



UNIVERSIDAD DE GRANADA

SISTEMAS MULTIMEDIA
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Sonido

Trabajo voluntario

Autora

Nazaret Román Guerrero



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS INFORMÁTICA Y DE TELECOMUNICACIÓN

CURSO 2018-2019

Índice

1. Parámetros de digitalización	2
1.1. Grabación de voz	2
1.2. Nothing else matters	3
1.3. The logical song	4
1.4. Conclusiones	5
2. Comparativa de códecs	6
2.1. The Unforgiven	6
2.1.1. Explicaciones a las valoraciones	6
2.2. Nothing else matters	7
2.2.1. Explicaciones a las valoraciones	7
2.3. The logical song	8
2.3.1. Explicaciones a las valoraciones	8
2.4. Smells like teen spirit	9
2.4.1. Explicaciones a las valoraciones	9
2.5. Animales de laboratorio	10
2.5.1. Explicaciones a las valoraciones	10
2.6. Conclusiones	11
3. Software utilizado	12
4. Bibliografía	12






1. Parámetros de digitalización

Para comparar la calidad de audio y relacionarlo con el tamaño, en esta sección cambiaremos la frecuencia de muestreo y la resolución de distintas pistas de audio:

1. Grabación de voz
2. *Power Ballad*
3. Rock progresivo

En cada pista se creará una tabla en cuyas celdas habrá un valor numérico con su unidad, asociado al tamaño que ocupa la pista con esa resolución y ese muestreo, y un icono con forma de cara, con distintas expresiones y de distinto color, asociado a la calidad de audio, de forma que ver la tabla se haga un poco más visual que tan solo leer texto y cifras.



















La leyenda de iconos es la siguiente:

- Muy buena = 
- Buena = 
- Regular = 
- Mala = 
- Muy mala = 

1.1. Grabación de voz

En la primera prueba, utilizaremos una grabación de voz en la que se lee un fragmento del libro *Juego de Tronos*.

- Formato original: .AAC
- Formato: .WAV
- Tamaño original: 7.6 MB

Resolución Frecuencia de muestreo	32 bits	16 bits	8 bits
8000 Hz (8 kHz)	2.8 MB 	1.4 MB 	692.4 kB 
11025 Hz (11.025 kHz)	3.8 MB 	1.9 MB 	954.2 kB 
22050 Hz (22.05 kHz)	7.6 MB 	3.8 MB 	1.9 MB 
44100 Hz (44.1 kHz)	15.3 MB 	7.6 MB 	3.8 MB 
48000 Hz (48 kHz)	16.6 MB 	8.3 MB 	4.2 MB 
72000 Hz (72 kHz)	24.9 MB 	12.5 MB 	6.2 MB 

Cuadro 1: Tabla comparativa



















Hay tres parejas que mantienen la calidad del audio original y que ocupan menos tamaño. Son las siguientes:

- 22.05 kHz y 16 bits de resolución. Ocupa 3.8 MB.
- 22.05 kHz y 32 bits de resolución. Ocupa 7.6 MB, por lo que es mejor la primera opción.
- 44.1 kHz y 16 bits de resolución. Al igual que la anterior, ocupa 7.6 MB, por lo que la primera opción sigue siendo la mejor.

1.2. Nothing else matters

Para esta segunda prueba, utilizaremos una canción extraída de un CD (.CDA), que ha sido convertida a .wav y sobre la que realizaremos los cambios.

- Canción: Nothing else matters
- Artista: Metallica
- Género: *Power Ballad*
- Formato original: .CDA
- Formato: .wav
- Tamaño original: 68.1 MB

Frecuencia de muestreo \ Resolución	Resolución		
	32 bits	16 bits	8 bits
8000 Hz (8 kHz)	27.4 MB 	12.3 MB 	6.2 MB 
11025 Hz (11.025 kHz)	34 MB 	17 MB 	8.5 MB 
22050 Hz (22.05 kHz)	68.1 MB 	34 MB 	17 MB 
44100 Hz (44.1 kHz)	136.1 MB 	68.1 MB 	34 MB 
48000 Hz (48 kHz)	148.1 MB 	74.1 MB 	37 MB 
72000 Hz (72 kHz)	222.2 MB 	111.1 MB 	55.6 MB 

Cuadro 2: Tabla comparativa



















Como podemos comprobar, en este ejemplo, las parejas que mantienen la calidad del audio original y que ocupan menos tamaño (ambas ocupan 68.1 MB) son:

- 22.05 kHz y 32 bits de resolución.
- 44.1 kHz y 16 bits de resolución.

1.3. The logical song

Para la última prueba, utilizaremos otra canción de un CD convertida a .wav.

- Canción: The logical song
- Artista: Supertramp
- Género: Rock progresivo
- Formato original: .cda
- Formato: .wav
- Tamaño original: 43.9 MB

Frecuencia de muestreo \ Resolución	Resolución		
	32 bits	16 bits	8 bits
8000 Hz (8 kHz)	15.9 MB 	8 MB 	4 MB 
11025 Hz (11.025 kHz)	22 MB 	11 MB 	5.5 MB 
22050 Hz (22.05 kHz)	43.9 MB 	22 MB 	11 MB 
44100 Hz (44.1 kHz)	87.8 MB 	43.9 MB 	22 MB 
48000 Hz (48 kHz)	95.6 MB 	47.8 MB 	23.9 MB 
72000 Hz (72 kHz)	143.4 MB 	71.7 MB 	35.8 MB 

Cuadro 3: Tabla comparativa

En este caso, la pista de audio que mejor se escucha y tiene un menor tamaño es la original.

1.4. Conclusiones

Como se ha observado en las tablas anteriores, la resolución de 8 bits siempre es muy mala, mala o regular en el mejor caso, ya que en todas las pistas de audio se escucha un zumbido muy molesto que hace que con esta resolución pierda mucha calidad y no sea agradable escuchar la pista de audio. Aunque el resto de la melodía y las voces se escuchen bien, ese ruido resulta muy desagradable y, aunque se mantenga la calidad del resto del audio, se hace imposible poner una buena calificación.
















Además, en cada pista de las tres diferentes, las tablas varían, especialmente la grabación de voz con respecto a las otras dos, tal vez debido a la calidad original del propio audio, lo que nos lleva a que la grabación, que originalmente estaba comprimida con el códec AAC, tenga mucha diferencia con respecto a los audios que no tenían ningún tipo de compresión.

2. Comparativa de códecs

En esta sección se probarán distintos códecs sobre pistas de audio para comprobar las diferencias de calidad.

2.1. The Unforgiven

- Canción: The Unforgiven
- Artista: Metallica
- Género: *Power Ballad*
- Frecuencia de muestreo: 44.1 kHz
- Resolución: 16 bits
- Duración: 6:18

<i>Códec</i>	MP3	AAC	WMA	VORBIS	OPUS
Resolución					
32 bits	2º 	1º 	2º 	1º 	1º 
16 bits	2º 	1º 	2º 	1º 	1º 
8 bits	3º 	2º 	4º 	1º 	1º 
















Cuadro 4: Tabla comparativa

2.1.1. Explicaciones a las valoraciones

1. MP3 y WMA, 32 bits y 16 bits: se escuchan iguales a la original, han sido colocadas como las 2ª opciones solo por cómo se comportan con una resolución de 8 bits. Pero se escuchan perfectas.
2. AAC, VORBIS y OPUS, 32 bits y 16 bits: iguales a la original.
3. VORBIS y OPUS, 8 bits: no se pierde nada de calidad de audio, se escuchan exactamente igual a la original.
4. AAC, 8bits: casi igual a la original. Se escucha algo más grave, como si hubiesen tapado parcialmente el micrófono.
5. MP3, 8 bits: no se escucha bien, aunque sí algo mejor que WMA.
6. WMA, 8bits: el que peor se escucha, con diferencia. Hay ruido de fondo.

2.2. Nothing else matters

- Canción: Nothing else matters
- Artista: Metallica
- Género: *Power Ballad*
- Frecuencia de muestreo: 44.1 kHz
- Resolución: 16 bits
- Duración: 6:26

Resolución \ Códec	MP3	AAC	WMA	VORBIS	OPUS
32 bits	2º 	1º 	2º 	1º 	1º 
16 bits	2º 	1º 	2º 	1º 	1º 
8 bits	3º 	2º 	4º 	1º 	1º 
















Cuadro 5: Tabla comparativa

2.2.1. Explicaciones a las valoraciones

1. MP3 y WMA, 32 bits y 16 bits: se escuchan iguales a la original, y, al igual que la canción anterior, han sido colocadas como las 2ª por cómo se escuchan con una resolución de 8 bits.
2. AAC, VORBIS y OPUS, 32 bits y 16 bits: iguales a la original.
3. VORBIS y OPUS, 8 bits: no se pierde nada de calidad de audio, se escuchan exactamente igual a la original.
4. AAC, 8bits: casi igual a la original. Se escucha algo más grave, como si hubiesen tapado parcialmente el micrófono.
5. MP3, 8 bits: se escucha bastante mejor que la canción del caso anterior para esta misma resolución, pero sigue perdiendo calidad con respecto a la original.
6. WMA, 8bits: se escucha un zumbido, el sonido no esta para nada claro.

2.3. The logical song

- Canción: The logical song
- Artista: Supertramp
- Género: Rock progresivo
- Frecuencia de muestreo: 44.1 kHz
- Resolución: 16 bits
- Duración: 4:10

Resolución \ Códex	MP3	AAC	WMA	VORBIS	OPUS
32 bits	2º 	2º 	2º 	1º 	1º 
16 bits	2º 	2º 	2º 	1º 	1º 
8 bits	3º 	2º 	4º 	1º 	1º 
















Cuadro 6: Tabla comparativa

2.3.1. Explicaciones a las valoraciones

1. MP3, AAC y WMA, 32 bits y 16 bits: en este caso, sí que se nota diferencia con la original, quizá por el tipo de canción o el tipo de instrumentos que se están utilizando. No se pierde casi calidad, pero sí se nota diferencia respecto a VORBIS y OPUS.
2. VORBIS y OPUS, 32, 16 y 8 bits: son iguales a la versión original, no se aprecia diferencia.
3. MP3, 8 bits: se escucha bastante mal, la melodía se escucha más grave, como si hubiese sido distorsionada.
4. AAC, 8 bits: al igual que con 16 y 32 bits, se escucha muy similar a la versión original, no hay diferencias demasiado significativas aunque sí se aprecia un leve cambio en la tonalidad.
5. WMA, 8 bits: se escucha muy mal, hay mucho ruido y se escucha la voz muy grave y baja, como si hubiese disminuido el volumen de la voz y aumentado el del ruido de fondo.

2.4. Smells like teen spirit

- Canción: Smells like teen spirit
- Artista: Nirvana
- Género: Grunge
- Frecuencia de muestreo: 44.1 kHz
- Resolución: 16 bits
- Duración: 4:33

Resolución \ Códec	MP3	AAC	WMA	VORBIS	OPUS
32 bits	2º 	1º 	2º 	1º 	1º 
16 bits	2º 	1º 	2º 	1º 	1º 
8 bits	3º 	2º 	4º 	1º 	1º 
















Cuadro 7: Tabla comparativa

2.4.1. Explicaciones a las valoraciones

1. MP3 y WMA, 32 y 16 bits: se escuchan similares a la original aunque con matices distintos. Son muy similares y tienen buena calidad aunque no tan buena como la original.
2. AAC, VORBIS y OPUS, 16 y 32 bits: iguales a la original, no hay diferencia.
3. MP3, 8 bits: se escucha regular, mejor que otras canciones para esta misma resolución pero se nota como ha perdido calidad de la original.
4. AAC, 8 bits: pierde un poco de calidad con respecto a la original o al mismo códec con otras resoluciones, pero se sigue escuchando muy bien, la diferencia es poco llamativa.
5. WMA, 8 bits: de nuevo, al igual que en los casos anteriores, hay mucho ruido de fondo, pierde mucha calidad respecto a la original y respecto a otros códecs para la misma resolución.
6. VORBIS y OPUS, 8 bits: iguales a la original, no se aprecian cambios.

2.5. Animales de laboratorio

- Canción: Animales de laboratorio
- Artista: Ska-P
- Género: Ska-Punk
- Frecuencia de muestreo: 44.1 kHz
- Resolución: 16 bits
- Duración: 4:48

<i>Códec</i>	MP3	AAC	WMA	VORBIS	OPUS
Resolución					
32 bits	1º 	1º 	1º 	1º 	1º 
16 bits	1º 	1º 	1º 	1º 	1º 
8 bits	3º 	2º 	4º 	1º 	1º 

Cuadro 8: Tabla comparativa

2.5.1. Explicaciones a las valoraciones

1. MP3, AAC, WMA, VORBIS y OPUS, 32 y 16 bits: en esta canción no se aprecian diferencias con la original, quizá porque el estilo de la canción de por sí es ciertamente ruidoso y las pequeñas variaciones que se hubiesen producido no son apreciables.
2. MP3, 8 bits: en este caso sí se aprecia diferencia; la canción se hace más grave y se pierden timbres más agudos que sí estaban en la original.
3. AAC, 8 bits: prácticamente igual a la original, se pierden algunos timbres pero casi imperceptible.
4. WMA, 8 bits: mucha diferencia con la original, hay ruido y se pierden más timbres que con MP3, definitivamente el peor.
5. VORBIS y OPUS, 8 bits: se escuchan exactamente igual a la original, no hay variación apreciable.

2.6. Conclusiones

Como se ha podido comprobar tras este estudio, los *códecs* en general, con una resolución de 16 o 32 bits (mejor de 16 puesto que ocupa menos espacio y se escuchan exactamente igual) las canciones no pierden prácticamente nada o nada de la calidad original, por lo que merece la pena reducir el espacio que ocupan si conseguimos que la calidad sea la misma.

No obstante, utilizando resoluciones de 8 bits, la cosa cambia. *Códecs* clásicos como MP3 y WMA pierden mucha calidad (en algunos casos más que en otros, depende del tipo de sonidos que tenga la canción) con respecto a la original, mientras que los *códecs* más recientes como VORBIS u OPUS mantienen la misma calidad siempre y no se aprecian diferencias con respecto a la pista de sonido inicial.

A pesar de todo, esto es subjetivo y depende mucho de la capacidad auditiva de cada uno. Según lo que yo he ido escuchando en las distintas pistas y con todas las modificaciones, mi clasificación de mejor a peor *códec* sería la siguiente:

1. VORBIS y OPUS, al mismo nivel.
2. AAC, en segundo puesto.
3. MP3, ya que mantiene mejor la calidad que WMA según he comprobado.
4. WMA, sin duda, para mi gusto, el que pierde más calidad.

3. Software utilizado

Para poder cambiar los parámetros de digitalización y para poder cambiar los distintos *códecs*, se ha utilizado **SoundConverter**, que permite modificar y generar pistas de audio como se desee, con distintas frecuencias de muestreo (hay más frecuencias de las que se han utilizado en las tablas del apartado de parámetros de digitalización).

- <https://soundconverter.org/>

4. Bibliografía

- Transparencias de teoría de Sistemas Multimedia: el sonido
- <https://www.maketecheasier.com/convert-flac-to-mp3-easily-with-soundconverter/>