

Primera práctica de laboratorio de DSP

Conceptos Básicos de Señales y Procesamiento de Señales

Marco Aurelio Alzate Monroy — Código No 8210501

Sábado 11 de febrero de 2023

Resumen

En este documento se plantea el ejercicio de sintetizar una señal de audio que represente una canción interpretada en una guitarra virtual. La señal se construirá de manera tal que, al interpretarla como muestras en el tiempo de una señal de audio, reproduzca las notas de una canción. El sonido de la guitarra se obtendrá mediante el algoritmo de Karplus-Strong visto en clase. Un objetivo es familiarizar al estudiante con aspectos básicos del pensamiento formal para la solución de problemas elementales de ingeniería asociadas con la práctica cotidiana del procesamiento digital de señales. Otro objetivo es que el estudiante demuestre que comprende cómo las secuencias de números en el computador pueden representar muchas realidades distintas.

Palabras clave: Señal, modelo matemático de señal, sistema de procesamiento de señales, algoritmo de Karplus-Strong, tono y duración, melodía y armonía, actitud del ingeniero

1. Introducción

En ingeniería todo concepto se refiere tanto a un objeto de la realidad como a un modelo matemático que lo representa. El concepto de señal es un ejemplo claro de un modelo matemático que puede representar muchas realidades distintas. Finalmente, cualquiera que sea la realidad representada por una señal, en DSP acabará siendo un conjunto ordenado de números que ocupan posiciones consecutivas en la memoria (un vector). Esos números pueden surgir del proceso original que generó la señal (tal vez capturada a través de un conversor analógico-a-digital) o pueden venir de unos cálculos numéricos en el mismo computador. Un aspecto fundamental de la ingeniería es realizar cálculos numéricos que puedan representar, de alguna manera aproximada, los procesos originales de la naturaleza. Eso es lo que pretende hacer el algoritmo de Karplus/Strong [1]: Generar una secuencia de números calculados computacionalmente que, al interpretarlos como una señal de audio, reproduzcan el sonido de la cuerda de una guitarra.

2. Formulación del ejercicio

En clase vimos el algoritmo de Karplus/Strong para sintetizar el sonido de una cuerda de guitarra y notamos lo fácil que resulta ajustar el tono y la duración del sonido. La duración está determinada por el número de muestras, mientras que el tono está determinado por el retardo en el lazo de realimentación, que es la duración de la señal de entrada. Para calcular la frecuencia de un tono cualquiera, basta recordar que en cada octava (compuesta por doce semitonos) se duplica la frecuencia. Por ejemplo, las frecuencias de la nota LA en diferentes octavas son 55, 110, 220, 440, 880 y 1760 Hz. Entre cada par de esas frecuencias hay 12 semitonos, de manera que, si el tono de referencia es 220 Hz (la quinta cuerda de guitarra tocada al aire), la frecuencia del n -ésimo semitono es $f_0 = 220 \times 2^{n/12}$. El valor de n para diferentes tonos sería así:

LA	LA#	SI	DO	DO#	RE	RE#	MI	FA	FA#	Sol	Sol#
-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Haga un programa que interprete una melodía en una guitarra virtual usando el algoritmo de Karplus/Strong. Si desea, puede hacer acordes sumando las señales de cada uno de los tonos que componen el acorde.

3. Evaluación y términos

Observe que en este primer reporte no hay un conocimiento particular que deba demostrar. Sin embargo, sí hay un problema interesante por resolver pues debe transformar la información de la melodía, la armonía y el ritmo¹ de la canción en estructuras informáticas apropiadas para aplicar el algoritmo de Karplus/Strong. Eso le exige demostrar la habilidad para comprender un problema (por elemental que sea) desde la formalidad rigurosa de la ingeniería y darle así una solución apropiada, esto es, bien diseñada. Para esto, debe presentar un reporte escrito como un documento Live Script de Matlab que tenga al menos las siguientes secciones: Título, autores (máximo tres, con nombre y código), fecha, resumen (no más de 300 palabras), palabras clave (máximo 6), Introducción, formulación del problema, propuesta de solución, resultados, discusión, conclusiones y referencias. Ponga especial atención a la sección de discusión, pues allí debe mostrar (entre todo lo demás que usted considere necesario) que comprende los conceptos abstractos de señal y de sistema, tanto en su realidad objetiva como en su modelo matemático. Es recomendable que no escriba definiciones para demostrar su comprensión. Al contrario, es discutiendo los resultados de su trabajo y la metodología que condujo a su solución como usted demuestra su comprensión (por ejemplo, podría responderse cómo es que escuchamos una guitarra inexistente).

¡Y diviértase! ¡Una práctica de laboratorio es inútil si uno no se divierte!

Referencias

- [1] K. Karplus and A. Strong, "Digital Synthesis of Plucked String and Drum Timbres". MIT Press Computer Music Journal, vol. 7, number 2, pp. 43-55, 1983
- [2] Catherine Schmidt-Jones, "Understanding Basic Music Theory", Connexions, Rice University, Houston, Texas, 2007. En línea: <http://cnx.org/content/col110363/1.3/>

¹ La melodía es la sucesión ordenada de tonos simples que forman una unidad estructurada con sentido musical, independiente del acompañamiento. La armonía es el conjunto de tonos simultáneos que se tocan como acompañamiento de una melodía. El ritmo está dado por la duración de los tonos y los silencios que se suceden en el tiempo [2].