Insper

Megadados

Programação funcional

Maciel Vidal macielcv@insper.edu.br
Fábio Ayres fabioja@insper.edu.br

Computação

- Crie uma função

```
get_total_pgto(cpfs, pagamentos)
```

Que recebe uma lista de cpf e uma lista de pagamentos e devolve o valor total pago por cpf.

- Dado a relação

```
pagamentos(id INT PK, cpf VARCHAR(11), valor DECIMAL(10,2))
```

Crie uma query que devolve o valor total pago por cpf.

Computação

“Fazer computação acontecer" é uma atividade complicada.

- Desde os elementos fundamentais de hardware digital,
- passando por sistemas operacionais e redes,
- até produtos finais *"user-facing"*.

Domando a complexidade

- *A matéria-prima da computação é* ***complexidade***
- As ferramentas de computação existem para domar a complexidade
- A estratégia mais poderosa para domar a complexidade é a construção de **abstrações**

Paradigmas de programação

Abstrações úteis para conceber, projetar e implementar sistemas computacionais

- Programação procedural
- Programação orientada a objetos
- Programação orientada a eventos
- **Programação funcional**
- Programação reativa
- Etc...

Interlúdio: o que é computação?

Interlúdio: o que é computação?

Na década de **1930** vários matemáticos buscaram o significado de **"computável"**, em resposta a um desafio lançado por David Hilbert em 1928:

o Entscheidungsproblem
(ou problema da decisão)

Existe algum algoritmo que consiga sempre provar (verdadeira ou falsa) uma afirmação lógica a partir dos axiomas e das regras da lógica?

Entscheidungsproblem

A resposta é **não**!

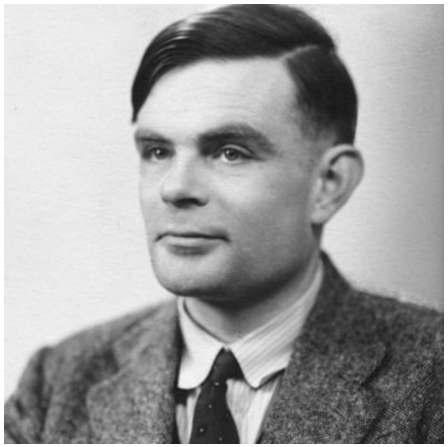
Em 1936, Alonzo Church e Alan Turing chegaram a essa resposta por meios diferentes, de modo independente.

Para conseguir responder o problema, Church e Turing tiveram que **definir matematicamente a computação**.

O que é computação?

- Alonzo Church
  - Cálculo lambda

- Alan Turing
  - Máquinas de Turing



Finalmente, o que é computação?

Em termos simples: *uma função definida nos números naturais é computável se e somente se:*

- [Alan Turing]: pode ser computada por uma máquina de Turing
- [Alonzo Church]: pode ser computada pelo cálculo lambda

Esta é a tese de Church-Turing

Cálculo Lambda

- Representa lógica, números, etc, como funções
- Estuda mais como combinar funções do que como aplicá-las a dados concretos

Cálculo Lambda

Exemplo de lambda:

$\lambda x.x$ – Função identidade

$(\lambda x.x + 1)\ 10$ – Função “soma 1”, aplicada ao valor 10, resultando no valor 11

$(\lambda x.\ \lambda y.x + y)$ – Função que recebe um valor x_0 e retorna uma função $(\lambda y.x_0 + y)$

$(\lambda x.\ \lambda y.x + y)\ 10$ – Aplicação do resultado anterior para $x_0 = 10$, resultando na função $(\lambda y.10 + y)$

Cálculo Lambda

Exemplo de lambda:

$$(\lambda x.\ \lambda y.x + y)\ 10\ 20$$

Cálculo Lambda

Exemplo de lambda:

$$(\lambda x.\ \lambda y.x + y)\ 10\ 20$$
$$\rightarrow (\lambda y.10 + y)\ 20$$
$$\rightarrow 10 + 20$$
$$\rightarrow 30$$

Cálculo Lambda

Considere os seguintes termos lambda:

$$TRUE \equiv \lambda x.\ \lambda y.x$$
$$FALSE \equiv \lambda x.\ \lambda y.y$$

Agora considere este termo lambda:

$$IFTHENELSE \equiv \lambda v.\ \lambda p.\ \lambda q.v\ p\ q$$

Será que funciona?

Outros exemplos

https://en.wikipedia.org/wiki/Lambda_calculus

AND := λp.λq.p q p
OR := λp.λq.p p q
NOT := λp.p FALSE TRUE

Atividade: prove que

- NOT TRUE = FALSE
- AND TRUE FALSE = FALSE
- OR TRUE FALSE = TRUE

Outros exemplos

https://en.wikipedia.org/wiki/Lambda_calculus

0 := λf.λx.x
1 := λf.λx.f x
2 := λf.λx.f (f x)
3 := λf.λx.f (f (f x))

PLUS := λm.λn.λf.λx.m f (n f x)

Atividade: prove que PLUS 1 2 = 3

Ok, e daí? Lições do cálculo lambda

Essencial ao cálculo lambda são os seguintes conceitos:

- Funções puras (*pure functions*)
  - Não existe *estado* sendo modificado e armazenado, apenas valores sendo passados entre funções
- Funções como objetos de primeira classe (*functions as first class objects*)
  - Assim como passamos valores, podemos passar funções

Ok, e daí? Lições do cálculo lambda

- Funções de ordem superior (*higher-order functions*)
  - Funções podem receber funções e retornar funções
- Aplicação parcial de argumentos
- Loops representados como recursões
- Ausência de variáveis e atribuições – ausência de estado

Programação funcional

O cálculo lambda **NÃO** é uma boa alternativa para implementação direta como linguagem de programação, mas a adoção de alguns princípios pode ser vantajosa.

- Robustez
- Claridade
- Mais preocupada com "o que calcular" do que "como calcular"

A programação funcional é inspirada em:

- Cálculo lambda, e
- Teoria de categorias

Programação funcional

Linguagens de programação funcionais
- Haskell, Lisp, etc

Linguagens exclusivamente imperativas, que não tem mecanismos nativos para programação funcional:
- C, Java (antes de Java 8), etc

Linguagens mistas, com mecanismos nativos para ajudar na programação funcional:
- Python, Scala, etc

Em todas estas linguagens, contudo, é possível adotar um estilo funcional de programação!

E agora, o ponto mais importante desta aula

Programação funcional e big data

- Programação funcional descreve o que queremos calcular **sem especificar como iterar sobre os dados**
  - Facilmente paralelizável

- Programação funcional usa **funções puras**
  - Robustez: se um bloco de cálculo falha (a máquina cai), podemos reiniciar o cálculo daquele bloco apenas, sem problemas

- **Ausência de estado global**
  - Facilita uso de memória distribuída

Programação funcional e big data

Estas são características ideais para computação distribuída de grandes massas de dados!

Os principais frameworks de computação big data são inspirados em programação funcional:

- Hadoop MapReduce
- Spark

Hoje: Programação funcional em Python

- Funções como objetos de primeira classe
- Lambda
- Closures e aplicação parcial de argumentos
- List comprehensions
- Algumas *higher-order functions*:
    - Map
    - Filter
    - Reduce

Insper

www.insper.edu.br