TECNIACUSTICA
BARCELONA • 1996

Caracterización de sensaciones auditivas binaurales y monoaurales

ROBERT BARTI; ENCARNA CABES; LLUIS GOMEZ; LAURA LAPENA; JEROEN PAYMANS

DEPARTAMENTO DE ACÚSTICA INGENIERIA LA SALLE. UNIVERSIDAD RAMON LLULL
Pg. Bonanova, 8. 08026 Barcelona. e–mail: rob@els.url.es

RESUMEN

En el Departamento de Acústica de La Salle de Barcelona y dentro de la linea de trabajo sobre el control de ruido ambiental, se ha establecido una relación entre la audición monoaural y la binaural, partiendo de diferentes parámetros que pueden afectar a dichas audiciones tales como, el ruido de fondo, el tiempo de reverberación y la dinámica.

MEDIDAS PREVIAS

Antes de iniciar el estudio, se han caracterizado las condiciones acústicas de diversas salas donde, posteriormente se realizaran las pruebas. En estas caracterizaciones se ha analizado el TR60, el ruido de fondo, y el sonido lateral procedente de una fuente. Se ha grabado voz, con la ayuda de una cabeza artificial, en diferentes condiciones acústicas de la sala, utilizando el soporte DAT. La cabeza artificial ha sido construida en el laboratorio, utilizando dos micrófonos B&K exactamente iguales en respuesta frecuencial y en respuesta de fase. Los micrófonos se colocaron con una separación de 17 cm simulando así la distancia interaural stardard de una persona. Estos micrófonos a su vez se han situado a una altura de 1,70 m. Esta altura ha sido escogida como altura media de estatura de una persona , sin tener en cuenta el sexo y la nacionalidad, haciendo así que la medida sea más universal.

Los parámetros utilizados para determinar las diferencias entre una audición monoaural y una binaural, ruido de fondo, tiempo de reverberación y dinámica, han sido escogidos ya que son los parámetros que previamente, y de una manera subjetiva, determinan las diferencias entre una audición mono y una estereo.

Las diferentes grabaciones, se han llevado a cabo según el parámetro que nos interesaba determinar, para establecer posteriormente la relación monoaural – binaural referida a este factor.

Así, para determinar la relación mono – estereo según el parámetro del ruido de fondo , se ha grabado señal de voz conjuntamente con la señal de ruido blanco con la cabeza artificial. Esta última señal se iba aumentando hasta llegar a enmascarar la señal hablada, la cual se mantenia siempre al mismo nivel, estas grabaciones se han llevado a cabo en un total de 12 salas de diferentes dimensiones.

De la misma forma para determinar la relación mono – estereo según el parámetro del tiempo de reverberación, se empezó por determinar el tiempo de reverberación propio de la sala. Posteriormente se han variado las condiciones acústicas, añadiendo absorbente, y quitando absorbente, para conseguir con un mismo volumen, y por tanto una misma firma de señales laterales, distintos tiempos de reverberación. Posteriormente, con la ayuda de un orador, el cual iba haciendo pausas en su locución, se han grabado diferentes situaciones, variando la distancia orador–oyente en las salas en que está modificación era posible. El orador estaba formado por un reproductor CD conectado a un amplificador y a una caja acústica de buenas características.

Para determinar la relación entre una audición monoaural y una binaural en cuanto a dinámica se refiere, el método de grabación difiere un poco del utilizado en los parámetros anteriores, se han hecho pruebas previas con señal oral, pero los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, así que se optó por utilizar señal de tráfico rodado en una zona donde el paso de vehículos era intermitente, de está forma se podía

apreciar mejor la diferencia mono – estereo. De esta manera se ha aprovechado nuestra "experiencia" con los ruidos de tráfico existentes en nuestras ciudades. Con una audición binaural tenemos un margen dinàmico, entre el valor máximo de presión acústica, ocasionado por el paso de un vehículo delante nuestro, y el nivel de ruido umbral o de fondo. En cambio con una audición monoaural, perdemos la referencia, es decir, si ajustamos el nivel de reproducción para que los niveles altos de señal se correspondan con la realidad, nos encontamos con que los niveles bajos quedan demasiado altos.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Antes de proceder al análisis de las mediciones, se han hecho sendas audiometrias a cada uno de los 5 componentes voluntarios que realizaron las pruebas subjetivas. El objetivo era detectar anomalias graves en la cpacidad auditiva, que pudieran falsear los resultados obtenidos.

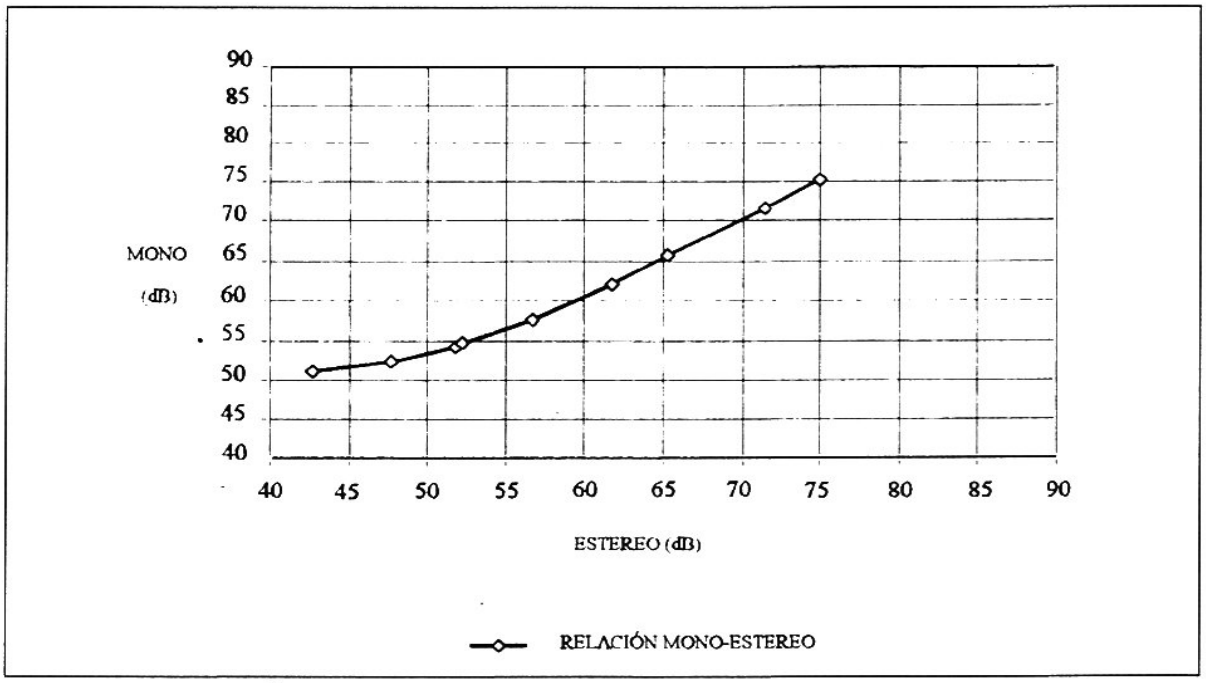
Una vez hechas todas las grabaciones, se procedió a determinar los parámetros citados anteriormente. Para cada uno de ellos se ha seguido un método distinto. Ello ha sido necesario ya que lo que se perseguia en algun caso requeria un montaje y prueba distinto. Todas las medidas han sido subjetivas y se han realizado a 5 individuos distintos.

Ruido de fondo:

Para determinar las diferencias mono – estereo en cuanto a ruido de fondo se refiere, se ha empezado midiendo el ruido de fondo, tanto el ruido de fondo de la sala propiamente como el procedente de una fuente de ruido el cual se iba aumentando hasta llegar a enmascarar la señal de voz presente en la sala. Del mismo modo, se ha grabado una señal de ruido blanco constante en el mismo punto.

A continuación, se escucha, con la ayuda de unos auriculares y de la mesa de mezclas la señal grabada en estereo y en mono. Simultaneamente, se analiza con un analizador de espectros, dicha señal. De las pruebas realizadas, se concluye que el ruido de fondo es más molesto en la señal monoaural que en la binaural, si bein para valores elevados de ruido de fondo, la diferencia es mínima. Para igualar las dos señales, por tanto, debemos aumentar el ruido de fondo de la señal estereo para producir la misma sensación que en mono. Esta medida, se ha realizado para todos los niveles de ruido y para todas las salas.

Para ilustrar la medida, se mostrará alguna de las gráficas que se han obtenido en una de las salas:

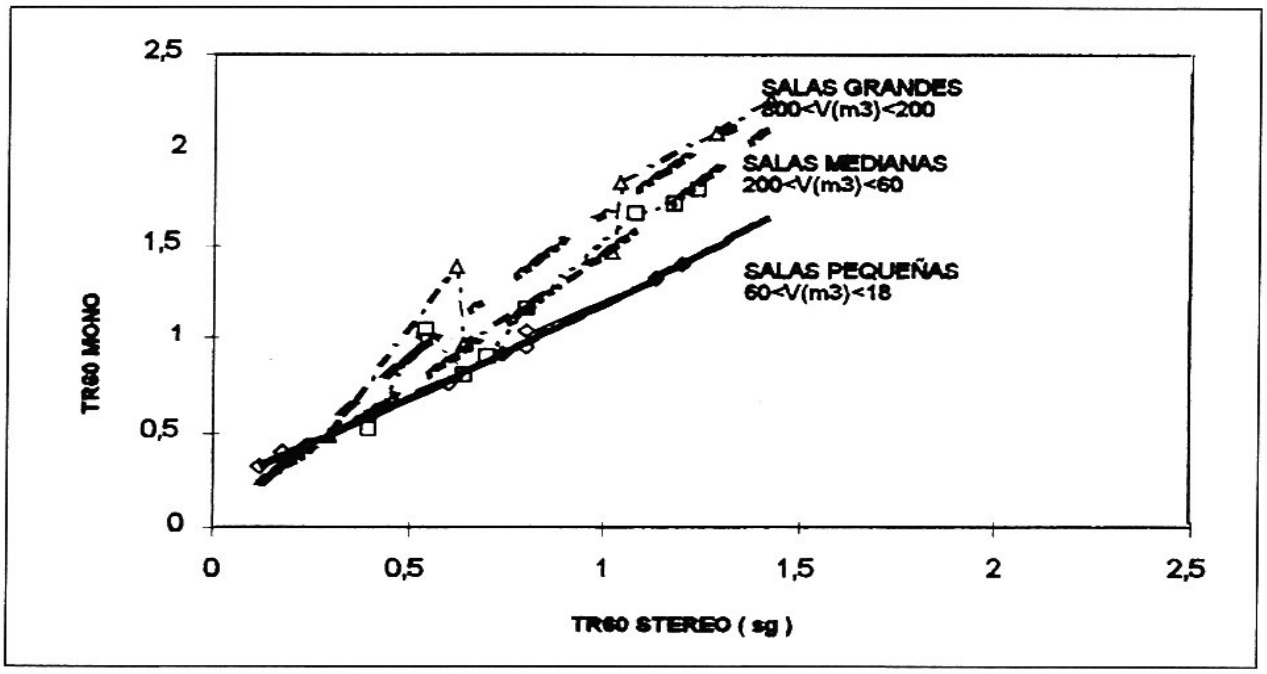


Tiempo de reverberación:

Para determinar la relación mono – estereo en cuanto a tiempo de reverberación se refiere, una vez se ha medido el tiempo de reverberación propio de la sala y realizadas las grabaciones explicadas en el apartado anterior, con la ayuda de un reverberador digital conjuntamente con la mesa de mezclas, se ha procedido a valorar la relación (diferencia) de tiempo de reverberación en una audición monoaural y en una binaural.

Partiendo de la audición en estereo y comparándola con la de mono, los niveles de ambas audiciones han sido ajustados previamente. En la comparación, se ha observado que el tiempo de reverberación en mono es mayor que en la audición en estereo por tanto, se deben igualar los dos tiempos de reverberación añadiendo reverberación en la audición binaural, este tiempo ha sido añadido gracias al reverberador digital mencionado anteriormente. El tamaño y condiciones acústica de la sala también influye en la sensación de aumento del tiempo de reverberación de la audición mono respecto de la estereo.

A continuación se mostrará la gráfica que ilustra la medida del tiempo de reverberación:



Como se puede observar, para volumenes pequeños la correspondencia entre el TR60 en estereo y en binaural, es prácticamente la unitat. Esto es logico, ya que el campo directo es mucho mayor que el reverberante, dadas las dimensiones reducidas de las salas. Pero a medida que se aumenta el volumen, se observa que la corrección a efectuar va aumentando. De manera que para un mismo tiempo de reverberación, para una sala pequeña, la correción será menor que para una sala mas grande.

Dinámica:

Partiendo de las medidas de tráfico rodado en una calle, se ha procedido a valorar la diferencia de dinámica en una audición mono y en una estereo, en una audición previa se ha podido establecer una clara diferencia en cuanto a dinámica en una escucha monoaural y en una binaural, siendo mayor la dinámica en una audición estereo.

La medida, al igual que en los otros dos parámetros, se ha realizado con la ayuda de la mesa de mezclas y de un analizador de espectros.

En un principio se ha ajustado el nivel de estereo para que nos de la misma sensación que en la calle donde se ha realizado la medida, a continuación, fijándonos solamente en los niveles hemos ajustado el nivel de mono, con ello conseguimos que ambos casos, la audición sea comparable. A partir de ahora se mantiene constante el nivel en estereo y vamos modificando el nivel en mono, tomando como referencia la cola del paso de vehículos, hasta que nos de la misma sensación que en estereo. Con ello obtenemos, gracias al analizador de espectros, la diferencia de niveles en mono y estereo.

El incremento de dinámica medio es de 6,8 dB.

CONCLUSIONES

Considerando las medidas mostradas anteriormente podemos concluir que una audición monouaral difiere claramente de una binaural, lo cual se reafirma con la experiencia cotidiana. Nuestro trabajo ha conseguido los objetivos que se proponia, es decir, la cuantificación delas diferencias entre ambas audiciones.

Pero, vamos a ser más concretos en la evaluación de las diferencias. Si nos centramos en el ruido de fondo en la gráfica se observa que si el ruido es bajo, hay mayor diferencia entre la percepción del ruido en este-

reo y mono mientras que, a niveles mayores el ruido a añadir en la audición estereo es prácticamente igual al que teniamos en la sala, esta característica se repite en todas las salas.

A continuación, nos centraremos en el parámetro del tiempo de reverberación, en la gráfica se observa , como era de esperar, que cuanto mayor es la sala mayor es la reverberación que tenemos que añadir, la sala de mayor dimensión estudiada tiene 800 m3 mientras que la más pequeña es de 18 m3. La gráfica se podria extrapolar a dimensines mayores.

En cuanto a la dinámica se puede concluir que el valor obtenido establece claramente la diferencia principal entre una audición monoaural y una binaural, siendo este parámetro la sensación más notoria de cualquier oyente.

Queda pues para un futuro, esperemos que no muy lejano, la posibilidad de utilizar un método más eficiente que mida la molestia real que el ruido ocasiona sobre las personas. A partir de los métodos "tradicionales" con un solo micrófono, no se puede esperar un resultado muy de acuerdo con la sensación real que tenemos. En algunos casos se da la circunstancia de que el ruido "no es escuchado", senzillamente porque centramos la atención en una voz o en una actividad concreta. Esta gran componente de subjetividad es muy dificil de valorar y de cuantificar. Con este trabajo, se pretende aportar información sobre las diferencias entre las audiciones monoaurales, y las binaurales. No se ha pretendido establecer porqué unos sonidos son mas molestos que otros en determinadas circunstancias.

BIBLIOGRAFIA

Interaural cross–correlation coefficients in stereo–reproduced sound fields. (J.A.S.A. Febrero 89)

Measuring the human head–related transfer functions: A novel method for the construction and calibrtion of a miniature "in–ear" recording system. (J.A.S.A, Junio 94)

The location–dependent nature of perceptually salient features of the human head–related transfer functions. (J.A.S.A, Junio 94)

A model of head–related transfer functions based on principal components analysis and minimum–phase reconstruction. (J.A.S.A, Marzo 92)

A simple method of calculating the interaural cross–correlation function for a sound field. (J.A.S.A, Febrero 93)

Localization using nonindividualized head–related transfer. (J.A.S.A, Julio 93)

The handbook of hearing and the effects of noise. Karl D. Kryter. Academic Press, 1994.