

# 정서-색채 이론에 기반한 게임 캐릭터의 동적 얼굴 색 제어

박규호<sup>†</sup>, 김태용<sup>\*\*</sup>

## 요 약

게임 산업이 성장하면서 게임 그래픽 분야는 가장 빠르게 발전하고 있으며 지금은 실제 사진과 컴퓨터 그래픽을 구분하기 힘든 정도로 그래픽 기술은 양적으로나 질적으로 성장했다. 그러나 이러한 발전에도 불구하고 새롭게 출시되는 게임에 등장하는 캐릭터는 정서를 표현하지 않거나 소극적으로 표현하고 있다. 일반적으로 사람들은 얼굴의 표정이나 얼굴의 색(안색)에서 많은 정서 정보를 인지하는 것은 누구나 아는 사실이다. 그러므로 컴퓨터의 게임 환경에서 등장하는 캐릭터에게도 얼굴의 색의 변화를 통하여 유저에게 게임의 사실적인 느낌을 줄 수 있다. 본 논문에서는 기존의 맥박과 피부 온도만을 이용한 방법과는 다른 인간의 정서 이론을 기반한 정서 모형과 애니메이션의 정서표현 색 그리고 성격이론을 기반한 정서의 반응 속도를 결합하여 게임 캐릭터의 얼굴의 색을 동적으로 변화시켜 정서를 표현할 수 있는 얼굴 색 적응 기술(Facial Color Adaptive Technique : FCAT)를 제안한다. 실제 얼굴 색 적응 기술을 이용하여 만든 얼굴 색 모형(Facial Color Model : FCM)과 애니메이션 콘텐츠의 정서표현을 비교한 결과 정서 표현 색상과 변화율이 애니메이션과 유사하게 시뮬레이션 되었다. 또한 2차원 이미지뿐만 아니라 3차원 이미지에도 적용이 가능함을 확인 하였다.

## Facial Color Control based on Emotion-Color Theory

Kyu-Ho Park<sup>†</sup>, Tae-Yong Kim<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

Graphical expressions are continuously improving, spurred by the astonishing growth of the game technology industry. Despite such improvements, users are still demanding a more natural gaming environment and true reflections of human emotions. In real life, people can read a person's moods from facial color and expression. Hence, interactive facial colors in game characters provide a deeper level of reality. In this paper we propose a facial color adaptive technique, which is a combination of an emotional model based on human emotion theory, emotional expression pattern using colors of animation contents, and emotional reaction speed function based on human personality theory, as opposed to past methods that expressed emotion through blood flow, pulse, or skin temperature. Experiments show this of expression of the Facial Color Model based on facial color adoptive technique and expression of the animation contents is effective in conveying character emotions. Moreover, the proposed Facial Color Adaptive Technique can be applied not only to 2D games, but to 3D games as well.

**Key words:** Game Character(게임 캐릭터), Facial Color Control(얼굴 색 제어), Facial Color Model(얼굴 색 모형)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 김태용, 주소 : 서울시 동작구 흑석동 221(156-756), 전화 : 02)820-5717, FAX : 02)814-5404, E-mail : kimty@cau.ac.kr

접수일 : 2008년 8월 19일, 완료일 : 2009년 5월 29일

<sup>†</sup> 준회원, 중앙대학교 첨단영상대학원 박사과정

(E-mail : oracle1027@wm.cau.ac.kr)

<sup>\*\*</sup> 정회원, 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 교수

※ 본 연구는 ITRC(Information Technology Research Center)와 서울시 산학연 협력사업의 지원으로 수행되었음.

## 1. 서 론

온라인 게임 산업이 빠르게 성장하면서 유저들은 더욱 빠른 컴퓨터의 성능과, 수준 높은 그래픽, 진보된 게임 인공지능을 요구하게 되었다. 이러한 요구는 오늘날 사진과 비교할 수 있을 만큼 매우 사실적인 게임 그래픽과 더욱 치밀해진 게임 인공지능이 탑재된 게임으로 발전 되는 요인이 되었다.

과거 게임 그래픽에서는 낮은 컴퓨터의 성능으로 적은 수의 폴리곤으로 제작 된 사실성이 부족한 캐릭터를 제작하게 되었다. 그러나 오늘날 컴퓨터 성능의 향상은 자연스럽게 사실적인 캐릭터를 가능하게 하였지만 캐릭터의 감성을 표현하는 면에는 아직 부족한 단계이다. 그나마 정서를 표현하거나 게임 규칙이 고정적이지 않고 사용자가 스스로 환경조성이 가능한 게임을 자유도가 높은 게임이라고 하는데 그중에서 정서를 표현하는 게임으로는 록스타 게임즈(Rockstar Games)의 인기작인 그랜드 테프트 오토(Grand Theft Auto) 시리즈나, 일렉트로닉 아트(Electronic Arts)의 심즈(Sims) 시리즈가 정서를 표현하는 대표적인 자유도 높은 게임이다. 그 외에도 베데스다 소프트웍스(Bethesda Softworks)의 엘더스크롤(The Elder Scrolls 4 : Oblivion), 블랙아일 스튜디오(Black Isle Studios)의 폴아웃 3(Fallout 3), 피라냐 바이트(Piranha Bytes)의 고딕3(Gothic 3), 볼리션(Volition, Inc)의 세인트 로우2(Saints Row2) 등 많은 자유도 높은 게임이 출시되었지만 정서에 따라 얼굴 색이 변하여 유저에게 자신의 정서 상태를 표현하는 게임은 없다. 또한 얼굴 색에 관한 연구로는 주로 인간의 혈류, 맥박 또는 피부 온도 등을 실제로 측정 분석한 연구가 대부분이다[1-3].

이 논문들에서는 정서에 따른 얼굴 피부색의 표현이 빨강의 증감으로 인해 표현되었다. 이와 같은 빨강만으로 정서를 표현하는 연구는 애니메이션 콘텐츠에서 보여주는 다양한 정서에 따른 다양한 컬러로 표현되는 얼굴 색의 특성상 빨강의 증감만으로 정서를 표현하는 것이 매우 제한 적임을 볼 수 있었다. 그러므로 본 논문에서 제안한 Facial Color Adaptive Technique은 애니메이션 콘텐츠 “미녀와 야수(Beauty and the Beast)”, “아키라(Akira)” 등 60편을 비교 분석하여 빨강뿐만 아니라 다양하게 표현되는 얼굴 피부색 변화를, 각 정서에 대한 컬러 사상을 검

증하고 정서-반응함수와 통합하여 Facial Color Model를 개발하였다.

본 논문의 구성은 2장 관련연구에서는 Robert Plutchik의 심리진화론적 정서이론, 색채와 정서, Hans J. Eysenck의 성격 차원 이론(Dimensions of personality theory)등을 설명한다. 3장 정서-색채 반응이론을 기반한 얼굴 색 적응 기술(Facial Color Adaptive Technique)에서는 2장의 Robert Plutchik의 심리진화론적 정서이론을 근거로 만들어진 정서 모형과, 색채에 의한 정서표현 패턴을 결합하여 정서-색채 사상 표를 만들고, 애니메이션 콘텐츠 캐릭터와의 비교실험을 하였다. 정서들 간의 변화는 정서 차원 이론을 모델링하여 다양한 변화를 가능하게 하였다. 4장 얼굴 색 모형(Facial Color Model) 구현 및 검증은 3장의 이론들을 통합하여 제안한 정서-색채 사상 모형을 이용한 얼굴 색 모형(Facial Color Model : FCM)의 설계 및 실험으로 게임에서의 캐릭터는 전체화면에 비해서 얼굴 부분이 작게 표현되어지는 경우가 많으므로 얼굴 전체 영역을 변화하게 설계할 것이다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 추후 연구 방향에 대해 기술한다.

## 2. 관련연구

정서의 정의는 다양하나 1884년 심리학자 James는 “흥미로운 사실을 지각하자마자 곧 신체적 변화가 일어나고, 이렇게 일어나는 신체적 변화에 대한 느낌이 바로 정서라는 것”라고 정의하고 있다[4]. 또한 생리심리학자 Neil R. Carlson는 “특정 상황에 의해 유발되는 정적 혹은 부적 감정(Feeling)을 정서라고 한다[5].

2.1 절의 Robert Plutchik 심리진화론적 정서이론은 인간의 정서를 구조모형이라는 틀로 체계화하여 각 정서들과의 관계를 정의한 이론으로 게임 캐릭터가 표현 할 정서의 유형과 정서들의 관계를 정의하기에 중요한 이론이다. 2.2 절의 색채와 정서에서는 각 색의 연상과 상징을 찾아내어 2.1절에서의 언급할 정서와 연관된 색을 찾게 된다. 마지막으로 2.3 Hans J. Eysenck의 성격 차원이론은 캐릭터가 외부 자극에 의해서 정서의 변화가 일어날 때, 각각의 캐릭터가 가지고 있는 성격과 기질에 따라 그 반응 정도가 다르게 나타나는데 그 변화 정도를 정의하기 위한

이론이다.

2.1 Robert Plutchik 심리진화론적 정서이론

인간의 정서는 많은 심리학자들이 연구하고 있는 분야 중 하나이다. 정서 이론에는 진화론, 심리생리학, 신경학, 정신분석학 등을 근간으로 하여 최근에는 정신생리이론과 동기이론, 임상적 정서이론, 진화론적 정서이론이 있다. 특히 진화론적 정서이론 중에서 Robert Plutchik의 심리진화론적 정서이론은 다른 이론에 비해 기본 정서를 8개로 정의하는 비교적 단순한 모형 구조로 되어있어 게임에 사용하기에 적합하다.

Robert Plutchik의 심리진화론적 정서이론은 Darwin의 일반적 입장을 반영하고 있으며 동물행동학자와 임상심리학자 및 현재 진화심리학에 관심을 가진 학자들의 영향을 받았다. 심리진화론적 정서이론은 상호 관련된 세 개의 모형(구조모형, 서열모형, 파생모형)으로 구성되어 있다[4]. 각 모형은 근본적으로 상이한 문제를 다루고 있는데 본 논문에서는 인간의 정서 형성에 대한 파생여부를 기술한 파생모형은 본 연구의 범위를 벗어남으로 파생모형을 제외한 구조모형과 서열모형만을 참고하고자 한다.

심리진화론적 정서이론의 구조모형을 응용하면 유저의 캐릭터와 NPC(Non-Playable Characters)의 얼굴에 적용할 수 있는 정서의 유형을 분류할 수 있고, 또한 각각의 정서에 대하여 연상되는 색채를 찾을 수 있어서 정서와 색채의 사상 표를 만들 수 있다.

2.1.1 구조모형(일차적 정서과 파생정서)

그림 1의 Robert Plutchik은 색채의 3원색 원리와 유사하게 인간의 정서는 8가지 일차적 정서(Primary Emotions: 기쁨, 수용, 두려움, 놀라움, 슬픔, 혐오, 노여움, 예상)을 가지고 있으며, 일차적 정서 외 다른 정서는 일차적 정서의 혼합에서 파생 된다고 하였다. 각 일차적 정서는 그림 2와 같이 중간정도의 강도를 나타내고 있다. 원 바깥에 있는 용어들은 인접한 두 기본 정서를 결합하여 생기는 새로운 정서(일차적 쌍)를 나타낸다. 예를 들어 원 가장자리의 사랑은 일차적 정서인 기쁨과 수용이 혼합하여 생기는 정서이며, 또한 중앙에 있는 C는 정반대에 가까운 정서가 혼합될 때 생기는 갈등을 나타낸다. 또한 일차적 정서들의 특성으로 세 가지로 구분할 수 있다.

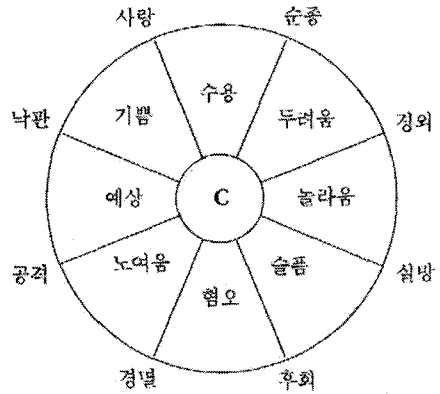


그림 1. 다차원 정서모형의 횡단면(6)

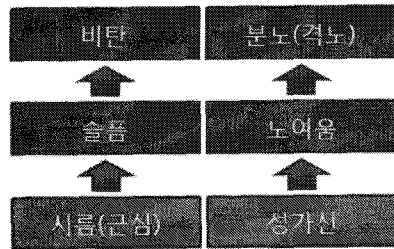


그림 2. 일차적 정서의 강도

첫 번째, 정서를 나타내는 언어에는 분명히 강도가 내재되어 있다. 예를 들어 기본 정서를 나타내는 다차원 정서 모형인 노여움(Anger)보다 더 강한 단어는 분노(Rage)와 격노(Fury)인 반면 덜 강한 형태는 성가심(Annoyance)과 짜증(Irritation)이다.

두 번째, 정서에는 다양한 유사성이 있다. 노여움(Anger)차원은 기쁨(Joy)차원보다는 혐오(Disgust)차원과 가깝다.

세 번째, 주요 특징은 정서의 단어는 반대되는 혹은 양극의 정서이나 행위를 나타낸다. 그림 3은 그림 1의 기본 정서모형에 정서의 3가지 특성을 결합한 입체 모형이다. 수직의 차원은 정서의 강도를 표현하고 횡단면은 정서의 유사성을, 반대편에 마주한 정서의 양극성을 나타낸다.

2.1.2 서열모형(행동적 행동 피드백 체계)

서열모형은 정서에 도달하기 위해서 느낌이 먼저 인지 아니면 생리적 변화가 먼저인지를 확인하기 위한 것이다. 이 문제는 정서가 단순히 선형적으로 일어나는 사건이 아니므로 유기체를 균형 상태로 회복시키는 것이 정서의 기능이다. 즉 특정 정서에 의

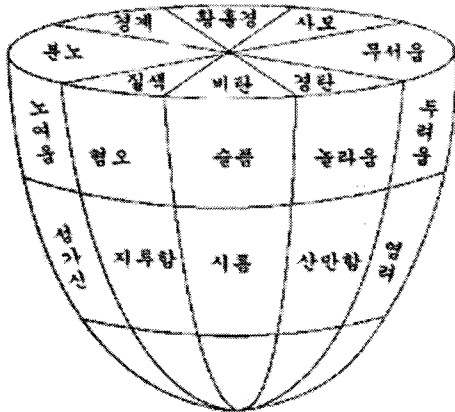


그림 3. 다차원적 정서모형(6)

해 유발된 행위는 그 행위를 유발한 정서를 감소시키는 경향이 있다는 것[7]과 사람들은 일정 수준의 정서적 균형을 유지하면서 소폭의 요동만을 허용하려 한다. 즉 예기치 못했거나 기이한 사건은 정서적 균형을 파괴하고, 그로 인해 유발된 행동은 기존의 균형 상태를 회복하려는 시도라는 것[5], 그리고 정서는 사건에 대한 자신의 반응에 관해 피드백을 제공하며, 기본적으로 생존확률을 증진시키는 기능을 수행한다. 예를 들어 공격 또는 도피라는 목표가 성취되어 개인과 환경 간의 관계가 바뀌고 나면 정서적 반응 또한 쇠퇴한다고 주장한다[8].

이상 언급한 주장들을 이용하여 그림 4를 만들 수 있다. 정서상태가 먼저인지 생리적 각성이 먼저인지는 확실하지 않으나 정서상태가 발생한 후에는 행위

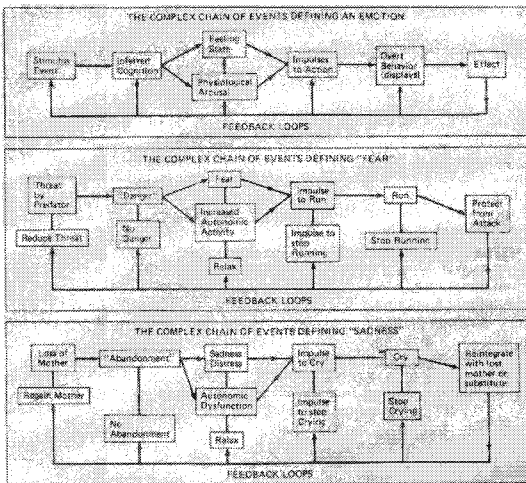


그림 4. 행동적 항동 피드백 체계(6)

충동이 일어난다는 것과 충동은 대개 근육긴장, 얼굴 표정, 주먹 쥐기, 도망이나 공격 또는 고합지를 준비 태세로 표현되며 이러한 외형적 행동으로 정서과정이 끝나는 것이 아니라 이전의 조건 상태로 되돌려 놓는 경향이 있으며 이러한 과정을 행동적 항동 피드백 체계(Behavioral homeostatic feed back system)라 한다[4]. 이 체계를 이용하면 FCM 상에서 다양한 정서변화 관계에 적용할 수 있다. 특히 FCM에서 정상심의 캐릭터가 외부 자극에 따라 정서가 변화하였다가 다시 정상심으로 돌아오는 부분에 사용된다.

## 2.2 색채와 정서

색채는 정서를 표현하는 행동, 언어등과 함께 정서표현의 중요한 요소이다. 이 절에서는 색채가 정서에 미치는 영향을 확인하기위하여 색채의 연상과 상징, 색채의 정서효과 등, 색채 관련한 제반 이론을 제시하고 정리하였다.

### 2.2.1 색채의 연상과 상징

색채의 연상(Color association)은 색의 인상에 의해 그것과 관계있는 사람이나 사건 또는 경험을 떠올리는 것이며, 상징이란 눈에는 보이지 않는 추상적인 개념이나 사상을 형태나 색을 가진 다른 것으로 직감적이고 알기 쉽게 표현한 것을 말한다. 즉 많은 사람에게 공통되는 연상의 이미지가 어느 특정적인 의미를 나타내게 되고, 그것이 사회에서 고정되고 일반화 되면 색의 상징(Color symbolism)이 된다[9].

표 1은 일반화 된 색채와 그와 연상되는 추상적 연상을 묶어 놓은 것이고 표 2는 색채와 사회에서 고정된 상징어를 묶어 놓은 것이다. 표 1과 표 2로 표현되는 색채의 추상적 연상과 색채에 따른 상징어를 결합하면 심리적 정서표현에 부합하는 색채를 찾을 수 있다.

### 2.2.2 색채 지각과 정서 효과

색채는 여러가지 정서 효과가 있는데 그 중에서 대표적인 것은 온도감, 중량감, 강약감, 경연감, 정동감등이 있다. 이중에서 단단하거나 연한 느낌을 주는 경연감에서는 고명도(Bright)와 저채도의 색이 부드럽게, 저명도와 고채도의 색이 딱딱한 느낌을 준다. 정적이거나 동적인 느낌을 주는 정동감에서는 대비(Contrast)와 채도가 약할수록 정적이고 강할수록

표 1. 색채에 따른 추상적 연상(9)

색채	추상적 연상
검정	고상한, 고급스러운
흰색	결백, 청초, 청결, 위생, 고상한
회색	음울, 적막, 침정, 평범
빨강	정열, 강열, 혁명, 위협, 쾌활, 격한
적자	활기찬,
주황	격한, 온정, 양기, 쾌활, 질투
노랑	격한, 평화, 광명, 명쾌, 활발, 안전
크림색	단맛의, 아름다운
초록	평화, 희망, 안전, 신선
청록	침정, 심원, 엄숙
연한 청록	고상한, 아름다운
파랑	희망, 유구, 청정
물색	아름다운
남색	고귀, 기품
보라	고귀, 우아
자주	장열, 우미
핑크	단맛의
은색	고급스러운
금색	고급스러운

표 2. 색채에 따른 상징어(9)

색명	상징어
검정	불안, 죽음, 으스스함, 움기, 힘, 약, 무거움, 고독, 침묵, 어둠, 슬픔, 자신, 극한, 절대적, 거절, 엄중, 호화로움, 깊음, 가라앉음, 절망, 잔혹함, 허무
흰색	미덥지 못한, 공허, 가능성, 가벼움, 허탈감, 결벽, 순결, 밝다, 화려하다, 새롭다, 재미없는, 이지적, 위엄, 방심 상태, 엄숙함, 냉담, 무한, 무의미
빨강	정열, 위협, 흥분, 덩다, 분노, 사랑, 기쁨, 싸움, 잔혹, 애정, 강열
노랑	명랑, 쾌활, 주의, 불안, 위협, 긴장, 부드러운, 유쾌, 안절부절, 가없다, 시원하다, 연약하다
초록	행복, 안식, 안전, 평온함, 평화로움, 미숙, 정적, 아름다움, 신성, 송고
파랑	해방감, 슬픔, 실망, 불안, 우울, 냉혹, 확대, 안식
보라	고독, 복잡함, 불안, 신성, 송고, 신비한, 불길, 불량, 이국적인, 고급

동적인 느낌을 준다[9]. 표 3은 이러한 색채의 정서효과를 정리한 것으로 색채의 정서 효과는 FCM에서 정서를 표현하는 단일 색채에서의 미묘한 특성을 표

표 3. 색채 지각과 정서 효과

색채 정서효과	채도	밝기	대비
딱딱한	증가	감소	증가
부드러운	감소	증가	감소
동적인	증가	증가	증가
정적인	감소	감소	감소

현하기 위한 속성으로 사용한다.

### 2.3 Hans J. Eysenck의 성격차원이론

성격차원이론은 인간이 성격과 기질에 따라 정서 반응이 다르게 나타난다는 이론이다. 이 이론을 응용하면 외부 자극에 의해 캐릭터의 정서가 변하게 되고 그 결과를 얼굴의 색으로 표현할 때 다양하게 표현할 수 있다. 만약 정서의 변화가 선형적으로 변화할 경우, 동일한 외부 자극에 대하여 캐릭터마다 변화가 동일해서 각 캐릭터마다 정서 반응에 대한 특성을 다양하게 표현하기에 적합하지 않다. 그래서 FCM에서는 성격과 기질에 따라 정서 반응을 달리하는 Hans J. Eysenck의 성격차원이론을 응용하여 다양한 변화를 보여준다.

인간의 성격 모형은 많은 심리학자들이 제안하고 있으나, 그 중에서 Hans J. Eysenck(1952; 1959) 부부의 이론은 여러 심리학자들이 주장한 정서 모델을 체계화 하여 성격차원 모델을 완성하였다. 우선 Hans J. Eysenck의 모델은 그림 5에서 보여주는 것처럼 Galen이 체계화 한 성격의 4가지 기질(Four Temperaments)과 Kant, Wundt 의 정서반응의 2대 차원(Two Major dimensions)을 기반으로 하여 정서성 차원 혹은 신경증적 경향성 차원의 이론, 외향성-내향성 차원의 이론을 체계화하고 그것을 측정하

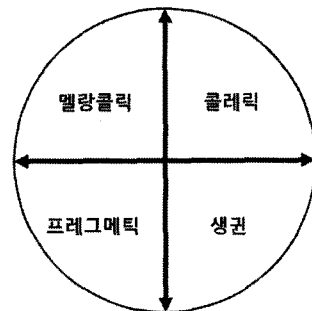


그림 5. Galen의 4대 기질 이론

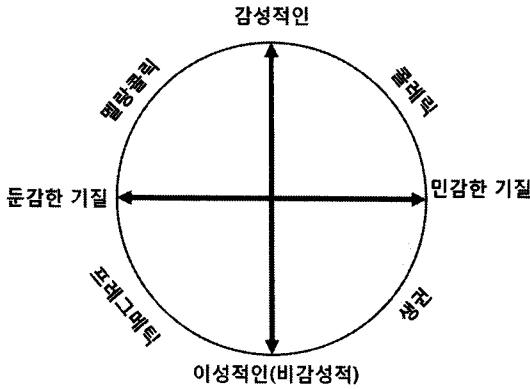


그림 6. 성격의 4대 기질이론과 2차원론과의 관계

표 4. 4대 기질이론의 정서반응 2대 차원

4대 기질	정서반응 속도차원	정서반응 강도차원
멜랑콜릭	느리다(둔감성)	강하다(불안정성)
콜레릭	빠르다(민감성)	강하다(불안정성)
프레그메틱	느리다(둔감성)	약하다(안정성)
생권	빠르다(민감성)	약하다(안정성)

기 위한 객관적 검사를 연구 제작하였다[10].

그림 5의 Galen의 정서의 4대 기질 이론은 사람의 성격 특질을 크게 멜랑콜릭(Melancholic), 콜레릭(Choleric), 프레그메틱(Phlegmatic), 그리고 생권(Sanguine)의 네 가지로 분류하고 어떤 개인의 성격특질이든 이 네 가지 기질 중에서 하나로 분류될 수 있다는 이론이다. Hans J. Eysenck는 위의 여러 이론을 가 체계화하여 그림 6의 성격 차원 이론을 완성하였다. 좀 더 자세하게 설명하면 4대 기질 이론은 Immanuel Kant 와 Wilhelm Wundt 에 의해 발전하게 된다. Kant-Wundt는 Galen의 4대 기질은 정서반응의 2대 차원인 속도(민감성)와 강도(불안정성)의 특징에 따라 서로 다르게 나타난다고 주장 하였다 [11,12]. 정서반응 속도 차원에서는 멜랑콜릭과 프레그메틱은 콜레릭과 생권에 비해 반응 속도가 느리고, 정서반응강도 차원(불안정성 차원) 에서는 멜랑콜릭과 콜레릭이 프레그메틱과 생권에 비해 강(불안정성) 가 높다. 즉 강도가 높은 멜랑콜릭과 프레그메틱 기질은 정서의 변화가 다른 두 기질에 비해 심하게 나타난다는 것이다. 표 4는 성격의 4대 기질론과 정서 반응의 2대 차원을 나타낸 표이다.

### 3. 정서-색채 반응이론을 기반한 얼굴 색 적응 기술(Facial Color Adaptive Technique) 관련연구

얼굴 색 적응 기술(Facial Color Adaptive Technique : FCAT)을 기반으로 만든 얼굴 색 모형 (Facial Color Model : FCM)의 설계는 정서이론과 색채 이론을 결합하여 색채 사상 표 작성 및 성격 차원별 정서 변화 함수로 이루어지며, 실험은 총 60편 이상의 애니메이션 콘텐츠를 비교 분석하여 정서-색채 사상 표를 검증하였다[13].

#### 3.1 정서-색채 사상 표

Robert Plutchik 의 심리진화론적 정서이론에서 주장하는 일차적 정서과 색채 심리에서 언급한 색채의 연상과 상징성을 이용하여, 정서-색채 표 5와 표 6을 작성하였다.

표 5와 표 6에서 \* 부분은 색채의 추상적인 연상과 상징에서 특정 정서를 연상시키지만 3.2절의 비교실

표 5. 기본 정서-색채 사상

정서	색명
기쁨	빨강*
수용	초록
두려움	파랑
놀라움	노랑*
슬픔	검정/파랑*
혐오	카키색
노여움	빨강
예상	파랑*

표 6. 파생 정서-색채 사상

정서	색명
사랑	핑크
순종	회색
경외	보라
실망	파랑
후회	회색
경멸	남색
공격	빨강
낙관	초록*



그림 7. 정서의 이동(평상심에서 노여움)



그림 8. 정서의 이동(노여움에서 수용)

험에서 애니메이션 콘텐츠들의 사례들을 분석한 결과 캐릭터 얼굴의 색채 변화가 거의 보이지 않았다. 그러므로 \* 정서를 제외한 11가지 정서를 중심으로 60편 이상의 애니메이션을 분석하여 색채의 특징을 추출할 것이다.

### 3.2 애니메이션 콘텐츠 캐릭터 비교 실험

그림 7과 그림 8은 서로 다른 두 정서간의 이동시 캐릭터의 얼굴 피부색의 변화를 보여주는 이미지이다. 그러므로 애니메이션 콘텐츠의 색채 변화를 관찰하면 정서-색채 사상 관계를 검증할 수 있다.

비교실험은 애니메이션 스토리상에서 캐릭터의 보통의 정서 장면과 전이된 정서 장면을 캡처하여 분석하였다. 이때 머리카락, 눈썹, 콧수염, 턱수염, 구레나룻, 눈, 콧구멍, 치아, 입술, 옷, 그림자를 제외한 순수 얼굴 피부색 이미지만을 추출하여 실험하였다. 그림 9와 그림 10는 실험에 사용한 캡처한 이미지이

며 실험 절차는 다음과 같다.

단계 1: 단일 애니메이션 콘텐츠에서 등장하는 캐릭터가 보통 정서일 때 N(Normal)이미지와, 노여움 정서일 때 A(Anger)이미지를 캡처하여 두 이미지 N, A를 생성한다.

단계 2: 수식 1과 같이 N과 A의 각각의 빨강, 초록, 파랑 채널을 하나씩 비교하여 차이 값을 합한 후, 픽셀 수만큼 나누어 N과 A의 차이 값의 평균을 구한다.

단계 3: 수식 2와 같이 애니메이션 콘텐츠 목록에 속한 애니메이션 콘텐츠들에 대해 단계 1과 단계 2를 수행한 후 전체 평균을 구하여 표 7를 적정한다[8].

$$Q: q = \{Animations\} = \{0(Akira), 1(Abradin), \dots, 59(MonokeHime)\}$$

$$E: e = \{Emotions\} = \{n(Normal), a(Anger), j(Joy), \dots, w(Awe)\}$$

$$\Delta \bar{R}_{eq} = \frac{1}{L \times M} \left( \sum_{i=0}^{L-1} \sum_{j=0}^{M-1} |R_{e(i,j)} - R_{n(i,j)}| \right) \quad (1)$$

$$\Delta \bar{R}_e = \frac{1}{N} \left( \sum_{q=0}^{N-1} \Delta \bar{R}_{eq} \right) \quad (2)$$

여기서  $L \times M$ 는 이미지의 너비, 높이이며,  $\Delta \bar{R}_{eq}$ 는 특정 애니메이션( $q$ )에서 평상심의 얼굴( $n$ )과 정서( $e$ )를 표현하는 얼굴의 빨강 채널( $R$ )의 평균 차이 값이고,  $\Delta \bar{R}_e$ 는 정서( $e$ )에 대한 전체 애니메이션( $Q$ )의 빨강 채널( $R$ )의 평균이다. 초록 채널( $G$ )과 파랑 채널( $B$ )도 수식 1과 수식 2를 따른다.

이러한 실험의 결과를 바탕으로 표 5와 표 6을 개선했으며 표 7을 작성하였다. 표 7을 이용하면 게임에서 캐릭터가 외부 자극에 대하여 특정한 정서로 전이하게 될 때 최종 변해야 할 얼굴의 색채를 알 수 있고,



그림 9. 경외(이집트 왕자)

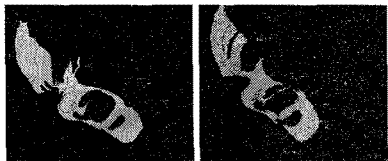


그림 10. 노여움(아키라)

표 7. 개선된 정서-색채 사상

정서	색채	대비/명도	△RGB		
기쁨	*	감소/증가			
수용	초록		-136	-77	-59
두려움	파랑		-141	-70	-21
놀라움	*	증가/증가			
슬픔	*	감소/감소			
혐오	카키색		-127	-94	-58
노여움	빨강		41	-17	-19
예상	*				
사랑	핑크		0	-70	-59
순종	회색		16	67	112
경외	보라색		-52	-3	54
실망	회색		4	18	36
후회	회색		6	18	32
경멸	남색		-100	-40	69
공격	빨강		39	-94	-79
낙관	*	증가/증가			

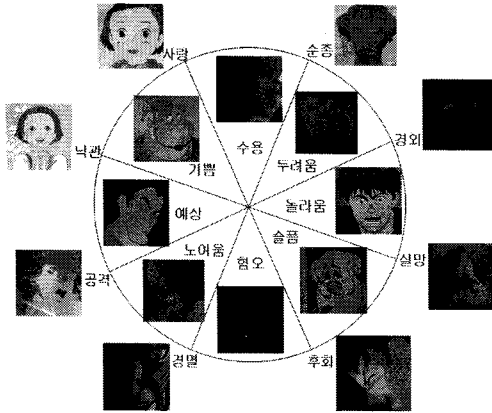


그림 11. 정서모형과 캐릭터의 정서-색채 환

현재 색채에서 캐릭터가 추가로 받은 외부 자극의 양 만큼 캐릭터의 얼굴의 색채를 증가 시킬 수 있다.

표 7의 색채 분석에 쓰인 애니메이션 콘텐츠와 2.1.1절의 그림 1의 Robert Plutchik의 다차원 정서모형의 횡단면을 결합하여보면 그림 11과 같이 애니메이션 콘텐츠와 색채 그리고 정서의 관계를 이해하기 쉽게 나타낼 수 있다.

### 3.3 성격 차원별 정서 변화 모델링(정서-반응 함수)

게임 캐릭터가 현재 정서에서 다른 정서로 변화가 선형적이면 캐릭터별 다양한 정서변화를 기대하기

힘들다. 그래서 본 절에서는 게임 상에서 캐릭터의 정서 변화가 캐릭터별 성격과 특성에 따라 다양하게 변할 수 있도록 정서-반응 함수를 고안하였다.

성격 차원별 정서 변화의 계산은 3가지로 외부 자극 계산, 둔감한 기질과 민감한 기질 모델링, 감성적인 기질과 이성적인 기질의 가중치로 구성된다. 이것은 2.3절의 Hans J. Eysenck의 이론을 응용하여 만들었으며 그가 정리한 4대 기질의 특징인 자극에 대한 반응 속도와 반응 강도를 기반으로 응용한 것이다.

#### 3.3.1 외부 자극 계산

캐릭터에게 0에서 100사이의 입력자극 값( $I_i$ )이 가해지면 현재까지 누적된 자극 값( $S_{i-1}$ )에 합하고, 현재 항동성 값( $H_i$ )을 빼 값이 현재 자극 값( $S_i$ )이 된다.

$$S_i \leftarrow S_{i-1} + I_i - H_i \tag{3}$$

2.1.2절의 서열모형에 의한 항동성( $H_i$ )은 원래 정서로 돌아오려는 성질이다. 즉 사람이 화가 났다가 일정 시간( $i$ )이 지나면 수그러드는 현상을 말한다. 보통의 정서 상태에서 입력자극( $I_i$ )을 받아서 정서가 변화된다. 그 이후 더 이상 자극이 추가되지 않으면 원래 상태로 돌아가는 성질이므로 입력자극( $I_i$ )에 대해 항동성( $H_i$ )를 빼게 된다.

수식 3의 항동성( $H_i$ )은 정서가 변화한 상태에서만 동작하므로 입력자극( $I_i$ )을 받은 직후는 초기화 되었다가 정서가 표현된 후 더 이상 입력 자극이 없을 때 시작하여 보통의 정서 상태가 될 때까지 항동성( $H_i$ )을 빼주게 되며 이 값은 상수 값이다.

#### 3.3.2 둔감한 기질과 민감한 기질의 모델링

둔감한 기질과 민감한 기질의 모델링은 2.3절의 Hans J. Eysenck의 성격차원이론에서 그림 6의 둔감한 기질(Unchangeable)과 민감한 기질(Changeable) 기질유형을 구현한 것이다. 둔감한 기질 유형은 외부자극에 둔감하게 반응하고, 민감한 기질 유형은 민감하게 반응한다. 이와 같은 성격유형에 따른 자극 반응은 간단한 지수 함수 그래프와 로그 함수 그래프로 이를 구현할 수 있다.

수식 4와 수식 5를 나타내는 그림 12(a)는 정서반응의 민감도가 작아서  $S_i$ 에 대해서 서서히 정서변화



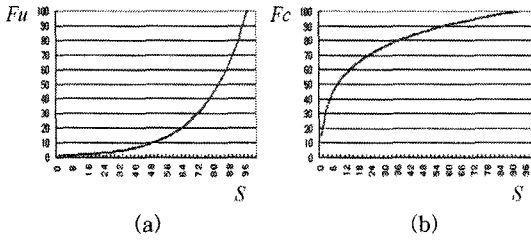


그림 12. 둔감한 기질과 민감한 기질 모델링

진행 되는 반면, (b)는 민감도가 강해서 작은  $S_i$  에도 급격히 변화는 것을 표현할 수 있다.

$$Fu(S_i) = e^{\left(\frac{S_i}{P}\right)} \quad (4)$$

$$Fc(S_i) = \log_e(S_i)^P \quad (5)$$

모델링한 기질 함수와 3.3.1절의 자극 계산과 연결 하면, 계산된 현재자극 값( $S_i$ )는 각 캐릭터의 기질 유형에 따라서 둔감한 기질일 때는  $Fu(S_i)$ , 민감한 기질일 때는  $Fc(S_i)$ 로 자극반응 값 계산된다. 결국 캐릭터의 얼굴 색은 자극반응 값에 따라 현재정서를 얼굴에 표현하게 된다.

본 논문에서는 수식 4와 수식 5을 기초로 자극 반응 값을 0과 1 사이 값으로 정규화 하였을 때 항동성 ( $H_i$ )을 0.5로 정하고 실험하여 경험적으로 변수 값을 넣어보면  $P=21$  일 때 가장 자연스러운 정서 변화를 볼 수 있었다.

그림 13는 Hans J. Eysenck 의 성격차원 모델에 모델링한 두 기질함수를 결합한 것이다.

### 3.3.3 감성적인 기질과 이성적인 기질의 가중치

감성적인 기질과 이성적인 기질의 가중치는 2.3절

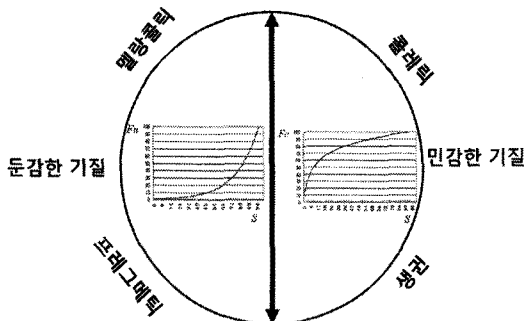


그림 13. 정서반응 속도 차원

의 Hans J. Eysenck의 이론에서 정서반응의 강도 즉 정서의 안정성과 불안정성을 표현하기 위한 가중치이다. 이 가중치는 외부 자극에 대해서 현재 정서에서 다른 정서로 전이하는 정서의 안정성(Stability)에 영향을 주는 기능을 한다.

입력자극 값( $I_i$ )와, 정서가 수그러들 때 영향을 주는 항동성 값( $H_i$ )에 가중치( $w$ )를 곱하면 감성적인 기질에 가까울수록 정서의 변화가 잘 일어나고, 이성적인 기질에 가까울수록 정서의 변화가 잘 일어나지 않게 되어 정서의 안정성을 적절하게 표현할 수 있다. 그러므로 수식 3에 자극계산과 항동성에 영향을 주도록 가중치를 적용하면 아래와 같이 수정할 수 있다. 수식 6은 감성적인 기질과 이성적인 기질의 가중치를 나타낸다.

$$S_i \leftarrow \max(0, S_{i-1} + (I_i - H_i) \times w) \quad (6)$$

감성적인 기질은  $w$ 를 1.5 ~ 2.0 사이 값을 택하여 같은 자극이라도 보다 변화가 크게 된다. 만약 2.0 이상의 값을 곱하게 되면 두 번 자극으로 색이 최대가 되어 자연스럽지 못하게 되었다.

이성적인 기질은  $w$ 를 1.0~1.5 사이 값을 택하게 하여 감성적인 기질보다 변화율을 작게 한다. 만약 1.0 이하의 값을 적용하게 되면 입력 자극보다 작은 값이 나오게 되어 자극-반응 모델에 영향을 주지 못한다.

## 4. 얼굴 색 모형(Facial Color Model) 구현 및 검증

얼굴 색 모형(Facial Color Model : FCM)은 얼굴 색 적용 기술(Facial Color Adaptive Technique : FCAT)을 구체적으로 구현한 모형이다. 이 모형은 그림 14에서 보여주는 것처럼 외부 입력에 대한 자극 값을 계산하고 이것을 기질 함수에 적용하여 최종적으로 정서 반응을 나타내는 구조로 만들어졌다. 그림 14(a)는 시간에 따른 입력자극 값( $I_i$ )가 입력되는 것

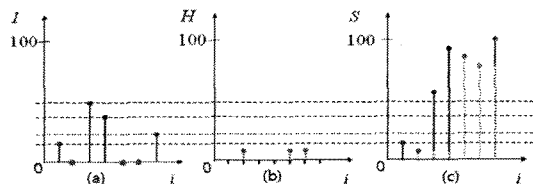


그림 14. FCM의 외부 입력 자극 처리과정

을 보여주고 있으며, (b)는 시간에 따른 정서가 수그려드는 값인 항동성 값( $H_t$ )을 나타낸다. 수식 3을 나타내는 그림 14(c)는  $I_t$ 가 입력된 후 더 이상 추가되는 자극이 없을 경우 경과한 시간만큼 증가하는  $H_t$ 가 차감 누적되어  $S_t$ 을 계산한다. 다시 말하면 외부에서 자극을 받은 후 더 이상 자극이 없을 때에는 경과한 시간만큼 정서가 수그려드는 상태를 보여주는 기능이다. 상황에 맞게 계산된 자극 값인 그림 14(c)의  $S_t$ 는 캐릭터의 기질유형에 따라  $Fu(S_t)$  혹은  $Fc(S_t)$ 의 입력 값이 된다.

그림 15는 계산된 자극 값  $S_t$ 와 기질유형에 따른 함수  $Fu(S_t)$ 와  $Fc(S_t)$ 관계를 보여주고 있다.  $Fu(S_t)$  기질유형이면 그림 15(a)처럼 올라가거나 (b)처럼 내려가고  $Fc(S_t)$  기질유형이면 그림 15(c)와 (d)처럼 된다. 여기서 계산된 0에서 100 사이의 값은 추후 0에서 1사이 값으로 정규화 하여 자극반응 값이 된다.

이 모든 과정을 정리하면 다음과 같다.

단위시간( $i$ )에서 입력자극 값( $I_t$ )에 대해서 화난 상태의 정도 값( $R_{e_a}$ )의 계산은 보통의 상태에서 얼굴 색의 빨강 채널 값( $R_n$ )에서 수식 2의 분석된 값( $\Delta \bar{R}_e$ )에 자극반응 값의 곱한 값을 더한 값인 수식 7로 표현할 수 있다.

$$R_{e_c} = R_n + \Delta \bar{R}_e \times \overline{F(S_t)} \tag{7}$$

여기서  $\overline{F(S_t)}$ 는 자극 반응 값으로 수식 4와 수식

5를 계산한 자극 반응 값을 정규화한 것이며, 둔감한 기질일 경우  $Fu(S_t)$ 이고 민감한 기질일 경우  $Fc(S_t)$ 를 사용한다.  $R_{e_c}$ 는 평상심의 얼굴( $n$ )를 제외한 나머지 정서  $e$ 에 대한 빨강 채널( $R$ ) 값이므로 초록 채널( $G$ )과 파랑 채널( $B$ )도 수식 7을 따른다.

그림 16는 정서반응 기질"= 빨랑콜릭, "천이정서"=수용, "자극"= 100의 자극을 받았을 때 실험결과를 보여주는 그림이다.  $I_t$ 가 입력되었을 때 FCM에 의해 기질에 따라서 서서히 정서의 변화를 표현하였고, 시간이 지나면서 더 이상 입력 자극이 없어서 항동성에 의하여 캐릭터의 얼굴 색이 원래대로 돌아오는 것을 확인할 수 있었다.

#### 4.1 성능 검증(색채)

일반적으로 게임 유저는 게임 캐릭터가 정서가 변경되었는지 감지하지 못한다. 그러나 애니메이션 콘텐츠를 제작하는 감독들은 관객들에게 애니메이션 콘텐츠 캐릭터의 얼굴 색채 변화를 통하여 관객으로 하여금 쉽게 캐릭터의 정서가 변했다는 것을 알려준다. 그러므로 애니메이션 콘텐츠의 정서 표현 색채와 비교하면 정서가 잘 표현 되었는지 검증할 수 있다. 표 8와 표 9는 애니메이션 콘텐츠와 FCM과 비교한 표이다. 표 8의 정서 변화 시간(Emotion Exchanging Time)은 애니메이션 콘텐츠에서 정서가 변화하는 장면이 출현하는 시간이고, 자극 수(Stimulus Count)는 정서가 변화의 원인이 된 외부

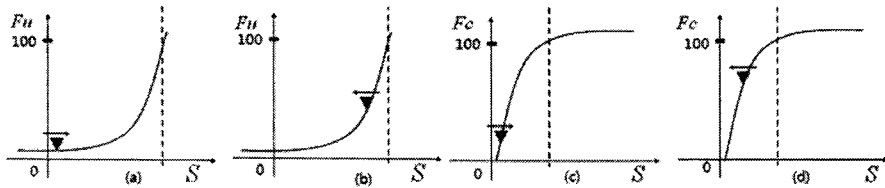


그림 15. 둔감한 기질과 민감한 기질의 변화도

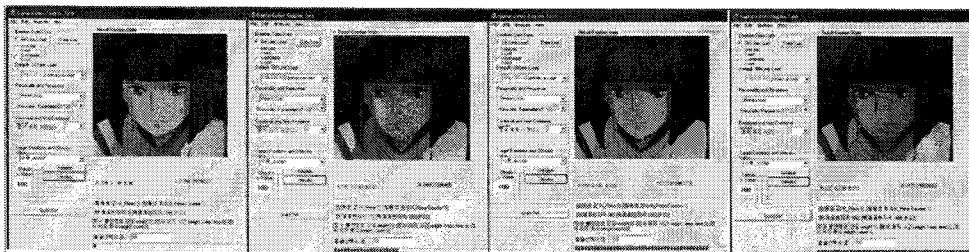


그림 16. FCM(Facial Color Model)

표 8. 애니메이션 콘텐츠에서 정서 변화에 따른 캐릭터 얼굴의 색채 변화

번호	애니메이션 콘텐츠	표현 정서	표현 색	정서 변화 시간(프레임)	자극 수	색상
A1	마크로스 제로	수용	초록	878.044~994.427	2	155, 210, 147
A2	미녀와 야수	두려움	파랑	767.000~780.000	1	54, 57, 72
A3	아키라	협오	카키	2086.000~2092.000	1	58, 58, 50
A4	아키라	노여움	빨강	938.104~976.609	3	110, 45, 21
A5	추억은 방울방울	사랑	핑크	1545.344~1725.524	3	184, 141, 134
A6	이집트 왕자	경외	보라	2617.000~2709.000	3	39, 42, 71
A7	무사쥬베이	경멸	남색	1054.021~1079.291	4	66, 69, 118
A8	메트로폴리스	공격	빨강	938.104~976.609	3	238, 154, 113

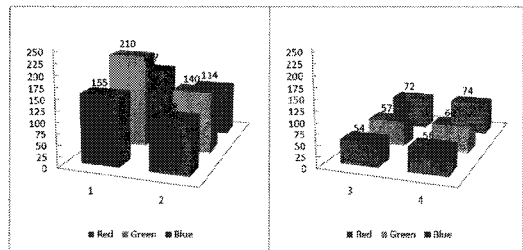
표 9. FCM에서 멜랑콜릭 기질 타입으로 시뮬레이션

번호	표현 정서	자극 강도와 경과시간 (자극강도, 시간)	자극 수	색상
F1	수용	(78, 0), (86, 1)	2	118, 140, 114
F2	두려움	(100, 0)	1	56, 60, 74
F3	협오	(100, 0)	1	55, 54, 43
F4	노여움	(50, 0), (72, 1), (86, 1)	3	100, 54, 27
F5	사랑	(50, 0), (72, 1), (86, 1)	3	202, 136, 141
F6	경외	(50, 0), (72, 1), (86, 1)	3	41, 45, 73
F7	경멸	(58, 0), (58, 1), (72, 1), (86, 1)	4	42, 37, 124
F8	공격	(50, 0), (72, 1), (86, 1)	3	240, 155, 135

에서의 입력 자극 수를 뜻한다.

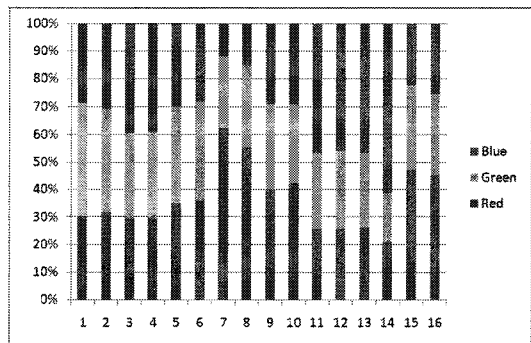
표 9는 FCM에서 표 8과 유사하게 시뮬레이션하여 나온 결과이며 멜랑콜릭 기질 타입으로 시뮬레이션 하였다.

그림 17에서는 수용이라는 정서가 표 8의 A1번과 표 9의 F1번으로 비교하고 있다. A1번은 애니메이션 콘텐츠 마크로스 제로에서 878.044~994.427(ms) 사이에 정서 변화가 일어났으며 이는 자극 수 2번에 의해 일어났다는 것을 의미한다. 이를 시뮬레이션 하기 위해 FCM에서는 입력자극 강도(78, 86)로 2번 자극하면 표 8의 A1번 애니메이션 콘텐츠의 정서 변화와 유사하게 시뮬레이션 할 수 있다. 그림 17(a)와 (b)는 각각 표 8와 표 9의 색을 비교 분석한 것이다. 그림 17(c)는 표 8와 표 9 전체를 비교한 것 보여주며 이것으로 FCM 시뮬레이션이 애니메이션 콘텐츠의 정서 표현과 유사하게 시뮬레이션 되었다는 것을 보여주고 있다.



(a)

(b)



(c)

#### 4.2 성능 검증(변화율)

애니메이션 콘텐츠에서 정서는 캐릭터가 다양한

그림 17. 애니메이션 콘텐츠와 FCM과 색채 비교 (A1~A8은 애니메이션 콘텐츠이고 F1~F8은 FCM에서 시뮬레이션한 결과이다.)

성격에 따라 조금씩 변화율을 달리한다. 그러므로 FCM 시물레이션에서도 단위 프레임 당 변화도가 애니메이션 콘텐츠와 유사하게 시물레이션 되어야 하므로 변화율 검증은 중요하다. 애니메이션 콘텐츠 아키라의 정서 표현 장면을 보여주는 그림 18은 애니메이션 콘텐츠의 프레임간의 각각 빨강, 초록, 파랑 채널별 변화율과 FCM 시물레이션에서 각각 빨강, 초록, 파랑 채널 변화율을 구한다음 그 차이 값을 구한 것이다. 그림 18(a)와 (b)는 애니메이션 콘텐츠 아키라에 대하여 비교한 것이다. 에러에 대한 표준편차는 그림 18(a)는 3.88, (b)는 9.13가 나왔다. 이러한 결과는 애니메이션 콘텐츠 아키라의 정서 변화는 FCM 시물레이션 할 경우 민감한 기질 유형으로 시물레이

션 하는 것이 둔감한 기질 유형으로 시물레이션 하는 것보다 더 유사하다는 것을 보여주고 있다.

에러에 대한 표준편차는 그림 18(a)는 3.88, (b)는 9.13가 나왔다. 이러한 결과는 애니메이션 콘텐츠 아키라의 정서 변화는 FCM 시물레이션 할 경우 민감한 기질 유형으로 시물레이션 하는 것이 둔감한 기질 유형으로 시물레이션 하는 것보다 더 유사하다는 것을 보여주고 있다.

### 5. 결론

애니메이션을 분석하여 정서의 유형과 얼굴 색 관계를 분석하고 정서이론과 성격이론을 기반으로 의

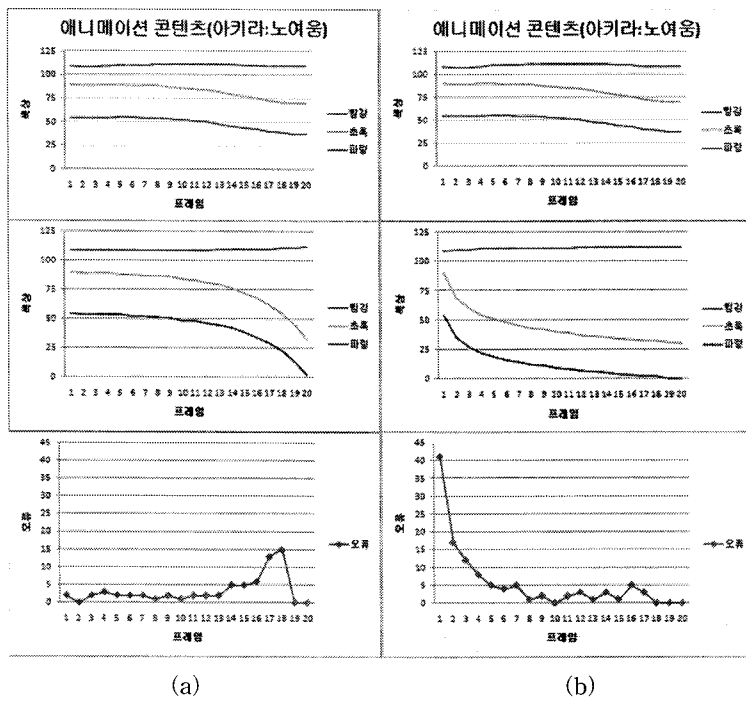


그림 18. 민감한 기질과 둔감한 기질의 프레임 (Frame)간의 차이비교



그림 19. 3D 캐릭터에 적용

부 자극에 따라 얼굴 색이 동적으로 변하는 Facial Color Model를 개발했다. Facial Color Model는 애니메이션 콘텐츠와 색채 검증과 성능 검증(변화율)으로 검증하였으며 두 가지 검증 모두 유사하게 시뮬레이션 되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 3차원 시뮬레이션 도구(Curious Labs Poser6)에 Facial Color Model을 적용 시켜 본 결과 3차원 캐릭터에서도 쉽게 활용할 수 있었다. 이는 2차원 게임뿐만 아니라 3차원 게임에 적용이 가능하고 더 나아가 정서의 표현이 필요한 여러 분야에도 도움을 줄 수 있을 것이다. Facial Color Model의 개발은 유저와 게임 캐릭터 사이를 좀 더 현실감 있고 자연스러운 상호 작용인 정서 표현이 가능하도록 만든 것이다. 게임 캐릭터가 얼굴 피부색 변화를 통해 정서를 표현하는 것은 사실감 있는 그래픽으로도 표현할 수 없는 자연스러운 상호 작용성을 유저에게 제공할 수 있다.

추후 연구는 Facial Color Model의 얼굴피부색 변화에 영역별 변화부분을 추가하여 좀 더 다양하고 사실감 있는 개선된 Facial Color Model를 제안하고자 한다.

### 참 고 문 헌

[1] Takashi Yamada, Tomio Watanabe, "Effects of Facial Color on Virtual Facial Image Synthesis for Dynamic Facial Color and Expression under Laughing Emotion," *Proceedings of the 2004 IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 20-22, 2004.

[2] Prem Kalra, Nadia Magnenat Thalmann, "Modeling of Vascular Expression in Facial Animation," *IEEE Computer Society Press*,

pp. 50-58, 1994.

[3] Pradeep Buddharaju, Panagiotis Tsiamyrtzis, Mike Bazakos, and Ioannis T. Pavlidis, "Physiology-Based Face Recognition in the Thermal Infrared Spectrum," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.29, Issue 4, pp. 613-626, 2007

[4] Robert Plutchik, *Emotions and Life*, American Psychological Association, 2003.

[5] Neil R. Carlson, *Physiology of Behavior*, Allyn & Bacon, 2004.

[6] Robert Plutchik, *Emotions in the practice of psychotherapy*, American Psychological Association, 2000.

[7] A. D. Weisman, *the existential core of psychoanalysis*, Boston : Little, Brown, 1965.

[8] L. S. Greenberg, & S. C. Paivio, *Working with emotions in psychotherapy*, New York: Guilford Press, 1997.

[9] 윤혜림, *Colorist*, kukje, 2004.

[10] Hans J. Eysenck, & S. B. G. Eysenck, *Psychoticism as a Dimension of Personality*, London, Hodder & Stoughton, 1976.

[11] Hans J. Eysenck, 이현수, *Eysenck Personality Questionnaire*, 학지사, 학지심리검사연구소, 2004.

[12] Hans J. Eysenck, & S. B. G. Eysenck, *The Manual of the Eysenck Personality Inventory*, London Press, 1964.

[13] <http://gametech.cau.ac.kr/Kyuho/FCAT/animationList.pdf>.



박 규 호

2003년 2월 신라대학교 조소과  
미술학사, 멀티미디어공  
학과 공학사  
2007년 2월 중앙대학교 첨단영  
상대학원 영상공학과 공  
학석사

2007년 3월~현재 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공  
학과 박사과정  
관심분야 : 감성공학, 인공지능



김 태 용

1986년 2월 한양대학교 전기공학  
과 공학사  
1988년 2월 한양대학교 전자통신  
공학과 공학석사  
1998년 2월 포항공과대학교 컴퓨  
터공학과 공학박사  
1988년 3월~1999년 2월 한국동  
신 운용연구단 연구원

2000년 1월~현재 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공  
학과 교수  
관심분야 : 영상통신, 영상처리, 컴퓨터비전, 컴퓨터게임