Programowanie i projektowanie obiektowe

Techniki programowania

Paweł Daniluk

Wydział Fizyki

Jesień 2011

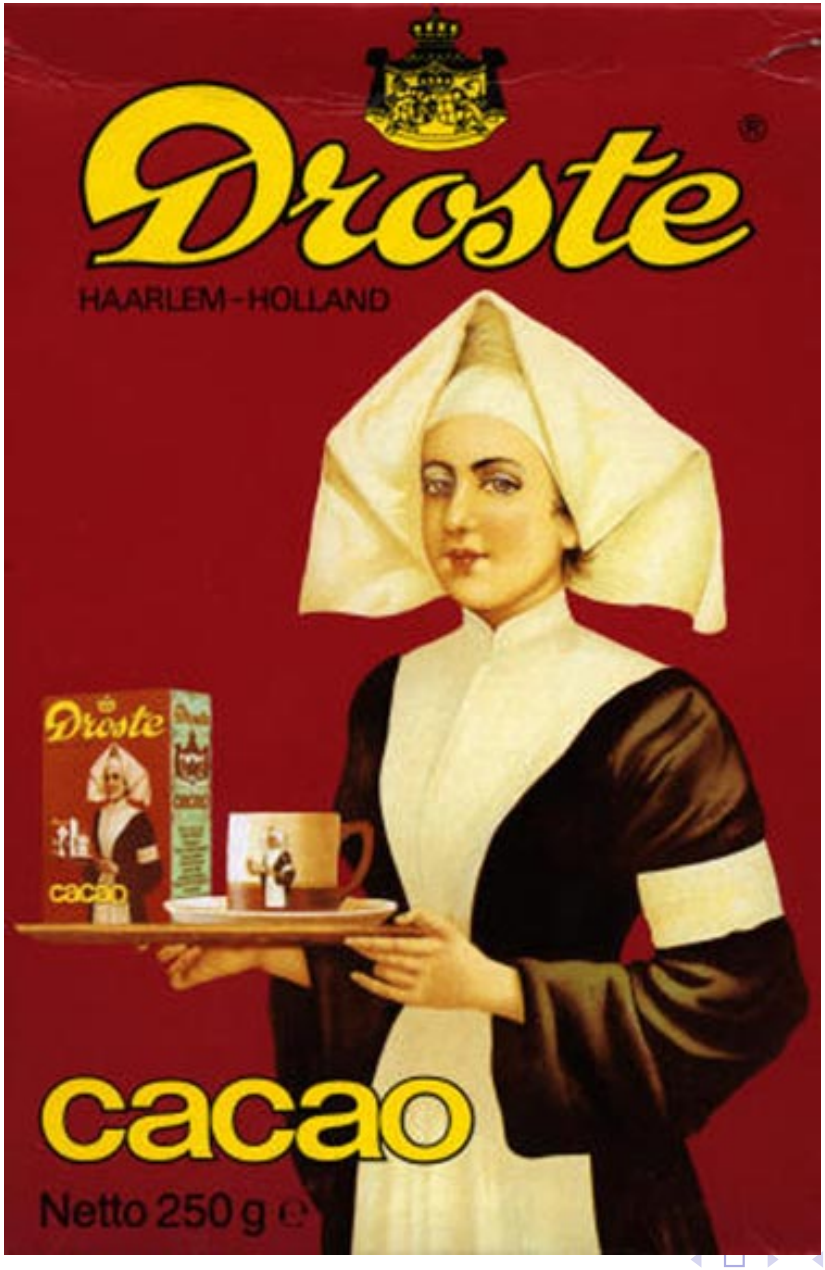
Recursion

See “Recursion”.

Recursion

If you still don't get it, see "Recursion".

Efekt Droste



Silnia

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot \ldots \cdot n$$

$$silnia(i) = \begin{cases} 1 & i = 1 \\ silnia(i-1) \cdot i & \text{w p.p.} \end{cases}$$

Silnia

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot \ldots \cdot n$$

$$silnia(i) = \begin{cases} 1 & i = 1 \\ silnia(i-1) \cdot i & \text{w p.p.} \end{cases}$$

Rozwiązanie rekurencyjne

```
static long silnia(int n) {
    if(n==1) return 1;
    else return silnia(n-1)*n;
}
```

Silnia c.d.

Rozwiązanie rekurencyjne

```
static long silnia(int n) {
    if(n==1) return 1;
    else return silnia(n-1)*n;
}
```

Rozwiązanie iteracyjne

```
static long silniaIter(int n) {
    long res=1;
    for(int i=1; i<=n; i++) {
        res*=i;
    }
    return res;
}
```

Liczby Fibonacciego

$$F(i) = \begin{cases} 1 & i = 1 \\ 1 & i = 2 \\ F(i-2) + F(i-1) & \text{w p.p.} \end{cases}$$

Rozwiązanie rekurencyjne

```
static long fibonacci(int n) {
    if(n==1 || n==2) return 1;
    else return fibonacci(n-2)+fibonacci(n-1);
}
```

Uwagi

Zalety rekurencji

- prostota implementacji
- dobra do rozwiązywania problemów, które wymagają stosu
- często stosowana w metodzie “dziel i zwyciężaj”

Uwagi

Zalety rekurencji

- prostota implementacji
- dobra do rozwiązywania problemów, które wymagają stosu
- często stosowana w metodzie "dziel i zwyciężaj"

Wady rekurencji

- wywołanie funkcji jest drogie w językach preferujących konstrukcje iteracyjne
- może łatwo nastąpić przepełnienie

Uwagi

Zalety rekurencji

- prostota implementacji
- dobra do rozwiązywania problemów, które wymagają stosu
- często stosowana w metodzie "dziel i zwyciężaj"

Wady rekurencji

- wywołanie funkcji jest drogie w językach preferujących konstrukcje iteracyjne
- może łatwo nastąpić przepełnienie

Iteracja i rekurencja są wzajemnie równoważne.

Uwagi c.d.

Sensowne zastosowania

- Quicksort
- obchodzenie drzew (grafów)
- wieże Hanoi (ćw.)
- algorytmy “dziel i zwyciężaj”

Uwagi c.d.

Sensowne zastosowania

- Quicksort
- obchodzenie drzew (grafów)
- wieże Hanoi (ćw.)
- algorytmy "dziel i zwyciężaj"

Istnieją również rekurencyjne struktury danych (np. listy, drzewa).

Liczby Fibonacciego

$$F(i) = \begin{cases} 1 & i = 1 \\ 1 & i = 2 \\ F(i-2) + F(i-1) & \text{w p.p.} \end{cases}$$

Rozwiązanie rekurencyjne

```
static long fibonacci(int n) {
    if(n==1 || n==2) return 1;
    else return fibonacci(n-2)+fibonacci(n-1);
}
```

Rozwiązanie rekurencyjne jest niewydajne (złożoność wykładnicza).

Liczby Fibonacciego c.d.

Pomysł

Przechowujmy wyniki pośrednie zamiast wielokrotnie je liczyć.

Rozwiązanie iteracyjne

```
static long fibonacciDynamic(int n) {
    if(n==1 || n==2) return 1;
    long F[]=new long[n+1];

    F[1]=1; F[2]=1;

    for(int i=3; i<=n; i++) {
        F[i]=F[i-2]+F[i-1];
    }
    return F[n];
}
```

Wystarczy przechowywać dwie ostatnie wartości.

Uliniowienie sekwencji

Para sekwencji DNA

ACACACTA
AGCACACA

Uliniowienie sekwencji

Wstawienie odstępów, tak aby zmaksymalizować jakość uliniowienia mierzoną podobieństwem aminokwasów i ilością odstępów.

A-CACACTA
AGCACAC-A

Uliniowienie sekwencji c.d.

Miara jakości uliniowienia

$$w : \Sigma \cup \{-\} \times \Sigma \cup \{-\} \to \mathbb{R}$$

Na przykład:

$$w(a,b) = \begin{cases} 2 & a = b \\ 0 & a = - \text{ lub } b = - \\ -1 & \text{w p.p.} \end{cases}$$

Algorytm Smitha-Watermana

$S_1 = a_1 a_2 \ldots a_n$
$S_2 = b_1 b_2 \ldots b_m$
$H(i,j)$ – miara najlepszego uliniowienia sekwencji $a_1 a_2 \ldots a_i$, $b_1 b_2 \ldots b_j$

Definicja rekurencyjna

$$H(i,0) = 0,\ 0 \leq i \leq m$$
$$H(0,j) = 0,\ 0 \leq j \leq n$$
$$H(i,j) = \max \begin{cases} 0 & \\ H(i-1,j-1) + w(a_i, b_j) & \text{Match/Mismatch} \\ H(i-1,j) + w(a_i, -) & \text{Deletion} \\ H(i,j-1) + w(-, b_j) & \text{Insertion} \end{cases}, \ 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$$

Algorytm Smitha-Watermana c.d.

Przykład

$$H = \begin{pmatrix} & - & A & C & A & C & A & C & T & A \\ - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ A & 0 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 0 & 2 \\ G & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ C & 0 & 0 & 3 & 2 & 3 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ A & 0 & 2 & 2 & 5 & 4 & 5 & 4 & 3 & 4 \\ C & 0 & 1 & 4 & 4 & 7 & 6 & 7 & 6 & 5 \\ A & 0 & 2 & 3 & 6 & 6 & 9 & 8 & 7 & 8 \\ C & 0 & 1 & 4 & 5 & 8 & 8 & 11 & 10 & 9 \\ A & 0 & 2 & 3 & 6 & 7 & 10 & 10 & 10 & 12 \end{pmatrix}$$

Zadanie 1 – Fibonacci

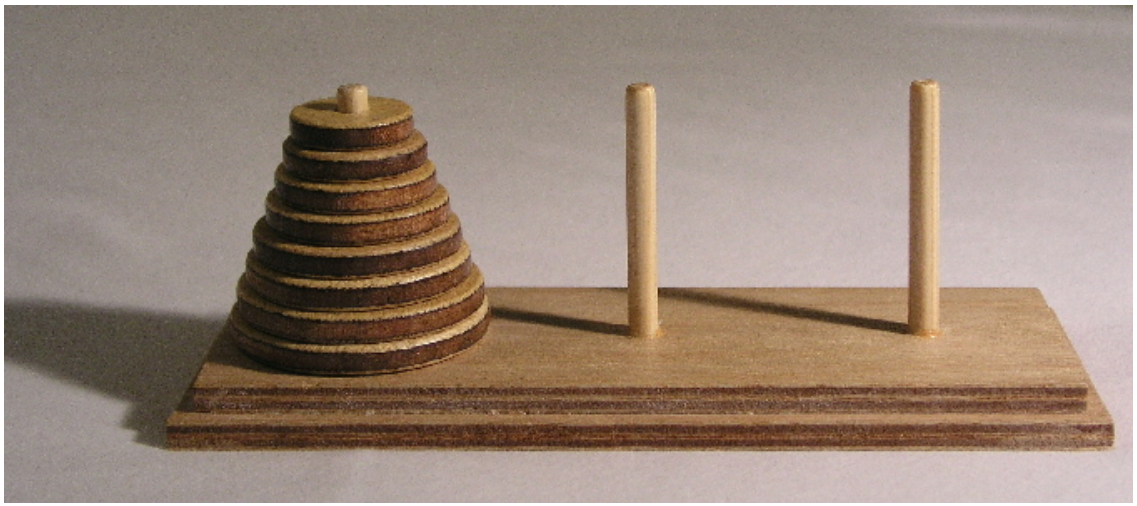
Zadanie

Zaimplementować funkcje obliczające n-tą liczbę Fibonacciego metodami rekurencyjną i programowania dynamicznego (z tablicą i bez).

Zadanie 2 – Wieże Hanoi

Zadanie

Zaimplementować algorytm rozwiązujący problem przenoszenia n krążków z pierwszego kołka na trzeci zgodnie z regułami.



Zadanie 2 – Wieże Hanoi c.d.

Schemat rozwiązania

```
//tworzy nową instancję problemu z n krążkami
//na pierwszym kołku
HanoiPegs pegs = new HanoiPegs(n);

// zdejmuje krążek z pierwszego kołka
int k=pegs.A.pop();

// wkłada k-ty krążek na trzeci kołek
pegs.C.push(k);
```

Krążek z numerem 1 jest najmniejszy.

Zadanie 3 – Uliniowienie sekwencji

Zadanie

Zaimplementować algorytm uliniawiania sekwencji DNA.