

Análisis Espectral de una Lista de Palabras empleada en Logaudiometría ¹

Lic. Alma Martínez Licona (*); M. en I. Leonardo Rufiner Di Persia (*); M. en I. Juan Manuel Cornejo C (*); M. en C. Miguel Cadena Méndez (*); Dra. Esther Herrera Zendejas (**).

Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. () Departamento de Ingeniería Eléctrica. Área de Ingeniería Biomédica. Laboratorio de Audiología. (**) Departamento de Filosofía. Área de Problemas Lingüísticos de México. Laboratorio de Análisis Lingüístico.*

Resumen

Uno de los aspectos más importantes dentro de la audición de un sujeto es su capacidad para entender lo que escucha, de aquí la importancia de la logaudiometría como prueba audiométrica. Sin embargo en sujetos con deficiencia auditiva es fundamental cubrir durante el estudio todo el rango de frecuencias de la palabra hablada para que los resultados sean significativos. En el presente trabajo se realiza un análisis espectral de una lista de palabras de logaudiometría empleada en la práctica clínica actual para evaluar la forma en que cubre el rango de frecuencias de interés.

Introducción

La logaudiometría valora la audición de un sujeto teniendo como estímulo el habla. Un factor importante que se debe de tomar en cuenta para su realización es la inteligibilidad. Esta consiste en la capacidad del sujeto para entender lo que escucha. Es decir, no basta con detectar sonido, sino que se debe entender que es lo que se percibe. Esto es muy importante ya que lo que se busca al mejorar la audición de un sujeto es ayudarle a entender lo que escucha.

La base de una buena logaudiometría es el conjunto de palabras utilizadas el cual debe de estar fonéticamente balanceado y su contenido espectral debe de estar en un rango de frecuencias de 500 Hz a 4 KHz. En este trabajo se pretende realizar un análisis de la distribución de este espectro para una lista de palabras en uso en la actualidad de manera de validar su eficacia en cuanto a la representación de frecuencias en el rango considerado.

Este artículo se organizará de la siguiente forma. A continuación se describirán brevemente las características del estudio logaudiométrico y la importancia del aspecto espectral. Seguidamente se presentará el método utilizado para determinar el contenido espectral de la lista y los criterios de evaluación. Finalmente presentaremos los resultados y las conclusiones derivadas del trabajo.

¹ Proyecto Interdivisional (CBI-CSH) financiado por la UAM "Lingüística y Audiología".

Logaudiometría

La logaudiometría ayuda a valorar la audición de un sujeto en lo que al lenguaje se refiere, teniendo como estímulo el habla. Este estímulo consta de una lista de palabras grabadas que debe reproducir o repetir el sujeto aprovechando el tiempo entre palabras, obteniéndose el porcentaje de palabras que el sujeto repitió correctamente. Los porcentajes derivados a diferentes intensidades son graficados obteniendo curvas de inteligibilidad como las mostradas en la figura 1.

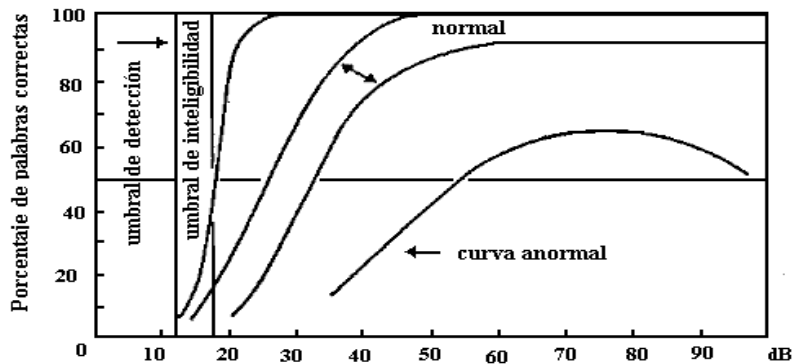


Figura 1: Curvas de Inteligibilidad

Para la prueba de logaudiometría un sujeto se considera normal si presenta los siguientes resultados:

dB	% de palabras correctas
20	50
40	90-100
60	90-100

En la figura 1 la curva anormal muestra que cada vez que se aumenta la intensidad con que se aplican las palabras, el sujeto entiende menos.

Como se dijo la base de una buena logaudiometría es el conjunto de palabras que se utiliza para su realización. Esta lista de palabras debe de cumplir con las siguientes condiciones:

- Balance fonético, el cual consiste en las combinaciones permitidas de los sonidos (representando la mayoría de estas), del idioma en cuestión.
- Su contenido espectral el cual debe de estar dentro de un rango de frecuencias de 500 Hz a 4 KHz, que es donde se encuentran las pistas más importantes para lograr adecuada inteligibilidad.
- Deben ser de uso cotidiano y fonéticamente diferentes.

Del mayor o menor acercamiento a estas condiciones depende la validez de los resultados y la posibilidad de comparar conclusiones derivadas de estudios realizados con diferentes listas de palabras.

Metodología

Para realizar el análisis espectral de la lista de palabras se consiguió la cinta de audio correspondiente y se procedió a su digitalización. La frecuencia de muestreo fue de 11 KHz y se utilizaron 16 bits por muestra. Cada palabra se almacenó en un archivo luego de extraer los silencios. Posteriormente para cada palabra se realizó un análisis espectral basado en un Periodograma de Barlett Promediado, con una ventana de 512 muestras (aprox. 50 mseg.). Se promediaron los espectros para cada grupo de palabras de manera de obtener una representación que reflejara el contenido de energía relativo a las distintas frecuencias para cada grupo. Luego se determinó la frecuencia por debajo de la cual se hallaba el 80% de la energía total del espectro, sirviendo esta cifra como criterio sobre la cobertura relativa en el rango considerado (0-5.5 KHz). La pendiente de decaimiento del espectro también fue otro dato considerado. Los resultados se presentan en la siguiente sección.

Resultados

En esta sección se presentan los resultados correspondientes a cada grupo de palabras para el caso de las siguientes listas separadas por grupos:

Monosilábicas: cru, do, me, ya, al, da, tro, mu, fre, li.

Bisilábicas: vaca, llave, perro, sopa, falda, chofer, dado, tienda, gato, azul.

Polisilábicas: naranja, mano, brazo, blusa, clavo, flecha, globo, trompo, plátano, fuego, cuadro.

En la tabla 1 se muestran las pendientes de decaimiento de los espectros y las frecuencias hasta donde aparece la mayor parte de la energía del espectro. En la tabla 2 se presentan las frecuencias de los picos del espectro.

Grupo de palabras	Pendiente decaimiento (dB/Hz)	Frecuencia 80% Energía (Hz)
Monosilábicas	-0.0116	3723
Bisilábicas	-0.0069	3660
Polisilábicas	-0.0079	3585

Tabla 1: Pendiente Decaimiento y Frecuencias para cada grupo.

Grupo de palabras	1° Pico (Hz)	2° Pico (Hz)	3° Pico (Hz)	4° Pico (Hz)	5° Pico (Hz)
Monosilábicos	289	578	880	1132	1371
Bisilábicos	264	528	805	1044	1308
Polisilábicos	239	503	754	1019	1245

Tabla 2: Frecuencias de los picos del Espectro para cada grupo.

En las figuras 2, 3 y 4 se muestran los espectros promediados para cada grupo de palabra

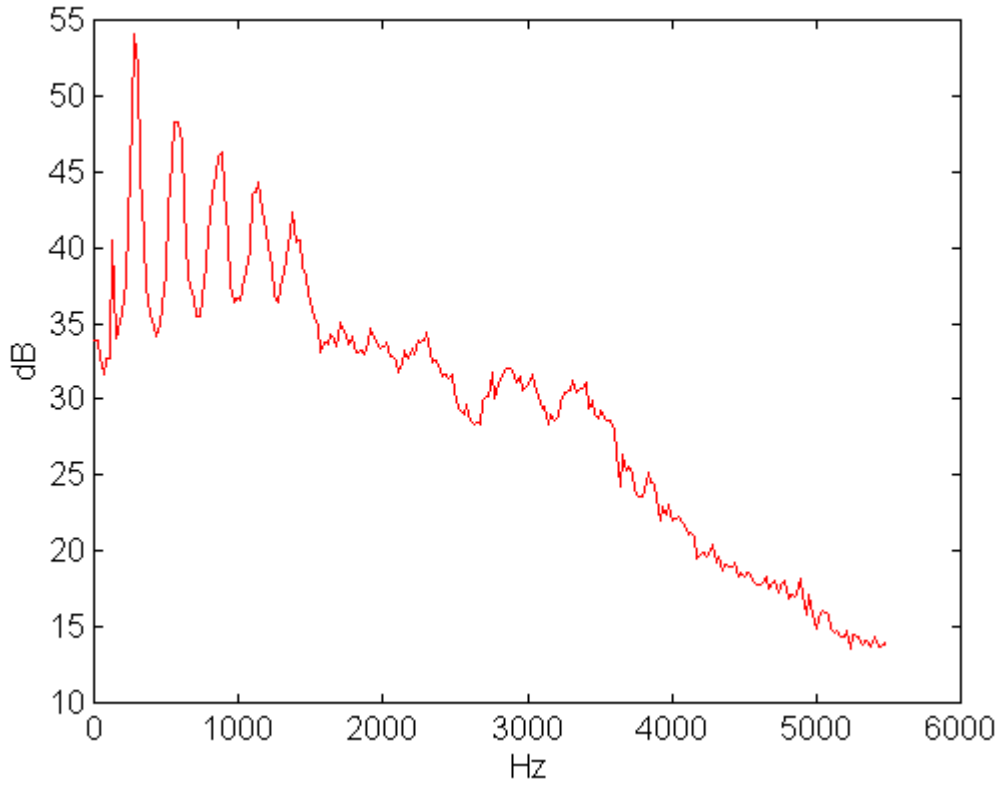


Figura 2: Espectro Palabras Monosilábicas

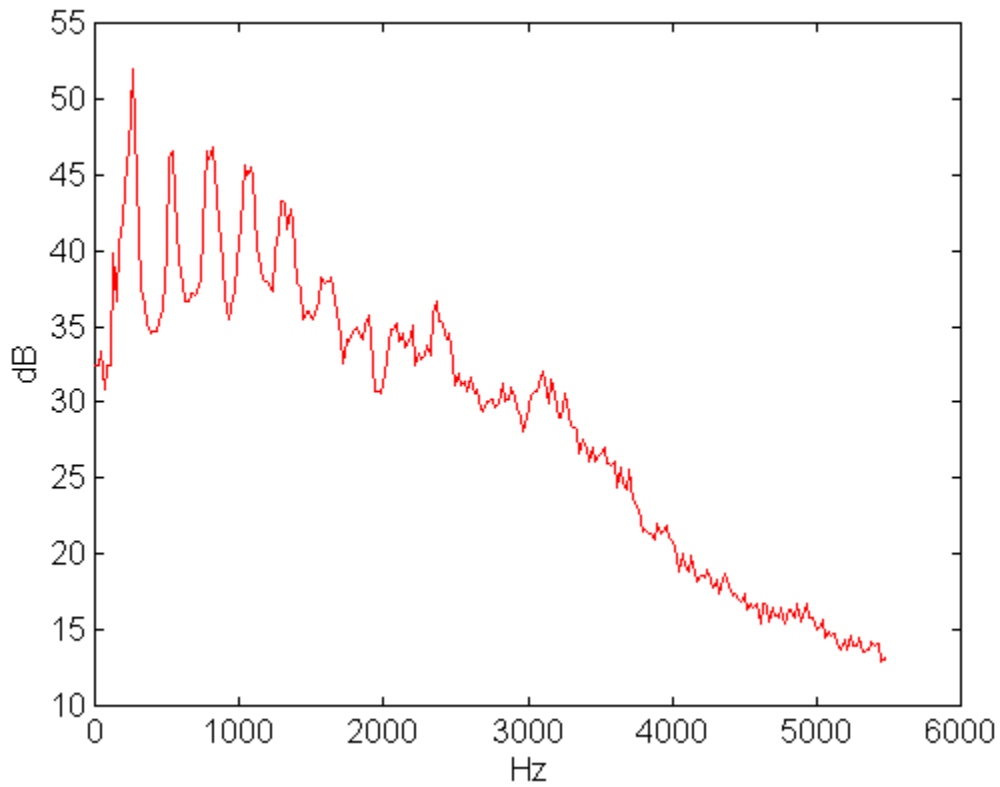


Figura 3: Espectro Palabras Bisilábicas

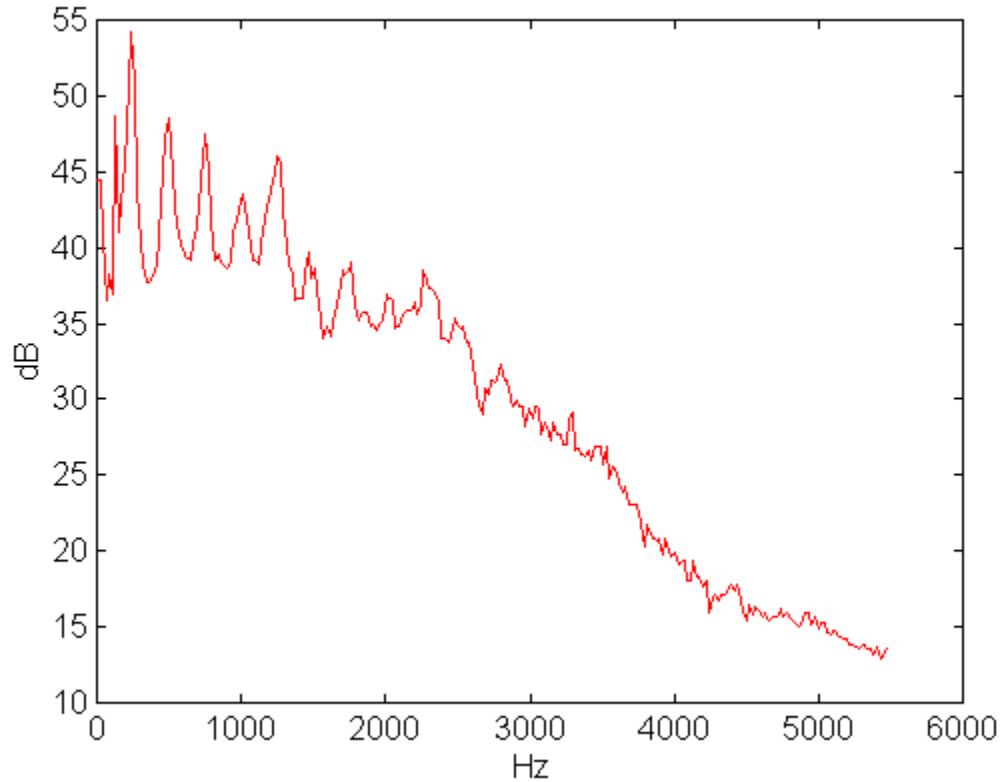


Figura 4: Espectro Palabras Polisilábicas

Discusión y Conclusiones

Según se observa en los resultados de la tabla 1 en todos los casos el 80% de la energía se encuentra por debajo de los 3500 Hz. Esto indicaría una cobertura adecuada del espectro de la palabra hablada. En todos los espectros se observa un decaimiento hacia las altas frecuencias que es normal debido a las características del proceso de producción del habla. En el caso de los monosilábicos se observa una mayor pendiente de decaimiento debida probablemente a la menor representación de componentes de alta frecuencia. La distribución de la energía en las diferentes frecuencias aunque dista de ser uniforme es lo esperado para las señales de voz que poseen diferentes mecanismos de excitación. Se observan una serie de picos en frecuencias muy específicas que corresponden al aporte de los fonemas sonoros (Tabla 2). La morfología de los espectros cambia a partir de los 1500 Hz reflejando el aporte de los fonemas sordos.

En el presente trabajo se realizó una primera aproximación al análisis espectral cualitativo y cuantitativo de una lista de palabras utilizada en logaudiometría. Este tipo de análisis es útil para validar algunas de las condiciones que deben cumplir este tipo de listas para ser efectivas en la práctica clínica.

Bibliografía

- [1] J. Katz, "Handbook of clinical audiology", Williams & Wilkins, 1994.
- [2] C. Marinetto, J. Lorenzo, "Inteligibilidad del lenguaje en función de sus sonidos consonantes. Estudio llevado a cabo en individuos adultos normooyentes", Acta Otorrinolaring. Esp., 1988.
- [3] R. Castañeda, S. J. Pérez, "Análisis fonético de las listas de palabras en uso más extendido en logaudiometría", Anales Otorinilar. México. No. 1 Vol XXXVI, 1991.
- [4] L. Rabiner, R. Schafer, "Digital Processing of Speech Signals", Prentice-Hall, 1987.

Análisis Espectral de una Lista de Palabras empleada en Logaudiometría

Objetivos

Uno de los aspectos más importantes dentro de la audición de un sujeto es su capacidad para entender lo que escucha, de aquí la importancia de la logaudiometría como prueba audiométrica. Sin embargo en sujetos con deficiencia auditiva es fundamental cubrir durante el estudio todo el rango de frecuencias de la palabra hablada para que los resultados sean significativos. En el presente trabajo se realiza un análisis espectral de una lista de palabras de logaudiometría empleada en la práctica clínica actual para evaluar la forma en que cubre el rango de frecuencias de interés.

Metodología

Para realizar el análisis espectral de la lista de palabras se consiguió la cinta de audio correspondiente y se procedió a su digitalización. La frecuencia de muestreo fue de 11 KHz y se utilizaron 16 bits por muestra. Cada palabra se almacenó en un archivo luego de extraer los silencios. Posteriormente para cada palabra se realizó un análisis espectral basado en un Periodograma de Barlett Promediado, con una ventana de 512 muestras (aprox. 50 mseg.). Se promediaron los espectros para cada grupo de palabras de manera de obtener una representación que reflejara el contenido de energía relativo a las distintas frecuencias para cada grupo. Luego se determinó la frecuencia por debajo de la cual se hallaba el 80% de la energía total del espectro, sirviendo esta cifra como criterio sobre la cobertura relativa en el rango considerado (0-5.5 KHz). La pendiente de decaimiento del espectro también fue otro dato considerado.

Resultados

En todos los casos el 80% de la energía se encuentra por debajo de los 3500 Hz. Esto indicaría una cobertura adecuada del espectro de la palabra hablada. En el presente trabajo se realizó una primera aproximación al análisis espectral cualitativo y cuantitativo de una lista de palabras utilizada en logaudiometría. Este tipo de análisis es útil para validar algunas de las condiciones que deben cumplir este tipo de listas para ser efectivas en la práctica clínica.