

## 음향거리 지각에서의 근접성 효과

민 윤 기\*

충남대학교 심리학과

근접성 원리는 어느 하나의 지각대상이 그것과 근접해 있는 다른 지각 대상의 영향을 받아 지각의 변화를 일으킬 수 있다고 진술한다. 비록 이 원리가 시각공간 지각 연구에서 하나의 지각요인으로 확인되었을지라도 본 연구는 동일한 원리가 또한 청각적 공간 지각에서도 존재할 것으로 기대하였다. 반무향 환경에서 두 개의 음원(준거자극)의 가현적 거리를 조작하기 위해 시각포획이 이용되었다. 즉 중앙선의 좌측 10° (피험자로부터 2m 전방) 위치에 놓여진 근거리 음원과 우측 10° (피험자로부터 5m 전방) 위치에 놓여있는 원거리 음원은 시각자극의 영향을 받아 지각된 거리에서의 반전이 나타났다. 즉 물리적으로 가까이 위치된 준거음원은 물리적으로 멀리 위치해 있는 준거음원보다 더 멀리 있는 것으로 지각되었다. 간접측정기법을 사용하여 피험자는 각 준거 음원의 가현 거리 뿐 아니라 3개의 부가적인 검사음원의 가현적 거리 변화를 판단하였다. 검사음원은 모두 피험자로부터 3m 전방에 위치되어 있으며, 하나는 방향적으로 근거리 준거음원에, 그리고 다른 하나는 원거리 준거음원에 이웃하여 위치되었으며, 나머지 하나는 두 개의 준거음원의 중간에 위치되었다. 연구 결과는 피험자가 근거리 준거음원이 원거리 준거음원보다 더 멀리 있는 것으로 부정확하게 지각하였을 때, 물리적으로 동일한 거리에 위치된 3개의 검사음원의 지각된 거리에서 변화가 나타났다. 이러한 결과는 검사음원에 대한 거리 판단은 그것들과 가장 가깝게 근접해 있는 준거음원의 영향을 받는 것으로 나타났다. 지각된 준거음원의 거리에서의 왜곡은 지각된 검사음원의 거리에 대한 지각적 왜곡을 일으켰다. 이러한 효과는 이전에 시각공간에서 확인된 근접성 원리가 음향 공간 지각에서도 적용되며, 따라서 공간지각에서 일반 조직요인으로 작용할 수 있다는 점을 시사하였다.

**주제어** 근접성 원리, 공간지각, 음원 거리지각, 간접측정, 지각적 왜곡, 시각포획

\* 교신저자 : 민 윤 기, (305-764) 대전시 유성구 궁동 220, 충남대학교 심리학과  
E-mail : ykmin@cucv.cnu.ac.kr

많은 전통적인 공간 지각 연구들은 관찰자가 고정된 위치에서 한번에 하나씩 제시된 여러 자극들에 대한 지각적 인상을 보고하도록 하는 실험 패러다임을 사용해 왔다. 그러나 일상의 지각 환경은 일반적으로 한꺼번에 여러 감각 양상을 자극하는 여러 “대상”들을 포함하고 있다. 분명히 정상적인 환경에서 경험하게 되는 지각을 설명하고자 한다면, 감각 양상 내에서 그리고 감각 양상들에 걸쳐 이들 대상들간의 상호작용을 고려하여야 한다. 본 연구는 음향 자극들의 상호작용을 고려함에 있어 방향적으로 이웃해 있는 음원들간의 깊이 단서들이 서로 떨어져 있는 음원들간의 관계성보다 훨씬 더 중요할 수 있다는 것을 확인하는 것이 목적이었다.

### 음향거리 지각을 위한 정보

청자(listener)는 비교적 정확하게 음원의 거리를 추정할 수 있는 능력을 가지는 것으로 보고되었다. 음원의 몇 가지 특성들은 음원의 거리에 대한 정보를 제공해 준다. 음향 거리지각에 기여하는 몇 가지 요인(혹은 단서)이 지각된 음향거리를 결정하는 데 기여하는 것으로 제시되었다. 이 가운데 어떤 것은 “절대”(absolute) 혹은 자기중심적(egocentric) 요인으로 고려될 수 있다. 즉 이들 요인은 비교될 수 있는 다른 불연속 음이 존재하는 것과는 독립적으로 특정한 음의 물리적 특성에 기초된다. 이러한 절대 단서 가운데 몇 가지는 과거 경험에 의존한다. 한편 “상대”(relative) 혹은 관계중심적(exocentric) 단서로 언급되는 다른 요인들은 명백하게 주어진 검사 음원과 공간적/시간적으로 근접되어 있는 다른 음원간의 관계성에 의존한다.

먼저 음 수준(sound level)은 음원의 거리를 결

정할 때 중요한 단서가 된다. Gamble(1909)은 청자가 두 음원의 거리를 비교할 때 사용하는 가장 분명한 단서가 음 수준(혹은 음의 강도)이라고 주장하였다. 일반적으로 지각된 음향거리가 증가함에 따라, 음 수준은 감소한다. 많은 연구는 고정된 거리에서 음 수준을 변화시킬 때, 지각된 음향거리가 변한다는 것을 발견되었다 (Steinberg & Snow, 1934; Békésy, 1949; Gardner, 1969; Little, Mershon, & Cox, 1992; Mershon & King, 1975). 이러한 음 수준은 지각된 음향거리 에 있어서 상대적 단서로 작용한다(Little et al., 1992; Mershon & Bowers, 1979; Mershon & King, 1975). 이것은 하나의 음을 여러 다른 거리에서 반복해서 제시함에 따라 청자가 음들을 비교함으로써 체계적인 거리 지각을 일으킬 수 있다는 것을 시사한다. 환언하면 음 수준이 절대단서가 되기 위해서는 한번의 음 제시만으로 청자가 유용한 거리 정보를 얻을 수 있어야 하지만, 음 수준의 경우 청자는 한 번의 제시 음을 통해 그것의 실제 물리적 거리를 신뢰롭게 판단할 수 없기 때문에 상대적 단서로 고려된다(Coleman, 1962). 즉 청자는 음원의 거리 정보를 얻기 위하여 두 개 이상의 음원이나 다른 거리에서 한 음의 반복 제시를 통해 음들을 비교하여야 하기 때문이다. 따라서 음 수준의 변화에 따라 지각된 음의 거리가 체계적으로 변할지라도 오로지 이러한 상대적 단서만으로 거리 판단을 하는 경우 물리적 음향거리를 신뢰롭게 판단할 수 없을 것이다.

음 수준이외에, 음의 반향 에너지는 지각된 음향거리에 대한 단서가 된다. 반향 에너지에 대한 직접 도달 에너지의 비율은 지각된 음향거리에 대한 중요한 단서이다. 무향실과 같은 공간에서는 단지 직접 음 에너지만이 청자에게 도달된다. 그러나 많은 자연 환경에서 청자의 귀에 도달되

는 음은 직접 음 에너지와 반향 음 에너지 모두를 포함한다. 청자는 분명한 비교 음원이 없을 때조차도 음원으로부터 귀로 들어오는 직접 및 반향 에너지의 패턴에 의해 자신과 음원간의 거리를 지각할 수 있다. 음 패턴이 반향음에 비해 더 강력한 직접음 에너지를 포함할 때, 그 음은 청자로부터 더 가까이에서 발생하는 것으로 지각된다. 음이 반향 에너지를 많이 포함할수록, 그 음원은 청자로부터 멀리에서 발생하는 것으로 지각된다.

음의 주파수는 또 다른 지각된 음향거리 단서이다. 일반적으로 고주파수 요소가 적게 포함되어 있는 음은 고주파수가 많이 포함된 음보다 더 멀리 들리는 것으로 지각된다(Levy & Butler, 1978; Butler, Levy, & Neff, 1980). 이는 음원의 거리가 증가함에 따라 복합음의 고주파수 에너지가 저주파수 에너지보다 급격히 감소되기 때문이다(Coleman, 1963). 특히 Little 등(1992)은 음에 고주파수 요소가 많이 포함될수록 청자는 그 음원이 더 가까이서 들리는 것으로 지각하였다는 것을 발견하였고, 이 요소는 지각된 음향거리에 대한 상대 단서로 작용한다고 하였다.

지각된 음향거리에서 상대단서로 작용하는 음 수준(sound level)과 주파수 스펙트럼은 모두 물리적 거리를 변화시켰을 때 또한 변화된다. 예컨대, 어떤 일정한 거리에서 음을 들려주고, 그 음을 다시 더 가깝거나 먼 위치로 이동시켜 들려주었을 때, 동일한 음은 음 수준에서의 차이가 나타나 지각된 거리의 차가 발생하게 된다. 마찬가지로 그러한 상대단서 자체를 변화(음원의 물리적 거리의 실제 변화와 무관하게)시키면 지각된 음향거리를 변화시킨다(Coleman, 1963; Little, Mershon, & Cox, 1992). 따라서 실험 맥락에서 음 수준이나 주파수 스펙트럼을 변화시키기 위해 음원의 물리적 거리를 변화시킬 필요가 없이 고정된 거리

에서 음 수준이나 스펙트럼만 조작하여도 지각된 음향거리를 변화시킬 수 있다.

### 근접성 원리(Adjacency Principle)

관찰자에게 여러 대상들이 동시에 노출될 때, 많은 지각적 비교가 가능해 진다. 어떤 주어진 요인이나 단서에 있어서 A와 B라는 두 개의 대상이 존재할 때는 단지 하나의 관계성(즉 A와 B)만이 허용된다. 세 개의 대상이 존재하는 경우, 관계성은 A와 B, B와 C, 그리고 C와 A라는 관계성이 존재할 수 있다. 네 개의 대상이 존재하는 경우, 이러한 관계성의 쌍(12개)은 크게 증가된다. 다행히도 자연 세계에서 우리는 그러한 모든 관계성들을 개별적으로 처리할 필요는 없다. 대상들은 일반적으로 효과적인 장면 지각을 허용하는 풍부한 맥락 내에 포함되어 있기 때문이다.

그러나 가령 삼차원 공간 상에 있는 어떤 하나의 주어진 대상이 어떻게 지각되는지를 알고자 한다고 하자. 이때 그 대상의 지각이 단지 많은 정보적 관계성에 의해 결정되었다고 말하는 것만으로 궁금증이 해결되기에 충분한가? 아니면 그 대상의 지각에 있어 전체 정보 가운데 어느 것이 다른 것에 비해 더 중요하거나 유용한지의 여부를 물어야 하는가? 분명 공간 상에 위치한 어떤 대상에 대한 지각이 어떻게 이루어지는지를 알기 위해서는 후자의 물음에 대답을 구하는 것이 중요할 것이다. 본 연구의 결과는 대상과 그 대상이 직접적으로 직면해 있는 주변사이에서 발생하는 정보가 보다 멀리 떨어져 있는 다른 출처로부터 발생하는 정보보다 그 대상의 지각된 위치(예, 청취자로부터의 거리)를 결정하는데 있어 더 중요할 것이라는 기대를 검증하게 될 것이다.

Gogel(1974, 1977, 1978)은 다양한 지각 현상을 설명하기 위해 근접성 원리(adjacency principle)로 불리는 지각의 조직요인을 제시하였다. 근접성 원리는 어떤 대상(들)에 대한 지각은 그 대상이 고립되어 있는지, 아니면 다른 대상들과 함께 있는지의 여부에 따라 변할 수 있음을 진술한다. 이 원리에 따르면, 대상들(혹은 대상의 부분들) 사이에서 발생하는 어떤 관계성(단서)의 효과성은 그 대상들의 지각적 분리와 역으로 관련된다. 즉 근접성 원리는 시각장에서 자극의 깊이, 운동, 크기, 모양, 색, 거리와 방향 지각에서의 상대적 단서의 효율성을 변화시키는 지각 요인으로 고려된다.

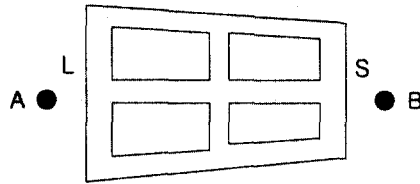
Gogel(1977, 1978)은 Ames의 사다리꼴 창(trapezoidal window)을 이용하여 근접성을 확인하는 실험을 수행하였다. Ames의 사다리꼴 창은 한쪽은 길고 반대쪽은 짧은 수직면을 가진 창으로, 이것을 관찰자로 하여금 정면에서 보게 하였을 때, 관찰자는 마치 일정한 거리에서 창문의 측면을 바라본 창의 모양으로 지각하는 경사의 착각을 일으키는 경향이 있다(그림 1을 보라). 즉 사다리꼴 창문의 긴 수직면과 짧은 수직면이 관찰자로부터 같은 거리에서 제시되지만, 관찰자는 사다리꼴의 긴면이 자신으로부터 더 가까이에 있으며, 짧은 면은 더 멀리 있는 경사진 창을 지각한다. 그림 1에서 보여주는 것과 같이 일정한 거리에 있는 관찰자의 정면에서 물리적으로 짧은 수직면(S)은 관찰자로부터 가까이에, 그리고 긴 수직면(L)은 관찰자로부터 멀리 경사가 지도록하여 제시할 때, 관찰자는 짧은 수직면이 자신으로부터 멀리(S), 그리고 긴 수직면이 가까이에(L) 있는 경사진 창을 지각한다. 또한 사다리꼴 창의 양쪽 수직면 옆에 각각 피험자로부터 동일한 거리에 동일한 불빛(A와 B)을 동시에 제시하였을 때, 사다리꼴의 양쪽 경사면의 깊이에서의 착각에 기인

하여 두 불빛간 지각된 깊이는 크게 변화되었다.

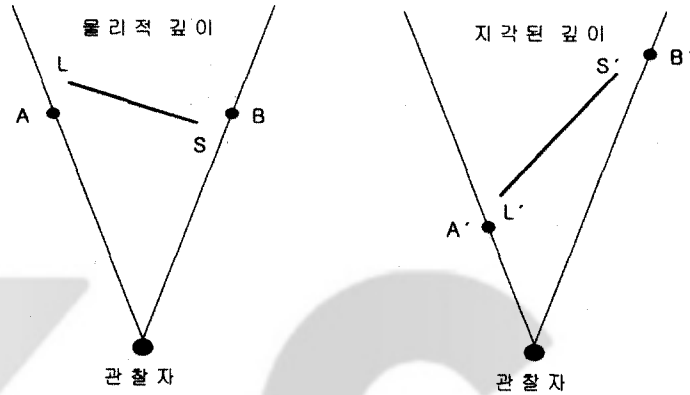
두 불빛이 물리적으로 동일한 거리에 위치되어 있음에도 불구하고, 불빛 A는 A' 위치로, 그리고 불빛 B는 불빛 A보다 훨씬 더 먼거리인 B' 위치에 있는 것으로 지각되었다. 이러한 결과는 지각된 두 불빛의 거리가 불빛과 방향적으로 근접해 있는 사다리꼴 창의 지각된 양쪽 수직면의 거리(경사)에 의해 영향을 받는다는 것을 시사하고 있으며, 한 대상에 대한 지각은 근접되어 있는 대상속성과 관련하여 변한다는 상대단서의 효율성을 밝혔다.

요약하면, 근접성 원리는 대상들간의 상대단서의 효율성은 대상들이 서로 떨어져 있는 정도와 역함수 관계에 있음을 말한다. 근접성 효과는 검사대상과 다른 대상이 좌우나 앞뒤 방향 모두에서의 떨어짐과 관련된다. 따라서 검사대상과 유도대상(검사대상의 지각변화를 유도한다는 의미에서 유도대상이라 칭함)간의 거리가 증가함에 따라 상대단서의 효율성은 감소된다. 근접성 효과는 반대 방향으로 지각을 유도시키는 효과를 일으키는 두 개의 유도 대상이 동시에 제시될 때 가장 분명하게 발생된다(Gogel 1977, 1978). 예컨대, 그림 1에서 유도자극은 사다리꼴 창문의 긴 수직면(L)과 짧은 수직면(S)으로 이들 수직면은 물리적으로 짧은 수직면이 긴 수직면보다 관찰자로부터 더 가까운 거리에 제시되지만 긴 수직면이 관찰자로부터 더 가깝게 위치되어 있는 것으로 지각된다. 따라서 이러한 유도자극의 지각적 반전 현상은 각 수직면과 근접해 있는 동일한 거리에 있는 두 불빛에 대한 거리 지각에 극적인 영향을 준다.

비록 이러한 원리가 시각공간 지각의 연구 맥락에서 진술되었을지라도, 개념적으로는 감각 양상에 제한되지 않는 일반적인 지각 조직에 대한 진술로서 고려되어 왔다(Gogel과의 교신). 근접성



(a)



(b)

그림 1. (a) 정면도 (b) 사다리꼴 창의 긴 수직면(L)과 짧은 수직면(S) 및 각 수직면과 근접해 있는 불빛(A와 B)의 물리적 거리와 지각된 깊이. 창의 긴 수직면(L)이 짧은 수직면(S)보다 뒤에 오도록 경사지게하여 관찰자에게 제시하였을 때, 두 개의 불빛은 관찰자로부터 동일한 거리에서 제시되지만, 우측 불빛(B)은 지각적으로 왼쪽 불빛(A)보다 더 멀리 있는 것으로 지각된다. 창의 경사에 대한 지각 오류는 불빛의 상대적 거리 지각의 오류를 일으킨다. 각 불빛에 대한 깊이 지각은 방향적으로 가장 근접한 창의 각 수직면에 대한 깊이지각과 관련된다

원리는 깊이 단서들의 제시만으로 장면의 지각적 형상(perceptual appearance)을 예측하기에 적절치 않다는 것을 시사한다. 단서의 효과는 방향(direction)과 깊이(depth)에서 대상들의 상대적 분리도와 함수 관계에 있다(Gogel, 1978). 즉, 근접성 원리는 삼차원 공간 상에서 대상들이 충분히 떨어져 있는 경우 상대단서들의 효과성은 감소되며, 관찰자는 그 상황에서 존재하는 절대 단서에 의존하는 경향이 있다는 것을 예언한다. 이와

관련하여 Mack과 Herman(1972)은 대상들간의 거리가 가까워짐에 따라 지각은 대상-상대적 정보(상대단서)에 의존하며, 대상들간의 거리가 멀어짐에 따라 대상 자체의 정보(절대단서)가 지각을 일으키는 데 강력하게 기여한다고 하였다.

근접성 효과를 밝히기 위해 근거리와 원거리 대상으로부터 나온 유용한 정보가 동일한 결과를 나타내지 않는 상황을 창출시키는 연구들이 시도되어 왔다. 전통적으로 이러한 상황은 “단서

-갈등”(cue-conflict) 상황으로 기술되어 왔다. 근접성 효과를 측정하기 위해 서로 상반된 정보원 가운데 어느 것이 검사 대상의 지각된 위치를 결정하는데 영향을 미치는지를 결정하여야 한다. 근접성 원리는 검사 대상은 환경에서 가장 이웃해 있는 대상(들)으로부터 얻어진 정보에 의존할 것이라는 것을 분명하게 예언한다. 예컨대, 그림 1에서 사다리꼴이 제시되지 않고 피험자로부터 같은 거리에서 제시되는 두 개의 불빛만이 제시된다면, 두 불빛에 대한 거리 지각은 절대단서에 의존될 것이다. 그러나 사다리꼴이 그림 1과 같이 제시되는 상황에서는 불빛 A에 대한 지각된 거리는 사다리꼴 창문의 긴 수직면 L, 그리고 불빛 B에 대한 지각된 거리는 사다리꼴의 짧은 수직면 S의 영향, 즉 상대단서와 갈등을 일으킬 것이다. 본 연구에서는 이러한 근접성 원리가 청각 공간, 특히 음향 깊이 지각에도 적용될 수 있는지를 확인하고자 하였다.

### 시각포획 현상(Visual-Capture Phenomenon)

적절한 환경에서 지각된 음향거리는 몇 가지 종류의 음향 거리 단서뿐 아니라 어떤 식으로든 음과 연합될 수 있는 시각 사상의 발생에 의해 영향을 받을 수 있다(민윤기, 1999; 민윤기, 서창원, 신수길, 1999; Bermant & Welch, 1976; Bertelson & Radeau, 1981; Gardner, 1968; Mateeff, Hohnsbein, & Noack., 1985; Mershon, Desaulniers, Amerson, & Kiefer, 1980; Mershon, Desaulniers, Kiefer, Amerson, & Mills, 1981; Min & Lee, 2000; Pick, Warren, & Hay, 1969; Warren, McCarthy, & Welch, 1983; Welch & Warren, 1980). 이러한 종류의 효과는 “시각포획(visual capture)”이라는 일반적인 용어로 기술되어 왔다. 이는 시각 대상이나 사상이 지각

된 음향거리(위치)를 “포획” 혹은 결정하는 현상으로 정의된다. 그러한 시각포획의 일반적인 예로는 복화술(ventriloquism)과 소리가 스피커가 아닌 화면에서 발생하는 것과 같이 지각되는 TV 시청 상황을 들 수 있다(Thurlow & Kerr, 1970; Thurlow & Jack, 1973). 따라서 시각포획 상황은 음향(타당한)과 시각(타당하지 않은) 정보 모두가 음원의 위치를 구체화시키는 상황으로 설명되었다. 포획 효과는 시각과 청각 자극이 고정된 정적 조건(Mershon, Desaulniers, Kiefer, Amerson, & Mills, 1981)과 자극이 이동하는 역동적 조건(Mateeff et al., 1985; Thurlow & Kerr, 1970) 모두에서 밝혀졌다.

시각포획의 효과성은 부분적으로 시각 및 청각 대상(혹은 사상)이 연합되어 있는 정도에 달려있다. 즉 시각포획 현상은 시각자극과 청각자극이 단일 사건으로 보일 때 잘 발생된다. 예컨대, TV 화면에 남자 배우가 말을 하는 상황을 가정해 보자. 만일 스피커를 통해 그 남자 배우의 대사를 여성의 목소리로 제시한다고 할 때, 남자 배우의 입모양(시각자극)은 스피커의 여성의 목소리(청각자극)와 단일 사건으로 연합되지 않을 것이다. 이 경우 시각포획 현상은 발생되지 않을 것이다. Welch와 Warren(1980)은 포획의 중요한 결정인자로 “통합성(unity)”을 제시하였다. 두 개의 감각 양상 자극을 동시에 제시하였을 때, 관찰자는 두 종류의 정보가 단일 사상을 나타내는지 혹은 두 개의 독립적인 사상을 나타내는지에 대한 가정을 하여야 한다. Welch와 Warren에 따르면, 통합성 가정이 강하면 강할수록, 관찰자는 단일 위치로부터 발생하는 통합된 사상에 대한 지각체를 경험할 것이다. 직접적인 자극 정보이외에 일치 및 불일치 입력 상황에 때한 관찰자의 과거 경험은 통합성을 지각하는데 중요한 역할을 할 수 있다.

시각포획 현상에 영향을 미치는 또 다른 요인으로 시각자극과 청각자극의 거리를 들 수 있다. 이와 관련하여 Mershon 등(1981)은 시각포획과 지각된 음향거리 연구에서 “가짜”(dummy) 라우드스피커를 사용하였다. 즉 실제로 음이 발생하는 스피커는 숨겨져 있고 피험자는 오로지 정면에 위치되어 있는 가짜 라우드스피커만을 눈으로 확인할 수 있도록 조작된 상황에서 숨겨진 스피커로부터 발생된 음의 음향특성(혹은 거리단서)이 대략적으로 가짜 라우드스피커의 거리와 일치되는 지각을 발생시킬수록 포획 효과가 가장 강하게 나타난다는 것을 발견하였다(비록 실제 숨겨진 라우드스피커의 위치와 가짜 라우드스피커의 위치가 다를지라도).

만약 근접성 원리가 음향 공간 지각에 적용될 수 있다면, 다음과 같은 점들을 기대할 수 있다. 반무향실에서 중간 정도의 거리(예, 3m 정도)에서 제시되는 음원을 고려해보자. 기존의 연구들은 피험자들이 특히 반향 에너지 요소를 확인하는데 도움을 주는 정보가 상실된다면 거리를 보고하는데 있어 정확하지 않을 것이라는 점을 제시한다. 그러나 음 수준의 변화는 여전히 짧은 시간동안 발생된 검사음원과 다른 음의 상대적 거리를 확인해주는 단서로 작용한다.

이제 두 개의 다른 음원이 있다고 가정하자. 그 가운데 하나는 검사음이 그것보다 더 앞에 위치되어 있다는 정보(정확한)를 제공하며(예, 새로운 음원은 검사음보다 더 낮은 음수준을 제공한다), 다른 하나는 검사음이 그것보다 더 멀리 위치해 있다는 정보(정확한)를 제공한다(예, 그것의 음수준이 더 높다). 이들 부가적인 음원 가운데 어느 하나 혹은 둘 다 검사음의 위치를 결정짓게 한다. 만일 실제로 두 개의 부가적인 음원 가운데 어느 하나가 더 중요하다 할지라도 어느 유형의 정보가 더 중요한지 말할 수는 없을 것

이다.

근접성 효과를 결정하기 위해서는 두 개의 관계성 가운데 어느 것이 지각된 검사음의 거리를 결정하는데 더 중요한지 확신할 수 있어야 한다. 이는 부가적인 준거 음원들의 착각적 거리 반전(illusory reversal), 즉 음수준의 조작을 통해 멀리 있는 것으로 지각된 준거음은 가까이 있는 것으로, 그리고 가까이 있는 것으로 지각된 다른 준거음은 멀리 있는 것으로 지각하게 만들 수 있다면 가능하다. 따라서 본 연구에서는 이러한 준거음들의 지각적 반전을 일으키기 위해 시각포획 현상이 사용되었다. 근접성 원리는 검사음원의 지각된 거리가 방향적으로 가까이 위치해 있는 준거음에 의해 결정될 것이라는 것을 예언한다. 이러한 예언을 검증하기 위한 실험 패러다임은 다음과 같다.

## 실험 패러다임

본 연구를 위해 구성된 실험 환경은 여러 음원과 시각자극이 동시에 존재하도록 구성되었다. 그러한 중다 감각양상과 자극 상황은 실세계에서의 인간의 공간지각 맥락을 반영하고 있다. 따라서 본 연구 상황을 통해 여러 음자극과 시각 자극들이 어떤 식으로 상호작용하는지를 밝히려는 시도는 보다 실제적인 공간지각 연구를 위해 중요하다. 본 연구의 목적을 요약하면, (1) 청각 및 시각 자극들을 포함한 여러 자극을 동시에 제시함으로써 시각포획현상이 발생하는지를 확인하고, (2) 시각포획현상에 의해 변화된 지각된 음원의 거리가 근접하여 위치되어 있는 다른 음원의 거리지각에 영향을 미치는지의 여부를 밝히는 것이었다.

이런 연구 목적을 위해 본 연구에서 사용한

실험 패러다임은 그림 2에서 보여주는 바와 같다. 피험자로부터 방향과 거리가 다른 위치에 여러 음원들을 배열시켰다. 좌측 근거리와 우측 원 거리에 위치한 두 개의 음원은 준거자극(각각 NRef와 FRef)으로 작용하며, 이 두 개의 준거자극 사이에 세 개의 검사음원(좌측 검사음원, 중앙 검사음원, 그리고 우측 검사음원 에 대해 각각 Test-L, Test-M, Test-R로 표시)이 위치된다. 이런 실험 패러다임은 서로 다른 방향에 위치되어 있는 두 개의 준거음의 지각된 거리에 어떤 변화가 나타날 때, 방향적으로 각 준거자극에 근접해 있는 검사음원(즉, NRef에 근접해 있는 Test-L, 그리고 FRef에 근접해 있는 Test-R)의 거리 지각이 영향을 받을 것인지를 밝힐 수 있게 해 준다. (이때 정 중앙에 위치한 검사음원 Test-M은 어느 준거음원과도 근접되어 있지 않은 것으로 고려될 수 있다). 음원이외에 시각포획을 일으키는 조작을 위해 시각자극이 도입될 수 있다. 즉 NRef와 FRef의 위치에 각각 불빛(그림에서 일치 불빛으로 명명된)을 설치하여 각 준거음원에서 음이 제시되는 동안 불빛도 동시에 제시될 수 있도록 하는 상황이 조작될 수 있다. 또한 각 준거음원과 방향에서는 동일하지만 거리에서는 반대 위치에 불빛(그림에서 불일치 불빛으로 명명된)을 설치하고, 준거음원에서 음이 제시되는 동안 같은 방향이지만 거리에서 반대 위치에 설치되어 있는 불빛이 동시에 제시될 수 있도록 함으로써 준거음원의 거리 반전을 일으킬 수 있는 상황을 고려해 볼 수 있다.

이러한 자극 배열은 3가지 상황에서 준거음원의 거리 지각 변화를 확인할 수 있도록 해준다. 먼저 불빛은 제시되지 않고 단지 음만이 발생되도록한 상황(암조건이라 칭함)을 생각해 볼 수 있다. 두 번째 상황은 두 준거음원과 같은 위치에 설치된 불빛이 이들 두 준거음원이 제시될

때 동시에 제시되는 상황(일치 불빛 조건이라 칭함)을 고려해 볼 수 있다. 이들 두 조건에서 3개의 검사음원의 지각된 거리는 체계적으로 변하지 않을 것으로 예측된다. 즉 3개의 검사음원은 대략 그것들의 물리적 위치에서 발생하는 것으로 지각될 것이다. 특히 일치 불빛 조건에서 불빛은 피험자로 하여금 두 준거음원의 거리 지각을 보다 더 정확하게 판단할 수 있도록 해줌으로써 음원만이 제시되는 암조건과 비교할 수 있도록 해준다. 이러한 상황은 시각포획 효과를 이용해 NRef와 FRef의 거리 변별성을 증가시키기 위해 조작될 수 있다.

마지막으로, 본 연구의 가장 핵심적인 상황조작으로, 각 준거음원과 방향에서는 동일하지만 거리에서는 반대 위치에 불빛을 설치하고, 준거음원에서 음이 제시되는 동안 같은 방향이지만 거리가 반대 위치에 설치되어 있는 불빛이 동시에 제시될 수 있도록 한 조건(불일치 불빛 조건이라 칭함)을 고려해보자. 이 조건에서 각 준거음원의 지각된 거리는 시각포획의 영향으로 반전이 발생될 것으로 예측된다. 이는 근접성 효과가 두 유도자극의 지각이 반전되는 상황에서 가장 잘 발생된다는 Gogel(1977, 1978)의 주장에 따라, 두 준거자극의 지각된 거리의 반전을 일으키기 위해 조작된 상황이다. 즉 FRef는 우측 불일치 불빛의 위치에서, 그리고 NRef는 좌측 불일치 불빛 위치에서 발생하는 것으로 지각되는 거리의 반전이 발생될 것으로 예측된다. 이 경우 지각된 준거음원의 거리 변화는 각 준거음원과 근접해 있는 검사음원에 대한 거리 지각에 영향을 미침으로써 그림 2와 같은 극적인 검사음원들의 지각된 거리 변화가 나타날 것으로 예측되어 근접성의 원리가 작용하는지를 확인해 볼 수 있다.

다시 말하면, 동일한 작은 불빛들이 NRef와

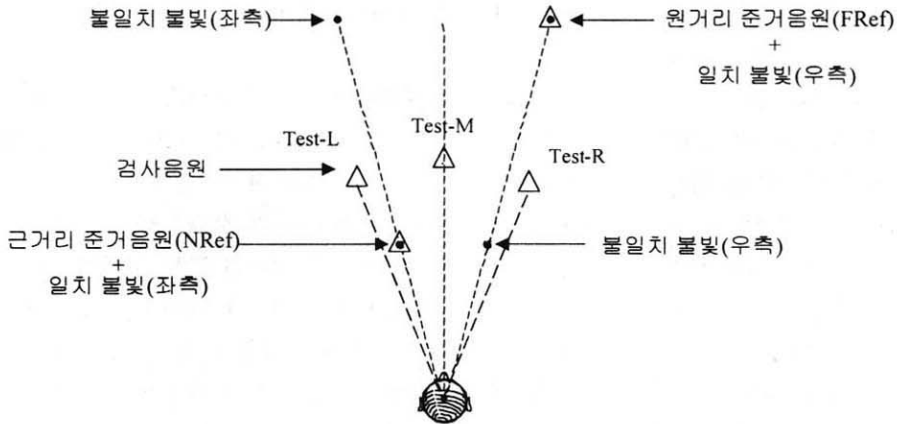


그림 2. 준거 음원, 검사 음원 및 불빛(시각 자극)의 공간적 배치 (● 불빛, △ 스피커, ▲ 불빛+스피커, Test-L 좌측 검사음원, Test-M 중간 검사음원, Test-R 우측 검사음원). 점선은 자극들의 공간적 배치 위상을 나타낸다. 암조건과 일치 불빛 조건에서 세 개의 검사음원의 지각된 거리는 두개의 준거음원의 영향을 받지 않을 것으로 예측된다

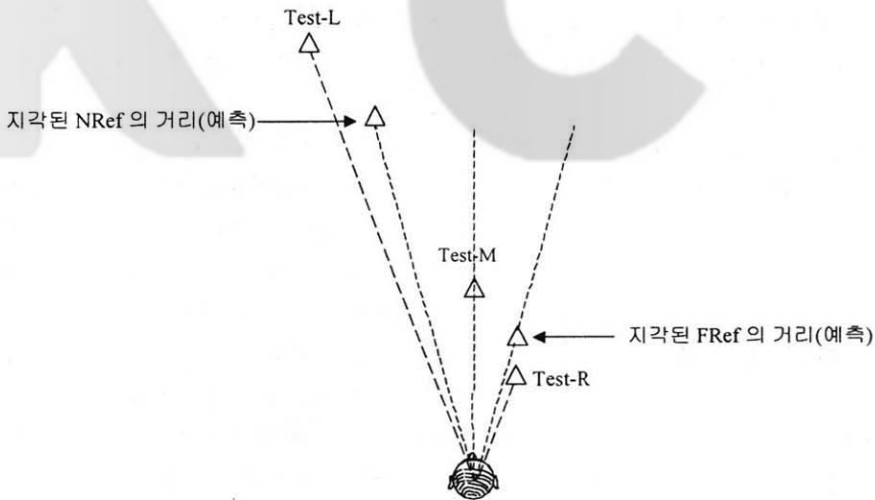


그림 3. 불일치 불빛 조건에서 예측되는 검사음원들의 거리 지각. 지각된 좌측 검사음원(Test-L)의 거리는 시각 포획(불빛에 의해)에 의해서 변화된 좌측(근접한) 준거음원(Nref)의 지각된 거리의 영향을 받을 것이다. 마찬가지로 지각된 우측 검사음원(Test-R)의 거리는 우측(근접한) 준거음원(FRef)의 지각된 거리의 영향을 받을 것이다(△ 스피커, Test-L 좌측 검사음원, Test-M 중간 검사음원, Test-R 우측 검사음원). 점선은 자극들의 공간적 배치 위상을 나타낸다

FRef의 거리와 일치하지 않도록 연합될 때, 시각 포획을 통해 “일차 착각”(primary illusion)을 일으킬 것으로 예측된다(Gogel, 1978). 즉 NRef는 좌측 불일치 원거리 불빛의 위치(혹은 거리) 쪽으로 물러난 위치에서 발생하는 것으로 지각될 것이다. 한편 FRef는 우측 불일치 근거리 불빛의 위치 쪽으로 당겨진 위치에서 발생하는 것으로 지각될 것이다. 3개의 검사음원에 대한 결과는 근접성 원리에 의해 분명하게 예언된다. 방향적으로 FRef보다 NRef에 훨씬 더 가까운 검사음원 Test-L은 NRef보다 더 멀리에서 발생하는 것처럼 지각될 것이고, 방향적으로 FRef보다 더 가까이 있는 검사음원 Test-R은 FRef보다 더 가까이에서 발생하는 것처럼 지각될 것이다. 중앙에 위치되어 있는 검사음원 Test-M은 방향적으로 두 준거음원의 중간에 있기 때문에, 이는 어떤 시각포획의 영향도 받지 않을 것이다. 따라서 검사음원 M은 여전히 두 준거음원의 사이에서 발생하는 것으로 지각될 것이다. 그림 3은 이와 같이 예언된 “이차” 착각(“second” illusion)을 보여준다. 본 연구의 주요 관심사는 조작된 3개의 상황에서 지각된 3개의 검사음원 거리의 변화를 비교하는 것이었다.

### 방법 및 절차

**피험자.** 미국 노스캐롤라이나 주립대학에서 심리학 개론을 수강하는 72명의 학생(남 36명, 여 36명)이 강의 충족요건으로 실험에 참여하였으며, 평균 연령은 19.7세(중앙치 19세, 범위 17-31)였다. 모든 피험자는 정상적인 청력과 시력을 가지고 있었으며, 반응 도구의 사용 특성 상, 오른손 사용자만을 대상으로 하였다. 또한 어떤 피험자도 이전에 본 연구와 유사한 실험에 참가

한 경험이 없었다.

**실험환경.** 모든 실험은 7.3 x 7.3 x 3.6m(가로 x세로x높이) 규모의 유리창이 없는 폐쇄된 실험실에서 수행되었다. 실험실의 모든 벽은 사각형 흡음 패널(61 cm의 정사각형)이 부착되었으며 바닥은 카펫이 깔려있었고, 반향시간( $T_{60}$ )은 0.5-8 kHz 범위의 주파수에 대해 0.36초로 반 무향실의 특성을 가지고 있었다. 실험실의 한쪽 공간은 얇은 청색 커튼으로 둘러쳐진 관찰실이 구성되었고, 피험자들은 관찰실에 앉아서 여러 음향 및 시각 자극에 노출되었다. 피험자들은 이러한 관찰실에서 커튼에 가려져 있어 실험실에 설치된 스피커를 포함한 실험 장치들을 관찰할 수 없었다. 다만 관찰실 정면 커튼은 피험자의 앉은 높이에 맞추어 작은 직사각형 슬롯(가로 1.5m x 세로 5.1 cm)이 구성되어 그 슬롯을 통해 어떤 실험 조건에서 제시되는 실험실 안쪽에 장치한 LED 불빛(스피커의 상단에 설치)만을 볼 수 있게 하였다.

관찰실로 인도된 피험자는 높이를 조절할 수 있는 의자에 앉게되며, 턱고정대를 이용하여 머리를 고정하여야 했다. 실험자는 피험자의 좌측에 또 다른 커튼으로 가려진 섹션에 앉아서 참가자에게 필요한 지시와 함께 실험 조건에 따른 장치를 조작하였다. 참가자의 의자로부터 1.2m 뒤쪽 벽에는 13cm 두께의 1.2m x 1.2m 사각 Sonex 흡음 스폰지가 부착되어 있어 벽으로부터 반사되는 반향음을 제거시켰다.

**실험도구.** 실험에 사용된 라우드스피커와 LED 불빛은 관찰실에 앉아 있는 피험자의 정면 중앙선에 정렬된 나무 구조물에 고정되었다. 구조물과 라우드스피커는 모두 피험자의 눈 높이보다 약간 아래에 위치되었으며, 불빛은 눈 높이 수준

에 위치되어 피험자들이 관찰실 정면 커튼에 난 슬롯을 통해 불빛을 제시하는 조건에서는 불빛을 볼 수 있었다.

사용된 라우드스피커 가운데 2개는 준거 음원을 위한 라우드스피커로 그 가운데 하나는 관찰자의 중앙선에서 좌측 10° 방향에서 관찰자로부터 물리적으로 2m 떨어진 지점에 위치되었고(근거리 준거음원-NRef), 다른 하나는 중앙선에서 우측 10° 방향으로 관찰자로부터 물리적으로 5m 떨어진 지점에 위치되었다(원거리 준거음원-FRef). 다른 3개의 라우드스피커는 검사 음원을 제시하기 위하여 사용되었으며, 이것은 참가자로부터 3m 거리의 각호 상에 위치되었다. 이 가운데 가장 왼쪽에 위치한 검사 음원(이하 Test-L이라 칭함)은 중앙선에서 좌측 20° 방향에 위치되었으며, 중앙 스피커(이하 Test-M이라 칭함)는 관찰자의 중앙선 상에 위치되었다. 가장 우측에 위치한 검

사 음원(이하 Test-R이라 칭함)은 중앙선에서 우측 20° 방향에 위치되었다. 이들 5개의 라우드스피커의 공간적 관계성은 그림 4에 제시되어 있다.

라우드스피커이외에, 3개의 실험 조건(실험설계 단락에서 자세히 논의됨) 가운데 2개 조건에서 사용되는 4개의 LED 불빛이 설치되었다. 이 가운데 2개의 불빛은 방향적으로 NRef, 그리고 나머지 2개의 불빛은 방향적으로 FRef가 위치한 선상에 설치되었다. 이들 각 불빛의 쌍 가운데 하나는 방향적으로 이웃하는 준거 라우드스피커와 같은 거리에 위치되었다. 이들 불빛, 즉 좌측 2m 지점(NRef와 동일 위치)에 위치한 근거리 불빛과 우측 5m 지점(FRef와 동일 위치)에 위치한 원거리 불빛은 실제 라우드스피커의 위치(거리)에 설치되었기 때문에 음원과 거리가 일치한다는 의미에서 “일치 불빛”(consistency lights)으로 명

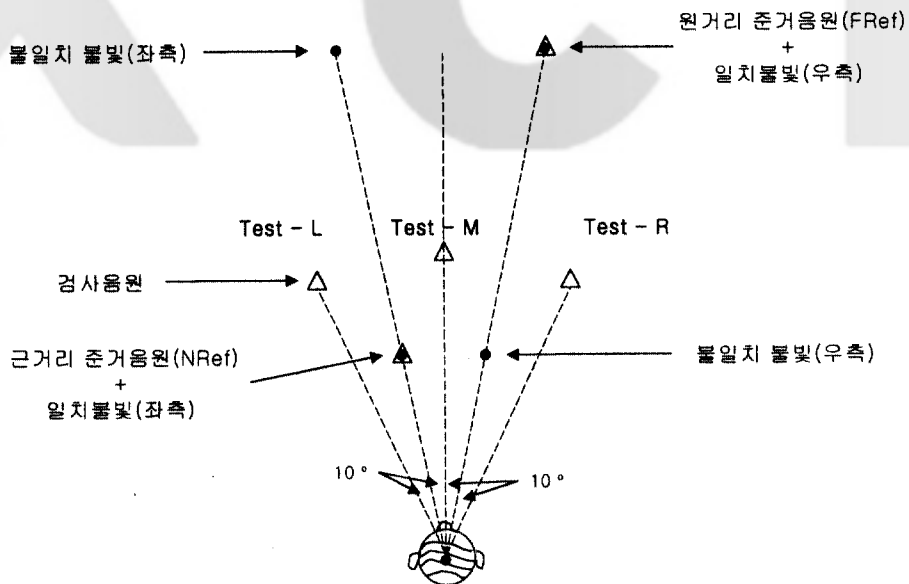


그림4. 실험을 위한 준거 음원, 검사 음원 및 불빛(시각 자극)의 공간적 배치 (● 불빛, △ 스피커, ▲ 불빛+스피커, Test-L 좌측 검사음원, Test-M 중간 검사음원, Test-R 우측 검사음원). 점선은 10°씩 분리된 자극들의 공간적 배치 위상을 나타낸다

명하였다. 각 불빛 쌍의 나머지 불빛은 방향적으로 이웃하는 라우드스피커와 일치하지만 거리에서는 다른 위치에 놓였다. 즉, 하나는 NRef의 방향 선상에 위치되지만 물리적으로 5m 지점에 설치되었고, 다른 하나는 FRef의 방향 선상에 위치되지만 물리적으로 2m 지점에 설치되었다. 이들 불빛, 즉 좌측 5m 지점에 위치된 원거리 불빛과 우측 2m 지점에 위치된 근거리 불빛은 방향적으로 연합되어 있는 라우드스피커의 실제 위치와 다르기 때문에 “불일치 불빛”(inconsistency lights)으로 명명하였다.

**실험설계.** 실험은 이미 언급된 실험 패러다임에 따라 3가지 조건으로 구성되었다. 먼저 암조건(Dark condition)의 경우 단지 적절한 음원만이 피험자에게 제시되었다. 균형을 맞춘 제시 순서에 따라 3개의 각 검사음원이 한번씩 제시되었다. 따라서 피험자는 두 개의 준거음원을 반복해서 교대로 들은 다음 3개의 검사 음원 가운데 어느 하나를 듣게 되고, 그런 다음 포인터로 그 검사 음원의 D'를 판단하여야 했다. 이런 식으로 3개의 검사음원에 대한 D'를 모두 판단할 때까지 시행이 계속되었다. 그런 다음, 피험자는 검사음원이 제시되지 않는 가운데 두 번의 시행을 통해 두 개의 준거 음원의 D'를 판단하였다.

일치 불빛 조건(Consistent-Lights condition)은 두 개의 LED 불빛이 준거음원과 같은 위치에서 제시된다는 점을 제외하고는 암조건과 같았다. 피험자는 정확하게 동일한 패턴으로 제시되는 불빛과 음원을 동시에 제시받는다. 불일치 불빛 조건(Inconsistent-Lights condition)에서는 두 개의 불빛이 NRef와 FRef의 실제 위치와 상반된(불일치하는) 거리에 위치된다. 즉, 근거리 불빛은 이제 FRef, 그리고 원거리 불빛은 NRef과 같은 방향에 위치되지만 거리에서 일치하지 않은 위치에서

제시되었다. 즉 피험자로부터 우측 10° 방향 5m 지점에 놓여있는 원거리 음원 FRef가 제시될 때 동시에 피험자로부터 같은 방향의 2m 지점에 위치되어 있는 불빛이 음원과 동일한 제시패턴과 제시시간으로 제시된다. 마찬가지로 피험자로부터 좌측 10° 방향 2m 지점에 놓여있는 원거리 음원 NRef가 제시될 때는 같은 방향에 놓여 있으며 5m 후방에 놓여있는 불빛이 동일한 패턴으로 동시에 제시된다.

본 연구는 준거음원의 지각된 거리 변화에 따라 세 개의 검사음원의 지각된 거리가 영향을 받는지를 밝히기 위해 위에서 언급된 실험조건(암조건, 일치 불빛 조건, 불일치 불빛 조건)이외에 균형을 위해 고려된 성, 검사음원의 제시 순서(Test-L->M--R, Test-M->R-->L, Test-R->L-->M, Test-R->L-->M, Test-L->R-->M, 그리고 Test-R->M-->L), 검사음원의 위치(Test-L, Test-M, Test-R)를 독립변인으로 사용하였고(3 x 3 x 2 x 6), 또한 준거음원의 지각된 거리에서의 변화를 밝히기 위해 실험조건, 성, 준거음원의 제시순서(FRef->NRef, NRef->FRef), 그리고 준거음원의 위치(NRef, FRef)가 독립변인으로 사용한(3 x 2 x 2 x 2) 혼합설계가 사용되었다. 피험자간 변인은 실험조건, 성, 음원의 제시순서였고, 피험자내 변인은 각각 준거음원의 위치와 검사음원의 위치였다. 실험의 전체 규모를 제한시키기 위해, NRef와 FRef의 위치는 고정되었다. 즉 NRef는 항상 피험자의 중앙선 좌측에서, 그리고 FRef는 우측에서 고정 제시되었다.

피험자들은 6개 구획(block)으로 나뉘어 졌고, 각 구획에 포함되어 있는 개개 피험자들에게 검사음원의 가능한 6개의 제시 순서 가운데 하나가 주어졌다. 각 구획 내에서 피험자의 받은 하나의 순서로 준거음원을 제시받고, 나머지 받은 반대 순서로 준거음원을 제시받았다. 각각 2개의

구획 집합은 검사음원의 순서(6) x 준거 음원의 순서(2)의 12개 조합을 포함하였다. 별도의 계획이 남녀에 대해 수립되었다.

**실험자극.** 모든 음자극은 Cool Edit®을 사용하여 생성되었고, WAV파일로 컴퓨터(Dell Pentium)에 저장되었으며, 자극 제시는 Visual C++로 작성된 프로그램을 통해 통제되었다. 음은 Vector Research 증폭기(model VR-2300)를 통해 증폭되었고, 증폭된 자극들은 실험실의 라우드스피커를 통해 재생되었다. 준거음원은 Art-Audio 라우드스피커(model BAW-50)를 통해 재생되었고, 검사 음원은 Jensen 3 cone 스피커(model J135FR)를 통해 재생되었다.

일치 및 불일치 불빛(C-Left, C-Right, IC-Left, 그리고 IC-Right)을 위해 5-mm low wide-angle 녹색 LED 등이 사용되었으며, 각 LED 등은 1cm 두께의 원통형 나무막대의 중앙에 작은 구멍을 내어 그곳에 고정되었다. 연합된 준거음원과 관련하여 이들 LED 등의 진동 자극을 생성시키기 위한 특별한 회로가 설계되었다. 이 회로는 라우드스피커로 들어오는 전기 신호를 감지하고 그에 상응하는 LED 등의 진동 자극을 유도하였다(소형 증폭기를 사용하여, Radio shack model QC7A7).

NRef는 53dBA의 음 수준에서 제시되었고(Rion

NA-61 사운드레벨 미터를 사용하여 참가자의 머리 위치에서 측정), FRef는 43dBA에서 제시되었다. 참가자로 하여금 동일한 음이 사용된 두 개의 준거 음원을 쉽게 구분할 수 있도록 하기 위해 서로 다른 진동율(pulse rate)이 사용되었다. 즉 NRef는 50msec의 간격으로 100msec의 제시시간(on-time)을 가진 5회 불연속 폭발음(noise burst)이었고, FRef는 100msec의 간격으로 200msec의 제시시간을 가진 3회 불연속 폭발음으로 제시되었다. 이들 준거음원과 방향적으로 연합된 불빛은 2개의 실험조건에서 준거음원과 동일한 간격과 제시시간을 가진 동일한 패턴으로 제시되었다.

검사음원의 음 수준은 검사음원이 거리에 있어서 NRef와 FRef의 중간에서 발생하는 것처럼 지각하게 만드는 것이 중요하기 때문에(최소한 통제 조건에 대해) NRef와 FRef를 위해 사용된 음 수준의 중간, 즉 47dBA가 사용되었다. 특히 각 검사음원에 대해 1.5초간의 단일 연속 소음 폭발음(600msec의 선형 rise/fall time)이 제시되었다. 이러한 검사음을 위해 사용된 긴 상승(rise) 및 하강(fall) 시간은 검사음원과 준거 음원간의 거리에 대한 반향 단서의 유용성을 최소화시키고 음 수준(그리고 가능한 스펙트럼 내용)의 변화와 같은 상대 단서의 역할을 강조하기 위해 의도적으로 사용되었다(그림 5를 보라).

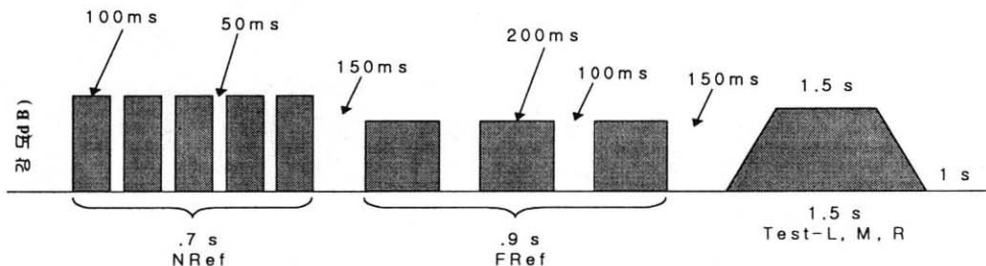


그림 5. NRef-->FRef-->Test음원 순서에 따른 자극의 제시 패턴 표본(NRef 원거리 준거음원, FRef 근거리 준거음원, Test-L, M, R 검사음원)

거리에서의 지각 차이를 일으키는 음을 생성 시키기 위해 3개의 음향 거리 단서(음 수준, 주파수 내용, 그리고 반향 에너지)가 동시에 조작되었다. 준거음원에 대한 분석 결과 NRef의 경우 데시벨 값은 대략 58에서 71dBA(.63과 12.5 kHz의 범위에서)까지 서서히 증가되었고, FRef의 경우는 56에서 71dBA까지 증가되었다. 이들 값 이하와 이상에서 데시벨 값은 급속히 감소하였다. 검사음원의 경우, 데시벨값은 .63과 .8kHz 사이에서 대략 63에서 69dBA까지 증가되었다.

**자극 제시.** 각 시행에서 음은 다음과 같은 순서로 제시되었다. 즉 NRef와 FRef가 교대로 3회 반복 제시된 다음, 3개의 검사음원 가운데 하나가 제시되었다. 각 NRef 제시는 총 700ms 동안 지속되었고, FRef 제시는 총 800ms 동안 지속되었다. 검사음원은 1.5s의 지속시간을 가진 단발 연속음이었다. 1회 제시가 끝나면 피험자는 지시된 음원의 거리를 간접측정 장치를 이용하여 판단하였다. 이러한 순서는 5개의 음원 모두에 대한 거리 판단이 끝날 때까지 반복되었다. 시행 1-3 동안 피험자는 Test-L, Test-M, 그리고 Test-R에 대한 D(지각된 거리)를 판단하였고, 시행 4-5 동안 참가자는 NRef와 FRef의 D'를 판단하였다. 그림 2는 자극들의 제시 패턴에 대한 표본을 보여주고 있다. 일치 불빛 조건과 불일치 불빛 조건 조건에서 적절한 시각 자극들이 각 준거음원과 함께 동시에 제시되었다. 검사음원들은 불빛이 수반되지 않았다.

**반응측정.** 본 연구는 지각된 음향 거리를 평가하기 위하여 간접 측정기법(indirect technique)을 사용하였다. 음의 가현 거리를 보고하기 위한 간접측정 기법은 Mershon(1997)에 의해 제안된 “중양이탈 포인팅 과제”(off-median pointing task)를 사

용하였다(그림 5를 보라). 이 기법을 위해 피험자는 각각의 목표 음원에 대해 가늘고 긴 막대포인터를 움직여 조준하도록 요청을 받았다. 이 포인터는 피험자의 우측으로 60cm 떨어진 지점에 위치시킨 나무 상자(허리 높이)에 설치되었으며, 이는 약 66cm 길이의 둥글고 긴 나무 막대로 상자 상단에 설치되어 회전될 수 있도록 고안되었다. 이 때, 포인터가 중심에서 이탈된 각도가 각도기를 통해 실험자가 확인할 수 있도록 고안되었으며, 이러한 각도는 음원의 가현 거리를 추정하는데 사용되었다. 이러한 측정 장치는 그림 5에 예시되어 있다.

피험자는 오른손으로 포인터를 손으로 더듬어 가리키고자 하는 음원의 방향을 조정하였다. 각 음원의 가현 거리는 피험자와 포인터의 회전 중심간의 기저선 거리(B)와 포인터의 방향에 의해 기저선 상에서 만들어진 각도( $\alpha$ )에 기초하여(삼각형의 변 길이를 구하는 공식) 계산되었다.

**실험절차.** 실험실에 도착한 각 피험자는 대기실에서 간단한 조사(인구통계 자료)와 실험자로부터 실험 절차에 대해 간단한 설명을 들었다. 그런 다음, 대기실에 설치되어 있는 연습용 간접측정 장치를 이용하여 자극에 반응하는 연습을 간단히 실시하였다. 피험자는 도착한 순서에 따라 3개 조건 가운데 하나에 할당되었다. 피험자는 실험실 내부의 관찰실로 인도되었고, 관찰실 내에 설치된 의자에 앉아 턱고정기에 턱을 고정시키고 정면 커튼에 만들어진 슬롯을 통해 보이는 조준등을 보면서 의자와 턱고정기의 높이를 조정하였다. 실험실 내부는 불빛만을 볼 수 있을 정도로 컴컴한 상태를 유지하였다. 피험자들은 머리를 고정시킨 상태에서 항상 눈을 뜨고, 음 자극이 들릴 때마다 불빛과 관계없이 음원의 위치를 포인터로 가리키도록 요청받았다. 첫 번째

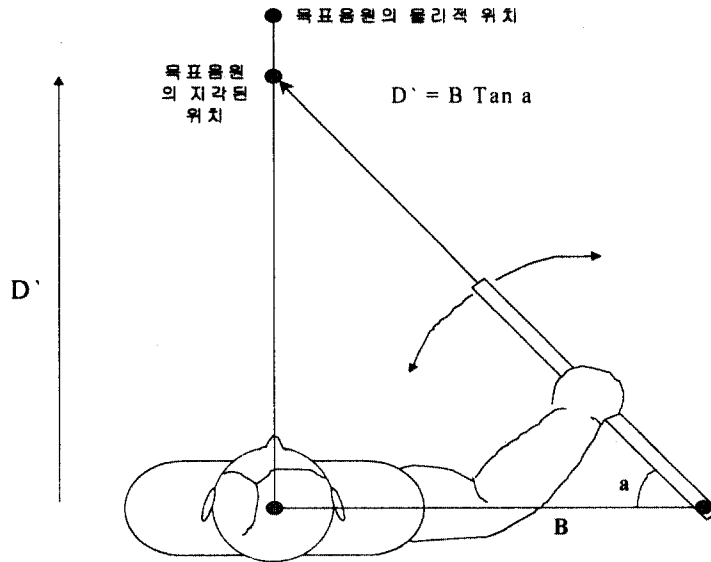


그림 6. 반응 측정을 위한 간접측정기법

실험은 최종 지시가 끝난 30초 후에 시작되었다. 자극 제시는 이전에 설명된 순서에 따랐다.

준거음들의 지각된 깊이 변화

### 결 과

실험에 참가한 피험자는 간접 측정기법을 사용하여 5개의 음 자극 모두에 대해 D'를 판단하였다. 통계 분석을 수행하기 전에 반응자료의 정규분포성 여부를 알아보기 위하여 Kolmogrov-Smirnov 검증을 수행한 결과, 자료는 정규분포되지 않고 정적으로 편포되어 있는 것으로 나타났다. 따라서 표준 모수 분석기법이 자료에 적용될 수 없었다. 대신에 몇 가지 비모수 방법과 순위-전환 ANOVA(Conover & Iman, 1981)가 사용되었다. 이를 위해 모든 반응은 오름차순으로 순위 정렬되었다.

두 개의 준거 음원(NRef와 FRef)의 D'값 중앙치, 평균 및 표준편차가 표 1에 요약되어 있다. 3개의 실험 조건으로부터 획득된 자료는 각각 두 개의 다른 음원의 위치에 따라 제시되어 있다. 그림 7은 음원의 위치와 조건으로부터 얻어진 상응하는 결과를 보여준다.

분석을 위한 실험 연구 문제는 불빛이 (시각 포획을 통하여) 준거음원의 D'값에 영향을 미쳤는지의 여부이다. 표 1에서 실험조건에 따른 준거음원의 D'값들을 살펴보면, 그러한 영향이 존재한다는 것을 확인할 수 있다. Kruskal-Wallis 순위 변량분석에서 준거음원의 D' 값은 간접 측정을 통해 세 가지 실험조건에 따라 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다(NRef:  $\chi^2=21.59$ ,  $p<.01$ ; FRef:  $\chi^2=27.10$ ,  $p<.01$ ). 이와 같은 조건에 따른 각 준거음원의 D' 값의 유의한 변화는 예측된 방

표 1. 간접 측정기법을 사용한 준거 음원과 검사 음원의 D'값의 중앙치(Mdn), 평균(Mn) 및 표준편차(sd). (단위: m)

	실험조건								
	암조건			일치-불빛조건			불일치-불빛 조건		
	Mdn	Mn	sd	Mdn	Mn	sd	Mdn	Mn	sd
<b>준거 음원</b>									
NRef	1.46	1.66	0.19	1.93	2.25	0.95	3.20	6.05	7.65
FRef	2.13	2.14	0.80	3.85	5.08	3.17	2.18	2.82	2.54
<b>검사 음원</b>									
Test-L	1.90	2.01	0.88	2.51	4.33	6.40	6.24	11.71	12.18
Test-M	1.53	1.76	0.82	2.41	2.85	2.27	2.24	2.80	2.05
Test-R	1.60	2.28	2.22	2.51	3.64	3.29	1.87	2.18	1.31

향으로 나타났다. 즉, 조건의 변화는 각 준거음원의 D'값의 차이를 일으킨 것으로 볼 수 있다.

결과가 일관된 패턴을 보일 지에 대한 전체 분석을 위해 3(조건) x 2(준거 음원) x 2(성) x 2(준거 음원의 제시 순서) 반복 측정 ANOVA가 변환된 순위자료에 대해 수행되었다. 피험자간 (between-subjects) 변인은 조건(암, 일치-불빛, 불일치-불빛), 성, 그리고 자극 균형 요인(준거음원의 제시 순서- NRef->FRef 대 FRef->NRef)이었다. 피험자내(within-subjects) 변인은 준거음원의 위치(근거리 대 원거리)였다. 결과는 조건[F(2,60) = 4.23, MSE=19.18, p<.05]과 음원의 위치[F(1,60)=8.30, MSE=7.27, p<.001]의 주효과가 유의하였다. 나머지 다른 변인의 주효과는 유의하지 않았다. 조건과 음원의 위치 변인간 상호작용 또한 유의하였다[F(2,60)=15.56, MSE=19.18, p<.001].

그림 7에서 볼 수 있듯이, 조건의 주효과는 일치 불빛과 불일치 불빛 조건에서 준거음원에 대한 D'값이 암조건에서의 D'값보다 일관되게 더 크다는 사실에 기인된다. 그림 6은 또한 음원 위치의 상호작용도 보여준다. NRef 음이 불일치 불빛 조건에서 제시될 때, NRef 음에 대한 D'값들은 비록 FRef 음이 물리적으로 더 멀리 있을지라

도 FRef 음에 대한 D' 값보다 더 컸다. (NRef 스피커와 FRef 스피커는 각각 피험자로부터 2m와 5m 거리에 고정적으로 위치되어 있다). 이외에 암조건과 일치 불빛 조건에서 두 준거음원의 거리는 물리적 거리와 비교해서 과소평가되었다. 그러나 일치 불빛 조건에서 D'의 크기는 암 조건에서 얻어진 값보다 더 작았다.

이러한 결과는 시각 자극(불빛)의 존재가 음원의 거리 판단에 영향을 미쳤다는 것을 시사하였다. 각 음원이 동일한 거리에 있지만 방향이 다를 때조차도 일치 불빛 조건에서 두 준거음원의 D'값은 암조건에서보다 더 크며, 불일치 불빛 조건에서 NRef 음의 D'값은 FRef 음의 D'값보다 컸다. 이는 시각 자극이 거리에 대한 피험자의 간접 보고에서 신뢰로운 차이를 일으키는데 효과적이었다는 것을 증명해 준다. 이 결과는 준거음원의 관계성 변화(요구된)에 대한 기대를 충분히 충족시켜주었다.

#### 검사음들의 지각된 깊이 변화

표 1에는 또한 각 피험자에게 제시된 3개의 검사음들의 D'값 중앙치, 평균 및 표준편차가 제

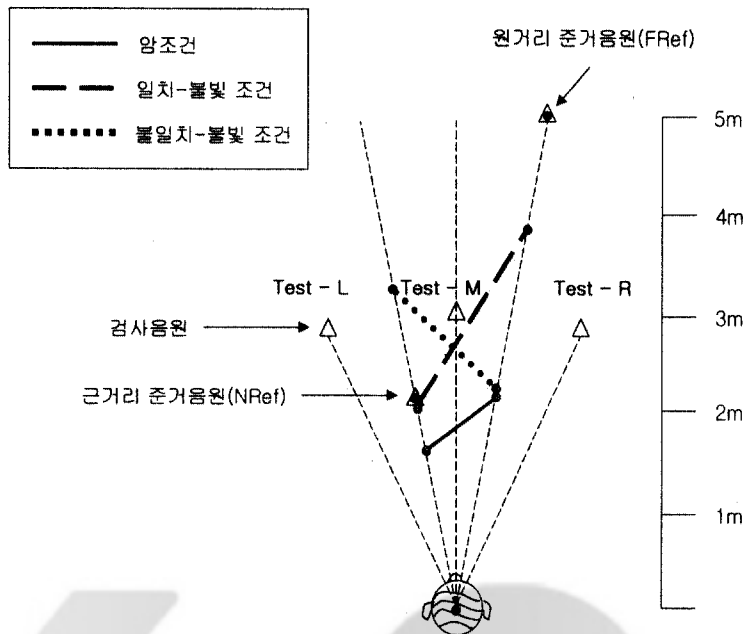


그림 7. 실험 조건에 따른 두 개의 준거 음원의 D' 중앙치(● 불빛, △ 스피커, ▲ 불빛 +스피커, Test-L 좌측 검사음원, Test-M 중간 검사음원, Test-R 우측 검사음원)

시되어 있다. 분석을 위한 일반적인 실험 문제는 피험자로부터 동일한 거리(3m)에 위치되어 있으나 다른 방향(중앙선을 중심으로 양쪽 10° 씩 분리)에 놓여있는 3개의 검사음원의 지각된 거리가 실험조건에 따라 변하는지의 여부이다.

조건에 따른 각 검사음원의 D'값의 차이를 분석하기 위해 Kruskal-Wallis 순위 일원 ANOVA가 각 검사 음원의 D' 순위값들에 대해 수행되었다. 이 검증 결과, 각 검사음원의 D'값은 조건에 따라 유의한 차이가 나타났다(Test-L:  $\chi^2=30.18$ ,  $p<.01$ ; Test-M:  $\chi^2=9.37$ ,  $p<.01$ ; Test-R:  $\chi^2=9.94$ ,  $p<.01$ ). 한편, 검사 음원간 차이를 분석하기 위해 각 조건 내 검사 음원의 D'값에 대해 Friedman 순위 일원 ANOVA가 적용되었다. 분석 결과, 검사 음원의 D'값들은 불일치 불빛 조건에서만 유의하게 차이가 나타났다( $\chi^2=41.14$ ,  $p<.01$ ). 이러

한 D'에서의 유의한 변화는 예측된 바대로 나타났다.

이러한 결과는 검사음원이 피험자로부터 동일한 물리적 거리에 놓여있을지라도 근접성 원리에 의해 3개의 검사음원의 D'값이 준거음원의 D'값에서의 변동에 의해 영향을 받은 것으로 해석된다(즉, Test-L과 Test-R의 D'값은 각각 그것들과 이웃하는 준거음원인 NRef와 FRef 음의 D'값의 변화에 의해 영향을 받았다). 한편, 검사음원은 본질적으로 동일하며 음향 단서는 검사음원들이 거리에서 NRef와 FRef 음원의 중간 거리(위치)에서 발생하는 것으로 지각되도록 조작되었기 때문에 암조건과 일치 불빛 조건에서 검사 음원의 D'값들은 거의 동일한 것으로 예측되었다. Friedman 검증 결과는 3개의 검사 음원의 D'값들이 암조건( $\chi^2=1.00$ , n.s.)이나 일치 불빛 조건( $\chi^2$

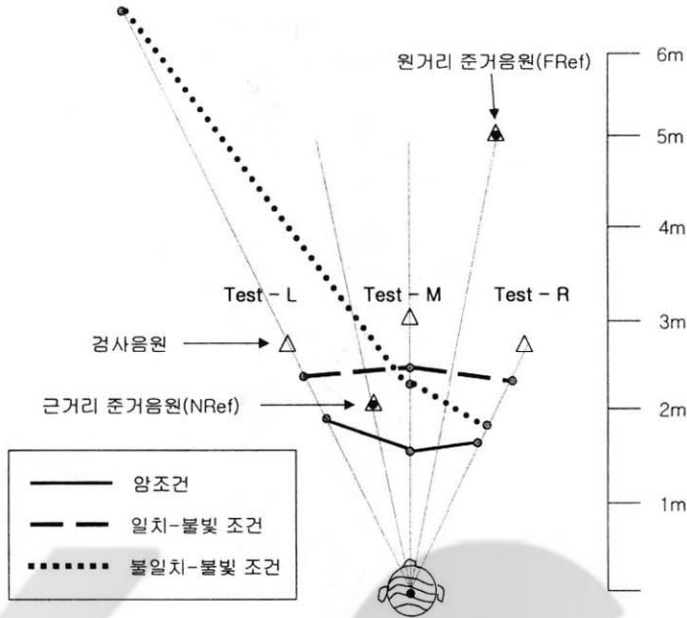


그림 8. 실험 조건에 따른 검사 음원의 D' 중앙치(● 불빛, △ 스피커, ▲ 불빛+스피커, Test-L 좌측 검사음원, Test-M 중간 검사음원, Test-R 우측 검사음원)

=1.14, n.s.)에서 유의한 차이가 나타나지 않았다는 것을 확증시켜 주었다.

전체 분석을 위해 중다 요인(3 x 3 x 2 x 2 x 6) 반복측정 ANOVA가 순위로 전환된 D'값에 대해 수행되었다. 분석에 포함된 변인들은 실험조건, 준거음원, 성이외에 검사 음원의 제시 순서 (Test-L-M-R, Test-M-R-L, Test-R-L-M, Test-R-L-M, Test-L-R-M, Test-R-M-L, 그리고 Test-M-L-R)와 검사 음원의 위치(Test-L, Test-M, 그리고 Test-R)가 각각 피험자간과 피험자내 변인으로 추가되었다.

ANOVA 결과, 실험조건[F(2,36)=12.46, MSE=480.76, p<.001]과 검사 음원의 위치[F(2,36)=9.55, MSE=28.93, p<.001]의 주효과가 유의한 것으로 나타났다. 실험조건과 검사 음원의 위치의 상호작용 또한 유의하였다[F(4,36)=12.08, MSE=28.93, p<.001]. 그림 8은 각 실험 조건에서 3개의 검사

음원의 위치에 따른 D' 값의 변화를 보여준다. 그림에서 알 수 있듯이, 일치 불빛 조건과 불일치 불빛 조건에서 검사 음원의 D'값이 암조건에서보다 더 일관되게 크게 나타났기 때문에 조건의 주효과가 나타난 것으로 보인다. 실험 조건은 음원 위치와 강력한 상호작용을 보여주었다.

암조건과 일치 불빛 조건에서 3개의 검사음원의 거리는 그것들의 실제 거리인 3m와 비교하여 과소평가되었다. 그러나 일치 불빛 조건에서 D'는 암조건에서의 D'보다 더 실제적이었다. 불일치 불빛 조건에서 D'값은 암조건이나 일치 불빛 조건에서의 D'값과 정 반대로 나타났다. 이외에 일치 불빛과 암조건간에, 그리고 불일치 불빛과 암조건간에 유의한 상호작용이 나타났다. 이러한 결과는 검사 음원의 D'값들이 준거음원의 D'값들의 변화에 의해 영향을 받았다는 사실을 반영해준다.

## 논 의

본 연구는 Gogel이 제안한 근접성 원리(흔히 시각 공간에서 확인된)가 음향 공간에서도 적용될 수 있는지를 밝히는 것이 목적이었다. 이러한 목적을 위해, 시각포획 현상을 사용하여 두 개의 준거음원(두개의 유도자극)에 대한 D'에서의 반전을 일으키기 위한 상황을 조작 하였다.

두 준거음원의 D'를 변화시키기 위해 시각포획을 사용한 결과, 시각포획 효과가 일치 불빛조건과 불일치 불빛 조건에서 발생되었다는 것을 확증시켜주었다. 즉, NRef와 FRef 준거음원 모두의 D'값들이 암조건과 비교해서 일치 불빛 및 불일치 불빛 조건의 불빛의 거리(위치)에 접근되었다. 따라서 준거음원의 거리는 성공적으로 조작된 것으로 고려되었다. 결과는 음원과 연합된 시각 자극이 공간에서 그 음원의 정위(localization)에 영향을 미칠 수 있다는 시각포획에 대한 선행 연구들과 일치하였다(민윤기 등, 1999; Choe, Welch, Guilford, & Juola., 1975; Gardner, 1968; Mershon, et al., 1980; Mershon & Min, 2003; Pick, et al., 1969; Thurlow & Jack, 1973).

이러한 결과와 관련하여 일치 불빛과 불일치 불빛 조건에서 피험자가 음원의 D' 대신에 불빛 자체의 D'를 판단하였을 가능성이 문제로 남을 수 있다. Thurlow와 Jack(1973)은 주의(attention)가 시각포획의 정도에 영향을 미칠 수 있다는 점을 밝혔다. 분명히 이와 관련된 중요한 요인은 피험자에게 어떠한 결정적인 지시가 주어지느냐 하는 것이다. 본 연구에서는 이러한 점을 인식하여 피험자에게 불빛이 보일지라도 항상 불빛이 아닌 음원에 주의를 기울이도록 지시를 하였다. 그림 7에서 알 수 있듯이, 연구 결과는 시각포획이 일치 불빛과 불일치 불빛 조건에서 성공적으로 발생되었다는 것을 보여주었다. 불일치 불빛

조건에서 피험자들은 거리에 있어서 음원이 근 거리에 있고(피험자로부터 2m) 불빛이 원 거리에 있을 때(피험자로부터 5m) 음원이 음원과 불빛의 중간에 있는 것으로 판단하였다. 일치 불빛 조건에서도 음원과 불빛이 모두 멀리 떨어져 있을 때(피험자로부터 5m) 이와 유사한 패턴이 발생하였다. 이런 결과는 부분적으로 정위가 다른 것보다는 시각 목표물의 위치에 대해 더 잘 이루어진다는 것을 발견한 Mershon 등(1980)의 결과와 일치한다. 즉, 불일치 불빛 조건에서 근거리 음원-원거리 불빛의 경우는 음원이 근 거리에 있고 시각 목표물(가짜 스피커)이 멀리 떨어져 위치하였을 때 시각포획이 잘 발생되지 않는다는 선행 연구 결과를 지지해주고 있다.

시각포획은 본 연구 상황에서 근접성 효과를 적절히 검증해 줄 수 있는 기제를 제공하였다. 시각 공간의 경우, 근접성 효과는 지각된 거리에 있어서 반전을 일으키는 유도 효과를 가지는 두 개의 유도 대상이 동시에 제시되는 상황에서 발생된다는 것이 명백하게 확인된 바 있다(Gogel, 1972, 1973, 1978; Gogel & Mershon, 1977). 따라서 연구 결과는 본 실험에서 조작된 준거음원이 근접성 효과에 대한 유용한 검증을 위해 충분한 변화가 나타났다는 결론을 지지해 준다.

지각된 검사음원의 거리 변화에 대한 결과는 검사음원의 D'값이 준거음원의 D'에서의 유도된 변화에 따라 변한다는 예측을 지지해주었다. 비록 검사음원들이 모든 실험 조건에서 동일한 거리에 위치되었을지라도, 암조건과 일치 불빛 조건 모두에서 그것들의 지각된 거리는 거의 동일한 반면, 불일치 불빛 조건에서는 지각된 거리에서 극적인 변화가 나타났다. 즉, 암조건과 일치 불빛 조건에서 3개의 검사음원이 지각된 거리에서 체계적으로 변하지 않았을지라도 불일치 불빛 조건에서 Test-L은 NRef 음원의 뒤에, 그리

고 Test-R은 FRef 음원의 앞에서 발생하는 것으로 지각되었다(즉, Test-L은 Test-R보다 훨씬 더 멀리에서 발생하는 것으로 지각되었다). 이러한 결과는 각 검사음원의 D가 대부분 그 검사음원과 방향적으로 가장 이웃해 있는 준거음원간의 상대적 단서에 의해 결정되는 것으로 해석된다. 예컨대, 실제적으로 NRef 음원의 뒤쪽과 FRef 음원의 앞쪽에 위치한 Test-L은 NRef 음원(이웃해 있는 유도 자극)의 뒤쪽에서 발생하는 것으로 정확하게 지각되지만, FRef 음원(떨어져 있는 유도 자극)의 뒤쪽에서 발생하는 것으로 부정확하게 지각되었다. 물리적으로 FRef 음원의 앞쪽에, 그리고 NRef 음원의 뒤쪽에 있는 Test-R은 FRef 음원(이웃해 있는 유도 자극)의 앞쪽에 있는 것으로 정확하게 지각되지만, NRef 음원(떨어져 있는 유도 자극)의 앞쪽에서 발생하는 것으로 부정확하게 지각되었다. 한편, 방향적으로 두 개의 준거음원의 중간에 위치되어 있는 Test-M은 두 준거음원에 대한 관계성에 의해 영향을 받지 않았다.

이러한 실험 결과는 음향 거리에 대한 상대 단서의 효과성이 검사음원과 준거음원간의 방향적 분리와 역으로 관련된다는 예측을 확증해 주었다. 이러한 현상은 시각 공간에서 발견된 Gogel(1978)의 선행 결과와 매우 유사하였다. 따라서 본 연구 결과는 Gogel의 근접성 원리가 청각 공간 지각에서도 적용될 수 있다는 증거를 제공하였다. 분명히 근접성 원리는 감각 양상과 무관하게 다양한 자극 특성에 대한 지각에 수반되는 과정들을 설명하려는 어떤 시도에서 고려되어야 하는 지각의 일반적인 조직 원리가 될 수 있음을 시사한다.

## 참고문헌

- 민윤기 (1999). 시각포획현상에 따른 음의 상대적 거리와 음량지각의 변화. 99 한국심리학회 연차학술대회 학술발표 초록집, 166-168.
- 민윤기, 서창원, 신수길 (1999). 시각적으로 결정된 음원의 거리와 음량 변화의 관계성. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 11(2), 131-152.
- 민윤기 (2000). 소리의 친숙성이 음향 거리 지각에 미치는 영향. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 12(1), 27-40.
- Bermant, R. I., & Welch, R. B. (1976). Effect of degree of separation of visual-auditory stimulus and eye position upon spatial interaction of vision and audition. *Perceptual and Motor Skills*, 43, 487-493.
- Bertelson, P., Radeau, M. (1981). Cross-modal bias and perceptual fusion with auditory-vision spatial discordance. *Perception & Psychophysics*, 29, 578-584.
- Choe, C. S., Welch, R., Guilford, R. M., & Juola, J. F. (1975). The "vnetrioloquism effect:" Visual dominance or response bias? *Perception & Psychophysics*, 18, 55-60.
- 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. *The American Statistician*, 35, 124-129.
- Drobinis, B. J., & Lawson, R. (1976). The Poggendorf

- illusion in stereoscopic space. *Perceptual & Motor Skills*, 42, 15-18.
- Gardner, M. B. (1968). Proximity image effect in sound localization. *Journal of the Acoustical Society of America*, 43, 163.
- Gogel, W. C. (1972). Depth adjacency and cue effectiveness. *Journal of Experimental Psychology*, 92, 176-181.
- Gogel, W. C. (1973). The organization of perceived space I: Perceptual interactions. *Psychologische Forschung*, 36, 195-221.
- Gogel, W. C. (1974). Relative motion and the adjacency principle. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 26, 425-437.
- Gogel, W. C. (1975). Depth adjacency and the Ponzo illusion. *Perception & Psychophysics*, 17, 125-132.
- Gogel, W. C. (1977). The metric of visual space. In W. Epstein, (Ed.), *Stability and consistency in visual perception*. New York: John Wiley & Sons.
- Gogel, W. C. (1978). The adjacency principle in visual perception. *Scientific American*, 238(No. 5, May), 126-139.
- Gogel, W. C. (1990). A theory of phenomenal geometry and its applications. *Perception & Psychophysics*, 48, 105-123.
- Gogel, W. C., & Koslow, M. (1971). The effect of perceived distance on induced motion. *Perception & Psychophysics*, 10, 142-146.
- Gogel, W. C., & MacCracken, P. J. (1979). Depth adjacency and induced motion. *Perceptual & Motor Skills*, 48, 343-350.
- Gogel, W. C., & Mershon, D. H. (1977). Local autonomy in visual space. *Scandinavian Journal of Psychology*, 18, 237-250.
- Gogel, W. C., & Newton, R. E. (1975). Depth adjacency and the rod-and-frame illusion. *Perception & Psychophysics*, 18, 163-171.
- Gogel, W. C., & Tietz, J. D. (1976). Attention and adjacency as determiners of perceived motion. *Vision Research*, 16, 839-845.
- Green, R. T., Lawson, R. B., & Godek, C. L. (1972). The Ponzo illusion in stereoscopic space. *Journal of Experimental Psychology*, 95, 839-845.
- Jack, C. E., & Thurlow, W. R. (1973). Effects of degree of visual association and angle of displacement on the 'ventriloquism' effect. *Perceptual and Motor Skills*, 37, 967-979.
- Jackson, C. V. (1953). Visual factors in auditory space perception. *Quarterly Journal of Psychology*, 5, 52-65.
- Little, A. D., Mershon, D. H., & Cox, P. H. (1992). Spectral content as a cue to perceived auditory distance. *Perception*, 21, 405-416.
- Mack, A., & Herman, E. (1972). A new illusion: The underestimation of distance during pursuit eye movements. *Perception & Psychophysics*, 12, 471-473.
- Mateeff, S., & Hohnsbein, J., & Noack, T. (1985). Dynamic visual capture: Apparent auditory motion induced by a moving visual target. *Perception*, 14, 721-727.
- Mershon, D. H. (1997). Phenomenal geometry and the measurement of perceived auditory distance. In R. H. Gilkey & T. R. Anderson (Eds.), *Binaural and spatial hearing in real and virtual environment*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- 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., Desaulniers, D. H., Amerson, T. L., & Kiefer, S. A. (1980). Visual capture in auditory distance: Proximity image effect reconsidered. *Journal of Auditory Research*, 20, 129-136.
- Mershon, D. H., Desaulniers, D. H., Kiefer, S. A., Amerson, T. L., & Mills, J. T. (1981). Perceived loudness and visually-determined auditory distance. *Perception*, 10, 531-543.
- Mershon, D. H., & Min, Y-K. (2003). An adjacency effect in auditory distance perception. *International Workshop on Spatial and Binaural Hearing*(Netherlands), in press.
- Mills, A. W. (1972). Auditory localization. In J. V. Tobias, *Foundations of modern auditory theory*. New York: Academic Press.
- Min, Y-K. (2000). Familiarity of sounds as a cue of auditory distance perception. *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, 19(3E), 19-24.
- Min, Y-K., & Lee, K. (2000). An adjacency effect in an auditory environment. *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, 19(3E), 33-39.
- Pick, H. L., Warren, D. H., & Hay, J. C. (1969). Sensory conflict in judgments of spatial direction. *Perception & Psychophysics*, 6, 203-205.
- Thurlow, W. R., & Kerr, T. P. (1970). Effect of a moving visual environment on localization. *Perception & Psychophysics*, 9, 35-39.
- Thurlow, W. R., & Jack, C. E. (1973). Certain determinants of the "ventriloquism effect." *Perceptual and Motor Skills*, 36, 1171-1184.
- Warren, D. H., McCarthy, T. J., & Welch, R. B. (1983). Discrepancy and nondiscrepancy methods of assessing visual-auditory interaction. *Perception & Psychophysics*, 33, 413-419.
- Weerts, T. C., & Thurlow, W. R. (1971). The effect of eye position and expectation on sound localization. *Perception & Psychophysics*, 9, 35-39.
- Welch, R. B., & Warren, D. H. (1980). Immediate perceptual response to intersensory discrepancy. *Psychological Bulletin*, 88, 638-667.

1 차원고접수 : 2003. 6. 19.

2 차원고접수 : 2003. 7. 30.

3 차원고접수 : 2003. 12. 16.

최종게재결정 : 2003. 12. 18.

## An Adjacency Effect in Auditory Distance Perception

Yoon-Ki Min

Department of Psychology, Chnugnam National University

W. C. Gogel's Adjacency Principle asserts that the effectiveness of cues between perceptual "objects" is a direct function of the adjacency of those objects. Although previously demonstrated as a factor in the perception of visual space, the present experiment indicates that the same principle may also apply to the perception of auditory space. The phenomenon of visual capture was used to manipulate the apparent locations of two (reference) sound sources in a semi-reverberant environment. In the main experimental condition, a physically Near source located 10 deg to the left of midline, at a distance of 2 m, and a physically Far source located 10 deg to the right, at a distance of 5 m, were reversed in relative perceived distance (i.e., the physically nearer source was made to appear farther than the physically farther source). Using both verbal reports and an off-median pointing task, listeners judged the apparent distance of each reference source, as well as the depth positions of three additional Test sounds. Test sounds all originated from a distance of 3 m, but one was directionally closer to the Near reference, one directionally closer to the Far reference and one mid-way between the reference sources. Control conditions demonstrated that available auditory information was sufficient for perceiving the three Test sounds as approximately equidistant. When the Near reference source was incorrectly experienced as being farther than the Far reference source, however, the reported distances of the three Test sounds were significantly altered. The results indicated that the Test sounds were heard in relation to the most adjacent reference source. The perceptual distortion in the apparent distances of the reference sources created a significant perceptual distortion in the apparent distances of the Test sounds. This effect is reminiscent of a much earlier demonstration of the adjacency principle in visual space. The Adjacency Principle appears to serve as a general organizational factor in spatial perception, across at least two modalities.

**Keywords** Adjacency Principle, Space Perception, Apparent Distance, Indirect Measurement, Perceptual Distortion, Visual Capture