

Portofoliu Algoritmi și complexitate

Anul I, semestrul 2

Pavel Andrei
Grupa M116

Facultatea de Matematică
Universitatea "Alexandru Ioan Cuza"
Iași
2018 - 2019

Laborator 1

15. O colecție de n monede sunt identice, cu excepția uneia, falsă, care are greutatea mai mică decât a celorlalte. Propuneți o strategie pentru a identifica moneda falsă folosind o balanță simplă și cât mai puține cântăriri.

```
1 import random, math
2
3 # The values aren't important, what matters is that fake < real
4 realWeight = 40
5 fakeWeight = 35
6
7 print("Please enter length: ", end="")
8 length = int(input())
9
10 coins = [realWeight] * length
11 coins[random.randrange(length)] = fakeWeight
12
13 bigPile = coins
14 steps = 0
15
16 while len(bigPile) > 1:
17     steps += 1
18     print("Step %d:" % steps)
19
20     # we split the big pile in 3 piles with the same size ±1
21     pileSize = len(bigPile) // 3 + (len(bigPile) % 3 == 2)
22     leftPile = bigPile[0:pileSize]
23     rightPile = bigPile[pileSize:pileSize*2]
24     leftoverPile = bigPile[pileSize*2:]
25
26     print("left", leftPile)
27     print("right", rightPile)
28     print("leftover", leftoverPile)
29
30     difference = 0
31     for i in range(pileSize):
32         difference += rightPile[i] - leftPile[i]
33
34     if difference > 0: bigPile = leftPile
35     elif difference < 0: bigPile = rightPile
36     else: bigPile = leftoverPile
37
38     print()
39
40 print("Took", steps, "steps to find the fake coin, expected",
41       math.ceil(math.log(length, 3)))
```

```
$ python3 src.py
Please enter length: 15
Step 1:
left [40, 40, 40, 40, 40]
right [40, 40, 40, 40, 40]
leftover [40, 40, 35, 40, 40]
```

```
Step 2:
left [40, 40]
right [35, 40]
leftover [40]
```

```
Step 3:
left [35]
right [40]
leftover []
```

Took 3 steps to find the fake coin, expected 3

16. Bucătarul unui restaurant a pregătit clătite și le-a stivuit pe o farfurie. Fiind începător, clătitele nu au ieșit la fel, având diametre diferite, iar farfuria arată destul de rău. Bucătarul șef a vrut să-i dea o lecție și i-a dat sarcina de a rearanja (cea cu diametrul cel mai mare să fie prima pe farfurie, apoi cea cu diametrul imediat următor ca mărime ș.a.m.d.) folosind doar o spatulă. Ce strategie să adopte?

```
1 print("Please insert a space separated list of pancake diameters:\n(",
2     end="")
3 strs = input().split(' ')
4 # index 0 represents the topmost pancake
5 pancakes = [int(num) for num in reversed(strs) if num != ""]
6
7 def draw(msg, vec, spatulaIndex = -1):
8     print(msg + "(", end="")
9     i = len(vec)
10    if spatulaIndex > 0:
11        for i in range(i-1, spatulaIndex-1, -1): print(vec[i], end=" ")
12        print("|", end="")
13
14    for i in range(i-1, -1, -1): print(vec[i], end=" ")
15    print()
16
17 flips = 0
18 def flip(vec, index):
19     global flips
20     flips += 1
21     draw("flip %2d: " % (flips), pancakes, index)
22     for i in range(0, index // 2):
23         t = vec[i]
24         vec[i] = vec[index-i-1]
25         vec[index-i-1] = t
26
```

```

27 for bottom in range(len(pancakes), 0, -1):
28     spatulaIndex = 0
29     for i in range(0, bottom):
30         if pancakes[i] >= pancakes[spatulaIndex]: spatulaIndex = i
31     spatulaIndex += 1
32     # if the biggest is at the bottom we do nothing
33     if spatulaIndex == bottom: continue
34     # if the biggest is already at the top we don't have to flip it
35     if spatulaIndex != 1: flip(pancakes, spatulaIndex)
36
37     flip(pancakes, bottom)
38
39 draw("", pancakes)
40 print("Done in %d flips" % flips)

```

```
$ python3 src.py
```

Please insert a space separated list of pancake diameters:

```

(5 9 4 3 7 2 8 1
flip 1: (5 |9 4 3 7 2 8 1
flip 2: (|5 1 8 2 7 3 4 9
flip 3: (9 4 3 7 2 |8 1 5
flip 4: (9 |4 3 7 2 5 1 8
flip 5: (9 8 1 5 2 |7 3 4
flip 6: (9 8 |1 5 2 4 3 7
flip 7: (9 8 7 3 4 2 |5 1
flip 8: (9 8 7 |3 4 2 1 5
flip 9: (9 8 7 5 1 2 |4 3
flip 10: (9 8 7 5 |1 2 3 4
(9 8 7 5 4 3 2 1
Done in 10 flips

```

```
$ python3 src.py
```

Please insert a space separated list of pancake diameters:

```

(4 3 2 1
(4 3 2 1
Done in 0 flips

```

```
$ python3 src.py
```

Please insert a space separated list of pancake diameters:

```

(3 3 1 4 3
flip 1: (3 3 1 |4 3
flip 2: (|3 3 1 3 4
flip 3: (4 3 1 |3 3
flip 4: (4 3 |1 3 3
(4 3 3 3 1
Done in 4 flips

```

Laborator 2

10. Demonstrați corectitudinea algoritmului de determinare a valorii obținute prin inversarea ordinii cifrelor unui număr natural.

```
1 n = int(input("Please insert n: "))
2
3 res = 0
4 i = 0
5
6 while n != 0:
7     res *= 10
8     res += n % 10
9     n //= 10
10    i += 1
11
12 print("Result:", res)
```

```
$ python3 reversed.py
Please insert n: 1234
Result: 4321
```

```
$ python3 reversed.py
Please insert n: 2400
Result: 42
```

I. Parțial corectitudinea

Considerăm secvențele de intrare și ieșire:

$$P_{in} = \left\{ n = \sum_{j=0}^k c_j 10^j; c_j \in \overline{0,9}, \forall j \in \overline{0,k}; c_k \neq 0 \right\},$$
$$P_{out} = \left\{ res = \sum_{j=0}^k c_{k-j} 10^j \right\}.$$

Alegem proprietatea:

$$I = \left\{ n = \sum_{j=0}^{k-i} c_{i+j} 10^j; res = \sum_{j=0}^{i-1} c_{i-1-j} 10^j \right\}.$$

La intrarea în buclă:

$$i = 0$$
$$n = \sum_{j=0}^k c_j 10^j$$

$$\text{Deci propoziția } I = \left\{ n = \sum_{j=0}^k c_j 10^j; res = \sum_{j=0}^{-1} c_{-1-j} 10^j = 0 \right\} \text{ este adevărată.}$$

Arătăm că propoziția I este invariantă.

Presupunem I adevărată la începutul iterației și $n \neq 0$; demonstrăm I adevărată la sfârșitul iterației.

$$n = \sum_{j=0}^{n-i} c_{i+j} 10^j; res = \sum_{j=0}^{i-1} c_{i-1-j} 10^j$$

7

```
res *= 10
```

$$res = \left(\sum_{j=0}^{i-1} c_{i-1-j} 10^j \right) \cdot 10 = \sum_{j=0}^{i-1} c_{i-1-j} 10^{j+1} = \sum_{j=1}^i c_{i-j} 10^j$$

8

```
res += n % 10
```

$$res = \left(\sum_{j=1}^i c_{i-j} 10^j \right) + c_i = \left(\sum_{j=1}^i c_{i-j} 10^j \right) + c_{i-0} 10^0 = \sum_{j=0}^i c_{i-j} 10^j$$

9

```
n //= 10
```

$$n = \left\lfloor \left(\sum_{j=0}^{k-i} c_{i+j} 10^j \right) / 10 \right\rfloor = \left\lfloor \sum_{j=0}^{k-i} c_{i+j} 10^{j-1} \right\rfloor = \left\lfloor \sum_{j=1}^{k-i} c_{i+j} 10^{j-1} \right\rfloor + \lfloor c_i 10^{-1} \rfloor$$

$$\text{Cum } 0 \leq c_i \leq 9 \implies 0 \leq c_i 10^{-1} \leq 0.9 \implies \lfloor c_i 10^{-1} \rfloor = 0.$$

$$\text{Deci } n = \left\lfloor \sum_{j=1}^{k-i} c_{i+j} 10^{j-1} \right\rfloor = \sum_{j=1}^{k-i} c_{i+j} 10^{j-1} = \sum_{j=0}^{k-i-1} c_{i+j+1} 10^j.$$

10

```
i += 1
```

Scriem res și n în funcție de noul i . Deci i devine $i - 1$.

$$res = \sum_{j=0}^{i-1} c_{i-1-j} 10^j$$

$$n = \sum_{j=0}^{k-(i-1)-1} c_{i-1+j+1} 10^j = \sum_{j=0}^{k-i} c_{i+j} 10^j$$

Deci I adevărată și la sfârșitul iterației.

La ieșirea din buclă:

$$i = k + 1$$

$$n = \sum_{j=0}^{k-(k+1)} c_{k+1+j} 10^j = \sum_{j=0}^{-1} c_{k+1+j} 10^j = 0$$

$$res = \sum_{j=0}^{k+1-1} c_{k+1-1-j} 10^j = \sum_{j=0}^k c_{k-j} 10^j$$

$$\text{Deci } P_{out} = \left\{ res = \sum_{j=0}^k c_{k-j} 10^j \right\} \text{ adevărată.}$$

În concluzie algoritmului este parțial corect.

II. Total corectitudinea

Considerăm funcția $t : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$, $t(i) = k+1-i$, $t(i+1) - t(i) = k+1-(i+1) - (k+1-i) = -1 < 0$, deci t monoton strict descrescătoare.

$$t(i) = 0 \iff i = k + 1 \iff n = \sum_{j=0}^{-1} c_{k+1+j} 10^j = 0 \iff \text{condiția de ieșire din buclă.}$$

În concluzie algoritmului este total corect.

Laborator 3

10. Considerăm o secvență $x = (x_0, \dots, x_{n-1})$ de n numere întregi, cu măcar un element pozitiv. O subsecvență a șirului este de forma $(x_i, x_{i+1}, \dots, x_j)$, cu $0 \leq i \leq j \leq n-1$, iar suma subsecvenței este suma elementelor componentelor sale. Descrieți un algoritm pentru a determina subsecvența de sumă maximă. Estimați timpul de execuție al algoritmului, precizând operația dominantă.

```
1 print("Please insert the sequence: ", end="")
2 strs = input().split(' ')
3 v = [int(num) for num in strs if num != ""]
4 n = len(v)
5 # python way of defining a n-dimensional list initialized to 0
6 sub_sums = [0 for i in range(0, n)]
7
8 best = (0, 0)
9 best_sum = 0
10 for i in range(0, n):
11     sub_sums[i] = v[i]
12     best_end_index = i
13     # after this loop v[j] = (sum from k=i to j of v[k])
14     for j in range(i+1, n):
15         sub_sums[j] = sub_sums[j-1] + v[j]
16         if sub_sums[j] > sub_sums[best_end_index]:
17             best_end_index = j
18     if sub_sums[best_end_index] > best_sum:
19         best_sum = sub_sums[best_end_index]
20         best = (i, best_end_index)
21
22 print("Best with a sum of", best_sum, "is: (x%d,...,x%d)" % best)
```

```
$ python3 src.py
Please insert the sequence: 1 2 3 4
Best with a sum of 10 is: (x0,...,x3)
```

```
$ python3 src.py
Please insert the sequence: 1 -2 3 4
Best with a sum of 7 is: (x2,...,x3)
```

```
$ python3 src.py
Please insert the sequence: 1 2 -3 4
Best with a sum of 4 is: (x0,...,x3)
```

Considerăm operația de baza ca fiind compararea elementelor tabloului v (liniile 16 și 18). Notăm $T_l(n) :=$ timpul total de execuție al liniei l ; $T(n) :=$ timpul de execuție total.

$$T_{16}(n) = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n-1} 1 = \sum_{i=0}^{n-1} ((n-1) - i) = n(n-1) - \sum_{i=0}^{n-1} i = n(n-1) - \frac{n(n-1)}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$$

$$T_{18}(n) = \sum_{i=0}^{n-1} 1 = n$$

$$T(n) = \frac{n(n-1)}{2} + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

Laborator 4

8. Considerăm o secvență $x = (x_0, \dots, x_{n-1})$ de n numere întregi. Generați tabloul $f = (f_0, \dots, f_{n-1})$, cu $f_i = \sum_{j=0}^i x_j$, printr-un algoritm de complexitate liniară.

```
1 print("Please insert the sequence: ", end="")
2 strs = input().split(' ')
3 x = [int(num) for num in strs if num != ""]
4 n = len(x)
5 f = [0 for i in range(n)]
6
7 f[0] = x[0]
8 for i in range(1, n):
9     f[i] = f[i-1] + x[i]
10
11 print(f)
```

```
$ python3 src.py
Please insert the sequence: 1 2 3 0 -1 5
[1, 3, 6, 6, 5, 10]
```

9. Considerăm un tablou de valori întregi $x = (x_0, \dots, x_{n-1})$ și o valoare dată, s . Să se verifice dacă există cel puțin doi indici i și j (nu neapărat distincți) cu proprietatea că $x_i = x_j = s$. Analizați complexitatea algoritmului propus.

```
1 print("Please insert the sequence: ", end="")
2 strs = input().split(' ')
3 x = [int(num) for num in strs if str != ""]
4 print("Please insert s: ", end="")
5 s = int(input())
6
7 def f(x):
8     for i in range(0, len(x)):
9         for j in range(i, len(x)):
10             if x[i] + x[j] == s:
11                 print ("Found %d + %d = %d " % (x[i] , x[j], s))
12                 return True
13     print("Not found")
14     return False
15 f(x)
```

```
$ python3 src.py
Please insert the sequence: 1 2 3 0 -1 5
Please insert s: 9
Not found
```

```
$ python3 src.py
Please insert the sequence: 1 2 3 0 5 -1
Please insert s: 7
Found 2 + 5 = 7
```


Laborator 5

4. (*Shaker sort*) modificând algoritmul de sortare prin interschimbarea elementelor vecine, sortați elementele unui tablou, astfel încât, la fiecare pas, să se plaseze pe pozițiile finale câte două elemente: minimul, respectiv maximum din subtabloul parcurs la pasul respectiv.

```
1 print("Please insert the array: ", end="")
2 strs = input().split(' ')
3 v = [int(num) for num in strs if num != ""]
4
5 def impl(start, end, step):
6     sorted = True
7     for i in range(start, end, step):
8         if v[i] > v[i+1]:
9             t = v[i]
10            v[i] = v[i+1]
11            v[i+1] = t
12            sorted = False
13    return sorted
14
15 begin = 0
16 end = len(v) - 1
17
18 while True:
19     if impl(begin, end, 1): break
20     if impl(end-1, begin-1, -1): break
21
22     end -= 1
23     begin += 1
24
25 print(v)
```

```
$ python3 shaker_sort.py
Please insert the array: 6 5 3 1 8 7 2 4 0 9
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

```
$ python3 shaker_sort.py
Please insert the array: 4 1 0 2 7 3 9 8 5 6
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

```
$ python3 shaker_sort.py
Please insert the array: 9 4 3 0 5 6 1 8 7 0
[0, 0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

```
$ python3 shaker_sort.py
Please insert the array: 40 3 43 95 9 2 4 0
[0, 2, 3, 4, 9, 40, 43, 95]
```

5. (*Counting sort* - sortare prin numărare) Considerăm un tablou x de dimensiune n , cu elemente din mulțimea $\{0, 1, 2, \dots, m\}$. Pentru sortarea unui astfel de tablou poate fi descris un algoritm de sortare de complexitate liniară, dacă m nu este semnificativ mai mare ca n . Pașii algoritmului sunt:

- (a) se construiește tabloul $f[0..m]$ al frecvențelor de apariție a elementelor tabloului x (f_i reprezintă de câte ori apare valoarea i în tabloul x , $i = 0, \dots, m$);
- (b) se calculează tabloul frecvențelor cumulate $fc[0..m]$, $fc_i = \sum_{j=0}^i f_j$, $i = 0, \dots, m$;
- (c) se folosește tabloul frecvențelor cumulate pentru a construi tabloul ordonat.

Descrieți algoritmul de sortare prin numărare. Care este complexitatea acestuia?

```

1 print("Please insert the array: ", end="")
2 x = [int(num) for num in (input().split()) if num != ""]
3 n = len(x)
4 m = max(x) + 1
5
6 f = [0 for i in range(m)]
7 output = [0 for i in range(n)]
8
9 for i in x: f[i] += 1
10 print("f:", f)
11
12 for i in range(1, m): f[i] = f[i-1] + f[i]
13
14 print("fc:", f)
15 for i in range(n):
16     val = x[i]
17     f[val] -= 1
18     output[f[val]] = val
19
20 print("output:", output)

```

```

$ python3 counting_sort.py
Please insert the array: 0 1 2 2 1 0 2 1 2 4
f: [2, 3, 4, 0, 1]
fc: [2, 5, 9, 9, 10]
output: [0, 0, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 4]

```

```

$ python3 counting_sort.py
Please insert the array: 1 2 2 1 2 1 2 4
f: [0, 3, 4, 0, 1]
fc: [0, 3, 7, 7, 8]
output: [1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 4]

```

Considerăm atribuirile în vectori ca fiind operațiile de bază (ignorăm inițializările).

Notăm $T_l :=$ timpul total de execuție al liniei l ; $T(n, m) :=$ timpul de execuție total.

$T_9 = n$; $T_{12} = m - 1$; $T_{17} = n$; $T_{18} = n$;

$T(n, m) = 3n + m - 1$.

$T \in O(n + m)$.

6. (*Radix sort* - sortare pe baza cifrelor) Considerăm un tablou x de dimensiune n , cu elemente numere naturale de cel mult k cifre. Algoritmul de sortare este bazat pe următoarea idee: folosind counting sort, se ordonează tabloul în raport cu cifra cea mai puțin semnificativă a fiecărui număr, apoi se sortează în raport cu cifra de rang imediat superior ș.a.m.d., până de ajunge la cifra cea mai semnificativă.

Descrieți algoritmul radix sort. Care este complexitatea acestuia?

```

1 print("Please insert the array: ", end="")
2 x = [int(num) for num in (input().split()) if num != ""]
3 n = len(x)
4 max_x = max(x)
5
6 f = [0 for i in range(10)]
7 output = [0 for i in range(n)]
8
9 pow10 = 1
10 while max_x > 0:
11     def getDigit(num): return (num // pow10) % 10
12
13     for i in range(10): f[i] = 0
14     for i in x: f[getDigit(i)] += 1
15
16     for i in range(1, 10): f[i] += f[i-1]
17
18     for i in range(n - 1, -1, -1):
19         index = getDigit(x[i])
20         f[index] -= 1
21         output[f[index]] = x[i]
22
23     #output becomes new input
24     for i in range(n): x[i] = output[i]
25
26     pow10 *= 10
27     max_x //= 10
28
29 print("output:", output)

```

```
$ python3 radix_sort.py
```

```
Please insert the array: 3 2 4 23 427 459 56 90
```

```
output: [2, 3, 4, 23, 56, 90, 427, 459]
```

```
$ python3 radix_sort.py
```

```
Please insert the array: 89568 23 123 2 1 4 45 499
```

```
output: [1, 2, 4, 23, 45, 123, 499, 89568]
```

Considerăm atribuirile în vectori ca fiind operațiile de bază (ignorăm inițializările).

Notăm $k = \log_{10}(\max(x)) + 1$; $T_l :=$ timpul total de execuție al liniei l ; $T(n, k) :=$ timpul de execuție total.

$T_{13} = 10k$; $T_{14} = kn$; $T_{16} = 9k$; $T_{20} = kn$; $T_{21} = kn$;

$T(n, k) = 3kn + 19k$.

$T \in O(kn)$.

Laborator 6

6. Se poate demonstra că plecând de la numărul 4, se poate obține orice număr natural diferit de zero, printr-o succesiune de operații de tipul:

- se adaugă cifra 4 la sfârșitul numărului curent;
- se adaugă cifra 0 la sfârșitul numărului curent;
- numărul curent de împarte la 2.

Propuneți un subalgoritm recursiv care să descrie cum se poate obține un număr natural $n \neq 0$, pornind de la numărul 4, aplicând operațiile de mai sus. De exemplu, pentru $n = 435$, drumul parcurs pornind de la numărul 4 este:

$4 \rightarrow 2 \rightarrow 24 \rightarrow 12 \rightarrow 6 \rightarrow 3 \rightarrow 34 \rightarrow 17 \rightarrow 174 \rightarrow 87 \rightarrow 870 \rightarrow 435$

sau pentru $n = 5$,

$4 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 10 \rightarrow 5$

Indicație. Drumul până la numărul n se poate determina prin construirea drumului invers de la n la numărul 4, folosind operațiile inverse.

```
1 def from4(n):
2     assert(n > 0)
3
4     def impl(n, steps):
5         steps.append(n)
6         if n == 4: return steps
7         if n % 10 == 4 or n % 10 == 0: return impl(n // 10, steps)
8         return impl(n * 2, steps)
9
10    steps = impl(n, [])
11    for num in reversed(steps[1:]):
12        print(num, "-> ", end="")
13    print(n)
14
15    print("Please insert a number (> 0): ", end="")
16    n = int(input())
17    from4(n)
```

```
$ python3 src.py
```

```
Please insert a number (> 0): 435
```

```
4 -> 2 -> 24 -> 12 -> 6 -> 3 -> 34 -> 17 -> 174 -> 87 -> 870 -> 435
```

```
$ python3 src.py
```

```
Please insert a number (> 0): 5
```

```
4 -> 2 -> 1 -> 10 -> 5
```

```
$ python3 src.py
```

```
Please insert a number (> 0): 231
```

```
4 -> 2 -> 1 -> 14 -> 144 -> 72 -> 36 -> 18 -> 184 -> 92 -> 924 -> 462 -> 231
```

```
$ python3 src.py
```

```
Please insert a number (> 0): 178
```

```
4 -> 44 -> 22 -> 224 -> 112 -> 56 -> 28 -> 284 -> 142 -> 1424 -> 712 -> 356 -> 178
```

11. Considerăm o scară cu $n \in \mathbb{N}^*$ trepte. Determinați numărul de moduri în care poate fi urcată scara efectuând pași de una, două sau trei trepte. Descrieți algoritmul corespunzător.

Numarul de moduri în care poate fi urcată scara este dat de următoarea relație de recurență:

$$f: \mathbb{N}^* \rightarrow \mathbb{N},$$

$$f(n) = \begin{cases} 0, & n = 0 \\ 1, & n = 1 \\ 2, & n = 2 \\ f(n-1) + f(n-2) + f(n-3), & n > 2 \end{cases}$$

Observăm că $f(n-1)$ este al n -lea termen din sirul Tribonacci. Deci putem folosi următoarea formulă pentru $f(n)$:

$$f(n-1) = \text{round} \left(\frac{3b}{b^2-2b+4} \left(\frac{a_++a_-+1}{3} \right)^n \right), \text{ unde } a_{\pm} = \sqrt[3]{19 \pm 3\sqrt{33}}, b = \sqrt[3]{586 + 102\sqrt{3}}.$$

```

1 from math import pow, sqrt
2
3 t = (pow(19 - 3*sqrt(33), 1/3) + pow(19 + 3*sqrt(33), 1/3) + 1) / 3
4 b = pow(586 + 102*sqrt(33), 1/3)
5 left = (3*b) / (b*b - 2*b + 4)
6
7 def f(n):
8     # this gives the correct answer from 1 to 53
9     if n < 54: return round(left * pow(t, n+1))
10    t1 = f(53)
11    t2 = f(52)
12    t3 = f(51)
13    n -= 53
14
15    while n > 0:
16        n -= 1
17        r = t1 + t2 + t3
18        t3 = t2
19        t2 = t1
20        t1 = r
21    return t1
22
23 print("Please insert a number (> 0): ", end="")
24 n = int(input())
25 print(f(n))

```

```

$ python3 src.py
Please insert a number (> 0): 4
7

```

```

$ python3 src.py
Please insert a number (> 0): 5
13

```

```

$ python3 src.py
Please insert a number (> 0): 55
222332455004452

```