

## 음악 장르에 따른 분위기와 색상 분포의 특성\*

### Mood and Color Distribution Characteristics of Music Genres

문창배\*\* · 김현수\*\* · 송민균\*\* · 김병만\*\*†

Chang Bae Moon\*\* · HyunSoo Kim\*\* · Min Kyun Song\*\* · Byeong Man Kim\*\*†

금오공과대학교 소프트웨어공학과\*\*

Dept. of Computer and Software Engineering, Kumoh National Institute of Technology\*\*

#### Abstract

Since stress can cause a variety of diseases, the relaxation of stress is an important factor for preventing diseases. One way to relieve stress is to use auditory or visual materials. If auditory and visual ones are used together, the effect of stress relaxation will be maximized. In this context, we analyze mood distribution of genre of music and color distribution of mood from the mood data for musics and color data for mood words collected directly from volunteers. Based on these two distributions, we also perform the  $\chi^2$ -test with Minitab for checking that color distributions are different from genre to genre. The results show that a different genre has a different color distribution and that the distributions of color, brightness and saturation depend on mood ( $P < 0.0001$ ). The results will be used to develop an emotional lighting system which plays lighting according to music mood, which can be applied to psychotherapy but more data and analysis are needed for clinical trials.

**Keywords** : mood of music, color distribution of mood, mood distribution of genre, color distribution of genre

#### 요약

스트레스는 다양한 질병의 원인이 되며 스트레스의 해소는 질병 예방에 중요한 요인이라 할 수 있을 것이다. 스트레스를 해소시키는 방법 중 한 가지는 청각이나 시각을 이용하는 것으로 스트레스 해소에 맞는 음악을 제공하거나 조명을 제공해 주면 될 것이다. 또한 청각과 시각을 동시에 이용할 수 있다면 그 효과를 극대화 할 수 있을 것이다. 이러한 맥락에서 본 논문에서는 음원의 분위기와 분위기 단어의 색상을 수집한 후 수집한 데이터를 이용하여 음악 장르에 따른 분위기 분포와 분위기 단어에 따른 색상분포를 분석하였고, 두 가지 수집된 데이터를 이용하여 음악 장르에 따른 색상 분포가 다르다는 것을 확인하기 위해 Minitab을 이용하여  $\chi^2$ -test를 실시하였다. 분석결과,  $P < 0.001$ 로 음악 장르에 따라 분위기 색상이 다르게 분포되며 분위기에 따라 색상 및 명도, 채도의 분포도 다르게 나타남을 확인하였다. 이 결과를 음악 분위기에 따라 감성을 표현하는 조명 개발에 활용할 수 있을 것이고, 이를 심리 치료에 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 다만, 심리 치료의 경우 임상 실험인 점을 고려한다면 더 많은 데이터의 수집과 분석이 필요할 것이다.

**주제어** : 음악 분위기, 분위기별 칼라 분포, 장르별 분위기 분포, 장르별 칼라 분포

\* 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0021097)

† 교신저자 : 김병만(금오공과대학교 소프트웨어공학과)

E-mail : bmkim@kumoh.ac.kr

TEL : 054-478-7544

FAX : 054-478-7544

## 1. 서론

스트레스는 다양한 질병의 원인이 되며 스트레스로 인한 발생 가능한 질병은 고혈압, 구토, 위경련, 위염, 복통, 당뇨, 우울증, 불안, 월경불순, 불임, 근육통, 전신통증, 두드러기, 피부염 등 여러 가지가 있다. 이러한 질병을 예방하는 방법은 스트레스를 적게 받는 방법이 있지만 현대사회에 들어 육체적 노동은 줄고, 사무적 노동이 증가함에 있어 스트레스를 적게 받는 방법은 불가피하다. 하지만 스트레스를 해소시켜줌으로 각종 질병에 원인되는 질병들을 예방할 수 있을 것이다. 스트레스를 해소시키는 방법에는 청각, 시각, 미각, 후각, 촉각 등 여러 방법이 존재하고, 심리 치료 시 청각과 시각은 MP3, 가전조명과 같이 전자기기를 통하여 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 좋은 소재이다.

청각은 좋은 소리를 청취하는 경우 좋은 분위기를 느끼고 표출되지만 좋지 않은 소리를 청취하는 경우 좋지 않은 분위기를 느끼거나 표출된다. 분위기 표현에 있어 가장 보편화된 방법 중 한 가지는 음악을 통한 방법이고, 음악은 일상에서 자주 접하는 소리 중 한가지이기 때문에 좋은 음악의 청취는 스트레스 해소에 중요한 도구라 할 수 있을 것이다.

시각은 청각과 마찬가지로 좋은 색상이나 그림들을 시청하는 경우 좋은 분위기를 느끼거나 표출되지만 그렇지 않은 경우 반대의 분위기를 느끼거나 표출된다. 시각에 의하여 쉽게 접할 수 있는 것 중 한 가지는 조명을 통한 방법이고, 조명은 LED의 발전으로 여러 가지 색상을 표현할 수 있기 때문에 음악과 마찬가지로 시청자의 스트레스 해소에 중요한 도구로 사용될 수 있다.

청각 또는 시각을 이용한 분위기 추출 및 표현 방법(Hevner, 1936; Katayose et al., 2003; Lee et al., 2009; Manav, 2007; Russell, 1980; Thayer, 1989)들이 존재하고 연구되어왔다. 하지만 청각과 시각을 모두 이용하여 실시간으로 분위기를 표현하는 방법은 아직 존재하지 않는다. 따라서, 음악과 조명의 관계를 정의하고 이를 바탕으로 음악에 맞는 조명을 연출해 준다면 그 의미가 매우 클 것이다. 음악 청취 시 음악의 분위기에 알맞은 조명을 제공받는다면 해당음악의 감성을 최대한으로 제공받을 수 있을 것이고, 이는 심리치료 또는 스트레스 해소의 좋은 도구로 사용될 수 있을 것이다.

본 논문에서는 청각과 시각을 이용한 분위기 표현

방법에 대한 연구의 일환으로 음악 장르에 따른 분위기와 색상과의 관계를 파악하였다. 먼저 이를 위해 온라인 설문용지를 이용하여 오프라인에서 피 실험자를 모집하였고, 피 실험자들을 통하여 음원의 분위기와 분위기의 색상을 입력받았다. 그리고 입력받은 데이터를 이용하여 음악 장르에 따른 분위기 분포와 색상 분포를 분석하였다.

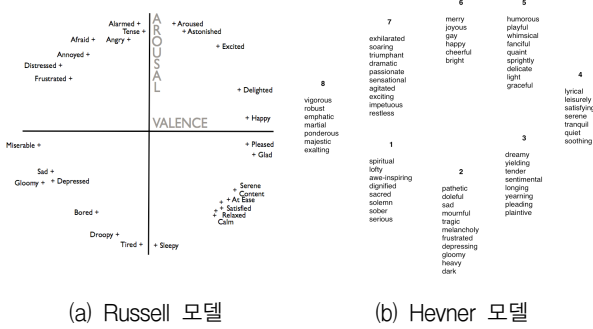
## 2. 관련연구

본 연구와 관련된 주제는 크게 세 가지로 요약해 볼 수 있는데 첫째는 분위기 모델에 관한 연구이고, 둘째는 분위기 단어와 색상과의 관계에 대한 연구이며 마지막은 음악 구조 분석에 관한 연구이다.

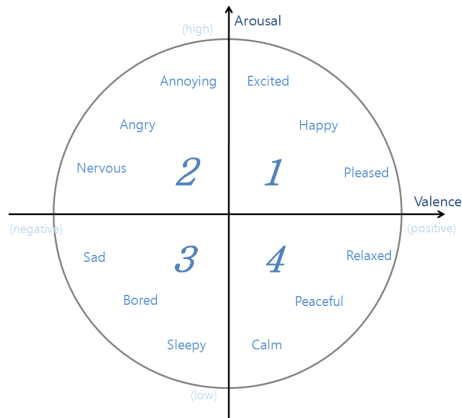
분위기 모델의 대표적인 사례로서 그림 1 (a)의 Russell(1980) 모델, 그림 1 (b)의 Hevner(1936) 모델 그리고 Thayer(1989) 모델이 있다. Russell 모델과 Hevner 모델은 형용사를 기반으로 한 모델로 의미가 중첩되거나 형용사적 표현상 모호한 단점이 있다. Russell 모델과 Hevner 모델의 모호한 단점을 보완한 것이 확장된 Thayer의 2차원 모델이고, Thayer의 2차원 모델에서는 12개의 단어를 사용한다. 또한 본 논문에서도 분위기를 추출하기 위한 모델로 확장된 Thayer의 2차원 분위기 모델을 사용한다. Thayer의 2차원 분위기 모델에서는 음악 분위기를 Arousal과 Valence로 이루어진 벡터 값으로 표현을 하는데 Arousal은 청취자가 음악에서 느끼는 자극의 강도를 나타내며 Valence는 음들의 안정감을 나타낸다. 그림 1 (c)는 확장된 Thayer의 2차원 분위기와 12개의 분위기/감정 형용사와의 관계를 나타낸 그림이다.

분위기와 색상과의 상관관계를 파악하는를 대표적인 연구로 Manav(2007)의 연구가 있다. Manav(2007)에서는 형용사 분위기 단어를 사용하여 색상과 분위기 간의 관계를 정의 하였다. 41개의 색상을 제공하여 색상과 가장 어울리는 단어를 선택하게 하는 것이고, 사용된 단어는 Vivid, Boring, Cold, Warm, Exciting, Fearful, Mysterious, Peaceful, Relaxing 등을 포함한 30개의 형용사 단어들이다. 또한 Manav(2007)에서는 10개의 색상과 연령별, 성별, 교육수준에 따른  $\chi^2$  통계량을 분석하여 침실, 화장실, 어린이방 등에 어울리는 감성적 색상을 정의하였다.

본 연구에서는 음악을 자동으로 분석하여 대표 구간을 추출하여야 하는데 기존의 음악 구조 분석 분야



(a) Russell 모델 (b) Hevner 모델



(c) 확장된 Theyer의 2차원 모델

그림 1. 분위기 추출모델

에서 이에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다. 음악 구조 분석 연구에는 가사구간 탐색, 악기의 변화 구간 탐색과 같은 음색의 변화 구간탐색 방법(Kim et al., 2002; Zhang 2003), 음악 온셋(Onset)추출을 한 뒤 음표 리듬 패턴을 통한 구조 분석 방법(Shao et al., 2005), 특징 벡터간의 유사도 매트릭스의 클러스터링을 통한 방법(Paulus et al., 2006; Shiu et al., 2005) 그리고 유사 멜로디의 반복적인 구조 탐색을 통한 방법(Goto 2003), 그리고 음악 코드(Chord)와 관련한 가상의 코드 순서를 HMM을 통하여 유추, 가상의 코드 순서열의 규칙성과 유사도를 이용하는 방법(Abdallah et al., 2005; Levy et al., 2006; Levy et al., 2008) 등을 사용하고 있다. 이러한 음악 구조 분석 연구를 바탕으로 한 응용분야로 이미지의 썸네일처럼 음악에서도 노래를 대표할 수 있는 부분을 추출하는 연구들(Lu et al., 2003; Zhang et al., 2007)이 있다. 구조 분석에 관한 연구들의 경우 공통적으로 음악의 음향 특징이 유사한 구간을 국부적인 비슷한 특징으로 클러스터링 하는 방법으로 전역적으로 비슷한 특징이 반복됨을 찾는 방법이다.

### 3. 대표구간 추출 및 분위기와 분위기 색상 수집

음원의 분위기와 분위기의 색상을 수집하기 위해 본 연구에서는 그림 2와 같이 음원을 분석하여 대표구간을 파악하고 이 대표구간에서 추출한 음원을 웹을 이용하여 피 실험자에게 제공하고, 피 실험자에게 음원의 분위기를 입력 받았다. 웹을 통하여 입력받은 분위기는 최종적으로 데이터베이스에 저장하여 본 논문에서 분석하기 위한 자료를 구축하였다. 또한 분위기 단어의 색상을 수집하기 위해 웹을 통하여 분위기 단어에 알맞은 색상을 입력받을 수 있도록 하였다.

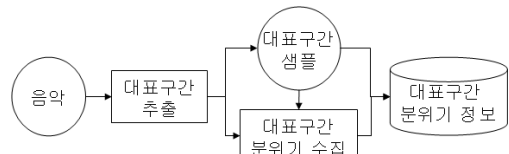


그림 2. 대표음원 추출 및 음원 분위기정보 수집

피 실험자의 기초 자료 수집을 위해 피 실험자 정보 가입 시 입력받도록 하였다. 피 실험자의 기초 자료로 그림 3과 같이 성별, 연령대, 직업군, 선호 장르, 주당 음악 감상시간 등을 제공 받았다. 한명이 두 번 설문하는 것을 방지하기 위해 수기로 참여자 목록을 작성 하여 피 실험자에게 하나의 아이디를 제공함으로써 하나의 설문 문항에 대하여 중복 설문을 피할 수 있도록 하였다.

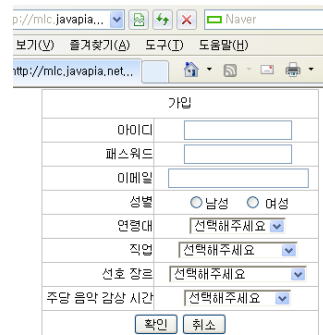


그림 3. 피 실험자 자료수집 화면

#### 3.1. 음악의 대표구간 추출

대표 구간을 추출하기 위해 그림 4와 같이 음악의 구조 분석을 통한 세그먼트를 실행하였다. 대표구간

추출 방법은 음악 구조 정보를 추출하고, 분석된 구조 정보를 이용하여 음악을 분리한 후 분리된 음원 중 음악의 에너지 값이 가장 큰 위치를 선택하여 대표음원을 추출하였다(Lu et al., 2003; Zhang et al., 2007). 음악의 구조 분석은 상태열 기반 Levy(2006)의 유사 구간 클러스터링 방법을 사용하였다. Levy(2006)의 유사 구간 클러스터링 방법은 그림 4에서 점선부분까지로 음악 특징 벡터 추출, Timbre-Type 시퀀스 추출, Timbre-Type Soft k-Means 클러스터링 방법을 통하여 음악의 구조정보를 파악한다.

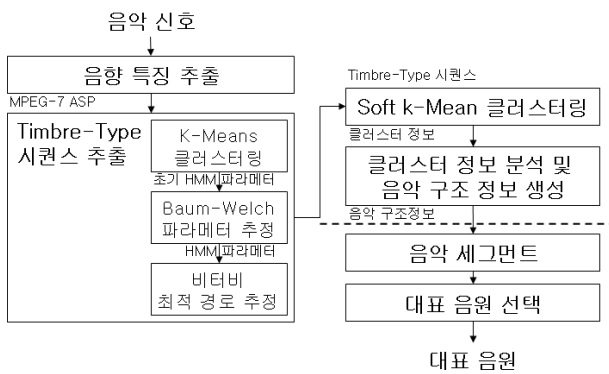


그림 4. 대표음원 추출 알고리즘 구조도

기존 상태열 기반 Levy(2006)의 음악 구조 분석 연구에서는 1차 음향 특징 추출을 위한 특징 추출 프레임의 길이 결정 방법으로 비트 탐색 알고리즘을 통하여 8개의 비트에 해당하는 길이를 프레임 윈도우의 홉사이즈로 사용하였으나 본 연구에서는 1.2s의 길이와 300ms의 홉사이즈를 가진 고정된 프레임을 사용하여 1차 음향 특징을 추출하였다.

1차 음향 특징은 각 프레임 별로 MPEG-7의 1/8 옥타브의 해상도를 가지는 ASE(Audio Spectrum Envelop)를 추출 한 후, PCA(Principal Component Analysis) 알고리즘을 통하여 상위 20 프로잭션(ASP(Audio Spectrum Projection))를 계산하여 사용한다. 하지만 본 연구에서는 PCA알고리즘에 의해 정규화 된 ASP 값으로 각 프레임의 에너지 차이에 대한 정보가 사라지기에 각 프레임별 파워 스펙트럼 값의 L2-Norm을 구하여 총 21개의 멜로디와 에너지 모두를 표현하는 음향 특징을 추출하고, 프레임별 음향 특징들이 추출되면 가상코드 (또는 Timbre-Type) 시퀀스를 추출하기 위하여 HMM을 사용하였다.

가상코드 시퀀스가 추출된 후 가상코드 시퀀스 정보를 이용하여 음악의 특징적 구간(Segment)으로 나누

기 위해 Levy(2006)에서 사용했던 히스토그램 기반 Soft k-Means 클러스터링 방법을 사용하였다. 즉 M 개의 세그먼트로 나누기 위해 우선 가상코드를 W의 크기를 가지는 윈도우를 한 스텝씩 이동시키며 윈도우 내의 시퀀스를 사용한 데이터 히스토그램을 생성하고, 각 데이터 히스토그램이 속해있는 세그먼트 라벨을 할당하여 세그먼트 시퀀스를 그림 5과 같이 생성하였다.

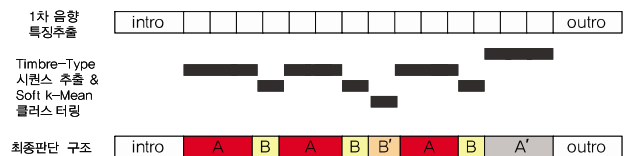


그림 5. 유사구간 클러스터링 방법을 바탕으로 한 최종 구조 분석

유사구간을 획득한 후에는 유사구간의 시작부부터 12초 단위로 음악을 분리 시켰다. 분리된 12초 단위의 음원들 중 음악의 도입부에서 1개와 종결부에서 1개를 선택하고, 나머지 부분에서 음원들의 에너지를 계산하여 에너지가 가장 큰 샘플을 1개 선택하였다. 에너지는 식 1에 의하여 계산하였다.

$$\epsilon_x = \sum_{-\infty}^{\infty} x(n)x(n)^* = \sum_{-\infty}^{\infty} |x(n)|^2 \quad (1)$$

여기서,  $x(n)$ 은 음원의 시퀀스,  $x(n)^*$ 는 시퀀스의 켈레복소수를 의미한다.

### 3.2. 음원의 분위기 수집

음원의 분위기와 분위기에 따른 색상을 수집하기 위한 환경은 10~17시, 한쪽 벽면이 어두운 유리(동쪽)인 실내에서 3일간에 걸쳐 데이터를 수집하였다. 분위기 수집에 참여한 인원은 지원자 189명과 본교 특정동아리 회원 13명이 참여하였다. 이때 제공된 음원샘플은 음악 101곡에서 추출된 총 281개 이고, 지원자 189명 에게는 47개의 샘플을 랜덤하게 제공하였고, 동아리 회원에게는 전체음악 샘플을 제공하여 실험에 참여하도록 하였다. 또한 헤드셋을 제공하여 외부에서 발생하는 소음을 방지하였고, 실험에 사용된 음원의 재생 시간은 각 12초이다. 표 1은 실험조건을 정리한 것이다.

표 1. 분위기 데이터와 분위기의 색상 수집을 위한 환경조건

환경	조건
총 사용된 음악 수	101곡
총 추출된 음원 수	281개
지원자 수(281 샘플)	13명
1회 참여시 제공된 음원 샘플 수	47개
분위기 수집에 참여한 인원(47 샘플)	189명
음원 출력시간	12초
음원 제공방법	헤드셋 이용
색상 제공방법	모니터 이용(TGL 175)
장소	본교 디지털관 로비
분위기 수집 월(소요일)	10월(3일)
분위기 수집시간	10~17시

분위기 설문 시 제공된 웹 UI는 확장된 Theyer의 2차원 모델을 이용하였고, 그림 6과 같다. 피 실험자에게 최대 3개 분위기를 입력 가능케 하였는데, 한 분위기에 최대 5점 부여가능하며, 여러분위기 입력시 총합이 5점 넘지 않도록 하였다. 분위기 입력 시 제약 조건을 두었는데 **Angry**와 **Peaceful** 같이 극과 극인 분위기들은 동시에 선택할 수 없도록 하였다. 즉 음원샘플의 분위기를 입력할 때 1/4 분면에 입력 하였으면 3/4 분면에는 입력하지 못하도록 하였다. 그러나 이웃분면의 분위기는 중복 가능하도록 하여 만약 1/4 분면에 분위기를 입력하면 2/4 분면 또는 4/4 분면에도 입력 가능하도록 하였다.

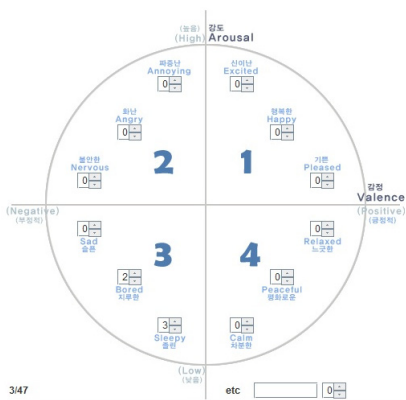


그림 6. 음악 분위기 입력화면

그림 6에서 etc는 입력자가 12개의 분위기 이외의 분위기를 느낄 수 있어 12개의 분위기 이외의 분위기를 느낀 경우 그 분위기를 입력할 수 있도록 하였지만 본 논문에서는 사용하지 않았다. 또한 영문만 표기하는 경우 단어의 뜻을 피 실험자가 해석하지 못하는

경우 실험 시 단어 해석에 대한 부담을 줄 수 있고, 해석의 부담으로 실험에 영향을 줄 수 있기 때문에 한글을 추가적으로 제공하였다. 단어의 뜻은 인터넷 사전의 첫 번째 뜻을 제공하였다. 음악의 분위기를 입력받은 데이터는 표 2와 같다. 각 음원 평균 설문 수(총 발생 건/제공 샘플 수)를 구하면 각 음원별 약 31건이고, 동아리 회원 13명의 데이터를 더하면 각 음원별 평균 44건이다.

표 2. 음악에 따른 분위기 수집자료((a) Annoying, (b) Angry, (c) Nervous, (d) Sad, (e) Bored, (f) Sleepy, (g) Calm, (h) Peaceful, (i) Relaxed, (j) Pleased, (k) Happy, (l) Excited)

NO	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1								2	3			
2							2	2			1	
3				2		1	2					
4				2					3			
5									3			2
6			2	3								
7					3				2			
~												
8890		1	1	3								
8891	4	1										
8892				4					1			
8893												5
8894				3					2			
8895	1										1	3
8896								1			3	1

### 3.3. 분위기의 색상수집

분위기 색상을 수집하기 위해 본 시스템에서는 상단에 단어를 제공하고, 제공한 단어를 피 실험자가 확인 후 단어와 어울리는 색상을 그림 7과 같이 선택하는 방식을 사용하였다. 그림 7의 하단영역에 미리보기는 피 실험자가 선택한 색상을 확인하는 영역이고, 미리보기 상단의 색상 표는 Java에서 기본으로 제공되는 색상 표를 사용하여 피 실험자가 색상 표에서 색상을 선택하면 해당 색상이 미리보기 영역에 표시가 된다. 색상 선택 후 SAVE 버튼을 클릭하면 자동으로 서버의 데이터베이스에 해당색상의 RGB값이 저장되고, 다음 단어가 제공된다.

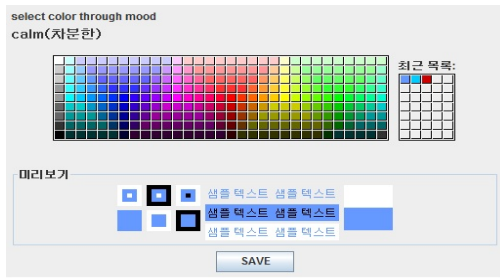


그림 7. 분위기 단어의 색상 선택 화면

분위기 단어 색상을 입력받은 데이터는 표 3과 같다. 각 분위기별 색상의 평균 설문 수(총 발생 건/분위기 단어 수)를 구하면 154건이고, 동아리 회원 13명의 데이터를 더하면 평균 설문 수 평균 167건이다. 표 3의 R, G, B는 그림 7에서 입력된 색상 값을 의미하고, H, S, Br은 R, G, B값을 HSV 모델 값으로 환산한 값을 의미한다.

표 3. 분위기에 따른 색상 수집자료

NO	분위기	R	G	B	H	S	Br
1	Annoying	204	0	51	0	1	0.8
2	Angry	255	0	102	0	1	1
3	Nervous	153	0	153	0	1	0.6
4	Sad	255	0	51	0	1	1
5	Bored	255	102	0	0.06	1	1
6	Sleepy	153	0	51	0	1	0.6
~							
1842	Sleepy	0	0	51	0	0	0
1843	Calm	204	0	0	0	1	0.8
1844	Peaceful	153	153	0	0.16	1	0.6
1845	Relaxed	0	0	51	0	0	0
1846	Pleased	204	0	51	0	1	0.8
1847	Happy	204	0	0	0	1	0.8
1848	Excited	0	153	153	0.33	1	0.6

#### 4. 분위기와 색상의 관계정의

음원에 따른 색상을 정의하기 위해 그림 8과 같이 음원 분위기 정보 데이터베이스에서 음원정보를 추출하여 음원의 대표 분위기를 분석하고, 분위기 색상정보 데이터베이스에서 각 분위기별 색상을 추출하여 각 분위기 별 색상분포를 분석하였다. 또한, 분석된 음원의 대표 분위기와 분위기의 색상분포를 이용하여 각 음원의 색상분포를 도출한 후 장르별 색상분포를 분석하였다.

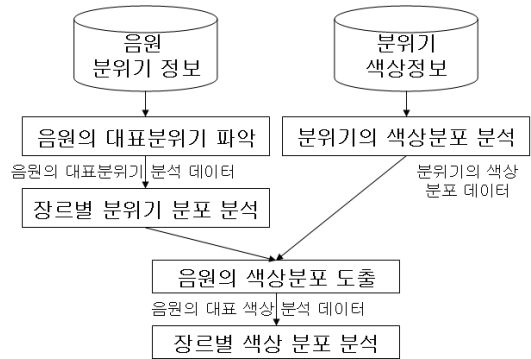


그림 8. 장르별 색상분포 분석절차

#### 4.1. 음원의 대표 분위기 파악 및 장르 별 분위기 분포 분석

한 음원에 대하여 여러 사용자가 다른 분위기를 지정할 수 있기 때문에 대표 분위기를 파악할 필요가 있다. 이를 위해 먼저 각 분위기에 대한 사용자들의 평가치의 합을 식 2와 같이 계산하였다.

$$ed_i^s = \sum_{u=1}^n data_{ui}^s, \begin{cases} i = 1, 2, \dots, 12 \\ n: 피실험자 수 \end{cases} \quad (2)$$

여기서,  $ed_i^s$ 는 음원 s에 대한 i번째 분위기에 대한 피실험자들의 평가치 합이며, i는 분위기 인덱스로 1~12까지의 범위를 가지며, 그림 9와 같이 1번부터 반시계 방향으로 pleased, happy, excited, ..., relaxed에 대응된다.  $data_{ui}^s$ 는 음원 s에 대한 피실험자 u의 i번째 분위기에 대한 평가치를 의미한다.

모든 분위기에 대한  $ed_i^s$ 를 구한 후, 이 값을 AV 공간상의 좌표 값으로 변환하였다. 변환은 그림 9와 같이 각  $ed_i^s$ 에 대해 원점(0, 0)을 기점으로 하며 거리  $ed_i^s$ 만큼의 위치에 표기한 후 그 점의 x, y 좌표 값을 구하였다. 즉, 식 3과 4를 이용하여 x 값과 y 값을 구하였다. 이러한 변환은 확장된 Theyer의 2차원 모델(그림 1 (c))에 기반을 둔 것이다.

$$x_i = \sin(f\theta_i)ed_i, \quad i = 1, 2, \dots, 12 \quad (3)$$

$$y_i = \cos(f\theta_i)ed_i, \quad i = 1, 2, \dots, 12 \quad (4)$$

여기서,  $f\theta_i = f\theta_{i-1} + 30, 2 \leq i \leq 12$ 이며  $f\theta_1$ 는 15도이다.

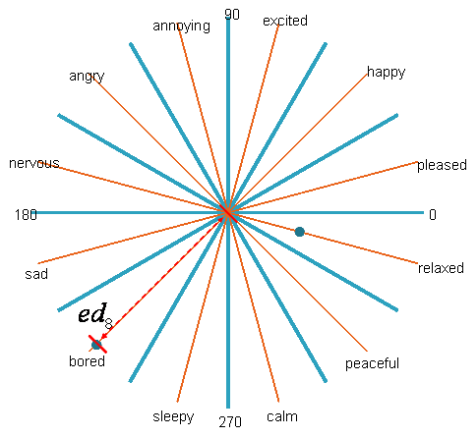


그림 9.  $ed_i$ 의 벡터 구성

12개의 분위기에 대한  $ed_i^*$ 의 값을 AV 좌표로 변환 후에는 이들의 중심좌표를 구한 후 이 중심좌표와 각 분위기 축과의 각도를 구하여 가장 근접한 분위기를 대표 분위기로 결정하였다. 즉, 식 5와 6을 이용하여 12개의 AV 벡터의 중심 벡터( $\bar{x}, \bar{y}$ )를 구한 후 이 벡터의 각도  $c\theta$ 를  $atan(\bar{y}/\bar{x})$ 에 대입하여 구하고 식 7를 이용하여 가장 근접한 분위기의 인덱스 NI를 구하였다.

$$\bar{x} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} x_i \tag{5}$$

$$\bar{y} = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} y_i \tag{6}$$

$$NI = \operatorname{argmin}\{d\theta_1, d\theta_2, \dots, d\theta_{12}\} \tag{7}$$

where,  $d\theta_i = |f\theta_i - c\theta|, i = 1, 2, \dots, 12$

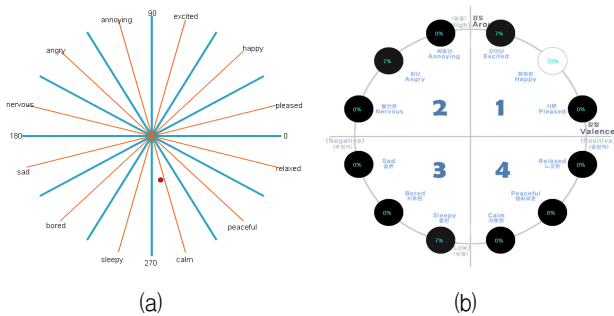


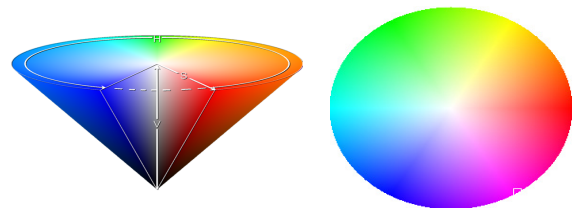
그림 10. 음원의 대표 좌표와 장르에 따른 분위기 분포(a) 음원의 대표 좌표 ( $\bar{x}, \bar{y}$ ) (b) 장르 록\_포크의 분위기 분포)

같은 장르에 속하는 음원들에 대해 위에서 설명한 방법에 따라 대표 분위기를 파악하게 되면 각 분위기 별로 몇 개의 음원이 소속되는지를 알 수 있고 이를 백분율로 표시하면 장르별 분위기 분포를 파악할 수

있다. 앞으로 이 백분율(또는 비율)을 장르별 분위기가중치라 칭한다. 그림 10 (b)는 록\_포크 장르에 대해서 이러한 방법을 사용하여 분위기 분포를 파악해 본 예이다.

#### 4.2. 분위기의 색상분포 및 장르별 색상 분포 분석

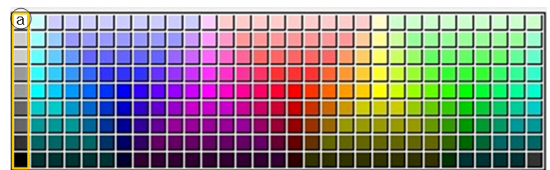
분위기 수집 및 분석 시 사용 가능한 모델 중 한 가지는 그림 11 (a)와 같은 HSV 모델이다. HSV 모델의 단면(그림 11 (b))을 2차원 좌표 상에 표기하면 그림 11 (c)와 같은 결과를 얻을 수 있다. 하지만 본 논문에서는 그림 11 (d)와 같은 Java에서 기본적으로 제공하는 모델을 사용하였다. 본 논문에서 사용한 모델은 HSV 모델과 유사한 구조를 가지지만, 색상제공에 있어 HSV 모델 보다 적은 양의 색상을 제공한다. 피 실험자가 많을 경우 HSV 색상 모델을 이용하여 색상 수집을 하면 본 논문에서 사용한 모델보다 좋은 결과를 도출 할 수도 있지만 반대로 피 실험자가 적은 경우는 색상 선택의 폭이 넓기 때문에 오히려 좋지 않은 결과를 도출할 수 있다. 또한 본 논문에서 사용한 모델은 HSV 모델과 유사한 색상 구조를 가지기 때문에 그림 11 (d)에 표기한 ㉠열을 제외한 나머지 색상



(a) HSV 모델 (b) HSV 모델의 단면



(c) HSV 모델 단면의 극좌표 변환



(d) Java 기본 색상 모델

그림 11. 색상 모델과의 비교

을 극좌표 변환을 하면 그림 11 (c)와 유사한 색상 구조를 획득할 수 있고, 이를 이용하여 원형의 형태로 분위기의 색상 분포를 해석할 수도 있다. 즉 그림 11 (d)에서 x축은 Hue 값으로 0~360도의 범위로 사용할 수 있고, y축은 Saturation값과 Value값으로 해석할 수 있다.

피 실험자들은 하나의 분위기에 대해 하나의 색상을 선택하게 되는데 모든 피 실험자의 선택한 결과를 종합하면 그림 12와 같은 색상 데이터(또는 분포)를 얻을 수 있고, 이를 이용하여 장르별 색상 분포를 계산할 수 있다.  $i$ 번째 분위기 색상 분포에 대응되는 행렬을  $cm_i$ 라 하고 4.1에서 얻은 장르  $g$ 에 대한  $i$ 번째 분위기의 가중치를  $w_i$ 라 하면, 장르  $g$ 의 색상표 즉,  $MGCM_g$ 는 식 10에 의해 구해진다. 그림 13는 식 10을 도식화한 것이다.

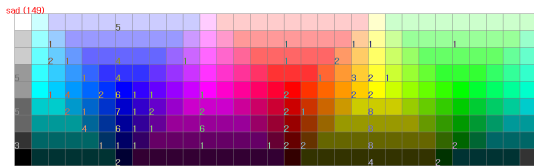


그림 12. Sad 분위기 색상 맵( $cm_7$ )

$$MGCM_g = \sum_{i=1}^n cm_i w_i \quad (10)$$

$n = 12, g = 1, 2, \dots, \text{장르 수}$

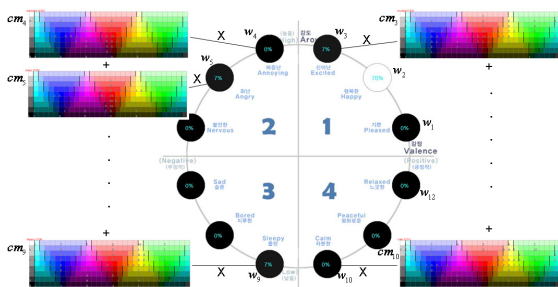
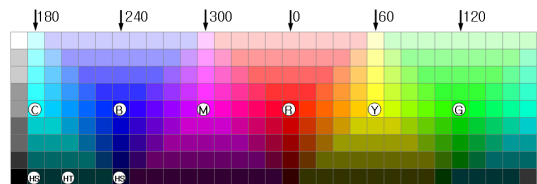


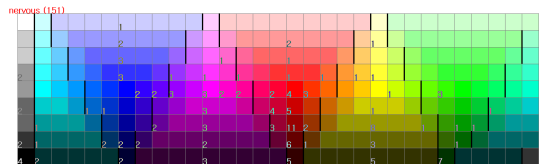
그림 13. 장르에 따른 대표 색상 표 획득 방법

색상 값을 개별적으로 분석할 수도 있지만 개별적 분석방법은 분석에 대한 경우의 수가 많고, x축을 기준으로 분석하기에는 색상이 겹치는 영역이 존재하기 때문에 본 논문에서는 색상에 대한 기준값을 설정하여 장르별 색상 분포에 대하여 분석하였다. 장르별 색상분포를 분석하기 위해 Java에서 기본으로 제공하는 색상표에서 6개의 기준위치를 정하고, 기준위치는 RGB색상의 원색이 포함된 위치와 RGB의 보색인

CMY의 원색이 포함된 위치를 선택한다. 기준위치를 정할 때 RGB모델을 이용할 경우 계산의 복잡도가 발생하기 때문에 그림 14과 같이 HSV모델에서 H값으로 기준위치를 정하였으며, 기준위치는 0도 적색부터 우측으로 60도씩 증가시키면서 각 색상의 위치를 계산하였다. 그림 14 (a)에서의 표기 ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥는 RGB와 CMY의 원색의 위치를 표시한 것이고, 표기를 포함한 열을 기준으로 색상의 범위를 나누었다.



(a) 각도 지정



(b) 분위기 선택 데이터에 적용 결과

그림 14. 색상영역 정규화

색상영역은 6개의 영역, 즉 ① 영역, ② 영역, ③ 영역, ④ 영역, ⑤ 영역, ⑥ 영역으로 나누게 되는데, 색상 맵 상의 각 색상에 대하여 Hue 값을 구한 후 6개의 기준 색상의 Hue 값과 비교하여 가장 가까운 기준 색상 영역으로 할당하게 된다. 적용결과는 그림 14 (b)와 같다. 그림에서 짙게 표시된 수직선들이 영역의 경계를 나타낸다.

## 5. 분석

본 논문에서 획득한 데이터와 4장에서 제시한 계산 방법을 이용하여 장르별 분위기 분포와 분위기 단어별 색상 분포를 분석하였고, 4.2 마지막에서 획득한 장르별 색상분포를 이용하여 음악 장르에 따른 색상 분포를 분석하였다.

### 5.1. 음원 장르에 따른 분위기 분포

본 논문에서는 음원 장르에 따라서 분위기 분포를 분석하기 위해 101곡을 웹을 통하여 8개의 장르로 구분하였고, 구분된 장르는 Metal, Rock, R&B, 뉴에이



지, 외국 Rock Folk, 국내 Rock Folk, 재즈 뉴에이지, Pop등으로 구분하여 분석하였다. 그림 15는 4.1에 기술된 방법에 따라 음원별 다른 대표 분위기를 추출한 후 이를 장르로 그룹화한 결과이다.

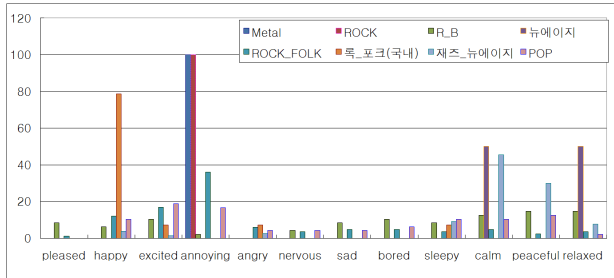


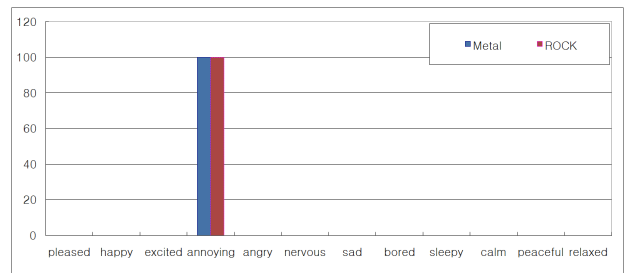
그림 15. 8개 장르에 대한 분위기 분포

각 장르별 분위기 분포를 해석하기 위해 그림 16와 같이 4개의 그룹으로 분리하였다. 첫 번째 그룹은 Metal과 Rock이고, 두 번째 그룹은 뉴에이지와 재즈 뉴에이지, 세 번째 그룹은 외국 Rock Folk와 국내 Rock Folk, 그리고 마지막 그룹은 R&B와 POP이다. Metal과 Rock의 경우 분위기 분포가 모두 동일하게 나타 보이는 반면 R&B와 POP은 분포가 동일하지 않은 형태로 나타난다. 그 이유는 Metal과 Rock은 음악 특징에 있어 동일한 성향을 보이고, R&B와 POP은 음악 특징에 있어 다소 차이가 난다 할 수 있다. 또한 Metal과 Rock은 분위기 annoying에서 100%를 보이고, 나머지 구간에 0%의 분포를 보이는 것을 알 수 있다.

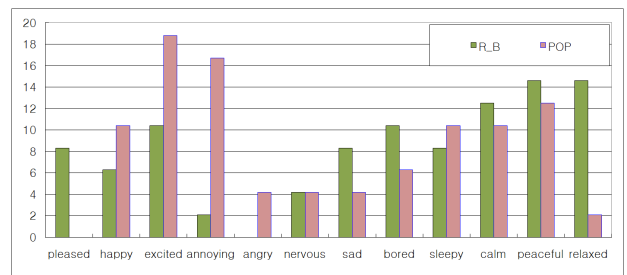
R&B와 POP의 경우 서로 다른 분포를 보이는데 R&B에서는 relaxed와 peaceful이 최고점이고, 최고점을 중심으로 느끼는 감성이 calm과 pleased로 점차적으로 줄어들면서 angry에서는 0%가 된다. 반면 POP의 경우 양봉 분포를 보이고, 최고점 excited와 두 번째 최고점 peaceful을 기준으로 그림 상 중심에 위치한 분위기 nervous로 감소하고 있다. 또한 그림 상 중심위치의 반대쪽 즉, pleased에서는 0%이다. POP의 경우 양봉분포를 보이는 원인은 POP은 일반적으로 대중음악을 뜻하고, 본 논문에서 장르를 분류할 때 R&B나 Rock으로 분류하기 힘든 음악들의 집합이라 볼 수 있어 분위기가 양봉분포를 보이는 것으로 보인다.

뉴에이지, 재즈 뉴에이지와 국내 Rock Fork, 국외 Rock Fork는 그래프 상 이웃한 분위기로 뉴에이지와 재즈 뉴에이지는 주로 Calm에 집중한 분포를 보이는 반면 국내외 Rock Fork는 happy 또는 annoying을 중심으로 분위기 분포가 형성되는 것을 알 수 있다. 뉴에

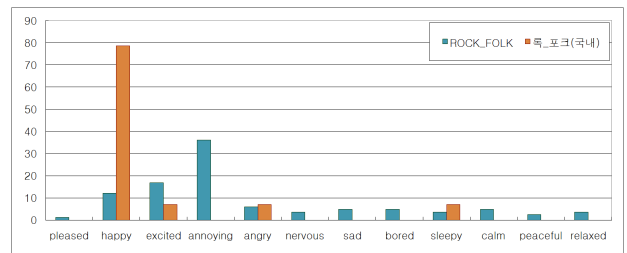
이지와 재즈 뉴에이지에서의 공통점은 calm에서 분위기의 최고점이 보이고, 차이점은 뉴에이지에서는 Peaceful이 0%인 반면 relaxed에서 calm과 동일한 최고점이 한 번 더 발생하는 반면 재즈 뉴에이지는 Peaceful에서 두 번째 최고점을 보인다. 국내 Rock Fork는 주로 happy에서 최고점을 보이는 반면, 국외 Rock Fork는 annoying에서 최고점을 보이면서 분위기가 고루 분포되어 있는 것을 알 수 있다.



(a) Metal과 Rock 분위기 분포



(b) R&B와 POP 분위기 분포



(c) 국외 Rock Fork와 국내 Rock Fork 분위기 분포



(d) 뉴에이지와 재즈 뉴에이지 분위기 분포

그림 16. 장르별 분위기 분포 비교

### 5.2. AV모델의 분위기 단어 색상분포

AV 모델 단어의 색상을 분석하기 위해 본 논문에서는 H값 또는 S, V값으로 나누어 진행하였다. H값의 분포는 4.2에서 설명한 것과 같이 R, G, B, C, M, Y 영역으로 나누고, 영역에 속하는 데이터의 수치를 합하여 분석하였다. S값과 V값을 이용한 방법은 각 y축을 기준으로 x축에 대한 합을 구하여 이를 분석하였다. 결과적으로, H값을 이용한 분석은 색상의 분포에 대하여 분석한 결과이고, S와 V값을 이용한 분석은 명도와 채도를 분석한 결과이다.

AV 모델의 단어를 이용하여 각 분위기 단어의 색상을 그림 17과 같이 백분율로 정리하였고, 본 논문에서는 이를 세부적으로 분석하기 위하여 AV모델을 기준으로 4개의 영역으로 나누어 분석을 실시하였다. 첫 번째 영역은 Excited와 Happy, Pleased가 속한 영역이고, 두 번째 영역은 Annoying과 Angry, Nervous가 속한 영역이며, 세 번째 영역은 Sad와 Bored, Sleepy가 속한 영역, 네 번째 영역은 Calm와 Peaceful, Relaxed가 속한 영역이다. 각 영역으로 색상의 분포를 정리한 자료는 그림 18과 같다.

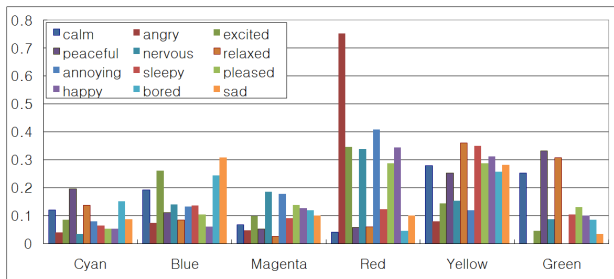
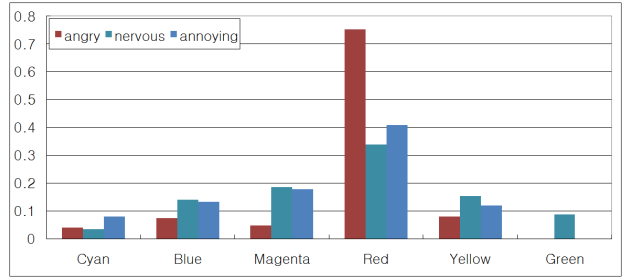


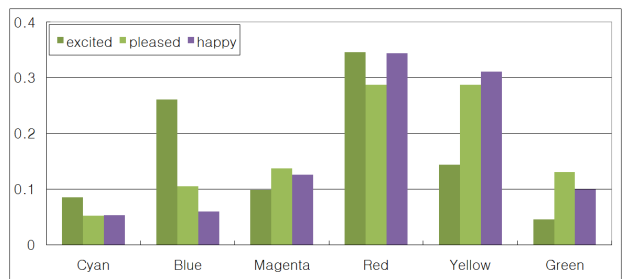
그림 17. 분위기 단어의 색상 분포

색상 분포에 대하여 영역 2에 포함된 분위기 단어들은 그림 18 (a)와 같이 주로 Red영역을 선택하였고, 세 개의 분위기 단어 중 Red를 선택한 비율이 가장 큰 분위기 단어가 Angry이다. 영역 1에 포함된 분위기 단어들 또한 그림 18 (b)와 같이 주로 Red영역의 선택되었지만 Happy와 Pleased는 Yellow에 유사한 분포를 가지는 반면 Excited는 Blue에 유사한 분포를 가진다. 영역 3에서는 그림 18 (c)에서 보는 것과 같이 주로 Blue와 Yellow에 많은 분포를 가지는데 Sad와 Bored는 Blue와 Yellow에 고루 분포 되어있는 반면 Sleepy는 주로 Yellow에 많은 분포를 가지는 것을 알 수 있다. 마지막으로 영역 4에서는 그림 18 (d)에서 보는 것

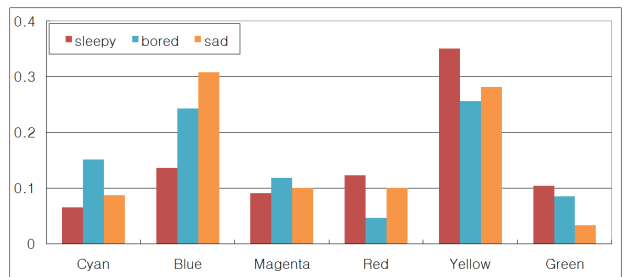
과 같이 주로 Yellow와 Green을 중심으로 색상이 고루 분포되어 있다.



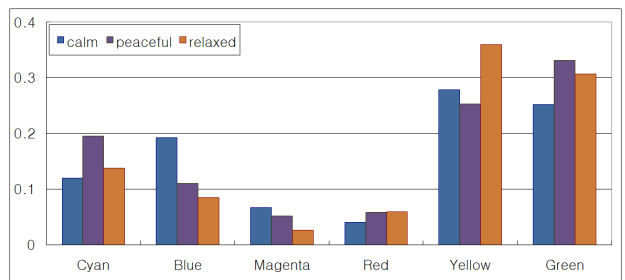
(a) 영역 2의 색상 분포



(b) 영역 1의 색상 분포



(c) 영역 3의 색상 분포



(d) 영역 4의 색상 분포

그림 18. AV 모델 영역에 따른 색상 분포

명도와 채도를 나누어 분석할 경우 모든 분위기가 255에서 가장 높기 때문에 색상의 진함과 색상의 밝기에 대한 실험이 모호해지는 문제점이 발생하여 본 논문에서는 명도와 채도를 조합하여 분석하였다. 명도와 채도에 대하여 각 분위기별 백분율로 표기한 데

이터는 그림 19과 같고, 이를 분석하기 위해 색상에 대한 분석한 것과 같은 방법으로 AV 모델의 영역을 이용하여 분석을 실시하였다. AV모델에 맞추어 재정리한 데이터는 그림 20와 같다. 그림 19과 20의 x축은 명도와 채도의 수치를 표기 하였는데 x축 상단의 수치는 채도의 수치이고, 하단은 명도의 수치이다.

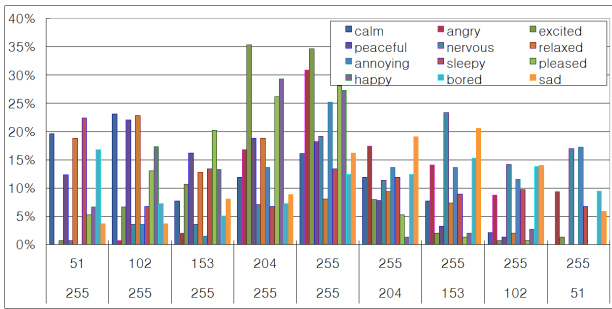
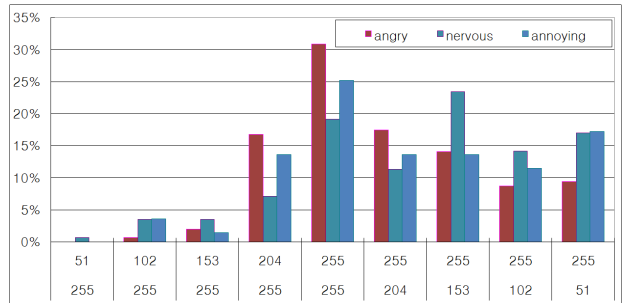


그림 19. 명도, 채도 분위기 단어에 따른 분위기 분포

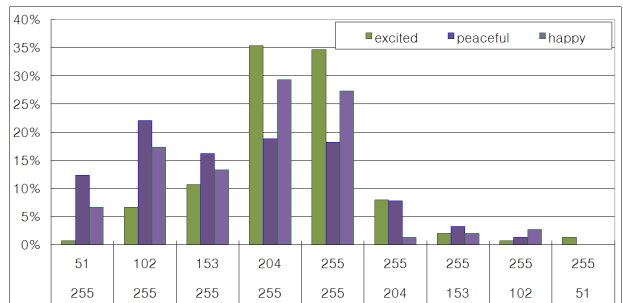
Java에서 기본적으로 제공되는 색상 맵 y축 중간의 명도와 채도는 255로 구성되어있다. 색상 맵에서 y축이 증가하면 채도가 감소하고, y축이 감소하면 명도가 감소하는 특징을 가진다. 명도와 채도에 대하여 영역 2에 포함된 분위기 단어들은 그림 20 (a)와 같이 명도 255, 채도 255를 기준으로 명도가 어두운 쪽으로 많은 분포를 보인다. 영역 1에 포함된 분위기 단어들 또한 그림 20 (b)와 같이 명도와 채도가 높은 곳 즉, 명도 255를 기준으로 채도 204와 255가 가장 높은 비율을 차지함을 알 수 있다. 영역 3에서는 그림 20 (c)에서 보는 것과 같이 Sad는 명도 255, 채도 255를 기점으로 명도가 어두운 쪽으로 많은 분포를 보이는 반면, Sleepy는 명도 255, 채도 51에서 가장 높은 분포를 보이고, Bored는 채도가 작거나 명도가 작은 곳으로 분포되어 있는 것을 알 수 있다. 마지막으로 영역 4에서는 그림 20 (d)에서 보는 것과 같이 명도 255, 채도 102가 가장 큰 비율을 차지하고, x축을 기준으로 우측으로 갈수록 차지하는 비율이 낮게 나타난다.

색상, 명도, 채도를 정리하면 다음과 같은 결론을 획득할 수 있다. angry, annoying, nervous, sad와 같이 단어의 의미가 부정적인 경우 명도의 영향을 받고, 이외의 단어는 채도에 영향을 받는다. 또한 Angry와 Excited는 Red에서 가장 높은 선택이 되었지만 채도와 명도의 차이에 따라서 분리가 가능하다. 즉 분위기에 따라 피 실험자가 느끼는 색상이 다르다는 것을 알 수 있다. 5.1과 5.2에서 제시한 데이터와 4.2에서 제시

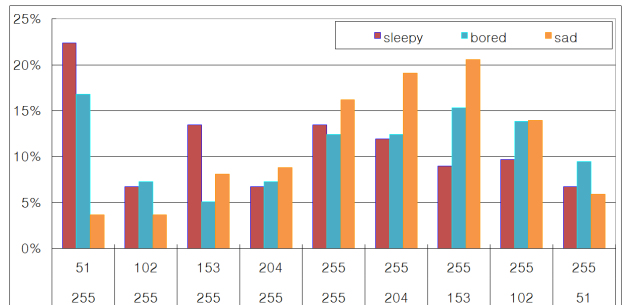
한 분석 방법을 이용하여 5.3에서는 장르에 따른 분위기 색상분포를 분석 하였다.



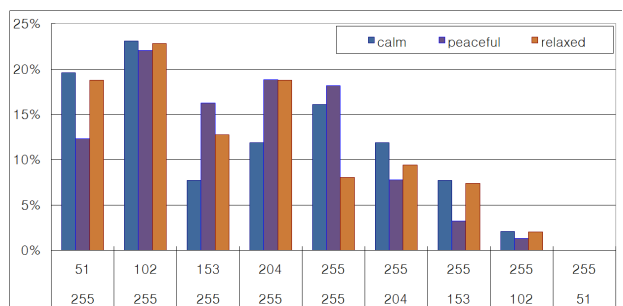
(a) 영역 2의 명도와 채도 분포



(b) 영역 1의 명도와 채도 분포



(c) 영역 3의 명도와 채도 분포



(d) 영역 4의 명도와 채도 분포

그림 20. AV 모델 영역 분면에 따른 명도와 채도 분포

### 5.3. 음원 장르에 따른 분위기 색상

본 논문에서는 음원 장르에 따른 분위기 색상을 분석하기 위하여 4.2 절에서 얻은 그림 21과 같은 장르별 색상 분위기 데이터를 이용하여 음원의 장르와 색상간의 상관관계를 Minitab과  $\chi^2$ -test를 사용하여 분석하였다. 또한 음원의 장르가 명도와 채도에 영향을 미치는지도 역시  $\chi^2$ -test를 사용하여 분석하였다.

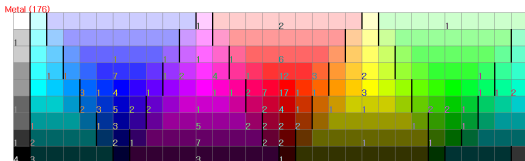


그림 21. Metal의 색상 분위기 분포

색상 Hue값을 기준으로,  $\chi^2$ -test를 통하여 음원 장

르와 분위기 색상의 관계를 계산한 데이터는 표 4와 같고, 이에 대한 결과 데이터는  $\chi^2 = 257.994$ ,  $DF = 42$ ,  $P\text{-VALUE} = 0.000$ 과 같다. 즉, 유의수준 0.1에서 귀무가설  $H_0$ 를 기각하고, 대립가설  $H_1$ 을 채택함으로써 음악의 장르에 따라 분위기 색상의 분포차가 있다고 결론 내릴 수 있다. 표 4에서 Metal과 ROCK은 동일한 수치를 가지는데 이는 그림 16 (a)에서 보는 것과 같이 Metal과 ROCK은 동일한 분포를 취하기 때문이다.

명도와 채도를 기준으로,  $\chi^2$ -test를 통하여 음원 장르와 명도, 채도의 관계를 계산한 데이터는 표 5와 같고, 이에 대한 결과 데이터는  $\chi^2 = 270.605$ ,  $DF = 56$ ,  $P\text{-VALUE} = 0.000$  이다. 즉, 유의수준 0.1에서 귀무가설  $H_0$ 를 기각하고, 대립가설  $H_1$ 을 채택함으로써 음악의 장르에 따라 명도, 채도의 분포차가 있다고 결론 내릴 수 있다. 표 4와 표 5에서 획득한 결론을 종합하면 제 1종 오류확률  $P < 0.001$ 로 음악장르에 따라 색상,

표 4. 음원 장르와 색상을 이용한  $\chi^2$ -test

장르	Gray	C	B	M	R	Y	G	
Metal	관측값	13	12	20	26	62	18	0
	기대값	.84	.56	.04	.68	.47	.11	.3
ROCK	관측값	13	12	20	26	62	18	0
	기대값	.84	.56	.04	.68	.47	.11	.3
R&B	관측값	7	17	25	13	23	41	26
	기대값	.89	.66	.18	.79	.72	.33	.42
뉴 에이지	관측값	6	20	21	7	8	49	43
	기대값	.8	.85	.46	.01	.23	.79	.66
ROCK FOLK (국외)	관측값	8	13	24	19	49	29	10
	기대값	.89	.66	.18	.79	.72	.33	.42
ROCK FOLK (국내)	관측값	2	8	12	17	54	43	13
	기대값	.74	.37	.76	.46	.96	.66	.06
재즈 뉴 에이지	관측값	6	20	22	10	13	42	38
	기대값	.84	.56	.04	.68	.47	.11	.3
POP	관측값	8	15	25	16	38	34	17
	기대값	.95	.76	.32	.9	.98	.56	.54
전체		63	117	169	134	309	274	147

표 5. 음원 장르와 명도, 채도를 이용한  $\chi^2$ -test

장르	S	51	120	153	204	255	255	255	255	255
	V	255	255	255	255	255	204	153	102	51
Metal	관측값	0	5	2	19	35	18	19	16	24
	기대값	.74	.37	.26	.44	.71	.9	.1	.51	.98
ROCK	관측값	0	5	2	19	35	18	19	16	24
	기대값	.74	.37	.26	.44	.71	.9	.1	.51	.98
R&B	관측값	17	21	17	26	27	14	12	7	4
	기대값	.34	.25	.83	.68	.22	.6	.71	.94	.44
뉴 에이지	관측값	28	34	15	23	18	16	11	3	0
	기대값	.59	.63	.08	.21	.86	.9	.98	.12	.64
ROCK FOLK (국외)	관측값	7	12	10	27	35	15	14	11	12
	기대값	.16	.18	.67	.32	.78	.4	.54	.81	.31
ROCK FOLK (국내)	관측값	10	22	18	41	40	5	5	5	2
	기대값	.59	.63	.08	.21	.86	.9	.98	.12	.64
재즈 뉴 에이지	관측값	24	30	17	22	25	15	9	4	1
	기대값	.51	.5	.99	.03	.65	.8	.89	.06	.57
POP	관측값	12	16	13	27	33	15	12	9	8
	기대값	.34	.25	.83	.68	.22	.6	.71	.94	.44
전체		98	145	94	204	248	116	101	71	75

명도, 채도의 분포차가 발생한다는 것이다.

## 6. 결론

본 논문에서는 음원의 분위기와 분위기 단어의 색상을 수집하는 방법은 20대를 기준으로 오프라인에서 온라인을 통하여 데이터를 수집하였다. 수집한 데이터를 이용하여 음악 장르에 따른 분위기 분포와 분위기 단어에 따른 색상분포를 분석하였고, 두 가지 수집된 데이터를 이용하여 음악 장르에 따른 색상 분포를  $\chi^2$ -test를 실시하였다.

장르에 따른 음악 분위기 분포를 분석한 결과 음악 장르에 따라 분위기 값이 다르게 분포되고, 특히 AV 모델의 영역을 기준으로 분석한 경우 분위기 분포의 차이가 두드러진다. 분위기 단어에 따른 색상과 명도, 채도를 분석한 결과 분위기에 따라 색상 및 명도, 채도의 분포가 다르게 나타나고, AV단어들을 영역별로 나누어 분석한 경우 분위기 분포의 차이가 두드러진다. 최종적으로 음악 장르에 따라 색상 분포의 차이가 발생하는지를 확인하기 위한 목적으로  $\chi^2$ -test를 실시한 결과 음악장르에 따라 색상, 명도, 채도의 분포차가 발생하고, 이는 모두 제 1종 오류확률  $P < 0.001$ 에 만족한다.

본 논문에서 분석한 데이터를 이용하여 음악 분위기에 따른 감성조명과 음악과 조명을 이용한 심리 치료로 발전 가능할 것으로 기대되지만 심리 치료의 경우 임상 실험인 점을 고려한다면 더 많은 데이터의 수집과 분석이 필요할 것이다.

## 참고문헌

- Abdallah S., Noland K., Sandler M., Casey M., and Rhodes C. (2005). Theory and evaluation of a Bayesian music structure extractor," *Proc. of 6th International Conference on Music Information Retrieval London, UK*.
- Goto, M. (2003). SmartMusicKIOSK: music listening station with chorus-search function. *Proc. of the 16th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 31-40.
- Hevner, K. (1935). Expression in music: a discussion of experimental studies and theories. *Psychological Review*, 42, 186-204.
- Hevner, K. (1936). Experimental studies of the elements of expression in music. *The American Journal of Psychology*, Vol. 48, No. 2, 246 - 68.
- KATAVOSE, Haruhiro., IHAJ, Hasakazu., and INOKUCHI, Seiji. (1988). Sentiment extraction in music. *Proc. of Int. Conf. Pattern Recognition*, 2, 1083-1087.
- Kim, Y. K. and Brian, Y. (2002). Singer Identification in Popular Music Recordings Using Voice Coding Features. *Proc. of Int'l Conf. on Music Information Retrieval*.
- Lee, Jong In., Yeo, Dong-Gyu, Kim, Byeong Man, Lee, Hae-Yeoun. (2009). Automatic Music Mood Detection through Musical Structure Analysis. *International Conference on Computer Science and its Application CSA 2009*, 510-515.
- Levy, M., Sandler, M., and Casey, M. (2006). Extraction of High-Level Musical Structure From Audio Data and Its Application to Thumbnail Generation. *Proc. of ICASSP'06, Vol. 5, Toulouse, France*, 13-16.
- Levy, M. and Sandler, M. (2008). Structural Segmentation of Musical Audio by Constrained Clustering. *Audio, Speech, and Language Processing, IEEE Transactions on*, Vol. 16, pp. 318-326.
- Lu, L. and Zhang, H. (2003). Automated extraction of music snippets. *Proc. of the 11'th ACM international conference on Multimedia*, pp. 140-147.
- Manav, Banu. (2007). Color-Emotion Associations and Color Preferences: A Case Study for Residences. *in Color Research & Application*, Vol. 32 , No. 2, 144 -150.
- Paulus, J. and Klapuri, A. (2006). Music Structure Analysis by Finding Repeated Parts. *Proc. of ACM AMCOMM'06*, pp. 59-67.
- Russell, J. A. (1980). circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, No. 39, 1161.
- Shao, X., Maddage, N.C., Xu, C., and Kankanhalli, M.S. (2005). Automatic music summarization based on music structure analysis. *Proc. of ICASSP'05, Vol. 2*, pp. 1169-1172.
- Shiu, Y., Jeong, H., and Kuo, C.-C. J. (2005). Musical structure analysis using similarity matrix and dynamic programming. *Proc. of SPIE, Multimedia systems and applications*, Vol. 3.
- Thayer, R. E. (1989). The Biopsychology of Mood and

Arousal, New York. *Oxford University Press*.

Zhang, T. (2003). Automatic Singer Identification. *Proc. of IEEE Int'l Conf. on Multimedia and Expo, IEEE CS Press*.

Zhang, T. and Samadani, R. (2007). Automatic Generation of Music Thumbnails. *Proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo*.

원고접수 : 11.01.28

수정접수 : 11.03.05

게재확정 : 11.03.08