

Laboratorio 3 - Procesamiento de señales

Mohamed Al-Marzuk ,
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile
 mohamed.al-marzuk@usach.cl

I. SOLUCIÓN PROPUESTA

En el procesamiento de señales, la reverberación ocurre cuando una señal de audio interactúa con el entorno, reflejándose en diversas superficies antes de llegar a un receptor. Esto puede ser un problema significativo en escenarios donde la claridad y la inteligibilidad del audio son esenciales. La reverberación tiene un gran impacto en situaciones del mundo real, por ejemplo, en telecomunicaciones y conferencias, pudiendo degradar la calidad del audio. También en sistemas de reconocimiento de voz y en producciones musicales. El propósito de este experimento es aplicar métodos de procesamiento de señales avanzados, como el algoritmo MINT (Multichannel Inverse Filtering), para reducir la reverberación en grabaciones. Este método intenta recuperar la señal original, de modo que el resultado sea más limpio y se asemeje a la fuente de sonido directa. Por lo tanto, necesitamos las siguientes ecuaciones:

$$g_{\text{MINT}} = H^+ d = (H^T H)^{-1} H^T d$$

$$\text{SSR} = 10 \log_{10} \left(\frac{\|sd\|_2^2}{\|z - sd\|_2^2} \right)$$

$$\text{EDC}(n) = \frac{\sum_{k=n}^L |z(k)|^2}{\sum_{k=1}^L |z(k)|^2}$$

Donde la primera es el filtro gmint, la segunda es para medir la relación entre la energía de la señal directa y la procesada, y la última es para sacar la curva de decaimiento.

Un parámetro relevante es H , que es una matriz de convolución construida a partir de las respuestas al impulso h . Otro parámetro es L_g , que representa el número de coeficientes en gmint. Este valor se fijará en 20, ya que valores más pequeños no permitirían modelar adecuadamente la reverberación, mientras que valores mayores incrementarían significativamente el tamaño de H , haciendo que el cálculo sea más costoso. El vector d es el impulso unitario, es decir, $d(0) = 1$ y, en el resto de los casos, $d(k) = 0$. El número de pares de archivos h e y seleccionados está representado por la variable M . Este número se fija como 10, pues un M pequeño limita la información espacial disponible en H , haciendo que gmint sea menos preciso. Pero un M más grande aumentaría el tamaño de H , incrementando el tiempo de ejecución.

II. EXPERIMENTOS REALIZADOS

Para realizar este experimento, se seleccionan 10 pares de respuestas al impulso (h) y señales grabadas (y) de forma

dinámica, pues el usuario indica los que quiera. Tras esto, se construye H y gmint, y se genera una señal de reverberación reducida, convolucionando cada señal y con gmint, y combinándolas en una única señal de salida. Finalmente, se evaluó el desempeño, calculando el SSR y la curva de EDC que se muestra a continuación:

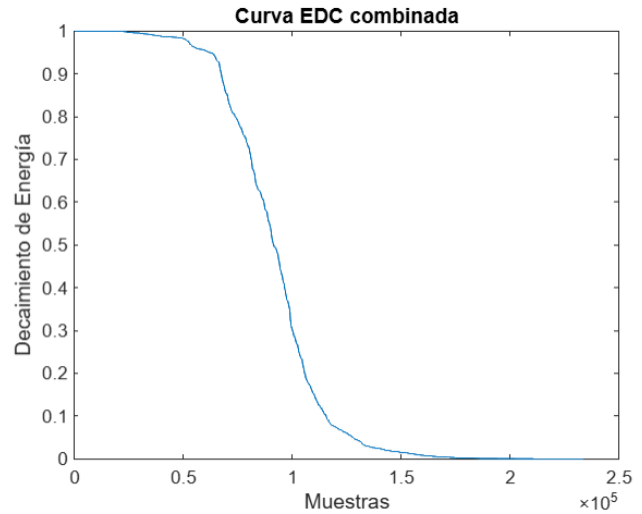


Figura 1: Curva EDC de la señal de salida

III. CONCLUSIONES

El experimento evaluó el algoritmo MINT para la de-reverberación de señales de audio, usando métricas como la relación señal/reverberación (SSR) y la curva de decaimiento de energía (EDC). El SSR para la señal final fue negativo (alrededor de -2 dB), lo que indica que la reverberación residual sigue siendo significativa. Esto sugiere que, aunque el algoritmo reduce la reverberación, no la elimina por completo, probablemente debido a la configuración de parámetros como L_g , M o H .

Una ventaja del método es su simplicidad, ya que la pseudo-inversa de H permite una implementación directa y adaptable. Además, el uso de múltiples micrófonos mejora el modelado de la reverberación, y la EDC visualiza la disminución de esta. Sin embargo, tiene desventajas, como la necesidad de normalizar la señal procesada para mantener el volumen y el gran costo computacional, especialmente con matrices H grandes.

En resumen, el algoritmo MINT mostró ser eficaz para la de-reverberación, aunque con reverberación residual notable.