Corso di Programmazione

Esame del 3 Settembre 2019

cognome e nome

Risolvi i seguenti esercizi giustificando sinteticamente le risposte.

1. Programmazione in Scheme

Data una lista di interi `s`, la procedura `lis` calcola la *lista* delle sottosequenze crescenti più lunghe di `s`. Per esempio:

```
(lis '(27 90 7 29 49 8 53 1 28 6))   →   ((7 29 49 53) (27 29 49 53))
```

Il programma si basa sull'idea sviluppata nell'esercizio di laboratorio su questo tema. Il terzo argomento di `lis-rec` rappresenta un prefisso *rovesciato* (per ragioni di efficienza) di qualche soluzione.

```
(define lis                              ; val :  lista di liste (di interi)
  (lambda (s)  (lis-rec s 0 null) ))     ; s :  lista di interi

(define lis-rec
  (lambda (s t p)
    (cond ((null? s)       (list (reverse p)))
          ((<= (car s) t)  (lis-rec (cdr s) t p))
          (else            (best (lis-rec (cdr s) t p)
                                 (lis-rec (cdr s) (car s) (cons (car s) p))))
          )))
```

La lista restituita da `lis-rec` deve quindi contenere liste di interi, tutte della stessa lunghezza. Data una lista con queste caratteristiche, il compito della procedura `best` è quindi di mettere insieme *tutte e sole* le liste che fanno parte della soluzione per gli argomenti `s`, `t`, `p`.

Scrivi un programma in Scheme per realizzare la procedura `best`, tenendo conto del contesto in cui è applicata.

2. Programmazione in Scheme

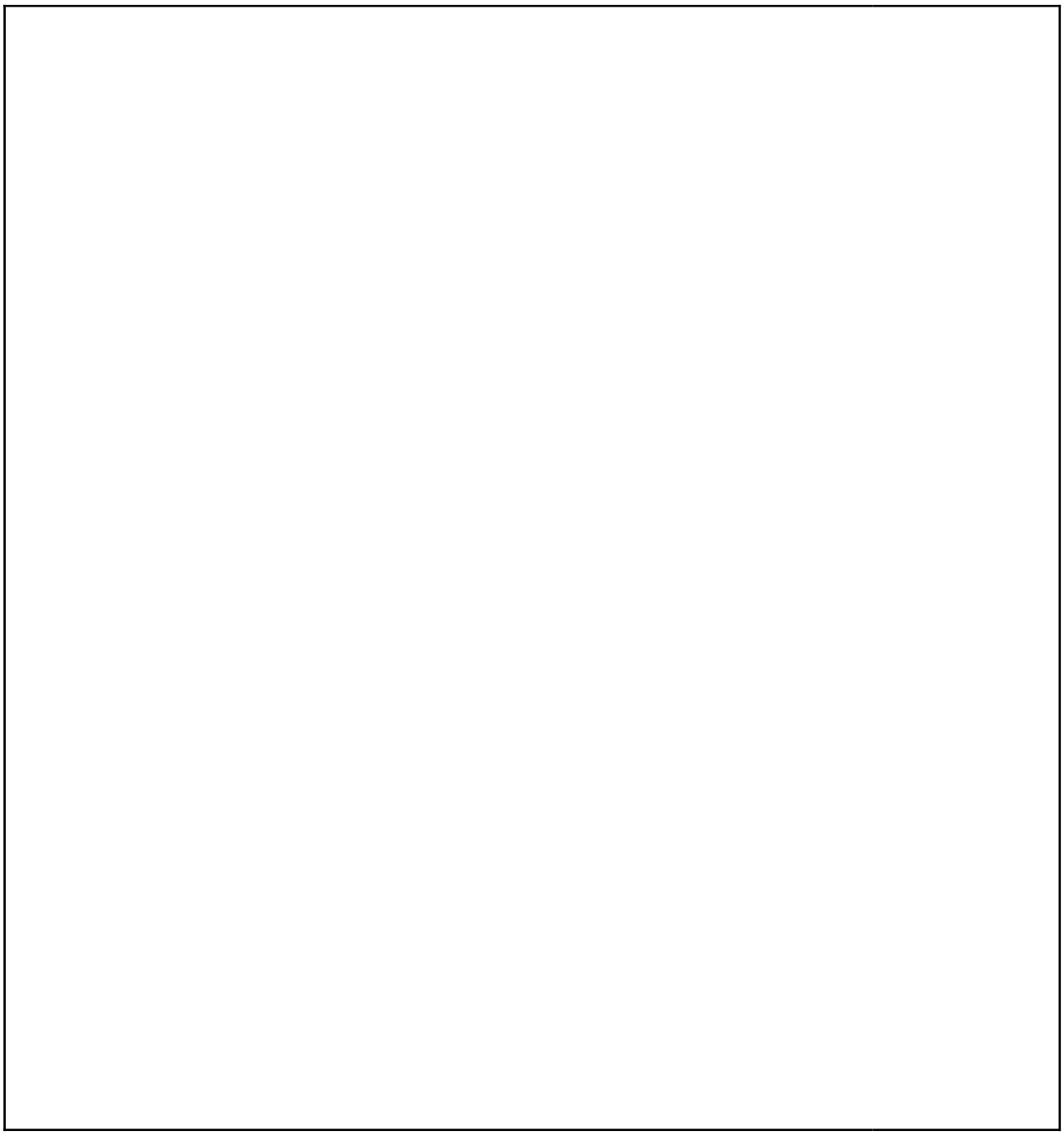
Considera il programma discusso a lezione per determinare la *rappresentazione ternaria bilanciata* (BTR) di un numero intero *n*, riportato qui sotto per comodità:

```
(define btr-rep
  (lambda (n)
    (let ((r (remainder n 3)) (q (quotient n 3))
          )
      (cond ((= r -2)
             (string-append (btr-rep (- q 1)) (btd-rep +1)))
            ((= r +2)
             (string-append (btr-rep (+ q 1)) (btd-rep -1)))
            ((= q  0)
             (btd-rep r))
            (else
             (string-append (btr-rep q) (btd-rep r)))
            ))
    ))
```

```
(define btd-rep
  (lambda (v)
    (cond ((= v -1) "-")
          ((= v  0) ".")
          ((= v +1) "+")
          )
    ))
```

Scrivi un programma in Scheme, basato sulla procedura `btr-list` per calcolare la lista dei "contributi" delle cifre ternarie bilanciate alla composizione del valore *n*, ciascun contributo essendo pari al valore della cifra stessa moltiplicato per il peso (cioè la potenza di tre) corrispondente. Per esempio:

`(btr-list -25)` → `(-27 0 3 -1)` [dove `(btr-rep -25)` → `"-.+-"`]



3. Programmazione dinamica

Applica la tecnica *bottom-up* di *programmazione dinamica* per realizzare una versione più efficiente del metodo statico `q` riportato qui di seguito:

```
public static long q( int i, int j, int k ) {  // i, j, k >= 0
  long x = ( i < 2 ) ? i : q( i-2, j, k );
  long y = ( j < 2 ) ? j : q( i, j-2, k );
  long z = ( k < 2 ) ? k : q( i, j, k-2 );
  long m = x + y + z;
  return ( m == 0 ) ? 1 : m;
}
```

(esercizio 3)

4. Ricorsione e iterazione

Il seguente programma ricorsivo in Java calcola l'elenco di tutte le permutazioni di una stringa `u`, rappresentandolo attraverso la struttura predefinita `Vector<String>`.

```
public static Vector<String> perm( String u ) {   // u non vuota
  Vector<String> p = new Vector<String>();
  permRec( u, 0, p );
  return p;
}

public static void permRec( String u, int k, Vector<String> p ) {
  int n = u.length();
  if ( k == n-1 ) {
    p.add( u );
  } else {
    permRec( u, k+1, p );
    for ( int i=k+1; i<n; i=i+1 ) {
      String v = u.substring( 0, k ) + u.substring( i, i+1 ) + u.substring( k+1, i )
                                     + u.substring( k, k+1 ) + u.substring( i+1, n );
      permRec( v, k+1, p );
  }}
}
```

Completa la definizione del metodo statico `permIter`, riportato nel riquadro sottostante, che trasforma la struttura ricorsiva di `permRec` in una struttura iterativa basata sull'uso di *stack*.

(esercizio 4)

```
public static Vector<String> permIter( String u ) {  // u non vuota

  Vector<String> p = new Vector<String>();
  int n = u.length(), k;

  Stack<String>  s = new Stack<String>();
  Stack<Integer> t = new Stack<Integer>();

  s.push( u );  t.push( 0 );

  do {

    .....

    if ( k == n-1 ) {

      p.add( u );

    } else {

      .....

      .....

      .....

      .....

      .....

    }

  } while ( !s.empty() );

  return p;
}
```

5. Correttezza dei programmi e invarianti

Completa il programma riportato nel riquadro per calcolare la quarta potenza di un intero positivo n utilizzando solo somme e confronti. A tal fine, le espressioni introdotte negli spazi previsti devono garantire che le proprietà invarianti siano effettivamente soddisfatte.

```
public static int pow4( int n ) {  // Pre: n > 0

  int x =  0  ,  y = 0;

  int z =  2x + 1  ,  u =  Math.min(y+z,n*n)  ;

  while ( x < u ) {                  // Inv: (x ≤ n^2) ∧ (y = x^2) ∧ (z = 2x+1) ∧ (u = min(y+z,n^2))
    x = x + 1;

    y = y +  2x - 1  ;

    z = z +  2  ;

    if (  (y+z) <= (n*n)  ) {

      u = y + z;
  }}

  return y;                          // Post: y = n^4
}
```