Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Universidade de Aveiro

Teoria Algorítmica de Informação

Trabalho de Laboratório 3

Mestrado de Engenharia Informática

João Pedro Pereira, 106346 [pedro.jp@ua.pt](mailto:pedro.jp@ua.pt)

22 de Janeiro de 2022

Indíce:

# Introdução

Este projeto foi desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular Teoria Algorítmica da Informação e tem como objetivo o desenvolvimento, e teste de um programa de deteção de excertos de música, utilizando Normalized Compression Distance para identificar automaticamente a música, utilizando pequenos exemplos para consulta na base de dados.

Para proceder o cálculo de NCD, foram utilizados 4 ,compressores gzip, bzip2, lzma e lz4. Para os testes, foram escolhidas 31 músicas. Para a deteção da música é possível gerar ruído em cima da música, para verificar o comportamento do objetivo principal do projeto.

Para fazer os cálculos de NCD, é necessário converter o ficheiro de áudio para uma “signature” de domínio de frequência, para esta conversão foi utilizado o programa GetMaxfreqs, fornecido pelos docentes.

# Estrutura

O projeto foi estruturado como é demonstrado na imagem 1. Ele está composto por uma pasta “code”, que contém todo o código implementado, e o programa fornecido pelos docentes.

A pasta “database”, serve para armazenar todos os ficheiros áudios que servirão para base de dados.

A pasta “Segments” contém todos os ficheiros que são incógnitos, e serão usados para determinar qual música corresponde, comparando com a base de dados.

Por último, a pasta “signatures”, é onde irão todas a assinaturas/frequências dos ficheiros de áudio.

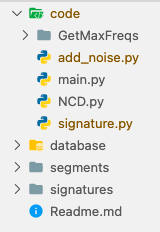


Figura 1 - Estrutura do projeto

# 3. Implementação

Neste tópico, vai ser mencionado o que cada parte contribui para o objetivo do projeto.

## 3.1 Database

Para a base de dados, inicialmente escolheu-se as músicas a utilizar, após as musicas escolhidas, a aplicação web X2Download para fazer o download das músicas escolhidas, esta aplicação faz o download a partir de link do youtube e guarda no formato mp3.

Como as músicas vinham completas e apenas seria preciso uns poucos de segundos para a base de dados, então utilizou-se a aplicação web mp3cut, para retirar os segundo que eram achados importantes (refrões ou alterações de frequências).

## 3.2 Segments

Na pasta segments, tal como já mencionado, contém os ficheiros áudio a determinar a música, nesta pasta, também contém uma pasta denominada por “noised”, nesta pasta irá os ficheiros áudio que serão adicionados ruídos, para fazer testes do programa desenvolvido.

## 3.3 Signatures

Nesta pasta contem todos os ficheiros gerados pelo GetMaxFreqs, fornecido pelos docentes. Nela contém duas pastas “database” e “segements”, tal como o nome indica, vai conter os ficheiros de frequencias da base de dados e dos segmentos, sendo que a dos segmentos, ainda terá uma pasta “noised” para as frequencias dos ficheiros que foram adicionados ruídos.

## 3.4 Code

Aqui encontra-se toda a implementação do código para o programa. Foi desenvolvido um programa para gerar ruído numa determinada música e um outro para determinar a música num determinado segmento.

Para adicionar ruído, foi desenvolvido um ficheiro ficheiro denominado por “add\_noise.py”, para execução deste programa de geração de ficheiros com ruído, é requisitado dois parâmetros, o ficheiro de áudio e o nível de ruido. O ficheiro criado será criado no formato wav e adicionado na pasta “segments/noised”.

Para o objetivo principal do objeto, foram criados 3 ficheiros, “main.py”, “NCD.py” e “signatures.py”, para a deteção da música é executado ficheiro “main.py”, com dois argumentos, o caminho do segmento e tipo de compressor que é desejado.

Foram seguidas as fases como é demonstrado na figura 2

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Figura 2 - Fases de processo de deteção

A fase de recolha dos argumentos, é recebido dois argumentos, esses dois argumentos são o caminho para o segmento e nome do compressor a ser utilizado, são analisados ambos os argumentos e são validados se encontram-se corretos, para o caminho do segmento, é verificado se o caminho para o segmento existe, e para o compressor, verifica se é um compresso válido.

A dase de criação das frequencias para a base de dados, é utilizada a classe “signatures”, e nesta fase, verifica todos os arquivos na pasta de entrada “database” e por cada um dos ficheiros, verifica se o nome desse ficheiro existe na pasta “signatures/database” com o formato “.freqs”, caso não exista, será gerado o respetivo ficheiro “.freqs”. Todos os ficheiros “.freqs” são gerados pelo programa GetMaxFreqs.

A terceira fase é a criação do ficheiro “.freqs” para o segmento. Nesta fase, o ficheiro inserido, deve estar na pasta “segments”, caso esse ficheiro seja um ficheiro onde foi inserido ruído, ele vai se encontrar na pasta “noised” dentro da pasta “segemnts”.

Para a respetiva deteção da música, foi utilizado o Normalized Compression Distance.

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Figura 3 - Normalized Compreession Distance

A figura 3, demonstra a fórmula NCD, que foi utilizada, onde C(x) corresponde o número de bits necessários pelo compressor escolhido para representar x, e C(x,y), indica o número de bits necessários para comprimir x e y juntos. Esta função, foi utilizada na classe “NCD”, onde faz a respetiva importação do compressor escolhido e faz os respetivos cálculos para cada documento da base de dados. Os valores são salvos num dicionário e após todos os ficheiros de base de dados calculados com o segmento a determinar, é então ordenado o dicionário pelo itens, de forma crescente, onde se obtém o resultado da melhor música, que corresponde ao menor resultado retornado pela classe “NCD”.

O programa por cada música de base de dados ou de segmentos, verifica o seu formato e a sua frequência, caso o seu formato não seja “.wav” ou “.flac”, vai então converter o áudio para “.wav”, e caso a sua frequência não seja 44100 Hz, então vai converter a fequencia para a correta.

# 4. Análise de Resultados

Para a análise, foram utilizadas todas as músicas da base de dados e todos os compressores usados neste programa. Foram executadas todas as músicas e comparados os resultados com o resultado esperado.

Foram testadas as músicas com e sem ruído, como as músicas sem ruído eram totalmente iguais às de base de dados, deu 100% de acerto.

Para as músicas com ruído, foram utilizados vários níveis de ruído por cada música, foram testados o nível de ruido a 0.1 , 0.3, 0.5, 0.7, e 1 mas a taxa de erro continuava pequena, então foram aumentados os níveis para 2, 5, 10 e 15. Sendo que a taxa de erro aumentou o suficiente para conseguir uma conclusão relativa à comparação dos compressores utilizados. O resultado com ruído analisado, ao ouvido humano, já se tornava difícil de detetar a música correspondente, sendo que o programa conseguia bons resultados. A tabelas seguintes representam os resultados de cada compressor, onde C corresponde a “Correto” e o E a “Errado”.

### Compressor GZIP

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | GZIP | | | |
|  | 2 | 5 | 10 | 15 |
| AC DC - Thunderstruck | C | C | C | C |
| AC DC - TNT | C | C | C | C |
| Artic Monkeys - Arabella | C | C | C | C |
| Artic Monkeys - Do I Wanna Know | C | C | C | C |
| Billie Eilish – Billie Bossa Nova | E | E | E | E |
| Billie Eilish – Happier Than Ever | C | C | C | C |
| Bruno Mars - Locked out of heaven | C | C | C | C |
| Bruno Mars - When I Was Your man | C | C | C | C |
| Coldplay - Fix You | C | C | C | C |
| Coldpaly - Viva La Vida | E | E | E | E |
| Foster The People - Imagination | C | C | C | C |
| Foster The People - Pumped Up Kicks | C | C | E | E |
| Manel Cruz - O navio dela | E | E | E | E |
| Muse - Time is Running Out | C | C | C | C |
| Muse – Uprising | C | C | C | C |
| Nirvana - Heart Shaped Box | C | C | C | C |
| Nirvana - Smells Like Teen Spirit | C | C | C | C |
| Red Hot Chilli Peppers - Californication | C | C | C | C |
| Red Hot Chili Peppers - Otherwise | C | C | C | C |
| Russ - Losin Control | C | C | C | C |
| Stereossauro – Saia | C | C | C | C |
| Talking Heads - Once in a Livetime | C | C | C | C |
| Talking Heads - Psycho Killer | E | E | E | E |
| The Cure - Boys Ddont Cry | E | E | E | E |
| The Neighbourhood - Sweateer Weather | C | C | C | C |
| The Strokes - Reptilia | C | C | C | C |
| The Strokes - The adults are talking | C | C | C | C |
| The Weeknd - Earned It | C | C | C | C |
| The Weeknd - Save your tears | C | C | C | C |
| Two door cinema club - Something good | C | C | E | E |
| Two door cinema club - What you know | E | E | E | E |

Errou totalmente a deteção de 6 músicas e outras 2 errou com niveís de ruído mais altos.

Falhou em 28 tentativas em 124 tentativas.

### Compressor BZIP2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | BZIP2 | | | |
|  | 2 | 5 | 10 | 15 |
| AC\_DC-Thunderstruck | C | C | C | C |
| AC\_DC-TNT | C | C | C | C |
| Artic\_Monkeys-Arabella | C | C | C | C |
| Artic\_Monkeys-Do I Wanna Know | C | C | C | C |
| Billie\_Eilish-Billie\_Bossa\_Nova | E | E | E | E |
| Billie\_Eilish-Happier\_Than\_Ever | C | C | C | C |
| Bruno Mars-Locked out of heaven | C | C | C | C |
| Bruno Mars- When I Was Your man | C | C | C | C |
| Coldplay - Fix You | C | C | C | C |
| Coldpaly - Viva La Vida | E | E | E | E |
| Foster The People - Imagination | E | E | E | E |
| Foster The People . Pumped Up Kicks | E | E | E | E |
| Manel Cruz - O navio dela | E | E | E | E |
| Muse - Time is Running Out | C | C | C | C |
| Muse - Uprising | C | C | C | C |
| Nirvana - Heart Shaped Box | C | C | C | C |
| Nirvana - Smells Like Teen Spirit | C | C | C | C |
| Red Hot Chilli Peppers - Californication | C | C | C | C |
| Red Hot Chili Peppers - Otherwise | C | C | C | C |
| Russ - Losin Control | C | C | C | C |
| Stereossauro - Saia | C | C | C | C |
| Talking Heads - Once in a Livetime | C | C | C | C |
| Talking Heads - Psycho Killer | E | E | E | E |
| The Cure - Boys Ddont Cry | E | E | E | E |
| The Neighbourhood - Sweateer Weather | C | C | C | C |
| The Strokes - Reptilia | C | C | C | C |
| The Strokes - The adults are talking | C | C | C | C |
| The Weeknd - Earned It | C | C | C | C |
| The Weeknd - Save your tears | C | C | C | C |
| Two door cinema club - Something good | C | C | C | E |
| Two door cinema club - What you know | C | E | E | E |

Errou totalmente em 7 músicas, e errou outras 2 em níveis de ruido mais altos.

Falhou em 32 tentativas em 124 tentativas.

### Compressor LZMA

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | LZMA | | | |
|  | 2 | 5 | 10 | 15 |
| AC\_DC-Thunderstruck | C | C | C | C |
| AC\_DC-TNT | C | C | C | C |
| Artic\_Monkeys-Arabella | C | C | C | C |
| Artic\_Monkeys-Do I Wanna Know | C | C | C | C |
| Billie\_Eilish-Billie\_Bossa\_Nova | C | C | C | C |
| Billie\_Eilish-Happier\_Than\_Ever | C | C | C | C |
| Bruno Mars-Locked out of heaven | C | C | C | C |
| Bruno Mars- When I Was Your man | C | C | C | C |
| Coldplay - Fix You | C | C | C | C |
| Coldpaly - Viva La Vida | C | E | E | E |
| Foster The People - Imagination | E | E | E | E |
| Foster The People . Pumped Up Kicks | E | E | E | E |
| Manel Cruz - O navio dela | C | C | C | C |
| Muse - Time is Running Out | C | C | C | C |
| Muse - Uprising | C | C | C | C |
| Nirvana - Heart Shaped Box | C | C | C | C |
| Nirvana - Smells Like Teen Spirit | C | C | C | C |
| Red Hot Chilli Peppers - Californication | C | C | C | C |
| Red Hot Chili Peppers - Otherwise | C | C | C | C |
| Russ - Losin Control | C | C | C | C |
| Stereossauro - Saia | C | C | C | C |
| Talking Heads - Once in a Livetime | C | C | C | C |
| Talking Heads - Psycho Killer | E | E | E | C |
| The Cure - Boys Ddont Cry | C | C | C | E |
| The Neighbourhood - Sweateer Weather | C | C | C | C |
| The Strokes - Reptilia | C | C | C | C |
| The Strokes - The adults are talking | C | C | C | C |
| The Weeknd - Earned It | C | C | C | C |
| The Weeknd - Save your tears | C | C | C | C |
| Two door cinema club - Something good | C | C | C | C |
| Two door cinema club - What you know | C | C | C | C |

Errou totalmente em 2 das 31 músicas, e também falou em outras 3, onde por vezes nos valores de ruído mais altos, e outras em valores de ruídos mais baixos.

Falhou em 11 tentativas em 124 tentativas.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | LZ4 | | | |
|  | 2 | 5 | 10 | 15 |
| AC\_DC-Thunderstruck | C | C | C | C |
| AC\_DC-TNT | C | C | C | C |
| Artic\_Monkeys-Arabella | C | C | C | C |
| Artic\_Monkeys-Do I Wanna Know | C | C | C | C |
| Billie\_Eilish-Billie\_Bossa\_Nova | C | E | E | E |
| Billie\_Eilish-Happier\_Than\_Ever | C | C | C | C |
| Bruno Mars-Locked out of heaven | C | C | C | C |
| Bruno Mars- When I Was Your man | C | C | C | C |
| Coldplay - Fix You | C | C | C | C |
| Coldpaly - Viva La Vida | E | E | E | E |
| Foster The People - Imagination | E | E | E | E |
| Foster The People . Pumped Up Kicks | E | C | E | E |
| Manel Cruz - O navio dela | C | E | E | C |
| Muse - Time is Running Out | C | C | C | C |
| Muse - Uprising | C | C | C | C |
| Nirvana - Heart Shaped Box | C | C | C | C |
| Nirvana - Smells Like Teen Spirit | C | C | C | C |
| Red Hot Chilli Peppers - Californication | C | C | C | C |
| Red Hot Chili Peppers - Otherwise | C | C | C | C |
| Russ - Losin Control | C | C | C | C |
| Stereossauro - Saia | C | C | C | C |
| Talking Heads - Once in a Livetime | C | C | E | E |
| Talking Heads - Psycho Killer | E | E | E | E |
| The Cure - Boys Ddont Cry | E | E | E | E |
| The Neighbourhood - Sweateer Weather | C | C | C | C |
| The Strokes - Reptilia | C | C | C | C |
| The Strokes - The adults are talking | C | C | C | C |
| The Weeknd - Earned It | C | C | C | C |
| The Weeknd - Save your tears | C | C | C | C |
| Two door cinema club - Something good | C | C | C | C |
| Two door cinema club - What you know | E | E | E | E |

O programa falhou totalmente em 5 musicas, falhou em alguns níveis de ruido em 4 musicas. Falhou em 30 tentativas em 124 tentativas.

Nestas comparações, consegue-se verificar que o compressor LZMA foi relativamente melhor comparando as tentativas falhadas dos outros, apenas teve 11 tentativas erradas.

# 5. Conlcusão

Com este projeto, foi possível entender o funcionamento de deteção de música através de vários motores de compressão.

Com a adição de ruido nas musicas, achei que o programa desenvolvido não iria conseguir determinar a música, pois o ruído ao ouvido humano tornava-se incomodativo e quase impossível de determinar a respetiva musica, mas com os teste foi possível contrariar o meu pensamento.

Com os testes realizados, foi possível verificar que com o apoio da função Normalized Compression Distance, que a função consegue retornar resultados relativamente bons.

# 6. Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros, seria interessante criar conexões com aplicações de músicas, onde fosse possível gerar uma base de dados bastante superior à atual, e como resultado da deteção da música fosse possível dar seguimento à localização da música em grandes plataformas, tais como o Youtube, Spotify, SoundCloud, Apple Music, entre muitas outras.

# 6. Webgrafia

[Online MP3 Cutter - Cut Songs, Make Ringtones](https://mp3cut.net/pt/)

[Baixe vídeos do Youtube rapidamente, baixe mp3 do Youtube, converta youtube de alta qualidade para mp3 (x2download.com)](https://x2download.com/pt28)