

Tarea 2 - GCC-PHAT Manual en MATLAB

Francisca Cavieres Rojas
Universidad de Santiago de Chile

Resumen—La localización de una fuente de sonido es una operación importante ya que permite obtener información adicional sobre diversos fenómenos. En este caso, se busca estimar el ángulo de incidencia de una onda de sonido sólo teniendo la posición de dos micrófonos y ciertos parámetros adicionales.

I. SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución propuesta consta de 4 pasos importantes:

- Lectura de un archivo de audio STEREO
- Cálculo de R_{12}
- Obtención de D
- Retorno al dominio del tiempo y obtención de θ

El primer paso es trivial y se lleva a cabo sencillamente utilizando matlab. Es relevante notar que la señal debe ser STEREO, pues debe tener dos mediciones hechas por micrófonos distintos.

Bajo este contexto, existen varias variables:

- d : corresponde al número de muestra. Para esta actividad se ha fijado su valor a 10.
- M : corresponde a la suma del largo de las señales leídas
- L : corresponde a $d \times M$
- x_1 : corresponde a la posición del micrófono 1 respecto a un punto de referencia.
- x_2 : corresponde a la posición del micrófono 2 respecto a un punto de referencia.
- c : corresponde a la velocidad del sonido, en este caso se utiliza su valor 340 m/s

Para el segundo paso, se usa como referencia lo siguiente, que además se respaldado por lo presentado por Knapp y Carter en su publicación de 1976 [1]:

$$R_{12}(x_1[n], x_2[n], M, d) = IFFT \left(\frac{X_1(e^{j\omega}, M) X_2^*(e^{j\omega}, M)}{|X_1(e^{j\omega}, M) X_2^*(e^{j\omega}, M)|}, d M \right)$$

Figura 1: Fórmula vector R_{12}

Lo anterior, corresponde a un vector donde cada elemento nos dice que tan parecidos son los elementos de las señales considerando cierto desplazamiento respecto a la otra. Es decir, cada elemento representa un posible desplazamiento entre las señales. Luego, se desea invertir las mitades del vector con centro en $\frac{dM}{2}$ con el objetivo de centrar la componente de frecuencia cero en el medio del vector. Para efectos del código, se ha utilizado la función `floor()` nativa de Matlab. Además, se quiere obtener el índice de mayor distancia que corresponde al parámetro D . Esto se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$D = \text{argmax}(|[R_{12}[L - \text{shift} : L] \ R_{12}[1 : \text{shift} + 1]]|)$$

Figura 2: Cálculo parámetro D

En este punto es importante mencionar una diferencia entre la fórmula anterior y la operación utilizada en el código de Matlab. Y es que, dado que los vectores en Matlab comienzan con índice 1, la suma no debe encontrarse de esta forma $R_{12}[1 : \text{shift} + 1]$ sino que de esta forma $R_{12}[L - \text{shift} + 1 : L]$. De utilizar la fórmula de la imagen, se pierde información del vector.

Posteriormente, se escala el valor D a segundos por medio de la siguiente fórmula $\tau = \frac{D - \text{shift}}{dFs}$

Donde Fs corresponde a la frecuencia de muestreo. Además, se calcula $\tau_m = \frac{E}{c}$

Donde E corresponde a la distancia entre los receptores ($|x_1| + |x_2|$) y c a la velocidad del sonido.

Finalmente, se obtiene el ángulo de incidencia de la onda de la siguiente forma $\theta = \arcsin(\frac{\tau}{\tau_m})$

II. EXPERIMENTOS REALIZADOS

Para probar le funcionamiento del código llevado a cabo en Matlab, se utilizaron los archivos con ángulo de incidencia -90° , 30° y 90° . A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada uno:

```
Procesando archivo: signal-90.wav
===== GCC - PHAT manual para -90 =====
Angulo real = -90°
Theta estimado = -78.3764°
=====
===== MATLAB GCC - PHAT para -90 =====
Theta MATLAB = -82.1664°
=====

Procesando archivo: signal30.wav
===== GCC - PHAT manual para 30 =====
Angulo real = 30°
Theta estimado = 30.4209°
=====
===== MATLAB GCC - PHAT para 30 =====
Theta MATLAB = 29.6166°
=====

Procesando archivo: signal90.wav
===== GCC - PHAT manual para 90 =====
Angulo real = 90°
Theta estimado = 84.9341°
=====
===== MATLAB GCC - PHAT para 90 =====
Theta MATLAB = 82.1664°
=====
```

Figura 3: Cálculo parámetro D

III. CONCLUSIONES

Es posible observar que los resultados obtenidos por la implementación realizada manualmente son más cercanos a la estimación realizada por las funciones de Matlab al menos

para los ángulos 30° y 90° . Sin embargo, para el ángulo -90° se obtiene un resultado más alejado.

De lo anterior es posible concluir que si bien se obtienen mejores resultados para dos de los ángulos, no se puede asegurar que el método implementado manualmente es definitivamente mejor que el utilizado por Matlab, pero la estimación del ángulo obtenida es bastante cercana a la real.

IV. REFERENCIAS

REFERENCIAS

- [1] C. H. Knapp and G. C. Carter, "The generalized correlation method for estimation of time delay," *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, vol. 24, no. 4, pp. 320–327, Aug. 1976.