

# Programare funcțională

Introducere în programarea funcțională folosind Haskell  
C06

---

Claudia Chiriță

Denisa Diaconescu

Departamentul de Informatică, FMI, UB

## Examen parțial - săptămâna viitoare

- test grilă pe foaie în cadrul cursului
- 3 puncte din nota finală, 15 întrebări grilă, 40 min
- nu este obligatoriu și nu se poate da din nou
- veți găsi repartiția pentru parțial pe Drive
- materiale ajutătoare: suportul de curs și de laborator, format fizic sau pe laptop/tabletă
- notițele voastre sunt permise
- nu aveți voie cu materialele pe telefoane mobile, ceasuri
- va rugăm să vă asigurați că aveți laptopurile încărcate/că aveți prelungitoare pentru a vă încărca laptopurile

## Tipuri de date algebrice

---

## Tipuri sumă

În Haskell, tipul **Bool** este definit astfel:

```
data Bool = False | True
```

- **Bool** este constructor de tip
- **False** și **True** sunt constructori de date

În mod similar, putem defini

```
data Season = Spring | Summer | Autumn | Winter
```

- **Season** este constructor de tip
- **Spring**, **Summer**, **Autumn** și **Winter** sunt constructori de date

**Bool** și **Season** sunt tipuri de date sumă, adică sunt definite prin enumerarea alternativelor.

## Tip sumă: Bool

```
data Bool = False | True
```

Operațiile se definesc prin "pattern matching":

```
not :: Bool -> Bool
```

```
not False = True
```

```
not True = False
```

```
(&&), (||) :: Bool -> Bool -> Bool
```

```
False && q = False
```

```
True && q = q
```

```
False || q = q
```

```
True || q = True
```

## Tip sumă: Season

```
data Season = Spring | Summer | Autumn | Winter
```

```
succesor :: Season -> Season
```

```
succesor Spring = Summer
```

```
succesor Summer = Autumn
```

```
succesor Autumn = Winter
```

```
succesor Winter = Spring
```

```
showSeason :: Season -> String
```

```
showSeason Spring = "Primavara"
```

```
showSeason Summer = "Vara"
```

```
showSeason Autumn = "Toamna"
```

```
showSeason Winter = "Iarna"
```

## Tipuri produs

**Problemă.** Să definim un tip de date care să aibă ca valori "puncte" cu două coordonate de tipuri oarecare.

```
data Point a b = Pt a b
```

- Point este **constructor de tip**
- Pt este **constructor de date**

Pentru a accesa componentele, definim proiecțiile:

```
pr1 :: Point a b -> a
```

```
pr1 (Pt x _) = x
```

```
pr2 :: Point a b -> b
```

```
pr2 (Pt _ y) = y
```

Point este un **tip de date produs**, definit prin **combinarea** tipurilor a și b.

## Tipuri produs

```
data Point a b = Pt a b
```

```
Prelude> :t (Pt 1 "c")  
(Pt 1 "c") :: Num a => Point a [Char]
```

```
Prelude> :t Pt  
Pt :: a -> b -> Point a b  
-- constructorul de date este operatie
```

```
Prelude> :t (Pt 1)  
(Pt 1) :: Num a => b -> Point a b
```

Se pot defini operații:

```
pointFlip :: Point a b -> Point b a  
pointFlip (Pt x y) = Pt y x
```



## Declarația listelor ca tip de date algebric:

```
data List a = Nil
            | Cons a (List a)
```

- **List** este constructor de tip
- Nil și Cons sunt constructori de date

Se pot defini operații:

```
append :: List a -> List a -> List a
append Nil ys                = ys
append (Cons x xs) ys = Cons x (append xs ys)
```

# Tipuri de date algebrice

Tipurile de date algebrice se definesc folosind "operațiile" sumă și produs.

**Forma generală:**

$$\begin{aligned} \text{data } \textit{Typename} \quad = \quad & \textit{Cons}_1 \ t_{11} \dots t_{1k_1} \\ & | \textit{Cons}_2 \ t_{21} \dots t_{2k_2} \\ & | \dots \\ & | \textit{Cons}_n \ t_{n1} \dots t_{nk_n} \end{aligned}$$

unde  $k_1, \dots, k_n \geq 0$

- Se pot folosi tipuri sumă și tipuri produs.
- Se pot defini tipuri parametrizate.
- Se pot folosi definiții recursive.

# Tipuri de date algebrice

## Forma generală:

$$\begin{aligned} \text{data } \text{Typename} \quad = \quad & \text{Cons}_1 \ t_{11} \dots t_{1k_1} \\ & | \text{Cons}_2 \ t_{21} \dots t_{2k_2} \\ & | \dots \\ & | \text{Cons}_n \ t_{n1} \dots t_{nk_n} \end{aligned}$$

unde  $k_1, \dots, k_n \geq 0$

**Atenție!** Alternativele trebuie să conțină **constructori**!

**data** StrInt = **String** | **Int**   este **greșit**.

**data** StrInt = VS **String** | VI **Int**   este corect.

[VI 1, VS "abc", VI 34, VI 0, VS "xyz"] :: [StrInt]

## Tipuri de date algebrice - exemple

```
data Bool = False | True
```

```
data Season = Winter | Spring | Summer | Fall
```

```
data Shape = Circle Float | Rectangle Float Float
```

```
data Pair a b = Pair a b
```

-- constructorul de tip și cel de date pot să coincidă

```
data Exp = Lit Int | Add Exp Exp | Mul Exp Exp
```

```
data List a = Nil | Cons a (List a)
```

```
data Tree a = Empty | Leaf a | Branch (Tree a) (Tree a)
```

Quiz time!



<https://tinyurl.com/PF2023-C06-Q1>

## Liste cu simboluri

```
data List a = Nil | Cons a (List a)
```

```
data [a] = [] | a : [a]
```

Constructorii listelor sunt [] și :

$[] :: [a]$

$(:) :: a \rightarrow [a] \rightarrow [a]$

## Tupluri cu simboluri

```
data (a,b) = (a,b)
data (a,b,c) = (a,b,c)
...      ...
```

Nu există o declarație generică pentru tupluri, fiecare declarație de mai sus definește tuplul de lungimea corespunzătoare, iar constructorii pentru fiecare tip în parte sunt:

```
(,) :: a -> b -> (a,b)
(,,) :: a -> b -> c -> (a,b,c)
...
```

## Exemplu: numerele naturale (Peano)

### Declarație ca tip de date algebric folosind șabloane

```
data Nat = Zero | Succ Nat
```

### Adunarea pe tipul de date algebric:

```
(+++) :: Nat -> Nat -> Nat
```

```
m +++ Zero      = m
```

```
m +++ (Succ n) = Succ (m +++ n)
```

Comparați cu versiunea folosind notația predefinită:

```
(+) :: Int -> Int -> Int
```

```
m + 0 = m
```

```
m + n = (m + (n-1)) + 1
```



## Exemplu: numerele naturale (Peano)

**Declarație ca tip de date algebric folosind șabloane**

```
data Nat = Zero | Succ Nat
```

```
(***) :: Nat -> Nat -> Nat
```

```
m *** Zero      = Zero
```

```
m *** (Succ n) = (m *** n) +++ m
```

Comparați cu versiunea folosind notația predefinită:

```
(*) :: Int -> Int -> Int
```

```
m * 0 = 0
```

```
m * n = (m * (n-1)) + m
```

## Tipul Maybe (opțiune)

```
data Maybe a = Nothing | Just a
```

### Rezultate opționale

```
divide :: Int -> Int -> Maybe Int  
divide n 0 = Nothing  
divide n m = Just (n 'div' m)
```

### Argumente opționale

```
power :: Maybe Int -> Int -> Int  
power Nothing n    = 2 ^ n  
power (Just m) n = m ^ n
```

## Maybe - folosirea unui rezultat opțional

```
divide :: Int -> Int -> Maybe Int
divide n 0 = Nothing
divide n m = Just (n 'div' m)
```

-- *utilizare gresita*

```
wrong :: Int -> Int -> Int
wrong n m = divide n m + 3
```

-- *utilizare corecta*

```
right :: Int -> Int -> Int
right n m = case divide n m of
               Nothing -> 3
               Just r   -> r + 3
```

## Tipul Either (variante)

```
data Either a b = Left a | Right b
```

```
mylist :: [Either Int String]
```

```
mylist = [Left 4, Left 1, Right "hello", Left 2,  
         Right " ", Right "world", Left 17]
```

Definiți o funcție care calculează suma elementelor întregi.

```
addints :: [Either Int String] -> Int
```

```
addints [] = 0
```

```
addints (Left n : xs) = n + addints xs
```

```
addints (Right s : xs) = addints xs
```

```
addints' :: [Either Int String] -> Int
```

```
addints' xs = sum [n | Left n <- xs]
```

## Tipul Either (variante)

```
data Either a b = Left a | Right b
```

```
mylist :: [Either Int String]
```

```
mylist = [Left 4, Left 1, Right "hello", Left 2,  
          Right " ", Right "world", Left 17]
```

Definiți o funcție care întoarce concatenarea elementelor de tip **String**.

```
addstrs    :: [Either Int String] -> String
```

```
addstrs    []                = ""
```

```
addstrs    (Left n : xs)     = addstrs xs
```

```
addstrs    (Right s : xs)   = s ++ addstrs xs
```

```
addstrs'   :: [Either Int String] -> String
```

```
addstrs'   xs = concat [s | Right s <- xs]
```

Cu **type** se pot redenumi tipuri deja existente.

```
type FirstName = String
```

```
type LastName  = String
```

```
type Age       = Int
```

```
type Height    = Float
```

```
type Phone     = String
```

```
data Person = Person FirstName LastName Age Height Phone
```

## Exemplu - date personale. Proiecții

```
data Person = Person FirstName LastName Age Height Phone
```

```
firstName :: Person -> String
```

```
firstName (Person firstname _ _ _ _) = firstname
```

```
lastName :: Person -> String
```

```
lastName (Person _ lastname _ _ _ _) = lastname
```

```
age :: Person -> Int
```

```
age (Person _ _ age _ _) = age
```

```
height :: Person -> Float
```

```
height (Person _ _ _ height _) = height
```

```
phoneNumber :: Person -> String
```

```
phoneNumber (Person _ _ _ _ number) = number
```

## Exemplu - date personale. Utilizare

```
Prelude*> let ionel = Person "Ion" "Ionescu" 20 175.2  
"0712334567"
```

```
Prelude*> firstName ionel  
"Ion"
```

```
Prelude*> height ionel  
175.2
```

```
Prelude*> phoneNumber ionel  
"0712334567"
```



```
data Person = Person { firstName :: String
                        , lastName  :: String
                        , age       :: Int
                        , height   :: Float
                        , phoneNumber :: String
                        }
```

## Date personale ca înregistrări

```
gigel = Person { firstName = "Gheorghe"  
                , lastName="Georgescu"  
                , age = 30, height = 192.3  
                , phoneNumber = "0798765432"  
                }
```

- Putem folosi și pattern-matching
- Proiecțiile sunt definite automat
- Sintaxă specializată pentru actualizări

```
nextYear :: Person -> Person  
nextYear person = person { age = age person + 1 }
```

## Date personale ca înregistrări

```
data Person = Person { firstName :: String
                        , lastName  :: String
                        , age       :: Int
                        , height    :: Float
                        , phoneNumber :: String
                        }

ionel = Person "Ion" "Ionescu" 20 175.2 "0712334567"

nextYear person = person { age = age person + 1 }
```

```
Prelude> nextYear ionel
```

No instance for (Show Person) arising from a use of 'print'

Deși toate definițiile sunt corecte, o valoare de tip Person nu poate fi afișată deoarece nu are o instanță a clasei **Show**.

**Pe săptămâna viitoare!**