

*CODECs* não destrutivos para imagens monocromáticas

Guia de utilização de código

Trabalho prático nº2 da cadeira Teoria da Informação, 2º ano, 1º semestre

João Afonso Vieira de Sousa, 2019224599, uc2019224599@student.uc.pt

José Domingos da Silva, 2018296125, uc2018296125@student.uc.pt

Sancho Amaral Simões, 2019217590, uc2019217590@student.uc.pt

Tiago Filipe Santa Ventura, 2019243695, uc2019243695@student.uc.pt

**20 de novembro de 2020**

*CMP*

O *CMP* é um *CODEC* testável e manipulável desenvolvido por alunos do 2º ano da Licenciatura de Engenharia Informática no âmbito da cadeira de Teoria da Informação, que permite comprimir imagens *.bmp* de 8 *bits* em tons de cinzento. Recomenda-se que seja efetuada a análise da documentação do código, em especial da do ficheiro *BPMCodec.py*, para além da leitura deste documento. As instruções abaixo enumeradas assumem que o utilizador possui uma cópia do repositório criado no âmbito da realização deste trabalho prático.

1. Instalação / Configuração

a) Abra uma *IDE* *(Integrated Development Environment)* que suporte a linguagem *Python* (ex.: *PyCharm*, *WingIDE*, *Spyder*, etc.).

b) Abra o diretório *TI-TP2* na *IDE* escolhida no passo acima.

O diretório *TI-TP2* aparecerá na aba de navegação do seu *IDE*.

c) Aceda ao *script* *Python Main.py* localizado em *TI-TP2/source\_code/cmp.*

d) Certifique-se que o caminho absoluto do *script* a executar especificado pela *IDE* coincide com o caminho absoluto do *script* *Main.py*.

e) Certifique-se que o caminho absoluto do diretório atual (*working directory*) especificado pela *IDE* coincide com o caminho absoluto do diretório onde o *script Main.py* se encontra.

f) Procure pela região (*region*) *Constants* no *script Main.py*.

As constantes definidas nessa região são *TO\_COMPRESS\_PATH*, *COMPRESSED\_PATH*, *TO\_DECOMPRESS\_PATH,* *DECOMPRESSED\_PATH* que indicam, respetivamente, o diretório de ficheiros alvo a comprimir, o diretório onde os ficheiros comprimidos serão colocados, o diretório de ficheiros alvo a descomprimir e o diretório dos ficheiros descomprimidos.

g) Altere os caminhos relativos especificados pelas constantes por outros, caso não deseje manter os valores predefinidos.

2. Modo de utilização

No *script Main.py* encontram-se as funções *compress\_files()* e *decompress\_files()*. A primeira efetua a compressão dos ficheiros de extensão *.bmp* dentro do diretório definido pela constante *TO\_COMPRESS\_PATH* e a segunda descomprime os ficheiros de extensão *.cmp* localizados no diretório especificado pela constante *TO\_DECOMPRESS\_PATH.* Em cada uma destas funções são instanciadas as classes *BMPCompressor* e *CMPDecompressor* que representam o compressor e descompressor, respetivamente, de modo a que o utilizador tenha acesso às diretivas de compressão/descompressão fornecidas pelo *CODEC* *CMP*.

**2.1 – Diretivas e funcionalidades fornecidas pelas classes *CMPCompressor* e *CMPDecompressor***

Ambas as classes referidas estendem a classe *CMPBenchmarker* que, por sua vez, fornece funções e variáveis para a finalidade de *logging*/*benchmarking*.

Abaixo encontra-se um diagrama que explica sucintamente as funcionalidades disponíveis ao utilizador nas classes acima referidas.

***CMPBenchmarker***

***CMPCompressor***

***CMPDecompressor***

output\_log() **--------- *Output* do ficheiro de log**

toggle\_benchmark() **--------- *Toggle* da exibição dos passos e tempos**

toggle\_log\_data() **---------*Toggle da exibição da evolução dos dados em cada passo***

**---------Filtro *Up* / *Sub*---------**

**---------Filtro de *Paeth* simplificado---------**

**---------Transformada *Move To Front*---------**

**---------*Run-Length Encoding*---------**

**---------*Lempel-Ziv-Whelch*---------**

**---------*Lempel-Ziv-Markov*---------**

**---------Codificação de *Huffman*---------**

**---------*Output* do ficheiro comprimido---------**

**/descomprimido**

apply\_inverse\_simple\_filter()

apply\_inverse\_simplified\_paeth\_filter()

apply\_inverse\_mtf()

apply\_inverse\_rle()

apply\_inverse\_lzw()

apply\_inverse\_lzma()

apply\_inverse\_huffman\_encoding()

write\_in\_file()

apply\_simple\_filter()

apply\_simplified\_paeth\_filter()

apply\_mtf()

apply\_rle()

apply\_lzw()

apply\_lzma()

apply\_huffman\_encoding()

write\_in\_file()

**Nota**: Recomenda-se a consulta da documentação das funções acima referidas para melhor entender o seu funcionamento e o propósito dos seus parâmetros.

O utilizador pode escolher várias combinações de transformações aplicadas aos dados alvo, a fim de conseguir apurar qual o algoritmo mais eficiente para a compressão de uma determinada imagem.

**2.2 – *Compression* e *decompression stack***

Convém salientar que o utilizador deve certificar-se que a *compression stack* na função *compress\_files()* é reversa e inversa da *decompression stack* da função *decompress\_files()*, como abaixo ilustrado em pseudocódigo.

***compress\_files()*** ***decompress\_files()***

é uma transformação qualquer invertível fornecida pelo *CMP* aplicada aos dados em questão.

*t0 (tn)-1*

*t1 .*

*. .*

*. .*

*. (t1)-1*

*tn (t0)-1*

**2.3 – *Logging* e *Benchmarking***

Para uma recolha mais fácil de dados acerca da *performance* da *compression*/*uncompression stack* utilizada, como tempo de compressão/descompressão e taxa de compressão, o *CMP* dispõe de mecanismos de *logging* e *benchmarking*.

Um ficheiro *.txt* écriado no diretório especificado pelas constantes *COMPRESSED\_PATH,* aquando da compressão de uma imagem, e *DECOMPRESSED\_PATH*, aquando da descompressão de uma imagem, somente se a função *output\_log()* for chamada.

Exemplos do formato dos ficheiros de *log*:

-------crop.cmp CMP DECOMPRESSION LOG-------

DECOMPRESSION STACK:

-> INVERSE HUFFMAN ENCODING

-> INVERSE RLE

-> INVERSE MTF

TOTAL ELLAPSED UNCOMPRESSION TIME: 0.34 sec.

-------crop.bmp CMP COMPRESSION LOG-------

COMPRESSION STACK:

-> MTF

-> RLE

-> HUFFMAN ENCODING

TOTAL ELLAPSED COMPRESSION TIME: 0.57 sec.

INITIAL IMAGE SIZE: 117586 bytes

COMPRESSED IMAGE SIZE: 21117 bytes

COMPRESSION RATIO: 82.04%

• Durante a compressão e descompressão das imagens, os eventos que estão a ocorrer podem ser apresentados na consola, as respetivas durações totais e os dados transformados. O *toggling* desta ação pode ser efetuado recorrendo à definição dos parâmetros opcionais *benchmark* e *log\_data* dos construtores das classes *CMPCompressor* e *CMPDecompressor* ou através das funções *toggle\_benchmark()* e *toggle\_log\_data()*.

Exemplos do formato do *output* de *logging/benchmarking* na consola:

--------------------

crop.bmp Compression

--------------------

Applying up filter...

Ellapsed up filtering time: 0.00 sec

Applying RLE encoding...

Ellapsed RLE encoding time: 0.05 sec

Applying Huffman encoding...

Ellapsed huffman encoding time: 0.02 sec

Total ellapsed compression time: 0.07 sec

Writing in file crop.cmp...

--------------------

*BZip2*

O *bzip2* é um algoritmo de compressão de ficheiros individuais desenvolvido em 1996 por Julian Seward. No trabalho prático em questão foi utilizada um ficheiro executável para aplicação deste algoritmo (fonte: *https://github.com/philr/bzip2-windows/releases*).

1. Modo de utilização

a) Abra a linha de comandos do *Windows*.

b) Através da linha de comandos, navegue para o diretório onde o executável *bzip2.*exe se encontra.

c) Para comprimir, digite ***bzip2 (|caminho do ficheiro a comprimir|.extensão)*** na linha de comandos. Para descomprimir, digite ***bzip2 -d (|*caminho *do ficheiro a descomprimir|.bzip2)*** na linha de comandos.

2. *Flags* de execução

*-h --help* o texto abaixo é imprimido

*-d --decompress* forçar descompressão

*-z --compress* forçar compressão

*-k --keep* manter (não apagar) ficheiros de *input*

*-f --force* sobrescrever ficheiros de *input* existentes

*-t --test* testar integridade do ficheiro comprimido

*-c --stdout* imprimir ficheiro comprimido na consola

*-q --quiet* suprimir mensagens de erro não críticas

*-v --verbose*  *output* detalhado (um segundo *-v* torna o *output* mais detalhado)

*-L --license* exibir versão e licença do *software*

*-V --version* exibir versão e licença do *software*

*-s --small* usar menos memória (no máximo *2500KB*)

*-1 … -9* definir tamanho dos blocos para *100KB...900KB*

*--fast* *alias* para -1

*--best* *alias* para -9

*Bzip2* a ação predefinida é a de comprimir

*Jasper* (J*PEG2000* - *Lossless*)

O *Jasper*, também designado por *JPEG2000* é uma variante *lossless* do formato de imagens *JPEG*. No trabalho prático em questão foi utilizada uma versão do *JPEG2000* implementada em *C* (fonte: *https://www.ece.uvic.ca/~frodo/jasper/*).

1. Modo de utilização

a) Abra a linha de comandos do *Windows*.

b) Através da linha de comandos, navegue para o diretório de caminho *jasper-2.0.14\out\install\x64-Debug (default)\bin*.

c) Para comprimir digite

**jasper *--input (|nome do ficheiro a comprimir|.extensão) --output (|nome do ficheiro comprimido|.jp2) --output-format jp2*** ou ***jasper -f (|nome do ficheiro a comprimir|.extensão) -F (|nome do ficheiro comprimido|.jp2) -T jp2***na linha de comandos.

Para descomprimir digite

***jasper (|nome do ficheiro a descomprimir|.jp2) --output (|nome do ficheiro descomprimido|.extensão) --output-format (formato de saída)*** ou ***jasper -f (|nome do ficheiro a descomprimir|.jp2) -F (|nome do ficheiro descomprimido|.extensão) -T (formato de saída)*** na linha de comandos.

2. *Flags* de execução

*--help* o texto abaixo é imprimido

*--version* imprimir versão e sair

*--verbose* ativar modo detalhado

*--debug-level $lev* definir o nível de *debug* para *$lev*

*--input $file*  ler a imagem a partir do ficheiro *$file* em detrimento do *input standard*

*--input-format $fmt*  especificar o formato da imagem de entrada como *$fmt* (ver abaixo lista de formatos suportados)

*--input-option $opt* fornecer a opção *$opt* ao descodificador

*--output $file* escrever a imagem no ficheiro *$file* em detrimento do *output standard*

*--output-format $fmt* especificar o formato do ficheiro de saída como *$fmt* (ver abaixo lista de formatos suportados)

*--output-option $opt* fornecer a opção *$opt* ao codificador

*--force-srgb* forçar conversão para o espaço de cores *sRGB*

**Abreviaturas:**

*--input = -f, --input-format = -t, --input-option = -o,*

*--output = -F, --output-format = -T, --output-option = -O*

**Formatos suportados:**

*-mif My Image Format (MIF)*

*-pnm Portable Graymap/Pixmap (PNM)*

*-bmp Microsoft Bitmap (BMP)*

*-ras Sun Rasterfile (RAS)*

*-jp2 JPEG-2000 JP2 File Format Syntax (ISO/IEC 15444-1)*

*-jpc JPEG-2000 Code Stream Syntax (ISO/IEC 15444-1)*

*-jpg JPEG (ISO/IEC 10918-1)-pgx JPEG-2000 VM Format (PGX)*

*JPEG (LOSSY)*

O *JPEG*, além de um formato de imagens, é um método de compressão destrutivo. No trabalho prático em questão foi utilizada uma versão do *JPEG* implementada em *C* (fonte: *https://github.com/kornelski/jpeg-compressor/releases*).

1. Modo de utilização

***Windows*:**

a) Abra a linha de comandos do *Windows*.

b) Através da linha de comandos, navegue para o diretório de caminho ***jpeg-compressor\_v104\_r1\bin***.

***Linux*:**

a) Abra a linha de comandos do *Linux*.

b) Através da linha de comandos, navegue para o diretório de **caminho *jpeg-compressor\_v104\_r1\bin\_linux****.*

c) Para comprimir digite ***jpge (|nome do ficheiro a comprimir|.extensão) (|nome do ficheiro comprimido|.jpg) (fator de qualidade)*** na linha de comandos (1 ).

Para descomprimir digite ***jpge -d |(nome do ficheiro a descomprimir|.jpg) (|nome do ficheiro comprimido|.tga)*** na linha de comandos.

2. *Flags* de execução

**Opções suportadas em ambos os modos (compressão e descompressão):**

-*glog*  adicionar *output* ao ficheiro de *log*

**Opções suportadas no modo de compressão:**

*-o* ativar tabelas de *Huffman* Otimizadas (mais lento, mas ficheiros mais pequenos)

*-luma* imprimir a imagem com o modo *Y-only*

*-h1v1, -h2v1, -h2v2* *chroma subsampling* (predefinido é *Y-only* ou *H2V2*)

*-m* teste de compressão memória para memória (em vez de memória para o ficheiro)

*-w $file* escrever imagem comprimida para o ficheiro *$file.tga*

*-s* Usa o ficheiro *stb\_image.c* para descomprimir em vez do ficheiro *jpgd.cpp*