

## 인터페이스 상의 움직임에 만화적 기법 적용이 매력도와 주의에 미치는 영향\*

The effects of cartoon style for interface motion on attraction and attention

조유숙\*\* · 석지혜\*\* · 한광희\*\*\*†

Yu Suk Cho\*\* · Ji He Suk\*\* · Kwang Hee Han\*\*\*†

연세대학교 심리학과\*\*

Department of Psychology, Yonsei University\*\*

### Abstract

Today various interfaces are created with the advancement of technology. The flat 2D and static interfaces are general in the past but 3D and motion factors are imported in user interfaces today. It is important to use the motion factors adequately appropriate timing, situation and so on. This study focuses on the motion factor, especially the squash & stretch principle which affects the style of movement. This study investigates the effect of cartoon style(squash & stretch principle) for motion on attraction, emotion and attention. In experiment 1, participants evaluated attraction and emotion words relating to movement after they saw spheres applied to squash & stretch principle and spheres not applied to. The results indicate the squash & stretch principle can make motion not only more attractive but also brighter and more active than the general motion. In experiment 2, a sphere applied to squash & stretch principle and a sphere not applied to were presented at the same time and we measured the reaction time when participants detected change in one of the two spheres. As a result, the reaction time was faster when a sphere applied to squash & stretch principle changed. This suggests that the squash & stretch principle can make motion attract the attention of users.

**Keywords** : movement, motion, squash and stretch, cartoon style, attention. sensibility

### 요 약

기술적인 발전에 따라 다양한 인터페이스가 등장하고 있다. 2D 일색이었던 인터페이스에 3D가 등장하기 시작했고 정적이던 화면 구성에 움직이는 요소들이 더해지고 있다. 움직임이 있는 자극들이 인터페이스에 쓰이면서 그 적절한 사용에 대해 알아볼 필요가 있다. 본 연구는 이런 움직임에 초점을 맞추고 있다. 특히 움직임의 여러 속성 중에서도 움직임에 스타일을 줄 수 있는 스퀴시 & 스트레치의 적용에 초점을 두고 있다. 본 연구는 움직임에 스퀴시 & 스트레치 기법의 적용이 움직임의 매력도와 감정, 주의에 미치는 영향을 알아보았다. 실험 1에서 참가자들은 스퀴시 & 스트레치 기법이 적용된 구와 적용되지 않은 구 모양 물체의 움직임을 보고 매력도와 움직임 관련 감정어휘를 평정하였다. 그 결과 스퀴시 & 스트레치 기법이 적용된 움직임을 더 매력적으로 지각할 뿐만 아니라 해당 움직임을 더 밝고 적극적으로 지각하게 됨을 밝혔다. 실험 2는 스퀴시 & 스트레치가 적용된 구와 그렇지 않은 구를 화면에 동시에 제시하고, 참가자들이 변화를 탐지하는 반응시간

\* 이 논문은 BK21사업(인지 및 심리과학 전문인력 양성 및 실용화 사업단)의 지원을 받아 수행되었음.

† 교신저자 : 한광희 (연세대학교 심리학과)

E-mail : khan@yonsei.ac.kr

TEL : 02-2123-2442

FAX : 02-2123-4723

을 측정했다. 그 결과 스퀴시 & 스트레치 기법이 적용된 움직임의 변화를 탐지하는 반응시간이 더 빨랐다. 이는 해당 움직임이 더 주의를 끌게 됨을 의미한다.

**주제어 :** 움직임, 모션, 스퀴시 & 스트레치, 감성, 주의

## 1. 서론

기술의 발전으로 영상을 활용하는 다양한 기기들이 쏟아져 나오고 있고, 그런 기기들의 활용도를 높이기 위해서 사용자 인터페이스에 대한 관심이 높아지고 있다. 인터페이스를 어떻게 구성하고 제시하느냐에 따라 사용자가 지각하는 사용성은 크게 달라질 수 있기 때문이다.

개발자들은 사용자들의 관심을 끌기 위해 인터페이스에 새로운 시도들을 하고 있다. 그러면서 2D 일색이었던 인터페이스에 3D가 등장하기 시작했고 정적이던 화면 구성에 움직이는 요소들이 첨가되고 있다. 지금까지 움직임은 인터페이스에서 색이나 모양의 변화에 비해 주의를 더 끌기 때문에 경고나 알림(alert or notification)의 효과적인 기능으로 알려져 왔다.<sup>1)</sup> 반면 움직임은 주의를 끄는 데 효과적이기 때문에 과제를 하고 있을 때는 방해 요소가 될 수도 있다. 예를 들어 너무 지나친 깜박거림은 시각적으로 방해가 되어 사용자가 인터페이스 상에서 필요한 정보를 얻지 못하게 한다.<sup>2)</sup> 따라서 움직이는 대상은 움직임의 제시 방법에 따라 인터페이스에서 효과적인 도구가 될 수도 있고 방해 자극이 될 수도 있다. 하지만 움직임의 두 특성이 항상 상반되는 것은 아니며 효과적이면서도 방해 받는 느낌이 들지 않는 움직임이 존재할 수 있다는 단서를 Bartram과 그의 동료들의 연구에서 찾아볼 수 있다.<sup>3)</sup> Bartram과 그의 동료들은 참가자들에게 게임을 하면서 4가지 종류(linear 사인곡선 모양으로 위로 점프하는 운동 / popout; 서서히 확대되었다가 다시 원래 크기로 변함 / blink; 깜박거림 / travel; 화면을 가로지르는 직선 운동)의 움직임을 탐지하도록 지시

하고, 그 후에 4가지 종류의 움직임에 대해 방해 정도를 평정하게 했다. 화면을 가로지르는 직선 운동(travel)과 점프하는 운동(linear)을 탐지하는 시간이 제일 빨랐고 점프하는 운동(linear)과 깜박거림(blink)이 방해 정도가 적다고 보고했다. 탐지시간과 방해 정도 두 가지를 고려했을 때 이 실험에서는 점프하는 운동(linear)이 효과적인 움직임이라고 말할 수 있다. 그렇다면 인터페이스 상에서 두 가지 측면에서 효과적인 움직임 즉, 탐지하는데 효율적이면서 방해 정도가 덜하다고 사용자가 지각할 수 있는 움직임이 존재할 가능성이 있다. 본 연구는 그런 움직임으로 만화적 기법 중에 하나인 스퀴시 & 스트레치 기법을 적용한 움직임을 제안한다.

스퀘시 & 스트레치 기법은 Lasseter가 12가지 애니메이션 움직임 기법 중에서 제일 중요하다고 말하는 기법으로 이미 애니메이션 분야에서 널리 사용되고 있다.<sup>4)</sup> 이것은 애니메이션에서의 동작 표현이 실사 동작과는 다른 점들이 있기 때문이다. 애니메이션은 가상의 세계 안에서 가상의 개체가 가상의 동작을 보여주는 것이다. 이러한 가상의 세상이 실제처럼 보이게 하는 것이 제일 첫 번째 목표가 되는 것이다. 실제처럼 보이게 한다는 것에 있어 스퀴시 & 스트레치 기법은 중요한 역할을 한다. 제한된 프레임 안에서 물체가 받는 중력이나 여러 가지 힘의 효과를 극대화해서 보여주는 것이다. 사람들은 이런 과장 속에서 현실성을 느끼게 되고, 빠져들게 되는 것이다. 이는 스퀴시 & 스트레치 기법이 그래픽의 움직임에 현실성을 부여해 줄 수 있으며 그로 인해 주제 전달에 효과적이면서 재미도 전달할 수 있는 기능을 할 가능성이 있다는 것을 의미한다. 막연하게 이 기법이 유용하다는 사실을 넘어서 본 연구는 실질적으로 어떤 특성이 스퀴시 & 스트레치 기법을 유용하게 만드는지 알아보려고 한다.

다시 말하면, 본 연구의 목적은 사용자에게 더 매력적으로 다가갈 수 있는 움직임 표현을 발견하고 구체적으로 그 움직임이 주는 감성들을 밝혀 어떤 측면이

1) Baecker, R., & Small, I. (1990). Animation at the interface. In: Laurel, B. (Ed.), *The Art of Human-Computer Interface Design*. Addison-Wesley, Reading, MA, pp. 251-267 (Taxonomy of animation uses in user interface).

2) Gilmore, W., Gertman, D., & Blackman, H. (1989). *User-Computer Interfaces in Process Control: A Human Factors Engineering Handbook*. Academic Press, San Diego, CA.

3) Bartram, L., Ware, C., & Calvert, T. (2003). Moticons: detection, distraction, and task. In: *International Journal of Human-Computer Studies*.

4) Lasseter, J. 1987. Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation, In *Computer Graphics (Proceedings of ACM SIGGRAPH 87)*, 21, 4, ACM, 35-44.

사용자에게 매력을 느끼게 하는지 밝히는 것이다. 또한 매력이라는 주관적인 측면뿐 아니라 객관적인 측면으로서 해당 움직임이 사용자의 주의에 미치는 영향에 대해서도 알아보려 한다. 그럼으로써 움직임을 여러 인터페이스에 적절히 사용하는 데에 도움을 주고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1. 스퀴시 & 스트레치

월트디즈니의 애니메이터였던 Johnston과 Thomas가 함께 쓴 *the Illusion of Life-Disney Animation*에는 만화를 좀 더 생동감 있고 자연스럽게 만들기 위한 애니메이션의 12가지 법칙이 나와 있다.<sup>5)</sup> 이런 12가지 기법을 이용하면 물체의 움직임을 좀 더 자연스럽게 재미있게 만들 수 있을 뿐 아니라 관객이 애니메이션에서 일어나고 있는 중요한 사건에 더 빠져들 수 있게 해준다고 생각되어왔다. 이 12가지 법칙 중 하나가 스퀴시 & 스트레치이다. 스퀴시 & 스트레치는 찌그러짐과 늘어남이라고 할 수 있겠다. 이 기법은 사물이 움직일 때 질량이 보존되는 선에서 모양을 변화시켜 생동감을 주는 것을 핵심으로 한다.

스퀴시 & 스트레치 기법을 설명할 수 있는 가장 좋은 예는 공이 튀기는 과정(*bouncing ball*)이다. 공이 튀길 때 튀어서 가장 높은 지점에서는 본래의 구형을 유지해주고 가속을 받으며 떨어질 때 그 속도가 가장 빨라지는 지점에서 공을 늘어난 것처럼 표현해준다. 또한 바닥에 공이 닿는 순간에는 공을 납작하게 표현해주고 다시 튀어 올라갈 때에는 다시 늘어난 것처럼 표현해 주는 것이다(그림 1). 스퀴시와 스트레치의 정도와 시점을 조절하는 것으로 해당 물체의 무게와 탄성을 보여줄 수 있다. 이 기법의 적용으로 물체는 한층 현실적이고 매력적인 움직임을 갖게 된다. 스퀴시 & 스트레치는 고무공과 같이 탄성이 있는 물체뿐 아니라 상대적으로 탄성이 거의 없어 보이는 금속이나 돌 같은 물체, 캐릭터 등 애니메이션에 등장하는 모든 물체에 적용 가능하다. 스퀴시 & 스트레치는 오래도록 애니메이션에서 사용되어 왔지만 최근에는 여러 영상기기의 발달로 다른 분야에서도 그 적용이 시도되고 있다.

5) Thomas, F., & Johnston, O. (1981). *The Illusion of Life Disney Animation*. New York: Walt Disney Productions.

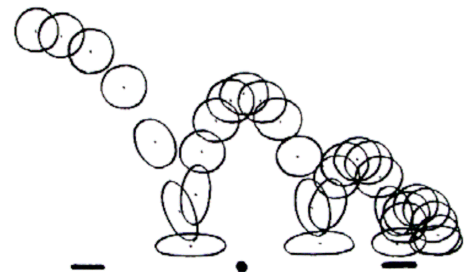


그림 1. 스퀴시 & 스트레치가 적용된 2D로 표현된 공의 움직임

### 2.2. 만화적 기법 적용이 주는 주관적 매력도

Dyer와 그의 동료는 교육용 소프트웨어를 대상으로 애니메이션 법칙을 적용한 인터페이스와 그렇지 않은 인터페이스를 비교하여 연구하였다.<sup>6)</sup> 실험에서 사용한 교육용 소프트웨어가 타겟으로 하는 5세~11세 아동을 대상으로 연구를 진행한 결과 과제를 수행하는 데에 있어서는 차이가 없었지만, 인터페이스에 대한 매력도를 평가한 결과 성별이나 나이에 상관없이 애니메이션 법칙이 적용된 인터페이스에 더 호감을 느끼는 것으로 드러났다. 구체적으로 아이들은 스퀴시 & 스트레치가 적용된 인터페이스에서 한 화면에서 다른 화면으로 넘어가는 것을 더 즐겁게 받아들였으며, 스퀴시 & 스트레치가 적용된 인터페이스에서의 수행을 더 즐겼다.

Garcia와 그의 동료들은 만화적인 법칙을 적용한 움직임과 그렇지 않은 움직임을 예측의 정확성, 주의, 매력 세 가지 측면에서 비교하여 연구하였다.<sup>7)</sup> 만화적인 기법 중에서도 사물이 움직일 때 질량이 보존되는 선에서 모양을 변화시켜 생동감을 주는 스퀴시 & 스트레치 기법을 중심으로 연구를 진행하였다. 여러 가지 곤충이 등장하는 간단한 게임을 제작하여 게임 속 물체들의 움직임을 달리하여 더 선호하는 게임을 선택하도록 하는 방식이었다. 사방에 벽이 있고 벽안에는 곤충이 있는데 사용자가 조정하는 우주선이 그 곤충을 피하는 방식으로 게임이 진행된다. 이때 사용자의 우주선이나 곤충들은 벽에 충돌하기도 하는데 이때 스퀴시 & 스트레치를 적용해 주는 것이다. 실험

6) Dyer, S., & Adamo-Villani, N. (2008). *Animated Versus Static User Interfaces: A Study of Mathsigner™*. Proceedings of world academy of science, engineering and technology volume 28 april 20

7) Garcia, M., Dingliana, J., & O'Sullivan, C. (2008). *Perceptual Evaluation of Cartoon Physics: Accuracy, Attention, Appeal*, APGV 2008, Los Angeles, California, August 9-10.

결과 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용한 게임에 대한 선택이 우월한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 스쿼시 & 스트레치가 적용된 특정 인터페이스나 영상에 대한 평가가 아닌 스쿼시 & 스트레치가 적용된 움직임 자체에 대한 매력도를 알아보고자 한다. 또한 더 나아가서 스쿼시 & 스트레치가 적용된 움직임이 유발하는 감성을 알아보아 움직임의 어떤 측면이 사용자에게 매력을 느끼게 하는 것인지 밝히고자 한다.

### 2.3. 만화적 기법 적용이 주는 수행의 향상

물체의 겉모양뿐 아니라 움직임에 어떤 스타일을 가미한 것이 사용자에게 정보나 정서전달에 있어서 우월하다는 주장과 함께 컴퓨터 그래픽 애니메이션에 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용하자는 많은 주장이 있어왔다.<sup>8)9)10)</sup>

로봇에도 만화적인 기법을 도입하려는 연구가 있다.<sup>11)</sup> 현대의 로봇기술은 점점 발달하고 있으나 어떻게 로봇을 인간처럼 살아있는 듯이 보이게 할지에 대해서는 아직 명확한 답이 없는 상태이다. Breemen은 로봇에도 만화 캐릭터들과 마찬가지로 생명력을 불어 넣어줄 무언가가 필요한데 그것이 바로 만화적 움직임 기법이라고 주장한다. 그는 만화적인 움직임을 적용한 로봇은 로봇이 생각하고 있는 것이나 하려는 행동을 인간에게 훨씬 잘 전달할 수 있어 인간과 로봇들 사이의 상호작용이 효율적일 수 있다고 주장한다. 만화적인 움직임이 의도전달에 있어서 우월하다는 것이다.

스쿼시 & 스트레치 기법을 적용한 움직임에 대한 선호도를 증명한 Garcia와 그의 동료들은 스쿼시 &

스트레치 기법 적용 움직임이 객관적 수행의 향상에 도 영향을 미치는지 실험을 하였다. Garcia와 그의 동료들은 Lasseter의 논문에서 객관적 수행과 관련된 2가지 기준을 유추해냈다. 첫째, 정보의 명백함과 관련된 정확성(accuracy)이다. 튀기는 공의 궤도를 예측하는데 있어 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용된 공의 경우 정확도가 더 높았다. 스쿼시 & 스트레치 기법 적용이 객관적 수행의 향상을 촉진시킴을 증명하였다. 둘째는 한 장면에서 중요한 정보가 어느 정도 사용자에게 전달되는지를 측정할 수 있는 주의(attention)이다. 그러나 주의 과제에서는 정확성과 달리 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용한 움직임이 더 주의를 끌지 못했다. 하지만 주의 실험 결과는 과제의 특성에서 비롯된 것일 수 있다. 과제를 살펴보면 스쿼시 & 스트레치가 적용된 공과 그렇지 않은 공이 화면의 위에서 떨어질 때 공에 적혀진 영어단어를 가능한 많이 읽는 것이다. 과제가 단어에 초점이 맞추어져 있기 때문에 참가자들이 과제 수행에 너무 집중해서 움직임의 차이는 무시했을 가능성이 있다. 또한 공이 제시될 때 화면에서의 위치를 고려하지 않고 실험 설계를 했기 때문에 참가자는 화면 중앙에 제시된 공의 단어를 더 많이 읽었을 가능성이 있다.

본 연구는 객관적 수행의 향상을 주위에 초점을 맞추기로 하였다. 따라서 위의 연구의 문제점을 고려하여 본 실험의 과제에서는 움직임의 차이에 따라 과제를 수행하는 반응시간을 측정하고, 화면에서의 위치도 역균형법을 적용하여 위치 효과를 제거하였다.

### 3. 연구목적 및 가설

본 연구는 스쿼시 & 스트레치 기법의 적용이 움직임 지각에 어떠한 영향을 미치는지에 초점을 맞추고 있다. 보다 구체적으로는 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용되지 않은 움직임에 비해 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용된 움직임에 대해 느끼는 매력도와 구체적인 감정, 주의를 끄는 정도를 알아보려고 한다. 동시에 스쿼시 & 스트레치 기법의 적용 효과가 대상에 따라 달라지는지를 알아보려고 한다.

본 연구의 가설은 아래와 같다.

**H1** : 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용된 움직임을 더 매력적이라고 받아들일 것이다.

**H2** : 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용된 움직임은

8) Opalach, A., & maddock, S. C. (1994). Disney effects using implicit surfaces. In Proc. 5th Eurographics Workshop on Animation and Simulation.

9) Wyvill, B. (1997). Animation and Special Effects. Introduction to Implicit Surfaces, 101-104. Edited by Jules Bloomenthal With Chandrajit Bajaj, Jim Blinn, Marie-Paule Cani-Gascuel, Alyn Rockwood, Brian Wyvill, and Geoff Wyvill.

10) Terzopoulos, D., Platt, J., Barr, A., & Fleischer, K. (1987). Elastically deformable models. In SIGGRAPH '87: Proceedings of the 14th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, ACM, New York, NY, USA, 205-214.

11) Van Breemen, A.J.N. (2004). Bringing robots to life: applying principles of animation to robots. CHI2004workshop Shaping Human-Robot Interaction, Vienna.

특정한 감성공간에 속할 것이다.

**H3** : 스퀴시 & 스트레치 기법이 적용된 움직임에 더 주의가 갈 것이다.

## 4. 실험 1

스퀴시 & 스트레치를 적용한 움직임과 그렇지 않은 움직임의 비교를 통해 스퀴시 & 스트레치가 움직임 지각에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 실험 1이 진행되었다. 물체에 부여된 의미에 따라 스퀴시 & 스트레치 적용의 효과가 달리 나타날 수 있는지 알아보기 위해 움직임은 물체에 표시되는 모양을 변인으로 추가하였다. 결과적으로 본 실험은 스퀴시 & 스트레치 기법의 적용 여부, 움직임은 물체에 표시되는 것(숫자가 표시된 경우, 눈과 입 모양이 표시된 경우, 아무것도 표시되지 않은 경우)을 독립변인으로 피험자 내 설계로 구성되었다. 종속변인으로는 매력도와 움직임 관련 감성어휘를 활용한 주관적 평정을 받았다. 움직임 관련 감성어휘를 이용한 평정을 통해 스퀴시 & 스트레치의 적용이 물체의 움직임에서 어떤 감성을 유발하게 하는지 구체적으로 알아보고 중국어 움직임의 매력이란 것에 어떻게 영향을 미치는지 알아보려고 한다.

### 4.1. 실험방법

#### 4.1.1. 실험참가자

연구 참가자들은 심리학 과목을 수강하는 연세대학교 학부생 30명(M=23세, 남학생 12명/ 여학생 18명)이었다. 실험은 평균 20분 정도 소요 되었으며, 실험이 끝난 후 실험에 대한 간단한 설명과 그에 대한 보상으로 1 크레딧씩 주어졌다. 크레딧은 심리학실험에 참가했다는 것에 대한 확인의 개념이다.

#### 4.1.2. 실험자극 및 도구

##### 4.1.2.1. 실험자극

본 실험에서 사용된 실험자극은 3D MAYA를 사용하여 제작하였으며 전체적인 실험화면은 Visual Basic6.0을 사용하여 제시하였다. 실험자극은 계란형의 구로 좌우로 움직이게 된다. 계란형의 구는, 얼굴모양이 표

시된 구, 숫자가 표시된 구, 아무 모양도 표시되지 않은 구 총 3가지 종류로 제시된다(그림 2). 모양을 구로 만든 이유는 스퀴시 & 스트레치 기법을 가장 효과적으로 담아낼 수 있으면서도 모양의 영향을 최대한 줄일 수 있는 자극으로 생각되었기 때문이다. 또한 구 안에 얼굴모양과 숫자, 아무 것도 표시하지 않는 세 가지 경우로 구분한 것은 만화에서와 같이 인간의 형상을 하고 있을 때와 무생물 자극이 들어가 있을 때(인터페이스 등에서는 자극에 숫자나 글자가 표시되는 경우가 가장 빈번함), 모양만 주어졌을 때로 자극을 구분하여 기법적용의 효과가 달라질 수 있음을 염두에 둔 것이다. 예를 들어 얼굴모양자극은 인간에게 호감이 가는 자극이라서 기법적용의 효과가 상대적으로 떨어질 수 있다. 즉, 움직임보다는 외양에 더 영향을 받을 수 있는 것이다.

3종류 구의 움직임은 속도의 영향이 상대적으로 적은 제자리 움직임으로 애니메이션이나 영상자극에서 많이 사용될 법한 움직임으로 제작하였다. 스퀴시 & 스트레치 조건에서는 해당 기법을 적용하여 구가 아래위로 눌러졌다 펴졌다를 반복하면서 좌우로 움직이게 되고, 스퀴시 & 스트레치 조건이 아닌 조건에서는 좌우로의 움직임만 있게 된다.

참가자들은 실험화면 좌측에 제시되는 움직임을 보고 우측의 문항들에 응답하게 된다. 이때 참가자들은 원하는 만큼 반복하여 움직임을 다시 볼 수 있다.



그림 2. 좌측부터 얼굴모양, 숫자 표시된 구, 아무것도 표시되지 않은 구

##### 4.1.2.2. 움직임 관련 감성어휘와 매력도

각 움직임에 대한 참가자들의 주관적 평가를 측정하기 위하여 움직임 관련 감성어휘 총 11개에 대하여 7점 척도로 움직임을 평가하도록 하였다(표1).

표 1. 움직임 감성 어휘

		움직임 감성 어휘			
임은영 외 (2004)		간결하다	거칠다	건조하다	경쾌하다
		깨끗하다	날카롭다	다이나믹하다	단순하다
		무겁다	부드럽다	아기자기하다	생생하다
		조용하다	차갑다	청량감있다	쿨하다
본 실험 사용 어휘		감쪽하다	답답하다	정열적이다	
		간결하다	부드럽다	아기자기하다	생생하다
		조용하다	답답하다	경쾌하다	쿨하다
	감쪽하다	다이나믹하다	단순하다		

본 실험에 사용된 감성어휘는 임은영 등의 연구(12)에서 얻어진 것이다. 이들은 기본 감성어휘 70개를 바탕으로 움직임을 설명하기에 적절한 어휘를 찾기 위해 요인분석을 실시하여 9개의 요인을 찾고 그 요인들을 대표하는 어휘를 19개로 정리하였다. 본 실험에서는 19개의 어휘 중 스쿼시 & 스트레치가 적용된 움직임을 설명하기에 적절하다고 생각되는 어휘를 전문가 평정을 통하여 추출하였다. 구체적으로, 애니메이션 분야에서 근무한 경험이 있는 애니메이터 두 사람이 19개의 어휘에 대해 각자 움직임 평가를 위해 사용 적절한 어휘를 선택했고 두 사람 모두에게 선택된 어휘만을 사용하였다.

임은영 등의 연구에서는 또한 19개의 감성어휘를 이용하여 얻은 데이터를 대상으로 한 다차원척도법 분석을 통해 움직임에 대한 감성어휘들을 감성 공간으로 표현하였다(그림 3). 본 연구에서는 이 감성 공간을 이용하여 스쿼시 & 스트레치가 적용된 움직임의 상대적인 위치를 좀 더 명확하게 살펴 볼 수 있겠다.

매력도는 Brave와 그의 동료들이 공감을 표현하는 컴퓨터 에이전트를 대상으로 한 연구(13)에서 사용된 매력도 평가 4문항을 사용하였다. 4문항은 ‘좋다, 매력적이다, 짜증난다, 유쾌하다’이며 7점 척도로 측정하였다.

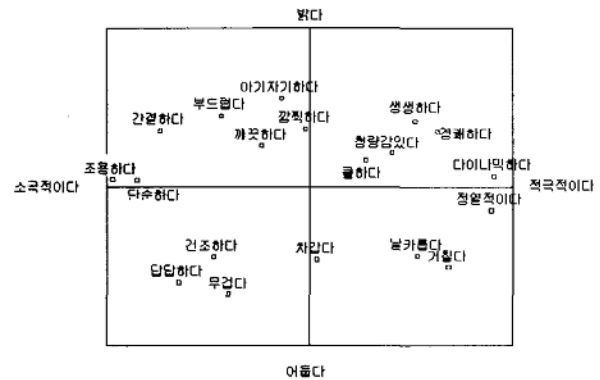


그림 3. 움직임에 대한 감성 공간

### 4.1.3. 실험절차

각 참가자들은 실험에 참가하기에 앞서 실험의 목적 및 진행 절차, 그리고 참가자의 권리에 대한 안내를 받은 뒤 실험을 시작하였다.

참가자들은 모니터 화면의 지시에 따라 실험을 진행하게 된다. 화면 좌측에는 동영상이 제시되며 그 동영상 속 물체의 움직임을 주의 깊게 보고 오른 편에 제시된 문항들에 응답하도록 요구 받는다. 이때 참가자들의 무성의한 응답을 줄이기 위해 같은 동영상에 대한 총 15문항(매력도 4문항, 감성 11문항)을 3번에 나누어 실시하게 된다. 참가자들은 총 6개의 자극(스쿼시 & 스트레치 적용한 숫자자극, 적용하지 않은 숫자자극, 스쿼시 & 스트레치 적용한 얼굴자극, 적용하지 않은 얼굴자극, 스쿼시 & 스트레치 적용한 아무것도 표시되지 않은 자극, 적용하지 않은 아무것도 표시되지 않은 자극)에 대해 3번에 걸쳐 나누어진 15문항에 두 번 반복적으로 응답하게 된다. 이 때 제시되는 문항과 움직임 동영상은 모두 무선적으로 제시된다.

참가자들이 실험을 완료한 후에는 사후 설명을 통해 연구의 변인에 대해 상세히 설명하였다.

## 4.2. 결과 및 논의

매력도를 알아보기 위해 매력도를 측정할 수 있는 네 가지의 문항을 분석하였고, 스쿼시 & 스트레치가 적용된 움직임이 불러일으키는 감성을 구체적으로 알아보기 위해 움직임 감성어휘에 대한 평가를 분석하였다.

12) 임은영, 조경자, 한광희 (2004). 시각 디스플레이에서의 감성 모형 개발—움직임과 색을 중심으로, 인지과학제 15권 제2호, 1~15.

13) Brave, S., Nass, C., & Hutchinson, K. (2005). Computers that care: Investigating the effects of orientation of emotion exhibited by an embodied computer agent. International Journal of Human-Computer Studies, 62(2):161-178

4.2.1 매력도

매력도 측정을 위해서 Brave와 그의 동료들이 2공감을 표현하는 컴퓨터 에이전트를 대상으로 한 연구에서 사용된 매력도 평가 4문항을 사용하였다(좋다, 매력적이다, 유쾌하다, 짜증난다의 4가지에 대해 7점 척도로 평가).

실험 결과 스쿼시 & 스트레치 기법적용여부에 따라 참가자들이 평가한 매력도에 차이가 통계적으로 유의미하였다,  $F(1, 29) = 4.216, p < .05$ . 계란모양의 물체 전면에 숫자, 얼굴, 아무것도 없을 때 3조건에서 모두 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용하였을 때 매력이 증가하였다(그림 4). 이런 결과는 사람들이 매력적으로 지각하는 움직임이 있음을 암시하며 그런 움직임의 매력을 만들어 내는 것에 스쿼시 & 스트레치 기법이 유의미한 기여를 한다는 것이다. 물체전면에 표시된 것에 따라서도 그 매력도에 차이가 통계적으로 유의미하였다,  $F(2, 58) = 105.126, p < .05$ . 얼굴모양이 표시되었을 때 가장 매력적이라고 평가하였으며, 숫자로 표시되었을 때를 제일 낮은 매력도로 평가하였다. 이것은 얼굴모양에 대해 사람들이 가지고 있는 기본적인 호감 때문이라 생각된다. 사람들은 무생물에 비해 생물체에 더 반응하고 특히나 얼굴모양에는 더 민감하게 반응하는 것으로 알려져 있다. 아무것도 표시되지 않은 자극에 비해 숫자가 표시된 자극의 매력도가 더 낮게 평가된 것은 숫자가 표시된 자극이 무생물 자극으로 확실히 특징 지워져 흥미가 떨어지는 자극으로 생각되었을 가능성을 생각해볼 수 있다.

종합하여보면 전면에 얼굴이 표시되고 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용되었을 때를 가장 매력적이라고 평가하였으며( $M = 17.12, SD = 6.35$ ), 숫자가 표시되면서 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용되지 않은 자극을 가장 비매력적으로 평가하였다( $M = 6, SD = 4.57$ ). 기법적용여부와 전면부에 표시된 것의 종류 사이의 상호작용은 유의미하지 않았다. 상호작용이 유의미하지 않다는 것은 전면부에 표시된 것의 종류에 상관없이 기법적용의 효과가 발휘된다는 것이며, 기법적용의 효과를 더 강력하게 보여주는 것이라 할 수 있다.

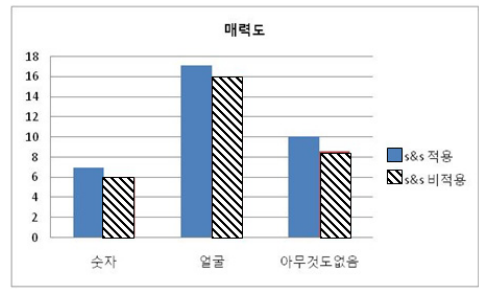


그림 4. 매력도

4.2.2. 움직임 감성

스쿼시 & 스트레치를 적용하였을 때 느껴지는 감성은 ‘생생하다, 감쪽하다, 다이나믹하다, 경쾌하다’이고 상대적으로 덜 느껴지는 감성은 ‘간결하다, 단순하다, 답답하다, 조용하다’로 나타났다. 그 외 ‘부드럽다, 아기자기하다, 쿨하다’의 감성에서는 통계적으로 유의미한 결과를 얻지 못하였다.

임은영 등의 연구에서 제시한 움직임의 감성공간에서 살펴보자면 주로 적극적이고 밝음을 나타내는 1사분면에 스쿼시 & 스트레치 적용움직임이 위치한다고 볼 수 있겠다. 부적인 관계에 있는 감성들을 ‘간결하다, 조용하다, 단순하다, 답답하다’가 있다. 부적인 관계를 나타내는 감성들은 정적인 관계의 감성들보다 3사분면과 4사분면에 걸쳐 퍼져있다(그림 5). 이것은 스쿼시 & 스트레치가 움직임의 밝고 어둠을 구분하는 차원보다 적극적임과 소극적임을 구분하는 차원에 영향을 더 주고 있음을 암시한다. 각각의 감성에 대해서는 아래에서 나누어 살펴보도록 하겠다.

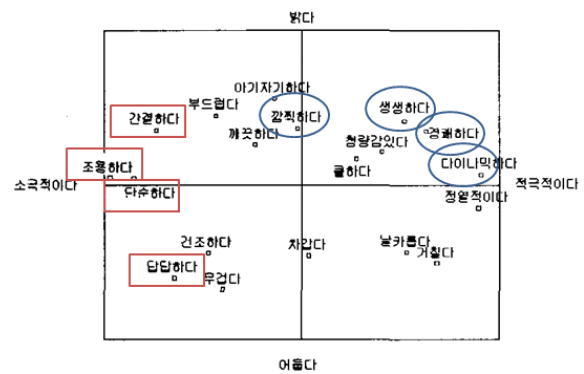


그림 5. 움직임에 대한 감성 공간(원은 스쿼시 & 스트레치 적용과 정적인 감성/사각형은 스쿼시 & 스트레치 적용과 부적인 감성)



4.2.2.1. 스쿼시 & 스트레치 적용과 정적 관계에 있는 감성

감성형용사척도 중 ‘생생하다, 다이내믹하다, 깜찍하다, 경쾌하다’에서 스쿼시 & 스트레치 적용 시 통계적으로 유의미하게 높은 점수를 기록하였다, 각각  $F(1, 29) = 39.058, p < .05$ ;  $F(1, 29) = 49.986, p < .05$ ;  $F(1, 29) = 8.8, p < .05$ ;  $F(1, 29) = 45.637, p < .05$ . 이것은 참가자들은 스쿼시 & 스트레치를 적용한 자극을 더 생생하고 깜찍하고 다이내믹하고 경쾌하다고 생각했음을 나타낸다(그림 6).

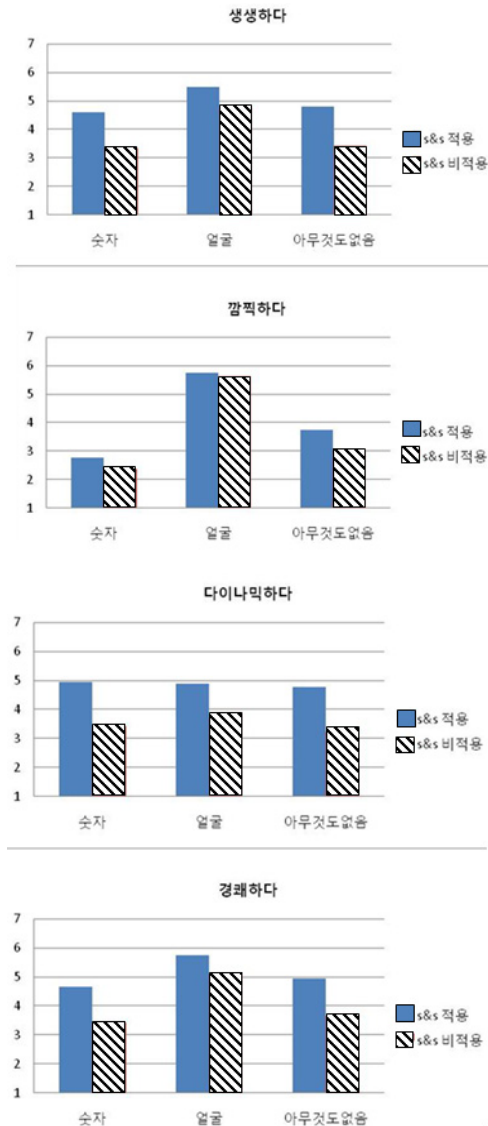


그림 6. 스쿼시 & 스트레치 적용과 정적 관계에 있는 감성

감성형용사척도 중 ‘생생하다, 깜찍하다, 경쾌하다’에서는 전면부에 표시된 것에 따른 주효과가 나타났다, 각각  $F(2, 58) = 44.909, p < .05$ ;  $F(2, 58) = 122.618, p < .05$ ;  $F(2, 58) = 32.839, p < .05$ . 참가자들은 얼굴모양이 전면부에 표시되었을 때 자극을 더 생생하고 깜찍하고 경쾌하다고 느꼈다. 이것은 아무리 단순히 눈과 입만 표현된 대상일지라도 얼굴자극이라는 것이 사람들의 감성에 크게 영향을 미칠 수 있다는 것을 암시한다.

‘생생하다, 깜찍하다, 경쾌하다’의 척도에서는 스쿼시 & 스트레치 기법적용 여부와 전면부에 표시되는 것 사이에 상호작용이 통계적으로 유의미하게 나타났다, 각각  $F(2, 58) = 4.17, p < .05$ ;  $F(2, 58) = 4.059, p < .05$ ;  $F(2, 58) = 4.465, p < .05$ . 위 그림에서도 볼 수 있듯이 스쿼시 & 스트레치 기법 적용의 효과가 전면부에 무엇이 표시되었는가에 따라 달라지는 것이다. 전면부에 숫자나 아무것도 표시되지 않은 조건과 비교해서 얼굴이 표시된 조건의 경우가 기법적용의 효과가 상대적으로 적음을 알 수 있다. 이는 얼굴이 표시된 조건은 움직임의 종류와 상관없이 그 자체가 다른 조건의 자극보다 더 생생하고, 깜찍하고, 경쾌한 자극임을 나타낸다.

4.2.2.2. 스쿼시 & 스트레치 적용과 부적 관계에 있는 감성

감성형용사척도 중 ‘단순하다, 답답하다, 조용하다, 간결하다’에서 스쿼시 & 스트레치 적용 시 통계적으로 유의미하게 낮은 점수를 기록하였다, 각각  $F(1, 29) = 35.439, p < .05$ ;  $F(1, 29) = 14.116, p < .05$ ;  $F(1, 29) = 71.807, p < .05$ ;  $F(1, 29) = 57.786, p < .05$ . 참가자들은 스쿼시 & 스트레치가 적용되지 않은 움직임에 대해서 상대적으로 단순하고 답답하고 조용하며 간결하다고 보고한 것이다(그림 7).

감성형용사척도 중 ‘단순하다, 답답하다, 조용하다, 간결하다’에서는 전면부에 표시된 것에 따른 주효과 또한 나타났다, 각각  $F(2, 58) = 20.029, p < .05$ ;  $F(2, 58) = 27.683, p < .05$ ;  $F(2, 58) = 4.396, p < .05$ ;  $F(2, 58) = 19.179, p < .05$ . 참가자들은 대체적으로 다른 두 조건에 비해 전면부에 아무것도 표시되어 있지 않은 경우를 단순하고 답답하고 조용하고 간결하다고 느꼈다.



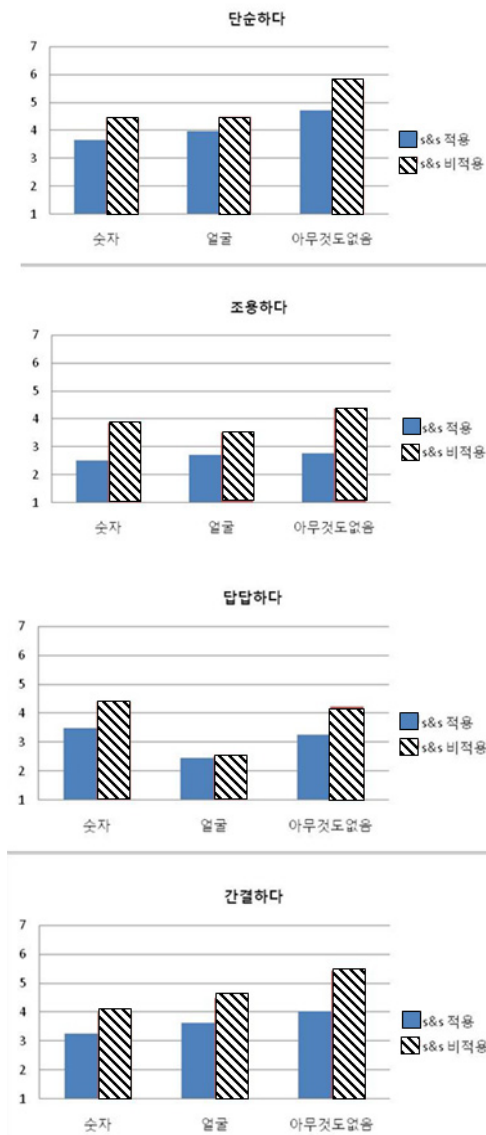


그림 7. 스쿼시 & 스트레치 적용과 부적 관계에 있는 감성

‘답답하다, 조용하다’의 척도에서는 스쿼시 & 스트레치 기법적용 여부와 전면부에 표시되는 것 사이에 상호작용이 통계적으로 유의미하게 나타났다, 각각  $F(2, 58) = 6.213, p < .05$ ;  $F(2, 58) = 3.854$ .

이것은 얼굴이 전면부에 표시되었을 때, 다른 자극이 전면부에 표시되었을 때에 비해 스쿼시 & 스트레치 기법의 적용 여부에 따라 답답하다와 조용하다라는 감성을 느끼는 것이 상대적으로 덜 영향을 받는다는 것을 의미한다.

## 5. 실험 2

스쿼시 & 스트레치 기법을 적용한 움직임이 그림

지 않은 움직임에 비해 더 주의를 끄는지를 알아보기 위해 실험 2가 진행되었다. 스쿼시 & 스트레치 기법의 적용 여부와 움직임의 종류(3: 계속 움직이는 조건 / 움직이지 않는 조건 / 정지한 후 움직이는 조건)에 대해서 피험자 내 설계가 적용되었다. 종속변인으로는 움직이는 물체에 표시되는 것(숫자: 8에서 5로 변화)을 탐지하는 반응시간을 측정하였다.

Abrams와 Christ<sup>14)</sup>은 움직임의 종류에 따라 주의의 정도가 다름을 증명하기 위해 움직임의 대상을 변화했을 때 이를 탐지하는 반응시간을 비교하였다. 화면에는 4가지 움직임이 동시에 제시되는데, 움직임의 대상이 숫자 8에서 탐지자극 S나 H로 변할 때 이를 탐지하는데 걸리는 시간을 측정하였다. 실험 결과, 주의의 정도에 따라서 탐지하는데 걸리는 시간이 달랐으며 주의를 끄는 움직임의 대상이 변화할 때 반응시간이 제일 빨랐다. 이를 응용하여 실험 2에서는 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용된 움직임에 표시되는 것이 변하는 경우와 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용되지 않은 움직임에 표시된 것이 변하는 경우의 반응시간을 비교하였다.

## 5.1. 실험방법

### 5.1.1. 실험 참가자

연세대학교에서 심리학 전공과목 혹은 교양 과목을 수강하는 14명의 학생들이 실험에 참가하였다. 참가자들은 연세대학교 심리학과 연구관리 시스템을 통해 모집하였으며, 참가한 학생들에게는 해당 실험에 대한 크레딧(credit)을 지급하였다.

### 5.1.2. 실험 자극 및 과제

실험 1에서 사용되었던 숫자가 전면부에 표시된 자극이 사용되었다. 실험 2의 과제는 화면에 두 가지 종류(스쿼시 & 스트레치 기법 적용 / 스쿼시 & 스트레치 기법 비적용)의 움직임이 동시에 제시되면 둘 중에 숫자가 변하는 것이 하나 있는데, 이를 가능한 빠르게 탐지하는 것이다(그림 8). 숫자가 변하는 시간은 움직임이 시작되고 1.2초로 동일하다. 이때 움직임의 종류에 따른 변화시점은 계속 움직이는 조건의 경우 계속

14) Abrams, S. A., & Christ, S. E. (2003). Motion onset captures attention, *Psychological Science* 14 (5) 427-432

움직이는 자극에서 시간이 1.2초가 흐르게 되면 숫자 8이 5로 변화하게 된다. 움직이다 정지하는 조건의 경우 움직이다가 정지하는 순간에 변화가 일어나게 되고 그 시간은 1.2초이다. 마지막으로 정지해 있다가 움직이는 조건에서는 움직이기 시작하는 순간에 숫자가 변화하게 되고 그 시간은 역시 1.2초이다. 탐지 방법은 정답에 해당하는 자극의 위치에 따라 키보드의 방향키 오른쪽, 왼쪽 버튼을 누르면 된다. 두 가지 움직임이 제시되는 위치는 역균형화하였다.



그림 8. 실험 2 화면

### 5.1.3. 실험설계 및 절차

각 참가자들은 실험에 참가하기에 앞서 실험의 목적 및 진행 절차, 그리고 참가자의 권리에 대한 안내를 받은 뒤 과제를 시작하였다.

실험은 움직임의 종류에 따라 세 블록(계속 움직이는 블록 / 움직이다 정지하는 블록 / 정지한 후 움직이는 블록)으로 구성되어 있다. 각각의 블록은 4개의 과제(기법이 적용된 것이 목표자극이 되는 경우 좌우 2 경우 + 기법이 적용되지 않은 것이 목표자극이 되는 경우 좌우 2 경우)를 4번씩 반복하여 총 16 시행으로 이루어져 있으며 이런 블록을 2번 반복 측정 하였다. 결과적으로 한 과제당 8번씩의 반복 측정이 이루어지게 된다.

참가자가 사전에 특정한 위치를 응시하는 것을 방지하기 위해 실험이 시작되면 화면 중앙에 응시점이 4초간 제시되며 참가자는 이를 응시하도록 지시받는다. 하나의 블록이 종료되면 1분의 휴식 시간 후 다음 블록을 진행했다. 세 블록의 제시 순서는 무선화하였다. 참가자들이 실험을 완료한 후에는 사후 설명을 통해 연구의 변인에 대해 상세히 설명하였다.

## 5.2. 결과 및 논의

스쿼시 & 스트레치 기법을 적용한 움직임과 그렇지 않은 움직임에서 자극물에 변화를 알아차리는 반응시간을 비교하기 위해 반복표본변량분석을 이용하였다. 또한 움직임의 종류(3: 계속 움직이는 조건 / 움직이다 정지하는 조건 / 정지한 후 움직이는 조건)에 따라서 변화를 탐지하는 데 걸리는 반응시간에 대한 차이도 함께 분석하였다.

분석결과 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용한 움직임이 적용된 목표자극에서 숫자 8이 5로 바뀌었을 때 탐지하는 시간이 기법이 적용되지 않은 움직임의 자극에서 변화가 있을 때 탐지하는 시간보다 통계적으로 유의미하게 빨랐다,  $F(1, 13) = 13.220, p < .05$  (그림9).

움직임의 종류에 따른 주효과도 나타났다,  $F(2, 26) = 11.511, p < .05$ . 즉 움직임의 종류에 따라서 반응시간에 통계적으로 유의미한 차이가 있었는데, 구체적으로 계속 움직이는 조건에서의 반응시간이( $M=1672.857, SD=22.909$ ) 움직이다 정지하는 조건( $M=1602.313, SD=12.082$ )과 정지한 후 움직이는 조건( $M=1602.857, SD=13.321$ )의 반응시간보다 길었다. 세 조건 간 숫자가 변하는 시점은 1.2초로 동일했음에도 불구하고 계속 움직이는 조건에서 변화 탐지 반응시간이 느려진 것은 계속 움직이는 조건에서는 움직임과 숫자 변화 속성이 동시에 나타났기 때문에 참가자가 빨리 탐지하지 못했다고 해석할 수 있다.

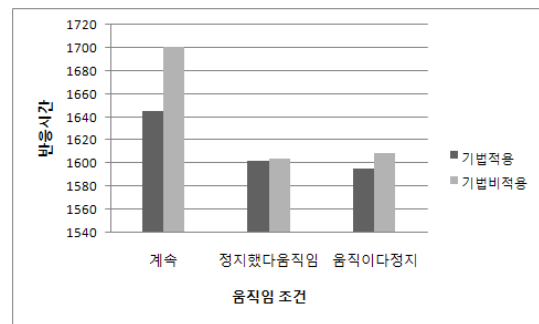


그림 9. 기법적용 여부와 움직임 조건에 따른 목표자극에 대한 반응시간

스쿼시 & 스트레치 기법적용 여부와 움직임의 종류 사이에 상호작용도 통계적으로 유의미했다  $F(2, 26) = 4.480, p < .05$ . 정지해 있다가 움직이는 조건의 경우 나머지 두 조건에 비해 스쿼시 & 스트레치 기법

의 적용여부가 반응시간에 많은 영향을 미치지 못하였다. 이것은 8이 5로 변화하는 시점의 영향으로 보인다. 두 자극모두 정지된 상태에 있다가 한 자극에서 변화가 일어나면서 동시에 움직이기 시작하므로 움직임의 특성에 따라 한 자극에 먼저 주의가 가있지 않은 상태인 것이다.

## 6. 종합논의

실험 1의 결과를 보면 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용한 움직임이 물체의 전면에 어떤 것을 표시하는 지에 상관없이 매력적이라는 것을 알 수 있다. 이 결과는 애니메이션 캐릭터에 주로 사용되던 스쿼시 & 스트레치 기법을 여러 분야의 인터페이스, 게임 등에 응용한다면 인터페이스에 대한 사용자의 주관적인 만족도를 높여줄 수 있음을 보여준다. 특히나 전면부에 숫자가 표시되어 있을 때나 얼굴이 표시되어 있을 때, 아무것도 표시되어 있지 않을 때 모두에서 스쿼시 & 스트레치 기법의 적용이 매력도에 영향을 미친다는 것은 움직임 영상을 활용하는 더 많은 분야에서 이 기법에 관심을 가질 필요성을 보여준다.

감성어휘에 대한 평가를 통해 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용되었을 때 어떤 감성을 느껴 매력도가 증가하는지 간접적으로 알아볼 수 있었다. 참가자들은 스쿼시 & 스트레치 기법이 적용된 움직임을 생생하고 경쾌하고 깜찍하고 다이나믹하다고 느꼈다. 맥락이 없는 상황에서 단순히 움직임을 보고 판단할 때에 사용자들은 밝고 적극적인 움직임에 매력을 느끼는 것으로 보인다.

동일한 궤도의 움직임에 단지 만화적 기법(스쿼시 & 스트레치)을 적용한 것만으로 감성의 차원이 긍정적으로 변했으며 매력도도 증가했다. 본 실험의 자극은 애니메이션의 캐릭터처럼 움직임이 복잡하지 않고 좌우로 흔들거리는 단순한 움직임이었다. 그럼에도 불구하고 스쿼시 & 스트레치 기법 적용으로 사용자가 느끼는 감성이 달라졌다는 것은 단순한 움직임이 대부분인 인터페이스에서 이 기법을 적용할 때 큰 효과를 가져 올 수 있음을 암시한다.

특히, 매력도에서 가장 높은 점수를 받은 얼굴이 표시된 자극은 스쿼시 & 스트레치 기법 적용에 크게 영향을 받지 않는 반면 덜 매력적인 자극은 기법 적용에 더 큰 영향을 받았다. 이는 움직이는 대상이 덜 매력적인 경우 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용하면 대

상은 더 생생하고 깜찍하고 경쾌한 긍정적인 감성을 전달할 수 있음을 암시한다.

주관적인 만족도나 경험 등 사람들이 대상에서 느끼는 주관적인 부분이 점차 강조되고 있고 대상이나 상황에 따라 정도의 차이는 있을 수 있으나 주관적인 측면뿐 아니라 객관적인 수행의 향상 또한 중요한 부분이다. 실험 1에서는 스쿼시 & 스트레치 기법의 적용이 사람들의 주관적 감성에 미치는 영향에 대해서 알아보았다면, 실험 2에서는 객관적인 수행에 영향을 줄 것으로 예상되는 주의에 미치는 기법 적용의 영향을 살펴보았다.

실험 2의 결과를 살펴보면, 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용한 움직임이 그렇지 않은 움직임에 비해 주의를 더 끌었다. 단순한 자극에 짧은 노출 시간에도 스쿼시 & 스트레치 기법의 적용만으로 통계적으로 유의미하게 더 주의를 끌 수 있었던 것이다. 이를 실험 1의 결과와 함께 고려한다면 스쿼시 & 스트레치 기법 적용은 사용자의 주관적 경험, 즉 매력도와 밝고 적극적인 감성을 증가시킬 뿐만 아니라 과제에 따른 차이가 있을 수 있으나 주의라는 객관적 수행 또한 증가시킬 가능성이 있다.

인터페이스에 움직임을 적용할 때 주의해야 할 것은 움직임은 주의의 가장 강력한 단서이기 때문에 움직임을 잘못 사용하면 사용자의 주의를 산만하게 하여 인터페이스 사용성이 저하 될 수 있다는 점이다. 따라서 움직임이 여전히 주의를 끌면서도 사용자가 주관적으로 긍정적인 경험을 하도록 만드는 것이 중요한데, 본 연구에서 그 방법 중 하나가 기존 움직임에 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용하는 것임을 밝혔다. 인터페이스에서 경고나 알림의 기능으로 움직임의 속성을 적용할 때 스쿼시 & 스트레치 기법을 적용하면 주의도 더 끄는 동시에 사용자의 주관적 만족도도 증가시켜 인터페이스의 사용성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

## 참고문헌

- 임은영, 조경자, 한광희 (2004). 시각 디스플레이에서의 감성 모형 개발—움직임과 색을 중심으로, 인지과학제 15권 제2호, 1~15.
- Abrams, S. A., & Christ, S. E. (2003). Motion onset captures attention, *Psychological Science* 14 (5) 427-432.

- Baecker, R., & Small, I. (1990). Animation at the interface. In: Laurel, B. (Ed.), *The Art of Human-Computer Interface Design*. Addison-Wesley, Reading, MA, pp. 251-267 (Taxonomy of animation uses in user interface).
- Bartram, L., Ware, C., & Calvert, T. (2003). Moticons: detection, distraction, and task. In: *International Journal of Human-Computer Studies*.
- Brave, S., Nass, C., & Hutchinson, K. (2005). Computers that care: Investigating the effects of orientation of emotion exhibited by an embodied computer agent. *International Journal of Human-Computer Studies*, 62(2):161-178
- Dyer, S., & Adamo-Villani, N. (2008). Animated Versus Static User Interfaces: A Study of Mathsigner™. *Proceedings of world academy of science, engineering and technology volume 28 april 20*
- Faloutsos, P., Van de Panne, M., & Terzopoulos, D. (1997). Dynamic free-form deformations for animation synthesis. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 3,3 (/), 201-214.
- Gilmore, W., Gertman, D., & Blackman, H. (1989). *User-Computer Interfaces in Process Control: A Human Factors Engineering Handbook*. Academic Press, San Diego, CA.
- Lasseeter, J. 1987 . *Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation*, In *Computer Graphics (Proceedings of ACM SIGGRAPH 87)*, 21, 4, ACM, 35-44.
- Garcia, M., Dingliana, J., & O'Sullivan, C. (2008). *Perceptual Evaluation of Cartoon Physics: Accuracy, Attention, Appeal*, APGV 2008, Los Angeles, California, August 9-10.
- McCrickard, D. S. (2000). *Maintaining information awareness in a dynamic environment: assessing animation as a communication mechanism*. Ph.D. Thesis, Georgia Institute of Technology.
- Opalach, A., & Maddock, S. C. (1994). Disney effects using implicit surfaces. In *Proc. 5th Eurographics Workshop on Animation and Simulation*.
- Thomas, F., & Johnston, O. (1981). *The Illusion of Life Disney Animation* . New York: Walt Disney Productions.
- Terzopoulos, D., Platt, J., Barr, A., & Fleischer, K. (1987). Elastically deformable models. In *SIGGRAPH '87: Proceedings of the 14th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, ACM, New York, NY, USA, 205-214.
- Van Breemen, A.J.N. (2004). *Bringing robots to life: applying principles of animation to robots*. CHI2004-workshop *Shaping Human-Robot Interaction*, Vienna.
- Wyvill, B. (1997). *Animation and Special Effects. Introduction to Implicit Surfaces*, 101-104. Edited by Jules Bloomenthal With Chandrajit Bajaj, Jim Blinn, Marie-Paule Cani-Gascuel, Alyn Rockwood, Brian Wyvill, and Geoff Wyvill.

원고접수 : 09.11.30

수정접수 : 09.12.18

게재확정 : 09.12.19