previous studies of auditory distance have involved manipulation of the obvious physical characteristics of the target stimuli (e.g., sound level, spectral content) or the environment (e.g., conditions of reverberation). The present research examined the contribution of familiarity (long-term experience) to the perception of auditory distance, while attempting to control/evaluate the influences of unavoidable physical differences among stimuli. Spectral digital recordings of different vocal "styles" were presented from a stationary loudspeaker to blindfolded male and female listeners in an acoustically absorbant (but not anechoic) space. Voices included shouts, whispers and a normal conversational style. Playback levels were adjusted to avoid extraneous sound level cues. The shouting voice was reported as appearing farthest, the whispering voice closest. The conversational voice was intermediate. In a control experiment, non-speech stimuli with spectral content similar to the most extreme differences of the whispering and shouting voices were presented to new groups of listeners. Reports of perceived distance varied for the actual voices but not for the corresponding control stimuli. The results are interpreted to suggest that the perception of auditory distance may be affected by past experience. Also, unlike many previous auditory manipulations, the use of speech sounds was capable of producing a clear over-perception of the distance to the source.