|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ipn** | **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  **ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO** |  |

**Teoría de Comunicaciones y Señales**

**“Multiplicación”**

Resumen

Multiplicación de 2 archivos WAV (mono – mono, stereo – stereo), generando un archivo nuevo con la longitud del archivo más grande.

**Por:**

**Joel Mauricio Romero Gamarra**

Profesor:

EDUARDO GUTIÉRREZ ALDANA

Noviembre 2017

**Índice**

Contenido

[Introducción: 1](#_Toc476313175)

[Análisis Teórico: 2](#_Toc476313176)

[Software (librarias, paquetes, herramientas): 1](#_Toc476313177)

[Procedimiento: 1](#_Toc476313178)

[Resultados 1](#_Toc476313179)

[Discusión: 1](#_Toc476313180)

[Conclusiones: 2](#_Toc476313181)

[Referencias: 2](#_Toc476313182)

[Código 2](#_Toc476313183)

# Introducción:

Multiplicar 2 señales puede tener distintas ventajas, uno de ellos podría ser el obtener información de ellas en el dominio de la frecuencia, por ejemplo, podemos calcular la transformada de Fourier de una señal f(t) para pasarla al dominio de la frecuencia y obtener F(W), posteriormente, crear una señal que represente al sonido de una vocal en el dominio de la frecuencia, y si al hacer la multiplicación queda 0, entonces eso quiere decir que las señales no tienen nada en común y por lo tanto descartamos esa vocal.

Otro uso que se le puede dar a la multiplicación de señales, es multiplicarla por un tren de impulsos en el dominio del tiempo, ya que hacer la multiplicación de cualquier señal con un tren de impulsos es muestrear la señal, por lo tanto, nos sirve para hacer un muestreo de señales.

La estructura de un archivo WAV nos permite ver muy fácilmente la forma en la que 2 señales se van a multiplicar, dependiendo si es mono o stereo, ya que, como sabemos, un archivo de tipo mono utiliza únicamente 1 canal a diferencia de un stereo que utiliza los 2, en la Figura 1 se observa la estructura de un archivo WAV.

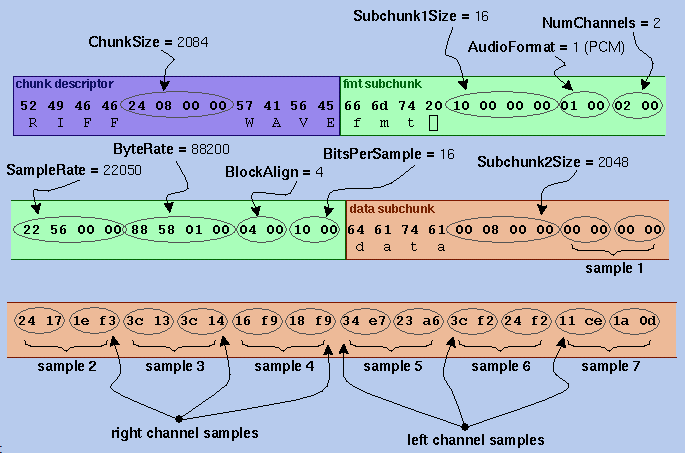


Figura . Estructura de un archivo stereo1

Como se puede observar, dice que el número de canales es 2, esto quiere decir que es un archivo estéreo y por lo tanto cada muestra se va a componer de 2 canales, el canal izquierdo y el canal derecho, en la Figura 2 se muestra un ejemplo de un archivo stereo.

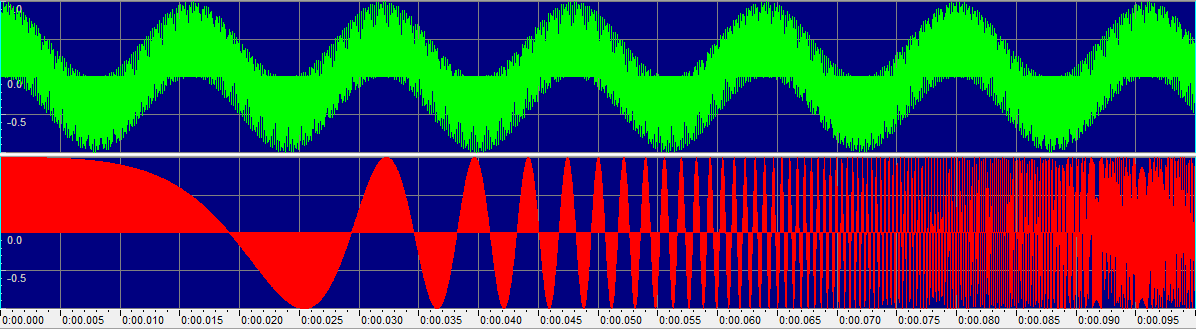


Figura . Ejemplo de archivo stereo (2 canales)

Como podemos ver, hay 2 señales distintas arriba y abajo, la señal que se encuentra arriba (la de color verde) representa al canal izquierdo en una muestra, mientras que la señal que se encuentra abajo (la de color rojo) representa al canal derecho de la muestra, como se puede ver podemos tener 2 señales distintas en cada canal. A continuación, en la Figura 3, se muestra un ejemplo de un archivo mono para que quede un poco más clara la diferencia.

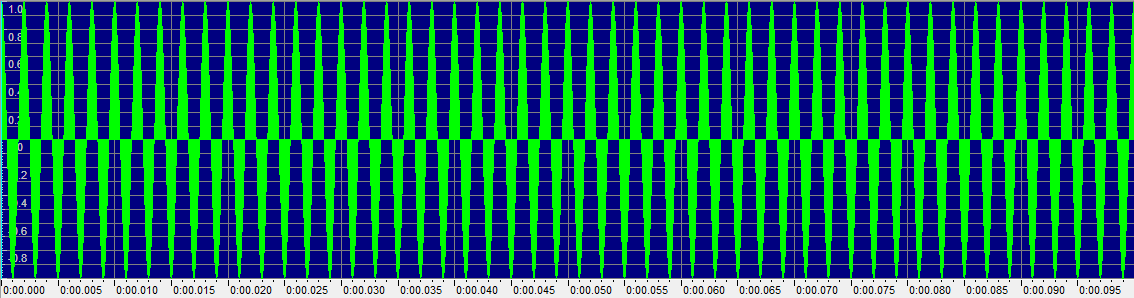


Figura . Ejemplo de archivo mono (1 canal)

Podemos ver que, en este tipo de archivo, solo existe un “color”, esto quiere decir que únicamente se está utilizando un canal y por lo tanto cada muestra podríamos decir que representa solamente 1 canal. En la siguiente sección, se explica cómo se tomarán los archivos para hacer la multiplicación de las señales.

# Análisis Teórico:

Como ya se mencionó en la Introducción, el archivo de tipo mono utiliza 1 canal mientras que el de tipo stereo utiliza 2, por lo tanto para realizar la multiplicación vamos a cada muestra del archivo mono como cualquier número real que toma valores entre -32, 767 y 32, 767, y al tomarlos como un real, entonces vamos a hacer la multiplicación de 2 números como la hacemos comúnmente, el único error que podría haber es cuando ambas muestras sean 32, 767 (de los 2 archivos) y esto es un problema debido a que el valor más grande que puede tomar un short es 32, 767, y al hacer la multiplicación nos quedaría 1, 073, 676, 289, y esto no puede ser representado en un short por lo cual se estaría regresando al valor más pequeño (-32, 767) hasta dar toda la vuelta y regresar hasta obtener un valor dentro del rango que puede tomar, lo cual sería incorrecto.

Para corregir este detalle, lo único que se tiene que hacer es un simple re – dimensionamiento de cada muestra, es decir que cada muestra que sea leída la voy a dividir entre 32, 767 (máximo valor de un short) para que nos de un 1, y al multiplicar 1 \* 1 (que serían valores máximos), nos queda 1. Posteriormente, el valor final de la multiplicación va a estar en el rango de -1 a 1, y volvemos a multiplicar por 32, 767 para que la herramienta pueda hacer la graficación correctamente de cada multiplicación.

Este mismo principio aplicará para las muestras de un archivo stereo, sin embargo el cambio está en que en 2 archivos de tipo mono la multiplicación es tan sencilla como lo que se acaba de explicar, la primer muestra del primer archivo se multiplica por la primer muestra del segundo archivo y nos dará como resultado la primer muestra del archivo de salida, la segunda muestra del primer archivo por la segunda muestra del segundo archivo nos dará como resultado la segunda muestra del archivo de salida y así sucesivamente ya que como se mencionó anteriormente, estas muestras se van a tomar como números reales.

En el caso de los archivos stereo, al manejar 2 canales para hacer una correcta multiplicación se va a tomar 1 muestra (formada por 2 canales, el izquierdo y el derecho) como un número complejo, esto quiere decir que tendría su parte real y la parte imaginaria, en el caso de un archivo mono se mencionó que cada muestra era formada por 1 canal y en este caso de 2, entonces, el principio de hacer la multiplicación muestra a muestra se sigue cumpliendo, solamente que, ahora al tener un par de números complejos, la multiplicación no se hace de forma tan inmediata como si fueran 2 números reales, la fórmula que representa la multiplicación de 2 números complejos se muestra a continuación:

(a + ib) · (c + id) = σ + iω

Realizamos la multiplicación como si se tratara de una multiplicación de binomios, es decir que todos los elementos se multiplican, se agrupan los elementos y se realiza la suma:

a·c + ia·d + ib·c + i2b·d

Pero, sabemos que i2 = -1, por lo tanto, nos queda de la siguiente forma:

a·c + ia·d + ib·c - b·d

Agrupando términos:

(a·c - b·d) + i (a·d + b·c) = σ + iω

Donde:

* i: Parte imaginaria del número complejo (ω)
* a: Canal izquierdo de la muestra del primer archivo
* b: Canal derecho de la muestra del primer archivo
* c: Canal izquierdo de la muestra del segundo archivo
* d: Canal derecho de la muestra del segundo archivo

Como podemos ver, para obtener solamente el canal izquierdo de la muestra en el archivo de salida, es necesario a, c, b y d, esto quiere decir que es necesario leer la muestra completa de cada archivo para poder encontrar solo 1 canal, sin embargo, en cada **fread** se lee un canal y esto hará que el ciclo se modifique un poco porque se van a hacer 2 fread por cada iteración en vez de 1.

# Software (librarías, paquetes, herramientas):

* Sublime Text 32
* GoldWave versión 4.263

# Procedimiento:

\* Diagramas de Flujo / Diagrama a Bloques  
\* Agregar detalles (paso a paso) del procedimiento de manera que cualquier persona que lea pueda repetir el experimento.

# Resultados

\* Esta sección debe incluir cualquier tabla de datos, observaciones, imágenes, etc.  
\* Todas las tablas y gráficas deben estar debidamente etiquetadas.

Esta sección describe, pero no explica los resultados obtenidos.

Puesto que se están presentando los resultados y no las cifras/figuras que representan los resultados, debemos asegurarnos de que nos referimos explícitamente a nuestros resultados y nada más, no sólo a las cifras/figuras (gráficas o tablas). Al describir resultados particulares en el texto de esta sección, **debemos asegurarnos de consultar la figura correspondiente entre paréntesis después de mencionarla en los resultados**. Las figuras deben ser insertadas en el texto lo más pronto posible después de haberlas mencionado.

# Discusión:

La sección de discusión tiene 2 objetivos principales:

* Interpretar y explicar los resultados del estudio.
* Explorar la importancia del estudio, encontrando, calificando y explorando la importancia teórica de los resultados.

La discusión es también un espacio en el reporte donde cualquier calificación o reservación que se tiene sobre la investigación debe ser mencionada.

# Conclusiones:

* Lista una cosa que hayas aprendido y describe como lo aplicarías a una situación de la vida real.
* Discute los posibles errores que podrían haber ocurrido en la colección de los datos (errores experimentales).
* ¿Cómo se aplicarían los resultados obtenidos generalmente?
* ¿Hubo algún defecto en el diseño experimental o en el procedimiento?

# Referencias:

**[1]** craig@ccrma.stanford.edu,‘WAVE PCM soundfile format’. [Online]. Disponible en: <http://soundfile.sapp.org/doc/WaveFormat/>.

**[2]** Sublime HQ, ‘Download’, [Online]. Disponible en: <https://www.sublimetext.com/3>.

**[3]** Eduardo Gutiérrez Aldana, ‘Software’ [Online]. Disponible en: <http://148.204.58.221/ealdana/gwave426.exe>.

# Código

Incluir todo el código fuente, comentar todo el código reutilizado y mostrar referencias.

Se debe usar el siguiente link para darle formato al código.

<https://tohtml.com/c/>

\*Acerca de las tablas y/o figuras\*

Utilizar figuras como diagramas, tablas, gráficos, gráficos o mapas puede ser una forma muy útil de mostrar y enfatizar la información en el reporte.

Las figuras esenciales para el informe deben integrarse sin problemas y correctamente, además deben explicarse y mencionarse en el cuerpo principal del reporte.

Ejemplo:

