

감정변화에 따른 3D캐릭터의 표정연출에 관한 연구 (해부학적 구조 중심으로)

김 지 애[†]

요 약

하드웨어의 급속한 기술발전은 3차원 영상정보를 포함한 다양한 디지털 영상정보의 급속한 발전과 확대를 가져왔다. 애니메이션, 가상현실, 영화, 광고, 게임 분야에서도 3차원 디지털 영상처리는 매우 다양하고 광범위하게 사용되고 있다. 이러한 3차원 디지털 영상 속에 등장하는 3D 캐릭터는 의인화된 동작이나 음성, 표정등을 통해 관객에게 감동과 정보를 전달하는 중요한 역할을 담당한다. 3D캐릭터의 활용도와 사용범위가 확대되어 감에 따라 효과적인 3D캐릭터의 동작연구나 표정연출에 대한 관심도 또한 높아지고 있다. 본 연구에서는 내적감정상태의 효과적 수단으로 사용되는 표정에 대해 연구해본다. 해부학적 구조에 기반한 얼굴근육의 운동방향과 변화에 따른 3D 캐릭터의 표정구현에 대해 살펴보고 효과적인 표현방법을 모색해보고자 한다. 또한 선행연구로 진행된 2D 캐릭터 표정연구와의 비교를 통하여 그 차이점과 특징에 대해 살펴보고자 한다.

A Study on Effective Facial Expression of 3D Character through Variation of Emotions (Model using Facial Anatomy)

Ji-Ae, Kim[†]

ABSTRACT

Rapid technology growth of hardware have brought about development and expansion of various digital motion pictured information including 3-Dimension. 3D digital techniques can be used to be diversity in Animation, Virtual-Reality, Movie, Advertisement, Game and so on. 3D characters in digital motion picture take charge of the core as to communicate emotions and information to users through sounds, facial expression and characteristic motions. Concerns about 3D motion and facial expression is getting higher with extension of frequency in use and range about 3D character design. In this study, the facial expression can be used as a effective method about implicit emotions will be studied and research 3D character's facial expressions and muscles movement which are based on human anatomy and then try to find effective method of facial expression. Finally, also, study the difference and distinguishing between 2D and 3D character through the preceding study what I have researched before.

Key words: 3D Character(3D캐릭터), Facial Expression(얼굴표정), Muscular motion(근육운동)

1. 서 론

컴퓨터 그래픽스의 급격한 기술 발달과 사용자 층의 다양한 멀티미디어 정보 및 서비스에 대한 요구로

기존의 단순한 2차원 영상 정보는 점차 3차원 정보로 표현되어 가고 있다. 3D 게임, 광고, 3D애니메이션과 같은 3차원 디지털 영상물에서 이야기를 이끌어가는 주인공으로서 의인화된 동작이나 음성, 표정 등을 통

※ 교신저자(Corresponding Author): 김지애, 주소: 전주 시 완산구 효자동2가 1070번지(560-760), 전화: 063)858-1845, FAX: 063-220-3950, E-mail: tobe75@hanmail.net
접수일: 2006년 3월 20일, 완료일: 2006년 4월 13일

[†] 전주비전대학 영상그래픽과

*본 논문은 2005년 누리사업 연구비지원에 의하여 연구하였음

해 관객에게 감동과 정보를 전달하는 중추적 역할을 하는 것은 3D캐릭터이다. 3D캐릭터의 활용도와 사용범위가 확대되어감에 따라 효과적인 3D캐릭터의 동작연구나 표정연출에 대한 관심도 또한 높아지고 있다. 3D 캐릭터의 동작에 관한 연구는 스캐닝 기술이 발달하면서 모션 캡처(motion capture)기술을 많이 사용하는데 인간의 움직임을 센서를 통해 애니메이션 캐릭터에 부여하는 과정을 통해 사실적이고 실제적인 움직임을 만들어내고 있다[1]. 그러나 얼굴 표정에 대한 연구는 여전히 까다로운 분야로 남아있는데, 근육이나 피부 등의 미세한 움직임으로 다양한 느낌을 전달하는 얼굴표정은 다관절체의 움직임을 보여주는 동작과는 상당히 다른 각도의 미세한 접근 방식이 필요하기 때문이다. 본 연구에서는 선행연구로 실시된 2D 캐릭터의 표정 연구 결과와의 비교를 통해 3D 캐릭터가 가지고 있는 특징과 2D캐릭터 표정과의 차이점을 살펴보고, 보다 효과적인 3D캐릭터의 표정연출 방법에 대해 모색해보고자 한다. 안면근육의 움직임과 얼굴 변형에 영향을 주는 표정근의 움직임을 고려하여 3D 캐릭터의 얼굴표정 표현에 대해 살펴보고자 한다.

1.1 연구범위

얼굴표정을 만들어내는 얼굴 근육의 움직임은 얼굴표면에 주름과 선, 골을 만들어내며, 또한 시선의 방향, 머리의 움직임, 홍조, 안색의 변화, 땀의 발생, 동공의 확장 같은 자동적 반응들도 수반한다(Oster, 1989)[2]. 얼굴표정에 포함되는 이와 같은 복합적인 요소들을 모두 포함시키기는 매우 어렵다. 따라서 표정을 통해서 내적상태를 추론하기 위해서는 얼굴표정을 나타내는 핵심적인 요소들을 찾아내야 하는데, 얼굴 인식의 결정적인 단서들을 알아내려는 연구를 통해서 Rhodes(1988)[3]은 얼굴인식에는 눈썹, 눈, 코, 입 등의 특징요소들이 머리카락, 피부, 주름, 점과 같

은 얼굴의 다른 요소들보다 중요한 요인임을 밝혔다. 사례연구에서는 간접적 의사전달 방법 가운데 얼굴 표정을 나타내는 특징 요소들의 표현 방법에 초점을 맞추어 연구를 진행한다.

2. 이론적 고찰

2.1 얼굴 애니메이션 고찰

2차원 얼굴애니메이션은 Disney Studio, Hanna Barbera, Warner Brothers 등에서 잘 정의되어 있지만 3차원 얼굴애니메이션은 아직 완성된 결과는 얻어지지 않은 상태이고 현재까지도 많은 연구가에 의해 다양한 시도가 이루어지고 있는 단계이다. 현재까지 연구된 대표적인 애니메이션 제작방법은 키-프레임 방법, 파라미터를 이용한 방법, 스크립터 기반 방법, 모션캡처 기반 방법 등이 있다. 키-프레임 애니메이션은 2차원 애니메이션뿐만 아니라 3차원 애니메이션에서도 가장 많이 사용되는 기법이다. 기준이 되는 두 개의 서로 다른 표정의 얼굴을 설정하고, 제어 인수와 보간 계수를 이용하여 얼굴 표면의 제어점을 조금씩 움직여 한 표정에서 다른 표정으로 변화시키는 방법이다[4]. 파라미터 방법[5]은 얼굴모델 상에 나타나는 입의 위치, 폭, 길이, 눈동자의 위치, 크기 등의 최대와 최소의 제어점 위치를 파라미터로 지정하여 애니메이션화 하는 방법이다. 스크립터 방법[6]은 스크립트 언어(scripting languages)에 의해 제작된 애니메이션을 말하는데, 프로그래밍 언어가 가지는 특성을 이용하면 상황에 따라 서로 다른 결과를 쉽게 기술할 수 있고, 특정 애니메이터에 구애받지 않고 애니메이션을 제작하는 것이 가능해진다. 마지막으로 모션캡처는 물체의 움직임을 추적하여 얻어낸 위치 데이터를 컴퓨터 내부에 모델링된 캐릭터에 적용하여 유사한 동작을 생성하도록 하는 기술이다 [7].

키프레임 방법부터 파라미터기반, 스크립터 기반, 모션캡처 방법까지 다양한 제작 방법이 있지만, 얼굴 표정 애니메이션을 제작할 때 가장 기본이 되는 이론은 얼굴의 표정을 만들어내는 근육 구조와 근육의 움직임을 이해하는 것이 중요하다. 이에 해부학적 구조에 기반한 애니메이션 제작 방법에 대해 살펴보고자 한다.

표 1. 연구범위

애니메이션 캐릭터의 감정 표현 수단	
직접채널 (Explicit Channel)	간접채널 (Implicit Channel)
대사	얼굴표정
	몸동작
	배경음악
	조명

눈썹, 눈, 코, 입 등 특징요소

머리카락, 피부, 주름, 점 등 기타요소

2.2 해부학적 구조에 기반한 애니메이션

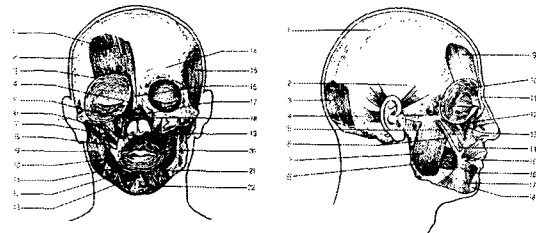
다양한 얼굴애니메이션 제작방법 가운데 본 연구에서는 리얼리티 기반의 3D 캐릭터를 제작하기에 효과적인 방법으로 해부학적 구조 기반의 애니메이션 방법에 대해 연구를 진행하고자 한다. K. Waters가 제안한 근육모델에 필요한 근육을 추가하고 표정형성에 주로 영향을 미치는 주요한 근육운동의 방법과 움직임의 물리적 운동측면을 분석하여 특정 표정을 구현하는 방법에 대해 연구를 진행한다.

2.2.1 얼굴근육의 물리적 측면 분석

K Waters는 표정을 나타내는데 주로 기여하는 얼굴근육의 종류를 각 근육의 운동방향에 따라 선형근육(Linear muscle), 원형근육(Sphincter muscle), 평형근육(Sheet muscle) 으로 분류하였다[8].

선형근육은 입 양끝을 들어올리는 대협골근(Zygomatikus major)과 같이 한 지점을 중심으로 일련의 근육들이 사선으로 움직이는 운동을 한다. 평형근육에는 구각하체근 (Depressor anguli oris), 하순하체근 (Depressor labii inferioris), 후두근(Occipitalis)이 속하며 일련의 근육이 한 방향을 향해서 수평으로 움직인다. 원형근육은 전두근(Frontalis)-눈썹 위 이마를 찌푸린다, 구륜근(Orbicularis oris)-입을 오므린다 등과 같이 한 지점을 중심으로 그 주위에 있는 모든 근육들이 그 지점을 향해 움직이는 운동을 한다.

표 2. 얼굴근육



1. 전두근	12. 구각하체근	1. 오상전막	12. 상순비익거근
2. 측두근막	13. 하순하체근	2. 측두근	13. 상순거근
3. 안륜근겹부	14. 추미근	3. 후두근	14. 태치근
4. 상순비익거근	15. 측두근	4. 향이근	15. 구륜근
5. 상순거근	16. 미간하체근	5. 소협(관골)근	16. 하순하체근
6. 태치근	17. 비근	6. 대협(관골)근	17. 삼각근
7. 소협골(관골)근	18. 상순거근	7. 교근	18. 이근
8. 대협골(관골)근	19. 태치근	8. 소근	
9. 교근	20. 협근	9. 전두근	
10. 소근	21. 하순하체근	10. 안륜근	
11. 구륜근	22. 이근	11. 미간하체근	

이들 살펴본 결과 표정을 나타내는데 영향을 미치는 얼굴근육은 주로 눈과 입 주변의 근육이 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있었고, 이들 근육들의 수축과 이완을 통하여 운동방향이 변화함을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서 캐릭터의 얼굴표정이 어떠한 물리적 변화를 일으키는지에 대한 물리적 분석기준으로, K.Waters의 선형, 평형, 원형근육을 중심으로 이들 근육들의 수축과 이완작용에 대해 분석하고자 한다.

2.2.2 근육운동의 패턴을 추출하기 위한 FACS이론

FACS(facial action coding system)는 Ekman과 Friesen에 의하여 제시되어 표정을 만드는 근육들의 움직임을 분류한 것으로, 표정을 만드는데 시간적으로 식별이 가능한 모든 움직임을 나타내는 것이다(표 3)[9]. FACS이론은 현재 표정 애니메이션을 위한 얼굴 모델에서 기본적인 표정을 생성하기 위하여 널리 통용되는 방법이다. 본 연구에서는 사례연구를 통하여 수집된 캐릭터의 얼굴표정의 변화를 분석할 때 이 FACS을 활용하고자 한다. 그 이유는 FACS이론에서 제시하는 46개의 AU조합을 통하여 복잡적이고 다양한 얼굴표정 생성이 용이하기 때문이다.

표 3. 표정의 단위 구성 요소들(AU List)

AU	움직임	AU	움직임
1	눈썹내측을 올린다	20	입술양단을 옆으로 끈다
2	눈썹외측을 올린다	23	입술을 강하게 다문다
4	눈썹을 내린다	24	입술을 내린다
5	윗눈꺼풀을 올린다	25	턱을 내리지않고 아랫입술을 내린다
6	뺨을 올린다	26	턱을 내리면서 아랫입술을 내린다
7	눈꺼풀을 팽팽히 한다	27	입을 크게 벌린다
8	입술을 오므린다	28	입술을 빨아들인다
9	코에 주름을 잡는다	29	아래턱을 내민다.
10	윗입술을 올린다	30	턱을 좌우로 이동시킨다.
12	입술 양단을 끌어올린다	32	입술을 깨문다.
13	볼을 불룩하게 한다	35	볼을 빨아들인다
14	보조개를 만든다	41	윗 눈꺼풀을 내린다
15	입술양단을 내린다	42	눈을 가늘게 뜬다
16	아랫입술을 내린다	43	눈을 감는다
17	턱을 올린다	44	눈을 작게 뜬다
18	입술을 좁힌다	45	눈을 깜박인다

3. 연구방법

연구방법은 감정과 표정에 관한 이론적 고찰을 통하여 얼굴표정을 형성하는데 결정적 영향을 미치는 근육운동의 원리와 종류에 대해서 살펴보고, 이러한 해부학적 구조를 바탕으로 표정이 생성되어지는 패턴을 찾아보고자 한다. Realistic 3D캐릭터를 대상으로 표정연출에 대한 연구를 진행하는데, 연구모델이 되는 3D캐릭터는 Facegen 프로그램을 이용하여 기본적인 남·여 캐릭터를 제작한다. 기본 3D모델에 2D캐릭터를 바탕으로 진행한 기존 사례연구 결과(2005.김지애[10])를 3D 캐릭터에 적용하여 근육운동과 AU 조합에 있어 2D 캐릭터와 3D 캐릭터가 어떠한 공통점과 차이점이 있는지를 비교, 분석해 보고자 한다. 2D캐릭터와 3D 캐릭터는 표현방법이나 제작과정의 차이로 인하여 표정을 연출하는 방법에도 약간씩의 차이가 나타날 것인데, 이를 물리적 측면인 근육운동 측면과 Facs 이론의 AU조합 측면을 기준으로 차이점이나 공통점들을 찾아내고 이를 데이터베이스화 하고자 한다.

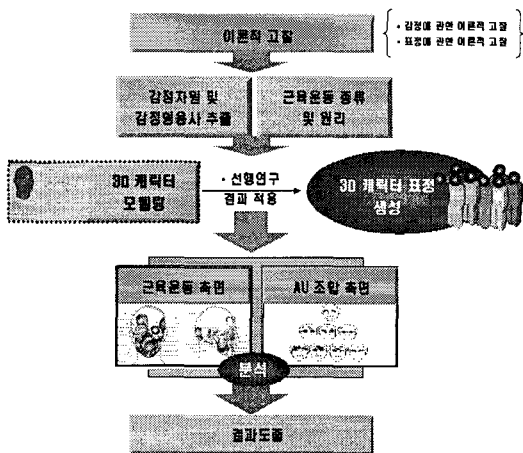


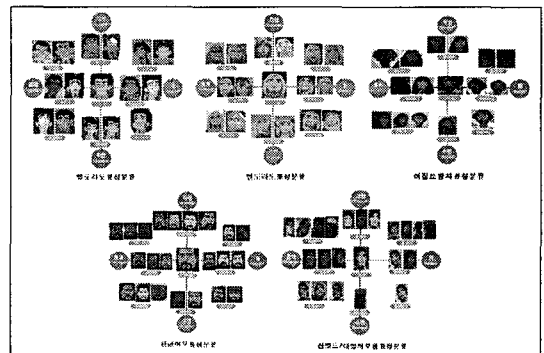
그림 1. 연구방법

4. 선행연구 프로세스

표 4. 선행연구 프로세스

극장용 장편애니메이션 등장 캐릭터 정지영상 수집		
제목	제작사	화면캡춰
엘도라도	월트디즈니	140장
신밧드7대양모험	드림웍스	138장
천년여우	Genco MAD House	105장
이집트왕자	드림웍스	112장
계		495장

차원모형에 따른 캐릭터 표정 분류
 감정형용사(놀라다, 흥겹다, 행복하다, 편안하다, 나른하다, 우울하다, 슬프다, 화나다) 설문 실시, 쾌-불쾌, 각성-수면 차원모형에 표정 분류



감정형용사에 대응하는 대표사진 추출



기본표정에 Overlap

표정 패턴 분석

2D 캐릭터의 감정 변화에 따른 근육움직임 및 운동 패턴 데이터 추출

5. 선행연구 결과

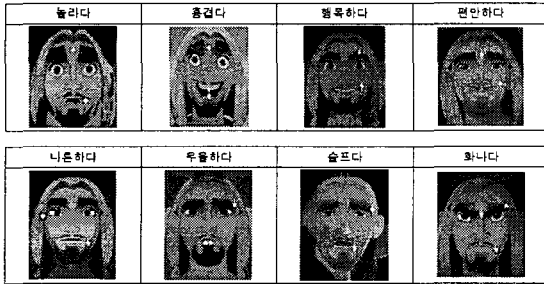


그림 2. 선행연구 결과

선행연구 결과 각각의 감정형용사에 대응하는 대표적 표정을 추출하였고, 기본표정과 오버랩을 통해 얼굴 근육운동이 어떠한 방향으로 움직이고 어떠한 움직임이 있는지를 파악할 수 있었다. 즉, 긍정적 표정에서는 얼굴근육이 전체적으로 이완되는 것을 확인할 수 있었는데, 눈썹과 눈꺼풀의 이완정도, 입양끝의 상향움직임 정도, 입 벌림 크기 정도에 따라 각각의 감정들이 표현된다. 부정적 표정은 얼굴 근육이 전체적으로 수축되는 공통점을 찾을 수 있었다. 눈썹과 눈꺼풀의 수축 정도, 입술 양끝의 하향 움직임 정도, 아랫입술과 윗입술의 수축 정도에 따라 각 표정들이 연출된다.

6. 실증연구

선행연구의 결과를 3D캐릭터에 적용하여 실증연구를 진행하였다. 사례연구에 사용되는 3D 캐릭터는 Realistic 3D Face를 만들어주는 Facegen Modeller 3.1 프로그램을 이용하여 남,여 기본 모델을 제작하였다.

6.1 표정데이터의 변화값 적용

표정을 생성하기 위해 변화값을 적용하였는데, 감정차원 척도상에 비슷하게 위치해있는 우울하다, 슬프다 같은 미묘한 감정은 변화의 정도나 판단이 힘들었기 때문에, 쾌-불쾌, 수면-각성 차원 가운데 각 차

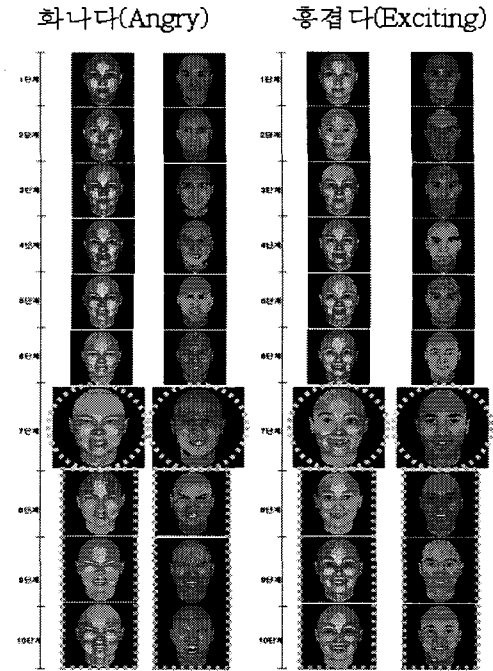


그림 3. FaceGen을 이용한 표정 변화값 단계

원의 최상극에 위치하는 쾌-불쾌, 수면-각성의 대표적인 감정 형용사인 화나다(Angry)와 흥겹다(Exciting)의 감정 표정을 대상으로 변화를 시도하였다. 사례연구에서 각 근육의 움직임 정도값이 추출되지 않았기 때문에, 실증연구를 진행하기 위한 3D 캐릭터의 얼굴 표정을 생성하는데 있어서는 변화의 최소값인 1에서부터 최대값인 10단계까지를 단계별로 적용하여 표정을 생성하였다. 즉 FaceGen Modeller를 사용하여 제작한 3D 캐릭터의 얼굴 표정 생성 단계에서 선행연구의 결과에 따라 눈, 코, 입의 특징적 요소들의 움직임과 근육운동의 방향 및 변화값을 1~10단계로 나누어 점차적으로 변화 정도를 증가시켰다. 변화된 3D캐릭터의 각 추출물을 대상으로 조사한 결과, 사용자들이 7단계 이상에서는 지나친 왜곡으로 인하여 동일 캐릭터로 인지하는데 어려움이 따랐다. 따라서 실증연구의 모델로는 동일 캐릭터로 인지되어지는 범위 가운데 가장 감정을 대표할 수 있는 7단계 표정을 대표적 표정으로 선택하였다.

6.2 3D 캐릭터 대표적 표정 추출

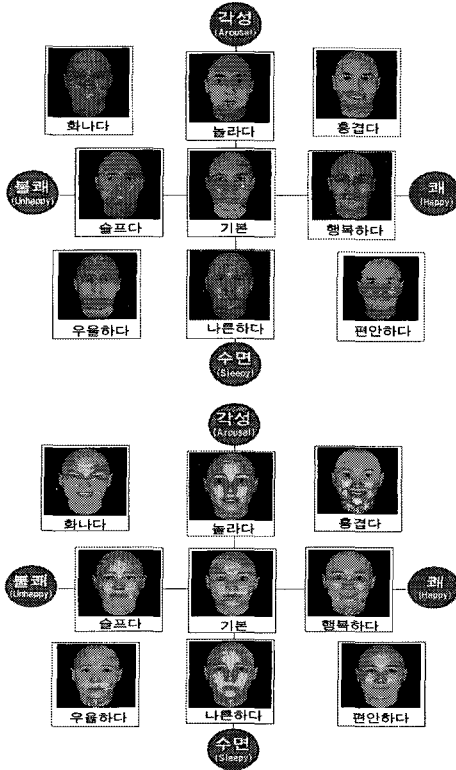


그림 4. 3D 캐릭터 대표적 표정

6.3 긍정적 표정 분석

긍정적 표정은 1차 분류에서 대협골근(Zygomaticus major)에 해당하는 입 양끝을 들어올리는 표정이다. FACS에서는 AU12(입술양단을 올림)에 해당된다. 그리고 2차 분류에서는 눈 주위의 근육, 즉 전두근(Frontalis)이 평형근육 운동을 위로 하느냐 아래로 하느냐에 따라 수축과 이완의 표정으로 나뉜다. 이완의 표정은 FACS에서 AU3(눈썹올림)과 AU5(윗 눈꺼풀 올림)의 조합으로 만들어지고 수축의 표정은 FACS에서 AU4(눈썹내림), AU42(눈을 가늘게 뜨다), AU43(눈을 감는다)의 조합으로 만들어진다. 긍정적 표정에 해당하는 감정형용사로는 흥겹다, 행복하다, 편안하다, 놀라다 이다.

6.3.1 “흥겹다”의 3D 얼굴표정

‘흥겹다’는 정서의 차원모형에서 오른쪽상단(쾌차원과 각성차원) 영역에 속한다. 긍정적 표정의 감정

표 5. 흥겹다의 표정 분석



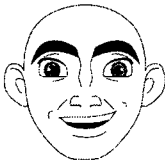

3D 캐릭터		2D 캐릭터
구분	내용	
감정 차원	긍정적 표정	
근육 운동 측면	안면근육의 이완운동 전두근(눈썹위)의 운동방향이 상향 안륜근(눈주위) 상향 대협골근(입양끝)의 운동방향상향.	
AU 조합	AU3(눈썹올림)+AU5(윗 눈꺼풀올림) +AU12(입술양단을올림)+AU26(턱을 내리면서 아랫입술을 내린다)	

차원으로 분류되며, 전체적으로 근육은 이완운동을 나타낸다. ‘흥겹다’는 표정을 나타내는데 가장 큰 영향을 미치는 부위는 입주변의 근육으로서, 대협골근(Zygomaticus major)은 구각을 위로 당겨서 웃을 때 작용한다. 대협골근과 전두근, 안륜근이 모두 상향운동을 하면서 표정은 이완되고, AU26의 입벌림이 클수록 더욱 쾌차원에 속하게 된다. 2D캐릭터와 비교해보면, 과장과 왜곡이 용이한 2D캐릭터의 경우 입이 거의 귀에 닿을 정도로 전두근의 상향운동을 심하게 과장하여 더욱 이완되는 표정을 연출하지만, Realistic 3D 캐릭터의 경우 그 변화와 왜곡 정도가 2D 보다는 약하게 표현된다.

6.3.2 “행복하다”의 표정분석 결과

‘행복하다’는 “흥겹다”와 마찬가지로 정서의 차원모형 상 오른쪽상단(쾌차원과 각성차원) 영역에 속한다. 전체적으로 근육운동은 이완을 나타낸다. 행복한 표정은 흥겨운 표정과 상당부분 유사한 점을 가지는데, 다만 흥겹다 보다는 그 변화값이 작다. ‘행복하다’는 전두근(눈썹위)이 약간 위쪽으로 상향운동을 하며, 안륜근 역시 미세하게 상향운동을 한다. 대협골근(입양끝)이 위로 올라가면서 전체적으로 이완된 표정을 나타낸다. ‘흥겹다’는 턱을 내리면서 아랫입술을 내려서 입을 크게 벌려 쾌-각성 감정을 표현하지만, ‘행복하다’는 AU25-턱을 내리지 않고 아랫입술을 내려 감정을 표현한다. 이를 AU조합으로 나타내면 AU3+AU5+AU12+AU25이다.

표 6. 행복하단의 표정 분석

3D 캐릭터		2D 캐릭터
		
구분	내용	
감정 차원	긍정적 표정	
근육 운동 측면	안면근육의 이완운동 전두근(눈썹위)의 운동방향 약간 상향 안륜근(눈주위) 상향 대협골근(입양끝)의 운동방향상향.	
AU 조합	AU3(눈썹올림)+AU5(윗 눈꺼풀올림) +AU12(입술양단올림)+AU25(턱을 내리지 않고 아랫입술 내림)	

6.3.3 “편안하다”의 표정분석 결과

‘편안하다’는 긍정적 표정의 감정차원에 속하며, 근육운동은 약간의 수축을 나타낸다. ‘편안하다’는 전두근(눈썹위)이 아래쪽으로 하향운동을 하면서 눈썹이 내려오고, 안륜근(눈주위)이 하향운동을 하면서 눈꺼풀을 가볍게 감겨주는 변화를 보인다. 눈주위 근육운동의 하향운동과 달리, 입 주변의 대협골근(입양끝)은 상향운동을 하면서, 입 양끝이 위로 올라간다. 이를 AU조합으로 나타내면 AU4+AU42+AU15이다.

표 7. 편안하단의 표정 분석결과



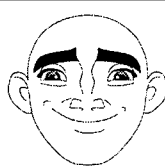


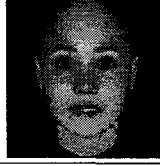
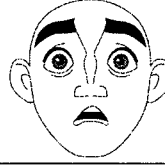

3D 캐릭터		2D 캐릭터
		
구분	내용	
감정 차원	긍정적 표정	
근육 운동 측면	안면근육의 수축운동 전두근(눈썹위)의 운동방향 하향 안륜근(눈주위) 하향 대협골근(입양끝)의 운동방향상향.	
AU 조합	AU4(눈썹내림)+AU42(눈을 가늘게 뜨다)+ AU15(입술 양단 내림)	

표 8. 놀라다의 표정분석 결과

3D 캐릭터		2D 캐릭터
		
구분	내용	
감정 차원	긍정적 표정	
근육 운동 측면	안면근육의 이완운동 전두근(눈썹위)의 운동방향 상향 안륜근(눈주위) 상향 하순하체근(아랫입술)의 운동방향 하향.	
AU 조합	AU3(눈썹올림)+AU5(윗눈꺼풀올림)+AU15(입술양단내림)+AU16(아랫입술내림)	

6.3.4 “놀라다”의 표정분석 결과

‘놀라다’는 안면근육이 전체적으로 이완운동을 한다. 전두근이 상향운동을 하면서 눈썹이 위쪽으로 이완되고, 눈주위의 안륜근이 상향운동을 하면서 동공이 커지는 변화를 보인다. 하순하체근(아랫입술)이 하향운동을 하면서 입이 벌어진다. 이를 AU조합으로 나타내면 AU3+AU5+AU15+AU16으로 나타낼 수 있다. 3D캐릭터와 2D캐릭터를 비교해보면 2D캐릭터가 안륜근의 운동정도를 더욱 과장하여 크게 표현하여 감정표현의 극대화를 추구하고 있다.

6.4 부정적 표정

부정적 표정은 1차 분류에서 후두근(Corrugator)을 움직여 안쪽 눈썹을 아래로 내리고 미간을 찌푸리는 표정이다. FACS에서는 AU4(눈썹 내측 내림)에 해당된다. 그리고 2차 분류에서는 긍정적 표정에서의 분류와 동일한 방법으로 눈 주위의 근육들, 즉, 전두근이 평형근육 운동을 위로 하느냐 아래로 하느냐에 따라 수축과 이완의 2가지 표정으로 나뉜다. 부정적 표정에 해당하는 형용사어는 화나다, 슬프다, 우울하다, 나른하다 이다.

6.4.1 “화나다”의 표정분석 결과

“화나다”는 차원도형 상 불쾌-각성 차원에 속한다. 부정적 표정으로 분류되며, 안면근육은 전체적

으로 수축운동을 보인다. 전두근(눈썹위)이 하향운동을 하면서 미간이 수축되고, 안륜근(눈주위) 역시 하향운동을 하면서 눈이 작게 수축된다. 입주변의 대협골근과 구각하체근 역시 하향운동을 한다. 2D캐릭터와 비교해보면, 2D캐릭터는 전두근과 안륜근이 수축하는 모습을 더욱 과장하여 마치 눈과 눈썹이 붙어있는 것처럼 왜곡하여 부정적 표정을 극대화하였다. 하지만 Realistic 3D캐릭터는 이러한 왜곡이 불가능하기 때문에, 3D 캐릭터의 '화나다'는 눈주위의 전두근과 안륜근을 하향운동하여 최대한 수축하고, 동시에 입 주변의 구각하체근을 하향운동하여 보다 부정적인 표정을 연출할 수 있었다. 즉, 턱을 내리지 않고 아랫입술은 더 많이 내린 남자캐릭터가 여자캐릭터보다 더 화난 표정으로 보이는 것을 확인할 수 있다. 이를 AU조합으로 표현하면 AU4+AU42+AU15이다.

6.4.2 “슬프다”의 표정분석 결과

“슬프다”는 차원모형 상 불쾌-각성 차원에 속하는 부정적 표정으로 분류된다. 안면근육은 전체적으로 수축운동을 한다. 후두근(눈썹주위)가 하향운동을 하면서 눈과 눈썹의 간격이 수축되고, 안륜근(눈주위) 역시 하향운동을 하면서 눈이 작게 수축된다. 입주변의 구각하체근은 아래로 하향운동을 한다. 2D캐릭터

표 9. 화나다의 표정 분석 결과


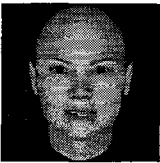

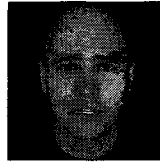


3D 캐릭터		2D 캐릭터
		
구분	내용	
감정 차원	부정적 표정	
근육 운동 측면	안면근육의 수축운동 전두근(눈썹위)의 운동방향 하향 안륜근(눈주위) 하향 구각하체근(입술아래)의 운동방향 하향 대협골근(입양끝)의 운동방향하향.	
AU 조합	AU4(눈썹내림)+AU42(눈을 가늘게 뜨다)+AU15(입술 양단내림)	

표 10. 슬프다의 표정분석 결과

3D 캐릭터		2D 캐릭터
		
구분	내용	
감정 차원	부정적 표정	
근육 운동 측면	안면근육의 수축운동 후두근(눈썹주위)의 운동방향 하향 안륜근(눈주위) 하향 구각하체근(입술아래)의 운동방향 하향.	
AU 조합	AU4(눈썹내림)+AU42(눈을 가늘게 뜨다)+AU26(턱을 내리면서 아랫입술 내린다)	

는 부정적 감정을 더욱 극대화하기 위하여 입 꼬리를 아랫입술보다도 더 아래로 내려가게 과장하였는데, Realistic 3D 캐릭터에서는 실제적으로 연출되지 않는 표정이라 할 수 있다. Realistic 3D 캐릭터의 ‘슬프다’ 표정을 AU조합으로 나타내면 AU4+AU42+AU26이다.

6.4.3 “우울하다”의 표정분석 결과

“우울하다”는 “슬프다”와 비슷하게 차원모형 상 불쾌-각성 차원에 속하는 부정적 표정으로 분류된다. 안면근육은 전체적으로 수축운동을 한다. 후두근(눈썹주위)가 하향운동을 하면서 눈과 눈썹의 간격이 수축되고, 안륜근(눈주위) 역시 하향운동을 하면서 눈이 작게 수축된다. “우울하다”와 “슬프다”의 눈 주위의 근육들이 하향운동을 하면서 수축하는 것은 동일하지만, 그 정도값은 “슬프다”가 “우울하다”보다 그 수축의 정도가 더 크다는 것을 알 수 있다. 또한 “우울하다”는 입을 다무는데 주동이 되는 구륜근이 수축하면서 입을 굳게 다문 표정이 연출된다. 2D캐릭터와 차이점은 2D캐릭터는 입을 다물면서 작게 표현하지만, 3D캐릭터는 구륜근을 수축하여 입을 다물면서 대협골근(입양끝)을 아래로 내리는 것이 더 우울한 표정을 효과적으로 표현해낸다고 볼 수 있다. 이를 AU 조합으로 표현하면, AU4+AU23+AU20이다.

6.4.4 “나른하다”의 표정분석 결과

“나른하다”는 후두근과 안륜근이 하향운동을 하면서 눈 주변 근육이 약간 수축되어진다. 눈 주위를 감싸는 안륜근이 하향운동을 하면서 눈꺼풀이 아래로 내려와 졸리는 듯한 느낌의 눈이 표현되며, 입 주변의 구륜근은 수축한다. “우울하다”와 비슷한 근육운동을 보이지만, “나른하다”는 “우울하다”보다 구륜근(입)이 더 작게 수축하고, 후두근 보다는 눈꺼풀에 영향을 미치는 안륜근이 아래로 내려오면서 눈꺼풀

표 11. 우울하디의 표정분석 결과

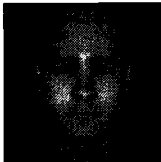


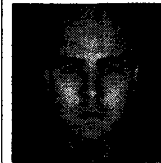
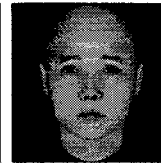
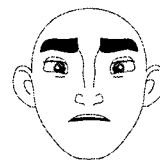
3D 캐릭터		2D 캐릭터
		
구분	내용	
감정 차원	부정적 표정	
근육 운동 측면	안면근육의 수축운동 후두근(눈썹주위)의 운동방향 하향 안륜근(눈주위) 하향 구륜근(입)을 수축. 대협골근(입양끝)의 운동방향하향.	
AU 조합	AU4(눈썹내림)+AU23(입술을 다문다)+ AU20(입술양단을 옆으로 끈다)	

표 12. 나른하디의 표정분석 결과

3D 캐릭터		2D 캐릭터
		
구분	내용	
감정 차원	부정적 표정	
근육 운동 측면	평형근육 기본. 후두근(눈썹주위)의 운동방향 하향 안륜근(눈주위) 하향 구륜근(입)을 수축.	
AU 조합	AU41(윗눈꺼풀내림)+AU23(입술을 다문다)+ AU18(입술을 좁힌다)	

이 눈동자를 가볍게 덮는 표정을 연출한다. 이를 AU 조합으로 나타내면 AU41+AU23+AU18이다.

7. 결론 및 향후연구

얼굴표정은 작은 변화와 미묘한 움직임만으로도 상당히 다른 다양한 감정을 표현해낸다. 얼굴 표정을 나타내는 데는 얼굴의 다양한 근육들의 움직임이 작용하지만, 본 연구를 통해서 표정을 나타내는데 주로 영향을 미치는 요소로 눈 주변의 전두근, 후두근과 입 주변의 대협골근이 표정연출이 많은 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 근육의 이완, 수축의 정도와 근육운동의 운동방향에 따라 다양한 표정이 연출되었다.

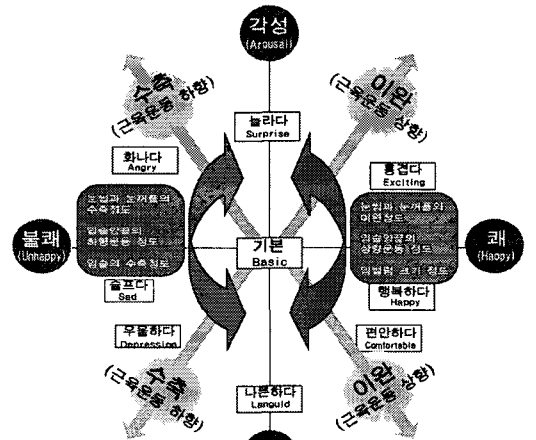


그림 5. 해부학적 구조에 기반한 얼굴근육의 운동방향과 변화에 따른 3D 캐릭터의 표정구현 결과

긍정적 표정을 나타내는 흥겹다, 행복하다, 편안하다, 놀라다의 얼굴표정은 얼굴근육이 전체적으로 이완되는 것을 볼 수 있는데, 입양끝의 대협골근과 전두근이 모두 상향운동을 하면서 이완되었다. 긍정적 표정은 눈썹과 눈꺼풀의 이완 정도, 입 양끝의 상향 움직임 정도, 입 벌림의 크기 정도에 따라 각각의 감정이 표현되었다.

부정적 표정을 나타내는 화나다, 슬프다, 우울하다, 나른하다는 얼굴근육이 전체적으로 수축되는 공통점을 찾을 수 있는데, 눈주위의 전두근과 입 주위의 대협골근이 아래로 내려가는 하향운동을 보였다. 부정적 표정은 전체적인 얼굴근육이 수축운동을 하며 눈썹과 눈꺼풀의 수축정도, 입술 양끝의 하향 움직임 정도, 아랫입술과 윗입술의 수축정도에 따라 각각의 표정이 연출되었다.

2D캐릭터와 3D캐릭터는 그 표현기술과 방식의 차이로 약간씩의 차이를 보였는데, 대체적으로 왜곡과 과장이 심한 2D캐릭터는 실제 사람의 근육운동보다 더욱 과장하고 부풀려 그 표현력을 극대화하는 점에서 리얼리티 기반의 3D 캐릭터와 약간씩의 차이를 나타내었다. 향후 연구에서는 복합적 표정에 관한 사례연구를 통하여 보다 풍부하고 다양한 표정 연출 방법에 대해 알아보고, 이를 데이터베이스화 하여 애니메이션을 제작하고자 하는 학생과 애니메이터에게 자료로 사용될 수 있도록 체계화하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] Maureen Furniss, *움직임의 미학*, 한울아카데미, pp. 286-287, 2001.
 [2] S. Kollias, W. Fellenz, and J. G. Taylor, "Emotion Recognition in Human-Computer Interaction," *IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE*, pp. 33-36, Jan. 2001.
 [3] H. Oster, L. Daily, and P. Goldenthal, *Processing facial affect*. In A.W.Young &

H.D.Ellis, *handbook of research on face processing*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1989.
 [4] G. Rhodes, "Looking at faces: First-order and second-order features as determinants of facial appearance," *Perception*, 17, pp. 43-63. 1988.
 [5] 김용순, 김영수, "3차원 캐릭터 애니메이션 기술 동향," *정보과학회지*, 제17권 제2회, 1999.
 [6] F.I. Parke, "Parameterized Models for Facial Animation," *IEEE Computer Graphics*, Vol. 2, No. 9, pp. 61-68, 1982.
 [7] 이철민, "실시간 대화형 애니메이션을 위한 스크립트 언어," 한국과학기술원, 1996.
 [8] 박연주, "그래픽 애니메이션 자동제작을 위한 3차원 얼굴 모션캡처 시스템," 한국멀티미디어 학회 추계학술발표 논문집, pp. 653-657, 1999.
 [9] K.Waters, "Muscle Model for Animating Three Dimensional Facial Expression," *Proceeding of SIGGRAPH*, July 1987.
 [10] 이혜진, *3차원 얼굴 표정 애니메이션을 위한 근육 모델 기반의 모델링*, 연세대학교 대학원 석사학위논문, pp. 82, 2002년 8월
 [11] 김지애, "2D애니메이션 캐릭터의 표정표현 연구," *기초조형학연구*, Vol. 6, pp. 223-233, 2005년 5월
 [12] 차상권, *인체미술해부학*, 도서출판 대훈사, 1996년



김 지 애
 現 전주비전대학 영상그래픽과
 조교수
 한국디자인학회, 한국기초조형학
 회 정회원
 관심분야: 캐릭터애니메이션