Numerické datové typy

IB016 Seminář z funkcionálního programování

Vladimír Štill, Martin Ukrop

Fakulta informatiky, Masarykova univerzita

Jaro 2018

Numerické typy

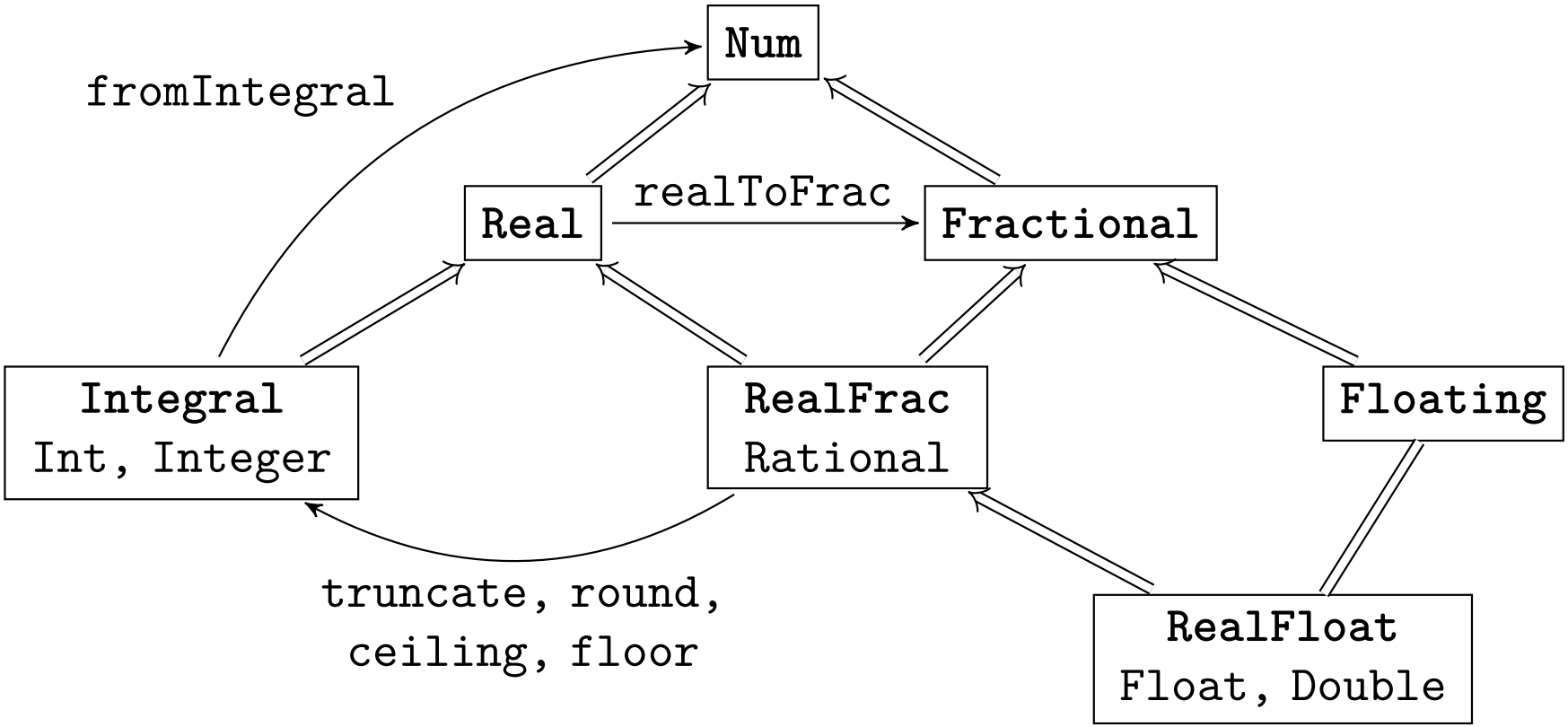
Základní

- `Integer`, `Int`: celočíselné typy se znamínkem, `Int` je omezený (32/64 bit typicky), `Integer` je neomezený
- `Float`, `Double`: s plovoucí desetinnou čárkou, platformě omezené (většinou 32, resp. 64 bit)
- `Rational = Ration Integer`: typ zlomků, s neomezenou přesností (konstruktor `(%)`, $1.5 \equiv 3$ `%` 2)

Další (většinou nejsou nutné)

- `Int*`, `Word*` z modulů `Data.Int`/`Data.Word`: celočíselné, znaménkové/neznaménkové, přesně daná bitová dálka v názvu
- `Complex` (`Data.Complex`)
- `Natural` (`Numeric.Natural`): neomezená čísla bez znaménka ($\geq$ GHC 7.8)
- `Data.Fixed`: obsahuje různé typy s pevnou desetinnou čárkou
- `C*` (`Foreign.C.Types`): typy pro volání z/do C

Numerické typové třídy a základní typy, některé konverze



Každý typ je vždy uveden v nejmenší třídě do níž patří (ale zároveň patří i do všech tříd nad ní).

Numerické typové třídy I

`Num a`

- všechny numerické typy
- `(+)`, `(-)`, `(*)`, `negate`, `abs`, `signum`
- `fromInteger :: Integer -> a`: používá se pro konverzi celočíselných literálů – číselný literál `42` se interpretuje jako `fromInteger 42` a je tedy typu `Num a => a`

`Real a`

- `toRational :: a -> Rational` konvertuje reální číslo na typ `Rational` s maximální možnou přesností

`Integral a`

- `quot`, `rem`, `div`, `mod`, `quotRem`, `divMod`
- `toInteger :: a -> Integer`

Numerické typové třídy II

`Fractional a`

- čísla podporující dělení
- `(/)`, `recip`
- `fromRational :: Rational -> a`: používá se pro konverzi literálů s desetinnou čárkou – 1.5 se interpretuje jako `fromRational (3 % 4)`

`Floating a`

- typy umožňující trigonometrické, hyperbolické a příbuzné funkce (které nejde přesně vyjádřit na přesných typech)
- `pi`, `exp`, `log`, `sqrt`, `(**)`, `logbase`
- `sin`, `cos`, `tan`, `asin`, `acos`, `atan`, `sinh`, `cosh`, `tanh`, `asinh`, `acosh`, `atanh`

Numerické typové třídy III

`RealFrac a`

- pro zaokrouhlování, extrakci komponent zlomků
- `properFraction, truncate, round, ceiling, floor`

`RealFloat a` *(spíše pro zajímavost)*

- pro efektivní extrakci komponent čísel v plovoucí desetinné čárce
- `floatRadix, floatDigits, floatRange, decodeFloat, encodeFloat, exponent, significant, scaleFloat, isNaN, isInfinite, isDenormalized, isNegativeZero, isIEEE, atan2`

Implicitní konverze, konstanty

- Haskell implicitní konverze hodnot při volání funkcí neprovádí
- nicméně odvozuje typy literálů zapsaných ve zdrojovém kódu podle jejich použití (literály jsou polymorfní)
- konstanty bez typu mohou dostat typ `Integer` (celočíselné) nebo `Double` (desetinné) pokud jsou nepoužité, jinak typ podle použití, polymorfní typy nutno uvádět explicitně[1]

```
a = 42
b = 42
c :: Int
c = b + 1
f = 3.14
```

```
:t a ⇝ a :: Integer
:t b ⇝ b :: Int
:t f ⇝ f :: Double
```

[1] Toto platí pokud je zapnuté MonomorphismRestriction v GHC, pokud ne jsou konstanty polymorfní (`ghci -XNoMonomorphismRestriction`)

Explicitní konverze

Zobecňovací funkce

- `fromIntegral :: (Integral i, Num n) => i -> n`
- `fromRational :: Fractional a => Rational -> a`

Zaokrouhlování desetinných čísel

- `truncate, round, ceiling, floor`
  `:: (RealFrac f, Integral i) => f -> i`

Specializace

- `toRational :: Real a => a -> Rational`
- `toInteger :: Integral i => i -> Integer`

Další

- `realToFrac :: (Real a, Fractional b) => a -> b`

Explicitní konverze: příklady

- `Int` $\rightsquigarrow$ `Float` – `fromIntegral`
- `Float` $\rightsquigarrow$ `Int` – `round`/`ceil`/...
- `Rational` $\rightsquigarrow$ `Integer` – `round`/...
- `Rational` $\rightsquigarrow$ `Float` – `fromRational`/`realToFrac`

↓ from/to →	Integer	Int	Double	Rational
Integer	id	fromInteger		
Int	toInteger	id	fromIntegral	
Double	round		id	toRational
Rational	round		fromRational	id