

애니메이션의 운동지각과 감성변이

이상원

(한성대학교 미디어디자인학부 영상·애니메이션 전공교수)

- I. 서론
- II. 운동지각과 애니메이션
 - 1. 애니메이션의 움직임 특성
 - 2. 시간, 운동, 공간과 지각
 - 3. Movement에 대한 운동지각
- III. 움직임 표현과 타이밍
 - 1. Movement와 Duration
 - 2. 애니메이션의 동작
- IV. Movement의 동인(動因)과 감성
 - 1. 애니메이션의 구성요소
 - 2. 애니메이션의 동인
 - 3. 감성과 이미지
- V. 분석모형의 설계
 - 1. 설계기준
 - 2. 조사방법
- VI. 결론 및 향후연구

I. 서론

본 연구는 사실적 표현, 즉 실사의 움직임에 근거한 애니메이션의 관점에서 시작한다. 물론 애니메이션에서는 생략과 과장이 자유로우며 풍자적이고 은유적인 분위기를 연출하는 것이 특징이다. 사실성보다는 허구적이며 과장된 표현으로 왜곡을 가함으로써 관객들에게 극적 효과를 유발한다. 하지만 관객은 사실적이지 않은 허구인 것을 알면서도 자유로운 상상력의 오락적 분위기에 흥미를 갖는다.

아울러 본 연구는 애니메이션의 동인(動因)¹⁾과 감성과의 관계를 전제로 한 애니메이션의 분석모형을 도출하기 위한 연구이다. 이러한 모델 설계를 통해 대상물의 본질적인 면, 즉 사실성에 근거한 표현정도에 따라 인간의 감성이 달라질 수 있다는 가정 하에 애니메이션에 있어서 프레임 수와 대상

1) 동인(動因)은 어떤 현상을 일으키거나 변화시키는데 직접 작용하는 원인을 말하나 여기서는 동작에 영향을 주는 개체들, 요소, 요인을 말한다.

물의 단순화 정도에 따라 운동지각에 의한 감성이 어떻게 반응하고 변화하는가?를 분석할 수 있는 기본 모형을 제시하고자 함이 목적이다.

국내 애니메이션 제작현장이 셀에서 디지털로 급속히 변화됨에 따라 애니메이션 제작기술이나 Movement²⁾의 표현방법에 있어서 관객들의 반응에 대한 실증적 분석 연구를 위해 이러한 이론적 접근의 연구가 필요하다. 더욱이 애니메이션의 이론에 대한 선행연구가 부족한 현실에서 보다 과학적이고 창의적인 연구를 위한 분석모형이나 데이터베이스가 더욱 필요한 시점이다.

애니메이션 자체는 본질에서 벗어나는 아이디어를 가져오는 것이 특징이다. 이 점은 자유로운 상상력을 불러일으킬 수 있는 요인이며 실사영화에서 맛 볼 수 없는 매력이다. 하지만 아무리 본질에서 벗어나는 표현방법이라 해도 우리의 시각적인 관점은 사실성에 근거한 Movement에 의해 지각되게 마련이다. 따라서 애니메이션의 Movement 동인에 의한 운동지각연구는 대상물의 본질적인 면, 즉 사실성에 근거한 대상물의 표현정도, 단순화 단계와 프레임 수에 의한 움직임 표현, 타이밍 연구를 할 필요가 있다.

이와 같은 배경에서 본 연구는 애니메이션의 Movement 동인과 감성적인 변인과의 관계를 알기 위한 1단계 연구이다. 이러한 연구의 이론적 접근을 위해 필자는 애니메이션 분석모형에 대한 선행연구가 전무인 상태라 디자인 관련 감성공학과 고바야시의 색채에 대한 언어이미지 스케일의 좌표를 분석모형의 설계 기준으로 삼았다.

연구작품을 위해 애니메이션의 동인이라고 할 수 있는 시간, 운동, 공간 중에서 관객의 운동지각에 영향을 줄 수 있는 타이밍, 즉 속도문제에 대해 프레임 수와 단순화 단계를 애니메이션의 Movement 동인에 대한 조작적 정의에 독립변수로 보았다.

분석모형의 설계는 객관적인 시각에서 대상물의 움직임을 파악할 수 있는 Duration³⁾이 짧은 유형의 대상물(말)과 중간 정도의 대상물(사람), 그리고 긴 유형의 대상물(거북이)을 표본으로 선정하여 각 대상물마다 4단계의 프레임으로 나누어 좌표상의 Y축에 제작 배열하였다. 한편 단순화 단계는 대상물의 사실성에서 선 드로잉에 이르기까지 4단계로 구분 제작하여 X축에 배열하여 각 클립별 감성언어 조사를 인터넷 상에서 할 수 있도록 디자인하였다. 한편 각 클립에서 보여지는 표현양식에 대해 느끼는 감성조사는 디자인 관련 감성 형용사중에서 본 연구에 적합한 감성언어들을 골라 조사 실시하고자 한다.

이러한 연구는 애니메이션의 감성연구에 단초를 제공할 수 있을 것으로 사료된다. 애니메이션 Movement의 분석모형을 설계해 봄으로써 애니메이션 제작현장의 기술적인 연구 방법론에 대한 분

2) Movement는 동작이나 움직임 또는 운동과 행동 등을 나타내며 어떤 기계의 일부분에 대한 움직임을 나타내기도 한다. 그리고 음악에서 악장의 템포의 빠르기, 느리기 등을 뜻하기도 한다. 아울러 여기서는 속도에 대한 개념을 포함하는 의미이다.

3) Duration은 한 액션이 시작되어 끝나는 동작까지의 지속기간을 의미한다. 그러므로 영상편집상에서 클립의 길이를 말하며 시간 개념이 포함된다.

석 틀을 제공할 수 있고, 관객의 감성효과 극대화를 위한 동작표현 연구에 적용될 수 있을 것이다. 또한 동영상(moving pictures)이나 어떤 상황에 대한 가상 시뮬레이션 연구의 분석모형으로도 활용 될 수 있다.

II. 운동지각과 애니메이션

1. 애니메이션의 움직임 특성

애니메이션의 움직임에 대해서는 대가 중 한사람인 노만 맥라렌(Norman McClaren)의 애니메이션의 정의에서 그 특성을 찾을 수 있다. 그는 “애니메이션은 움직이는 그림의 예술이 아니라 그려진 움직임의 예술이다. 각 프레임에서 일어나는 움직임 보다 각 프레임 사이에서 일어나는 움직임들이 훨씬 중요하다” 고 말한다(Solomon, 1987:11). 그러므로 “애니메이션은 프레임들 사이의 속임수로 눈에 보이지 않는 틈새를 교묘하게 조작하는 예술이다”라고 말했다. 이 경우 맥라렌은 애니메이션의 실제보다는 그것의 본질을 정의하고 있는데, 그의 주장에 따르면, 움직임의 결과는 작가의 어느 정도 직관적인 방법에 의한 연속적인 이미지의 표현에 의해 창조된다는 것이다.⁴⁾

또한 그에 의하면 애니메이션의 참된 본질은 촬영된 이미지의 완성이 프레임과 다음 프레임 사이에 발생하는 창작활동을 의미하며, 종이 위에 움직임을 창조하고, 점토를 조작하고 모델을 조정하는 등의 연출행위를 포함한다.⁵⁾ 결국 애니메이션은 그 표현의 근본이 그림일 뿐, 그림을 움직이도록 만드는 작업이며 제작 영화기술을 사용하기 때문에 애니메이션 제작은 영화제작과 동일하다. 일반 영사기의 필름 회전속도는 매초당 24코마 즉 24칸이 돌아간다. 이렇게 빠른 속도로 돌아가는 필름의 한 코마 한코마를 어떤 그림으로라도 메꾸어야 하기 때문에 이를 코마 영화라고 부른다.

한편 애니메이션에는 실사영상에서 맛볼 수 없는 많은 매력이 있는데, 과연 이 매력은 어디에 기인하는 것일까? 많은 사람들이 ‘그것은 자유로운 상상력’이라고 이야기하고 있다. 우리가 세상의 이치를 깨닫지 못했던 어린 시절을 생각해보면 절로 웃음이 나올 만한 여러 가지 애니메이션들의 기억들이 있다.⁶⁾ 이러한 것은 애니메이션의 특성이라고 할수 있는 움직임의 강조 때문이다. 움직임을 강조하기 위하여 시각적인 효과의 도입은 때때로 바람직하다. 이러한 효과는 특히 움직임이 빠를 때, 애니메이터가 만들고자 의도하는 지점으로 관심을 끄는 데 도움을 준다. 그러나 효과는 움직임에 대한 시각적인 보충이어야 하며, 스크린에서 액션의 유형에 따라 커져야 한다. 이것 또한 빠르고 노력을

4) 모린 퍼니스, 『움직임 미학』, 한창완 등 역, 한울, 2001., 190쪽.

5) 폴 웰스, 『애니마톨로지 @애니메이션 이론의 이해와 적용』, 한창완, 김세훈 역, 한울, 2001., 29쪽.

6) 안종혁, 『Let's make 애니메이션』, 시공사, 2001., 24쪽.

지나치게 들이지 말아야 하는데, 잘못하면 전체 효과를 쉽게 저버릴 수 있다. <동물농장>에서 반란 중, 농부들과 동물들의 싸움 시퀀스(sequence)의 경우에 이러한 여분의 효과는 시퀀스의 드라마틱한 흥분을 위하여 도입되었다.⁷⁾ 이와 같이 움직임의 강조에 의해 관객들은 자유로운 상상력을 갖게 된다.

따라서 애니메이션이 갖는 호소력과 매력은 움직일 수 없는 대상이 생명을 갖는 것이고, 무게가 없는 단지 그림들의 연속으로 구성된 그림들이 실제로 무게와 힘을 가지고 움직이는 것 같은 인상을 줄 수 있도록 과장된 표현을 사용하는 것에 달려 있다.

2. 시간, 운동, 공간과 지각

우리는 눈, 귀, 코, 피부 등의 감각기관들을 통해 바깥 세상을 알기 시작한다. 이러한 기관들은 우리가 환경의 변화에 적응하며 능동적으로 대처하는 데 반드시 필요하다. 그 중에서도 인간의 시각적 세계는 생각보다 훨씬 복잡하다. 우리는 시각을 통해 눈앞의 장면에 대한 구체적인 지식을 얻으며 책을 읽어 다양한 지식을 얻는다. 독서를 제외하면 우리의 시각적 활동이 평면의 형태에 한정되는 경우는 거의 없고, 대개가 어떤 공간 내에서 활동하게 되며 여기에는 운동과 시간을 포함하게 된다. 그러한 시공간의 외부 대상 세계 속에서 우리는 각자가 지향하는 특정한 대상을 지각하게 된다.

지각(知覺⁸⁾)은 외부환경의 성질에 대한 우리의 의식 경험을 유발하는 심리과정들을 지칭한다. 이 과정들을 통해 우리는 환경 속의 대상들에 대한 패턴을 구성하고 파악하며 그 의미를 알게 된다.⁹⁾ 그러므로 지각은 일반적으로 단편적이거나 애매한 감각정보를 집단화하고 그 의미를 결정하기도 한다. 그리고 형태를 해석하고 의식적으로 대상을 인식하도록 하는 매우 복잡한 일련의 심리과정들로 구성되어 있다. 본 연구는 시각예술 형태인 애니메이션의 경우에 있어서, Movement에 대한 시각적인 측면의 운동지각에 대하여 근본적인 연구를 위해 시간과 운동, 공간의 세계를 살펴보고 그 관계성에 대해 논의할 필요가 있다.

많은 미학자들이 ‘공간예술’은 공간적 병존관계의 동시성과 정지성의 특성을 지니며, ‘시간예술’은 시간적 선후관계의 계기성과 운동성을 특색으로 삼는다고 지적했다.¹⁰⁾ 아울러 모든 영상 이미지들은 시간성을 포함하며 각 이미지마다 어떤 계기성과 운동성을 나타낸다. 애니메이션은 시간을 나타내는 각 액션의 Duration 속에 영상 이미지마다 어떤 계기성(繼起性),¹¹⁾ 즉 동기와 정보, 화면구도(운동성)를 포함하고 있고 빠른 액션에 의해 속도감을 느낄수 있는 것이 특징이다. 한편 아리스토텔레스는

7) John Halas, *Timing for Animation*, London: Focal Press, 1981., p. 112.

8) 지각(知覺): 알아서 깨달음, (심)사물을 이해하는 감각.

9) 김정오 등, 『심리학 개론』, 한국방송통신대학, 1990., 109쪽.

10) 김광명, 『삶의 해석과 미학』, 문화사랑, 1996., 223쪽.

11) 계기성(繼起性): 어떤 일을 일으키거나 결정하는 근거, 기회, 요소 따위 =기틀, 동기: 마음을 먹거나 행동을 하게 하는 원인이나 근거.

시간을 운동과 관련시켜 다음과 같이 피력하고 있다.¹²⁾

운동이란 현상계에 존재하는 모든 것의 생성과 성장, 소멸의 과정에 관여하며 그것을 가능케 한다. 시간은 운동의 선(先)과 후(後)의 관계를 구분해 주며, 그것은 계기적 관계가 된다. 이때 시간은 운동 그 자체라기보다는 운동의 측정을 허용하는 한에서만 성립된다.¹³⁾

세상을 돌아다니다 보면 눈에 들어오는 경치도 극적인 변화를 느끼는 경우가 있다. 이런 변화는 경치가 아름다운 산 속으로 드라이브할 때, 도로에서 매번 회전하는 곳마다 새로운 광경이 나타나는 경우에 가장 극적으로 느낀다. 카페테리아처럼 사람이 많은 장소를 보면 사람들이 서로 다른 방향으로, 다른 속도로 움직이는 데 따라 물결치는 듯한 운동감이 느껴진다. 실제로는 고정된 것이 움직이는 것처럼 보일 때도 있다. 당신의 시각적 세계는 끊임없이 움직이는 것이다.¹⁴⁾

예를 들어 영화의 한 장면에서 느낄 수 있는 인간의 감정은 사건 전개에서 시간과 공간이 함께 존재하기 때문에 가능한 것이다. 그리고 우리는 실내공간 내에서 커피 잔에 손을 뻗어 손잡이를 돌려서 자기 쪽으로 가까이 놓는다거나 창문을 내다보고 지평선을 향해 달려나가는 자동차를 본다. 또한 양념으로 속을 채운 양송이를 관찰하면 거기엔 높이, 너비는 물론 깊이가 있다.¹⁵⁾

한편 철학적 측면에서 시간과 공간의 존재에 대해 칸트의 논리를 인용하면, 그는 『선형적 감성론』에서 시간과 공간의 존재방식과 아울러 그 한계를 논하면서 시간을 ‘우리가 무엇을 알 수 있는가’라는 인식작용을 뒷받침하는 가장 기본적인 직관형식이라 한다. 감성과 시간은 감성적인 직관이지, 사고(思考)에서 생기는 개념이 아니다. 그것은 경험을 통해서 얻어지는 것이 아니고, 선천적으로 주어지는 것이다. 다시 말하자면 이는 경험과는 무관하게 미리 전제되어 있다는 말이다. 더 나아가 공간과 시간은 우리들이 언제나 가지고 있어야 할 관념들이다. 우리는 공간과 시간 없이 세계를 바라볼 수 없다. 그러므로 공간과 시간은 사물이라기보다는 사물이 주어질 수 있는 기능성의 조건이라고 할 수 있다.¹⁶⁾

따라서 애니메이션에 있어서 영상이미지는 흘러가는 시간 속의 한 장면 장면들에 대한 시퀀스로, 그 속에는 시간성과 운동성, 공간성이 함께 공존한다는 것을 여러 정황으로 미루어 볼 때 판단할 수 있다. 그러므로 애니메이션의 Movement에 대한 관객들의 반응은 운동지각을 통해 여러 형태의 감성언어로 표출될 수 있을 것으로 사료된다.

12) Aristoteles, 『형이상학』, 제12권 6장 및 『자연학』 8권 7장, 참고, 225-226쪽.

13) 김광명, 앞의 책, 225-226쪽.

14) 같은 책, 185쪽.

15) Margaret W. Matlin, *Sensation and Perception*, Boston: Allyn and Bacon, 1988., p.185.

16) 앞의 책, p.228.

3. Movement에 대한 운동지각

우리는 일상적으로 물체가 움직이는 속도나 방향을 어느 정도 정확히 계산하지 못하면 자신이 어떤 행동을 취해야 할지 모르게 되고 결과적으로 중대한 실수를 저지르게 된다. 애니메이터는 관객에게 어떠한 일이 벌어질 것인가에 대해서 프레임 상에 충분한 시간을 제공함으로써 각 동작들은 관객의 반응을 얻어낼 수 있다. 대부분 우리주변의 일상적인 사물의 움직임은 물질에 작용하는 힘의 결과로 일어난다. 사물의 움직임은 우리에게 너무나 친근하여 잠재적으로 이러한 움직임은 사물 자체와 그것에 작용하는 힘에 관한 많은 정보를 우리에게 전해준다. 이와 같은 사실은 무생물뿐만 아니라, 살아있는 사물, 특히 사람에 대해서도 마찬가지이다.¹⁷⁾ 결국 영상 이미지를 표출하는 애니메이션의 움직임 정보들은 관객의 감각과 지각에 영향을 주며 이러한 이미지들은 관객의 운동지각을 통해 인식하게 한다. 운동지각에 대해 Lee(1980)는 시각을 논의하면서 망막이미지에 대한 영속적 운동을 다음과 같이 설명한다.

동물은 깨어 있을 때 주변을 돌아다니고 다른 사물이나 동물과 교류하면서 끊임없이 활동한다. 가만히 앉거나 서서 무언가를 바라보고 있더라도 동물의 몸은 항상 조금씩 출렁이고 이런 움직임은 능동적으로 제어해야 한다. 이런 영속적인 운동의 결과, 머리는 언제나 주변 환경에 따라 움직이고, 동물이 세상을 보는 시점도 끊임없이 변한다. 이런 현상이 의미하는 바는 시각에 대한 생태학적 자극이 광학적 배열 또는 눈의 유동 영역을 전체적으로 변화시키고 있다는 것이다.

James J. Gibson(1950)은 우리가 걷고, 운전하고, 차를 타고, 자세를 바꿀 때 우리의 눈도 그 위치를 계속 바꾼다는 점을 덧붙인다.

운동은 관찰자의 운동뿐만 아니라 다른 사람과 사물의 운동에서도 야기된다. 독자가 자리에 앉아서 시각에 관한 책을 읽고 있을 때에는 눈동자를 제외한 움직임이 별로 없을 것이다. 궁극적으로 독자는 거의 활동이 없는 장소를 골라 공부하기로 한 것이다. 하지만 다른 상황에서 발생 가능한 연속적 활동을 떠올려 보자. 강의실에서 교수는 교단을 걸어다니고 사람들은 몸을 비비꼬며 당신의 펜은 노트를 가로질러 왔다갔다할 것이다. 친목 모임에서 우리에게 다가오는 사람들을 보면 그들의 입과 몸이 움직이고 다시 멀어져간다. 대부분의 오락거리라고 할 수 있는 텔레비전, 영화, 스포츠, 게임, 댄스 등은 운동과 연루되어 있다.

운동지각이 시각의 아주 기본적인 측면이라는 사실에 대해서는 또 한가지 증거를 들 수 있다. Sekuler(1975)가 언급했듯이, “운동지각은 전개 과정에서 시각의 다른 측면들을 형성하는 것보다 직접적이고 강력한 선택적 강제로 형성된다.” 비교적 도시화된 삶을 영위하고 있더라도 움직이는 사물이 뭔지 생각해보는 것보다는 움직이는 사물에 재빨리 반응하는 것이 더 중요하다는 사실을 알게 된다.

17) John Halas, *ibid*, p.28.

예를 들어 머리 쪽으로 무슨 물체가 날아온다면 그 움직임을 파악하고 몸을 움츠릴 것이다. 하지만 그 물체가 벽돌인지, 책인지, 상자인지 생각해보는 것을 중단하진 않는다. Sekuler는 이런 운동 파악을 위한 선택적 발전 강제 때문에 인간의 시각적 체계가 운동 분석에 특화된 신경 메커니즘을 갖고 있다고 하였다.

운동지각은 너무나 기본적인 것이라서 다른 시각적 체계가 없는 생명체에서도 발견된다. 한 예로 아기들은 태어나자마자 움직이는 물체를 따라 눈을 움직일 수 있다. Sekuler가 덧붙여 언급한 바에 따르면, 시각적 운동의 방향에 대한 민감성은 갓 태어난 포유동물에도 나타나는데 이 때 다른 시각적 기능들은 환경적 자극을 받아야 발달하는 미성숙 단계인데도 불구하고 그러하다. 더 나아가 성인이 뇌 손상을 입어서 모든 시각적 기능을 잠시 잃었을 경우에도 제일 빨리 회복되는 기능이 바로 운동지각인 것이다.

운동지각은 기본적인 것뿐만 아니라 놀라울 만큼 정확하다. 우리는 길을 걸어가려 할 때 웬만해선 물건에 걸려 넘어지거나 맨홀에 빠지지 않는다. 육상 선수나 수영 선수가 시합을 벌일 때 자기들끼리 충돌하는 일도 별로 없다. 비행기 조종사들은 거의 대부분 활주로의 적당한 구역에 비행기를 착륙시키고, 자가용 운전자도 다른 차를 피해 간다. Cutting(1986)은 고정된 장애물에 걸리지 않고 길을 걸어가려면 시각의 각도를 5-10도 이내로 움직여서 방향을 잡을 수 있어야 한다고 어렵잡았다. 육상선수나 자가용 운전자는 대략 1도 이내의 정확한 판단을 내려야 하며 비행기 조종사는 훨씬 더 정확한 판단이 필요하다는 것이다.¹⁸⁾ 이와 같은 운동지각에 대한 논의는 크게 분류하여 대상이 실제로 움직일 때의 지각과 그렇지 않을 때의 지각으로 나누어 이야기할 수 있다. 후자의 가장 대표적인 예는 영화 필름의 경우이다.

1) 실제 운동지각

물체의 운동에 대한 지각은 시야(視野) 내에서 물체들간의 관계에 의해 결정된다. Gibson이란 지각심리학자는 우리가 어떤 물체의 움직임을 지각하는 것은 그것이 움직일 때 정지된 배경을 차례로 가리기 때문이라고 주장한다. 만약 물체의 움직임에 대해서 시각적 정보만 있을 경우는 어떻게 될까? 여러 연구들에 의하면 우리는 큰 물체보다 작은 물체가 움직이는 것으로 판단하는 경향이 있다고 한다. 이를 시사하는 현상이 유도된 움직임 지각이다. 예를 들면 움직이는 구름 사이의 달을 볼 때 우리는 구름보다는 달이 움직인다고 판단한다.

우리가 길을 걸거나 달릴 때 주변에서 무엇이 움직이며, 무엇이 정지되어 있음을 구분하기란 어렵지 않다. 팔과 다리에서 오는 운동감각 정보가 우리의 움직임에 대해 알려주기 때문이다. 그러나 우리가 움직이지 않을 때, 예컨대 기차를 타고 있는 경우 보다 중요한 정보출처는 시각뿐이므로 자기가 탄 기차가 움직이는지, 다른 기차가 움직이는지를 판단하기가 순간적으로 힘들게 된다. 결국 물체의

18) Margaret W. Matlin, *op.cit.*, pp.206-208.

운동에 대한 지각은 관찰자 자신에게서 오는 정보, 대상물체의 다른 물체 또는 배경들간의 관계정보 등 여러 유형의 정보들이 종합되어 복잡한 판단과정을 거쳐 가능해지는 것이다.

2) 가현 운동지각(假現運動知覺)

영화의 원리를 이야기할 경우 본문 중 ‘잔상’과 함께 시각심리에 대한 ‘가현운동’ 현상에도 주목하지 않으면 안된다. 인간이 움직이고 있는 물체를 보고 그것이 너무 빠르거나 느리지 않다면 그 운동은 실제로 지각된다. 이것을 ‘가현운동’이라 한다. 예를 들어 광고용 디스플레이(display)로 수많은 전구를 늘어놓고 차례로 켜다 껐다 함에 따라 빛이 움직이고 있는 것처럼 보이는 것이 있다. 건널목에서 2개의 전구 점멸을 보고 좌우의 움직임을 느끼기도 한다. 표면적인 구조에 대해 카메라와 인간의 눈을 비교 하는 일이 있는데 인간의 경우 외계에서 받아들인 자극을 풀어서 의미를 이해하고 재구성함에 따라 전체의 개념을 파악하는 힘을 갖고 있다.¹⁹⁾ 가현 운동은 일종의 운동착시이기도 하지만, 우리가 물체가 실제로 움직일 때 경험하는 것과 매우 유사한 지각표상을 경험하기도 하다.²⁰⁾

그러므로 애니메이션은 그 특성상 영화의 원리에 의한 것이고 특수한 효과에 의한 기능으로써 착안된 것이기에 잔상과 함께 시각심리에 대한 ‘가현운동’ 현상에 주목할 경우, 부가적으로 영상효과에 있어서의 극적인 효과를 기대할 수 있다.

III 움직임 표현과 타이밍

1. Movement와 Duration

타이밍(timing)이 애니메이션에 있어서의 역할은 움직임(movement)에 의미를 부여하는 것이다. 그러므로 타이밍은 애니메이션에서 가장 중요한 요소이다. 수준 높은 애니메이션 제작이란 얼마나 독창적인 타이밍 연출이 가능한가와도 밀접한 관련이 있다. 사람들의 얼굴과 개개인의 걷는 모습이 각각 다르듯이 모든 사람들이 가지고 있는 시간에 따른 움직임의 감각도 다르게 마련이다.²¹⁾

예를 들어 중요한 것은 움직임의 숨은 원인(cause)을 어떻게 표현해내느냐에 달려 있다. 이러한 원인은 기본적으로 준비동작을 바탕으로 표현되고 무생물의 경우 그 원인은 대개 우리가 인지하고 있는 힘의 기본은 자연의 힘, 중력일 것이다.²²⁾ 그러므로 물체가 움직임을 갖게 되려면 힘이 필요하며

19) <http://myhome.elim.net/~vuried/fm/fm001.htm>

20) 앞의 책, 150-152쪽.

21) 안중혁, 『애니메이션』, 시공사, 2001., 38쪽.

22) 조충현, 「애니메이션에 있어서의 Timing 표현에 관한 연구」, 홍익대학교 대학원 석사학위 논문, 1987., 30쪽.

힘을 이용해 공간이동을 할 때에는 물리적인 시간을 소모하게 된다. 이때 시간을 어떻게 배분하느냐에 따라 타이밍에 대한 감각이 달라지게 된다. 애니메이션에서 이러한 대상물의 Movement에 대한 표현은 싱글프레임의 수에 의해 조절이 가능하지만 속도는 클립의 시간(duration)이 변할 수 있다는 전제하에 프레임 수가 축소 또는 연장되어 운동의 속도가 바뀔 수 있다.

따라서 애니메이터는 어떠한 대상물의 특성에 대한 움직임을 자유자재로 표현 할 수 있는 운동감과 시간에 대한 감각을 길러야 한다.

2. 애니메이션의 동작

움직임은 관객의 관심을 끌어내고 그 관심은 그 움직임의 방향으로 집중된다. 우리가 무생물에게 생명력을 부여할 때 물체는 동작이라는 움직임을 갖게 된다. 물체의 행동을 동작으로 표현하고자 할 때 3가지의 동작 과정이 필요하다. 동작의 이해에 관해서는 동작을 슬로우모션(slow motion)으로 머리 속에서 상상하며 행동에 옮겨보면 이해가 빠르다. 동작은 시간적 순차에 따라 3가지로 나누어 놓았지만 하나로 이루어져 있다고 생각하는 편이 좋다.

1) 예비동작(anticipation)

스크린 속에 관객의 관심을 동등하게 나누어 가진 많은 안정된 대상물이 있을 경우 그 대상물중의 하나가 갑자기 움직일 때 약 1/5초 후에 모든 시각이 움직이는 대상물을 따른다. 사실상 움직임은 관심을 유도하는 신호이다. 따라서 킥(kick)을 하기 전에 발을 뒤로 보내는 그림과 같은 예비 움직임이 있다면 관객들의 관심은 그 발로 유도될 수 있을 것이다. 또한 이것은 킥이 이루어질 때 관객들이 그것을 볼 수밖에 없다는 것을 보장하는 것이다.

예비동작의 정도는 이어지는 동작의 속도에 상당한 영향을 미친다. 관객들이 어떤 사건이 일어날 것을 기대하도록 유도될 수 있다면 그 동작은 (그것이 일어날 때) 이야기 줄거리를 놓치지 않고도 매우 신속히 일어날 수 있다. 관객들이 매우 신속하게 일어나는 사건에 대한 준비가 되어 있지 않을 경우 그 사건들을 놓치게 될 것이며 이런 경우에 동작은 더 늦추어져야 한다.

극적인 경우에 관객의 적절한 준비가 되어 있다면 동작 그 자체는 관객이 받아들일도록 제공되지만 하면 된다. 예를 들어 등장인물이 갑자기 화면 밖으로 사라질 경우 미리 움추렸다가 움직이기 시작하는 한두 개의 그림으로 충분하다. 몇 개의 갈필로 작업한 스피드 라인이나 천천히 사라지는 먼지 등은 12프레임 정도로 작업한다. 그러므로 예비동작은 본 동작을 위한 준비과정이며 다음 동작 표현에 중요한 단서가 된다.²³⁾

23) John Halas, *op .cit.*, p.58.

2) 본 동작(action)

적당한 시간 동안 행동의 준비자세인 앤티시페이션 과정이 지나면 그 다음은 본동작인 ‘액션 Action’으로 이어지게 된다. 이 단계의 모든 동작으로 전달해야 할 의미가 결정되고 관객의 시선도 여기에 집중되게 된다. 앞에서 예로 든 100m 달리기라면 액션은 전력으로 달리고 있는 부분에 해당한다. 여기에서 보여지게 되는 달리는 스타일, 속도, 움직임의 형태 등은 그 선수가 어떤 자질을 갖고 있고 어떻게 연습을 했다는 등의 다양한 정보를 내포하게 된다.

3) 잔여동작(secondary action)

액션이 끝난 후의 잔여동작을 말한다. 관객이 미처 예상치 못했던 ‘세컨더리 액션Secondary Action’을 액션 뒤에 첨가하는 것은 애니메이션 연출에 있어서 잔재미를 한층 높일 수 있는 방법이다. 100m 달리기에서 선수가 결승점을 통과하여 액션을 끝냈을 때를 상상해보자. 우수한 선수가 활달한 성격의 소유자라면 두 팔을 높이 들어 관중들에게 손을 흔들며 국기를 들고 운동장을 돌면서 덤블링을 하는 등의 동작으로 기쁨의 감정을 표출할 것이다. 반면 우수한 선수가 내향적인 성격의 소유자라면 체온 보호를 위해 담요 한 장을 몸에 두르고 벤치로 돌아갈 것이다.²⁴⁾ 잔여액션은 일련의 동작을 마무리하는 단계이며, 내면 감정을 표출하는 추가 연출 방법이기도 하다.

IV. Movement의 동인(動因)과 감성

1. 애니메이션의 구성요소

애니메이션이 실사영화와는 달리 그 제작과정의 특수성 때문에 다른 미적인 특성을 가지고 있다. 그러므로 애니메이션의 이론적인 접근을 위해서는 애니메이션의 연출개념을 영화의 미장센²⁵⁾과 연결시켜 연구할 필요가 있다. 아울러 모든 애니메이션 작품은 그 제작과정이나 사용된 재료들이 Movement의 운동지각에 대단한 영향을 미치기 때문에 제작과정에 대한 면밀한 지식을 갖추는 것이 필요하다. 제작과정을 분석할 때 연구자는 항상 여기에 사용된 특정한 매체, 작업한 사람 수, 오리지널 아트웍의 크기와 양, 카메라의 움직임이 이루어지는 방식과 이밖의 다른 제작요소들의 영향도 고려

24) 안중혁, 앞의 책, 36-37쪽.

25) 프랑스 원어로 Mise-en-scène(미장센이라 발음한다)은 ‘행동을 무대에 상연하는 것’을 의미하고, 처음에는 실제 연극 연출에 적용되었다. 영화학자들은 이 개념을 영화연출로 확장해, 영화 프레임에 보여지는 것들에 대한 감독의 통제를 의미하기 위해 이 개념을 사용했다. 이 개념의 기원이 연극에서 왔다는 것에서 짐작할 수 있듯이, 미장센은 연극 예술과 겹쳐지는 영화의 양상-배경, 조명, 의상 그리고 인물들의 행동을 포함한다. 미장센을 통제함으로써, 감독은 카메라 앞에서 사건을 상연한다.

해야 한다. 이와 같이 애니메이션 제작과정은 실사영화와는 똑같은 것이 아니기 때문에 애니메이션의 구성요소에 있어서도 미장센의 측면은 데이비드 보드웰(David Bordwell)과 크리스틴 톰슨(Kristin Thompson)이 정리한 것과는 약간 다르다.²⁶⁾ 따라서 애니메이션 구성요소는 이미지, 색채와 선, 움직임과 동역학(kinetics)으로 볼 수 있다.

아울러 본 연구에서는 연구의 성격상 필자가 주목하고 있는 측면, 즉 애니메이션의 Movement 동인들이 운동지각에 어떠한 영향을 미치는가를 분석 모형을 통해 파악하고자 하기 때문에 구성요소 중 움직임과 동역학(운동, 동작)에 관한 내용만 요약하기로 한다.

<움직임과 운동>

애니메이션은 일반적으로 움직이지 않는 대상을 사용하지만 때때로 프레임 바이 프레임(frame-by-frame)에 기초해 그 움직임이 멈춰 있는 생물을 사용하기도 한다. 어떤 경우여라도 창조된 움직임들의 성격은 상당히 달라질 수 있다. 그러므로 애니메이션을 움직임을 창조하는 예술이라고 부른다. 자연스럽고 리드미컬하게, 조금씩 증가하는 분절적인 표현을 통해 중력에 대해 걷는 것처럼 천천히 분명치 않게 움직이는 대상 등 여러 가지 방법이 있는데 이 모든 것들이 관객들에게 의미를 전달하는 것이다.

1880년대 말에 영화가 발전하기 시작했을 때, 마르셀 두샴프(Marcel Duchamp), 한스 리히터(Hans Richter)와 같이 회화나 다른 정지예술 쪽에서 일해온 많은 순수 미술가들은 움직임을 묘사할 수 있는 새로운 매체의 능력에 매료되었다. 그때 이후로 애니메이션을 공부하는 학생들은 움직임의 연구에 많은 시간을 할애해왔다. 애니메이터들은 대상이 공간에서 걸어나갈 때 중력이 어떻게 영향을 미치는지를 알기 위해 물리학의 법칙을 공부하거나 움직이는 물체에 대한 가속과 감속의 요인을 고려한다. 이는 이어지는 프레임에서의 이미지의 간격두기(spacing)에 영향을 미치기 때문이다. 그들은 또한, 무게가 대상을 누르는 방식에 관해 배우기도 하는데, 이를 통해 걸어나가는 캐릭터들은 공중에 ‘떠다니는’ 것 같지 않고, 사실적인 방식으로 지면과 접하게 된다.

애니메이터들은 또한 애니메이션 이미지와 움직임의 창조에 대한 서로 다른 사고 방식을 배우게 되는데 가장 공통적인 것으로 ‘포즈 투 포즈(pose-to-pose)’ 방법이라 불리는 식으로 작업을 하는데, 이는 연속되는 움직임에서 가장 중요한 ‘핵심 포즈(key pose)’를 먼저 그리고, 행동을 구성하는 ‘중간(inbetween)’은 작업 보조나 동화 담당(inbetweener)에 의해 나중에 채워진다. 그러나 잘 알려진 다른 방법은 ‘스트레이트 어헤드(straight-ahead)’ 애니메이션인데, 모든 드로잉이 촬영 순서대로 그려지는 것을 말한다. 이 스타일은 변형에 기반한 기술(modified-base technique), 3D 애니메이션과 움직임이 일어나는 순서대로 카메라 아래에서 만들어지는 애니메이션 제작과 관련된다, 물론 셀 애니메이션이나 그림 애니메이션도 이러한 포즈 투 포즈 방식으로 만들어질 수 있다.²⁷⁾ 스트레이트 어헤드 애니메

26) 모린 퍼니스, 앞의 책, p.102.

27) 같은 책, 123쪽.

이선은 일반적으로 애니메이션보다 더 자연스럽게 여겨지는데 치밀한 스토리보드나 다른 형태의 문서가 만들어지지 않는다면 한 묶음의 드로잉이 어떻게 끝날지 정확히 규정하기가 더 어렵기 때문에 이 방법을 사용하는 것이다.

2. 애니메이션의 동인

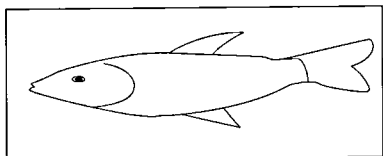
1) 프레임 수

우리가 결과적으로 관심을 가지려하는 것은 대상의 움직임이 주는 감성효과가 아니라 그것이 애니메이션이라는 가상현실이 등장했을 때에 그것이 주는 감성효과이다. 가령 시슴이 한쪽 방향으로 뛰는 장면을 캡처하게 되면, 시슴이라고 하는 대상과 움직임이라는 속도가 존재하게 된다. 하지만 우리가 간과하기 쉬운 것이 카메라 앵글에 잡힌 대상이 갖는 움직임 속도이지만 이러한 요소만을 가지고 다른 연구는 애니메이션의 가상 현실에 있어서 큰 시사점을 갖기 힘들다. 왜냐하면 대상이 움직이는 장면을 우리가 실제로 직접 보는 것이 아니라 카메라나 스캐너 등의 입력기기에 의해 제작되어진 시각물들을 모니터나 기타 화면 등을 통해 평면적인 공간 속에서 보기 때문이다. 아울러 대상에 주어지는 타이밍의 움직임 속도에 대하여 평면공간 속에서 제어해 내는 과정 중에 우리가 가장 관심을 가져야 할 것이 바로 프레임 수이다. 물론 일반 실사 영화의 경우, 카메라의 앵글, 조명, 색상 등 많은 요소들의 상호작용에 의한 논점은 중요하다. 하지만 애니메이션의 경우는 일부 기법을 제외하고는 2D 애니메이션 속성 상 이러한 요소들이 그림이 그려질 때 이미 결정되기 때문에 특별히 고려되어야 할 점은 프레임의 수이다.

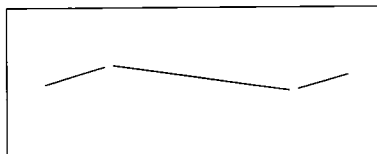
또한 정보변환의 양상들이 최종적인 애니메이션의 감성을 결정하게 됨으로 정보변환의 과정이나 특징들을 고려해야 한다. 실사의 경우는 다양한 카메라 앵글 기법과 조명, 색상 등에 의해 정보변환이 이루어질 수 있으나 2D 애니메이션의 경우는 이미 이러한 요소들이 타이밍을 위한 프레임을 고려해 한 컷 한 컷 그림으로 그려진 것을 스캐닝 하게 됨으로 정보변환의 주 요인은 프레임이 되는 것이다.

2) 단순화 단계

“The way we see things is affected by what we know or what we believe.”²⁸⁾



① 사실적인 대상물(실사물고기)의 동화상



② 단순화 된 대상물(선)의 동화상

28) John Berger, *Ways of Seeing*, London: Penguin, 1972., p.8.

두 동화상 중 정지화면에서 보면, ②는 단순한 실선이나 여기에 실사의 움직임에 기할 경우 물고기가 헤엄칠 때 보여지는 물고기의 등선처럼 보이게 된다. 즉 이미 관념화된 대상(물고기)으로 인해 실선이 마치 물고기처럼 인식 될 수 있으며, 단순화된 오브제의 정체성은 ‘물고기’라는 오브제로 해석(기호학에서의 ‘interpretant’²⁹⁾)이 가능하게 된다.

3. 감성과 이미지

‘감성’이 종합적인 개념이라는 것을 파악하는 데에는 ‘감각’과 비교하여 논할 수 있다. 감각이 인간의 인지 작용이 배제된 직접적인 자극에 대한 지각이라면 감성은 보다 여러 요소에 영향을 받는다. 즉, 특수감각과 체성(體性) 감각, 내부감각이 복합적으로 작용하며 여기에 인지요소까지 같이 작용을 한 결과가 감성을 만들어 내는 것이다. 가령 공기의 진동이 고막을 움직이면 우리는 소리를 느낀다. 이것이 청각이다. 그러나 어떤 음식에 대하여 만족스럽다고 느끼는 감성은 달콤함과 같은 미각 외에도 음식이 담긴 모양이나 실내분위기, 나아가 연령, 생활방식, 인생관 등이 모두 영향을 끼친다.

감성은 크게 기능적 감성, 감각적 감성, 문화적 감성으로 분류되기도 한다. 기능적인 감성은 제품의 기능이 주는 편리함에서 오는 경험을 말한다. 감각적인 감성은 제품의 디자인, 색채, 균형감 등의 심미적인 요인인 것이며, 문화적인 감성은 제품이 창출하는 새로운 라이프 스타일이나 가치기준, 사회적 지위 등 보다 거시적인 측면의 사회적 체험을 뜻한다.³⁰⁾

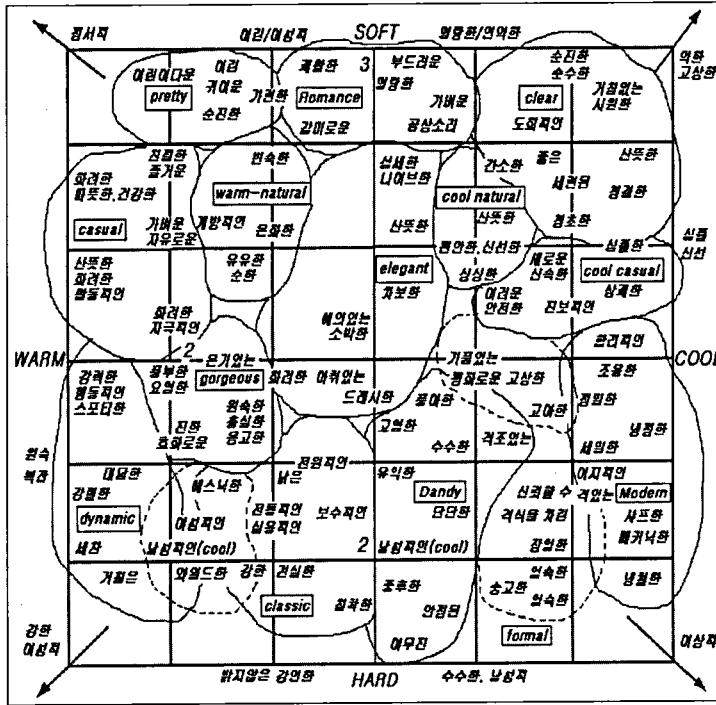
이러한 종합적인 감성의 분석은 애니메이션에 있어서 관객의 반응에 대한 분석에 유용하게 사용될 수 있다. 애니메이션의 영상 이미지가 관객의 감성에 미치는 영향에는 감각적 감성, 문화적 감성, 기능적 감성이 깊이 관여하게 마련이다. 따라서 애니메이션 제작시 다양한 각도에서 인간의 감성적인 측면이 고려되어야 할 것이다. 이것은 애니메이션을 즐겨보는 매니아들이나 잠재관객들에 대한 특성을 이해함으로써 그들이 원하는 작품을 제작할 수 있는 또 하나의 창작과정에서 빼 놓을 수 없는 중요한 기본사항이라고 할 수 있다.

감성을 나타내는 형용사는 특히 국어를 통해 발달되어 왔으며 최근 디자인 관련 용어에서 다양하게 연구되어 왔고 활용되고 있다. 따라서 특정대상에 대한 감성을 명확히 하기 위해서는 그 대상의 이미지를 표현하는 형용사 군을 추출하여 유형별로 분석하는 것이 필요하다. 가령 디즈니의 작품에 대해서는 부드럽다, 유연하다, 경쾌하다, 다이내믹하다, 환상적이라든가, 일본의 애니메이션 스타일에서 자주 볼 수 있는 거칠다, 모호하다 등의 표현이 있을 수 있는데 이러한 감성언어에 대해서는 앞으로 지속적인 연구가 필요하리라 여겨진다. 특히 디지털화 되어가는 현대사회에 있어서 영상이미지

29) 김경용, 『기호학이란 무엇인가』, 민음사, 30쪽.

30) 김미지자, 「Texture Colour Coordination의 감성공학 Technology에 관한 연구」, 한양대 대학원 박사학위 논문, 1996., 7-8쪽.

에 대한 관심이 높아지면서 영화나 애니메이션의 심미적 작품분석 연구가 필요한 시기이기 때문에 이와 관련된 연구가 필요하다.



<언어 이미지 스케일>³¹⁾

V. 분석 모형의 설계

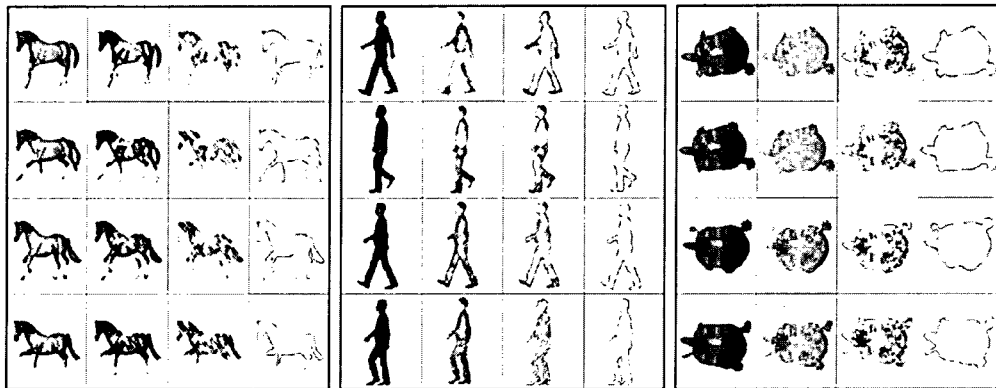
1. 설계기준

- . 대상물: 말, 사람, 거북이
- . Duration: 1초, 2초, 3초
- . 단순화/ 4단계: 실사, 반 실사, 반 선드로잉, 선드로잉 ---X축
- . 프레임수/ 4단계: 6, 12, 18, 24 (frame /1sec) ---Y축
- . 적용작품 표현 스타일: 실사에 근거한 분위기의 애니메이션 (만화체와 같은 지나친 왜곡 장면은 제외/Movement에만 초점)

31) 박상호, 『색채계획』, 효성출판사, 1993., 118쪽.

분석모형의 설계는 객관성을 얻기 위해 대상물의 움직임에 파악할 수 있는 Duration을 각각 다른 대상으로 설정하였다. 대상물의 경우는 3가지 유형으로 구분하여 일반적으로 관념상 떠오를 수 있는 동물로 선정하였다. 즉 빠른 동작의 대상으로는 말, 보통정도는 사람, 그리고 느린 속도의 대상물은 거북이를 선정하여 각 대상물마다 6, 12, 18, 24 프레임으로 제작하였다.

한편 단순화 단계는 사실성, 반사실성, 반 선 드로잉, 선 드로잉으로 구분하여 지나친 왜곡이나 은유적 표현은 실험대상에서 제외하는 조건에서 각기 인터넷상에서 조사할 수 있도록 클립화 하였다.



(Duration이 1초인 대상물)

(Duration이 2초인 대상물)

(Duration이 3초인 대상물)

<분석모형의 예>

2. 조사방법

1) 감성언어의 추출은 1단계로 디자인 감성언어들 중에서 미리 선정된 예상 감성언어들을 조사자들에게 나누어준 후 동영상을 보여준 다음 설문조사하여 감성언어 평가기준을 마련한다.

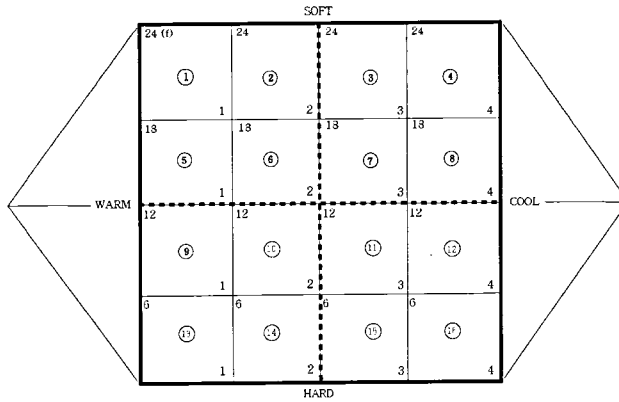
2) 인터넷상에서 감성공간 움직임 스케일의 각 클립에서 보여지는 표현양식의 이미지에 대해 감성언어 조사를 실시한다.

3) 실험계획법은 반응표면분석³²⁾을 적용하여 좌표상의 감성 형용사들에 대한 데이터 분석을 통하여 Movement 동인의 조작적 변수 즉 독립변수에 의한 종속변수들의 통계적인 성질들을 규명한다.

4) 분석모형에 나타난 데이터를 유형화한다.

32) 박성현, 『현대실험계획법』, 민영사, 1984., 521쪽.

X축(단순화단계)
1. 현실적이다
2. 부드럽다
3. 유연하다
4. 경쾌하다
5.ダイナミック하다
6. 거칠다
7. 어색하다



Y축(프레임수)
1. 사실적이다
2. 세밀하다
3. 정밀하다
4. 구성적이다
5. 샤프하다
6. 심플하다
7. 모호하다

<분석모형의 모의 설문구조>

VI. 결론 및 향후연구

앞에서 밝힌바와 같이 본 연구는 애니메이션의 Movement 동인(動因)과 감성과의 관계를 논점으로 한 애니메이션의 분석모형의 도출을 위한 연구이다. 이러한 연구를 토대로 하여 실제 애니메이션 작품을 분석모형의 틀에 적용함으로써 다양한 각도의 실증적 분석연구가 가능하리라고 본다.

앞의 연구에서 움직임의 지각은 대상물의 구체적인 표현보다는 그 동작의 사실성에 더 큰 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다. 본문에서, “애니메이션은 움직이는 그림의 예술이 아니라 그려진 움직임의 예술이다. 각 프레임에서 일어나는 움직임 보다 각 프레임 사이에서 일어나는 움직임들이 훨씬 중요하다”라는 노만 맥라렌의 말에 주목할 필요가 있다. 이는 애니메이터들이 대상물이 공간에서 걸어다니거나 움직일 때 중력이 어떻게 영향을 미치는가를 알기 위해 물리학 법칙을 공부하거나 움직이는 물체에 대한 가속과 감속 요인을 고려한다는 점에서도 알 수 있는 사실이다. 그러므로 스크린 안에 존재하는 Movement는 각각의 이미지에 의해 좌우되기보다는 이미지들의 연속성에 의해 운동 지각에 보다 효과적으로 받아들여질 수 있다.

아울러 후속연구로 애니메이션의 구성요소에 해당되는 캐릭터의 사실성과 과장성, 대상물의 색채와 배경의 색채, 그리고 움직임에 따른 쾌적과의 관계를 분석모형에 적용함으로써 애니메이션의 실증적 연구가 가능할 것으로 사료된다. 아울러 필자는 향후연구로 이러한 연구를 바탕으로 애니메이션에 있어서 운동지각과 감성변이에 관한 연구를 지속할 계획이다.

참고문헌

- 김경용, 『기호학이란 무엇인가』, 민음사, 1994.
- 김광명, 『삶의 해석과 미학』, 문화사랑, 1996.
- 김미지자, 「Texture Colour Coordination 의 감성공학 Technology에 관한 연구」, 한양대 대학원 박사학위 논문, 1996.
- 김중호, 『만유인력과 프리즘』, 영출판사, 1987.
- 김하진 외, 『디지털 콘텐츠』, 안그래픽스, 1999.
- 모린 퍼니스, 『움직임의 미학』, 한창완 외 역, 한울, 2001.
- 박상호, 『색채계획』, 효성출판사, 1993.
- 박성현, 『현대실협계획법』, 민영사, 1984.
- 심명섭, 『애니메이션 실기강론』, 큰방, 1999.
- 안종혁, 『애니메이션』, 시공사, 2001.
- 우메다 가즈오, 『이미지로 본 서양미술사』, 이영철 역, 시각과 언어, 1977.
- 조충현, 「Animation에 있어서 Timing 표현에 관한 연구」, 홍익대 대학원 석사 논문, 1987.
- 폴 웰스, 『애니마톨로지 @애니메이션 이론의 이해와 적용』, 한창완, 김세훈 역, 한울, 2001.
- 한글학회, 『우리말 큰사전』, 어문각, 1991.
- Arnheim, Rudolf, *Art and Visual Perception*, London: University of California Press, Ltd., 1954.
- Berger, John, *Ways of Seeing*, London: Penguin, 1972.
- Furniss, M., *Art in Motion: Animation Aesthetics*, London: John Libbey, 1998.
- Halas, John, *Timing for Animation*, London: Focal Press, 1981.
- Laybourne, Kit, *The Animation Book*, New York: Three Rivers Press, 1998.
- Lee, Sang Won, “Animation a Nature: A Discussion of the Animation Style and Content in 'Damon the Mower', 'Crac' and 'Korea's Four Seasons Story',” M.A. dissertation, Kent Institute of Art & Design 1999.
- Lightner, Nancy J., “Visualization of Animated Information,” Ph.D. dissertation, University of Purdue 1999.
- Matlin, Margaret W., *Sensation and Perception*, Boston: Allyn and Bacon, 1988.
- Moholy-Nagy, L., *Vision in Motion*, Chicago: Paul Theobald, 1947.
- Rubin, John M. and W. A. Richards, “Boundaries of Visual Motion,” M.I.T Institute of Technology Artificial Intelligence Laboratory, 1985.
- Whitaker, Harold and John Halas, *Timing for Animation*, Oxford: Focal Press, 1981.