PROGRAMAÇÃO EM PYTHON

UFCD(s) 10793 - 10794

PROJECTO 2

PyCoder e Syms

(ßeta)

INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

A finalidade deste projecto passa por aplicar os conhecimentos adquiridos até agora no desenvolvimento aplicações em Python 3. Em particular, pretende-se que desenvolva código modular, decomposto em funções, utilizando os tipos de dados apropriados e, sempre que possível, recorrendo a bibliotecas que implementem as funcionalidades de que precisa.

Na primeira parte do projecto, pretende-se que desenvolva uma aplicação para codificação e descodificação de ficheiros utilizando o método *Run-Length Encoding*. Na segunda parte, deve desenvolver uma aplicação comando para detectar ficheiros semelhantes num sistema de ficheiros. Todas as partes do projecto a desenvolver são mencionadas na secção **AVALIAÇÃO**. Nesta secção encontra também uma explicação sobre o que se entende por "extra" no contexto deste projecto.

PARTE I - PYCODER: CODIFICADOR/DESCODIFICADOR RLE

INTRODUÇÃO

Pretende-se que implemente um codificador e descodificador do tipo *Run-Length Encoding* (RLE), que podemos traduzir para algo como *"Codificador de Séries por Comprimento"*. O RLE é muito utilizado para **comprimir blocos repetidos de informação** definidos consecutivamente, e integra outros métodos de compressão como, por exemplo, o DEFLATE (zip/gzip) ou o JPEG. Designamos estes blocos por "séries". O seu compressor deverá codificar séries de bytes, porém vamos ilustrar a sua aplicação na codificação de séries de caracteres. Considere a seguinte sequência de texto (tirada da Wikipedia):

```
WWWWWWWWWWWWBWWWWWWWWWWWWBBBWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWWBWWWWWWWWWWWWWW
```

Existem várias codificações RLE possíveis para esta sequência. As pretendidas neste exercício são as originam o seguinte *output*:

Método RLE A: `12W1B12W3B24W1B14W`
Método RLE B: `WW12BWW12BB3WW24BWW14`

No **primeiro método** de codificação, cada série de caracteres consecutivos é resumida indicando o número ocorrências do caractere seguido do caractere.

No **segundo método**, apenas uma ocorrência de um caractere leva a que este seja passado para a saída inalterado. Uma série de duas ou mais ocorrências do mesmo caractere é codificada com a dimensão precedida de dupla ocorrência do caractere. Ou seja, o caractere é colocado duas vezes na saída, seguindo-se um número que indica o comprimento da série. Deste modo, quando o descodificador detecta um mesmo caractere duas vezes seguidas, sabe que o caractere foi codificado com RLE e que deve consultar o número que segue esta dupla ocorrência do caractere.

O algoritmo a implementar deve ser orientado ao byte. Para distinguir um byte da sequência original, da própria dimensão da série, esta dimensão deve ser codificada com um byte também. Isto leva a que sequências de mais de 255 ocorrências de um mesmo byte tenham que ser divididas em duas. Por exemplo (utilizando uma notação semelhante à do Python para representar bytes), a sequência

```
\x82\x7F\x7F\x7F\x7F\x9B\x9B... série de 300 ocorrências deste último byte...\x9B
```

é codificada da seguinte forma através do segundo método de codificação:

```
\x82\x7F\x7F\x04\x9B\x9B\xFF\x9B\x9B\x2D
```

A negrito estão destacadas as dimensões das séries. Em decimal essas dimensões são 4, 255 e 45, respectivamente.

Consultar: https://en.wikipedia.org/wiki/Run-length_encoding

INTERFACE DA LINHA DE COMANDOS

O programa a desenvolver pode ser invocado sem opções ou utilizando as seguintes opções:

```
$ python3 pycoder.py (-c [-t TYPE] | -d) [-p PASSWD] FILE
```

As opções `-c` e `-d` (ou `--encode` e `--decode`) indicam se vai codificar ou descodificar o ficheiro dado por `FILE`. `TYPE` pode ser 1 (método A) ou 2 (método B), sendo 2 o valor por omissão. A versão longa desta opção é `--type=TYPE`.

À semelhança do comando `gzip`, após codificação (opção `-c`) o ficheiro `FILE` passa a possuir a extensão `.rle`. Esta extensão é removida após descodificação, tal como sucede com o comando `gunzip`.

Com a opção `-p` pode introduzir uma palavra-passe que será utilizada para para encriptar, através de criptografia simétrica, o ficheiro resultante da compressão RLE. Pode utilizar um módulo da biblioteca do Python ou uma biblioteca externa instalável com `pip` (eg, *criptography*). Como alternativa, pode também desenvolver um algoritmo de encriptação. Um algoritmo pedagogicamente interessante, ainda que pouco seguro, e que se enquadra no espírito deste projecto, é a Cifra de Vigenère.

Utilize o módulo **docopt** para ler as opções da linha de comandos.

Cada ficheiro RLE deve ser precedido de um **cabeçalho** com 5 bytes:

- Byte 1: **método de compressão**. Para que o descompressor saiba o método de codificação RLE utilizado, o compressor deve guardar no primeiro byte do cabeçalho um identificador do método. O método 1 é identificado pelo valor 33, ao passo que o método 2 é identificado pelo valor 138. O descodificador decide então o método a utilizar em função deste identificador, assinalando um erro caso não tenha nenhum destes valores.
- Bytes 2-5: a **data/hora** (**timestamp**) da compressão do arquivo em segundos. Este é um número inteiro de 32 bits que pode ser obtido a partir de `time.time`. Deve ser gravado em formato *big endian* (veja `int.to_bytes` ou o módulo `struct`).

Pode utilizar o módulo **struct** para gerar e ler este cabeçalho, ou outro método que prefira.

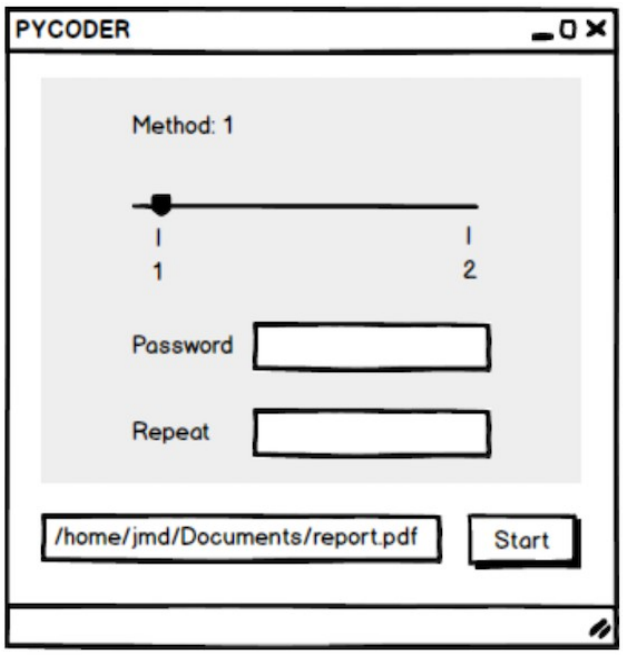
Após descomprimir o ficheiro `info.pdf.rle` (por exemplo) para `info.pdf` na linha de comandos, o pycoder exibe:

```
Decompressed 'info.pdf.rle' into 'info.pdf' using method 2 (opcode 138)
Compression date/time    : 2020-11-15 19:21
```

INTERFACE GRÁFICA

Quando invocado sem opções, o PyCoder deve abrir uma interface gráfica (GUI) desenvolvida com uma das seguintes *frameworks*: PySide2/6 (Qt for Python), PyQt5/6, PySimpleGUI ou Kivy.

Eis a maquete da GUI do PyCoder:



A operação a executar - comprimir ou descomprimir - através de `Start` depende da extensão do caminho indicado no campo apropriado.

OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Deve desenvolver o código num ambiente virtual criado com o módulo `venv`. Aqui é que deve instalar todas as bibliotecas de que necessita para a sua aplicação.

Além do mais deve criar um repositório GIT para gestão de versões. Pode criar um repositório local ou utilizar um serviço de alojamento (*cloud*) destes repositórios como o GitHub.

Deve ser possível produzir uma distribuição executável do PyCoder (`pycoder.exe` em Windows, `pycoder` apenas noutros SOs).

Consultar: https://en.wikipedia.org/wiki/Run-length_encoding
https://www.pythonguis.com/
https://doc.qt.io/qtforpython/quickstart.html
https://www.pythonguis.com/pyside2-tutorial/
https://realpython.com/python-virtual-environments-a-primer/
http://docopt.org/

[PARTE III - SYMS]

Vamos agora fazer um programa **extra** para detectar ficheiros com "semelhanças". Através da linha de comandos, o seu programa recebe um caminho para uma directoria e "desce" essa directoria procurando por ficheiros que apresentem uma determinada semelhança. No final exibe uma listagem com os grupos de ficheiros semelhantes.

De seguida, precedidas da respectiva opção da linha de comandos, indicamos as semelhanças a detectar:

- `-c, --contents`: detecta ficheiros com conteúdo binário igual
- `-n, --name`: detecta ficheiros com o mesmo nome (incluindo a extensão)
- `-e, --extension`: detecta ficheiros com a mesma extensão
- `-r PATTERN, --regex==PATTERN`: detecta ficheiros cujo o nome verifica a expressão regular dada por `PATTERN`; os ficheiros são depois agrupados pela ocorrência concreta do padrão

A sintaxe do comando deve ser a seguinte:

```
$ syms [-c] [-n] [-e] [-r PATTERN] [caminho_dir]
```

Utilize a biblioteca **argparse** para leitura das opções da linha de comandos. Se mais do que uma opção for especificada, então o seu programa deve exibir uma listagem por opção. Se nenhuma opção for especificada, o programa assume a opção `-n`. O valor por omissão para `caminho_dir` é a directoria corrente.

Sugestões:

1. Utilize `os.walk` para percorrer árvore de directorias dentro do caminho fornecido

2. No caso da detecção de ficheiros com o mesmo conteúdo, para evitar ter que comparar ficheiros, processo dispendioso em termos de CPU e de utilização de memória, utilize `hashlib.md5` para obter de forma eficiente um resumo de cada ficheiro. É praticamente impossível encontrar dois ficheiros para os quais se obtenham resumos idênticos (ou seja, nestas circunstâncias, e para efeitos práticos, um *hash* é um resumo unívoco).

Consultar: https://docs.python.org/3/library/os.html?#os.walk
https://docs.python.org/3/library/hashlib.html#module-hashlib
https://www.tutorialspoint.com/python/python_reg_expressions.htm
https://docs.python.org/3/howto/regex.html
https://towardsdatascience.com/learn-enough-python-to-be-useful-argparse-e482e1764e05
https://docs.python.org/3/library/argparse.html

AVALIAÇÃO

No contexto deste projecto, um elemento **extra** é um componente ou funcionalidade cuja cotação (ver tabela em baixo) é substancialmente inferior à de outros componentes ou funcionalidades de dificuldade semelhante. É possível ter uma boa classificação neste projecto não realizando nenhum dos elementos extras.

ELEMENTO	COTAÇÃO MÁXIMA (0..20)
Pycoder (Codificador)	6
Pycoder (Descodificador)	6
Encriptação	3
GUI	3
Syms	2

Como incentivo, a classificação das funcionalidades **extra** pode contribuir até 2 valor(es) para a nota do teste escrito e até 1 valor(es) para a nota do próximo projecto. O projecto deve ser resolvido em grupos de dois formandos. Excepcionalmente, poderá ser realizado por grupos com outras dimensões.

Deve também elaborar um relatório (ver secção **ENTREGAS**) que valerá 20% da cotação do projecto. Aconselha-se que a primeira parte do relatório, **INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS** e **DESENHO E ESTRUTURA**, seja realizada em primeiro lugar, antes mesmo de avançar para uma implementação.

ENTREGAS

O projecto deve ser entregue até às **23h59m** do dia **28/02/2019**. Um atraso de *N* dias na entrega levará a uma penalização dada pela fórmula $0.25 \times 2^{(N-1)}$ ($N > 0$). Deve enviar até ao dia 12/02 todos os fluxogramas mencionados na descrição do relatório. O não cumprimento deste requisito leva a uma penalização máxima de 7% na nota final do projecto.

Deverá ser entregue um ZIP com o seguinte:

1. Pastas `pycoder` e `syms` com o código produzido e tirado dos repositórios Git. Cada ficheiro deve estar documentado com uma *docstring* apropriada. A *docstring* deve incluir a data de entrega e o nome dos elementos do grupo.

   Finalmente, este ZIP deve também incluir o ficheiro `relatorio.pdf` (ver a seguir).

2. Relatório em PDF que deve seguir o modelo fornecido em anexo. Em termos de formatação, adapte apenas a designação da acção e o nome dos módulos. Siga as recomendações relacionadas com a elaboração de um relatório dadas pelo formador Fernando Ruela. O relatório deve incluir uma capa simples com o símbolo do IEFP, referência ao Centro de Formação de Alcântara, data, indicação do curso e da acção (eg, *Técnico de Informática - Sistemas 07*) e dos elementos que elaboraram o trabalho.

   Em termos de conteúdo o seu relatório deve possuir as seguintes secções e anexos:

   2.1 **Introdução e Objectivos:** Por palavras suas, descreva o propósito do projecto e quais os principais objectivos a atingir. Não plagie a introdução deste enunciado.

   2.2 **Desenho e Estrutura:** Para este projecto, é suficiente elaborar um fluxograma a descrever o algoritmo/processo principal de cada um dos programas realizados.

   No caso do **pycoder**, deve elaborar quatro fluxogramas, dois para o compressor (métodos 1 e 2) e outros dois para o descompressor.

   Para o **syms**, apenas necessita de considerar as opções `-c` e `-n`. Deve também considerar a possibilidade de ambas terem sido seleccionadas.

   Os fluxogramas devem incidir nos algoritmos e nos processos, e na lógica que lhes é subjacente. Não devem incluir instruções de programação, nem incluir detalhes de visualização (eg, "apaga ecrã" ou "formata a 20 colunas").

   2.3 **Implementação:** Deve descrever brevemente a solução implementada para cada um dos programas. Em particular, os aspectos mais importantes a mencionar para cada programa são:

   - As funções principais que definiu.

- As estruturas de dados principais utilizadas e sua finalidade

- Os principais módulos utilizados, qual a finalidade de cada um e, dentro destes, quais os mecanismos efectivamente utilizados.

Sempre que achar necessário pode incluir pedaços de código ilustrativos.

2.4 Conclusão: Além de seguir as recomendações indicadas no modelo a respeito da elaboração da conclusão de um relatório, deve também listar o que foi implementado e o que ficou por implementar, indicando, neste último caso, o porquê de não ter sido implementado.

NOTAS

Aqui ficam algumas noções relacionados com esta temática, em inglês, por falta de tempo para traduzir, mas também para fortalecer o nosso inglês técnico.

Encoding	*Provide a 'physical' representation for data. This can be motivated by the fact that there is no such representation available yet. But it can also be done in order to obtain different representations for the same data with the purpose of gaining efficiency in processing the data, or reducing the size (compression), or "shield it" from interference when sending it through a communication channel, or obscuring the data (encryption), etc.*
Encryption	*The process of encoding (obscuring) data to make it unreadable.*
Decryption	*The process of decoding data to make it readable again.*
Cipher	*Encoding algorithm for performing encryption and decryption.*
Plaintext	*The original data.*
Ciphertext	*The encrypted data.*
Compression	*An encoding process which aims to eliminate redundant information allowing for the original data to be compressed.*

Observe que todos os codificadores podem possuir uma interface comum assente em dois métodos: `encode` para codificar os dados, e `decode` para descodificar os dados. Uma das vantagens de definir uma interface passa pela possibilidade de substituir um codificador por outro sem que o código cliente tenha que ser alterado.