

SVG 기반 캐릭터 표정 애니메이션 리타게팅

강기태[†], 홍수현^{**}, 김재호^{***}

요 약

본 연구에서는 SVG 포맷에 기반한 온라인 캐릭터의 표정 애니메이션을 자동으로 생성할 수 있는 방법을 제안한다. 기존의 극장용 애니메이션에 등장하는 캐릭터의 풍부한 표정 움직임을 수학적 계산에 의해 모델링하고 이를 SVG 포맷의 다른 캐릭터에 '리타게팅'하면, 리타게팅된 캐릭터는 고유의 형태적 특징을 잃지 않으면서도 모델링된 표정의 움직임을 그대로 재현할 수 있다. 이러한 표정움직임을 리타게팅하는 방법은 하나의 표정 데이터를 여러 가지 캐릭터에 적용할 수 있기 때문에, 비록 애니메이터가 아닌 비전문가 일지라도 캐릭터의 표정 애니메이션을 쉽고 빠르게 만들 수 있도록 한다. 본 연구에 의해서 제안되는 표정의 움직임은 비선형적이며 과장된 모션을 취하고 있어 보는 이에게 친근하며, 생동감이 있다. 뿐만 아니라 SVG 포맷에 기반 하므로 기존의 GIF 애니메이션 보다 적은 용량으로 부드러운 표정 움직임을 구현할 수 있다.

Character Facial Animation Retargeting based on SVG

Gi-Tae Kang[†], Soo-Hyeon Hong^{**}, Jae-Ho Kim^{***}

ABSTRACT

In this study, the method to generate facial animation of SVG format based online character AUtomatically was proposed. The re-targeted character can reproduce the modeling facial movements itself without losing the unique formative properties by modeling abundant facial movements of the character in the existing animation for movie theater through the mathematical calculation and 'retargeting' this to other character of SVG format. The method of retargeting facial movements like this can be applied to the various characters by only one facial data so although non-specialists, even not an animator can create facial animation of character easily and rapidly. The suggested facial movement in this study is nonlinear and an exaggerated motion so it is friendly to the viewers and it is lively. Besides, it is based on the SVG format, so the smooth facial movements can be implemented by less capacity than existing GIF animation.

Key words: Eexpressive Motion Style(감정이 풍부한 움직임), Character Facial Animation(캐릭터 표정 애니메이션), Retargeting(리타게팅), Auto-Generated(자동생성)

1. 서 론

일반적으로 애니메이션 작품에 등장하는 캐릭터의 디자인이 사실적인 표현기법의 스타일이라면, 그 캐릭터의 움직임 또한 사실적이어야 하고 캐릭터의

디자인이 만화적 표현기법의 스타일이라면, 그 캐릭터의 움직임 또한, 비사실적이며, 과장되고 만화적이어야 한다. 후자의 경우처럼, 캐릭터의 비사실적이며 과장된 움직임을 익스프레스브 모션 스타일(Expressive motion style)이라고 한다[1]. 이는 만화적

※ 교신저자(Corresponding Author): 홍수현, 주소: 부산해운대구 반송2동 640-5동부산대학 1호관 1205호, 전화: 051)540-3663, FAX: 051)540-3643, E-mail: cghong3@hanmail.net

접수일: 2011년 5월 14일, 수정일: 2011년 5월 31일

완료일: 2011년 6월 8일

[†] 정회원, 동서대학교 디지털콘텐츠학부
(E-mail: grim0909@hotmail.com)

^{**} 정회원, 동부산대학 캐릭터애니메이션과

^{***} 정회원, 부산대학교 영상정보공학과
(E-mail: jhkim@pusan.ac.kr)

스타일의 캐릭터를 시각적으로 더욱 생동감 있게 해주며, 관객을 매료시킨다. 1920~30년대, 디즈니사에 의해서 개발된 이러한 움직임의 원리는 전통적인 2D 애니메이션 원리로 정착되었고, 오늘날에도 3D 애니메이션으로 적용되고 있다[2]. 그러나 안타깝게도 익스프레스브 모션 스타일의 애니메이션은 소수의 숙련된 애니메이터들을 제외하고, 누구나 쉽게 표현할 수 있는 것은 아니다. 왜냐하면 이러한 움직임을 표현하기 위해서 아티스트는 오랜 시간을 투자하여 고도의 숙련된 기술을 쌓아야만 하고, 제작사는 막대한 경제적 비용을 감수해야만 하기 때문이다. 특히, 온라인 캐릭터 표정 애니메이션은 극장용 애니메이션과 달리 전문 애니메이터들이 아닌 시각 디자이너들이 짧은 시간 안에 만들어야 하므로, 풍부하고 자연스러운 표정애니메이션을 기대하기 어렵다. 무엇보다도 기존 온라인 캐릭터의 표정 애니메이션이 가지고 있는 문제는 gif 파일에 기반 하므로, 연결동작이 끊어져 보이는 현상이 나타난다는 것이다. 이는 그림의 수가 많아질 경우, 파일의 용량이 따라서 커지고, 전송 속도가 느려지므로[3], 최소한의 동화(動畵)를 사용하기 때문이다.

인터넷, 모바일, 전자제품의 UI 등에서 많이 사용되는 온라인 환경의 캐릭터 역할은 무엇보다도 사용자와의 커뮤니케이션이 중요하다[4]. 이 때, 캐릭터의 자연스럽게 생동감 있는 표정 애니메이션은 사용자로부터 정서적인 친밀감을 이끌어 내어, 캐릭터와 사용자간의 커뮤니케이션을 돕는데 중요한 역할을 할 수 있다. 그러므로, 온라인 캐릭터는 TV, 영화 애니메이션 캐릭터와 같이 과장되고 재미있는 표정을 짓고 그 움직임이 자연스럽게 부드러울 필요가 있다. 만약, 기존의 표정 애니메이션에서 보이는 예술적 표현기법을 데이터화하고, 그것을 그대로 온라인 캐릭터의 표정 애니메이션에서 재사용할 수 있다면, 현재 온라인 캐릭터의 모습은 더욱 생동감 넘칠 것이며, 사용자와의 유대감[5]은 깊어질 것이다.

기존 애니메이션 관련 연구로, 이른바 표정 애니메이션이라는 애니메이션 생성 기술에 관련된 연구들이 활발하다. 표정 애니메이션의 기술적인 방법들은 크게 키프레임 애니메이션(Keyframe animation), 파라미터 애니메이션, 모션 캡처(Motion capture) 방법이 있다[6-8]. 이러한 기술적 동향들은 사실적인 움직임에 기반 하거나, 애니메이션 구동 기술에 초점

이 맞춰져 있기 때문에 예술적인 관점에서 움직임의 표현에 관한 연구는 결여되어 있다. 또한 이러한 연구들은 기술을 실제로 사용하는 아티스트들의 많은 노력과 수고 없이는 자연스럽게, 생동감 있는 표현이 어렵다는 한계가 있다.

위와 같은 연구방법과 달리, 2000년대부터 전통 애니메이션 작품 자체의 영상과 캐릭터가 가지고 있는 예술적 표현에 가치를 두어, 그것의 정보를 과학적으로 해석하고, 데이터화 하려는 시도가 있어왔다. 이와 같은 연구들은 캐릭터의 과장된 표정을 분석하고, 캐릭터의 외형적 특징을 동양사상에 기초하여 분석하거나, 캐릭터의 디자인과 표정을 자동으로 생성하는 방법을 보여주고 있다[9-13].

또 한편에서는, 전통 애니메이션 속에 등장하는 캐릭터들의 자연스럽게 과장된 움직임을 중요시하여, 캐릭터의 움직임을 캡처하고, 이를 재생성하는 카툰 모션 캡처링(cartoon motion capturing)연구들이 있다[1,14,15]. 이러한 연구들은 숙련된 아티스트들의 풍부한 예술적 표현이 담긴 캐릭터의 움직임을 비디오를 통해 캡처하고, 이를 다시 2D 혹은 3D의 다른 캐릭터에 리타게팅(retargeting)하는 기술들이다. 이는 초기 단계로, 캐릭터의 전신 움직임에 집중되어 있다.

본 연구는 캐릭터의 정면표정에 대하여 표정변화를 데이터화 한 뒤, 그것을 수학적으로 모델링하는 방법과 그것을 이용하여 SVG¹⁾ 포맷의 새 캐릭터에 리타게팅하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 전통 애니메이션에서, 숙련된 애니메이터들이 표현하는 과장되며 비선형적인 표정과 부드러운 움직임을 데이터화 할 수 있고, 이를 이용하여 표정이 없는 캐릭터에 표정을 자동으로 만들 수 있다. 또한, SVG 포맷으로 구현되므로 데이터량이 적어 온라인 환경의 캐릭터 애니메이션에 적합하다[16].

본 연구의 결과, 누구나 쉽고 빠르게 표정의 움직임이 풍부하고 부드러운 캐릭터 표정 애니메이션을 만들 수 있을 것이다. 비록 아티스트가 애니메이터가 아닐지라도 표정 데이터와 무표정의 새로운 캐릭터만 있다면 그 캐릭터가 가지는 특유의 디자인 특성을

1) SVG(Scalable Vector Graphics)는 2차원 벡터 그래픽을 표현하기 위한 XML기반의 파일 형식으로, 1999년 W3C(World Wide Web Consortium)의 주도하에 개발된 오픈 표준의 벡터 그래픽 파일 형식이다.

유지한 채, 재미있고 생동감 넘치는 표정을 자동으로 만들 수 있을 것이다.

본 연구는 다음과 같이 구성 되어있다.

2장에서는 선행연구로, 전통애니메이션에서 움직임 표현하는 원리와 Ekman의 인지 가능한 인간의 6가지 기본감정에 대해서 고찰한다. 3장에서는, 참조 표정모델을 이용하여 표정 애니메이션을 자동으로 생성 할 수 있는 이동점변화율의 산출 방법에 대해 논한다. 4장에서는 실험 및 검증단계로, 3장에서 제안된 방법으로 리타게팅하는 과정을 설명하고, 그 시각적 표현 결과를 확인한다. 5장에는 결론 및 향후 연구과제에 대해서 논의한다.

2. 선행연구

2.1 움직임의 유형

우리는 애니메이션을 볼 때, 시각적인 측면에서 비주얼 스타일(Visual style)과 모션 스타일(Motion style) 영역으로 구분하여 관찰할 수 있다. 비주얼 스타일은 애니메이션의 이미지가 어떻게 보이는지, 렌더링은 어떻게 되는지, 그림, 혹은 캐릭터의 스타일은 어떠한지를 보여주고, 모션 스타일은 캐릭터가 어떻게 움직이는지, 과장은 얼마나 일어나는지, 어떤 애니메이션 원칙이 사용되는지를 보여주는 것이다. 비주얼 스타일에 따라 모션 스타일이 결정되는데, 일

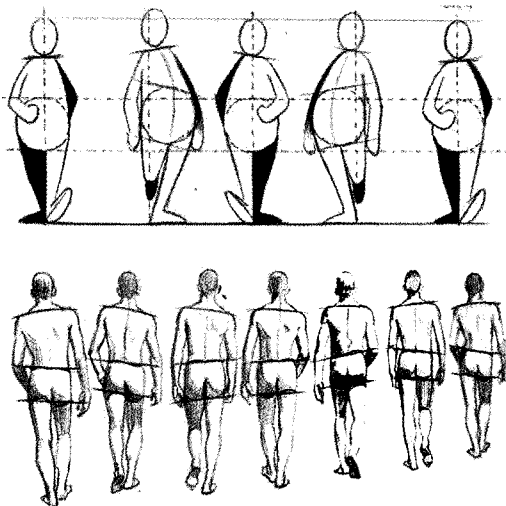


그림 1. 표현이 풍부한 움직임의 유형과 사실적 움직임의 유형 (18)

반적으로 비주얼 스타일이 사실적이면, 움직임도 사실적인 움직임이 되고. 반대로 비주얼 스타일이 만화적이면, 움직임도 과장되고 풍부해진다. 이러한 움직임의 유형을 익스프레스브 모션 스타일[1]이라고 하는데, 사실적인 움직임은 모션캡처나 컴퓨터에 의한 물리적인 시뮬레이션에서 주로 나타나고 익스프레스브 모션 스타일은 전통적인 카툰 애니메이션에서 표현된다.

디즈니의 아티스트들에 의해서 정립된 애니메이션 원리, 즉, ‘찌그러짐과 늘어남, 타이밍, 선행동작, follow-through and overlapping action, Slow In and Out, 곡선, 과장, 2차 동작’은 애니메이션에서 캐릭터와 물체를 과장하고 생동감 있게 표현해 준다 [17]. 그 중에서 ‘찌그러짐과 늘어남’은 액션이 일어나는 동안 형태가 변형됨으로써 표현되는 오브젝트의 덩어리나 딱딱함의 정도를 말하는데, 캐릭터의 움직임과 표정을 만드는데 없어서는 안 될 가장 중요한 요소이다.

카툰캐릭터의 표정 애니메이션에서 ‘찌그러짐과 늘어남’의 동작은 선행동작과 과 강조동작으로 구분된다[18]. 선행동작은 ‘찌그러짐’에 해당하는 동작으로 ‘늘어남’ 동작이 일어나기 직전, 얼굴과 어깨를 움츠려주는 동작인데, 이 때, 얼굴의 미간을 중심으로 눈썹, 눈, 코, 입, 턱은 일정한 비율로 수축한다. 강조동작은 ‘늘어남’에 해당하는 동작으로 ‘찌그러짐’이 일어날 때, 얼굴과 어깨를 펴주는 동작인데, 이 때, 미간을 중심으로 눈썹, 눈, 코, 입, 턱은 일정한 비율로 늘어난다. 강조동작의 바로 직전 사전 동작이 짧은 순간 있음으로 해서 ‘늘어남’의 동작은 극대화된다. 이러한 일련의 움직임결과로 캐릭터의 표정들은 과장되고 풍부해진다. 눈썹, 눈, 코, 입, 턱이 선행동작에서 강조동작으로 변화 할 때, 이들의 모양과 움직임은 일률적이거나 선형으로 일어나지 않고 서로 다른 시간과 곡선을 그린다.

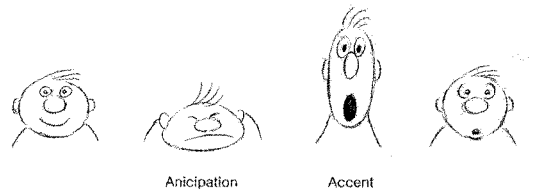


그림 2. 얼굴표정에서 찌그러짐과 늘어남 예 (18)

2.2 표정

Ekman은 인간의 얼굴에서 식별 가능한 6가지 보편적인 정서, 즉, 기쁨(joy), 화남(anger), 놀람(surprise), 슬픔(sadness), 공포(fear), 혐오(disgust)를 제안하였다[19]. 이러한 정서들은 얼굴 근육들에 영향을 주어 각 정서에 대응하는 6가지 표정을 만드는데, 이 때 일어나는 얼굴 근육의 위치와 움직임을 기호화한 것이 AU(Action Unit)이다. AU는 대표적인 43개 Unit과 이를 포함한 총 66개의 Unit으로 구성되어 있는데, 이들의 조합으로 인간이 지을 수 있는 모든 표정을 정의하였다[20]. 그러나 애니메이션의 카툰캐릭터가 갖는 표정은 실제 인간의 표정보다 더 과장되어 있고 정서에 대응하는 표정의 종류 또한 더욱 다양하다. 이러한 문제 제기로, 고혜영은 미국 애니메이션 작품을 관찰하고 그 속에 등장하는 캐릭터가 갖는 비사실적인 표정들을 FACS²⁾에 근거하여 분류하고, AU(Action Unit)들을 시각화하였다. 시각화된 표정들은 Ekman의 기본 정서를 포함한, 카툰캐릭터가 표현할 수 있는 모든 정서들, 즉, '기운찬', '즐거움', '만족하는', '짜증나는', '공황의', '적대하는', '원망하는', '비난하는', '의심스러운', '우울한', '절망한', '정멸하는', '침울한'의 14가지 정서단어로 구분하였다[10].

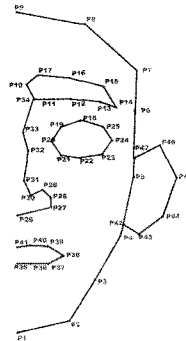
4장에서는 고혜영이 제안한 카툰캐릭터의 14개의 정서 표정 중에서 대표적인 6가지 표정을 선별하여, 참조표정모델로 삼고 이를 애니메이션 작품 속 캐릭터의 표정을 토대로 표정움직임을 모델링 한다.

3. 표정모션의 자동화

3.1 선형반얼굴모델 제안

애니메이션 작품 속 캐릭터의 표정 변화를 x,y 좌표계의 2차원 데이터로 환원하고 이를 분석하기 위해서 캐릭터의 고유한 시각적 자요소들을 배제한 반쪽의 얼굴 오브젝트를 디자인하였는데 이를 '선형반얼굴모델'이라고 명한다.

'선형반얼굴모델'은 직선으로 이루어져 있고 실험을 거쳐 최소의 점으로 캐릭터의 표정을 만들 수 있



구성오브젝트	점	갯수
얼굴라인	P1~P9	9
눈썹	P10~P17	7
눈	P18~P25	8
코	P26~P34	9
입	P35~P41	7
귀	P42~P47	6

그림 3. 제안된 선형반얼굴모델

도록 하였다. 총47개의 점들과 6개의 구성오브젝트로 되어 있는데, 각 점들은 6개의 구성오브젝트 즉, 얼굴라인, 눈썹, 눈, 코, 입, 귀 오브젝트에 속해있다. 각 점에 대한 명칭과 구성오브젝트들은 그림4와 같다. '선형반얼굴모델'을 이루는 6개의 구성오브젝트를 일반화하여 Object O 라고 할 때, Object O 는 표정의 종류에 따라 다양한 N_e 개의 이모션 타입(Emotion Type)을 갖고 있다. 그리고 이모션 타입(Emotion Type)은 F_e 개의 프레임에 갖고 있는데, 이를 $O(Emotion, F)$ 로 표현할 수 있다. 여기서, P 는 구성오브젝트에 속해 있는 점의 집합이며, f 는 오브젝트의 변화를 보여 주는 Frame Index로, $0, 1, 2, \dots, F_e - 1$ 과 같이 나타낸다. 이 때, f 번째 프레임의 구성오브젝트에 속해있는 점들의 집합을 수식 (1)과 같이 정의할 수 있다.

$$P^f = \{p_0^f, \dots, p_i^f, p_{N_p-1}^f\} \quad (1)$$

where $i=0, \dots, N_p-1$ N_p = 점의 갯수

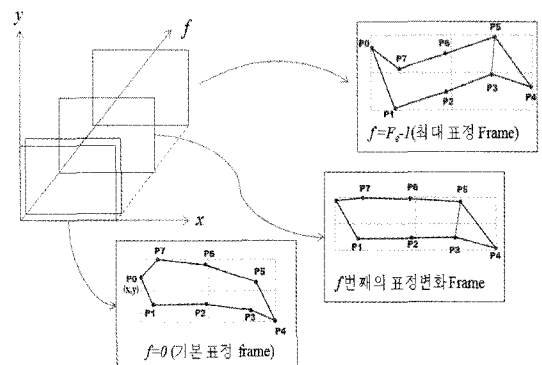


그림 4. 프레임 변화와 그에 따른 눈썹 구성오브젝트의 변형 예

2) FACS(Facial Action Coding System)은 1978년 Ekman과 Friesen에 의해 개발된 얼굴 표정을 구분동작으로 분류한 시스템이다.

3.2 고정점과 이동점

표정 애니메이션이 일어날 때, 구성오브젝트에 속해 있는 점들의 이동거리를 관찰한 결과, 규칙적인 움직임을 가지는 점들과 불규칙적이며, 움직임이 거의 없는 점들이 발견되었다. 표정이 일어날 때, 각 점들이 움직이는 정도를 나타내는 점의 이동 분산을 통해 이러한 점들을 구분할 수 있는데, 점들의 프레임 평균 이동거리 정도를 나타내는 분산은 다음과 같이 정의될 수 있다. M_i 를 점 P_i^f 가 각 프레임에서 이동한 거리의 중심이라고 할 때, i 점의 이동 중심은 수식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$M_i = \frac{1}{F_e} \sum_{f=0}^{F_e-1} m_i^f \quad (2)$$

where, $i=0, \dots, N_p-1$ N_p = 점의갯수

이 때, m 을 f 에서 f' 으로 변할 때, 점의 이동이라고 하면,

$$m = p_i^{f'} - p_i^f \quad (3)$$

그리고 점 P_i^f 의 이동 분산을 V_i 라 할 때,

$$V_i = \frac{1}{F_e} \sum_{f=0}^{F_e-1} \{m_i^f - M_i\}^2 \quad (4)$$

구성오브젝트 점으로, 표정변화에 의미 있는 움직임을 가지며, 이동 분산이 일정량 이상인 점들을 고정점이라 명명하고, 구성오브젝트의 형태변화는 일으키나, 그것이 의미 없는 움직임으로 이루어져 있고, 이동 분산이 일정량 미만인 점들을 고정점이라 명명한다. 이동점의 움직임 특성은 점의 평균 이동거리가 비교적 길고 움직임의 방향이 규칙적이나, 고정점의 움직임 특성은 점의 평균이동거리가 짧고 움직임의 방향이 불규칙적이다. 고정과 이동점이 의미하는 바는 John Lasseter[2]이 ‘찌그리짐과 늘어남’에 대해 정의한 바와 같이 오브젝트에서 ‘찌그리짐과 늘어남’이 일어날 때, 형태의 변형은 오브젝트 전체에서 발생하지 않고 부분적으로 발생한다는 것이다. 따라서 익스프레스브 모션 스타일의 표정을 표현하기 위해서 본 연구에서는 캐릭터의 얼굴 부위 중, 움직임이 활발한 이동점을 중심으로 리타게팅할 것이다.

3.3 이동점변화율

‘선형반얼굴모델’을 이용하여 모델링된 특정 감정

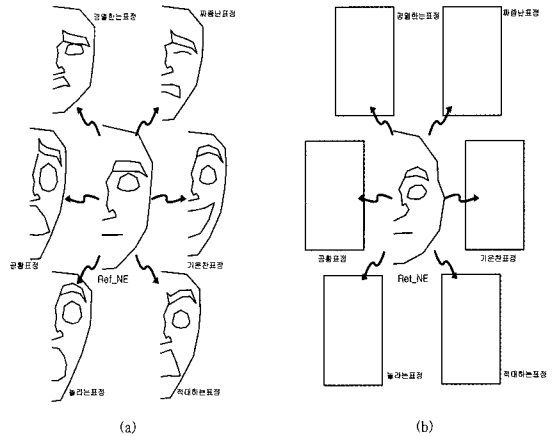


그림 5. (a) 참조표정모델세트(왼쪽), (b) 리타게팅표정모델 세트(오른쪽)

의 표정애니메이션을 참조표정모델이라 정의하고, 참조표정모델을 리타게팅하여 자동으로 생성된 표정애니메이션을 ‘리타게팅표정모델’이라 정의한다.

참조표정모델과 리타게팅표정모델에서 무표정얼굴을 각각 참조중간표정, 리타게팅중간표정 이라 하고, 이하 Ref_NE(Reference Neutral Expression), Ret_NE(Retargeting Neutral Expression)라 명한다.

Ref_NE과 Ret_NE은 표정모델에서 그 캐릭터의 원형디자인을 의미한다. 참조표정모델과 리타게팅 표정모델은 항상 Ref_NE와 Ret_NE로 시작하며, 각 프레임마다 이동점들이 움직인 결과, 다양한 감정의 표정으로 변한다. 이 때, 각 프레임마다 나타나는 점 P_i^f 의 x, y 좌표 이동변화량을 이동점변화율이라 정의한다. 이동점변화율은 Ref_NE의 전체 폭과 높이를 기준으로 움직인 이동점의 이동거리 변화율을 의미한다. 이것은 참조표정모델의 움직임을 재현하는 수단이 된다.

H^0 와 W^0 을 각각 참조표정모델에서 $f=0$ 일 때, Ref_NE의 높이와 폭이라고 하면,

$$H^0 = \begin{aligned} &Max Y(p_i^0, \text{ for } i=0, \dots, N_p-1) \\ &- Min Y(p_i^0, \text{ for } i=0, \dots, N_p-1) \end{aligned} \quad (5)$$

$$W^0 = \begin{aligned} &Max X(p_i^0, \text{ for } i=0, \dots, N_p-1) \\ &- Min X(p_i^0, \text{ for } i=0, \dots, N_p-1) \end{aligned} \quad (6)$$

으로 나타낼 수 있다. 여기서,

$Max X$ = Ref_NE의 모든 점 중 최대 x 값

$Min X$ = Ref_NE의 모든 점 중 최소 x 값

$Max Y$ = Ref_NE의 모든 점 중 최대 y 값

$MinY = Ref_NE$ 의 모든 점 중 최소 y 값이다.



그림 6. Ref_NE의 H^0 와 W^0

$R_{i_Xmove}(f, f')$ 를 f 에서 f' 프레임으로 이동할 때, x 축으로 움직인 점 P_i^f 의 이동점변화율이라고 하고, $R_{i_Ymove}(f, f')$ 를 f 에서 f' 프레임으로 이동할 때, y 축으로 움직인 점 P_i^f 의 이동점변화율이라고 하면,

$$R_{i_Xmove}(f, f') = \frac{1}{W^0} [Xval P_i^f - Xval P_i^{f'}] \times 100\% \quad (7)$$

$$R_{i_Ymove}(f, f') = \frac{1}{H^0} [Yval P_i^f - Yval P_i^{f'}] \times 100\% \quad (8)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 $Xval$ 는 점 P_i^f 의 x 값이고 $Yval$ 는 점 P_i^f 의 y 값이다.

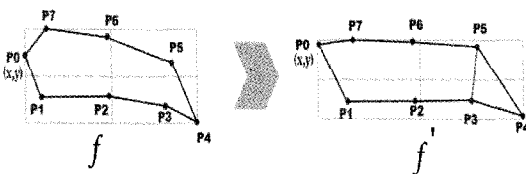


그림 7. $f \rightarrow f'$ 일 때, 눈썹구성오브젝트의 이동점 변화와 형태 변화 예

참조표정모델의 이동점변화율은 매 프레임마다 각각의 변화율 값을 가지며, 리타게팅 때, Ret_NE가 갖고 있는 외형적 특징을 훼손하지 않으면서 참조표정모델의 표정 움직임을 재현해야 하므로, 백분율로 적용된다.

3.4 리타게팅(Retargetting)

Ret_NE는 Ref_NE와 얼굴모양은 다르지만 동일한 구성요소오브젝트와 점의 수를 가진다. Ret_NE의 구성오브젝트를 O 라 하고, 특정한 이모션 타임에

서, $f \rightarrow f'$ 프레임으로 변할 때, Ret_NE의 구성오브젝트를 $O'(Etype, P^f)$ 라 하면,

$$O'(Etype, P^f) = O(Etype, P^f) + \nabla O'(Etype, f, f') \quad (9)$$

로 표현할 수 있다. $O'(Etype, P^f)$ 는 f 프레임에서의 이동점 좌표에 $f \rightarrow f'$ 프레임으로 변할 때의 이동점변화량인 $\nabla O'(Etype, f, f')$ 을 더함으로써 얻을 수 있다. $\nabla O'(Etype, f, f')$ 을 Ret_NE의 이동점변화량이라고 할 때,

$$\nabla O'(Etype, f, f') = \nabla P_i = \{ \nabla p_i, \text{ where } i=0, 1, \dots, N_p-1 \} \quad (10)$$

로 나타낼 수 있다. 여기에서 ∇p_i '는 Ret_NE의 이동점들이 가지는 각 프레임마다의 이동점변화율인데, 수식 (11)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\nabla p_i = (R_{i_Xmove}(f, f') \times W_R^0, R_{i_Ymove}(f, f') \times H_R^0) \quad (11)$$

여기에서 W_R^0 와 H_R^0 는 각각 리타게팅표정모델에서 $f=0$ 일때, Ret_NE의 폭과 높이이다.

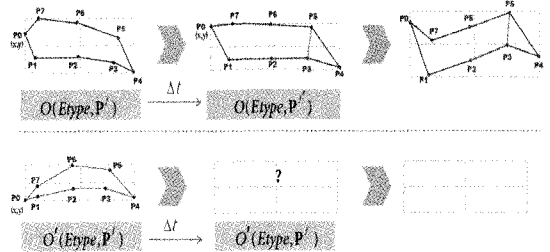


그림 8. 참조표정모델의 이동점변화율(상)을 따르는 리타게팅표정모델의 구성오브젝트(하)

4. 실험 및 검증

4.1 실험방법

실험은 3장과 4장에서 제안된 참조표정모델과 리타게팅표정모델의 이동점변화율을 구하는 방법과 그것을 새로운 캐릭터에 리타게팅 하는 과정으로 구성되어 있다. 실험의 전체적인 과정은 다음과 같다. 먼저, 디즈니 애니메이션 원리중 ‘찌그러짐과 늘어남’의 표현이 잘 표현된 기존의 캐릭터 얼굴표정 애니메이션을 표정별로 수집한다. 이때, 수집된 자료는

무비클립의 형태이므로 선형반얼굴모델을 이용하여 프레임별로 변하는 캐릭터의 표정변화를 x, y 좌표값으로 데이터화 한다. 좌표값들 중에서 이동하는 점들의 변화율들을 참조표정모델의 이동점변화율로 산출한다. SVG 포맷의 무표정 캐릭터 얼굴을 디자인하고, 디자인된 캐릭터의 얼굴 좌표값에 참조표정모델의 이동점변화율들을 적용한다. 이동점변화율이 적용되어 산출된 좌표값들을 matlab에서 실행하여 그래픽으로 변환한다.

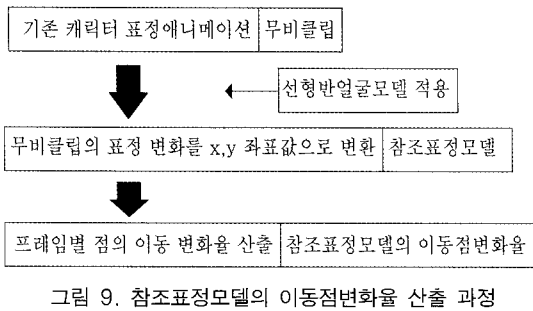


그림 9. 참조표정모델의 이동점변화율 산출 과정

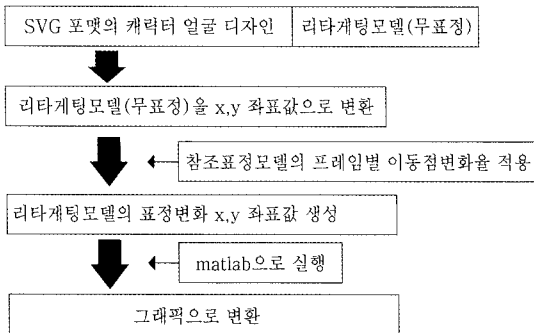


그림 10. 이동점 변화율을 이용한 리타게팅 과정

고혜영의 정서 단어에 대응하는 표정모델은 Ekman의 6가지 표정에 근거하여 각 표정의 AU조합 강도에 따라 다시 세부적으로 나누어 총 14개의 표정을 분류하였다.[10] 이 때, 강도가 약한 AU조합은 강도가 강한 AU조합을 짓는 중간 동작으로 표현 가능하므로 본 연구에서는 강도가 가장 강한 AU조합들을 선별하였는데, 공포표정에서는 AU1+2+42+12+20+26, 기쁨표정에서는 AU1+2+5+12+15+27, 놀람표정에서는 AU2+5+10+15+26+27, 슬픔표정에서는 AU1+4+6+41+15, 혐오표정에서는 AU1+4+6+10+20+25, 화남표정에서는 AU2+4+5+15+17+25의 조합이다.

그리고 이에 해당하는 참조표정모델을 만들기 위

해 숙련된 아티스트들이 제작한 애니메이션 작품을 대상으로 자료를 수집하였다. 수집 범위는 1990년에서 2005년 사이에 국내 개봉한 미국 애니메이션 중, 역대 흥행순위 50위권 안의 작품을 대상으로 하였고, 그 중에서 익스프레스브 모션 스타일이 잘 표현된 작품을 선정하였다. 작품 속 캐릭터 얼굴표정 애니메이션을 연속된 정지영상의 형태로 캡처링 하였다. 캡처된 캐릭터의 표정애니메이션들은 캐릭터의 움직임과 카메라의 앵글 변화에 따라 그 위치와 크기가 제각각이므로 그림 11과 같이 캐릭터의 양쪽 눈을 중심으로 정규화 하였다. 정규화로 재 정렬된 연속된 정지영상 위에 그림 12와 같이 선형반얼굴모델을 맵핑하여 프레임 마다 움직이는 캐릭터의 표정변화를 x, y 좌표값으로 구하였다.

각 점들의 분산값을 구하고 비교한 결과, $P_7, P_8, P_9, P_{42}, P_{43}, P_{44}, P_{45}, P_{46}, P_{47}$ 의 점들은 움직임이 일정하지 않고 이동분산이 7미만인 것들로, 고정점으로 분류하였다. 이러한 점들은 실제 캐릭터의 표정변화에 영향을 주지 않는 부위로, 리타게팅 시 이동점 변화율이 0이다.

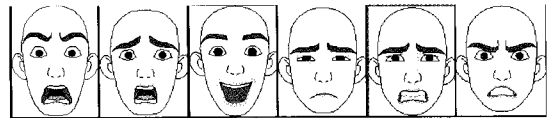


그림 11. 정서 단어에 대응하는 6가지 표정모델

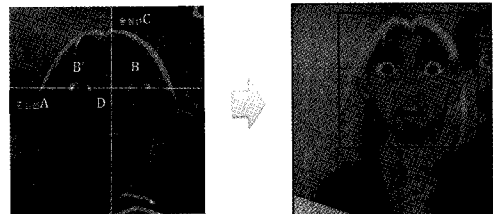


그림 12. 캐릭터 얼굴의 규격화

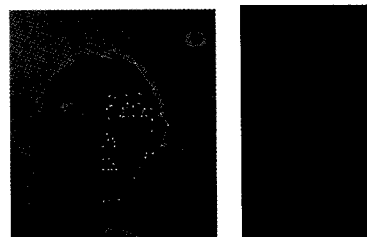


그림 13. 선형반얼굴모델의 맵핑(왼쪽)과 선형반얼굴모델의 겹적(오른쪽)

표 1. 귀구성오브젝트 점의 평균이동거리와 분산 예

오브젝트	점	M(평균이동거리)	V(분산)
귀	p42	1.75	2.85
	p43	1.88	5.65
	p44	1.52	2.02
	p45	1.09	2.15
	p46	1.22	3.62
	p47	2.05	5.63

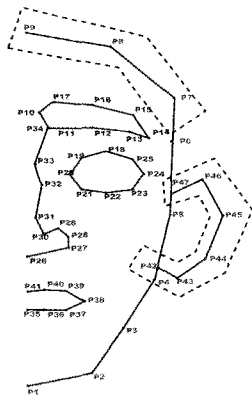


그림 14. 선형반얼굴모델에서 이동점과 고정점(점선안)

수집된 6가지 정서의 캐릭터 표정애니메이션들을 토대로, 선형반얼굴모델을 이용하여, 참조표정모델 세트를 모델링하였다. 그리고 각 프레임마다 선형반얼굴모델의 x, y 좌표값을 구하고 고정점을 제외한 이동점들의 이동점변화율을 각 프레임마다 구하였다.

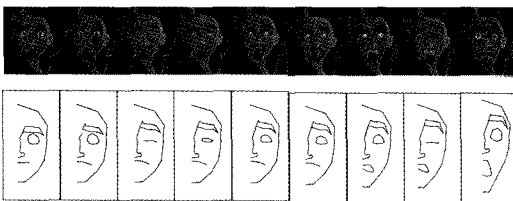


그림 15. 놀람표정의 작품 속 표정애니메이션(위)과 모델링된 참조표정모델(아래)

리타게팅을 위하여 그림15와 같이 5개의 Ret_NE를 디자인하였다. 각 Ret_NE는 음양오행과 관상학에 기반하여[12] 서로 상이한 형태로 디자인 되었다. 이는 실험의 성공 여부를 검증하기 위한 것으로, 리타게팅이 여러 가지 다른 형태의 얼굴모양에 적용 가능한지 확인하기 위해서이다.

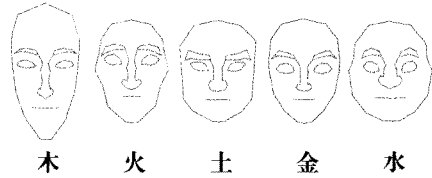


그림 16. 음양오행과 관상학에 기반하여 고안된 Ret_NE

5개 Ret_NE의 x, y 좌표값에 6개 참조표정모델의 이동점변화율을 각각 적용하여 무표정 이후 표정 변화를 나타내는 x, y 좌표값을 각각 산출하였다. 최초 1개 프레임이었던 Ret_NE들은 적용된 참조표정모델의 종류에 따라 표정변화의 프레임이 추가 생성되었다. 최초 1프레임과 이후 추가 생성된 프레임의 표정변화 좌표값을 matlab 프로그램을 실행하여 그래픽으로 변환하였다. 그림 16은 수형상의 Ret_NE에 놀람-참조표정모델의 이동점 변화율을 적용하여 산출된 표정변화 좌표값을 matlab으로 실행하여 그래픽으로 나타낸 결과이다.

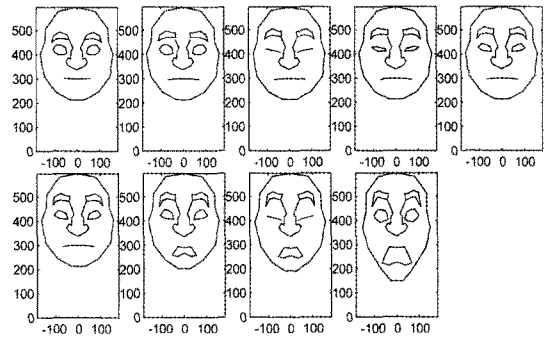


그림 17. 수형상의 놀람-참조표정모델 리타게팅 결과

4.2 리타게팅 결과

공포, 기쁨, 슬픔, 놀람, 혐오, 화남의 6가지 참조표정 모델을 목, 화, 수, 금, 토형상 캐릭터의 Ret_NE에 각각 리타게팅하여 총30개의 리타게팅표정모델을 자동으로 만들 수 있었다. 리타게팅표정모델은 각 캐릭터가 가지고 있는 Ret_NE의 외형적 특징을 잃지 않으면서, 참조표정모델과 같은 표정을 띠었다. 참조표정모델에서 모델링된 ‘찌그리즘과 늘어남’의 표정이 리타게팅 캐릭터에서도 생성되었으며, 동화의 수는 참조표정모델에 따라 19~21개로, 표정을 만드는 데 부드러운 움직임을 보였다. 육안으로 볼 때, 참조표정모델과 리타게팅표정모델과의 표정일치 정도는

형상에 따라 약간의 차이가 있었는데, Ret_NE가 Ref_NE와 형태비례가 비슷할수록 표정일치 정도는 높았고 반대 일수록 낮았다. 그림17-22는 기쁨-참조 표정모델과 그것을 각 캐릭터의 Ret_NE에 리타게팅 한 결과로, 총19프레임의 동화 중에서 주요 변화 부분만을 발췌한 것이다.



그림 18. 참조표정모델의 기쁨 표정



그림 19. 금형상의 기쁨 표정 리타게팅 결과 예



그림 20. 목형상의 기쁨 표정 리타게팅 결과 예



그림 21. 수형상의 기쁨 표정 리타게팅 결과 예



그림 22. 토형상의 기쁨 표정 리타게팅 결과 예



그림 23. 화형상의 기쁨 표정 리타게팅 결과 예

5. 결 론

인터넷과 모바일의 통신 기술의 발전에도 불구하고 현재의 온라인 환경의 애니메이션 콘텐츠는 영화와 TV매체의 그것과 비교해서 질적으로 낮다고 할 수 있다.

이는 영화나 TV매체에 비해 온라인 콘텐츠 제작사의 인력과 제작비, 시간 등이 충분하지 않기 때문

인데, 이러한 문제를 해결하기 위해서는 무엇보다도 누구나 쉽고 빠르게 양질의 애니메이션을 제작할 수 있는 기술 개발이 필요하다.

본 연구는 이러한 문제에 대한 방안으로 양질의 기존 애니메이션을 활용하는 캐릭터 표정 애니메이션의 리타게팅 연구를 하였는데, 극장용 애니메이션 작품에서 보이는 과장되고 비선형적인 표정움직임을 모델화하여 그것을 새로운 캐릭터에 적용하고 자동으로 재생성 할 수 있는 방법을 제시하였다.

표정 애니메이션 자동화 방법을 찾기 위해서 먼저 전통 애니메이션에서 나타나는 캐릭터의 과장된 표정애니메이션을 연속된 정지영상으로 수집하였고, 그 위에 47개의 점으로 된 선형반얼굴모델을 맵핑하여 표정의 움직임을 x, y 좌표값으로 데이터화 하였다. 이 때, 표정을 만드는 점의 이동변화가 규칙적인 이동점의 이동변화량을 프레임단위로 측정하여, 참조표정모델의 이동점변화율을 구할 수 있었다. 참조표정모델의 이동점변화율을 Ret_NE에 적용한 결과, Ret_NE는 본래의 외형적 특징을 유지하면서 참조표정모델과 동일한 표정을 지었다.

본 연구의 결과로, 하나의 참조표정모델과 Ret_NE만 있으면 비전문가라도 얼마든지 자동으로 캐릭터 표정애니메이션을 만들 수 있을 것이다. 그리고 본 연구는 SVG 포맷에 기반 하므로 저용량으로 많은 수의 동화를 사용할 수 있어, GIF 애니메이션에 비해 부드러운 표정의 움직임이 가능하다.

본 연구에서는 표정 리타게팅의 가능성을 모색하고자 리타게팅에 필요한 수학적 모델을 만들고 그것을 적용하는 방법까지 제안하였다. 그러나 실제 사용자가 리타게팅을 하기 위해서는 이동점변화율을 산출하고 그것을 리타게팅하는 전 과정이 자동화되어야 한다. 따라서 향후 연구로, 사용자가 편리하게 전 과정을 자동으로 리타게팅 할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다. 또한 본 연구의 실험에서는 제한된 참조표정 모델을 적용하였으나, 실질적인 캐릭터 표정애니메이션의 적용을 위해서는 개발자의 취향과 능력에 따라 더욱 생동감 있고 다양한 종류의 참조표정 모델이 디자인되어야 하겠다.

참 고 문 헌

[1] Christoph Bregler, Lorie Loeb, Erika Chuang,

- and Hrishi Deshpande, "Turning to the Masters: Motion Capturing Cartoons," *ACM Transactions on Graphics*, Vol.21, No.3, pp. 399-407, 2002.
- [2] John Lasseter, "Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation," *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, Vol.21, No.4, pp. 35-44, 1987.
- [3] 이성재, 유남현, 양수영, 김원중, "SVG를 이용한 유,무선 인터넷 환경에서의 캐릭터 서비스," 한국해양정보통신학회논문지, 제9권, 제8호, pp. 1821-1827, 2005.
- [4] 채수명, 기업이미지 제고를 위한 기업명 분석, 다이아몬드 애드, 서울, 1993.
- [5] 이향재, "가상공간의 아바타 캐릭터에 대한 사용자의 인식조사," 디자인학연구, 제17권, 제3호, pp. 61-70, 2004.
- [6] 박석지, "3D 애니메이션 기술시장 보고서," 한국전자통신연구원, 대전, 2000.
- [7] F. I. Parke, "A Model for Human Faces that Allows Speech Synchronized Animation," *Computers & Graphics*, Vol.1, No.1, pp. 3-4, 1975.
- [8] 김용순, 김영수, "3차원 캐릭터 애니메이션 기술 동향," 정보과학회지, 제17권, 제2호, pp. 48-59, 1999.
- [9] 강기태, "애니메이션 캐릭터의 표정 패턴 연구," 부산대학교 대학원, 석사논문, 2002.
- [10] 고혜영, "애니메이션 캐릭터의 감정표현 방법 분석 연구," 부산대학교 대학원, 석사논문, 2002.
- [11] 류근영, "음양오행(陰陽五行)사상에 의한 캐릭터의 두상과 체상의 유형 분석 연구," 부산대학교 대학원, 석사논문, 2002.
- [12] 홍수현, 김재호, "음양오행(陰陽五行)사상의 관상학에 기반한 애니메이션 캐릭터 얼굴 설계 시스템 연구," 한국멀티미디어학회논문지, 제9권, 제7호, pp.872-893, 2006.
- [13] 고혜영, "애니메이션 캐릭터의 2.5D 얼굴과 표정자동생성," 부산대학교 대학원, 박사논문, 2008.
- [14] Hongbin Wang and Hua Li, "Cartoon Motion Capture by Shape Matching," 10th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications, pp. 454-456, 2002.
- [15] Rastegari M., Rouhani M., Gheissari N., and Pedram M.M., "Cartoon Motion Capturing and Retargeting by Rigid Shape Manipulation," *Digital Image Computing: Techniques and Applications*, pp.498-504, 2009.
- [16] Scalable Vector Graphics(SVG), <http://www.w3c.org/graphics/svg>
- [17] Thomas Frank and Johnston Ollie, *Disney Animation - The Illusion of Life*, Abbeville Pub, 1981.
- [18] Richard Williams, *The animator's survival kit*, faber & faber Pub, 2001.
- [19] Paul Ekman, "Emotion in the human face, Second Edition," Cambridge University Press, 1982.
- [20] P. Ekman and W. Friesen, "Facial Action Coding System," Consulting Psychologists Press, 1978.



강 기 태

1998년 부산대학교 예술대학 미술학과 시각디자인전공 학사
2002년 부산대학교 영상정보공학과 석사
2009년~현재 동부산대학 게임만화캐릭터과 겸임교수

2011년~현재 동서대학교 디지털콘텐츠학부 겸임교수
관심분야 : 캐릭터 디자인, 영상, 애니메이션



김 재 호

1976년 부산대학교 전기기계공학과(공학사)
1980년 KAIST 산업전자공학과(공학 석사)
1990년 KAIST 전기 및 전자공학과(공학 박사)

1992년~현재 부산대학교 영상정보공학과 교수
관심분야: 영상 압축, 신호 처리, 멀티미디어 통신, 애니메이션



홍 수 현

1991년 부산대학교 예술대 미술학과 시각디자인전공(학사)
1999년 부산대학교 예술대 미술학과 시각디자인전공(석사)
2005년 부산대학교 영상정보공학과(공학 박사)

2001년 3월~현재 동부산대학 캐릭터애니메이션과 교수
관심분야: 영상, 애니메이션, 캐릭터디자인, 게임