Programmering og Problemløsning
Datalogisk Institut, Københavns Universitet
Arbejdsseddel 7 - gruppeopgave

Jon Sporring

21. oktober - 8. november.
Afleveringsfrist: lørdag d. 9. november kl. 23:59.

Emnerne for denne arbejdsseddel er:

- rekursion,
- pattern matching,
- sumtyper,
- endelige træer.

Opgaverne er delt i øve- og afleveringsopgaver. I denne periode skal I arbejde i grupper med jeres afleveringsopgaver. Regler for gruppe- og individuelle afleveringsopgaver er beskrevet i "'Noter, links, software m.m."'→"'Generel information om opgaver"'.

Øveopgaver

7ø0 Omskriv funktionen `insert`, som benyttes i forbindelse med funktionen `isort` (insertion sort) fra forelæsningen, således at den benytter sig af pattern matching på lister.

7ø1 Omskriv funktionen `bsort` (bubble sort) fra forelæsningen således at den benytter sig af pattern matching på lister. Funktionen kan passende benytte sig af "nested pattern matching" i den forstand at den kan implementeres med et match case der udtrækker de to første elementer af listen samt halen efter disse to elementer.

7ø2 Opskriv black-box tests for de to sorteringsfunktioner og vær sikker på at grænsetilfældene dækkes (ingen elementer, et element, to elementer, samt flere elementer, sorteret, omvendt sorteret, etc.)

7ø3 Omskriv funktionen `merge`, som benyttes i forbindelse med funktionen `msort` (mergesort) fra forelæsningen, således at den benytter sig af pattern matching på lister.

7ø4 Opskriv black-box tests for sorteringsfunktionen `msort` og vær sikker på at grænsetilfældene dækkes (ingen elementer, et element, to elementer, samt flere elementer, sorteret, omvendt sorteret, etc.)

7ø.5 Lav en funktion `dayToNumber : weekday -> int`, der givet en ugedag returnerer et tal, hvor mandag skal give tallet 1, tirsdag tallet 2 osv.

7ø.6 Lav en funktion `nextDay : weekday -> weekday`, der givet en ugedag returnerer den næste dag, så mandag skal give tirsdag, tirsdag skal give onsdag, osv, og søndag skal give mandag.

7ø.7 Givet typen for ugedage øverst på denne ugeseddel, lav en funktion `numberToDay : int -> weekday option`, sådan at `numberToDay` n returnerer `None`, hvis n ikke ligger i intervallet $1 \ldots 7$, og returnerer `Some` d, hvor d er den til n hørende ugedag, hvis n ligger i intervallet $1 \ldots 7$.

Det skulle gerne gælde, at `numberToDay (dayToNumber` d`)` $\rightsquigarrow$ `Some` d for alle ugedage d.

7ø.8 Ved at benytte biblioteket `ImgUtil`, som beskrevet i forelæsningen, er det muligt at tegne simpel liniegrafik samt fraktaler, som f.eks. Sierpinski-fraktalen, der kan tegnes ved at tegne små firkanter bestemt af et rekursivt mønster. Koden for Sierpinski-trekanten er givet som følger:

```
open ImgUtil

let rec triangle bmp len (x,y) =
  if len < 25 then setBox blue (x,y) (x+len,y+len) bmp
  else let half = len / 2
       do triangle bmp half (x+half/2,y)
       do triangle bmp half (x,y+half)
       do triangle bmp half (x+half,y+half)

do runSimpleApp "Sierpinski" 600 600 (fun bmp -> triangle bmp
   512 (30,30) |> ignore)
```

Tilpas funktionen således at trekanten tegnes med røde streger samt således at den kun tegnes ned til dybde 2 (hint: du skal ændre betingelsen `len < 25`).

7ø.9 I stedet for at benytte `ImgUtil.runSimpleApp` funktionen skal du nu benytte `ImgUtil.runApp`, som giver mulighed for at din løsning kan styres ved brug af tastaturet. Funktionen `ImgUtil` har følgende type:

```
val runApp : string -> int -> int
          -> (int -> int -> 's -> System.Drawing.Bitmap)
          -> ('s -> System.Windows.Forms.KeyEventArgs
                 -> 's option)
          -> 's -> unit
```

De tre første argumenter til `runApp` er vinduets titel (en streng) samt vinduets initielle vidde og højde. Funktionen `runApp` er parametrisk over en brugerdefineret type af tilstande (`'s`). Antag at funktionen kaldes som følger:

```
  runApp title width height draw react init
```

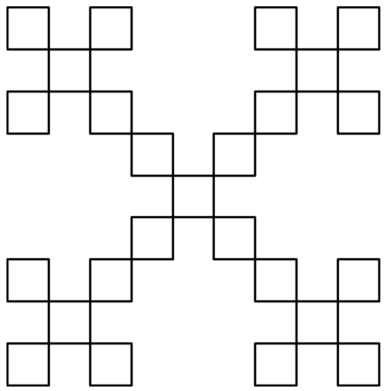
Dette kald vil starte en GUI applikation med titlen `title`, vidden `width` og højden `height`. Funktionen `draw`, som brugeren giver som 4. argument kaldes initielt når applikationen starter

og hver gang vinduets størrelse justeres eller ved at funktionen `react` er blevet kaldt efter en tast er trykket på tastaturet. Funktionen `draw` modtager også (udover værdier for den aktuelle vidde og højde) en værdi for den brugerdefinerede tilstand, som initielt er sat til værdien `init`. Funktionen skal returnere et bitmap, som for eksempel kan konstrueres med funktionen `ImgUtil.mk` og ændres med andre funktioner i `ImgUtil` (f.eks. `setPixel`).

Funktionen `react`, som brugeren giver som 5. argument kaldes hver gang brugeren trykker på en tast. Funktionen tager som argument en værdi svarende til den nuværende tilstand for applikationen samt et argument der kan benyttes til at afgøre hvilken tast der blev trykket på.[1] Funktionen kan nu (eventuelt) ændre på dens tilstand ved at returnere en ændret værdi for denne.

Tilpas applikationen således at dybden af fraktalen kan styres ved brug af piletasterne, repræsenteret ved værdierne `System.Windows.Forms.Keys.Up` og `System.Windows.Forms.Keys.Down`.

7ø.10 Med udgangspunkt i øvelsesopgave 7ø.8 skal du i denne opgave implementere en GUI-applikation der kan tegne en version af X-fractalen som illustreret nedenfor (eventuelt i en dybde større end 2).



Bemærk at det ikke er et krav at dybden på fraktalen skal kunne styres med piletasterne som det er tilfældet med Sierpinski-fraktalen i øvelsesopgave 7ø.9.

Afleveringsopgaver

H.C. Andersen (1805-1875) is a Danish author who wrote plays, travelogues, novels, poems, but perhaps is best known for his fairy tales. An example is Little Claus and Big Claus (Danish: Lille Claus og store Claus), which is a tale about a poor farmer, who outsmarts a rich farmer. A translation can be found here: `http://andersen.sdu.dk/vaerk/hersholt/LittleClausAndBigClaus_e.html`. It starts like this:

> "LITTLE CLAUS AND BIG CLAUS a translation of hans christian andersen's 'lille claus og store claus' by jean hersholt.
>
> In a village there lived two men who had the self-same name. Both were named Claus. But one of them owned four horses, and the other owned only one horse; so to distinguish between them people called the man who had four horses Big Claus, and the man who

[1] Hvis `e` har typen `System.Windows.Forms.KeyEventArgs` kan betingelsen `e.KeyCode = System.Windows.Forms.Keys.Up` benyttes til at afgøre om det var tasten "Up" der blev trykket på.

had only one horse Little Claus. Now I'll tell you what happened to these two, for this is a true story."

In this assigment, you are to work with simple text processing, analyse the statistics of the text, and use this to generate a new text with similar statistics.

7g0 The script `readFile.fsx` reads the content of the text file `readFile.fsx`. Convert this script into a function which reads the content of any text file and has the following type:

```
readText : filename:string -> string
```

7g1 Write a program that converts a string, such that all letters are converted to lower case, and removes all characters except a...z. It should have the following type:

```
convertText : src:string -> string
```

7g2 Write a program that counts occurrences of each lower-case letter of the English alphabet in a string and returns a list. The first element of the list should be the count of 'a's, second the count of 'b's etc. The program must include a function

```
histogram : src:string -> int list
```

to count the number of characters.

7g3 The script `sampleAssignment.fsx` contains the function

```
randomString : hist:int list -> len:int -> string
```

which generates a string of a given length, and contains random characters distributed according to a given histogram. Modify the code to use your histogram function from Exercise 7g2. Further, write a program, which reads the text `littleClausAndBigClaus.txt` using `readText`, converts it using `convertText`, and calculates its histogram and generates a new random string using `histogram` and `randomString`. Test the quality of your code by comparing the histograms of the two texts.

7g4 Write a program that counts occurrences of each pairs of lower-case letter of the English alphabet in a string and returns a list of lists (a table). The first list should be the count of 'a' followed by 'a's, 'b's, etc., second list should be the count of 'b' followed by 'a's, 'b's, etc. etc. The program must include the function

```
cooccurrence : src:string -> int list list
```

to count the number of pairs.

7g5 Write a program that generates a random string of length `len`, whose character pairs are distributed according to a user specified cooccurrence histogram `cooc`. The function must have the type:

```
fstOrderMarkovModel : cooc:int list list -> len:int -> string
```

Use the function developed in Exercise 7g4, and test your function by generating a random string, whose character pairs are distributed as the converted characters in H.C. Andersen's fairy tale, "Little Claus and Big Claus", calculate the cooccurrence histogram for the random string, and compare this with the original cooccurrence histogram.

7g6 Write a program that counts occurrences of each triple of lower-case letter of the English alphabet in a string and returns a list of lists of lists. The program must include the function

```
trioccurrence : src:string -> int list list list
```

to calculate the number of occurrences of triples.

7g7 Write a program that generates a random string of length `len`, whose character triples are distributed according to a user specified trioccurrence histogram `trioc`. The function must have the type:

```
sndOrderMarkovModel : trioc:int list list list -> len:int -> string
```

Use the function developed in Exercise 7g6, and test your function by generating a random string, whose character triples are distributed as the converted characters in H.C. Andersen's fairy tale, "Little Claus and Big Claus", calculate the trioccurrence histogram for the random string, and compare this with the original trioccurrence histogram.

7g8 Write a function that counts occurrences of each word in a string and returns a list. The counts must be organized as a list of trees using the following `Tree` type:

```
type Tree = Node of char * int * Tree list
```

Words are to be represented as the sequence of characters from the root til a node. The associated integer to each node counts the orrucurence of a word ending in that node. Thus, if the count is 0, then no words with that end point has occurred. For example, a string with the words "a abc ba" should result in the following tree,

```
[Node ('a', 1, [Node ('b', 0, [Node ('c', 1, [])])]);
 Node ('b', 0, [Node ('a', 1, [])])]
```

The function must have the type:

```
wordHistogram : src:string -> Tree list
```

Write a program which reads the text `littleClausAndBigClaus.txt`, discard all characters that are not in `['a'..'z', 'A'..'Z',' ']`, convert all the remaining characters to lower case, and and calculate the occurence of the remaining words as a `Tree list` type.

7g9 For a given value of a `Tree` type, see Exercise 7g8, write a function

```
randomWords : wHist:Tree list -> nWords:int -> string
```

which generates a string of with `nWords` number of words randomly selected to match the word distribution in `wHist`. From the counted occurrences of words in Exercise 7g8, generates a new random string using `randomWords`. Test the quality of your code by comparing the histograms of the two texts.

7g.10 Write a short report, which

- is no larger than 5 pages;
- contains a brief discussion on how your implementation works, and if there are any possible alternative implementations, and in case, why you chose the one, you did;

- includes output that demonstrates that your solutions work as intented.

Afleveringen skal bestå af

- en zip-fil, der hedder `7g_<navn>.zip` (f.eks. `7g_jon.zip`)
- en pdf-film , der hedder `7g_<navn>.pdf` (f.eks. `7g_jon.pdf`)

Zip-filen `7g_<navn>.zip` skal indeholde en og kun en mappe `7g_<navn>`. I den mappe skal der ligge en `src` mappe og filen `README.txt`. I `src` skal der ligge følgende og kun følgende filer: `7g0.fsx`, `7g1.fsx` og `7g2.fsx` svarende til hver af delopgaverne. De skal kunne oversættes med `fsharpc`, og de oversattte filer skal kunne køres med mono. Funktioner skal dokumenteres ifølge dokumentationsstandarden som minimum ved brug af `<summary>`, `<param>` og `<returns>` XML-tagsne. Filen `README.txt` skal ganske kort beskrive, hvordan koden oversættes og køres. Pdf-filen skal indeholde jeres rapporten oversat fra LaTeX.

God fornøjelse.