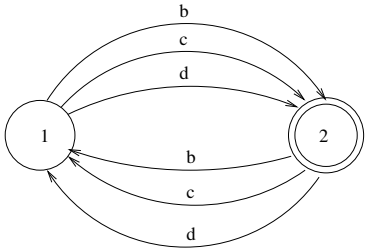
Løsningsforslag
Skriftlig eksamen
5. januar 2011

Version 3, 2011-01-28

Spørgsmål 1

Spørgsmål 1.1

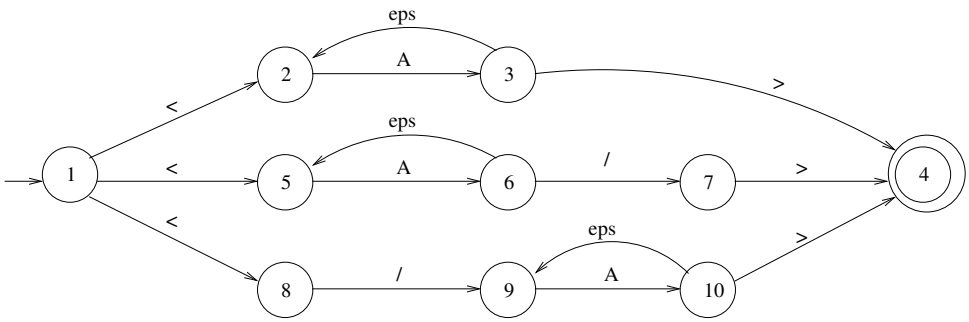


Spørgsmål 1.2

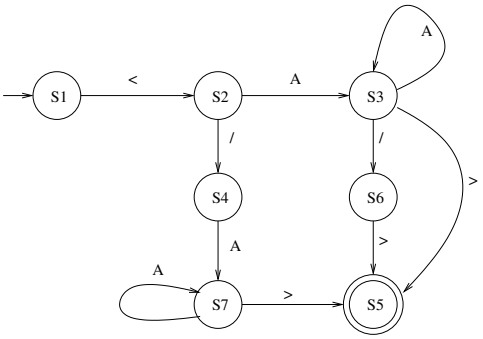
Det regulære udtryk kunne være: $(b|c|d)((b|c|d)(b|c|d))*$

Spørgsmål 1.3

Her er en let reduceret version af den NFA man får fra Mogensens opskrift, idet der benyttes den oplagte konstruktion for én-eller-flere gentagelsen `A+`:



Spørgsmål 1.4



Spørgsmål 2

Spørgsmål 2.1

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{}{\rho \vdash \texttt{11} : \texttt{int}}(1) \quad \dfrac{}{\rho \vdash \texttt{10} : \texttt{int}}(1)}{\rho \vdash \texttt{11} + \texttt{10} : \texttt{int}}(4) \quad \dfrac{\dfrac{}{\rho \vdash \texttt{true} : \texttt{bool}}(2) \quad \dfrac{}{\rho \vdash \texttt{22} : \texttt{int}}(1)}{\rho \vdash (\texttt{true}, 22) : \texttt{bool} * \texttt{int}}(pair)}{\rho \vdash (\texttt{11} + \texttt{10}, (\texttt{true}, 22)) : \texttt{int} * (\texttt{bool} * \texttt{int})}(pair)$$

Spørgsmål 2.2

$$\frac{\rho \vdash e : t * u}{\rho \vdash \texttt{fst}(e) : t}(fst) \qquad \frac{\rho \vdash e : t * u}{\rho \vdash \texttt{snd}(e) : u}(snd)$$

Spørgsmål 2.3

Regel (1) er korrekt. Den siger at udtrykket e_r skal have par-type $t * u$, og let-kroppen e_b skal typetjekkes i et environment hvor x har type t og y har type u. Dette typetjek skal give en type t_b som så er typen for hele let-udtrykket.

Regel (2) er forkert fordi e_b kunne være `false`, der jo umuligt kan have type `int`.

Regel (3) er forkert fordi den ikke kræver at e_r har en par-type.

Regel (4) er forkert af samme grund; faktisk kræver ikke en gang at e_r er type-korrekt.

Regel (5) er forkert af to grunde: for det første er det urimelig at kræve at e_b har samme type t som første komponent af e_r; for det andet tillader den at x og y optræder i e_r hvilket er meget ejendommeligt — det ville tillade udtryk som dette: `let (x,y) = (x,y) in x end` som det er svært at tillægge nogen værdi.

Spørgsmål 3

Spørgsmål 3.1

Ligesom der er et terminalsymbol (eller token) `TEXT` for tekster omgivet af skråstreger, antager jeg at der er et terminalsymbol `LABEL` for navne på spørgeskemadefinitioner og spørgsmål.

```
Questionnaire ::=
     "questionnaire" LABEL "{" Questions "}"
Questions ::=
     /* empty */
   | Question Questions
Optional ::=
    /* empty */
   | "optional"
BaseQuestion ::=
     Optional "freetext" LABEL TEXT  ";"
   | Optional "number" LABEL TEXT ";"
   | Optional "singlechoice" LABEL TEXT Textlist ";"
   | Optional "multichoice" LABEL TEXT Textlist ";"
Texts ::=
    TEXT
  | TEXT Texts
Textlist ::=
     "[" Texts "]"
```

Spørgsmål 3.2 og 3.3

```
Main:
    QUESTIONNAIRE NAME LBRACE Questions RBRACE { ($2, $4) }
;

Questions:
     /* empty */                        { [] }
   | Question Questions                 { $1 :: $2 }
;

Optional:
    /* empty */                         { false }
   | OPTIONAL                           { true  }
;

Question:
     Optional FREETEXT NAME TEXT SEMI                   { Freetext($1, $3, $4) }
   | Optional NUMBER NAME TEXT SEMI                     { Number($1, $3, $4) }
   | Optional SINGLECHOICE NAME TEXT Textlist SEMI      { Singlechoice($1, $3, $4, $5) }
   | Optional MULTICHOICE NAME TEXT Textlist SEMI       { Multichoice($1, $3, $4, $5) }
;

Texts:
    TEXT                                { [$1] }
  | TEXT Texts                          { $1 :: $2 }
;

Textlist:
     LBRACK Texts RBRACK                { $2 }
;
```

Spørgsmål 4

Spørgsmål 4.1

Lidt fremsyn viser at det er nyttigt at definere en hjælpefunktion `mapAndConcat f xs` af type `('a -> string) -> 'a list -> string` som anvender funktion `f` på alle elementer af listen `xs` og konkatenerer de resulterende strenge. (Funktionerne `String.concat` og `List.map` findes i PLCSD appendix A, for eksempel):

```
let mapAndConcat f xs = String.concat "" (List.map f xs)

let makeAttributes attributes =
    mapAndConcat (fun (a, v) -> " " + a + "=" + enquote v) attributes
```

Man kan selvfølgelig også definere `makeAttributes` direkte, rekursivt:

```
let rec makeAttributes attributes =
    match attributes with
    | []             -> ""
    | (a, v) :: rest -> " " + a + "=" + enquote v + makeAttributes rest
```

Spørgsmål 4.2

Her skal man selvfølgelig benytte sig af den netop definerede `makeAttributes` funktion:

```
let tag0 tag attributes =
    "<" + tag + makeAttributes attributes + "/>";;

let tag1 tag attributes contents =
    "<" + tag + makeAttributes attributes + ">" + contents + "</" + tag + ">";;
```

Spørgsmål 4.3

```
let makeFreetext label ask =
    ask + ": " + tag0 "input" [("type","text"); ("name",label)];;
```

Spørgsmål 4.4

Her bruges hjælpefunktionen fra 4.1. For at få hver tabellinje pænt på sin egen tekstlinje tilføjes et linjeskift `"\n"` men der står udtrykkeligt i opgaven at dette skal man ikke bekymre sig om:

```
let makeTable lines =
    tag1 "table" []
         (mapAndConcat (fun line -> tag1 "tr" [] (tag1 "td" [] line) + "\n") lines)
```

Løsningen kunne nok være blevet en anelse klarere ved at indføre nye hjælpefunktioner `tr` og `td`:

```
let tr contents = tag1 "tr" [] contents
let td contents = tag1 "td" [] contents
let makeTable lines =
    tag1 "table" [] (mapAndConcat (fun line -> tr (td line) + "\n") lines)
```

Spørgsmål 4.5

Også her bliver svaret klarere ved at definere en hjælpefunktion `makeSinglechoice1` som genererer HTML-kode svarende til en enkelt valgmulighed.

```
let makeSinglechoice1 label choice =
    tag1 "input" [("type", "radio"); ("name", label); ("value", choice)] choice

let makeSinglechoice label ask choices =
    ask + ":\n" + makeTable (List.map (makeSinglechoice1 label) choices)
```

Bemærk at hjælpefunktionen `makeSinglechoice1` kaldes med kun ét argument `label`; resultatet er en partielt anvendt funktion af type `string -> string` som er den `List.map` anvendes på.

Alternativt kan man anvende en anonym funktion:

```
let makeSinglechoice label ask choices =
    ask + ":\n"
    + makeTable (List.map (choice -> tag1 "input" [("type", "radio"); ("name", label);
                                                   ("value", choice)])
                          choices)
```

Eller man kan definere en rekursiv hjælpefunktion hvis man ikke kan huske at `List.map` findes eller hvordan den virker — men det skulle man gerne kunne.

Spørgsmål 4.6

```
let makeQuestion question =
    match question with
    | Freetext(isOptional, label, ask)              -> makeFreetext label ask
    | Number(isOptional, label, ask)                -> makeNumber label ask
    | Singlechoice(isOptional, label, ask, choices) -> makeSinglechoice label ask choices
    | Multichoice(isOptional, label, ask, choices)  -> makeMultichoice label ask choices
```