

# 감성 트리 기반의 음악 감성 조절 알고리즘

## Music Emotion Control Algorithm based on Sound Emotion Tree

김동림, 린빈, 임영환  
숭실대학교 대학원 미디어학과

Donglim Kim(dlkim@ssu.ac.kr), Lim Bin(linbin98@gmail.com),  
Younghwan Lim(yhlim@ssu.ac.kr)

### 요약

본 논문에서는 기존에 연구되었던 Thayer의 인간의 감성 모델을 바탕으로 음악을 듣고 느끼는 감성을 8가지 감성으로 정의한 음악 감성모델로 제시하였다. 감성에 영향을 주는 음악의 요소는 음악의 템포, 역동성, 진폭변화, 밝기, 잡음 등 5가지로 선택하였다. 8가지 감성으로 이루어진 감성 모델에 따라서 8가지 감성으로 분류된 160곡의 노래를 선곡하여 실제 데이터를 추출하여 분석하였다. 실제 데이터의 분석을 통해 5가지 요소의 가중치로 이루어진 감성 수식을 도출하였고 임의의 음악에 대하여 감성 수식을 통해서 2차원 감성 좌표계에 매핑 하여 감성을 예측할 수 있도록 알고리즘을 설계하였다. 또한 2차원 감성 좌표계에 서의 좌표 값을 이동시켜 감성을 제어할 수 있는 방법을 제시하였다.

■ 중심어 : | 음악감성 | 감성제어 | 감성계산 |

### Abstract

This thesis proposes the emotions acquired after listening to the music as an emotion model composed of 8 types of emotions, based on the emotion model studied previously. The 5 musical factors selected, that affect the emotion, are tempo, dynamics, amplitude change, brightness, and noise. According to the emotion model composed of 8 types of emotions, 160 songs categorized into the 8 types of emotions were selected, and the actual data was extracted and analyzed. Through the analysis of actual data, an emotion equation made of weighted value of 5 factors was derived, and an algorithm that can predict the emotion by mapping on the 2-dimensional emotion coordinate system through the emotion equation was designed. Also, a way of controlling emotion by moving the coordinates on the 2-dimensional emotion coordinate system was suggested.

■ keyword : | Music Emotion | Control Emotion | Calculation Emotion |

## I. 서론

최근 IT기술의 발전과 더불어 감성이라는 단어가 주목을 받으면서 기술과 감성의 상호작용에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 사람이 느끼는 감성을 컴퓨터로

분석 하려는 다양한 연구가 진행되어 왔고 기술과 감성의 연결고리를 찾고자 많은 노력을 기울여 왔다. 하지만 감성인식은 결과에 미치는 다양한 영향이 존재함으로써 특정 순간의 감성이 맞는지에 대한 정확한 판단과 도출이 힘들고 감성 변화에 대한 추적이나 추이를 파악

접수일자 : 2014년 11월 18일  
수정일자 : 2015년 02월 23일

심사완료일 : 2015년 02월 25일  
교신저자 : 임영환, e-mail : yhlim@ssu.ac.kr

하기 힘들기 때문에 감성인식의 만족도가 떨어질 수 있다. 감성인식에 대한 개개인의 만족도를 높이기 위해서는 가장 적합한 인식체계를 찾는 것이 급선무인데 보편적인 감성인식이 아닌 개인의 특화된 요소를 이용하는 것이 바람직하다.

이 가운데 음악이라는 콘텐츠를 통해서 사람들이 느끼는 감성을 분석하고자 하는 다양한 시도들도 있었는데 그중에서도 음악의 사운드 자체를 통해 사람에게 전달되는 다양한 감성들에 대한 연구가 진행되어 왔고 그 연구 결과로 감성 키워드를 사용한 음악 추천 서비스, 동일한 감성 분류의 음악 검색 서비스들도 시중에 나와 있는 상황이다.

일반적으로 감성인식 및 감성평가를 할 때 주관적 감성 평가를 사용하는데 주관적 감성평가는 개인적 편차가 크고 자신의 감성을 정확히 판단하지 못한 단점이 있다. 본 연구에서는 이전 연구들에 기반으로 음악이라는 대표적인 감성 인식체계를 주제로 범위를 좁혀 더욱 높은 수준의 감성을 계산하는 모델을 제안한다. 우선 (1)감성의 정의에 대해 살펴보고 음악을 듣고 느끼는 감성에 대해 연구하고 기존의 감성 모델에 근거하여 8가지 감성으로 이루어진 음악의 감성모델을 제시함으로써 가장 근접한 감성수치를 제안하며 그러한 (2)감성에 영향을 미치는 음악의 요소를 찾고 오픈소스인 MirToolBox를 사용하여 샘플 음악의 각 요소들을 실제적인 데이터로 추출 함으로써 수치화 한다. 감성의 수치들은 (3)실제적인 데이터의 분석을 통해 음악과 감성을 연결 시켜 증명할 수 있는 감성 수식을 완성하였다. 또한 (4)감성 수식을 사용하여 2차원 감성 좌표계에 데이터 값을 매핑 하여 감성 예측이 가능하도록 하였으며 (5)2차원 감성 좌표계에서의 좌표의 이동을 통해 자신의 감성을 원하는 방향으로 변화가 용이 하도록 감성 제어 방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구 및 음악의 감성과 음악의 요소 추출에 대해 기술하고, 3장에서는 감성 트리 예제, 감성 모델, 감성 트리 수식에 대해 기술하고 4장에서는 감성 트리를 사용한 감성 예측, 및 실험 결과에 대해 기술하며 마지막으로 5장에서는 구현결과를 통하여 최종 결론을 기술한다.

## II. 관련연구

### 1. 음악의 감성

감성 기반 음악 검색 방법은 지금까지 여러 형태로 연구 되어 왔다. 크게 오디오 속성 값을 이용하여 음악의 물리적인 수치를 분석하여 음악의 감성을 분류하는 방식과 오디오 속성을 이용하지 않고 설문조사나 웹 검색 결과를 이용하는 방법으로 나뉜다. 오디오 속성 값을 이용한 감성기반 음악 검색으로 다음과 같은 방법이 연구 되었다. 양위우안(Yi-Hsuan, Yang, 2008)의 연구에서는 PsySound, Marsyas, Spectral contrast, DWCH를 조합하여 Regressor를 생성하고 Arousal 과 Valence 두 개의 축을 가지는 감성 평면에 음악을 맵핑 시켰다[1].

펑샤즈훙(Yazhong Feng, 2003)이 제안한 방법은 Happiness, Sadness, Anger, Fear 의 4가지 무드를 "tempo"와 articulation의 값을 이용하여 구분하는 방법이다. tempo는 Fast와 Slow의 정도를 실수로 나타내고 Articulation은 Staccato와 legato의 정도를 실수로 나타낸다. 신경망을 이용하여 분류기를 만들어 4가지의 무드를 분류한다[2].

현재 국내의 대표적인 서비스로는 올레뮤직의 감성 추천 서비스가 있다. 이 서비스를 통해 사용자는 슬픈, 즐거운, 행복한, 신나는 등 과 같은 단일한 감성을 선택해 각각의 분위기에 맞는 다양한 음악을 선곡할 수 있다. 또는 음악을 듣는 사용자로부터 설문조사의 형식으로 지금 듣고 있는 음악의 감성을 입력 받아서 이렇게 축적된 데이터에 의해 음악의 감성 분류를 하는 외국의 Beatunes와 같은 음악 선곡 시스템도 나와 있다.

감성은 감성 공학뿐만 아니라, 인간공학, 심리학, 생리학, 산업디자인 등 다양한 분야에서 연구 되고 있다. 위키 백과의 정의를 인용하여 "감성- 우리의 오관이 외계로부터 자극을 받고 그에 반응하는 정도나 강도" 라고 설명한다[3].

파울 에크만(Ekman, P, 1999)은 모든 인간은 감정을 표현 하는데, 보편적인 기본 감정은 6개로 분류하였으며 세부적인 내용을 살펴보면 놀라움, 행복, 혐오, 슬픔, 분노, 두려움으로 구성되어 있다고 주장하고 있다[4].

감성 기반 음악 연구들을 살펴보면 무드(Mood)와 감성(Emotion)이 엄밀한 구분 없이 혼란스럽게 섞여 쓰이곤 한다. 하지만 무드는 보편적으로 길게 지속되는 느낌인 반면, 감성은 비교적 짧은 시간 동안 느껴지는 것이다[5]. 또한 감성은 쉬지 않고 변하지만 무드에 비해 영향을 많이 주는 차이점이 있다. 이러한 개념적 차이로 심리학 분야에서는 인간의 반응에 초점을 두어 감성이란 단어를 주로 사용하고, 음악 정보 검색 분야에서는 음악에 초점을 둔 메타데이터를 위한 무드라는 단어를 주로 사용한다. 본 논문은 음악의 영향으로 사람이 받는 감성에 초점을 맞추어 감성이란 단어를 사용한다.

## 2. 감성 모델

음악을 듣고 느끼는 감성 모델을 제시하기 위해서는 기존에 존재하는 감성 모델에 대해 살펴볼 필요가 있다. 감성 모델에 관한 연구는 심리학자들이 오랜 시간 동안 진행 하여 왔다. 그중에서 대표적인 두 인물이 있는데 Russel 과 Thayer 이다.

Russel이 제시한 감성 모델[그림 1]에서 가로축인 Pleasant측은 유쾌함/불쾌함의 강도를 나타내고 세로 축인 Intense측은 흥분/침착의 강도를 나타낸다. 가로 축의 오른쪽으로 갈수록 유쾌함의 강도가 커지고 세로 축의 위쪽으로 갈수록 흥분의 강도가 커지게 된다.

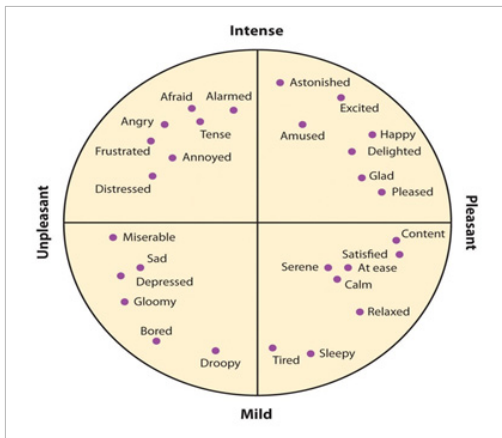


그림 1. Russel의 감성 모델

Russel은 감성이란 여러 가지 인지 과정이 복합적으

로 나타난 것을 언어적으로 해석한 것에 불과하며, 감성처럼 보이는 것을 특정 이론으로 설명할 수 있다고 주장하였다[6]. Russel에 의하면 내적 감성이라는 것이 있는데, 이는 외부의 그 어떤 요소와도 상관없이 내적인 작용만으로 어떤 감성을 가질 수 있다는 뜻을 내포하며, 우리가 흔히 감성이라고 하는 공포, 분노, 행복보다도 단순한 수준으로 설명이 가능하다고 주장하였다. 그러나 Russel이 제시한 감성 모델은 형용사를 기반으로 한 모델로 의미가 중첩되거나 형용사적 표현이 모호하며, 오래전에 설계되어 현대의 정서와 맞지 않는 단점이 있다[7]. Thayer[8]가 제시한 감성 모델(그림 2)는 이러한 단점을 보완한 모습을 보인다. 단순화되고 정리된 감성분포를 보이며 감성 간의 경계가 비교적 확실하여 감성을 수치화하여 감성 위치를 표현하는데 용이함을 보인다.

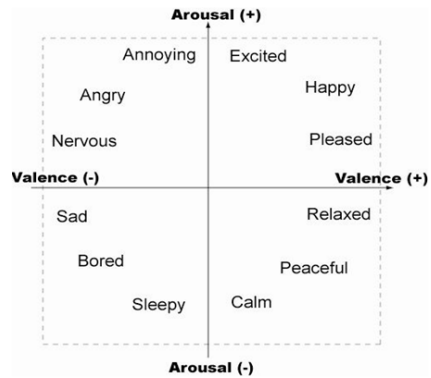


그림 2. Thayer의 감성 모델

## 3. 음악의 요소 추출

감성에 영향 주는 음악의 요소에는 여러 가지가 있다. 본 논문에서는 템포, 역동성, 음색 등을 음악의 요소로 추출하였다. 세부적으로 들어가서 음색에서는 3가지 요소를 측정 하는데 Centroid라는 음악의 밝기, Roll off 라는 주파수의 진폭변화, Zero Crossing 이라는 잡음의 양을 측정하게 된다. 음악에서 이러한 요소를 추출하기 위해서 Matlab 기반에서 MirToolBox라는 오픈소스 분석 툴을 사용하였고 추출하고자 하는 요소는 아래 [표 1]과 같다.

표 1. MirToolBox를 사용한 특징 요소 추출

특징요소	특징
템포(bpm)	1분에 몇 개의 박자가 나오는지 측정
역동성(RMS)	신호의 파워를 측정
음색 - Centroid	평균 에너지 분포 주파수
음색 - Roll off	주파수의 진폭변화를 측정
음색 - Zero Crossing	잡음의 양을 측정

### 3.1 템포 추출

음악에서 템포는 쉽게 얘기하면 곡의 빠르기이다. 음악에 있어서 템포는 사람이 느끼는 감성에 영향을 주는 중요한 요소 가운데 하나이다. 최근 많이 떠오르고 있는 감성 마케팅에서도 음악의 템포가 사용되어 지는데 식당의 경우에도 느린 템포의 음악을 배경음악으로 할 때 식사시간이 길어지고 음료수의 주문이 늘었다고 한다. 패스트푸드점에서는 빠른 템포의 음악이 많이 사용되는데 빠른 템포의 음악은 음식을 빨리 씹게 만들어 짧은 시간 내에 식사를 마칠 수 있게 한다는 것도 이와 같은 맥락이라고 볼 수 있다. 또 다른 세 가지의 연구를 살펴보면, 음악 학자 군다크, 헨라인, 헤프너씨 등은 각각 독립적으로 실험을 하였는데, 그들의 결론은 똑같이 “템포와 리듬은 음악의 요소 중에서 정서적인 반응을 창조하는 가장 결정적인 성분이다.” 라는 것이었다.

### 3.2 조성 추출

음악의 성분에는 장, 단조 라고 하는 조성이 있다. “조성이 있는 음악은 음악에 쓰이는 화성이나 멜로디가 하나의 음 또는 하나의 화음을 중심으로 하여 일정한 음악관계를 가지고 있을 경우를 말한다. 따라서 조성이란 음악이 경과하는 속에서 볼 수 있는 음 현상이며, 중심이 되는 음과 화음의 지배가 그 음악에 있느냐 없느냐에 따라 그 음악의 조성이 있느냐 없느냐가 결정된다[9]”. 이러한 조성과 정서반응에 대한 연구와 관련하여, Hevner(1935)는 동일한 음악을 장조와 단조로 편곡하여 피 실험자들에게 들려주고 정서를 묘사하는 형용사들로 구성된 체크리스트에 자신의 정서 반응을 표시하도록 하였다. 그 결과 장조에 대해서는 명랑한, 즐거운, 유쾌한 등과 같은 형용사를, 단조에 대해서는 애처로운, 서글픈, 슬픈 등과 같은 형용사를 선택하는 경향이 나

타났다[10]. 우광혁(1998)은 각 음계는 저마다의 다른 정서를 가지고 있다고 하면서 장음계로 된 노래는 밝고 명랑하며 신나는 정서를 띠고 있고 단음계로 된 노래는 어둡고 슬프며 침울하게 가라앉음의 정서를 띠고 있다고 언급하였다[11]. 그러나 요즘의 현대 음악들은 단조 이면서도 밝고 신나는 음악들이 많은 관계로 본 논문에서는 조성이라는 요소를 음악의 추출 요소에서 빼기로 하였다.

### 3.3 RMS 추출

오디오 신호에 대한 RMS는 신호와 시계열 기반 분석 방법 중 하나로, 소음에 대한 인간의 인지 정도 혹은 소리의 볼륨을 나타낸다[12]. 사실 오디오 신호의 크기 자체만으로는 정보 측면에서 그리 중요하지 않지만, 저-수준의 오디오 신호 크기의 변화, 즉 에너지의 유용한 정보가 될 수 있다.

### 3.4 음색 추출

음악에서 음색은 “음의 성분 차이에서 생기는 감각적 특성” 이라고 정의 되어 있다[12]. 같은 높이의 음을 같은 크기로 울려도 발음체의 차이나 진동방법에 따라 음이 지니는 감각적인 성질에 차이가 생긴다[13]. 이러한 음색의 차이를 결정짓는 중요한 요소들 중에서 본 논문에서는 주파수 대역의 에너지 분포의 평균 지점을 나타내는 Centroid 값, 주파수의 진폭변화를 나타내는 Roll Off 값, 그리고 잡음의 양을 나타내는 Zero Crossing 세 가지 값을 통해서 음색의 특징을 잡아내고자 한다.

Centroid 값은 주파수 대역에서 에너지 분포의 평균 지점이다. 이 특징값은 음정에 대한 인지 척도로 사용된다. 즉, 음의 높낮이에 대한 주파수 내용을 판단하는 척도이다. Centroid 값은 신호 에너지의 대부분이 집중하는 주파수 영역을 결정한다. Centroid 값이 작은 경우 저역대가 풍부한 소리이므로 어둡고 부드러운 느낌을 나타내며 값이 큰 경우 고역대 중심의 밝고 명확한 느낌을 준다.

Roll Off 값은 주파수 대역에서 에너지의 85%가 어디에서 얻어 지는 가를 결정한다. 이 특징값은 스펙트럼 모양을 측정하는데, 음정의 분포 정도를 나타낼 수 있

기 때문에 서로 다른 음악을 구분 하는 데에 유용하게 사용될 수 있다. Zero Crossing 값은 오디오 신호의 노이즈 수준을 알려주며, 음색 및 음에 대한 정보도 알 수 있다.

### III. 감성 모델 제안

#### 1. 연구방향

본 논문에서는 감성에 영향을 미치는 음악의 요소에는 어떤 것들이 있는지를 찾고 실제적인 데이터를 추출하고자 한다. 본 논문에서 사용하는 방법은 Thayer의 감성 모델, 즉 Arousal-Valance 모델을 사용한다. Thayer 모델에 따라 음악에서 느껴지는 감정을 분석하면 임의의 음악을 Arousal과 Valance 두 축에서 12가지의 감정으로 나타낼 수 있다. 따라서 모든 음악을 2차원상의 좌표로 나타낼 수 있는데 본 논문에서는 템포, 역동성, 음색의 가중치로부터 얻어지는 감성 수식과 음악을 듣고 느끼는 감성사이의 관계를 재정립하여 감성트리를 구성해 음악의 특색을 고려한 음악 감성 분류가 가능하도록 하였다. 이러한 감성트리를 사용하여 임의의 음악이 주는 감성이 무엇인지를 예측 하고 나아가서 음악 요소의 값을 변화시켜 감성을 원하는 방향으로 변화시키는 것을 목적으로 연구가 진행 된다.

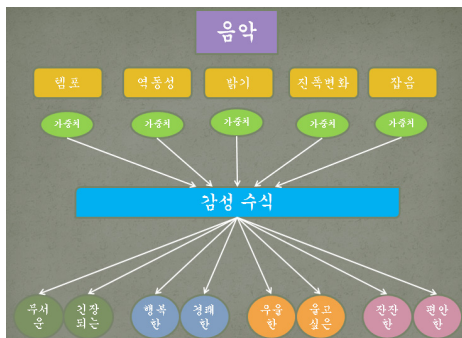


그림 3. 감성 트리

#### 2. 새로운 감성 모델 제시

Thayer 의 감성 모델의 기초 상에서 음악의 특성을

고려하여 새로운 감성 모델[그림 4]을 제시한다.

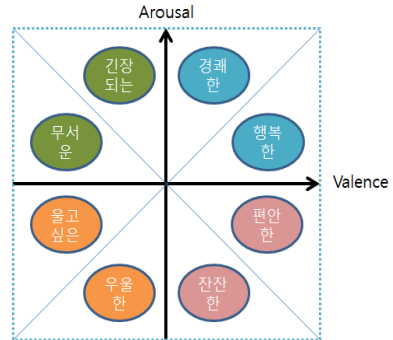


그림 4. 음악 감성 모델

이 감성 모델은 8가지 감성 어휘로 이루어졌고 횡축은 Valence축 으로서 행복도를 나타낸다. Valence축의 오른쪽으로 갈수록 행복도가 커지고 왼쪽으로 갈수록 행복도가 감소한다. Arousal축은 긴장도를 나타낸다. Arousal 축의 위쪽으로 갈수록 긴장도가 증가하고 아래쪽으로 갈수록 긴장도가 감소한다.

#### 3. 감성을 계산하는 방법

감성수식을 도출하기 위해서는 기존에 감성에 따라 분류해놓은 샘플 음악들이 필요하다. 샘플 음악들은 올레 뮤직의 감성 추천 서비스와 브금 저장소라는 음악 공유 커뮤니티에서 감성에 따라 분류한 음악들을 참고하여 선곡하였다. 이번 장에서 새롭게 정의한 음악 감성 모델에서 8가지 감성에 해당되는 음악을 각각 20개 정도씩 선곡하였다. 아래 [표 2]는 8가지 감성에 의해 선곡한 곡들의 일부분이다.

표 2. 예제 음악에 대한 8가지 감성 확률

제목	감성
귀로	울고 싶은
갑기	울고 싶은
같이 걸을까	울고 싶은
그러니까	잔잔한
난치명	잔잔한
눈물이 나	잔잔한
Let it be	편안한
짱구는 못말려	편안한
The show	편안한

lovey dovey	경쾌한
챔피언	경쾌한
lalala	행복한
간지럽게	행복한
달리기	행복한
진격의 거인	긴장되는
데스노트	긴장되는
디아블로2	무서운
우주전쟁	무서운
영화 싸이코	무서운

이와 같이 8가지 감성에 따른 음악들을 선곡하고 분석 작업을 진행 하였다. 분석 툴은 Matlab 기반에서 오픈 소스인 MIRToolBox를 사용하였고 추출한 음악의 요소는 Tempo(곡의빠르기), RMS(파워), ZeroCross(잡음), RollOff(진폭의 변화), Centroid(주파수의 밝기) 등 5가지이다.

160곡의 음악으로부터 5가지 요소에 대한 데이터를 [표 3]과 같이 추출하였다.

표 3. 예제 음악의 5가지 요소 추출 값

분석 값	템포	역동성	잡음	진폭변화	밝기
추출 값	90	1.44	1317.74	9663.87	3890.06
평균 값	121.42	0.73	1081.29	6069.61	2638.64
표준편차	18.28	0.37	478.05	2490.39	958.67

추출한 음악 각각의 요소에 대한 데이터의 단위와 범위가 다르기 때문에 각각의 요소의 데이터를 조합하여 사용하기가 어렵다[14]. 이에 대한 해결 방안으로 정규분포를 사용하기로 하였다. 정규분포는 [그림 5]와 같이 연속 확률 분포의 하나이다. 정규분포는 수집된 자료의 분포를 근사하는 데에 자주 사용되며, 이것은 중심극한 정리에 의하여 독립적인 확률변수들의 평균은 정규분포에 가까워지는 성질이 있기 때문이다.

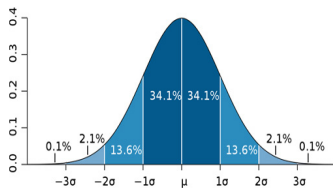


그림 5. 정규분포

정규 분포를 사용하기 위해서는 모집단의 평균과 표준편차를 알아야 한다. 아래 [표 4] 와 같이 160곡의 샘플 음악들에 대한 각 요소의 평균과 표준편차를 분석하였다.

표 4. 예제 음악의 평균과 표준편차 값

분석 값	템포	역동성	잡음	진폭변화	밝기
평균	121.42	0.73	1081.29	6069.61	2638.64
표준편차	18.28	0.37	478.05	2490.39	958.67

이제 8가지 감성에 대해서 추출한 데이터 값을 가지고 평균과 표준편차의 값을 사용하여 정규분포의 확률 값을 구한다. 정규분포를 사용한 확률 계산은 java환경에서 apache에서 제공하는 정규분포 관련 라이브러리를 사용하여 [그림 6]과 같이 구현하였다.

```
import org.apache.commons.math.MathException;
import org.apache.commons.math.distribution.NormalDistributionImpl;

double muTempo = 템포 평균 값;
double muRms = 역동성 평균 값;
double muZeroCross = 잡음 평균 값;
double muRollOff = 진폭 변화 평균 값;
double muCentroid = 밝기 평균 값;

double sigma1 = Double.parseDouble(템포 표준편차 값);
double sigma2 = Double.parseDouble(역동성 표준편차 값);
double sigma3 = Double.parseDouble(잡음 표준편차 값);
double sigma4 = Double.parseDouble(진폭 변화 표준편차 값);
double sigma5 = Double.parseDouble(밝기 표준편차 값);

NormalDistributionImpl distTempo = new NormalDistributionImpl(muTempo, sigma1);
NormalDistributionImpl distRms = new NormalDistributionImpl(muRms, sigma2);
NormalDistributionImpl distZeroCross = new NormalDistributionImpl(muZeroCross, sigma3);
NormalDistributionImpl distRollOff = new NormalDistributionImpl(muRollOff, sigma4);
NormalDistributionImpl distCentroid = new NormalDistributionImpl(muCentroid, sigma5);

tempoScore = distTempo.cumulativeProbability(템포 추출 값);
rmsScore = distRms.cumulativeProbability(역동성 추출 값);
zeroCrossScore = distZeroCross.cumulativeProbability(잡음 추출 값);
rollOffScore = distRollOff.cumulativeProbability(진폭 변화 추출 값);
centroidScore = distCentroid.cumulativeProbability(밝기 추출 값);
```

그림 6. 정규분포를 사용한 확률 계산 코드

아래의 [표 5]와 같이 정규분포를 사용하여 각 요소의 확률 값을 얻었다.

표 5. 정규분포를 사용한 샘플음악 각 요소의 확률 값

제목	감성	템포	역동성	잡음	진폭	밝기
귀로	울고 싶은	0.23	0.92	0.35	0.76	0.66
같이	울고 싶은	0.72	0.62	0.46	0.9	0.88
같이 걸을까	울고 싶은	0.79	0.27	0.26	0.62	0.55
그러니까	잔잔한	0.30	0.55	0.11	0.46	0.38
난치명	잔잔한	0.36	0.54	0.38	0.88	0.78
눈물이 나	잔잔한	0.64	0.83	0.41	0.72	0.64
Let it be	편안한	0.16	0.85	0.73	0.84	0.85
짱구는 못말려	편안한	0.27	0.09	0.82	0.20	0.28
The show	편안한	0.53	0.89	0.63	0.63	0.65

lovey dovey	경쾌한	0.64	0.86	0.82	0.90	0.92
챔피언	경쾌한	0.85	0.91	0.96	0.88	0.92
lalala	행복한	0.10	0.48	0.66	0.65	0.59
간지럽게	행복한	0.23	0.87	0.75	0.80	0.81
달리기	행복한	0.16	0.85	0.73	0.84	0.85
진격의 거인	긴장되는	0.49	0.33	0.41	0.20	0.55
데스노트	긴장되는	0.58	0.41	0.52	0.18	0.26
디아블로2	무서운	0.13	0.76	0.15	0.05	0.06
우주전쟁	무서운	0.27	0.07	0.86	0.41	0.61
영화 싸이코	무서운	0.38	0.05	0.96	0.60	0.79

이제 행복도에 해당하는 X의 값과 흥분도에 해당하는 Y의 값을 구한다. X의 값이 클수록 행복도가 높음을 의미하며 Y의 값이 클수록 흥분도가 높음을 의미한다. 또한 5가지 요소에 각각의 가중치를 부여하여 X, Y 값의 정확도를 높여 본 논문에서 제시한 2차원 감성모델의 좌표계에 대입하여 해당되는 감성을 얻는다.

#### 4. 가중치를 구하는 방법

160곡의 샘플데이터에서 비교적 감성 판단이 용이하도록 음악의 특성이 뚜렷한 약 70가지의 샘플데이터를 선별하여 행복도와 흥분도의 가중치를 구하는 실험을 진행하였는데 이는 감성 추측 정확도가 가장 높은 조합을 추출해 내는 것을 목표로 하여 행복도 X, 흥분도 Y의 요소별 실험으로 추출 하였다. 예를 들면 어떤 음악의 템포, 역동성, 잡음, 진폭, 밝기 등 요소에 대한 정규분포 확률 값이 각각 0.7, 0.5, 0.8, 0.3, 0.6 이라고 했을 때 각각의 요소의 가중치를 20%로 준다면 행복도 X의 값은  $(0.7 + 0.5 + 0.8 + 0.3 + 0.6) * 20 = 48$ , 마찬가지로 Y의 값도  $(0.7 + 0.5 + 0.8 + 0.3 + 0.6) * 20 = 48$  이 되는 것이다. 또한 감성추측 정확도란 정규분포를 이용한 감성 확률값과 실제 사용자가 음악을 들으며 느끼는 감성의 확률값의 차이가 적을수록 정확도가 높다고 판단하며 확률값의 차이가 높을수록 정확도가 낮다고 판단한다.

앞서 선택 한 약 70가지 샘플데이터를 피실험자들에게 들려주고 행복도, 흥분도에 영향을 미치는 5가지 요소별 영향도를 평가하도록 하였다. 실험한 결과 행복도 X는 요소의 가중치가 템포 20%, 역동성 10%, 잡음 20%, 진폭변화 40%, 밝기 10% 일 때 감성 추측 정확도가 가장 높았고 흥분도 Y는 요소의 가중치가 템포

40%, 역동성 10%, 잡음 10%, 진폭변화 20%, 밝기 20% 일 때 감성 추측 정확도가 가장 높았다. 이 조합은 [표 6]와 같다.

표 6. 5가지 음악요소별 가중치

변수	템포 가중치	역동성	잡음	진폭변화	밝기
X(행복도)	20%	10%	20%	40%	10%
Y(흥분도)	40%	10%	10%	20%	20%

이와 같은 조합으로 구한 X, Y의 값을 2차원 감성 좌표계[그림 7]에 대입하여 감성을 예측할 수 있겠다.

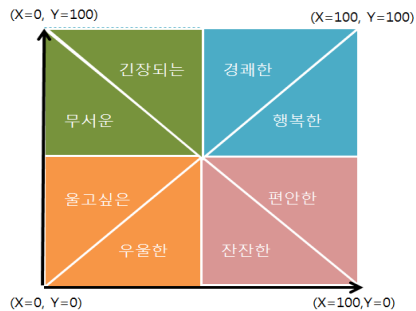


그림 7. 2차원 감성 좌표계

### IV. 예제음악에 의한 감성제어 및 분석

#### 1. 감성 계산 예제

임의의 한 노래를 선택하고 감성 트리를 사용하여 그 노래의 감성을 예측하는 과정을 보여주고자 한다. 선택한 곡은 클래지콰이 라는 가수가 부른 "함께라면" 이라는 곡이다. 아래 표와 같이 MirToolBox를 사용하여 템포, 역동성, 잡음, 진폭변화, 밝기 에 대한 데이터를 추출하였다. 평균값과 표준편차는 160곡의 샘플 음악 데이터를 분석하여 추출한 값이다.

표 7. 예제 음악의 5가지 요소 추출 값

분석 값	템포	역동성	잡음	진폭변화	밝기
추출 값	90	1.44	1317.74	9663.87	3890.06
평균 값	121.42	0.73	1081.29	6069.61	2638.64
표준편차	18.28	0.37	478.05	2490.39	958.67

이러한 값들을 사용하여 java의 정규분포 관련 library를 사용하여 각 요소의 확률 값을 구하면 [표 8]과 같다.

표 8. 예제 음악의 확률 값

분석 값	템포	역동성	잡음	진폭변화	밝기
확률 값	0.04	0.97	0.68	0.92	0.89

이렇게 구한 확률 값을 가지고 각각의 가중치 조합으로 행복도 X, 흥분도 Y의 값을 구한다.

표 9. 예제 음악의 행복도, 흥분도 값

변수	템포 가중치	역동성	잡음	진폭변화	밝기	값
X(행복도)	20%	10%	40%	20%	10%	65.54
Y(흥분도)	40%	10%	10%	20%	20%	54.65

이제 X와 Y 값을 2차원 감성 좌표계에 대입한다. 감성을 추측할 때는 행복도 X, 흥분도 Y의 값을 대입하고 그 주위로 원을 그린다.

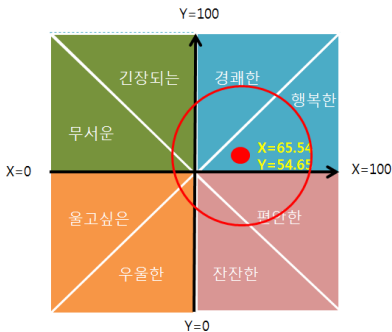


그림 8. 2차원 감성 좌표계에서의 예제 음악의 감성

원의 반경은 8가지 감성을 모두 포함할 수 있는 최소 범위에서부터 2차원 감성 좌표계를 벗어나지 않는 범위 안에서 [그림 8]과 같이 최대반경을 선택한다. 최대 반경을 기준으로 하는 이유는 오차범위 때문인데 개개인의 감정의 개념적 차이와 감정의 정확한 추적의 어려움, 그리고 정립한 수식이 증명되지 않은 이유이다. 이

제 감성 분포도 즉 감성의 양을 구하여 감성의 확률을 구하는데 각각의 가중치 조합으로 행복도 X, 흥분도 Y의 값을 구해 [표 9]에서 나온 것처럼 원을 포함한 영역의 감성의 면적을 백분비로 감성 확률을 얻는다.

표 10. 예제 음악에 대한 8가지 감성 확률

감성	확률
행복한	32%
경쾌한	23%
편안한	24%
잔잔한	6%
긴장되는	6%
무서운	4%
우울한	3%
울고싶은	2%

감성 트리로 예제 음악의 감성을 추측했을 때 이 음악의 가장 높은 예측 감성은 32%를 차지한 “행복한”이라는 감성이었고 “편안한”, “경쾌한”이라는 감성이 각각 24%, 23%로 두 번째, 세 번째 예측 감성 순위를 차지하였다.

## 2. 감성 제어

감성을 제어하는 것의 의미는 원하는 감성의 음악을 구하기 위해서 음악의 어떤 요소를 변화 시킬지에 대한 해답을 찾을 수 있다는 데 있다.

감성 좌표계에 감성을 매핑 시키고 원을 그려서 감성 확률을 구했다면 이제는 그 원을 이동시켜서 감성 확률을 제어하는 것도 가능할 것이다. [그림 8]에서 X, Y의 값이 각각 65.54, 54.65 일 때 가장 높은 확률의 감성은 “행복한”이라는 감성이다. 이제 “행복한”이라는 감성의 음악을 편안하고 잔잔한 감성의 음악으로 변화시키고자 한다면 이 원을 [그림 9]과 같이 아래쪽으로 이동시키면 된다.

X(행복도), Y(흥분도)의 좌표를 (65.54, 54.65)에서부터 (65.54, 23.65)로 이동시켰다. 다시 말하면 Y(흥분도)의 값을 30만큼 감소시켰다. 따라서 이론적으로 템포, 역동성, 잡음, 진폭변화, 밝기가 Y(흥분도)에 영향을 주는 가중치를 참고하여 총 합이 30이 되게끔 각각의 요소의 값을 감소시키면 원하는 감성의 음악을 얻을 수 있다.



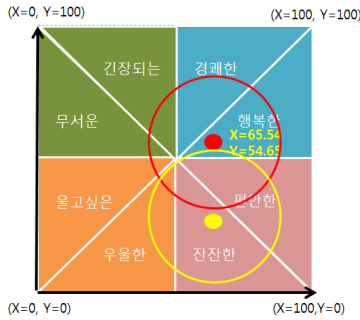


그림 9. 감성제어

### 3. 실험 및 검증

예제 음악에 대한 감성 좌표계 및 8가지 감성 확률을 구하고 도출된 음악 감성이 실제 사용자의 감성과 어느 정도 일치 하는지에 대한 실험을 진행하였다.

실험 진행 방법은 미디어공학 연구원 6명에게 예제 음악을 들려주고 8가지 감성에 어느 정도 공감하는지 각각의 감성에 대한 확률 값을 기록하도록 하여 평균값을 사용자 확률로 정의하였다. 결과는 [표 11]과 같다.

표 11. 예제 음악에 대한 8가지 감성 확률 비교

감성	확률	사용자	오차범위
행복한	32%	28%	4%
경쾌한	23%	36%	13%
편안한	24%	20%	4%
진진한	6%	10%	4%
긴장되는	6%	6%	0%
무서운	4%	0%	4%
우울한	3%	0%	3%
울고싶은	2%	0%	2%

실험결과 감성계산에 의한 감성 확률과 실제 사용자가 느낀 감성 확률의 평균 오차 범위는 4.2% 정도로 같은 음악에 대한 감성의 차이는 미미하지만 경쾌하거나 무서운 감성 등 비교적 확실한 감성에서는 눈에 띄는 차이를 보였다. 이는 사람이 음악을 들으며 느끼는 감성의 가중치를 좀 더 정확하고 세밀하게 연구해야하는 부분이다.

## V. 결론

본 논문에서는 음악과 감성의 연결고리를 찾고자 음악을 듣고 느끼는 8가지 감성 모델을 제시하고 감성에 영향 주는 음악의 요소를 찾았다. 오픈소스 툴인 MirToolBox를 사용하여 기존에 감성에 따라 분류해놓은 160곡의 샘플 음악들에서 5가지 요소의 데이터 값을 추출하였다. 데이터 값을 분석하여 5가지 음악의 요소와 8가지 감성을 연결시켜주는 감성 수식을 완성하였다. 새로운 음악에 대하여 감성 수식을 사용하여 X(행복도), Y(흥분도)의 값을 구하고 감성 좌표계에 대입하여 원점을 구하고 원점을 중심으로 원을 그려서 원에 의해 가려진 면적의 백분비를 통해 각각의 감성 확률을 구할 수 있음을 제시하였다. 또한 감성 좌표계에서 원점을 이동시켜 감성 확률을 제어할 수 있음을 제시하였고 이동시킨 좌표 값에 따라서 각각의 음악 요소의 가중치에 근거하여 음악의 각 요소를 변화시켜 원하는 감성의 음악을 얻을 수 있는 가능성을 제시하였다.

향후 과제는 음악이라는 특정 콘텐츠에 부합하는 다양한 감성을 정의하고 감성모델을 설계하는 것을 1차 목표로 두고 인간의 감성의 판단 오류 및 복잡성을 전제로 하는 가중치에 대한 연구 및 오차 범위 등 감성 정확도를 높이는 연구를 2차 목표로 하여 음악 감성 제어에 따른 음악의 변화와 실제 사용자가 느끼는 감성의 변화의 일치성, 만족감 등 감성 제어에 대한 검증이 계속 되어야 할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] Yi-Hsuan, YangYu-Ching, LinYa-Fan, SuHomer, and H. Chen, *A Regression Approach to Music Emotion Recognition*, Grad. Inst. of Commun. Eng., Nat. Taiwan Univ., Taipei, 2008.
- [2] Yazhong Feng, Yueting Zhuang, and Yunhe Pan, "Popular music retrieval by detecting mood," ACM SIGIR conference on Research and development in informaiion retrieval, 2003.

[3] 박근한, 박상용, 강석중, “부분 정보에 기반한 효과적인 음악 무드 분류 방법”, 멀티미디어학회논문지, Vol.10, No.3, 2007.

[4] P. Ekman, *Basic emotions*, In T. Dalgleish and M. Power(Eds.), *handbook of cognition and emotion*, 1999.

[5] 윤보국, 홍성용, “감성 기반 음악 검색 및 추천 시스템 설계”, 한국정보과학회 학술발표논문집, Vol.38, No.1D, 2011.

[6] J. A. Russell, “A Circumplex Model of Affect,” *Journal of personality and social psychology*, Vol.39, No.6, 1980.

[7] 김태연, 송병호, 배상형, “감성기반 음악, 이미지 검색 추천 시스템 설계 및 구현”, 電子工學會論文誌-CI (Computer and Information), Vol.47, No.1, 2010.

[8] R. E. Thayer, *The Biopsychology of Mood and Arousal*, New York, Oxford University Press, 1989.

[9] 이종형, *감성을 자극하는 음악의 자-수준 특징을 이용한 음악 추천 시스템*, 건국대학교 석사학위논문, 2012.

[10] K. Hevner, “The affective character of major and minor modes in music,” *The American Journal of Psychology*, 1935.

[11] 우광혁, “극장 옆에서”, 낭만음악, Vol.1, No.44, 1999.

[12] 신기원, 임경엽, 윤애선, 권혁철, “감정 온톨로지를 활용한 가사 기반의 음악 감정 추출”, 한국지능정보시스템학회 학술대회논문집, Vol.2010, No.11, 2010.

[13] 이종형, 김민욱, 진영영, 윤경로, “내용 기반 음악의 감성 추출 연구 동향 및 평가치 기반 청중 기호 분석”, 한국방송공학회 학술발표대회 논문집, Vol.2011, No.7, 2011.

[14] 송민균, 김현수, 분창배, 김병만, 오득환, “단위 신경망과 특징 벡터 차원 축소 기반의 음악 분위기 자동판별”, 한국산업정보학회논문지, Vol.18,

No.4, 2013.

[15] 최수환, *음악 정보 추출 MIR 알고리즘을 활용한 사운드 시각화연구*, 한국예술종합학교 음악원 석사학위논문, 2010.

[16] 이상주, 성용현, 김현정, “음악 콘텐츠의 맞춤형 서비스를 위한 사용자 감성 모델링 및 측정방법”, 한국컴퓨터게임학회논문지, Vol.26, No.1, 2013.

[17] 임지혜, 이준환, “퍼지 유사관계를 이용한 감성 기반 음악 검색 시스템”, 한국지능시스템학회논문지, Vol.21, No.5, 2011.

[18] 안상민, 황민철, 김동근, 김종화, 박상인, “개인화 프로세스를 적용한 실시간 감성인식 기술”, 감성과학, Vol.15, No.1, 2012.

저 자 소 개

김 동 림(Donglim Kim)

정희원

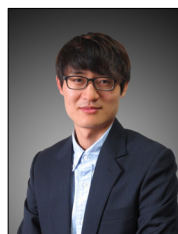


- 2011년 8월 : 숭실대학교 정보 과학대학원 미디어 공학석사
- 2013년 2월 : 숭실대학교 대학원 미디어학과 박사수료

<관심분야> : 멀티미디어, 콘텐츠공학, 감성공학

림 빈(Lim Bin)

정희원



- 2014년 2월 : 숭실대학교 대학원 미디어 공학석사
- 2014년 3월 ~ 현재 : 숭실대학교 대학원 미디어학과 박사과정

<관심분야> : Database, SNS, mobile & web 프로그래밍

임 영 환(Youngwan Lim)

정회원



- 1979년 3월 : 한국과학기술원 전산학과 석사
- 1985년 6월 : Northwestern University 전산학과 박사
- 1996년 3월 ~ 현재 : 숭실대학교 IT대학미디어학과교수

<관심분야> : 모바일솔루션, 멀티미디어, 창의공학설계