

PERITAJE INFORMÁTICO SOBRE IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE HABLANTES

Juan Manuel Miguez
Luis Enrique Angulo

Resumen

Actualmente existen controversias para lograr un dictamen que demuestre con convicción, que un registro de voz corresponde a una persona, situándose la conclusión alcanzada en el NIVEL DE IDENTIFICACIÓN, siendo el principal obstáculo a vencer, que el informe no resulte impugnado por motivos técnicos.

La identificación forense de personas por medio de métodos biométricos están dentro de las incumbencias de un perito informático, dado que para la obtención de la prueba es necesario aplicar conocimientos de Aprendizaje Automático.

Los letrados en ejercicio dentro del ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires que se han capacitado en herramientas de Tecnología de la Información, solicitan con mayor frecuencia este tipo de prueba, ampliando este requerimiento a cualquier fuero.

Los laboratorios forenses en la materia, utilizan tecnología informática automática como soporte a los dictámenes elaborados en causas judiciales, y emplean métodos combinados para evitar la impugnación de los informes de los correspondientes peritajes.

Palabras Clave: Fonética forense, aprendizaje automático, relaciones de verosimilitud (LR), métodos combinados.

Introducción

La identificación forense de hablantes se encuentra enmarcada dentro de la fonética forense, y más ampliamente, dentro de la lingüística forense². Las áreas relacionadas con la fonética forense, según Rose³, son: autenticación de grabaciones, identificación de contenido y la identificación de hablantes – la cual será abordada en este trabajo.

Uno de los puntos críticos del problema de identificación forense de hablantes en procesos judiciales es el de determinar qué modelos de aprendizaje automático -en la actualidad- pueden ser utilizados, y que éstos presenten bases científicas sólidas sobre el proceso de reconocimiento biométrico de voz que prevengan la impugnación por controversias técnicas. El resultado deberá permitir la elaboración de un dictamen con un alto grado de certeza en el proceso judicial.

Dadas las complejidades y nuevas técnicas informáticas para el reconocimiento de hablantes, la actividad dejó de ser un tema exclusivo de la fuerza pública (policía, prefectura, gendarmería), siendo que ahora está dentro de las incumbencias del perito oficial de la especialidad en Informática (cualquier jurisdicción y fuero)

Los avances en materia de inteligencia artificial relacionados con esta actividad, están en etapa de formalización de procesos de mejores prácticas con el fin de estandarizar las metodologías empleadas en cada laboratorio, para así permitir al profesional el modelado de su proceso ajustado a una base sólida científica y aún acorde a sus requerimientos particulares.

Actualmente, en temas Judiciales se ha presentado una alta demanda de profesionales que puedan dictaminar con cierto grado de precisión la identificación de un hablante, para lo cual la designación de un experto capaz de elaborar un dictamen de este tenor es crítico; ahora bien, el procedimiento se realiza por sorteo sobre una base de peritos con restricciones a este tipo de tecnología; demorando en promedio entre 2 semanas a 2 meses la designación del especialista y si no resulta idóneo, se repite el proceso.

El principal obstáculo a resolver es que según el veredicto del caso Daubert¹³, un juez debe realizar “una valoración preliminar de si el razonamiento o la metodología subyacentes al dictamen son científicamente válidos y si pueden aplicarse apropiadamente a los hechos del caso”. Es decir, se puede rechazar el testimonio de un perito si la metodología científica utilizada por éste no es aceptada por la comunidad científica.

Por otro lado, existe un desarrollo nacional iniciado en el Laboratorio de Investigaciones Sensoriales (INIGEM, CONICET-UBA) -proyecto BlackVox Forensia^{4, 12} -, que brinda herramientas tecnológicas para aplicaciones de audición y habla, reconocidos dentro del ámbito judicial Argentino.

Antecedentes

Los primeros registros históricos sobre el uso de técnicas sistemáticas para la identificación de hablantes se encuentran a partir de los años 40, en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), en donde se

empleaban técnicas de reconocimiento por escucha y discriminación empírica de voces por parte de científicos forenses. En los años 60 se incursionó en la comparación visual de espectrogramas, y tras 10 años de controversias se determinó que el método auditivo era más preciso que el método de comparación visual. Desde los años 70 se cuenta con métodos automáticos que contribuyen al reconocimiento de hablantes para soportar aplicaciones biométricas. A pesar de contar con estas herramientas y sus muchas evoluciones a través de los años y los desarrollos computacionales, no se ha podido consolidar como una herramienta dentro del ámbito judicial para dictaminar si un registro de voz corresponde a un presunto implicado debido a muchas controversias sobre los métodos utilizados.

En el año 2002, para realizar la discriminación de voces y desarrollos posteriores, H.F. Hollien⁵ aportó que dentro del grupo de legítimos investigadores, se deberían incluir a fonetistas, lingüistas, ingenieros y científicos en computación; ya que son quienes poseen conocimientos sobre ciencia de la voz.

Durante muchos años, las controversias desalentaron el análisis de los registros de audio con fines judiciales en materia de reconocimiento biométrico. Hoy día podría empezar a cambiar esa tendencia¹ gracias a los procesos de aprendizaje automático que se soportan en modelos científicos expresando resultados cuantitativos en forma de relaciones de verosimilitud (LR); de todas formas, sigue siendo determinante la resolución del juez para validar la identidad del sospechoso en base a las comparaciones realizadas por los peritos.

Usos y Aplicaciones de Reconocimiento de Voz

Aparte del marco de estudio de aplicaciones de reconocimiento de hablantes dentro del ámbito jurídico, cabe resaltar que también existen diferentes aplicaciones y usos para el manejo de registros de voz que han ayudado a la evolución y mejora de técnicas científicas junto con tecnologías informáticas. A continuación se presentan las diferentes aplicaciones y usos para el reconocimiento de voz:

De la voz al comando:

Dictado automático: Es uno de los usos más comunes en la actualidad. Por ejemplo, el dictado de recetas médicas y diagnósticos o el dictado de textos legales, se usan corpus especiales para incrementar la precisión del sistema.

Control por comandos: Consiste en dar órdenes a un procesador. Por ejemplo, "abrir navegador", "encender luces" o "cerrar ventana". Estos sistemas reconocen un vocabulario reducido, incrementando su rendimiento.

Telefonía: Algunos sistemas PBX permiten a los usuarios ejecutar comandos de voz, en lugar de pulsar tonos. Por ejemplo, el usuario podría decir un número para navegar por un menú.

Sistemas portátiles: Son sistemas de tamaño reducido, como relojes o teléfonos móviles, que tienen restricciones muy concretas de tamaño. Aquí la voz es una solución natural para introducir datos en sus aplicaciones.

Sistemas diseñados para discapacitados: diseñados para personas con discapacidades, con restricciones para teclear con fluidez, así como para personas con problemas auditivos, que pueden usarlos para obtener texto escrito a partir de habla. Por ejemplo, para que los hipoacúsicos puedan recibir llamadas telefónicas.

Del comando a la voz:

Generador de voz: Generadores de contenido de video o audio. Son narraciones virtuales, en lugar de contratar a un locutor profesional, se utilizan herramientas de IA. Se trata de SW que otorga un aspecto realista, natural y de calidad a las voces.

Clonar voces: SW que mediante IA permite clonar la voz de una persona, de manera que luego de entrenar el modelo permite ingresar un texto y escuchar la voz clonada [9]. Existen controversias éticas acerca de la creación de una voz clonada.

Ataques por clonación de voz (Deep Fake): para engañar a los sistemas biométricos de voz haciendo parecer que se escuchan reales, mediante la clonación de voz (IA para la simulación de voz sintética) [10] se trata de una nueva generación de estafas de phishing, o de método de clonación de voz con fines malignos.

Educación: Para la enseñanza educativa y los audios en los museos

Audiolibros: Las voces de las celebridades se pueden usar para narrar libros, y las figuras históricas pueden contar sus propias historias con sus voces.

Tecnología de asistencia: Para ayudar a las personas con discapacidades o con problemas de salud, que afectan su habla.

Autenticación biométrica por voz: utilizada por bancos, para autenticar el acceso de personas a sus plataformas en línea.

Justificación

El Diario Judicial⁶ publicó en el año 2010 que existían más de 84 mil abogados matriculados en CABA y que según la tendencia este número se vería aumentado año a año. De esa cantidad, según el Colegio Público de Abogados de la Capital Federal (Cpacf)⁷ existen 71 mil abogados en ejercicio de actividades.

El listado de peritos informáticos que publicó el Poder Judicial de la Nación al 29 de mayo de 2022, cuenta con 38 ingenieros en informática y 76 analistas en informática⁸. Según sondeos realizados por el Consejo de Profesionales en Ciencias Informáticas de la Ciudad de Buenos Aires (<https://www.cpci.org.ar/>), la tercera parte de los abogados en ejercicio mantiene en promedio 3 causas en curso, con al menos 1 de ellas requiriendo algún peritaje informático.

En el citado caso *ut-supra* (CIV 034762/2017)¹, hubo una demora de al menos 2 años en la designación de un perito idóneo, y una vez aceptado el cargo, el experto no logró acceder al expediente para conocer el tenor de la prueba presentada, propagando otra demora de 2 años. Si el método de resolución de este tipo de problemática se logra automatizar, entonces el profesional en informática podrá agilizar el tiempo de respuesta de sus asignaciones en tiempo y forma.

Si así fuera, el actual proceso de autenticación de voz no dependería grandemente de la subjetividad humana, sino de un proceso estandarizado con un mayor grado de certeza, permitiendo dictaminar con mucha precisión sobre la compatibilidad entre registros de hablantes.

De ser aplicable el análisis por aprendizaje automático, se puede otorgar la libertad de elección de un profesional idóneo para la realización de la tarea. Esto libera de carga al único actor del mercado que provee servicios de manera privada, y aceleraría tiempos en el proceso judicial por falta de disponibilidad de expertos; otorgando además, beneficios a la comunidad de informáticos que incursionen en dicha actividad. Como consecuencia de este análisis, una aplicación a futuro será el aseguramiento del uso de aplicaciones mediante la integración del reconocimiento biométrico por voz, empleando -por ejemplo- protocolo OAuth2 con keycloak⁹

Clasificación de los Sistemas de Identificación de Hablantes desde el Enfoque Forense

1. Análisis espectrográfico-auditivo

Consiste en comparar por medio de espectrogramas y audición grabaciones de voz del delincuente y del presunto sospechoso, incluso se puede considerar otros hablantes para tener puntos de contraste, para así tomar una decisión a partir del examen visual y auditivo, si corresponden a una misma persona. Dada la subjetividad y poca base científica de esta técnica, la IAFPA en 2007 aconsejó no emplearla en casos en casos forenses¹⁰.

2. Enforceptual

Consiste en la participación de un grupo de expertos fonetistas, que empleando sus facultades auditivas y perceptuales realizan la tarea de identificación de un hablante completando con resultados numéricos una planilla *auditivo-perceptual*.

FORENSIC COMMUNICATION ASSOCIATES

Case Name: _____ FCA REF: _____

Aural-perceptual Approach to Speaker Identification Score Sheet
0 = U-R least alike; 10 = U-R most alike

	SCORE	RANGE
1. PITCH		
a. Level	0 5 10	
b. Variability	0 5 10	
c. Patterns	0 5 10	
2. VOICE QUALITY		
a. General	0 5 10	
b. Vocal Fry	0 5 10	
c. Other	0 5 10	
3. INTENSITY		
a. Variability	0 5 10	
4. DIALECT		
a. Regional	0 5 10	
b. Foreign	0 5 10	
c. Idiolect	0 5 10	
5. ARTICULATION		
a. Vowels	0 5 10	
b. Consonants	0 5 10	
c. Misarticulations	0 5 10	
d. Nasality	0 5 10	
6. PROSODY		
a. Rate	0 5 10	
b. Speech Bursts	0 5 10	
c. Other	0 5 10	
7. OTHER		
a. Nonfluencies	0 5 10	
b. Speech Disorders	0 5 10	
c. Other	0 5 10	

Figura 1. Formulario usado para el método auditivo-perceptual¹⁰

El nivel de confianza de esta prueba es de un 84% cuando se ejecuta en laboratorios, y para caso de campo se ve reducida a un 78%.

3. Enfoque fonético-acústico

Para dictaminar si un registro de voz corresponde a un hablante determinado, este método es ejecutado por un fonetista experto, quien previo a su peritaje requiere de un análisis auditivo, cuyos resultados son las mediciones cuantitativas de parámetros acústicos de las muestras de habla.

El análisis auditivo intenta discriminar las características propias de un oyente para transcribir fonética y fonémicamente (habiendo recibido de la corte las transcripciones ortográficas junto a las grabaciones de las voces), determinar propiedades como el tono, calidad de la voz, nivel social, étnico e idioma del hablante; incluso si éste usa métodos de enmascaramiento de la voz, bien sea por medios electrónicos (que pueden llegar a distorsionar voz o género) o no-electrónicos.

4. Métodos automáticos

El método por modelos de mezclas gaussianas (GMM) se impuso a comienzos de la década del 2000 para las evaluaciones independientes de texto.

La metodología GMM evolucionó hasta la incorporación de clasificadores basados en máquinas de soporte vectorial (SVM – Support Vector Machine) que generan super vectores GMM-SVM con funciones de núcleo lineales (GSL).

Dos nuevos enfoques se han propuesto; el primero basado en el análisis factorial (FA) dentro del paradigma GMM, y el segundo bajo el marco de los clasificadores SVM empleando la proyección de atributos perjudiciales (NAP). Ambos enfoques modelan las variaciones entre múltiples grabaciones de un mismo hablante empleando varios micrófonos y requiriendo el uso de grandes bases de datos, el problema es que el super vector generado tiene una gran dimensión.

En el año 2011 se propuso el sistema de reconocimiento de hablantes basado en el análisis factorial como extractor de parámetros. Este análisis define un nuevo espacio de baja dimensionalidad llamado espacio de variabilidad total¹⁶. En este espacio se representa una emisión del habla por medio de un vector conocido como factor total o i-vector. Para realizar la compensación entre sesiones se propusieron diferentes técnicas de normalización de vectores, presentando los mejores resultados con el análisis discriminante lineal probabilístico (PLDA). *“Los sistemas basados en i-vectors/PLDA son considerados en la actualidad el estado del arte”*.

5. Métodos semi-automáticos

Son aquellos en los que es necesaria la interacción entre el analista y la aplicación de cálculo o análisis que se utiliza.

Grandes laboratorios de acústica forense abordan estrategias diferentes para ejecutar esta metodología. Sin embargo, dado que no hay un estándar de cómo aproximarse al estudio con métodos semi-automáticos, y que estos son empleados según disposición de cada laboratorio no se posee información verídica de cuál ofrece mejor precisión.

6. Métodos combinados

Los métodos combinados manejan muchas de las metodologías antes descritas, como lo son: espectrográfica-auditiva, auditiva-perceptual, fonético-acústica, semi-automática y automática. Entre mayor sea la variabilidad del estudio lo mejor es usar la mayor cantidad de métodos para que los resultados tengan poco margen de subjetividad, además, los métodos combinados son considerados por la comunidad forense como la metodología de mayor fiabilidad.

Análisis del Método Automático

El desarrollo que se describe a continuación, persiste en un repositorio público, cuya URL de acceso es: https://github.com/jmiguez/reconocimiento_de_hablantes.git

Este ejemplo demuestra cómo crear un modelo para clasificar hablantes desde una representación del dominio de frecuencias de registros de voz, obtenidas a partir de Transformadas Rápidas de Fourier (FFT).

El objetivo es crear una Red convolucional de 1 dimensión (CNN-1D), con conexiones residuales para la clasificación de audio

El método automático consta de las siguientes etapas:

- Se prepara un conjunto de datos de muestras de voz de diferentes hablantes, con el hablante como etiqueta. Y se agrega ruido de fondo en cada muestra para aumentar la cantidad de datos.
- Luego, se obtiene la FFT de todas las muestras.
- Seguidamente, se entrena la red convolucional 1D para predecir el hablante correcto dada una muestra de voz FFT ruidosa.

Nota: Las muestras de ruido en el conjunto de datos se deben volver a muestrear a una frecuencia de 16000 Hz. Para hacer esto, se debe tener instalado ffmpeg (que es una colección de software libre que permite grabar, convertir y hacer streaming de audio y vídeo).

Etapas de procesamiento

1. Configuración inicial

Es donde se importan las librerías de python necesarias para ejecutar el proceso (os, shutil, numpy, tensorflow, keras, pathlib, IPython). Además, se configuran los valores de las variables que serán utilizadas durante su ejecución.

2. Preparación de datos

El conjunto de datos de prueba está disponible para descargar desde un repositorio público: <https://www.kaggle.com/datasets/kongaevans/speaker-recognition-dataset?resource=download>

Las muestras de audio están compuestas por 7 carpetas, divididas en 2 grupos:

Muestras de voz, con 5 carpetas para 5 hablantes diferentes. Cada carpeta contiene 1500 archivos de audio, cada uno de 1 segundo de duración y muestreados a 16000 Hz.

Muestras de ruido de fondo, con 2 carpetas y un total de 6 archivos. Estos archivos duran más de 1 segundo (y originalmente no se muestrearon a 16000

Hz, por eso se volverán a muestrear a 16000 Hz). Durante este proyecto, se usarán los 6 archivos de ruido, para crear 354 muestras de ruido de 1 segundo de duración que se usarán para el entrenamiento.

Las 2 categorías se ordenan en 2 carpetas. Audio: con todas las carpetas de muestra de voz por hablante y Ruido: con todas las muestras de ruido.

3. Preparación de ruido

Se realiza la carga de todas las muestras de ruido (que deberían haber sido re-muestreadas a 16000)

Se dividen las muestras de ruido en fragmentos de 1 segundo de duración cada una, a 16000 hertz.

4. Generación del Conjunto de Datos (DataSets)

El objetivo en esta etapa es construir un DataSet de audios y etiquetas. El bloque de código contiene las siguientes funciones de soporte:

path_to_audio: para leer y decodificar un archivo de audio

add_noise: para mezclar un ruido sobre un registro de audio.

audio_to_fft: Permite obtener la primera mitad de la FFT, que representa las frecuencias positivas del registro de audio.

Aquí, los datos se dividen en 2 conjuntos: uno para entrenamiento y otro para validación. Al conjunto de entrenamiento, se lo mezcla con ruido y luego se obtiene la transformada de la señal de audio usando la función audio_to_fft.

5. Definición del modelo

En una función llamada “residual_block” permite alimentar una capa posterior a la siguiente capa de procesamiento, mientras entrenamos el modelo con la cantidad de capas que “efectivamente aprenden”

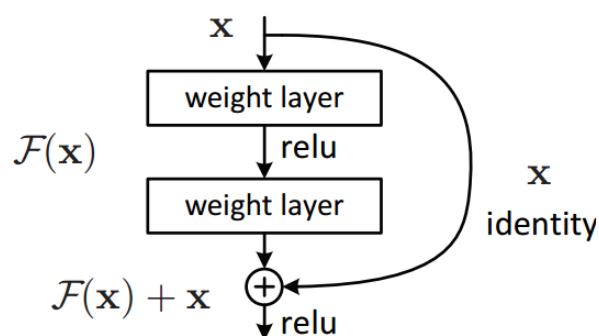


Figura 2. Función procesamiento residual con activación relu

En otra función denominada “build_model” se especifica la función de activación = “RELU” (unidad rectificadora lineal), ya que nuestro modelo no está limitado a valores -1, 0 ó 1.

En el bloque se define el algoritmo de “Adam” con tasa de aprendizaje por defecto (Adam es un método estocástico de gradiente descendente) y la función de pérdida “sparse_categorical_crossentropy” (para medir la disimilitud entre la distribución de las etiquetas de clase observadas y las probabilidades previstas de pertenencia a una clase)

La función utilizada como métrica del rendimiento del modelo es “accuracy” (la relación entre el número de predicciones correctas y el número total de muestras de entrada)

Finalmente, se agregó el método “EarlyStopping” para monitorear el rendimiento y detener el proceso de aprendizaje una vez alcanzado el umbral deseado.

6. Entrenamiento

Consiste en ejecutar la función de entrenamiento “model.fit”. En esta etapa comienza el aprendizaje.

Nota: Se debería ejecutar con TensorFlow 2.3 o superior, ya que usando menos recursos de hardware, la experiencia de ejecución de aprendizaje podría demorar días, contra minutos de procesamiento en el caso de TensorFlow. Para realizar la comparación de los tiempos de aprendizaje se empleó una máquina con procesador AMD A9 con 2 cores a 3.1GHz, 8GB de RAM en un SO de 64bits sobre el Framework Anaconda 2.0.3, entorno Jupyter Notebook 6.3.0, versus el uso de Google Colab haciendo uso del GPU como acelerador de hardware en la configuración y TensorFlow 2.82.

7. Evaluación

Siguiendo los pasos indicados para ejecutar el modelo, la métrica de evaluación devuelve:

Pérdidas: 0.0276

Precisión: 0.9880

8. Demostración

En esta etapa del proyecto, la ejecución del bloque toma de manera aleatoria alguna muestra de audio existente, la mezcla con un nuevo ruido, y de esta manera se simula el registro de voz de un “hablante”. Finalmente se somete a clasificación. Lo esperado es que el modelo realice una predicción dentro del intervalo de confianza demostrado previamente.

En consecuencia, el modelo va a predecir a qué hablante corresponde la voz, y además, va a informar de qué hablante efectivamente se trata (predicción vs. realidad). Para ilustrar aún más, se provee un reproductor que permite escuchar la pista de audio seleccionada como hablante para poder contrastar el resultado utilizando el método fonético-acústico (empírico)

Cabe señalar, que se realizó una serie de pruebas de laboratorio empleando este modelo, observando -en esta

prueba particular- que la muestra número 15 resultó con una predicción falsa.

Conclusión

El uso de los sistemas automáticos de reconocimiento de hablantes en aplicaciones forenses debe realizarse con gran cautela y son mayormente empleados como medio de investigación o en sistemas semi-automáticos como apoyo del experto forense. Es por eso que los métodos combinados que incluyen los diferentes enfoques espectrográfico-auditivo, auditivo-perceptual, fonético-acústico, automático y semiautomático son los más recomendados para la identificación forense de hablantes.

Al estimar como mejor solución la utilización de una metodología combinada, señalamos los ingredientes básicos que no deben faltar en el desarrollo de los distintos modelos forenses de identificación de hablantes.

Parte importante del trabajo que se está llevando a cabo, tanto en Europa como en Estados Unidos de América, se orienta a la unificación de criterios entre los distintos actores, formalizando un proceso de mejores prácticas que permitan estandarizar las metodologías empleadas en cada laboratorio.

Futuras líneas de investigación

El reconocimiento de voz, como el reconocimiento de hablantes permite desarrollos de inteligencia artificial orientados a la securización de sistemas empresariales. A futuro se pretende desarrollar una plataforma de autenticación de usuarios por medio de su voz, evitando falsos positivos, incluso cuando la entrada se realiza inyectando "deep fake" (o ataques maliciosos de reproducción de voz mediante inteligencia artificial)

Referencias

1. Citas Bibliográficas

- [1] Transcripción de la solicitud de generación de prueba y la designación de un experto: "CIV 034762/2017, ARIAS, DIEGO ANTONIO C/ ARIAS DE PIÑEIRO, MARTA MAFALDA Y OTRO S/RENDICION DE CUENTAS, a fs.1105, C-PERITO INGENIERO EN INFORMÁTICA : Se designe por este juzgado y secretaría Perito Ingeniero en informática, quien previa aceptación del cargo por ante el actuario, deberá citar a Pablo Andrés Piñeiro, a fin de "auditar" el dvd que se agrega con la " llamada que le hiciera a Leonor Coca" y determinar si la voz le pertenece al co demandado Piñeiro. Se realizarán las pericias en

presencia de la parte actora, con citación de la misma conforme el art. 471 del Código Procesal." -

<https://www.pjn.gov.ar>

2. Referencias Bibliográficas

- [2] J. Gibbons and M. T. Turell (Eds.), "Dimensions of forensic linguistics", Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing, 2008.
- [3] P. Rose, "Forensic Speaker Identification", London: Taylor & Francis, 2002.
- [4] Univaso, Pedro. (2016) - "Towards a Unified Methodology for Forensic Speaker Identification." - pp.1-6
- [5] H. F. Hollien, 2002 - "Forensic voice identification", en Academic Press.
- [10] International Association for Forensic Phonetics and Acoustics: Resolution on voiceprints - (2007) <http://www.iafpa.net/voiceprintsres.htm>
- [11] N. Dehak, P. Kenny, R. Dehak, P. Dumouchel and P. Ouellet, "Front-end factor analysis for speaker verification", in Audio, Speech, and Language Processing, IEEE Transactions on, vol. 19, no. 4, pp. 788-798, 2011.
- [12] Jorge Gurlekian Laboratorio de Investigaciones Sensoriales (LIS) - Primer simposio nacional de ciencia y justicia - "La identificación forense de voces sustentada en bases de datos locales, regionales e internacionales" (2016)- <https://www.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/GURLEKI AN.pdf> -

3. Documentos electrónicos

- [6] Diario judicial - La matriculación de abogados en Capital Federal creció un 30 % - (2010) <https://www.diariojudicial.com/nota/13402#:~:text=De%20esta%20manera%2C%20existen%20actualmente,31.945%20hombres%20y%2026,962%20mujeres.>
- [7] Elecciones Colegio de abogados - (2022) - <https://www.cronista.com/economia-politica/votan-los-abogados-portenos-cuando-es-la-eleccion-quienes-pueden-participar-y-que-listas-se-presentan/>
- [8] Consulta de Peritos - Poder Judicial de la Nación Argentina - (2022) - <https://consulta-peritos.pjn.gov.ar>.
- [9] Is Voice Authentication Secure Enough to be Your New Password?.Softjourn - (2020) - <https://softjourn.com/insights/security-considerations-in-voice-authentication#:~:text=Voice%20authentication%20is%20a%20biometric,their%20voices%20themselves%20as%20passwords>
- [13] LA PRUEBA PERICIAL EN LA EXPERIENCIA ESTADOUNIDENSE. EL CASO DAUBERT - (2016) - https://www.academia.edu/28305930/LA_PRUEBA_PERICIAL_EN_LA_EXPERIENCIA_ESTADOUNIDENSE_E_L_CASO_DAUBERT