

## Herramienta de apoyo para la detección de soplos cardiacos

LÓPEZ-GUZMÁN, Josué\*†, MONTERO-VALVERDE, José Antonio, MARTÍNEZ-ARROYO, Miriam

*Instituto Tecnológico de Acapulco. Avenida Instituto Tecnológico S/N, Crucero del Cayaco C.P. 39905,*

Recibido Junio 4, 2014; Aceptado Octubre 13, 2014

### Resumen

Los soplos cardiacos son vibraciones audibles producidas por la velocidad circulatoria o turbulencia de la corriente sanguínea, estos sonidos son muy comunes en la población pediátrica y son detectados durante exámenes rutinarios de exploración física, constituyen la principal incidencia a cardiólogos pediátricos en los hospitales. Si bien son muy comunes en niños, también se encuentran presentes en personas de todas las edades, en las personas adultas la presencia de un soplo es un signo de alarma, siendo un signo de alguna enfermedad o afección cardiaca mayor.

**Herramienta, detección, soplos cardiacos.**

### Abstract

Heart murmurs are audible vibrations produced by the flow velocity or turbulence in the bloodstream, these sounds are very common in the pediatric population and are detected during routine physical examination tests constitute the main impact to pediatric cardiologists in hospitals. While they are very common in children, also present in people of all ages, adults, the presence of a murmur is a warning sign, being a sign of heart disease or greater condition.

**Tool, detection, heart murmurs.**

**Citación:** LÓPEZ-GUZMÁN, Josué, MONTERO-VALVERDE, José Antonio, MARTÍNEZ-ARROYO, Miriam. Herramienta de apoyo para la detección de soplos cardiacos. Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2014 Abril 2015, 1-2:563-566

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: josue\_lopez@me.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

En México, y principalmente en las poblaciones de escasos recursos (una mayoría en el estado de Guerrero) muchos niños y personas pueden vivir muchos años sin saber que tienen un soplo cardiaco, mucho menos saber de qué tipo es y las recomendaciones que debe seguir. Es común el panorama de niños que se agotan sin justificación al comienzo de actividades físicas o con dolores constantes de pecho. Sin embargo, por la falta de recursos para pagar un cardiólogo privado o la falta de cardiólogos en hospitales públicos, muchas de estas personas optan por no ir a chequearse con el cardiólogo. Por otro lado, las personas que habitan estas poblaciones tampoco tienen la costumbre de realizarse chequeos con un médico familiar, la mayoría acude al médico cuando ya se encuentra enfermo, lo cual en muchos casos no permite un tratamiento oportuno de la afección cardiaca.

Al igual que en otras áreas del sector salud, la escasez de personal calificado para realizar diagnósticos precisos, sobre todo en zonas rurales es un problema que enfrenta actualmente la sociedad mexicana.

La tecnología está ejerciendo un gran impacto sobre las personas y la actividad económica en el mundo entero, y los últimos avances de la medicina así lo confirman. Esta investigación plantea el uso de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para clasificar y reconocer soplos aplicando algoritmos de reconocimiento de audio. El reconocimiento de voz es un área de la IA con mucha madurez, actualmente se tienen dispositivos móviles que ofrecen una gran variedad de funcionalidades mediante la utilización de comandos de voz. El sistema propuesto se basa en algoritmos de reconocimiento de audio para la creación de un modelo de aprendizaje.

El cual es entrenado previamente con el conocimiento de un cardiólogo experto, que indica la clasificación de los soplos, para que posteriormente, el sistema en forma automática, permita clasificar la afectación.

### Objetivos

Diseñar e implementar un sistema de detección y clasificación de soplos cardiacos, a partir de audios.

### Objetivos particulares

- Determinar si existe una afectación ( si hay un soplo o no),
- Establecer el tipo de modelo que mejor se adapte a la detección de soplos
- Adaptar los algoritmos de reconocimiento de audio a la detección de soplos
- Buscar el método de extracción de características más adecuadas para los soplos cardiacos

### Metodología

La metodología consta de los siguientes pasos:

Construcción de la BD, extraída de la BD de audios en línea: <http://www.peterjbentley.com/heartchallenge/>), BD Académica de [Littmann, 1999], fabricante de estetoscopios y equipo médico, consta de material multimedia, utilizado para enseñar la detección de soplos cardiacos, con grabaciones de cuatro repeticiones de los 14 tipos de soplos cardiacos más comunes. Aunque, esta BD inicial, es pobre para fines de detección, permite realizar pruebas al modelo, identificando las diferencias entre el sonido normal de un corazón y los soplos cardiacos.

Extracción de Características: se utiliza una de las técnicas de extracción más populares para el reconocimiento de audio: MFCC, la cual realiza un análisis de pequeñas secciones de audio llamadas ventanas, aplicándoles a estas, un tratamiento, que consiste en una normalización de la información (ventanas de Hamming).

Extrayendo la información con mayor relevancia mediante el método de la Transformada Discreta de Fourier, aplicando filtros denominados MEL, los cuales separan las secuencias que se encuentran dentro del rango de señal a evaluar y descarta las demás, por último se aplica la transformada discreta del coseno para obtener los 13 coeficientes de mayor relevancia de la ventana. Estos coeficientes representa los datos más significativos de la ventana por lo cual permiten de forma muy acotada representarla toda, como si se tratase de una huella digital de audio.

Clasificación: El GMM (Gausseam Mixture Model o Modelo de Mezcla de Gussianas) es una metodología de reconocimiento de patrones altamente usada para el reconocimiento de voz, su funcionamiento se basa en la mezcla de las Gausseas obtenidas en la extracción de características, estas se mezclan y forman grupos en el espectro, los cuales se convierten en características que representan la conformación o estructura de un grupo de audios, es decir nos da una idea de cómo es un sonido cardiaco normal y como es un sonido anormal. Esta mezcla de Gausseas es justamente la que representa nuestro modelo y sobre que el que después se predice la probabilidad que existe de que un nuevo audio pertenezca a uno de los modelos existentes.

## Resultados

Para medir la eficiencia del clasificador, se entrenó el modelo con un total de 15 audios de corazón normal, y se reservaron 5 para pruebas de clasificación (base de datos de audios en línea:

<http://www.peterjbentley.com/heartchallenge/>), también se usaron 10 audios de corazón anormal (con soplos). La siguiente matriz de confusión muestra los resultados de dichas pruebas.

| Tipo de Soplo | Normal | No Normal | Total | Error |
|---------------|--------|-----------|-------|-------|
| Normal        | 4      | 1         | 5     | 0.2   |
| No Normal     | 1      | 9         | 10    | 0.1   |
| Total         | 5      | 10        | 15    |       |
| Error         | 0.2    | 0.1       |       | 0.13  |

**Tabla 1** Matriz de confusión de los resultados obtenidos por el clasificador.

El error proporcional total es de 0.13 es decir 13%, por lo cual:

La Fiabilidad total es: complemento a 1, es decir  $(1 - 0.13) = 0.87$  o 87%.

Error estándar de muestreo:

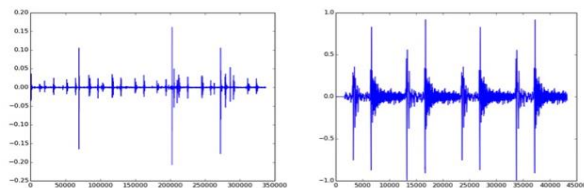
$$ES = \sqrt{((87 \cdot 13) / 15)} = 8.68$$

Para un intervalo de confianza del 95%:

$$\text{Factibilidad Real} = 87 \pm (1.96 \cdot 8.68) = 87 \pm 17$$

Factibilidad Real de Clasificación: Entre 70% y el 100%

Esto comprueba la factibilidad de los algoritmos de voz aplicados a el reconocimiento de soplos, con un entrenamiento del modelo con solo 15 audio de soplos normales, y una base de datos compuesta apenas de 20 audios de soplos normales y 10 de anormales, se obtiene un nivel de clasificación que supera el 70%. Se considera que con una base de datos más amplia (conteniendo más audios con los cuales entrenar el modelo), la factibilidad de clasificación aumentara exponencialmente.



**Figura 1** La imagen izquierda muestra la gráfica correspondiente a un audio de corazón normal, imagen derecha muestra la gráfica que corresponde a un audio de corazón con soplo de insuficiencia aórtica.

### Discusión y conclusión

En países desarrollados los soplos cardiacos son un problema de salud pública frecuentemente atendidos y se busca identificarlos en las poblaciones de temprana edad y los de avanzada, es decir; principalmente niños y adultos mayores, en México necesitamos mejorar en esta área, la identificación y diagnóstico de soplos cardiacos es vital para identificar enfermedades subyacentes que pueden causar la muerte, así como para ofrecer una mayor calidad de vida a las personas que padecen este tipo de enfermedad.

De manera general, se puede resumir que la aplicación de algoritmos de reconocimiento de audio (principalmente de voz) es posible y altamente viable y efectiva, con pequeñas modificaciones los algoritmos de voz pueden adaptarse a reconocer soplos, lo que limita hasta este momento el espectro de sonidos reconocibles en situaciones reales, es la falta de una base de datos más amplia que permita generar modelos más precisos. En este momento nos encontramos realizando pruebas experimentales con los modelos generados en el aprendizaje con el objetivo de encontrar el modelo que más se adapte a los sonidos cardiacos, si bien tenemos resultados aparentemente favorables la base de datos de soplos o sonidos cardiacos con los que se cuenta es muy limitada, se necesita ampliar esta base de datos para entrenar aún más el modelo y sea viable para diagnósticos en circunstancias reales.

Como trabajo futuro se espera clasificar el tipo de soplo que se padece.

### Referencias

Littmann (1999). Base de datos de Soplos Cardiacos. México. Disponible en Disco Formato: CD-ROM.

VILLARREAL OLVERA ESAÚ TOAKI 2014. Tesis De Licenciatura: Identificación Del Canto De Turdus Migratorius(Aves) Utilizando Un Modelo Acústico Estadístico. México D.F.

Kids Health (2014). Soplos Cardiacos, Artículo en línea disponible en: [www.kidshealth.com](http://www.kidshealth.com), USA.