



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería  
Informática**

**AVC Asistente Virtual para  
la Comunicación**



Presentado por José Miguel Ramírez Sanz  
en Universidad de Burgos — 15 de junio  
de 2019

Tutor: Dr. José Francisco Díez Pastor y Dr.  
César Represa Pérez







UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



Dr. D. José Francisco Díez Pastor, profesor del departamento de Ingeniería Civil, área de Lenguajes y Sistemas Informáticos y Dr. D. César Represa Pérez, profesor del departamento de Ingeniería Electromecánica, área de Tecnología Electrónica.

Exponen:

Que el alumno D. José Miguel Ramírez Sanz, con DNI 71303106R, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado *AVC Asistente Virtual para la Comunicación*.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 15 de junio de 2019

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

Dr. D. José Francisco Díez Pastor      Dr. D. César Represa Pérez





## Resumen

En este primer apartado se hace una **breve** presentación del tema que se aborda en el proyecto.

## Descriptores

Palabras separadas por comas que identifiquen el contenido del proyecto Ej: servidor web, buscador de vuelos, android ...

## **Abstract**

A **brief** presentation of the topic addressed in the project.

## **Keywords**

keywords separated by commas.



---

# Índice general

---

Índice general	III
Índice de figuras	V
Índice de tablas	VI
Introducción	1
1.1. Estructura de la Memoria . . . . .	2
1.2. Estructura de los Anexos . . . . .	3
1.3. Materiales adjuntos . . . . .	3
Objetivos del proyecto	5
2.1. Objetivos funcionales . . . . .	5
2.2. Objetivos técnicos . . . . .	6
2.3. Objetivos personales . . . . .	6
Conceptos teóricos	9
3.1. Parálisis Cerebral . . . . .	9
3.2. Datos . . . . .	9
3.3. Minería de Datos, Bagging y Random Forest . . . . .	16
Técnicas y herramientas	19
Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto	21
Trabajos relacionados	23
Conclusiones y Líneas de trabajo futuras	25



---

## Índice de figuras

---

3.1. Representación de la onda . . . . .	12
3.2. Espectrograma en escala lineal . . . . .	12
3.3. Espectrograma en escala logarítmica . . . . .	12
3.4. Espectrograma en escala de Mel . . . . .	13
3.5. Opciones adicionales proporcionadas por Apace de la emoción dolor . . . . .	14
3.6. Opciones adicionales proporcionadas por Apace de la emoción enfado . . . . .	14
3.7. Opciones adicionales proporcionadas por Apace de la emoción tristeza . . . . .	15
3.8. Opciones adicionales proporcionadas por Apace de la emoción hambre . . . . .	15

---

# Índice de tablas

---

3.1. Códex de audio . . . . .	11
3.2. Opciones adicionales finales . . . . .	15

---

# Introducción

---

La **parálisis cerebral** es una discapacidad, normalmente originada en la fase de gestación del feto, que afecta al sistema motor de la persona, causando problemas en los movimientos y la postura. Esta discapacidad o conjunto de trastornos son **permanentes y no progresivos**. A menudo, estas personas padecen otro tipo de discapacidades, estas suelen afectar al sistema nervioso, causando limitaciones en la capacidad de usar los sentidos con los cuales percibir los estímulos exteriores y limitaciones en la capacidad intelectual, es por ello que a la parálisis cerebral se le puede llamar una pluridiscapacidad. [3, 17, 11]

Este conjunto de **discapacidades** producen una gran limitación en las tareas que las personas que lo sufren pueden realizar. Al ser parte de las discapacidades relacionadas con la postura y el sistema motor del cuerpo las carencias en cuanto al movimiento son claras, además las discapacidades en el sistema nerviosos que pueden causar limitaciones sensoriales y cognitivas que pueden llevar a restricciones en la percepción del mundo exterior, en la conducta o en la **comunicación**.

La parálisis cerebral se origina principalmente en la gestación del feto y es causada por tres tipos de factores: **prenatales** causados por alteraciones en la coagulación o de la placenta, por traumatismos, por infecciones y por otras causas incluida la gestación múltiple, **perinatales** donde nos encontramos con diferentes causas entre las que destaca la prematuridad y por último, **postnatales**, a partir de más de 28 días después del nacimiento, donde encontramos causas como traumatismos craneales postnatales, paradas cardio-respiratorias, etc.[1, 7]

Como ya se ha comentado antes, la parálisis cerebral es una discapacidad que afecta a un gran número de personas, pero cada parálisis cerebral es

diferente. Según ASPACE, 1 de cada 500 personas nacen en España con parálisis cerebral, lo que nos lleva a un total de 120.000 personas en todo el país.[2]

Hay distintos tipos, e incluso de clasificaciones, de parálisis cerebral. En el extremo de las personas más afectadas nos encontramos con las mayores carencias que he comentado, estas personas sufren de una gran limitación de movimiento y postura, teniendo que estar todo el día en una cama y si se quieren mover, montados en sillas especiales hechas a medida para no producirles ningún tipo de molestia ni de lesión. Una de los mayores problemas que tienen las personas que tienen este grado de discapacidad es la limitación en la **comunicación**, ya que debido a sus carencias en la capacidad de moverse y de controlar estos movimientos solo pueden emitir **ruidos** o carcajadas, y en algunos casos ni siquiera se puede saber si tienen una intención comunicativa, es decir, emiten esos ruidos para intentar comunicarse, o simplemente son ruidos sin sentido.

Hoy en día se usan distintas aplicaciones y programas para que personas con parálisis cerebral se puedan comunicar [5], pero estas aplicaciones no pueden ser usadas por las personas gravemente afectadas debido a sus restricciones en el movimiento y control de su cuerpo, esto es un gran problema ya que les excluye de usar estas herramientas para poder comunicarse. Como he comentado anteriormente, las personas gravemente afectadas solo emiten ruidos, estos ruidos pueden o no tener una intención comunicativa, solo son los familiares y los cuidadores más cercanos a la persona los que pueden llegar a intuir si ese ruido tiene alguna intención, y, si la tiene, poder interpretarlo para saber si, por ejemplo, tiene hambre o le duele algo. El problema está en si esta persona con parálisis cerebral se tiene que quedar, por ejemplo, con un cuidador nuevo que no conoce ni puede interpretar estos sonidos. Es por ello que comenzó el desarrollo de **AVC**, una aplicación Android accesible e intuitiva, que nos permite interpretar la emoción o la respuesta de una persona con parálisis cerebral gravemente afectada a partir de los sonidos que emite, gracias a métodos de clasificación de minería de datos.

## 1.1. Estructura de la Memoria

- **Introducción:** Descripción de la parálisis cerebral, planteamiento del problemas e introducción de la solución.
- **Objetivos del proyecto:** Conjunto de objetivos funcionales, técnicos y personales que se han tenido a lo largo de este proyecto.

- **Conceptos teóricos:** Explicación de nociones teóricas básicas para poder entender el proyecto.
- **Técnicas y herramientas:**
- **Aspectos relevantes del desarrollo:**
- **Trabajos relacionados:**
- **Conclusiones:**

## 1.2. Estructura de los Anexos

- **Plan del proyecto:**
- **Requisitos:**
- **Diseño:**
- **Manual del programador:**
- **Manual de usuario:**

## 1.3. Materiales adjuntos

Además de la memoria y de los anexos se entrega:

- Aplicación Prototipo para grabar audios.
- Aplicación para la recogida de datos.
- Aplicación AVC para poder interpretar los sonidos de las personas con las que se ha entrenado.
- Servidor en Flask para realizar las peticiones requeridas.
- Manuales de usuario para las dos aplicaciones.
- Presentaciones de las aplicaciones que se han usado para enseñar el proyecto en diversas situaciones.
- Vídeos e imágenes de las diversas presentaciones que he realizado en el proyecto.





---

# Objetivos del proyecto

---

En este apartado voy a comentar los distintos objetivos funcionales, técnicos y personales del proyecto.

## 2.1. Objetivos funcionales

En este subapartado voy a contar cuales han sido los objetivos, tanto míos como de Apace, en cuanto a qué queríamos que hiciesen las distintas aplicaciones del proyecto.

- Tener una aplicación Android que nos permita recoger los audios y las opciones adicionales de cada paciente, y poder subirlos para su posterior tratado y análisis, con finalidad de encontrar el mejor algoritmo de clasificación posible para la aplicación final.
- Realizar una aplicación Android para la interpretación de los audios de las personas que se posee un clasificador en el servidor. En la aplicación se tiene que poder modificar las opciones adicionales de los pacientes, almacenándose en el servidor para no tener que ponerlas en cada ejecución.
- Se quiere que ambas aplicaciones sean simples de usar y con un ejecución muy lineal.
- Se quiere que la aplicación final sea lo más accesible posible para que pueda ser usada hasta por compañeros con parálisis cerebral u otro tipo de discapacidad.
- Se quiere dar difusión mediática del proyecto, grabando vídeos, haciendo presentaciones, etc.

## 2.2. Objetivos técnicos

Los objetivos técnicos son los que he tenido en cuenta a lo largo del desarrollo en cuanto a las herramientas y el uso de estas.

- Las dos aplicaciones, la de obtención de datos y la aplicación final, tienen una versión de API mínimo de 23 (a partir de Android 6.0), para poder abarcar un mayor número de dispositivos donde se puedan usar.
- Para la clasificación se quiere usar Python, por el conocimiento que ya tengo y por el uso de librerías avanzadas en métodos de clasificación como puede ser *Scikit-Learn*.
- Usar Flask [flask] como framework para el servidor.
- Usar un repositorio Git para tener un seguimiento del desarrollo y un control de versiones usando GitHub.
- Usar ZenHub para controlar las tareas y tiempos del proyecto.
- Realizar pruebas unitarias y de integración sobre la aplicación final.
- Realizar el desarrollo del proyecto siguiendo el modelo SCRUM, orientado a trabajo personal, sobre todo en la filosofía incremental de los productos.

## 2.3. Objetivos personales

En este apartado quiero comentar los objetivos propios que he tenido con este proyecto.

- Poder ayudar a personas con parálisis cerebral.
- Mejorar mi capacidad de comunicación y exposición, preparando diversas presentaciones.
- Usar el conocimiento obtenido a lo largo de la carrera.
- Aprender a programar en Android, ya que es uno de los sistemas operativos más importantes a día de hoy.
- Aprender a desarrollar y desplegar un servidor.

- Aprender a usar nuevas herramientas de documentación, como  $\text{\LaTeX}$ .
- Aprender a usar nuevas herramientas de diseño y programación.



---

## Conceptos teóricos

---

En este apartado voy a comentar los distintos conceptos teóricos del proyecto, que van desde la parálisis cerebral hasta conceptos como *Random Forest*.

### 3.1. Parálisis Cerebral

Como ya he comentado, la parálisis cerebral es una discapacidad en el sistema motor y en la postura de la persona. Además, esta discapacidad suele ir acompañada de otras discapacidades en el sistema nervioso que producen limitaciones en los sentidos y en la capacidad cognitiva de la persona.

El origen de esta discapacidad se debe a varios factores, mayoritariamente relacionados con el desarrollo del feto. Además, el grado de afección de la parálisis cerebral es distinto en cada caso, teniendo personas levemente afectadas que solo sufren de una discapacidad motora, hasta personas gravemente afectadas con grandes discapacidades motoras, cognitiva, sensoriales...

### 3.2. Datos

El conjunto de datos con los que trabajamos para obtener la información necesaria para poder obtener los métodos que nos permitan la clasificación de estos están compuestos por la señal de audio de la grabación del sonido de la persona con parálisis cerebral y de unas opciones adicionales que hemos obtenido en colaboración con Apace.

## Señal de audio

Señal analógica, señal generada por un fenómeno electromagnético la cual se puede representar a través de una función continua cuyos parámetros son la amplitud y el periodo [4], que puede almacenar una señal sonora, perturbación mecánica (vibraciones) en la presión del aire [8]. Una señal de audio nos permite almacenar, reproducir, modificar y por su puesto transmitir esa señal sonora que se ha almacenado en una señal analógica.

## Formato

Dentro de una señal de audio, y en general para cualquier tipo de dato que se almacena de forma digital, el formato es el estándar con el cual el dato se codifica, se decodifica y se lee.

Dentro de los formatos que existen en las señales de audios o formatos contenedores de audios podemos diferenciarlos entre los que tienen pérdida de información o *Lossy* y los que no la tienen o *Loseless*. Los formatos que tienen pérdida suelen ser formatos más ligeros en los cuales los ficheros ocupan menos y son más fáciles de procesar, en cambio como su nombre indica tienen pérdidas de información [14].

## Encoder

El encoder o códec son los métodos por los cuales podemos codificar y decodificar los datos de audios almacenados en el formato seleccionado. Para cada códec disponemos una serie de formatos en los cuales se puede codificar y decodificar, por lo que en si, la combinación códec-formato es la que puede ser *Lossy* o *Loseless* [13].

La mayoría de códecs son *Lossy*, es decir, pierden información en la codificación que luego no se puede recuperar en la decodificación, alguno de los códecs de audios más usados son los que se pueden observar en la tabla 3.1.

## Bitrate

Es la unidad de datos que se recogen por unidad de tiempo, los datos recogidos se miden en bits, mientras que el tiempo se mide en segundos. Cuando trabajamos con sistemas de recogida de datos, en nuestro caso grabaciones de audios, el bitrate de esta recogida es un valor muy importante, ya que determina la cantidad de datos que vamos a obtener, esta medida puede ser muy interesante a la par de necesaria, ya que, junto con el formato

Códecs	<i>Lossy</i>	<i>Loseless</i>
AAC-LC	X	
AAC-ELD	X	
HE-AAC	X	
AMR-NB	X	
AMR-WB	X	
PCM(Pulse Code Modulations)		X
FLAC		X

Tabla 3.1: Códecs de audio

y el códec, va a determinar cuanto ocupan los archivos que obtenemos además de la calidad de estos.

### Sampling Rate

El Sampling Rate o frecuencia de muestreo es la tasa que marca la cantidad de muestras que se hacen por unidad de tiempo, es decir, de nuestra función continua que es la señal analógica que recoge la señal sonora, la señal de audio, pasamos a valores discretos. La unidad con la que se mide es, como en todas las frecuencias,  $s^{-1}$  o  $Hz$  [16].

### Espectrograma

Es una representación gráfica de las señales de audio, es decir, una representación de las frecuencias de la señal sonora almacenada en la señal analógica que compone la señal de audio [6].

Como ya comenté, las señales de audio se caracterizan por su periodo y amplitud, como se puede ver en la representación de la onda en la figura 3.1. En cambio el espectrograma de este se muestra en la figura 3.2 en una escala lineal, y en una escala logarítmica en la figura 3.3.

### Frecuencias de Mel

Es una escala que surgió con el objetivo es la obtención de una escala orientada al sistemas auditivo del ser humano, lo que se llama una escala psicoacústica, con el fin de poder extraer características de la señal de audio para poder obtener información. Podemos ver el ejemplo del mismo audio en la figura 3.4

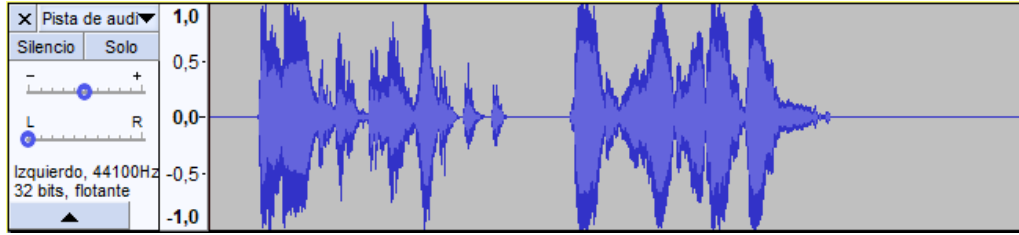


Figura 3.1: Representación de la onda

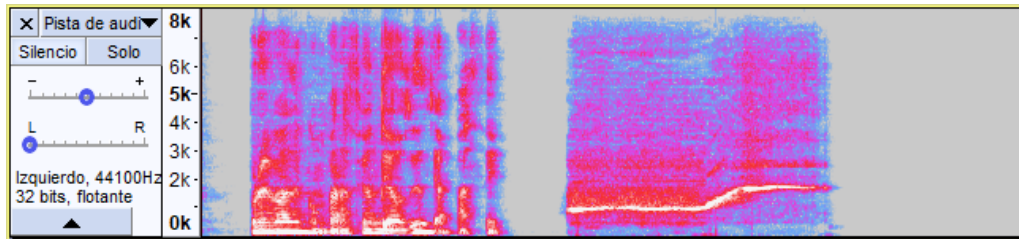


Figura 3.2: Espectrograma en escala lineal

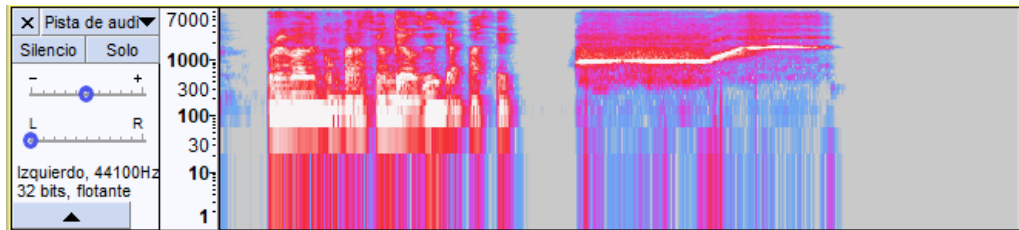


Figura 3.3: Espectrograma en escala logarítmica

Esta es la fórmula de las frecuencias en escala de Mel y las frecuencias en escala lineal ( $f$ ) [15, 12]:

$$Mel(f) = 2595 * \log_{10}\left(1 + \frac{f}{700}\right)$$

### Base64

Método que nos permite codificar cualquier tipo de dato y/o archivo en texto ASCII y decodificarlo. Este tipo de codificación no es la más eficiente que existe, pero si que nos puede servir si queremos mandar nuestros ficheros en modo texto, como pasa en este proyecto, donde tenemos que enviar el



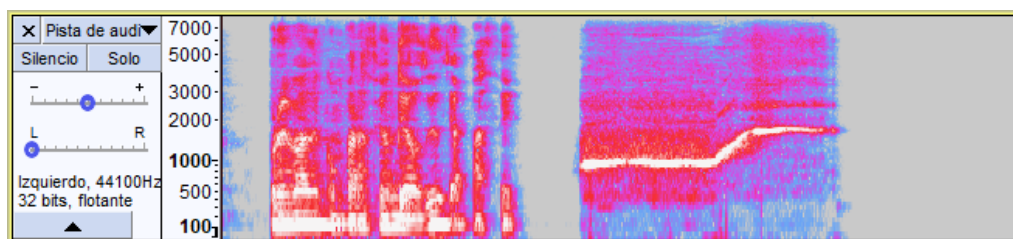


Figura 3.4: Espectrograma en escala de Mel

audio grabado al servidor a través de un método post donde las variables se pasan en la URL.

### Extracción de características

Proceso por el cual podemos obtener información a partir de datos. Este proceso se suele llevar a cabo en el preprocesado de información de entrada de los métodos de clasificación de minería de datos, ya que datos como pueden ser imágenes, o en nuestro caso audios, no las podemos pasar tal cual al clasificador, porque no sería capaz de interpretar la entrada, y si por un casual pudiese, esta tendría una gran dimensionalidad.

### Opciones adicionales

Al comienzo del proyecto se comentó con Apace que quizás los audios no serían suficientes para poder realizar una clasificación exacta de las emociones, ya que la clasificación de una respuesta binaria si que se tomaba posible de clasificar solo con el audio. Es por ello que para este problema nos planteamos el uso de unas opciones adicionales que pudiesen dar más información al clasificador.

Apace nos mandó una primera versión de estas opciones adicionales, que obtuvieron pasando un formulario a las familias de la asociación y a profesionales en la materia, en las que teníamos un conjunto de opciones por cada una de las emociones que queríamos clasificar, que se pueden ver en la imágenes [3.5](#), [3.6](#), [3.7](#) y [3.8](#). Como se puede observar son demasiadas opciones, tantas que darían demasiadas dimensionalidades a los datos de entrada del clasificador, lo que haría muy complicado el entrenamiento y la clasificación posterior. Es por ello que decidimos tratar de resumir estas opciones, estas opciones han sido las que han llegado al final del proyecto y se pueden ver en la tabla [3.2](#).

Herida o escara.	Situación de enfermedad.
Fiebre.	
Enfermedad diagnosticada.	
Tiene dolor crónico.	Dolor Crónico
Si está sentado correctamente. (tanto en el momento, como si ha estado sentado incorrectamente sentado anteriormente)	Posicionamiento incorrecto (habitual o o introducción de nuevo sistema de posicionamiento
Alguna ortesis puede producirle dolor (un dafo, una sujeción, un lecho postural nuevo, corset...)	
Comprobar que haya alguna situación en la que pueda aparecer dolor o incomodidad ( se está pinchando con algo, o está próximo a una fuente de calor que puede producir una quemadura...)	Situación de riesgo que puede producir dolor
Si está tomando una medicación para el dolor y no se le ha dado aún o está a punto de cumplir el tiempo para tomar la dosis prescrita	Tratamiento para el dolor Intervención quirúrgica o tratamiento que produce dolor
Ha sido intervenido quirúrgicamente recientemente.	
Está realizando algún tratamiento que puede ser doloroso (Bogta, Punción Seca, Toxina Botulínica)	

Figura 3.5: Opciones adicionales proporcionadas por Apace de la emoción dolor

Carácter irascible.	Personalidad irascible (Base)
No responder a una demanda expresada (a su manera)	No entender su forma de comunicarse o sus demandas.
No entender su forma de expresarse.	
No aceptar un no por respuesta.	No atender a sus demandas.
Defecarse y orinarse.	
Aburrirse o no hacer una actividad que desea hacer	
Crisis epilépticas que influyan en su conducta	Estado de salud (crisis epilépticas).
Estar viviendo una situación similar a una ya vivida percibida como negativa.	Situación desagradable.

Figura 3.6: Opciones adicionales proporcionadas por Apace de la emoción enfado

Sufre dolor.	Le duele algo
Experimentar una situación desagradable.	Experimenta una situación desagradable (Que no le gusta o porque no tiene cerca a alguien cerca que conoce.
Estimulo que no le gusta. (Visual, auditivo, táctil, alimento de su gusto, un programa de tele, una canción)	
No ve o no tiene cerca a una persona a la que conoce o aprecia.	No tiene cerca a una persona a la que aprecia.

Figura 3.7: Opciones adicionales proporcionadas por Apace de la emoción tristeza

Horario de comida habitual.	Cambio en los hábitos de comida: Horarios
Tiempo que lleva sin comer.	
Hay comida a la vista o ve a alguien comiendo.	Presencia de alimento: vista, olfato
Hay olor a comida.	
Si hay algún alimento que le gusta a la vista.	
Habitualmente padece hambre.	Estado habitual abre.

Figura 3.8: Opciones adicionales proporcionadas por Apace de la emoción hambre

Opción	Posibles valores
Actualmente está enfermo	Sí/No
Sufre dolor crónico	Sí/No
Ha sido operado recientemente	Sí/No
Ha dormido/descansado mal	Sí/No
Ha estado/está en una mala postura	Sí/No
El entorno que lo rodea no es agradable	Sí/No
Las personas que lo rodean no son conocidas	Sí/No
Ha comido	Antes/A su hora/Tarde
Ha comido	Mucho/Normal/Poco/Nada

Tabla 3.2: Opciones adicionales finales

### 3.3. Minería de Datos, Bagging y Random Forest

La minería de datos tiene diversas definiciones válidas, pero todas ellas coinciden en que es un proceso en el cual a partir de grandes cantidades de datos a los que se aplican técnicas de inteligencia artificial o de análisis de datos, podemos obtener patrones, relaciones o en definitiva, información, con la que podemos clasificar o dividir en grupos nuevos datos.

La minería de datos entra dentro del apartado de aprendizaje automática, entendiendo como aprendizaje cuando en un sistema cambiamos el comportamiento de alguna parte o del conjunto y obtenemos una mejora en el rendimiento.

La extracción de información de la minería de datos se basa en la hipótesis de *Aprendizaje Inductivo*, que es "*Cualquier modelo que aproxime bien una función objetivo sobre un conjunto de ejemplos de entrenamiento suficientemente grande también aproximará bien la función objetivo en ejemplos no observados*", es decir, los patrones encontrados en los datos de entrenamiento de nuestros modelos de minería de datos, con un número suficientemente grande de datos, servirá para nuevos datos del mismo tipo [10].

Los métodos de minería de datos tienen distintas finalidades entre las que se destaca:

- Predicción:
  - Clasificación de datos categóricos.
  - Regresión de datos numéricos.
- Análisis de asociaciones entre los atributos que definen los datos.
- Clustering, o agrupación de los datos en distintos grupos.
- Detección de anomalías.
- Sistema de recomendaciones.

Además, dentro de la minería de datos existen diferentes métodos para llegar a las finalidades anteriormente comentadas, estos tipos de algoritmos van desde métodos basados en árboles, hasta métodos más estadísticos como los modelos de clasificación bayesiana que usan la suposición de *naïve*, en la cual se supone que los atributos de los datos no tienen ninguna relación [9].

Dentro de los algoritmos de minería de datos hay una serie de técnicas que nos permiten combinar varios modelos clasificadores para obtener un único modelo, *ensembles*, que aunque son más complejos de representar, pueden obtener mejores resultados. La combinación de modelos puede o no ser del mismo tipo de clasificador, es decir, hay técnicas que nos permiten usar por ejemplo métodos bayesianos con árboles y otros que solo nos permiten un mismo tipo de clasificador. Una de las técnicas más usada de combinación de métodos es *Bagging*, esta consiste en la combinación mediante media en problemas de regresión y mediante votación en problemas de clasificación, de los resultados obtenidos por el mismo método. El algoritmo lo que hace es a partir de varios grupos de datos o muestras del mismo problema obtenemos para cada muestra un modelo entrenado con los datos de esa muestra. El método final lo que hace es combinar los resultados, como ya se ha dicho por media o votación, de los distintos modelos de las distintas muestras.

Uno de los métodos de Bagging más usados, ya que es un método sencillo que nos puede dar una primera visión del problema ante el que estamos, es *Random Forest*, en el cual combinamos las predicciones de distintos árboles de decisión, que usa como estimador del error el *out of bag*, que consiste en intentar predecir con cada modelo los datos de las muestras con los que no se ha entrenado ese modelo [9].



---

## Técnicas y herramientas

---

Esta parte de la memoria tiene como objetivo presentar las técnicas metodológicas y las herramientas de desarrollo que se han utilizado para llevar a cabo el proyecto. Si se han estudiado diferentes alternativas de metodologías, herramientas, bibliotecas se puede hacer un resumen de los aspectos más destacados de cada alternativa, incluyendo comparativas entre las distintas opciones y una justificación de las elecciones realizadas. No se pretende que este apartado se convierta en un capítulo de un libro dedicado a cada una de las alternativas, sino comentar los aspectos más destacados de cada opción, con un repaso somero a los fundamentos esenciales y referencias bibliográficas para que el lector pueda ampliar su conocimiento sobre el tema.





---

## Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

---

Este apartado pretende recoger los aspectos más interesantes del desarrollo del proyecto, comentados por los autores del mismo. Debe incluir desde la exposición del ciclo de vida utilizado, hasta los detalles de mayor relevancia de las fases de análisis, diseño e implementación. Se busca que no sea una mera operación de copiar y pegar diagramas y extractos del código fuente, sino que realmente se justifiquen los caminos de solución que se han tomado, especialmente aquellos que no sean triviales. Puede ser el lugar más adecuado para documentar los aspectos más interesantes del diseño y de la implementación, con un mayor hincapié en aspectos tales como el tipo de arquitectura elegido, los índices de las tablas de la base de datos, normalización y desnormalización, distribución en ficheros<sup>3</sup>, reglas de negocio dentro de las bases de datos (EDVHV GH GDWRV DFWLYDV), aspectos de desarrollo relacionados con el WWW... Este apartado, debe convertirse en el resumen de la experiencia práctica del proyecto, y por sí mismo justifica que la memoria se convierta en un documento útil, fuente de referencia para los autores, los tutores y futuros alumnos.



---

## Trabajos relacionados

---

Este apartado sería parecido a un estado del arte de una tesis o tesina. En un trabajo final grado no parece obligada su presencia, aunque se puede dejar a juicio del tutor el incluir un pequeño resumen comentado de los trabajos y proyectos ya realizados en el campo del proyecto en curso.



---

## **Conclusiones y Líneas de trabajo futuras**

---

Todo proyecto debe incluir las conclusiones que se derivan de su desarrollo. Éstas pueden ser de diferente índole, dependiendo de la tipología del proyecto, pero normalmente van a estar presentes un conjunto de conclusiones relacionadas con los resultados del proyecto y un conjunto de conclusiones técnicas. Además, resulta muy útil realizar un informe crítico indicando cómo se puede mejorar el proyecto, o cómo se puede continuar trabajando en la línea del proyecto realizado.



---

## Bibliografía

---

- [1] Charo Ariza. Parálisis cerebral infantil. <https://crene.es/paralisis-cerebral-infantil/>, jun 2019.
- [2] ASPACE. Algunos datos. <https://aspace.org/algunos-datos>, jun 2019.
- [3] ASPACE. Qué es la parálisis cerebral. <https://aspace.org/que-es>, jan 2019.
- [4] Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Señales analógicas. *Revista ARQHYS*, dec 2012.
- [5] Jocomunico. Herramienta de comunicación. <https://jocomunico.com/#/home>, jun 2019.
- [6] musiki. Espectrograma (sonograma) — musiki,. [http://musiki.org.ar/index.php?title=Espectrograma\\_\(sonograma\)&oldid=80207](http://musiki.org.ar/index.php?title=Espectrograma_(sonograma)&oldid=80207), 2019. [En línea; consultado el 14-junio-2019].
- [7] NICHD. Causas parálisis cerebral. <https://www1.nichd.nih.gov/espanol/salud/temas/cerebral-palsy/informacion/Pages/causas.aspx>, jun 2019.
- [8] John R Pierce and A Michael Noll. *Señales: la ciencia de las telecomunicaciones*. Reverté, 1995.
- [9] Juan José Rodríguez. Clasificación bayesiana, basada en instancias y por combinaciones. Apuntes Minería de Datos, Universidad de Burgos.
- [10] Juan José Rodríguez. Introducción a la minería de datos. Apuntes Minería de Datos, Universidad de Burgos.

- [11] Peter Rosenbaum, Nigel Paneth, Alan Leviton, Murray Goldstein, Martin Bax, Diane Damiano, Bernard Dan, and Bo Jacobsson. A report: the definition and classification of cerebral palsy april 2006. *Developmental medicine and child neurology. Supplement*, 109:8–14, 2007.
- [12] T Villa-Canas, E Belalcazar-Bolaños, S Bedoya-Jaramillo, JF Garces, JR Orozco-Aroyave, JD Arias-Londono, and JF Vargas-Bonilla. Automatic detection of laryngeal pathologies using cepstral analysis in mel and bark scales. In *2012 XVII Symposium of Image, Signal Processing, and Artificial Vision (STSIVA)*, pages 116–121. IEEE, 2012.
- [13] Wikipedia. Códec de audio — wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=C%C3%B3dec\\_de\\_audio&oldid=114820037](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=C%C3%B3dec_de_audio&oldid=114820037), 2019. [Internet; descargado 13-junio-2019].
- [14] Wikipedia. Formato de archivo de audio — wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Formato\\_de\\_archivo\\_de\\_audio&oldid=116651731](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Formato_de_archivo_de_audio&oldid=116651731), 2019. [Internet; descargado 13-junio-2019].
- [15] Wikipedia. Mfcc — wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=MFCC&oldid=113070764>, 2019. [Internet; descargado 14-junio-2019].
- [16] Wikipedia contributors. Sampling (signal processing) — Wikipedia, the free encyclopedia. [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Sampling\\_\(signal\\_processing\)&oldid=885036021](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Sampling_(signal_processing)&oldid=885036021), 2019. [Online; accessed 14-June-2019].
- [17] ASPACE Castilla y León. Qué es la parálisis cerebral. <https://www.federacionaspacecyl.org/quienes-somos/que-es-la-paralisis-cerebral/>, jan 2019.