

Matematikens domänspecifika språk DAT326 / DIT982

(Presentation för D2, Fr 2020-11-06 av Patrik Jansson.)

- ▶ Patrik Jansson: forskare och lärare inom Funktionell Programmering
 - ▶ examinerator och kursansvarig för kursen DSLsofMath
 - ▶ XPA för D (2011–13), nu “inspektor” för D-sektionen
- ▶ LP3 i D2: ett första smakprov på programmets valfrihet
 - ▶ Vi tror på er förmåga att själva kombinera kurser till en bra helhet
 - ▶ Budskap: *Välj både DSLsofMath (i LP3) och PCP (i LP1)*
- ▶ Tidigare gästföreläsare:
 - ▶ Nicola Botta, Docent, Potsdam Institute of Climate Impact Research
 - ▶ Cezar Ionescu, Professor inom AI och funktionell programmering, Tyskland

Kursidé för “Matematikens domänspecifika språk”

Presentera klassiska matematiska ämnen från ett datavetenskapligt perspektiv:

- ▶ att tydligt beskriva de begrepp som introduceras,
- ▶ vara uppmärksam på syntax och typer,
- ▶ att bygga domänspecifika språk för: algebra, funktioner, derivator, polynom och potensserier, transformer
- ▶ att implementera (Haskell-)program för dessa områden (och därigenom nå en djupare förståelse)

Kursen är tänkt att ge en fördjupad matematisk förståelse för datastudenter och en fördjupad datavetenskaplig förståelse för matematikstudenter.

$$f(x) = 3 * x^2$$

$$g(x) = \int_x^{2x} f(x) dx \qquad = \int_x^{2x} f(y) dy$$

Historisk bakgrund och motivation för DSLsofMath

Det har under många år funnits en del problem med resultaten på kurserna “Transformer” samt “Regler” i D3. Ett av målen med den här nya kursen är att se till att förbereda er i D2 så att ni kan ta er an hösten i trean med ett gott självförtroende på mattesidan.

Ett annat återkommande önskemål från D-studenter är en “mellan-avancerad FP-kurs”. DSLsofMath kan ses som ett naturligt steg på vägen från grundkursen i FP till den avancerade FP-kursen (AFP).

Resultatstatistik

- ▶ Resultat på DSLsofMath:
 - ▶ 2017: 43 reg., godkända: 58%
 - ▶ 2018: 39 reg., godkända: 89%
 - ▶ 2019: 59 reg., godkända: 73%
 - ▶ 2020: 50 reg., godkända: 68%
- ▶ Resultat i D3 (Transformer samt Regler)

D3-kurs	Valde inte DSL	Valde DSL	Godkänd DSL
Transformer	36%	57%	77%
Regler	40%	45%	68%

Dvs. de som tar DSL-kursen får mycket bättre resultat hösten i D3.
(Totalt 145 varav 'Valde inte DSL'=92, Valde=53, Godk.=34.)

Student-citat

- ▶ “I feel like I have gotten a better understanding of mathematics, and how to make use of domain-specific languages.”
- ▶ “The teachers (and assistants) were very engaging.”
- ▶ “I found the ‘alternative’ perspective on common mathematical subjects in general to be very good. The part about logic and the part about linear algebra were my personal favorites.”
- ▶ “Patrik is an excellent lecturer for the course.”

"Jag läste DSLofMath för ett par år sedan och hade lite svårt att förstå syftet med kursen. Jag tyckte att den var lite luddig.

Nu har jag läst ... “Advanced Functional Programming”, “Programming Language Technology”, och “Types for Programs and Proofs”, och nu förstår jag.

Kursen har verkligen varit till hjälp, även om jag inte var mogen att förstå det när det begav sig."

Aktiva studier

- ▶ föreläsningar växlat med övningar + grupparbete.
- ▶ Aktiva studier: det räcker inte att bara “läsa (eller lyssna) och hålla med”
- ▶ *D är en bra bakgrund*: programmering och datavetenskap \sim matematisk problemlösning & logik
- ▶ plocka isär & reda ut begrepp \rightarrow källkod (funktioner och *typer*)
- ▶ datorn (kompilatorn) ger direkt återkoppling när något inte stämmer.

Funktionell programmering (FP) och typer

- ▶ Typer (Int, String, [Int], a -> a -> a, [a -> a], ...)
- ▶ Rena funktioner som bas: från indata till utdata
- ▶ Historik: matematiska bevisverktyg och algoritmer
- ▶ Nutid: Konkurrensfördel, FP-experten eftertraktade!
- ▶ Vackert möte mellan matematik och maskin.

Undervisning på sv/en och implementering i Haskell.

```
kvadrat x = x2
```

```
twice f = \x -> f(f(x))
```

```
upphöjtFyra = twice kvadrat
```

```
test = upphöjtFyra 3
```

```
list = [(1+), (2*), kvadrat, upphöjtFyra]
```

Funktionell programmering (FP) och *typer*

- ▶ Typer (Int, String, [Int], a -> a -> a, [a -> a], ...)
- ▶ Rena funktioner som bas: från indata till utdata
- ▶ Historik: matematiska bevisverktyg och algoritmer
- ▶ Nutid: Konkurrensfördel, FP-expert eftertraktade!
- ▶ Vackert möte mellan matematik och maskin.

```
kvadrat      :: Num a => a -> a
kvadrat x    = x^2
twice        :: (a -> a) -> (a -> a)
twice f      = \x -> f(f(x))
upphöjtFyra  :: Num a => a -> a
upphöjtFyra  = twice kvadrat
test         :: Double
test         = upphöjtFyra 3
list         :: Num a => [a -> a]
list         = [(1+), (2*), kvadrat, upphöjtFyra]
```


Domänspecifika språk (DSL)

Exempel:

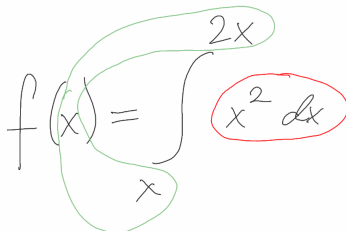
- ▶ datum:

- ▶ Syntax: "2011-11-11", "tredje onsdagen i oktober", "nästa lördag"
- ▶ Semantik: Date, eller kanske Date \rightarrow Date

- ▶ excel-formler:

- ▶ Syntax: "SUM(A1:A9)", "RIGHT(LEFT(C7,4),2)", ...
- ▶ Semantik: [[Cell]] \rightarrow Value

- ▶ integraler:



A handwritten mathematical expression $f(x) = \int 2x \cdot x^2 dx$ is shown. The entire expression is enclosed in a green oval. The term $2x$ is circled in green, and the term $x^2 dx$ is circled in red. A handwritten x is written below the integral sign.

Matematikens domänspecifika språk (DSLsofMath) för andra ämnen

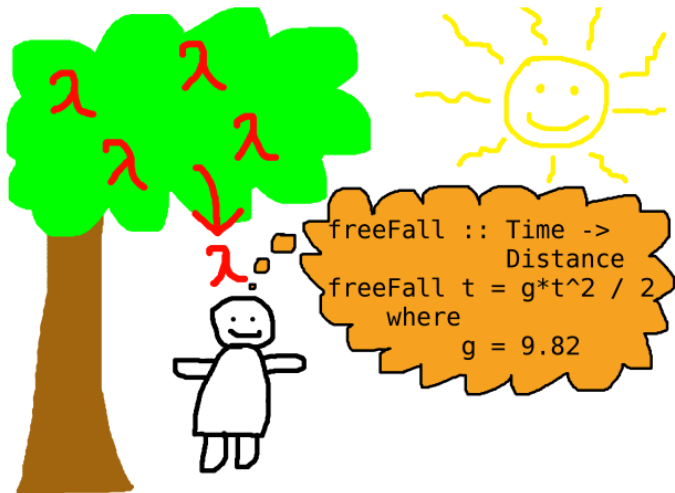
Inspirerat av den här kursen har flera studentgrupper genomfört kandidatarbetsprojekt under de senaste åren med följande resultat:

- ▶ 2016: Programmering som undervisningsverktyg för Transformer, signaler och system - Utvecklingen av läromaterialet TSS med DSL
Jacob Jonsson, Joakim Olsson, Filip Lindahl, Peter Ngo, Cecilia Rosvall
- ▶ 2018: Ett komplementerande läromaterial för datastudenter som lär sig fysik - Läromaterialet Learn You a Physics for Great Good! Johan Johansson, Oskar Lundström, Erik Sjöström, Björn Werner
- ▶ 2020: A Computer Science Approach to Teaching Control Theory - Developing Learning Material Using Domain-Specific Languages
Simon Hägglund, Jakob Alexander Fihlman, Elin Ohlman, Filip Nylander, Christian Josefsson, Tommy Räjert

Några av er kanske också vill gå den vägen, eller ta del av deras material.

Exempel: 2018: Learn you a physics for great good ...

Johan Johansson, Oskar Lundström, Erik Sjöström, Björn Werner



**Ett komplementär material för
datastudenter som lär sig fysik**

Sammanfattning

Jag rekommenderar er att välja *både* DSLsofMath *och* PCP under er utbildning, men att börja med DSLsofMath eftersom den ger er bättre chanser att segla igenom D3 utan att gå på grund.

(De som tar DSL-kursen får mycket bättre resultat hösten i D3.)

Välkomna i januari önskar lärolaget

Patrik, Sólrún, Victor

$$f(x) = x^2$$

$$g(x) = \int_x^{2x} f(x) dx \qquad = \int_x^{2x} f(y) dy$$

Exempel på tillämpning: LinAlg, matris, maskininlärning

sages



Search Twitter



Patrik Jansson

@patrikja

Applied algebra: an upper triangular matrix.
Eat the diagonal to make it strictly upper
triangular. [#Agda](#) [#chocolate](#)



Extra: Domänspecifika språk (DSL) i fo.&utv.

Exempel på lokal forsk. & utv. som kan beskrivas i termer av DSL:

- ▶ Lava för att beskriva hårdvarukretsar
- ▶ QuickCheck för automatisk testning
- ▶ Feldspar för digital signalbehandling
- ▶ GF för grammatiker och språkteknologi
- ▶ ...

Det finns också många företag som använder sig av, eller utvecklar egna, domänspecifika språk.