

Homework 2

SNU 4190.310, Fall 2017

Kwangkeun Yi

due: 9/28, 24:00

Exercise 1 (10pts) “참거짓”

Propositional Logic 식들(formula)을 다음과 같이 정의했습니다:

```
type formula = TRUE
              | FALSE
              | NOT of formula
              | ANDALSO of formula * formula
              | ORELSE of formula * formula
              | IMPLY of formula * formula
              | LESS of expr * expr
and  expr = NUM of int
              | PLUS of expr * expr
              | MINUS of expr * expr
```

주어진 formula를 받아서 참값을 만들어내는 함수 eval

```
eval : formula → bool
```

를 정의하세요. □

Exercise 2 (10pts) “ k -진수”

일반적으로 k 진수($k > 1$)는 다음과 같이 표현한다.

$$d_0 \cdots d_n$$

여기서

$$\forall d_i \in \{0, \dots, k-1\}.$$

그리고 “ $d_0 \cdots d_n$ ”은 크기가

$$d_0 \times k^0 + \cdots + d_n \times k^n$$

인 정수를 표현한다.

이것을 살짝 확장해서 “ k 진수”를 다음과 같이 정의해보자. 표현은

$$d_0 \cdots d_n$$

여기서

$$\forall d_i \in \{1-k, \dots, 0\} \cup \{0, \dots, k-1\}.$$

그리고 “ $d_0 \cdots d_n$ ”은 크기가

$$d_0 \times k^0 + \cdots + d_n \times k^n$$

인 정수를 표현한다.

예를 들어, 2진수의 경우를 생각하자. 베이스가 $\{-1, 0, 1\}$ 이 되겠다. 0이 0을, +가 1을 -가 -1을 표현한다고 하면, +는 1을, +0+는 5를, +-는 -1을, +-0-는 -9인 정수를 표현한다.

OCaml로 2진수라는 타입을 다음과 같이 정의했다:

```
type crazy2 = NIL | ZERO of crazy2 | ONE of crazy2 | MONE of crazy2
```

예를 들어, 0+-은

```
ZERO(ONE(MONE NIL))
```

로 표현된다.

위와 같이 표현되는 2친수를 받아서 그것의 값을 계산하는 함수 `crazy2val`을 정의하세요.

```
crazy2val: crazy2 -> int.
```

□

Exercise 3 (10pts) “친수의 합”

두 2친수를 받아서 2친수의 합에 해당하는 2친수를 내어놓는 함수 `crazy2add`를 정의하세요.

```
crazy2add: crazy2 * crazy2 -> crazy2
```

위의 `crazy2add`는 다음의 성질이 만족되어야 한다: 임의의 2친수 z 과 z' 에 대해서

$$\text{crazy2val}(\text{crazy2add}(z, z')) = \text{crazy2val}(z) + \text{crazy2val}(z').$$

□

Exercise 4 (10pts) “CheckMetroMap”

아래 `metro` 타입을 생각하자:

```
type metro = STATION of name
            | AREA of name * metro
            | CONNECT of metro * metro
and name = string
```

아래 `checkMetro` 함수를 정의하라:

```
checkMetro: metro -> bool
```

`checkMetro`는 주어진 `metro` 가 제대로 생겼는지를 확인해 준다. “`metro`가 제대로 생겼다”는 것은(iff) 메트로 역 이름(id in `STATION(id)`)들이 항상 자기 이름의

지역(m in $\text{AREA}(id, m)$)에서만 나타나는 경우를 뜻한다.

예를들어, 제대로 생긴 metro 들은:

- $\text{AREA}(\text{"a"}, \text{STATION } \text{"a"})$
- $\text{AREA}(\text{"a"}, \text{AREA}(\text{"a"}, \text{STATION } \text{"a"}))$
- $\text{AREA}(\text{"a"}, \text{AREA}(\text{"b"}, \text{CONNECT}(\text{STATION } \text{"a"}, \text{STATION } \text{"b"})))$
- $\text{AREA}(\text{"a"}, \text{CONNECT}(\text{STATION } \text{"a"}, \text{AREA}(\text{"b"}, \text{STATION } \text{"a"})))$

그렇지 못한 것들의 예들은:

- $\text{AREA}(\text{"a"}, \text{STATION } \text{"b"})$
- $\text{AREA}(\text{"a"}, \text{CONNECT}(\text{STATION } \text{"a"}, \text{AREA}(\text{"b"}, \text{STATION } \text{"c"})))$
- $\text{AREA}(\text{"a"}, \text{AREA}(\text{"b"}, \text{CONNECT}(\text{STATION } \text{"a"}, \text{STATION } \text{"c"})))$

□

Exercise 5 (15pts) “짚-짚-나무”

임의의 나무를 여러분 바지의 “지퍼”로 구현할 수 있습니다.

- 나무구조 타입은 아래와 같이 정의됩니다:

```
type item = string
type tree = LEAF of item
          | NODE of tree list
```

- 아래의 zipper가 나무의 줄기를 타고 자유자재로 찢어놓기도 하고 붙여놓기도 합니다.

```
type zipper = TOP
          | HAND of tree list * zipper * tree list
```

현재 나무줄기의 어느지점에 멈춰 있는 지퍼손잡이 $\text{HAND}(l, z, r)$ 에서, l 은 왼편 형제 나무들(elder siblings)이고 r 은 오른편 형제 나무들(younger siblings)이다.

- 나뭇가지에서의 현재 위치 `location`는 현재위치를 뿌리로하는 나무자체와 지퍼(zipper)로 표현되는 주변 나무들로 구성된다.

```
type location = LOC of tree * zipper
```

- 예를들어, “ $a \times b + c \times d$ ” 가 다음과 같은 나무구조로 표현될 것이다. 모든 심볼은 항상 잎새에 매달리게 된다.

```
NODE [ NODE [LEAF a; LEAF *; LEAF b];
        LEAF +;
        NODE [LEAF c; LEAF *; LEAF d]
    ]
```

두번째 곱셈표에의 위치는 다음과 같다:

```
LOC (LEAF *,
      HAND([LEAF c],
            HAND([LEAF +; NODE [LEAF a; LEAF *; LEAF b]],
                  TOP,
                  []),
            [LEAF d]))
```

- 자, 주어진 위치에서 이제 자유자재로 나무를 탈 수 있습니다. 왼편으로 옮겨 가는 것은 다음과 같지요:

```
let goLeft loc = match loc with
  LOC(t, TOP) -> raise (NOMOVE "left of top")
| LOC(t, HAND(l::left, up, right)) -> LOC(l, HAND(left, up, t::right))
| LOC(t, HAND([],up,right)) -> raise NOMOVE "left of first"
```

- 다음의 나머지 함수들을 정의하세요:

```
goRight: location -> location
goUp: location -> location
goDown: location -> location
```

□

Exercise 6 (10pts) “Queue = 2 Stacks”

큐는 반드시 하나의 리스트일 필요는 없습니다. 두개의 스택으로 큐를 효율적으로 구현할 수 있습니다. 큐에 넣고 빼는 작업이 거의 한 스텝에 이루어질 수 있습니다. (하나의 리스트위를 더듬는 두 개의 포인터를 다루었던 C의 구현과 장단점을 비교해 보세요.)

각각의 큐 연산들의 타입들은:

```
emptyQ: queue
enQ: queue * element -> queue
deQ: queue -> element * queue
```

큐를 $[a_1; \dots; a_m; b_1; \dots; b_n]$ 라고 합시다 (b_n 이 머리). 이 큐를 두개의 리스트 L 과 R 로 표현할 수 있습니다:

$$L = [a_1; \dots; a_m], \quad R = [b_n; \dots; b_1].$$

한 원소 x 를 삼키면 새로운 큐는 다음이 됩니다:

$$[x; a_1; \dots; a_m], [b_n; \dots; b_1].$$

원소를 하나 빼고나면 새로운 큐는 다음이 됩니다:

$$[a_1; \dots; a_m], [b_{n-1}; \dots; b_1].$$

뺄 때, 때때로 L 리스트를 뒤집어서 R 로 გადა 놔야하겠습니다. 빈 큐는 $([], [])$ 이겠지요.

다음과 같은 Queue 타입의 모듈을 작성합니다:

```
module type Queue =
  sig
    type element
    type queue
    exception EMPTY_Q
    val emptyQ: queue
```

```

    val enQ: queue * element -> queue
    val deQ: queue -> element * queue
end

```

다양한 큐 모듈이 위의 Queue 타입을 만족시킬 수 있습니다. 예를들어:

```

module IntListQ =
  struct
    type element = int list
    type queue = ...
    exception EMPTY_Q
    let emptyQ = ...
    let enQ = ...
    let deQ = ...
  end

```

는 정수 리스트를 큐의 원소로 가지는 경우겠지요. 위의 모듈에서 함수 enQ와 deQ를 정의하기 바랍니다.

이 모듈에 있는 함수들을 이용해서 큐를 만드는 과정의 예는:

```

let myQ = IntListQ.emptyQ
let yourQ = IntListQ.enQ(myQ, [1])
let (x,restQ) = IntListQ.deQ yourQ
let hisQ = IntListQ.enQ(myQ, [2])

```

□

Exercise 7 (20pts) “계산실행”

아래 ZEXPR 꼴을 가지는 모듈 Zexpr를 정의해 봅시다.

```

signature ZEXPR =
sig
  exception Error of string
  type id = string
  type expr = NUM of int
             | PLUS of expr * expr
             | MINUS of expr * expr

```

```

| MULT of expr * expr
| DIVIDE of expr * expr
| MAX of expr list
| VAR of id
| LET of id * expr * expr

type environment
type value
val emptyEnv: environment
val eval: env * expr -> value
end

ZEXPR.expr 타입의 식을  $E$ 라고 하면,

```

```
ZEXPR.eval (ZEXPR.emptyEnv,  $E$ )
```

는 식 E 를 실행시키게 되는데, 성공적으로 끝나면 최종 값을 프린트하고 끝나게 됩니다. 이때, VAR "x"는 x라고 명명된 값을 뜻합니다.

이름을 정의하고 그 유효범위를 한정하는 식은 LET("x", E_1 , E_2)입니다. 이 경우 E_1 값을 계산해서 x라고 이름짓게 되고, 그 이름의 유효범위는 E_2 로 한정됩니다. 현재 환경에서 정의되지 않은 이름이 식에서 사용되면 그 식은 의미가 없습니다. 예를 들어,

```

LET("x", 1,
  PLUS (LET("x", 2, PLUS(VAR "x", VAR "x")),
    VAR "x")
)

```

의 계산결과는 5입니다.

```

LET("x", 1,
  PLUS (LET("y", 2, PLUS(VAR "x", VAR "y")),
    VAR "x")
)

```

의 계산결과는 4입니다.

```
LET("x", 1,
```



```
PLUS (LET("y", 2, PLUS(VAR "y", VAR "x")),  
      VAR "y")  
)
```

는 의미가 없습니다. 바깥 PLUS식의 환경에서 y가 정의되어있지 않기 때문입니다.

MAX식은 정수식 리스트에서 가장 큰 정수를 찾아내는 정수식입니다. 즉, MAX [NUM 1, NUM 3, NUM 2]의 계산결과는 3입니다. MAX가 빈 리스트를 받은 경우 결과는 0입니다. □