

ソフトウェア技法: 期末試験 (2013/12/18)

問題 1 整数型リストに対して, 奇数番目の要素の和と偶数番目の要素の和の対を返す関数 sum2 を書け. リストの先頭の要素を1番目の要素とする.

```
val sum2 : int list -> int * int = <fun>
# sum2 [1;2;3;4;5];;
- : int * int = (9, 6)
```

- 再帰関数一つで書ける. 再帰関数の定義を複数個の用いた場合には, 減点.

問題 2 昇順に並んで二つのリスト xs, ys が与えられた時, xs に含まれ, ys に含まれない要素を昇順に並べたリストを返す関数を書け. 引数として与えられるリストが, 同じ要素を複数個含むことはないとする.

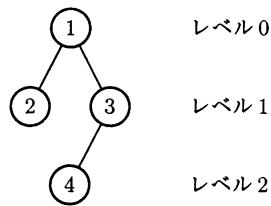
```
val diff : 'a list -> 'a list -> 'a list
# diff [1; 3; 5; 6; 8] [2; 3; 4; 6; 10];;
- : int list = [1; 5; 8]
```

問題 3 以下のデータ型で二分木を表す.

```
type 'a tree = Lf
            | Br of 'a * 'a tree * 'a tree
```

レベル  $n$  の頂点を左から並べたリストを返す関数を書け. (二分木の頂点のレベルを 0 とする.)

```
val level : 'a tree -> int -> 'a list
# let t = Br (1, Br (2, Lf, Lf), Br (3, Br (4, Lf, Lf), Lf));;
val t : int tree = Br (1, Br (2, Lf, Lf), Br (3, Br (4, Lf, Lf), Lf))
# level t 0;;
- : int list = [1]
# level t 1;;
- : int list = [2; 3]
# level t 2;;
- : int list = [4]
# level t 3;;
- : int list = []
```



問題 4 実数のリスト [a0; a1; a2; ...; an] で, 多項式  $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$  を表す. 例えば, リスト [2.0; 1.0; 3.0] は, 以下の多項式を表す.

$$2.0 + 1.0 \times x + 3.0 \times x^2$$

この時, リストで表される多項式  $f$  と実数  $r$  に対して,  $f(r)$  を計算する関数を fold\_right を使って書け.

- 関数 fold\_right を一回だけ使うこと.
- 再帰関数の定義を用いないこと.

(fold\_right を使わずに再帰関数を定義して書いた場合は, 部分点を与える.)

ヒント:  $a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n = a_0 + x(a_1 + a_2x + \dots + a_nx^{n-1})$ .

```
val poly : float list -> float -> float
# poly [2.0; 1.0; 3.0] 2.0;;
- : float = 16.
```

$$a_0 + x \{ a_1 + x \{ a_2 + \dots + a_{n-1}x^{n-2} + a_nx^{n-1} \} \}$$

高階関数 fold\_right は, 以下のように定義されている.

```
let rec fold_right f l e =
  match l with
  | [] -> e
  | x::rest -> f x (fold_right f rest e);;
val fold_right : ('a -> 'b -> 'b) -> 'a list -> 'b -> 'b
```

$$= a_0 + x \{ a_1 + x \{ a_2 + \dots + x \{ a_{n-1} + a_n x \} \} \}$$

$$= a_0 + x \{ a_1 + x \{ a_2 + \dots + x \{ a_{n-1} + x \{ a_n \} \} \} \}$$

問題 5 リストを反転する関数 rev が下のよう定義されている.

```
let rec rev xs =
  match xs with
  | [] -> []
  | x::xs -> rev xs @ [x]
```

$$2.0 + x \{ 1.0 + x \{ 3.0 \} \}$$

この時, 任意のリスト xs, ys に対して  $rev (xs @ ys) = rev ys @ rev xs$  が成り立つことを証明せよ. 以下の等式を使ってよい.

```
[] @ ys = ys
(x::xs) @ ys = x::(xs @ ys)
(xs @ ys) @ zs = xs @ (ys @ zs)
```

$$2.0 + r \times 4$$

$$f(2.0, \text{right}(f, [1.0, 3.0], e))$$

$$f(1.0, \text{right}(f, [3.0], e))$$

$$f(3.0, \text{right}(f, [], e))$$

$$e$$

$$3.0 + 2 \times 0$$

$$1.0 + 2 \times 3.0$$

$$7.0$$

$$2.0 + 7 \times 2 = 14$$