Fundamentos da Programação

Abstração de Dados

Aula 15

Alberto Abad, Tagus Park, IST, 2021-22

Abstração em Programação

- A abstração é um conceito central em programação (e não só):
  - Descrição simplificada de uma entidade com foco nas propriedades mais relevantes, deixando de parte (escondendo) os pormenores.
- Até agora vimos a **abstração procedimental** para definir funções:
  - Para uma função definimos um *nome*, entradas e saídas, assim escondemos os pormenores de implementação ao utilizador/resto do programa → Separação do **que** e do **como**
  - Permite substituir funções por outras que fazem o mesmo, de uma forma diferente.
- Os programas podem ser considerados como um conjunto de construções abstratas que podem ser executadas por um computador.

Abstração em Programação

- Até agora, utilizamos instâncias de tipos já existentes:
  - Nunca considerámos novos tipos de dados não *built-in*.
  - Mas utilizamos abstrações já existentes, por exemplo as listas.
- Muitas vezes é necessário representar e operar sobre diferentes tipos de informação nos nossos programas e que não existem na linguagem.
- Esta semana, veremos como definir tipos estruturados de informação *custom* recurrendo ao conceito de **abstração de dados**:
  - Equivalente às abstrações procedimentais mas para estruturas de dados.
  - Permite separar o modo como pode ser utilizada, e o que representa (o **que**), da forma como é construída e representada a partir de outros tipos e estruturas de dados (o **como**).

Abstração de Dados

Definição de novos tipos e abstração

- Um tipo de informação é em geral caracterizado pelo conjunto de operações que suporta e pelo conjunto de instâncias ou entidades associadas:
  - O conjunto de instâncias denomina-se domínio do tipo.
  - Cada instância no conjunto denomina-se elemento do tipo.
- A abstração de dados consiste em considerar a definição de novos tipos de informação em duas fases sequenciais:

  1. Estudo das propriedades do tipo.
  2. Pormenores da realização do tipo numa linguagem de programação.
- Vejamos com um exemplo a importância de esta sequência: **números complexos**.

Abstração de Dados: Números Complexos

Exemplo de motivação

- Um número complexo é um número que pode ser expressado da forma $a + bi$, em que tanto a, a parte real, como b, a parte imaginária, são números reais, e o símbolo i satisfaz a equação $i^2 = -1$.
- A soma, subtração, multiplicação e divisão de números complexos são definidas do seguinte modo:

$$(a + bi) + (c + di) = (a + c) + (b + d)i$$

$$(a + bi) - (c + di) = (a - c) + (b - d)i$$

$$(a + bi) \times (c + di) = (ac - bd) + (ad + bc)i$$

$$\frac{a + bi}{c + di} = \frac{ac + bd}{c^2 + d^2} + \frac{bc - ad}{c^2 + d^2}i$$

</br>

Números Complexos: Primeira Abordagem

Solução dependente da representação

- **Solução errada:** Desenvolver para uma representação concreta, neste caso, tuplos.

In [5]:
```
def sum_compl(c1, c2):
    r = c1[0] + c2[0]
    i = c1[1] + c2[1]
    return r, i

def sub_compl(c1, c2):
    r = c1[0] - c2[0]
    i = c1[1] - c2[1]
    return r, i

def mul_compl(c1, c2):
    r = c1[0] * c2[0] - c1[1] * c2[1]
    i = c1[0]*c2[1] + c2[0]*c1[1]
    return r, i

def div_compl(c1, c2):
    den = c2[0] **2 + c2[1] **2
    if den != 0:
        r = (c1[0] * c2[0] + c1[1] * c2[1])/den
        i = (c1[1] * c2[0] - c2[1] * c1[0])/den
        return r, i
    raise ZeroDivisionError('')

mul_compl((1,2),(2,3))
```

Out[5]:
```
(-4, 7)
```

- Qual é o problema com esta solução?

Números Complexos: Segunda Abordagem

Solução independente da representação

- Imaginemos que existe um módulo/biblioteca com as seguintes funções:
  - **cria_compl(r, i)** - recebe como argumentos dois números reais e retorna um número complexo.
  - **p_real(c)** - recebe como argumento um número complexo e rertona a parte real.
  - **p_imag(c)** - recebe como argumento um número complexo e rertona a parte imaginária.
- Podemos escrever uma solução que utilize estas funções **independentemente** da representação.

Números Complexos: Segunda Abordagem

Solução independente da representação

In [8]:
```
def sum_compl(c1, c2):
    r = p_real(c1) + p_real(c2)
    i = p_img(c1) + p_img(c2)
    return cria_compl(r, i)

def sub_compl(c1, c2):
    r = p_real(c1) - p_real(c2)
    i = p_img(c1) - p_img(c2)
    return cria_compl(r, i)

def mul_compl(c1, c2):
    r = p_real(c1) * p_real(c2) - p_img(c1) * p_img(c2)
    i = p_real(c1) * p_img(c2) + p_img(c1) * p_real(c2)
    return cria_compl(r, i)

def div_compl(c1, c2):
    den = p_real(c2)**2 + p_img(c2)**2
    if den != 0:
        r = (p_real(c1) * p_real(c2) + p_img(c1) * p_img(c2))/den
        i = (p_img(c1) * p_real(c2) - p_real(c1) * p_img(c2))/den
        return cria_compl(r, i)
    raise ZeroDivisionError('')

sum_compl(cria_compl(1,2),cria_compl(2,3))
```

Out[8]:
```
(3, 5)
```

Números Complexos: Segunda Abordagem

Solução independente da representação

- Baseada nesta *biblioteca* podemos definir novas funções, por exemplo de *representação externa*, _compl_para*string(c)*:

In [3]:
```
def compl_para_string(c):
    return str(p_real(c)) + ('+' if p_img(c) > 0 else '-') + str(abs(p_img(c))) + 'i'

compl_para_string(cria_compl(1,2))
```

Out[3]:
```
'1+2i'
```

Números Complexos: Segunda Abordagem

Solução independente da representação

- Podemos repesentar os nossos complexos como **tuplos**: $R\{a + bi\}$ = (a, b)

In [6]:
```
#Representing as a tuple
def cria_compl(r, i):
    if isinstance(r, (int, float)) and isinstance(i, (int, float)):
        return (r, i)
    raise ValueError('')

def p_real(c):
    return c[0]

def p_img(c):
    return c[1]

c1 = cria_compl(10, 5)
c2 = cria_compl(3, 10)
compl_para_string(mul_compl(c1, c2))
```

Out[6]: '-20+115i'

Números Complexos: Segunda Abordagem

Solução independente da representação

- Ou podemos repesentar os noss complexos como **dicionários**: $R\{a + bi\}$ = {'r':a, 'i':b}

In [2]:
```
#Representing as a dictionary
def cria_compl(r, i):
    if isinstance(r, (int, float)) and isinstance(i, (int, float)):
        return {'r': r, 'i': i}
    raise ValueError('')

def p_real(c):
    return c['r']

def p_img(c):
    return c['i']


c1 = cria_compl(10, 5)
len(c1)
```

Out[2]: 2

Abstração de Dados: Vetores

Outro Exemplo

- Consideremos um tipo de dados abstrato para representar vetores num espaço bidimensional.
- Operações a suportar:
  - **cria_vetor(x, y)**: dados dois números reais x e y retorna o vector (x, y)
  - **vetor_abcissa(v)**: dado um vetor v retorna a abcissa
  - **vetor_ordenada(v)**: dado um vetor v retorna a ordenada
  - **e_vetor(e)**: dado um qualquer elemento e reconhece se o mesmo é um vetor ou não
  - **vetor_igual(u,v)**: dados dois vetores indica se os mesmos são ou não iguais
  - **vetor_para_string(v)**: dado um vetor v retorna uma *string* que o representa.

Abstração de Dados: Vetores

Outro Exemplo

In [13]:
```
# construtor
def cria_vetor(x, y):
    # verifica validade dos argumentos
    if isinstance(x, (int,float)) and isinstance(y, (int,float)):
        return (x, y)
    raise ValueError('')

cria_vetor(10,20)
```

Out[13]: (10, 20)

In [14]:
```
# seletor
def vetor_abscissa(v):
    # verifica validade do argumento
    if e_vetor(v):
        return v[0]
    raise ValueError('')
```

In [15]:
```
# seletor
def vetor_ordenada(v):
    # verifica validade do argumento
    if e_vetor(v):
        return v[1]
    raise ValueError('')
```

Abstração de Dados: Vetores

Outro Exemplo

In [24]:
```
# reconhecedor
def e_vetor(arg):
    return isinstance(arg, tuple) and len(arg) == 2 and isinstance(
arg[0], (int,float)) and isinstance(arg[1], (int,float))
```

In [23]:
```
# teste
def vetor_igual(u,v):
    return e_vetor(u) and e_vetor(v) and u == v
    ## return e_vetor(u) and e_vetor(v) and vetor_abscissa(u) == ve
tor_abscissa(v) and vetor_ordenada(u) == vetor_ordenada(v)
```

In [22]:
```
# transformador
def vetor_para_string(v):
    # <x,y>
    if e_vetor(v):
        return '<' + str(vetor_abscissa(u)) + ',' + str(vetor_absci
ssa(u)) + '>'
    raise ValueError('')
```

Abstração de Dados: Vetores

Outro Exemplo

Produto escalar (*dot product*) → Utilizar funções anteriores

$\boldsymbol{u} \cdot \boldsymbol{v} = (u_1, u_2) \cdot (v_1, v_2) = u_1 \cdot v_1 + u_2 \cdot v_2$

In [25]:
```
# u . v = (1,2) x (4,5) = 1x4 + 5x2 = 14
def produto_escalar(u, v):
    if e_vetor(u) and e_vetor(v):
        return vetor_abscissa(u) * vetor_abscissa(v) + vetor_ordena
da(u) * vetor_ordenada(v)
    raise ValueError('')

u = cria_vetor(1,2)
v = cria_vetor(4,5)
print(vetor_para_string(u))
print(vetor_para_string(v))
print(produto_escalar(u, v))
```

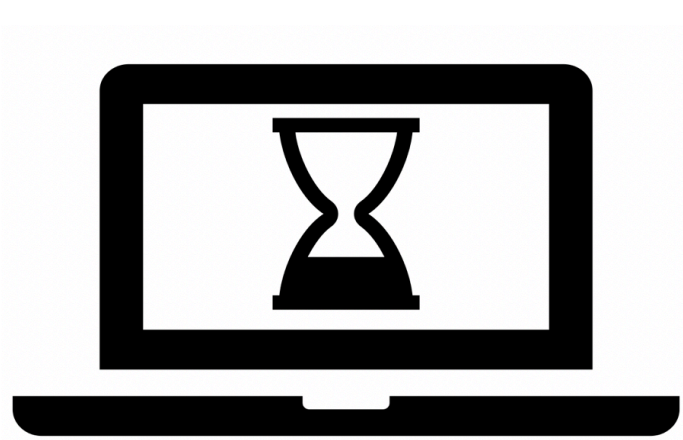
```
<1,1>
<1,1>
14
```

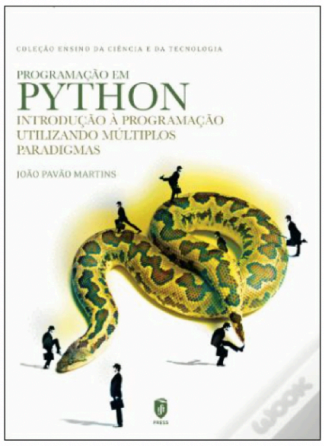
Abstração de dados

Tarefas próximas aulas

- Nas teóricas:
  - Ler secções 9.3 e 9.4 do livro da disciplina
  - Completar exemplos

- Nas práticas:
  - Ficha 3: Cap 4 (Tuplos, ciclos contados e cadeias de carateres) + Cap 5 (Listas)
  - L06: Dicionários
  - L07: Abstração de dados





In [ ]: