

Extracción de Embocadura en Aliento/Arrugas

Procesamiento Digital de Señales de Audio - Curso 2016

Juan Braga

Instituto de Ingeniería Eléctrica (IIE)
Facultad de Ingeniería (FING)
Universidad de la República (UDELAR)

Diciembre 2016

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Agenda

Introducción

Embocadura

Aliento/Arrugas de Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos

Extracción de Características

Experimentos

Primer experimento

Segundo experimento

Refinamiento de la extracción de características basada en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura

Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos

Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento

Segundo experimento

Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Introducción

Flauta Traversa

- ▶ Flauta Traversa perteneciente a la familia de las *Maderas*
- ▶ Excitación periódica de la columna de aire generada por turbulencia de la colisión del flujo de aire contra el bisel de la embocadura.
- ▶ Altura definida por las llaves del instrumento.

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Introducción

Técnicas Extendidas

- ▶ Exploración de nuevas sonoridades.
- ▶ Extensión de los límites naturales del instrumento.
- ▶ Técnicas reproducibles y bien definidas, generan que los instrumentistas tengan que expandir sus habilidades con el instrumento.

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Introducción

Extracción de contenido musical (MIR por su sigla en inglés)

- ▶ Las alturas y duraciones ya no definen el material sonoro.
- ▶ El repertorio contemporáneo define una área del MIR desafiante y de espectro más amplio.
- ▶ Hay lugar a contribuciones científicas mediante el acercamiento al material sonoro exótico.

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

- ▶ Refiere al aparato de producción de la excitación de la columna de aire, en conjunto a la técnica de soplido.
- ▶ Es determinante del material sonoro ejecutado, siendo perceptible de forma auditiva a través de cambios en la Dinámica, Altura y Timbre.
- ▶ Parámetros físicos que determinan la embocadura:
 - ▶ Ángulo de la Flauta.
 - ▶ Apertura de los labios.
 - ▶ Posición de los labios.
 - ▶ Presión de Aire.

Introducción

Embocadura

Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Aliento/Arrugas de Marcelo Toledo

Sobre la pieza

- ▶ Obra para Flauta Traversa solista, compuesta por el argentino Marcelo Toledo.
- ▶ Emplea técnicas extendidas como recurso compositivo:
 - ▶ *Flutter Tonguing* - Aleteo de lengüa.
 - ▶ *Tongue Noises* - Ruidos con la lengüa.
 - ▶ *Percussive Sounds* - Llaveo.
 - ▶ *Microtonal Inflections* - Inflecciones microtonales.
 - ▶ *Multiphonics* - Sonidos multifónicos (cantar y tocar a la vez).
- ▶ Además emplea como recurso expresivo cambios en la embocadura a lo largo de la pieza. Detallando en la partitura la embocadura correspondiente .
- ▶ Tres tipos de embocadura:
 - ▶ *Blow Hole Covert* - Embocadura normal o tradicional.
 - ▶ *Normal Embouchure* - Agüjero cubierto.
 - ▶ *Breathy Embouchure* - Embocadura con aire.

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Aliento/Arrugas de Marcelo Toledo

Notación

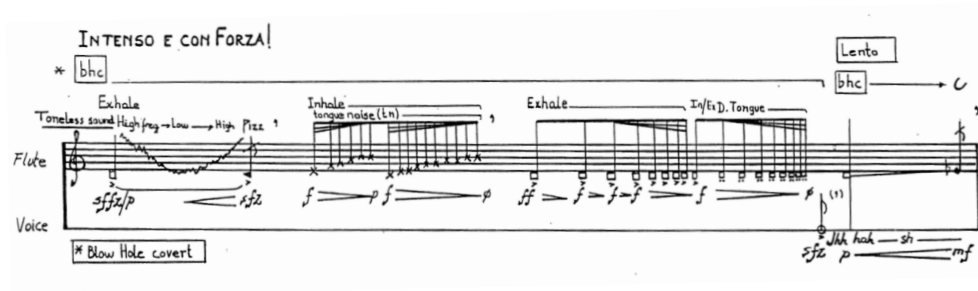


Figura: Notación de *Blow Hole Covert* se observa en la parte superior del sistema.

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura

Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos

Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento

Segundo experimento

Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Aliento/Arrugas de Marcelo Toledo

Notación

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura

Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

The image displays a musical score for Flute and Voice. The Flute part is written on a single staff, and the Voice part is written on a single staff. The score is divided into three sections: **LENTO, DELICATO E LONTANO**, **AGITATO**, and **CON FORZA**. The first section is marked *normal embouchure* and *ppp*. The second section is marked *mf/p* and *f*. The third section is marked *f* and *ff*. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings. The Voice part includes lyrics: *a - σ - a - σ*. The Flute part includes a box labeled *bhc* at the end of the third section.

Figura: Notación de *Normal Embouchure* se observa en la parte superior del sistema.

Aliento/Arrugas de Marcelo Toledo

Notación

The image shows a musical score for Flute and Voice. The Flute part is written on a single staff with a treble clef. It includes dynamic markings such as *mf*, *ff*, *sfz/p*, and *f*. Above the staff, there are three boxes labeled "C breathy", "bhc", and "breathy", each with a horizontal line indicating its duration. The Voice part is written below the Flute staff with lyrics: "Ksh — K Ksh — K" and "Ksh . Ks ts Ks ts Ks". Above the voice staff, there are labels "In" and "Ex" alternating over the notes, and a box labeled "bhc" above the first "Ksh".

Figura: Notación de *Breathy Embouchure* se observa en la parte superior del sistema.

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura

Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Definición del Problema

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Hipótesis central

Los cambios de embocadura generan variaciones en el material sonoro perceptibles de forma auditiva.

Se propone...

La extracción automática del tipo de embocadura a través del análisis computacional de la obra.

Estrategia de resolución

Enfoque tipo *Reconocimiento de Patrones*. Se procesa el audio tipo *Bag of Frames* a partir del cómputo de características de audio.

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

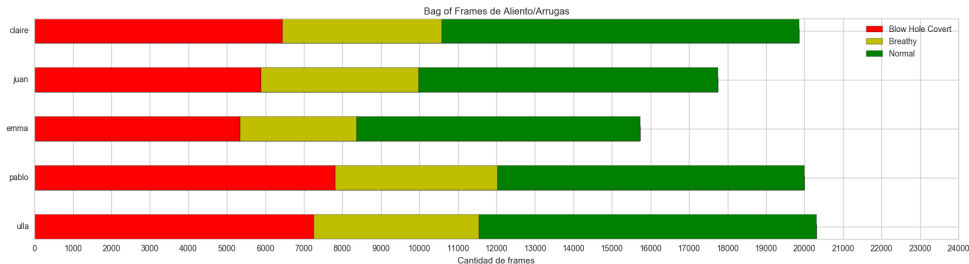
Conjunto de Datos

Grabaciones

Se cuenta con 5 grabaciones etiquetadas manualmente de Aliento/Arrugas por los intérpretes: Ulla Suokko, Pablo Somma, Emma Resmini, Juan Pablo Quinteros y Claire Chase.

5 folds

Cada obra define un conjunto de test.



Extracción de Embocadura en Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la extracción de características basada en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Extracción de Características

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)

Extraen contenido tímbrico de la señal.

Linear Prediction Coefficients (LPC)

Envolvente espectral.

Características Espectrales y Armónicas (CEA)

Roll-off, Centroid, Bandwidth, Zero-Crossing Rate y Voicing

Octave-based Spectral Contrast (SC)

Es una medida de contraste por octavas. Extrae la diferencia entre los picos y los valles.

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
**Extracción de
Características**

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Experimentos

Consideraciones generales

- ▶ Se utilizan tres clasificadores distintos para la evaluación de desempeño:
 - ▶ *K-Nearest Neighbors* (10 vecinos)
 - ▶ *Random Forest* (10 árboles).
 - ▶ *Support Vector Machines* (kernel lineal).
- ▶ Se utilizan con parámetros por defecto, ya que no es objetivo del presente trabajo optimizar los clasificadores.

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Primer experimento

Objetivo

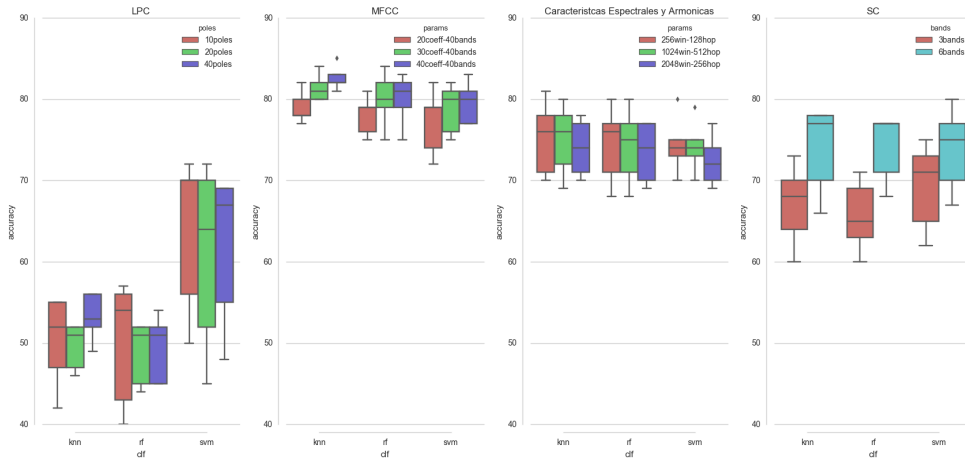
Evaluar el poder de separación de embocaduras de las características propuestas y determinar la de mejor desempeño.

Parámetros de la extracción de características:

- ▶ Características Espectrales y Armónicas: (a) 11ms y 50 % de salto (256-128 muestras), (b) 23ms y 50 % (1024-512 muestras) y por último (c) 46ms y 50 % (2048-1024 muestras).
- ▶ MFCC: Ventana de análisis de 23ms y salto del 50 %, 40 bandas Mel y liftrado: (a) 20 coeficientes, (b) 30 coeficientes y (c) 40 coeficientes.
- ▶ LPC: Ventana de análisis de 23ms y salto del 50 % y cantidad de polos: (a) 10, (b) 20 y (c) 40.
- ▶ SC: Ventana de análisis de 23ms y salto del 50 % y numero de bandas: (a) 3 y (b) 6.

Primer experimento

Resultados



Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas de

Juan Braga

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Evaluación de resultados

- ▶ *LPC*: El peor desempeño. Además la variación del número de polos no muestra variaciones significativas.
- ▶ *SC*: Desempeño medio. Existe una mejora notoria al aumentar las bandas.
- ▶ *CEA*: Desempeño medio. La variación de la ventana de análisis no genera cambios apreciables. Alguna estrategia de decorrelación podría mejorar los resultados.
- ▶ *MFCC*: El mejor desempeño. Contrapartida el número de dimensiones del vector de características.
- ▶ *k-NN*: Salvo para *LPC* mejor desempeño entre clasificadores.

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

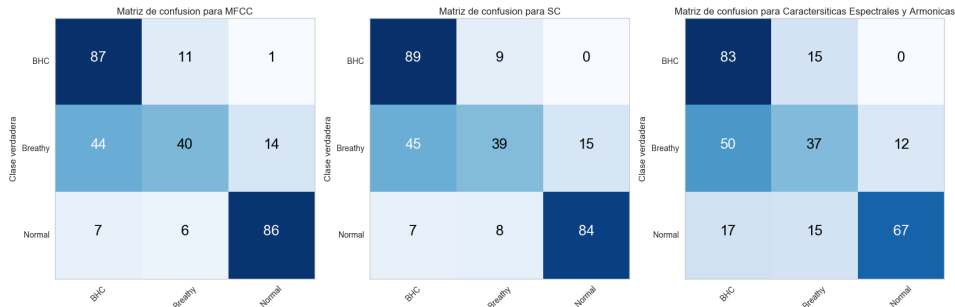
Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Matrices de confusión



- ▶ Independientemente de los *features* las clases *Blow Hole Covert* y *Normal Embouchure* se separan frente al resto.
- ▶ *Breathy* se confunde principalmente con *Normal Embouchure*

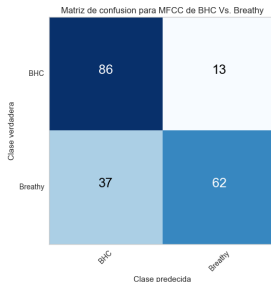
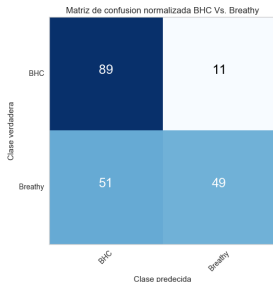
Segundo Experimento

Objetivo

Evaluar el desempeño de *MFCC* en un problema reducido: *Blow Hole Covert* Vs. *Breathy Embouchure*.

- Por simpleza se trabaja solamente con 40 bandas *Mel* y 20 coeficientes.

Matrices de confusión



Segundo Experimento

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Evaluación de resultados

- ▶ La confusión de *Breathy* sigue siendo considerable con un 37 %.
- ▶ Existe una mejoría con respecto al problema de tres clases.
- ▶ Una estrategia de clasificadores en cascada mejoraría el desempeño general, a cambio de costo computacional.

Blocks

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Block Title

You can also highlight sections of your presentation in a block, with it's own title

Theorem

There are separate environments for theorems, examples, definitions and proofs.

Example

Here is an example of an example block.

Block Title

You can also highlight sections of your presentation in a block, with it's own title

Theorem

There are separate environments for theorems, examples, definitions and proofs.

Example

Here is an example of an example block.

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Blocks

Extracción de
Embocadura en
Aliento/Arrugas

Juan Braga

Introducción

Embocadura
Aliento/Arrugas de
Marcelo Toledo

Definición del Problema

Conjunto de Datos
Extracción de
Características

Experimentos

Primer experimento
Segundo experimento
Refinamiento de la
extracción de
características basada
en MFCC

Conclusiones

Trabajo a Futuro

Block Title

You can also highlight sections of your presentation in a block, with it's own title

Theorem

There are separate environments for theorems, examples, definitions and proofs.

Example

Here is an example of an example block.



A. Author.

Handbook of Everything.

Some Press, 1990.



S. Someone.

On this and that.

Journal of This and That, 2(1):50–100, 2000.