



La norma de codificació logarítmica G.711

| | |
|--------------------------|---|
| Apellidos, nombre | Oliver Gil, José Salvador (joliver@disca.upv.es) |
| Departamento | Informática de Sistemas y Computadores |
| Centro | Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica |

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo se describe la norma ITU G.711 para la codificación logarítmica de audio. Además, explicaremos el proceso de cálculo, y también lo aplicaremos en un ejemplo.

Por tanto, comenzaremos repasando la diferencia entre codificación de audio lineal y logarítmica, para pasar a ver las características de la norma G.711, su algoritmo de cálculo y un ejemplo de uso.

2 Introducción

Normalmente, la digitalización de una señal de audio se realiza mediante una codificación PCM en la que todos los niveles de cuantización están igualmente distanciados, lo que se conoce como cuantización lineal. Un ejemplo de este tipo de cuantización se observa en la Imagen 1.

Sin embargo, una cuantización logarítmica, como la mostrada en la Imagen 2, en la que se cuanticen más los sonidos fuertes que los débiles, puede resultar más adecuada, ya que el oído es más sensible a los errores de cuantización introducidos en sonidos de baja potencia. En este artículo describiremos una norma de codificación de audio basada en este tipo de cuantización no línea.

3 Objetivos

Una vez que el alumno lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Describir la norma de compresión de audio G.711 para señales de calidad voz.
- Aplicar la norma de codificación G.711 para señales digitales de audio de 13 bits por muestra.

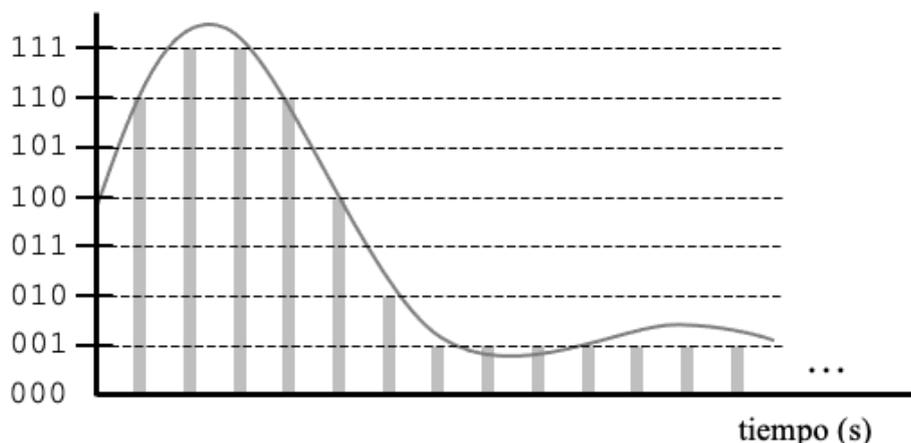


Imagen 1. Cuantización lineal de una señal de audio

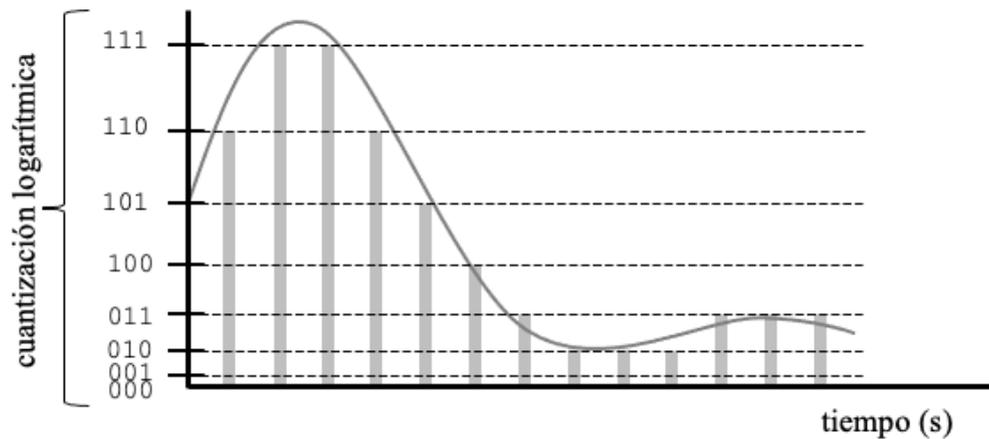


Imagen 2. Cuantización logarítmica de una señal de audio

4 Desarrollo

4.1 La recomendación ITU G.711

La recomendación ITU G.711, muy empleada en telefonía digital (incluyendo voz sobre IP), realiza una cuantización logarítmica. Esta norma data de los años 70, y dispone de dos variantes. En su variante A (A-law), una señal digitalizada linealmente con 13 bits y expresada en signo magnitud, se recodifica con 8 bits usando cuantización logarítmica (la otra variante se llama μ (μ -law) y se usa en estados unidos y Japón, siendo su implementación algo más compleja).

Al estar orientada a calidad voz, los datos están muestreados a 8khz, con lo que la tasa de bits que genera esta norma es de 64 kbps.

| Codificación lineal | A-law (log) | (Nbits) |
|---------------------|-------------|---------|
| s0000000abcdx | s000abcd | <6 |
| s0000001abcdx | s001abcd | 6 |
| s000001abcdxx | s010abcd | 7 |
| s00001abcdxxx | s011abcd | 8 |
| s0001abcdxxxx | s100abcd | 9 |
| s001abcdxxxxx | s101abcd | 10 |
| s01abcdxxxxxxx | s110abcd | 11 |
| s1abcdxxxxxxx | s111abcd | 12 |

Tabla 1. Equivalencias entre la muestra PCM de 13 bits a codificar y la muestra codificada logarítmicamente con la norma A de la recomendación G.711

4.2 Algoritmo de funcionamiento

La Tabla 1 nos sirve para codificar cada muestra con la variante A de la recomendación G.711. La columna de la izquierda representa la muestra a comprimir. En ella, el primer bit es el de signo y los otros doce expresan la magnitud del valor. Los bits marcados con una "x" son bits que vamos a descartar en nuestro proceso de cuantización logarítmica y los bits a, b, c, d serán los que conservemos junto con el bit de mayor peso a 1. Fíjate que así implementamos la cuantización logarítmica descartando más bits cuanto mayor es el valor a codificar.

La segunda columna nos presenta el resultado del valor codificado con la norma A. Primero se codifica el bit de signo. Después tres bits que nos indican el número de bits representativos en la muestra original, es decir, el número de bits que hay después del primer bit a 1 (empezando por la izquierda). Por último, codificaremos los cuatro primeros bits representativos (los que hay después del primer 1) y descartaremos los demás.

Observa que el primer caso de la tabla es un poco especial. En él se codifica cualquier valor que necesite menos de 6 bits en su representación lineal original.

4.3 Ejemplo de codificación

Veamos un ejemplo de codificación G.711 siguiendo la norma A. Supongamos que queremos codificar dos muestras cuyos valores lineales son 6 y -2445.

Recuerda que originalmente partimos de una representación PCM de 13 bits expresada con un bit de signo y 12 de magnitud. Si representamos en binario ambas muestras, originalmente tenemos la codificación que se muestra en la Imagen 3.

6: 0000000000110 (Nbits<6 → 000)
-2445: 1100110001101 (Nbits=12 →111)

Imagen 3. Representación binaria de los valores a codificar. En ella, se indica en verde los bits que se conservarán mientras que los bits que se descartan están de color rojo.

Observa que la primera muestra tiene 3 bits, contados a partir del primer bit a "1", mientras que la segunda tiene 12, por lo que la codificación resultante para ambas será esta:

A-law(6): 00000011
A-law(-2445): 11110011

En ambos casos, el bit más significativo representa el signo, como en la codificación original, por tanto, para la primera muestra, el signo es positivo y se representa con un "0" mientras que en la segunda el signo es negativo y se representa con un "1", tal y como resaltamos a continuación:

A-law(6): 00000011
A-law(-2445): 11110011

Al codificar el 6, los bits 000 después del signo indican que en la muestra lineal usamos menos de 6 bits (en este caso es necesario usar tres bits). Este valor lo obtenemos consultando la Tabla 1.

A-law(6): 00000011
A-law(-2445): 11110011

Después codificamos del bit 4 al 1, que en este caso son 0011. Estos bits corresponden a los representados como "abcd" en la columna central de la Tabla 1.

A-law(6): 00000011
A-law(-2445): 11110011

Para codificar el -2445, consultamos en la Tabla 1 cuales son los tres bits que nos indican que la muestra es de 12 bits. Observamos que para esta longitud de muestra se emplean los bits 111.

A-law(6): 00000011
A-law(-2445): 11110011

Por último, codificamos los 4 bits por debajo del primer 1 significativo, que en este caso son los bits 0011, y descartamos el resto.

A-law(6): 00000011
A-law(-2445): 11110011

Los valores decodificados serán los que presentamos a continuación:

$A\text{-law}^{-1}(00000011): 000000000000111 (=7)$
 $A\text{-law}^{-1}(11110011): 1100111000000 (= -2496)$

Fíjate como hemos perdido los bits que estaban en rojo (las equis de la Tabla 1). En la decodificación, estos bits no transmitidos se recuperan como un 1 el más significativo y un 0 el resto, de forma que se minimiza el error medio introducido.

¿En cuál de las dos muestras decodificadas observas un mayor error de cuantización? Efectivamente, en la segunda, la de mayor magnitud. Y esto, lógicamente, se debe a la cuantización logarítmica aplicada que, como hemos indicado, introduce más error en las muestras más grandes.

5 Cierre

En primer lugar, hemos visto las características y el mecanismo de codificación de audio siguiendo la norma G.711. Por último, hemos visto un ejemplo de codificación de dos muestras de audio, observando cómo se cuantizaba mucho más la muestra más grande.



6 Bibliografía

Fluckiger, F: "Understanding networked multimedia: applications and technology", Prentice Hall, 1995.

Tanenbaum, A: "Redes de computadoras", Pearson Educación, cuarta edición, 2003, pág. 674-679.