

Study on Effects of Dynamic Stimulation on Time Perception*

ChanHeum Park¹, ShinWoo Kim¹, Hyung-Chul O. Li^{1†}

¹Department of Industrial Psychology, Kwangwoon University

Studies on the relationship between dynamic stimuli and time perception have shown conflicting results. There is a consequence that the looming stimuli causes time dilation, while a decrease in the perceived time also exists. The purpose of this study was to confirm the possibility that such difference was caused by the implementation of dynamic stimulation. In Experiment 1, we compared the linear change condition and the logarithmic change condition. In Experiment 2, we compared the duration condition and the interval condition. As a result, in the linear change condition and the duration condition, the perceived time increased in the looming stimuli. In the logarithmic change condition, no difference was observed. In the interval condition, there was a tendency to increase perceived time in the receding stimuli. These results suggest that although various studies have been experimented and discussed assuming the same situation of approaching/receding movement, various tasks may reflect different mechanisms.

Keywords: time perception, looming, receding, approaching, linear, logarithmic, duration, interval

1 차원고접수 19.10.28; 수정본접수: 20.03.18; 최종게재결정 20.03.24

자극의 속성에 의해, 지각된 시간이 실제 시간보다 더 길거나 짧게 지각되는 시간왜곡이 발생할 수 있다(Cai & Eagleman, 2014; Chang, Tzeng, Hung & Wu, 2011; Gorea & Kim, 2015; Kaneko & Murakami, 2009; Lake, LaBar & Meck, 2014; Lu, Hodges, Zhang & Zhang, 2009; Matthews, 2013; Matthews, Stewart & Wearden, 2011; Mo, Michalski, 1972; Oliveri, Vicario, Salerno, Koch, Turriziani, Mangano, Chillemi & Caltagirone, 2008; Ono & Kawahara, 2007; Thomas & Cantor, 1976; Xuan, Zhang, He & Chen, 2007). 시간왜곡에 영향을 미치는 요인에는 움직임 그 자체가 포함되기도 한다. 정지된 사물에 비해 움직이는 사물을 관찰할 때 지각된 시간이 증가하는 것으로 알려져 있다(Brown, 1995; Kanai, Paffen, Hogendoorn, & Verstraten, 2006). 최근의 연구는 깊이상의

움직임 방향에 따라 시간왜곡 경향성이 달라질 수 있음을 보여준다. Wittmann, Van Wassenhove, Craig와 Paulus(2010)는 회색 원을 사용하여, 화면에서 자극의 크기가 서서히 증가하여 자극이 관찰자를 향해 다가오는 것으로 지각되는 확장자극(looming)과 자극의 크기가 서서히 감소하여 자극이 관찰자로부터 멀어지는 것으로 지각되는 축소자극(receding)을 비교해 본 결과, 축소자극에 비해 확장자극에서 지각된 시간이 증가하는 경향성을 관찰하였다. 저자들은 확장자극은 위협 신호로 지각되기 때문에 주의 수준이 증가하게 되고, 내적시계(internal clock)의 기능을 강화시켜 실제보다 더욱 많은 시간이 흐른 것으로 지각하게 만든다고 제안한다.

그에 비해, 확장/축소자극 사이의 차이를 청각조건과 시각조건으로 나누어 비교해 본 Grassi와 Pavan(2012)의 연구는 다소 다른 결과를 보여주었다. 청각조건에서는 확장조건에

* 이 논문 또는 저서는 2018년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A5A2A01025511). 2019년도 광운대학교 교내연구비(이형철)의 지원을 받아 수행되었음.

† 교신저자: 이형철, 광운대학교 산업심리학과, (139-701) 서울시 노원구 월계동 447-1 한울관 105호
E-mail: hyung@kw.ac.kr

비해 축소조건에서 지각된 시간이 감소하는 경향성을 보였고, 확장자극이 특별한 것이 아니라 축소자극이 주의를 끌지 못하는 것이라고 해석한다. 하지만, 로그변화를 사용하여 동적자극을 구성한 시각조건에서는 확장/축소자극 사이의 차이가 관찰되지 않았다. 시각조건에서 기존 연구와 다른 결과를 보인 이유는 제시시간, 반응 방법, 동적자극의 움직임 구현 방법, 등, 여러 측면에서 실험 환경이 달랐기 때문인 것으로 결론 내리고 있다.

비록, Wittmann 등(2010)의 연구와 Grassi와 Pavan (2012)의 청각조건에 결과는 다소 차이를 보이고 있지만, 확장/축소자극 사이의 관계성만 놓고 보자면, 축소자극에 비해 확장자극에서 지각된 시간이 증가한다는 유사성을 지닌다. 하지만, 확장/축소자극 사이의 관계성이 정반대의 결과를 보이는 연구도 존재한다. Ono와 Kitazawa(2010)는 지속시간(duration or filled duration) 대신 두 개의 표시(marker)로 구분되는 간격시간(interval or unfilled duration)을 사용하여 확장자극과 축소자극을 비교하였다. 확장자극은 첫 번째 표시가 작은 크기로 제시되고 두 번째 표시가 큰 크기로 제시되어 자극이 관찰자를 향해 다가오는 접근 움직임 지각을 유발하였으며, 축소자극은 첫 번째 표시가 큰 크기로 제시되고 두 번째 표시가 작은 크기로 제시되어 자극이 관찰자로부터 멀어지는 후퇴 움직임 지각을 유발하였다. 실험 결과, 축소자극에 비해 확장자극에서 지각된 시간이 감소하는 결과를 보였다. 저자들은 주의집중은 지각된 시간을 확장시키는 반면, 충동을 피하려는 회피반응은 지각된 시간을 축소시킬 수 있다고 가정하고, 충동가능성을 조작한 추가 실험을 진행하였다. 간격시간의 표시로 기능하는 두 개의 원 중에서 첫 번째 제시되는 원은 화면의 정중앙에 제시하였으며, 두 번째 제시되는 원은 화면의 정중앙에서 좌측 혹은 우측으로 1° 떨어진 위치에 제시하였다. 두 개의 원이 모두 정중앙에 제시되어 관찰자를 향해 접근할 경우 자극이 관찰자와 정면으로 충돌할 것이라고 예상되는 반면, 두 번째 자극이 화면의 좌측 혹은 우측에 제시되어 관찰자를 향해 접근할 경우 자극의 동선이 관찰자의 측면을 향하게 되어 자극과의 충돌가능성이 낮아지게 된다. 실험 결과, 충동가능성이 낮은 조건에서 시간축소 경향성이 약화됨을 관찰하였다.

이렇게 자극의 움직임 방향이 시간지각에 미치는 영향을 살펴본 연구들은 서로 상이한 결과를 보이고 있다. 관련 연구들은 제시시간, 자극의 크기나 속도, 반응 양식, 동적자극의 구현 방법 등, 다양한 요인에 있어서 큰 차이를 보이고 있기 때문에, 이 중 어떤 요인이 결과의 차이를 불러왔는지 명확하게 결론내리기 어려운 상황이다. 본 연구에서는 여러

요인들 중, 특히, 동적자극의 움직임 구현 방법에 초점을 맞추어 연구를 수행하였다. 다른 요인들은 동일하게 통제된 상황에서 동적자극의 움직임 구현 방법만 조작하여 두 개의 실험을 진행하였다. 첫 번째 실험에서는 동적자극의 움직임이 선형변화를 따르는 조건과 로그변화를 따르는 조건을 비교하였으며, 두 번째 실험에서는 동적자극의 움직임을 지속시간을 통해 구현한 조건과 간격시간을 통해 구현한 조건을 비교하였다. 만약, 동적자극의 구현 방법이 결과의 차이를 발생하게 만든 주요인이라면, 동적자극의 구현 방법에 따라 시간 지각 경향성에 차이가 관찰될 것이다.

실험 1

방법

참가자

광운대학교 학부생 17명이 자원하여 실험에 참가하였다.

도구

실험 자극은 19인치 LCD 모니터(1280x1024, 60Hz)에 제시하였으며, 실험 프로그램은 Matlab과 Psychophysics Toolbox를 사용하여 구현하였다(Brainard, 1997; Pelli, 1997).

실험 자극

자극은 관찰자로부터 60cm 떨어진 화면에 제시하였으며, 회색(31.66cd/m²) 바탕에 검은색(0.90cd/m²) 원을 사용하였다. 정적자극의 지름은 1.24°였으며, 동적자극의 지름은 확장자극은 0.48°에서 시작하여 2°까지 동일한 속도로 증가하였고, 축소자극은 2°에서 시작하여 0.48°까지 동일한 속도로 감소하였다. 선형변화조건에서는 자극의 크기변화가 일정한 속도로 유지된 반면, 로그변화조건에서는 자극의 크기변화가 로그함수로 구성되어, 확장자극은 속도가 점점 빨라지는 것으로 지각되었으며, 확장자극을 반대로 제시한 축소자극은 속도가 점점 느려지는 것으로 지각되었다. 기존 연구에서 동적자극의 제시시간을 조작하여 제시시간 별로 자극의 속도가 상이했다는 한계점을 보완하기 위하여(Grassi & Pavan, 2012; Ono & Kitazawa, 2010; Wittmann, Van Wassenhove, Craig & Paulus, 2010), 동적자극 대신 정적자극의 제시시간을 조작하였다. 동적자극은 제시시간을 500ms로 고정한 반면, 정적자극은 250-850ms 사이에서 100ms 간격으로 총 7개의 제시시간을 포함하였다. 전체 시행 횟수

는 반복 10번을 포함하여 총 280회였으며 [정적자극의 제시 시간 7 * 동적자극의 움직임 방향 (확장, 축소) 2 * 동적자극의 움직임 구현 방법 (선형변화, 로그변화) 2 * 반복 10 = 280], 각 시행은 실험 전체에 걸쳐 무선적으로 제시하였다.

실험 절차

참가자는 모니터 화면에 제시된 실험 안내문을 보면서 실험 방법에 대한 설명을 듣고, 4회의 연습 시행을 진행하였다. 각 시행이 시작되면 응시점이 제시되었고, 참가자가 응시점에 집중한 후 스페이스바를 누르면, 정적자극이 나타났다. 자극이 완전히 사라지고 두 번째 응시점이 나온 후 스페이스바를 누르면, 확장 혹은 축소자극이 나타났다. 자극이 사라지고 물음표가 나타나면, 참가자는 키보드를 사용하여 첫 번째 자극의 제시시간이 더 길게 지각될 경우 왼쪽 화살표 버튼을, 두 번째 자극의 제시시간이 더 길게 지각될 경우 오른쪽 화살표 버튼을 눌러 반응을 완료하였다. 반응이 끝나면, 1500ms 후에 다음 시행으로 이어졌다.

결 과

실험 분석

자극의 제시시간에 따른 시간지각 경향성을 살펴보기 위하여 Probit 모형으로 동적자극에 비해 정적자극이 더 길게 지각된 비율에 대한 자료적합(data-fitting)을 실시하고, 참가자

별로 주관적동등점(Point of Subjective Equality, PSE)을 산출하였다(Bliss, 1934; Wittmann, Van Wassenhove, Craig, & Paulus, 2010). 정적자극이 더 길게 지각된 비율에 근거하여 PSE를 산출했기 때문에, PSE 값이 클수록 정적자극에 비해 동적자극에서 지각된 시간이 증가했음을 의미한다. 예를 들어, PSE 값이 660ms라면, 정적자극의 제시시간이 660ms일 때 500ms로 제시된 동적자극과 제시시간이 동일하다고 지각했다는 의미이다. 동적자극을 기준으로 보면, 500ms로 제시된 동적자극이 660ms 동안 제시된 것으로 지각되었다고 해석할 수 있다.

PSE 값이 가장 짧은 제시시간인 250ms보다 작거나 가장 긴 제시시간인 850ms보다 크게 나타나, 제시시간 범위를 벗어난 다섯 명의 참가자는 분석에서 제외하였다(조건 별 비교 분석에서는 제외하였으나, 5명의 참가자 중 한 명 이외에는 다른 참가자들과 유사한 경향성을 보였다). PSE 값이 동적자극의 제시시간인 500ms와 유의미한 차이를 보이는지 확인해 보기 위하여 각 자극의 PSE 값에 대한 단일표본 t 검증을 실시하였으며($\mu=500$), 선형변화조건과 로그변화조건 간에 확장/축소자극 사이의 관계가 차이를 보이는지 확인해 보기 위하여 반복측정 변량분석을 실시하였다.

실험 결과

Figure 1은 각 조건 별 PSE 평균에서 동적자극의 제시시간인 500ms를 뺀 차이값을 보여준다. 각 조건의 자극 별 PSE

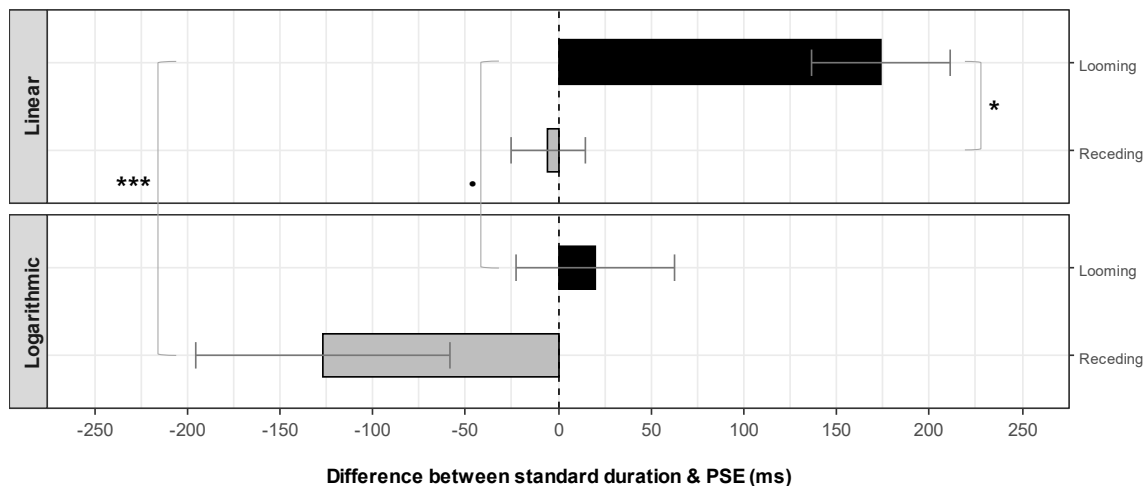


Figure 1. Results of experiment 1

The top box represents the linear change condition, and the bottom box represents the logarithmic change condition. Error bars indicate standard errors. Since the PSE is based on the proportion of perceived longer static stimuli, the higher the value, the longer the perceived time for dynamic stimuli. The dashed line means 500ms, which was the presentation time of the dynamic stimuli (standard duration), and each bar is obtained by subtracting 500ms from the average PSE for each condition. In the linear change condition, the perceived time increased in the looming condition compared to the receding condition, but it was not significant in the logarithmic change condition (***) $p < .001$, * $p < .05$, · $p < .1$.

에 대해 단일표본 t 검증을 실시한 결과, 선형변화조건의 확장자극에서만 PSE 평균이 500ms보다 유의미하게 큰 것으로 나타나, [선형변화조건 확장자극: $t(11)=4.47, p<.001, d=1.28$; 선형변화조건 축소자극: $t(11)=-0.11, p=.914, d=.03$; 로그변화조건 확장자극: $t(11)=.42, p=.684, d=.12$; 로그변화조건 축소자극: $t(11)=-1.62, p=.134, d=.46$], 선형변화조건과 로그변화조건 간에 확장/축소자극 사이의 관계가 다소 다른 경향성을 보인다는 점을 확인할 수 있었다. 조건 간 차이를 더 구체적으로 비교해 보기 위하여 반복측정 변량 분석을 실시한 결과, 동적자극의 움직임 방향과 구현 방법 사이의 상호작용 효과는 관찰되지 않았다, [$F(1,11)=0.17, p=.683, \eta_p^2=0.004$]. 움직임 방향으로 인한 주효과는 유의미한 것으로 나타났으나, 구현 방법으로 인한 주효과는 관찰되지 않았다, [움직임 방향의 주효과: $F(1,11)=4.46, p=.041, \eta_p^2=0.1$; 움직임 구현 방법의 주효과: $F(1,11)=1.68, p=.202, \eta_p^2=0.4$]. 이런 결과는 Wittmann 등(2010)의 연구에서는 축소자극에 비해 확장자극에서 지각된 시간이 증가한 반면, Grassi와 Pavan(2012)의 연구에서는 전반적인 과소추정 경향성이 나타나고, 확장/축소자극 사이에 유의미한 차이가 관찰되지 않은 이유가 동적자극의 움직임 구현 방법 때문이라는 것을 보여준다.

실험 2

방법

참가자

광운대학교 학부생 20명이 자원하여 실험에 참가하였다.

실험 자극 및 절차

실험 1에서는 선형변화조건과 로그변화조건을 비교하였으나, 실험 2에서는 실험 1의 선형변화조건과 동일하게 구성된 지속시간조건과 두 개의 표시 사이의 시간을 추정하는 간격시간조건을 비교하였다. 간격시간조건에서 두 개의 표시는 각각 1500ms 동안 제시되었다. 정적자극은 첫 번째 표시와 두 번째 표시의 지름이 모두 1.24°로 동일하였으나, 확장자극은 첫 번째 표시는 0.48°, 두 번째 표시는 2°였고, 축소자극은 첫 번째 표시는 2°, 두 번째 표시는 0.48°였다. 두 개의 표시 사이의 시간이 확장자극과 축소자극은 500ms로 고정되었고, 정적자극은 250-850ms 사이에서 100ms 간격으로 총 7개로 조작되었다. 참가자는 먼저 제시되는 정적자극의 첫 번째 표시와 두 번째 표시 사이의 시간과 뒤이어 제

시되는 확장 혹은 축소자극의 첫 번째 표시와 두 번째 표시 사이의 시간을 비교하는 시간비교과제를 수행하였다. 지속시간조건과 간격시간조건은 두 개의 구획으로 나누어 실험을 진행하였으며, 각 참가자는 지속시간 구획 → 간격시간 구획 → 지속시간 구획 → 간격시간 구획 순서로 총 4개의 구획을 모두 완료하였다. 지속시간 구획과 간격시간 구획의 진행 순서는 참가자 간에 역균형화하였다. 전체 시행 횟수는 반복 10번을 포함하여 총 280회였다 [정적자극의 제시시간 7 * 동적자극의 움직임 방향 (확장, 축소) 2 * 동적자극의 움직임 구현 방법 (지속시간, 간격시간) 2 * 반복 10 = 280]. 그 외의 실험 자극 및 절차는 실험 1과 동일하였다.

결과

실험 분석 및 결과

실험 1과 동일한 방법으로 분석을 진행하였다. 세 명의 참가자는 PSE가 제시시간 범위를 벗어났기 때문에 분석에서 제외하였다(조건 별 비교 분석에서는 제외하였으나, 세 명의 참가자 역시 확장/축소 자극 사이의 관계는 다른 참가자들과 유사한 경향성을 보였다). Figure 2는 각 조건 별 PSE의 평균에서 동적자극의 제시시간인 500ms를 뺀 차이값을 보여준다. 각 조건의 자극 별 PSE에 대해 단일표본 t 검증을 실시한 결과, PSE 값이 지속시간조건에서는 확장자극에서 500ms보다 유의미하게 큰 것으로 나타났으나, 간격시간조건에서는 축소자극에서 500ms보다 유의미하게 큰 것으로 나타나, [지속시간조건 확장자극: $t(16)=3.51, p=.002, d=.85$; 지속시간조건 축소자극: $t(16)=-.70, p=.494, d=.17$; 간격시간조건 확장자극: $t(16)=1.87, p=.080, d=.45$; 간격시간조건 축소자극: $t(16)=2.75, p=.014, d=.67$], 지속시간조건과 간격시간조건 간에 확장/축소자극 사이의 관계가 정반대의 경향성을 보인다는 점을 확인하였다. 조건 간 차이를 더 구체적으로 비교해 보기 위하여 반복측정 변량분석을 실시한 결과, 동적자극의 움직임 구현 방법과 동적자극의 움직임 방향으로 인한 상호작용 효과가 나타났다, [$F(1,16)=6.44, p=.014, \eta_p^2=0.097$]. Tukey 사후분석을 실시한 결과, 지속시간조건에서는 확장/축소자극 사이에 유의미한 차이가 나타났으나 ($p<.001$), 간격시간조건에서는 차이가 관찰되지 않았다 ($p=.544$). 각 조건의 주효과는 유의미하지 않았다, [움직임 구현 방법의 주효과: $F(1,16)=.02, p=.900, \eta_p^2<0.001$; 움직임 방향의 주효과: $F(1,16)=.11, p=.746, \eta_p^2=0.002$]. 이런 결과는 Wittmann 등(2010)의 연구에서는 축소자극에 비해

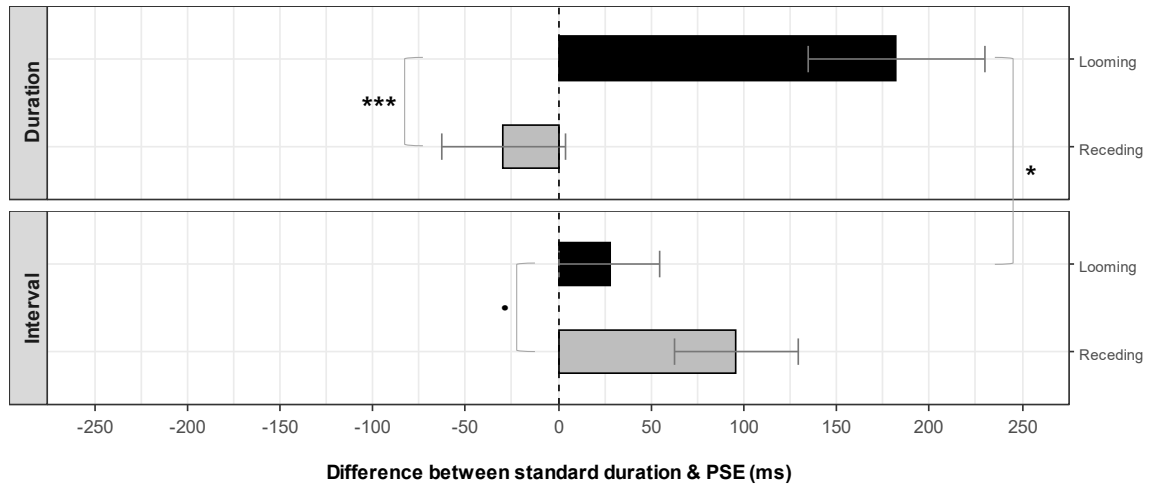


Figure 2. Results of experiment 2

The top box represents the duration condition and the bottom box represents the interval condition. Error bars indicate standard errors. Since the PSE is based on the proportion of perceived longer static stimuli, the higher the value, the longer the perceived time for dynamic stimuli. The dashed line means 500ms, which was the presentation time of the dynamic stimuli (standard duration), and each bar is obtained by subtracting 500ms from the average PSE for each condition. In the duration condition, the perceived time increased in the looming condition compared to the receding condition. In the interval condition, the perceived time tended to increase in the receding condition compared to the looming condition (***) $p < .001$, * $p < .05$, • $p < .1$.

확장자극에서 지각된 시간이 증가한 반면, Ono와 Kitazawa (2010)의 연구에서는 확장자극에 비해 축소자극에서 지각된 시간이 증가한 이유가 동적자극의 움직임 구현 방법 때문이라는 것을 보여준다.

종합논의

본 연구는 동적자극의 움직임 방향과 시간지각 사이의 관련성을 살펴본 기존 연구들의 결과가 서로 상이한 원인이 무엇인지 탐색하기 위해 수행되었다. 다양한 요인들 중 동적자극의 움직임 구현 방법의 영향을 확인하기 위하여, 선형변화조건과 로그변화조건을 비교하는 실험과 지속시간조건과 간격시간조건을 비교하는 실험을 진행하였다. 실험 결과, 선형변화조건과 지속시간조건에서는 선형변화와 지속시간을 사용한 Wittmann 등(2010)의 연구와 유사하게 축소자극에 비해 확장자극에서 지각된 시간이 증가하는 것으로 나타났고, 로그변화조건에서는 로그변화를 사용한 Grassi와 Pavan(2012)의 연구와 유사하게 확장/축소자극 사이에 유의미한 차이가 관찰되지 않았으며, 간격시간조건에서는 간격시간을 사용한 Ono와 Kitazawa(2010)의 연구와 유사하게 확장자극에 비해 축소자극에서 지각된 시간이 증가하는 경향성을 보였다. 이런 결과는, 동적자극과 시간지각 사이의 관련성을 연구할 때 동적자극의 움직임 구현 방법이 결과에 중요한 영향을 미치는 요인이 될 수 있음을 보여준다. 비록, 기존 연구들에서

다양한 과제를 사용하고 있음에도, 모두 동적자극이 관찰자를 향해 다가오거나 관찰자로부터 멀어지는 상황을 가정하고 실험과 논의가 이루어지고 있지만, 다양한 과제들이 실제로는 서로 다른 기제를 반영할 가능성이 있음을 시사한다.

실험 1에서 선형변화조건과 로그변화조건이 서로 다른 경향성을 보이는 데에는 속도가 큰 영향을 미친 것으로 보인다. Matthews(2011)는 자극의 속도가 시간지각에 미치는 영향을 살펴보기 위하여, 회전하는 도형의 속도가 동일하게 유지되는 등속운동조건(constant), 속도가 점점 빨라지는 가속운동조건(accelerating), 속도가 점점 느려지는 감속운동조건(decelerating)을 포함하여 시간판단과제를 수행하였다. 실험 결과, 지각된 시간이 등속운동조건에서 가장 길고 가속운동조건에서 가장 짧은 것으로 나타나, 등속운동조건 > 감속운동조건 > 가속운동조건 순서로 시간확장 경향성이 관찰되었다. 본 연구에서, 선형변화조건은 속도가 일정하게 유지되는 등속운동에 해당하는 반면, 로그변화조건은 확장자극의 경우 속도가 서서히 증가하는 가속운동에, 축소자극의 경우 속도가 서서히 감소하는 감속운동에 해당한다. 등속운동에 해당하는 선형변화조건에서는 전체적으로 지각된 시간이 증가한 반면(PSE 평균: 584.24ms), 가속/감속운동에 해당하는 로그변화조건에서는 전체적으로 지각된 시간이 감소하는 경향성이 나타났다(PSE 평균: 446.48ms). 다만, Matthews(2011)의 연구에서는 가속운동에 비해 감속운동에서 지각된 시간이 더 긴 것으로 나타났으나, 본 연구에서는 감속운동에

해당하는 축소자극에 비해 가속운동에 해당하는 확장자극에서 지각된 시간이 더 긴 것으로 나타났다. 이는, 시간확장을 유발하는 요인과 시간압축을 유발하는 요인이 서로 충돌하여 상쇄된 결과인 것으로 보인다. 다시 말해, 가속운동으로 인해 유발되는 시간압축의 영향으로 인해, 확장자극의 접근 움직임 지각으로 인한 시간확장 경향성이 약화되었을 수 있다.

실험 2에서 지속시간조건과 간격시간조건이 서로 다른 경향성을 보이는 데에는 움직임에 대한 예측가능성이 영향을 미쳤을 수 있다. Cui, Zhao, Chen, Zheng & Fu(2018)는 중립자극과 지각된 시간을 증가시키는 것으로 알려져 있는 공포자극을 사용하여, 예측가능성이 시간지각에 미치는 영향을 살펴보았다. 시간을 판단해야 하는 간격시간을 먼저 제시한 후, 뒤이어 중립 혹은 공포자극을 제시하여, 시간정보를 유지하고 반응을 수행하는 단계에서 자극의 속성이 미치는 영향을 살펴보았다. 예측가능조건(predictable)에서는 간격시간이 제시되기 전 중립자극이 나타날지 혹은 공포자극이 나타날지 예상할 수 있는 단서를 제공한 반면, 예측불가능조건(unpredictable)에서는 단서가 제공되지 않았다. 실험 결과, 예측가능조건에서는 기존의 연구 결과와 유사하게 중립자극에 비해 공포자극에서 지각된 시간이 증가하는 경향성이 나타났으나, 예측불가능조건에서는 중립자극에서 시간확장 경향성이 나타나는 반대의 결과가 관찰되었다. 이에 대해 저자들은, 예측가능조건에서는 공포자극에 대한 단서가 내적시계를 가속화시키고, 가속화된 시간정보를 작업기억(working memory)에 부호화(encoding)하는 과정이 순조롭게 이어지지만, 예측불가능조건에서는 예상치 못하게 나타난 공포자극에 주의자원을 빼앗기게 되어, 작업기억에 시간정보를 부호화하는 과정이 방해 받을 것이라고 제안한다. 그로 인해, 시간정보가 왜곡되어 시간확장이 나타날 것으로 기대되는 공포자극임에도 지각된 시간이 감소하는 경향성이 관찰된 것이라고 해석한다. 본 연구에서 사용한 확장자극은 자극이 관찰자를 향해 다가오는 것으로 지각되어 충돌가능성으로 인해 위협자극으로 여겨지며, 지속시간조건은 자극의 움직임을 계속해서 관찰가능하기에 충돌가능성을 예측하기 쉬운 경우에 해당한다. 하지만, 자극이 사라졌다가 다시 나타나는 가현운동(apparent motion)을 통해 움직임 지각을 유발하는 간격시간조건은 상대적으로 충돌가능성을 예측하기 어려운 경우에 해당하기 때문에, 지각된 시간이 증가할 것이라고 예상되는 확장자극에서 오히려 지각된 시간이 감소하는 반대의 결과가 나타난 것으로 보인다.

요약하자면, Wittmann 등(2010)과 Ono와 Kitazawa (2010)는 관찰자를 향해 다가오는 접근 움직임을 유발하는

확장자극이 충돌가능성을 가지는 위협자극으로 여겨질 것이라는 동일한 가설을 세웠으나, Wittmann 등(2010)은 그런 위협성으로 인해 지각된 시간이 증가할 것이라고 예상하였고, 지속시간을 사용한 결과, 실제로 시간확장 경향성을 관찰한 반면, Ono와 Kitazawa(2010)는 그런 위협성이 오히려 지각된 시간을 감소시킬 것이라고 예상하였고, 간격시간을 사용한 결과, 실제로 시간압축 경향성을 관찰하였다. 비록 연구 가설은 동일하였으나, 동적자극의 움직임 구현 방법의 차이가 정반대의 결과를 가져온 것이다.

본 연구는 동적자극의 움직임 구현 방법이 시간지각 연구 결과에 큰 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다는 점에서 의의를 지닌다. 하지만, 관련 연구들을 통해 그런 차이가 나타나는 원인을 추정하는 정도에서 그쳤을 뿐, 검증하는 과정을 거치지 않는 한계가 존재한다. 또한, 본 연구에서는 항상 정적자극이 먼저 제시되고 동적자극이 뒤이어 제시되었기에, 순서효과가 존재할 가능성을 배제하기 어렵다. 그에 더하여, 표본 집단의 크기가 충분히 크지 않다는 단점도 존재하기에, 동적자극의 움직임 구현 방법에 따라 서로 다른 결과가 나타나는 원인을 명확하게 규명해 내기 위해서는 순서효과를 고려한 실험설계를 사용하여 충분히 큰 표본 집단에 대해 추가 연구가 필요하다.

References

Bliss, C. I. (1934). The method of probits. *Science*, 79, 38-39.

Brainard, D. H. (1997) The Psychophysics Toolbox, *Spatial Vision*, 10, 443-446.

Brown, S. W. (1995). Time, change, and motion: The effects of stimulus movement on temporal perception. *Perception & Psychophysics*, 57, 105-116.

Cai, M. B., & Eagleman, D. M. (2014). Duration estimates within a modality are integrated sub-optimally. *Frontiers in Psychology*, 6, 1041.

Chang, A. Y. C., Tzeng, O. J., Hung, D. L., & Wu, D. H. (2011). Big time is not always long: Numerical magnitude automatically affects time reproduction. *Psychological Science*, 22, 1567-1573.

Cui, Q., Zhao, K., Chen, Y. H., Zheng, W., & Fu, X. (2018). Opposing subjective temporal experiences in response to unpredictable and predictable fear-relevant stimuli. *Frontiers in Psychology*, 9, 360.

Gorea, A., & Kim, J. (2015). Time dilates more with apparent than with physical speed. *Journal of Vision*, 15(1), 7.

- Grassi, M., & Pavan, A. (2012). The subjective duration of audiovisual looming and receding stimuli. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *74*, 1321-1333.
- Kanai, R., Paffen, C. L., Hogendoorn, H., & Verstraten, F. A. (2006). Time dilation in dynamic visual display. *Journal of Vision*, *6*(12), 8.
- Kaneko, S., & Murakami, I. (2009). Perceived duration of visual motion increases with speed. *Journal of Vision*, *9*(7), 14.
- Lake, J. I., LaBar, K. S., & Meck, W. H. (2014). Hear it playing low and slow: How pitch level differentially influences time perception. *Acta Psychologica*, *149*, 169-177.
- Lu, A., Hodges, B., Zhang, J., & Zhang, J. X. (2009). Contextual effects on number-time interaction. *Cognition*, *113*, 117-122.
- Matthews, W. J. (2011). How do changes in speed affect the perception of duration?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *37*, 1617-1627.
- Matthews, W. J. (2013). How does sequence structure affect the judgment of time? Exploring a weighted sum of segments model. *Cognitive Psychology*, *66*, 259-282.
- Matthews, W. J., Stewart, N., & Wearden, J. H. (2011). Stimulus intensity and the perception of duration. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *37*, 303-313.
- Mo, S. S., & Michalski, V. A. (1972). Judgment of temporal duration of area as a function of stimulus configuration. *Psychonomic Science*, *27*, 97-98.
- Oliveri, M., Vicario, C. M., Salerno, S., Koch, G., Turriziani, P., Mangano, R., Chillemi, G., & Caltagirone, C. (2008). Perceiving numbers alters time perception. *Neuroscience Letters*, *438*, 308-311.
- Ono, F., & Kawahara, J. I. (2007). The subjective size of visual stimuli affects the perceived duration of their presentation. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *69*, 952-957.
- Ono, F., & Kitazawa, S. (2010). The effect of perceived motion-in-depth on time perception. *Cognition*, *115*, 140-146.
- Pelli, D. G. (1997) The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision* *10*, 437-442.
- Thomas, E. A., & Cantor, N. E. (1976). Simultaneous time and size perception. *Perception & Psychophysics*, *19*, 353-360.
- Wittmann, M., Van Wassenhove, V., Craig, B., & Paulus, M. P. (2010). The neural substrates of subjective time dilation. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*, 2.
- Xuan, B., Zhang, D., He, S., & Chen, X. (2007). Larger stimuli are judged to last longer. *Journal of Vision*, *7*(10), 2.

동적자극 구현 방법이 시간지각에 미치는 영향 연구

박찬흠¹, 김신우¹, 이형철¹

¹광운대학교 산업심리학과

동적자극과 시간지각 사이의 관계에 대한 연구들은 서로 상반된 결과를 보이고 있다. 접근 움직임 지각을 유발하는 확장자극이 지각된 시간을 증가시킨다는 결과가 있는가 하면, 감소시킨다는 결과 역시 존재한다. 본 연구에서는 그러한 차이가 발생한 원인이 동적자극의 움직임 구현 방식 때문일 가능성을 확인해 보았다. 실험 1에서는 동적자극의 움직임이 선형변화인 조건과 로그변화인 조건을 비교하였으며, 실험 2에서는 동적자극의 제시방법이 지속시간인 조건과 간격시간인 조건을 비교하였다. 그 결과, 선형변화조건과 지속시간조건에서는 확장자극에서 지각된 시간이 증가하였으나, 로그변화조건에서는 확장/축소자극 사이에 유의미한 차이가 관찰되지 않았고, 간격시간조건에서는 축소자극에서 시간확장 경향성이 관찰되었다. 이런 결과는, 비록, 여러 연구들에서 접근/후퇴 움직임이라는 동일한 상황을 가정하고 실험과 논의가 이루어지고 있지만, 다양한 과제들이 실제로는 서로 다른 기제를 반영할 가능성이 있음을 시사한다.

주제어: 시간지각, 확장, 축소, 접근, 후퇴, 선형변화, 로그변화, 지속시간, 간격시간