

Tarea 2 - Procesamiento y Análisis de Imágenes

Mateo Valle Lacourt
Universidad de Santiago de Chile

Resumen—En este informe se profundizará el algoritmo GCC-PHAT para señales mediante transformadas de Fourier rápidas y su inversa con implementación en Matlab. Experimentos realizados con el algoritmo implementado, comparación de resultados con el algoritmo nativo de Matlab y aprendizajes de la experiencia.

I. SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución propone seguir teóricamente los pasos del algoritmo de Transformación de Fase con Correlación Cruzada Generalizada (GCC-PHAT) para obtener el ángulo de incidencia θ de una señal a recibir, teniendo en cuenta que se poseen dos receptores de señal. El algoritmo implementado resuelve el desafío planteado calculando la señal R12 de Correlación Cruzada Generalizada, el desplazamiento D en muestras entre las señales x1 y x2, y finalmente escalar este valor a τ en segundos y posteriormente en grados para conseguir el ángulo θ . El resultado del algoritmo se compara con el resultado de la función nativa de Matlab para calcular el ángulo de incidencia.

El programa recibe los siguientes parámetros:

Distancia entre receptores: El programa recibe la distancia entre los receptores x1 y x2, que teóricamente están sobre el eje x del espacio.

Velocidad de señal (c): El programa recibe c por parte del usuario. Este representa la velocidad de la señal.

Dirección del archivo .wav: El programa pide al usuario seleccionar el archivo .wav donde está la señal, luego se guarda la dirección para después ser leído.

Primero se calcula la señal R12 de Correlación Cruzada Generalizada:

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

Luego se calcula el desplazamiento en muestras D:

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

Posteriormente se escala D a un valor τ en segundos:

$$\tau = \frac{D - \text{shift}}{dFs}$$

Para finalmente calcular el ángulo θ , usando τ y el valor de desplazamiento máximo τ_m como:

$$\tau_m = \frac{\text{dist}(x_1, x_2)}{c}$$

$$\sin(\theta) = \frac{\tau}{\tau_m}$$

El ángulo de incidencia θ representa la localización de la señal respecto a los dos receptores que están en el eje x.

II. EXPERIMENTOS REALIZADOS

Se realizó el siguiente experimento para demostrar la exactitud del algoritmo:

Se tomó una distancia de 0.5[m] entre los receptores x1 y x2, la velocidad de las señales es de $c = 340$ [m/s] y se usaron señales con ángulos de incidencia $X = -90:30:90$.

Primero se lee la señal, almacenándola en un arreglo y también guardando su frecuencia de muestreo, se preparan los arreglos de las señales para los receptores x1 y x2, los cuales tienen el mismo tamaño y luego se calcula el ángulo llamando a la función miGCCPHAT() con estos parámetros. Luego se prepara la función nativa de Matlab y también se guarda su resultado, para luego hacer la comparación por consola.

Los resultados fueron los siguientes:

- Señal de ángulo de incidencia -90 grados:
GCC-PHAT implementado = -78.38°, error de 11.62°
GCC-PHAT Matlab nativo = -82.17°, error de 7.83°
- Señal de ángulo de incidencia 30 grados:
GCC-PHAT implementado = 30.42°, error de 0.42°
GCC-PHAT Matlab nativo = 29.62°, error de 0.38°
- Señal de ángulo de incidencia 90 grados:
GCC-PHAT implementado = 84.93°, error de 5.07°
GCC-PHAT Matlab nativo = 82.17°, error de 7.83°

Se puede apreciar que ninguno de los dos algoritmos tiene un resultado exacto. Hay un margen de error de hasta casi doce grados.

III. CONCLUSIONES

Se puede decir que la tarea fue realizada con éxito, cumpliendo con las restricciones y requisitos planteados, aunque el resultado de la función no sea exacto, no se aleja mucho de la implementación nativa de Matlab, la cual es mucho más robusta y optimizada. Cabe incluir que para el caso de ángulo de incidencia de noventa grados, se consiguió un resultado más cercano al esperado para el algoritmo implementado.

A través de una investigación mediante el artículo “The Generalized Correlation Method for Estimation of Time Delay” se logró entender el procedimiento del método de correlación generalizada para la estimación del tiempo de retardo.

Gracias a este laboratorio se aprendió mucho más acerca de las FFT e IFFT, retardos temporales, correlación cruzada, la transformación de fase y el manejo de Matlab con estas operaciones.