

Homework 3
SNU 4190.310, 2018 가을
이 광근
Due: 10/19, 24:00

이번 숙제의 목적은:

- 수업시간에 살펴본, 상식적인 명령형 언어의 정확한 정의를 이해하고 그 실행기를 구현해 보기.
- 그 언어로 프로그램 해보면서 아쉬운 점에 눈뜨기.

Exercise 1 (40pts) “K- 실행기”

수업시간에 정의한 명령형 언어 K^{-1} 를 생각하자. 이번 숙제는 K- 프로그램을 의미정의대로 실행시키는 함수(interpreter)를 작성하는 것이다.

아래의 KMINUS 꼴을 가지는 모듈 K를 정의하라.

```
module type KMINUS =  
sig  
  exception Error of string  
  type id = string  
  type exp = NUM of int | TRUE | FALSE | UNIT  
            | VAR of id  
            | ADD of exp * exp  
            | SUB of exp * exp  
            | MUL of exp * exp  
            | DIV of exp * exp  
            | EQUAL of exp * exp
```

¹숙제를 위한 문법과 의미의 정확한 정의는 TA페이지 참고.

```

| LESS of exp * exp
| NOT of exp
| SEQ of exp * exp          (* sequence *)
| IF of exp * exp * exp     (* if-then-else *)
| WHILE of exp * exp        (* while loop *)
| LETV of id * exp * exp     (* variable binding *)
| LETF of id * id list * exp * exp (* procedure binding *)
| CALLV of id * exp list     (* call by value *)
| CALLR of id * id list     (* call by reference *)
| RECORD of (id * exp) list  (* record construction *)
| FIELD of exp * id         (* access record field *)
| ASSIGN of id * exp        (* assign to variable *)
| ASSIGNF of exp * id * exp (* assign to record field *)
| READ of id
| WRITE of exp

type program = exp
type memory
type env
type value
val emptyMemory: memory
val emptyEnv: env
val run: memory * env * program -> value
end

```

K- 프로그램이 어떻게 *exp*들로 표현될지는 쉽게 추측할 수 있을 것입니다. *exp*으로 표현된 K- 프로그램이 *S*라고 하면,

$$K.run (K.emptyMemory, K.emptyEnv, S)$$

는 프로그램 *S*를 실행시키게 되는데, 성공적으로 끝나면 최후의 값을 내어주게 됩니다. 이때 프로그램은 실행중에 I/O를 하면서 프로그램이 하는 일을 바깥 세상에 드러내게 됩니다. 실행중에 타입이 맞지 않는 프로그램이면 **Error**라는 예외상황을 발생시키고 프로그램 실행이 중단되어야 합니다. “Error”란 (if and only if) 정의된 의미 규칙으로는 그 프로그램의 의미가 정의될 수 없는 경우입니다. 입출력은 정수만 가능합니다. 출력은 정수를 화면에 뿌리고 “newline”을 프린트합니다. □

Exercise 2 (10pts) “K- 프로그래밍: 거스름 방법의 수”

다음을 K- 로 작성하고, 위에서 구현한 실행기 K.run로 실행시켜 제대로 실행되는 지를 확인한다.

우리나라에는 1원, 10원, 100원, 500원, 1000원, 5000원, 10000원, 50000원권이 있습니다. 주어진 액수의 거스름돈을 만들어 주는 방법의 수를 계산하는 함수 numch를 K-로 정의하라.

예를 들어 numch(100)은 12가지이다: 1원만 100개로 거스르는 경우 부터, 10원 1개와 1원 90개로 거스르기, ..., 100원 1개로 거스르기.

힌트: 1원이하로만 거스르는 경우수는 1. 10원이하로만 거스르는 경우수는 1원이하로만 거스르는 경우수 + 10원을 하나이상 사용해서 10원이하로만 거스르는 경우수. 100원이하로만 거스르는 경우수는 10원이하로만 거스르는 경우수 + 100원을 하나이상 사용해서 100원이하로만 거스르는 경우수, 등등이다.

즉, 대략 다음과 같이 정의될 것이다. K--로 완성해서, 여러분이 작성한 K.run으로 테스트해 보기 바랍니다.

```
numch(n) = if n<10 then numch1(n)
           else if n<100 then numch10(n)
           ...

numch1(n) = 1
numch10(n) = if n<10 then numch1(n)
             else if ...
             else numch1(n) + numch10(n-10)
           ...
```

□

Exercise 3 (10pts) “K- 프로그래밍: compound data”

다음을 K- 로 작성하고, 위에서 구현한 실행기 K.run로 실행시켜 제대로 실행되는 지를 확인한다.

두갈래 나무구조(binary tree)를 만들고 쓸 수 있는 아래의 함수들을 정의하라:

```

leaf: int → tree (* a leaf tree *)
makeLtree: int × tree → tree (* a tree with only a left subtree *)
makeRtree: int × tree → tree (* a tree with only a right subtree *)
makeTree: int × tree × tree → tree (* a tree with both subtrees *)

isEmpty: tree → bool (* see if empty tree *)
rTree: tree → tree (* right subtree *)
lTree: tree → tree (* left subtree *)
nodeValue: tree → int (* node value *)
dft: tree → unit (* print node values in depth-first order *)
bft: tree → unit (* print node values in breath-first order *)

```

위의 함수들 만을 이용해서 나무 구조를 만들고 `dft`와 `bft`를 돌려서 제대로 된 순서로 출력되는 지를 확인하라.

참고로, 만든 실행기에 메모리 소모량을 측정하는 장치를 달고, 프로그램을 돌렸을 때 얼마큼의 메모리를 소모하는 지를 재보자. 메모리 소모가 될 수 있으면 작도록 프로시저를 구현하도록 해 보자. □