[[1]](#footnote-1)

Preparation of Papers for IEEE TRANSACTIONS and JOURNALS

First A. Author, Second B. Author, Jr., and Third C. Author, Member, IEEE

# Estimacion del tempo

## Defincion de tempo

El tempo de una canción suele dar una idea del ritmo de una canción. Por lo general, las canciones tienen un pulso subyacente de una frecuencia específica, este pulso se denomina ‘beat’. Para un oyente humano el hecho de identificar el beat de una canción es simple, normalmente se acompaña dicho beat con el pie. Sin embargo, es un problema difícil de definir para ser resuelto de manera automática por una computadora. El tempo de una canción puede medirse en BPM(beats per minute) que se define como la cantidad de veces que se repite este pulso subyacente en un intervalo de tiempo de un minuto.

Se estableció como objetivo la implementación de un algoritmo que pueda determinar el BPM de un archivo de música wav dentro de un rango tolerable de error(±4BPM) y ue dicho algoritmo funcione para el rango de 60 ≤ BPM ≤ 180.

## Algoritmo

Se implementó un algoritmo de detección de BPM simple basado en los métodos implementados en [1] y [2].

### Segmentacion

Primero se divide y analiza la señal de a un numero de bloques determinado (se eligieron 2048 bloques para esta implementación), cada bloque tiene un número determinado de muestras de audio. El número de muestras de audio por bloque es un parámetro del algoritmo (por default tomamos 280 muestras de audio por bloque).

### Senal de eventos ritmicos

Para cada uno de estos bloques de 280 muestras, se calcula un único valor de potencia que se almacena en memoria. La potencia del bloque se calcula según la siguiente formula:

Donde α es un parámetro definido en el intervalo 0< α< 1. M es el valor de la cantidad de muestras tomadas por bloque, y los elementos dentro de la sumatoria son los cuadrados de las muestras de audio del bloque actual. Para valores más grandes de α se tiene que la señal se ve menos afectada ante nuevos valores de las muestras.

Los valores de potencia obtenidos dan una idea de cómo varia la energía de la señal con el tiempo. Se tienen picos de amplitud muy grandes en los instantes de tiempo en los que hay eventos rítmicos importantes (generalmente cerca de donde ocurre un beat).

### Calculo del espectro

Una vez que se tienen 2048 valores de potencia almacenados, lo que quiere decir que se procesaron 2048 bloques de 280 muestras de audio cada uno, se procede a calcular el espectro de la señal mediante la aplicación de la FFT (Fast Fourier Transform).

El espectro obtenido tiene una frecuencia de muestreo distinta al de la señal de audio original debido a que se tiene un solo valor de potencia por cada bloque analizado. Por lo que la nueva frecuencia de muestreo obtenida es:

Luego se tiene que la resolución del espectro calculado es:

### Calculo y estimación del tempo.

Existe la siguiente relación matemática entre la frecuencia y el BPM:

Debido a que solo nos interesa el rango 60 ≤ BPM ≤ 180. Solo son de interés los bins de frecuencia correspondientes a ese rango de BPM. Los bins correspondientes a los limites se obtienen mediante la relación:

Donde se redondea el bin al entero más próximo. Se busca el bin dentro del rango definido para el cual la señal toma su máximo valor y se estima que su BPM asociado es el BPM del bloque.

## Implementacion y resultados

References

1. Beat Detection Algorithms in Signal Processors ETIN80. Luis Cavo, Siyu Tan, Adam Urga, 2016.
2. Design and implementation of a Beat Detector algorithm

(ETIN80 report). Jaime Gancedo, Sakif Hossain,

Wenpeng Song, 2018.

1. Streamlined Tempo Estimation Based on Autocorrelation and Cross-correlation With Pulses. Graham Percival, George Tzanetakis, 2014.

1. [↑](#footnote-ref-1)