

# 피치 평활화를 이용한 허밍 신호로부터 미디의 피치 정보 추출

허인호\*, 김현태\*

\*동의대학교 대학원 디지털미디어공학과

e-mail : raruz@naver.com, htaekim@deu.ac.kr

## Extraction of MIDI Pitch Information from Humming Signal

In-Ho Heo\*, Hyun-Tae Kim\*

\*Graduate School of Digital Media Engineering, Dong-Eui University

### 요 약

보컬 신호를 미디 파일로 변환하면 단음의 미디 데이터로 변환된다. 그러나 음정이 변하는 구간에서는 정확한 표기가 어렵다. 허밍 신호인 경우는 더욱 그러하다. 본 연구에서는 음정이 변하는 구간에서 피치 평활화 기법을 적용하여 피치 정보를 보다 정확히 파악하는 방법에 대한 연구이다. 실험을 통해 제안하는 방법이 타당하다는 것을 제시하였다.

### 1. 서론

입력된 허밍질의 정보에 대한 대부분의 연구진행 방식은 미디형식을 사용하여 음에 대한 정보를 얻게 된다. 그러나 만약 입력된 파일의 형식이 미디파일형식이 아닐 경우에 다른 파일을 미디로 변환하기란 저장되는 방식이 다르기에 매우 어려운 문제점이 있다. 음악 검색 시스템에서의 음의 정보를 추출할 때 다른 형식의 파일을 이용하여 검색하는 연구 또한 적지 않게 진행되고 있으나 그 또한 소수에 불과하다. 본 논문에서는 웨이브파일형식으로부터 자기상관함수를 이용하여 얻어진 피치들로부터 피치들 간의 그룹핑을 통해 그룹들의 높이 차이를 이용하여 음의 영역에 속한 피치를 추출하고 같은 그룹에 속해 있는 불규칙한 피치들에 대하여 평탄화하는 방법을 제안한다.

### 2. 제안하는 피치 평활화 기법

마이크로부터 입력된 허밍 신호를 웨이브파일로 저장하여 신호의 시간단위로 프레임을 잘라 프레임에 속한 주파수 정보에 대해 피치를 검출하고 이에 음(Note)이라고 판단되는 영역을 제안 방식을 통하여 검출한다. 검출된 영역으로부터 미디 피치와 유사한 형태인 수평적인 형태로 변환해 준다. 변환된 피치들의 연속된 구간에 대해 클래스를 할당하고 앞 음의 클래스구간과 뒤 음의 클래스구간에 대하여 특징 패턴을 적용하여 저장된 음원의 특징 패턴과 허밍의 특징패턴간의 편집 거리 알고리즘을 사용하여 유사도를 비교한 후 편집 횟수가 적은 리스트들만을 선출하여 그 음원들로부터 음의 높이 정보와 음의 길이 정보에 대하여 또 다시 유사도를 계산하여 허밍 선율정보의 음의

높이와 음의 길이정보를 또 다시 비교하여 최종적으로 검색결과를 뽑아낸다.

#### 2.1 음 높이의 차이 값을 이용한 음 구간 분석

음(Note) 구간에서의 피치 값들은 같은 높이(값)로 연속적으로 나타나게 된다. 그렇게 수평적으로 이루어진 구간에 대해 하나의 음(Note)구간으로 판단하고 계속해서 다음 음으로 이어진다. 그러나 허밍의 경우 앞 음에서 다음 음으로 이어질 때 악기와 같이 서로 다른 음으로 순간적으로 변하는 것이 아닌 어느 정도의 과도기 부분이 나타나기 마련이다. 그림 1를 보면 피치들의 위치가 연속적으로 수평을 이루며 나타나는 반면 허밍의 경우 피치의 연속성이 수평을 이루지 않고 곡선 형태로 이루어져 있는 것이 서로의 유사도를 비교할 때 가장 큰 문제점으로 나타나게 된다. 이를 해결하기 위해서는 허밍피치를 미디와 유사한 패턴으로 만들어 그에 따라 유사도를 계산할 수 있도록 하는 작업이 필요하다.

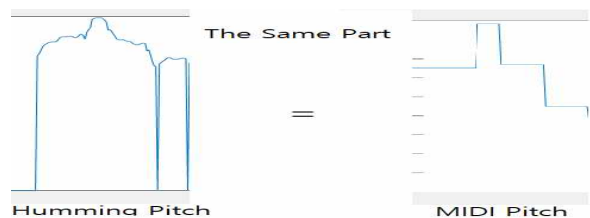


그림 1. 같은 음의 허밍과 미디 피치정보

본 논문에서 연속된 허밍의 피치들 중 음이라고 판단되

는 구간을 분류하기 위해 커널 밀도함수 추정법을 응용하였으며, 데이터의 밀도함수를 추정할 필요는 없기에 커널 함수 중에서도  $k$ 개의 부피를 가지고 서로간의 값을 비교해나가는 방식을 적용하였다. 커널 밀도 추정법이란 원점을 중심으로 대칭이면서 적분 값이 1인 비음수 함수로 정의된다.

실제 사람의 목소리는 하나의 음을 표현할 때 기계처럼 지속적으로 완벽하게 유지하며 내는 것은 어렵다. 그러나 그와 유사하게 시간단위로 어느 한 높이에서 피치 값들이 유지되고 어느 정도 평탄한 구조를 가지고 있음을 확인하였으며 이에  $K$ 개의 부피를 정하여 시간단위로 이동하며 서로간의 높이차가 어느 임계값보다 적을 시 같은 음으로 지속되었다고 판단하여 이를 각 클래스로 분류해나간다. 채택되는 피치에 대한 식은 다음 식과 같다.

$$A = \text{mean}(x_{i-t} - x_{i-1}) \quad (1)$$

$$B = \text{mean}(x_{i+1} - x_{i+t})$$

$$\text{SelectionPitch} = \begin{cases} |A-B| > w & \text{false} \\ |A-B| \leq w & \text{true} \end{cases}$$

여기서  $x_i$ 는  $i$ 번째에 해당하는 피치 값이며  $t$ 는  $i$ 로부터 이동할 값이다.  $w$ 는 서로간의 높이차에 대해 같은 클래스에 속할 것인지 판단해줄 임계값이다.

## 2.2 미디피치와 유사한 형태의 허밍 피치 평활화

연속된 피치들의 시작점(Onset)과 끝점(Offset)을 찾아 Onset과 Offset사이에 존재하는 피치들을 하나의 음으로 판단하여 식 (2)와 같이 각 클래스로 분류한다.

$$C_k = \text{Onset} \leq x(i) \leq \text{Offset} \quad (2)$$

$x(i)$ 는  $i$ 번째의 피치 값을 뜻하며 데이터 전체의 길이까지 클래스 분류가 끝이 나면 각 클래스들에 대해 각각 평균을 구하여 클래스에 할당되어있는 피치 값들에 대해 해당 클래스의 평균값으로 치환해준다. 이때 주의할 점은 노래를 부를 때 전 음과 뒤 음이 서로 다른 단어지만 같은 음의 높이로 지속된 경우가 있다. 그러나 허밍의 경우 음의 높이를 토대로 기억한 선율의 정보이기에 만약 클래스는 다르지만 두 음이 같은 높이일 경우 두 음을 따로 분류하는 것이 아니라 한 음의 클래스로 합쳐서 그림 2와 같이 계산을 한다.

## 3. 실험 결과 및 평가

본 실험에서 비교 대상이 되는 선율 정보는 웹 검색을 통해 구한 임의의 30개의 미디파일을 이용하였으며 남자

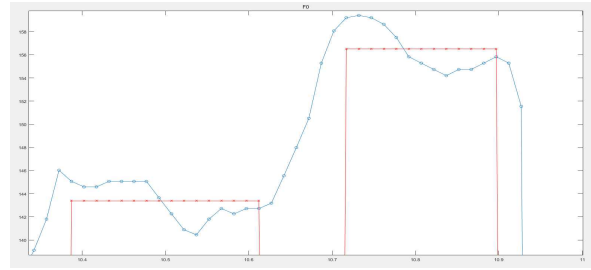


그림 2. 분류된 피치의 평활화

8명 여자 5명의 노래분야와 연관이 없는 일반인들을 대상으로 허밍의 선율 정보를 추출하여 실험을 진행하였다. 프로그램은 Matlab 2016을 사용하였으며 44100Hz의 샘플링 주파수와 30ms에 대해 50%의 오버랩을 적용하여 피치 값을 검출하였다. 실험에서는 음의 구간에 대해서 음원의 선율 정보와 그리고 허밍의 선율정보를 미디로 변환하였을 때 다음으로 제안한 알고리즘을 통해 구한 선율정보를 그림 3 ~4와 같이 비교해 보았다.

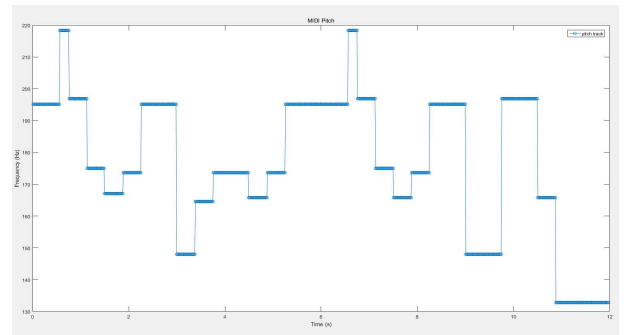


그림 3. 저장된 음원의 선율 정보

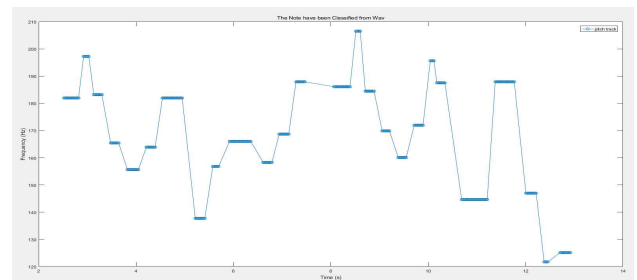


그림 4. 제안하는 알고리즘 적용을 통한 음 영역 검출

## 참고문헌

- [1] 모종식, 김소영, 구경이, 한창호, 김유성, “선율의 음 높이와 리듬 정보를 이용한 음악의 유사도 계산 알고리즘”, 한국정보처리학회 논문지 제7권 제12호, 2000.
- [2] 오동열, 오해석, “허밍질의 기반 음악 검색 시스템의 유사도 계산 알고리즘”, 한국컴퓨터정보학회 논문지 제11권 제4호, pp. 137-145 2006.
- [3] 송재종, 임태범, “허밍 기반 음원 검색을 위한 오디오 특징 시퀀스 데이터 색인 기법 개발”, 한국방송미디어 공학회 학술발표대회 논문집, 2013.