Programare declarativă

Introducere în programarea funcțională folosind Haskell

Ioana Leuștean
Ana Cristina Țurlea

Departamentul de Informatică, FMI, UB
ioana@fmi.unibuc.ro
ana.turlea@fmi.unibuc.ro

Organizare

Plan curs

Programare funcțională (folosind Haskell)

- Funcții, recursie, funcții de ordin înalt, tipuri
- Operații pe liste: filtrare, transformare, agregare
- Polimorfism, clase de tipuri, modularizare
- Tipuri de date algebrice - evaluarea expresiilor
- Operațiuni Intrare/Ieșire
- Agregare pe tipuri algebrice
- Functori, monade

Resurse

- Paginile cursului:
  - http://moodle.fmi.unibuc.ro/course/view.php?id=367 (Seria 33)
  - http://moodle.fmi.unibuc.ro/course/view.php?id=668 (Seria 34)
  - http://cs.unibuc.ro//~ileustean/PD.html
  - Prezentările cursurilor, forumuri, resurse electronice
  - Știri legate de curs vor fi postate pe ambele pagini și pe moodle
- https://tinyurl.com/y5txtkwz sau http://bit.do/unibuc-pd
  - Cele mai noi variante ale cursurilor si laboratoarelor.
- Cartea online „Learn You a Haskell for Great Good” http://learnyouahaskell.com/
- Pagina Haskell http://haskell.org
  - Hoogle https://www.haskell.org/hoogle
  - Haskell Wiki http://wiki.haskell.org

Evaluare

Notare

- Testare laborator (lab), examen (ex)
- Nota finală: 1 (oficiu) + lab + ex

Condiție de promovabilitate

- Nota finală cel puțin 5
  - $5 > 4.99$

Activitate laborator

- La sugestia profesorului coordonator al laboratorului, se poate nota activitatea în plus față de cerințele obșnuite.
- Maxim 1 punct (bonus la nota finală)

Test laborator

- Valorează 2 puncte din nota finală
- În saptămâna a 7-a
- Pe calculatoare - la laborator
- Acoperă materia din laboratoarele 1-6
- Fără acces la rețea/internet și fără materialele de la curs/laborator
- Materiale ajutătoare: funcții utile

Examen final

- Valorează 7 puncte din nota finală
- În sesiune
- Pe calculator
- Acoperă toată materia
- Durată: 2 ore
- Materiale ajutătoare: cursul tipărit și legat
- Fără acces la rețea/internet

Evaluare

- Prezența la testarea din săptămîna a 7-a nu este obligatorie, dar
- studenții absenți la testarea din săptămîna a 7-a vor pierde 2 puncte din nota finală.
- În restanțe se va da un singur examen!
- NU se păstrează punctaje parțiale între sesiuni!

Legătură foarte utilă!

`https://wiki.haskell.org/H-99:_Ninety-Nine_Haskell_Problems`

Programare funcțională

Programare declarativă vs. imperativă

Ce vs. cum

Programare imperativă (Cum)

Explic mașinii, pas cu pas, algoritmic, cum să facă ceva
și se întâmplă ce voiam să se întâmple ca rezultat al execuției mașinii.

- limbaje procedurale
- limbaje de programare orientate pe obiecte

Programare declarativă (Ce)

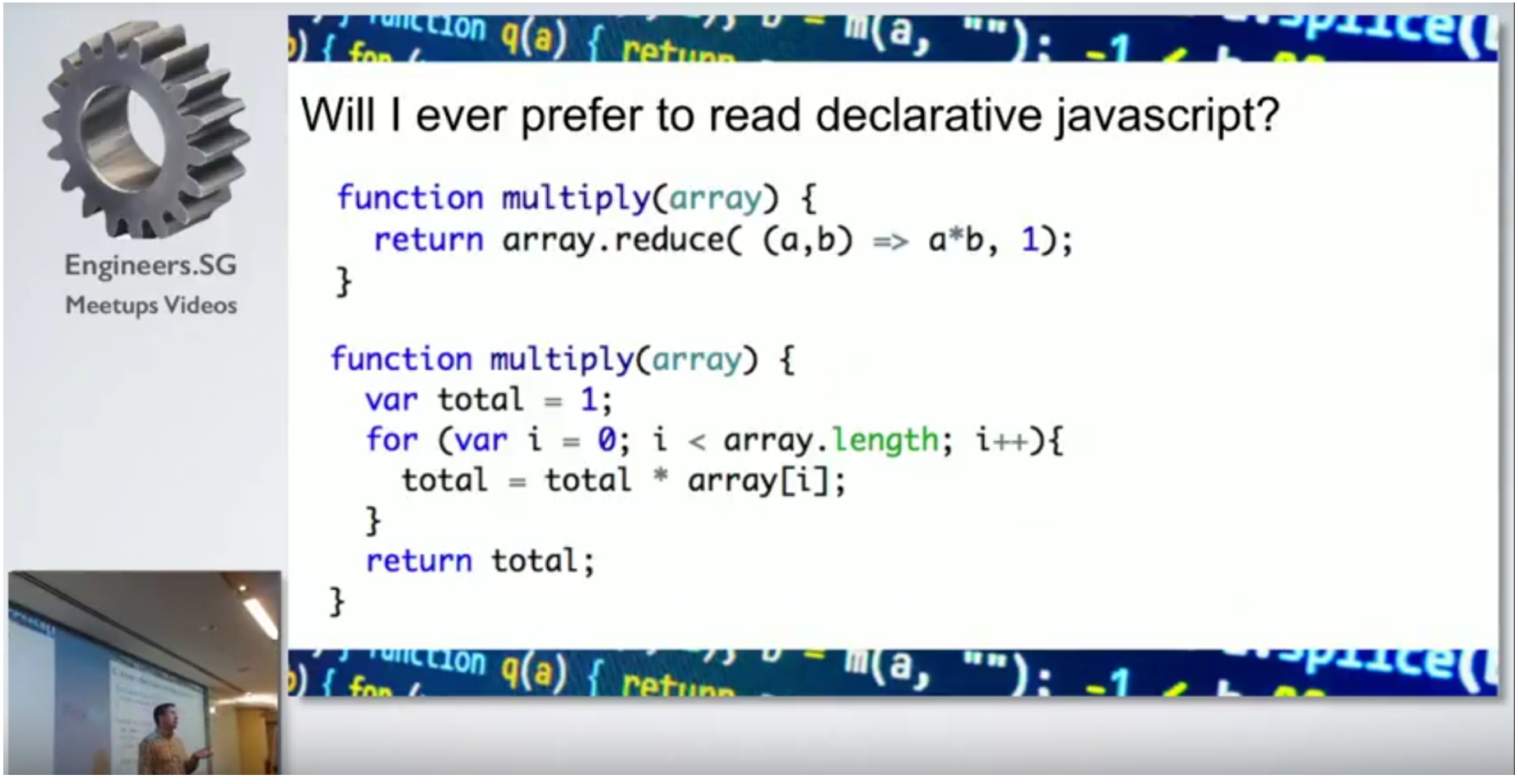
Îi spun mașinii ce vreau să se întâmple
și o las pe ea să se descurce cum să realizeze acest lucru. :-)

- limbaje de programare logică
- limbaje de interogare a bazelor de date
- limbaje de programare funcțională

Agregarea datelor dintr-o colecție (JS)

C. Boesch, Declarative vs Imperative Programming - Talk.JS

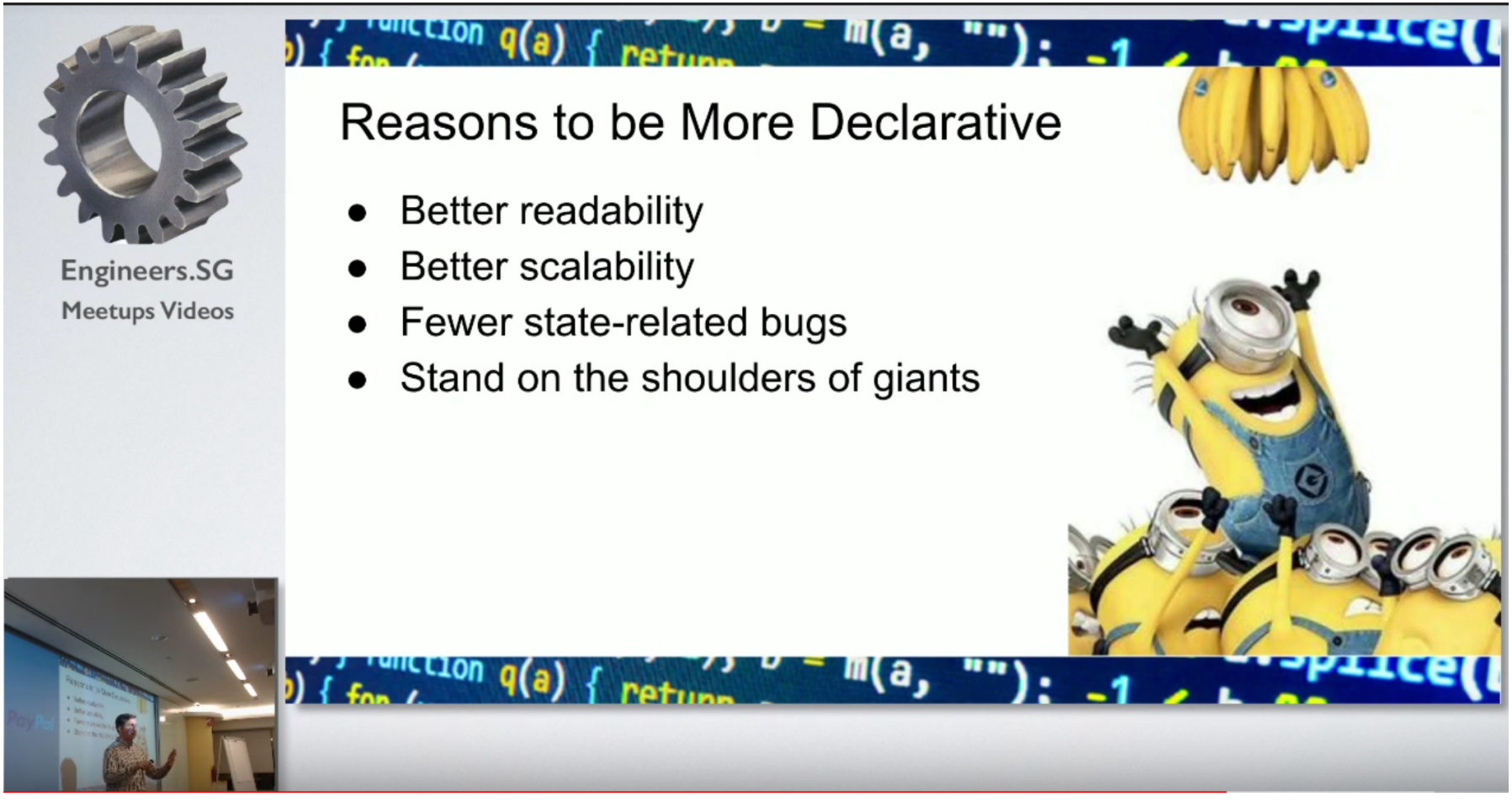
https://www.youtube.com/watch?v=M2e5sq1rnvc



Agregarea datelor dintr-o colecție (JS)

C. Boesch, Declarative vs Imperative Programming - Talk.JS

https://www.youtube.com/watch?v=M2e5sq1rnvc



Programare funcțională

- Programare funcțională în limbajul vostru preferat de programare:
  - Java 8, C++x11, C#, Python, PHP, JavaScript, Ruby, ...
  - Funcții anonime (λ-abstracții)
  - Funcții de procesare a fluxurilor de date: filter, map, reduce

λ-calcul (A. Church, 1929-1932)

$$\begin{array}{lll} t = & x & \text{(variabilă)} \\ & \mid \lambda x.\, t & \text{(abstractizare)} \\ & \mid t\ t & \text{(aplicare)} \end{array}$$

Funcții anonime în Haskell

În Haskell, `\` e folosit în locul simbolului λ și `->` în locul punctului.

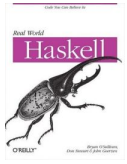
$\lambda x.x * x$ este `\x -> x * x`

$\lambda x.x > 0$ este `\x -> x > 0`

Programare funcțională în Haskell

- Haskell e folosit în proiecte de Facebook, Google, Microsoft, ...
  - Programarea funcțională e din ce în ce mai importantă în industrie
  - mai multe la `https://wiki.haskell.org/Haskell_in_industry`
- Oferă suport pentru paralelism și concurență.

De ce Haskell? (din cartea Real World Haskell)



The illustration on our cover is of a Hercules beetle. These beetles are among the largest in the world. They are also, in proportion to their size, the strongest animals on Earth, able to lift up to 850 times their own weight. Needless to say, we like the association with a creature that has such a high power-to-weight ratio.

Haskell este un limbaj funcțional pur

- Funcțiile sunt valori.
- În loc să modificăm datele existente, calculăm valori noi din valorile existente, folosind funcții
- Funcțiile sunt pure: aceleași rezultate pentru aceleași intrări.
- O bucată de cod nu poate corupe datele altei bucăți de cod.
- Distincție clară între părțile pure și cele care comunică cu mediul extern.

Haskell este un limbaj elegant

- Idei abstracte din matematică devin instrumente puternice practice
  - recursivitate, compunerea de funcții, functori, monade
  - folosirea lor permite scrierea de cod compact și modular
- Rigurozitate: ne forțează să gândim mai mult înainte, dar ne ajută să scriem cod mai corect și mai curat
- Curbă de învățare în trepte
  - Putem scrie programe mici destul de repede
  - Expertiza în Haskell necesită multă gândire și practică
  - Descoperirea unei lumi noi poate fi un drum distractiv și provocator
    `http://wiki.haskell.org/Humor`

Haskell

- Haskell e leneș: orice calcul e amânat cât de mult posibil
  - Schimbă modul de concepere al programelor
  - Permite lucrul cu colecții potențial infinite de date precum [1..]
  - Evaluarea lenesă poate fi exploatată pentru a reduce timpul de calcul fără a denatura codul

```
firstK k xs = take k (sort xs)
```

- Haskell e minimalist: mai puțin cod, în mai puțin timp, și cu mai puține defecte
  - ...rezolvând totuși problema :-)

```
numbers = [1,2,3,4,5]
total = foldl (*) 0 numbers
doubled = map (* 2) numbers
```

Exemplu

```
qsort :: Ord a => [a] -> [a]

qsort []     = []

qsort (p:xs) = (qsort lesser) ++ [p] ++ (qsort greater)
    where
        lesser  = filter (< p) xs
        greater = filter (>= p) xs
```

Exemplu

```
import Control.Monad (foldM)
import Data.List ((\\))

queens :: Int -> [[Int]]
queens n = foldM f [] [1..n]
  where
    f qs _ = [q:qs | q <- [1..n] \\ qs, q `notDiag` qs]
    q `notDiag` qs = and [abs (q - qi) /= i |
                          (qi,i) <- qs `zip` [1..]]
```

https://rosettacode.org/wiki/N-queens_problem

Succes!