Structuri de date și algoritmi

DR. ING. CRISTINA STÂNGACIU

Introducere

CAPITOLUL I

Cuprins

Obiectivele cursului

Obiective principale:

- Prezentarea structurilor de date ca **tipuri de date abstracte** în strânsă interdependență cu **algoritmii** care implementează operațiile specifice definite pe aceste tipuri
- **Analiza eficienței** structurilor de date și a algorimilor

Obiective secundare:

- Deprinderea abilităților de:
  - analiză
  - proiectare
  - implementare

    a structurilor de date în diverse contexte aplicative

    a unor algoritmi, utilizând operațiile de bază ale structurilor de date studiate

Despre curs

Ce vom găsi în acest curs?

- Prezentarea structurilor de date fundamentale ca tipuri de date abstracte
- O introducere în domeniul algoritmilor
- Algorimi ce implementează operații specifice structurilor de date fundamentale
- Metode de analiză, proiectare și implementare a algorimilor folosind structuri de date fundamentale
- Exemple de implementari ale unor algoritmi de referință

Despre curs

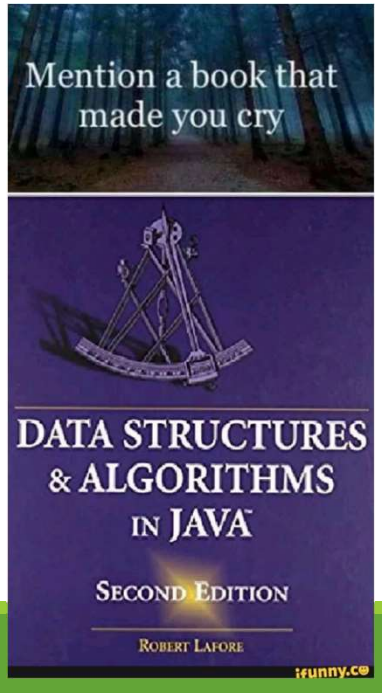
De ce să studiem SDA?

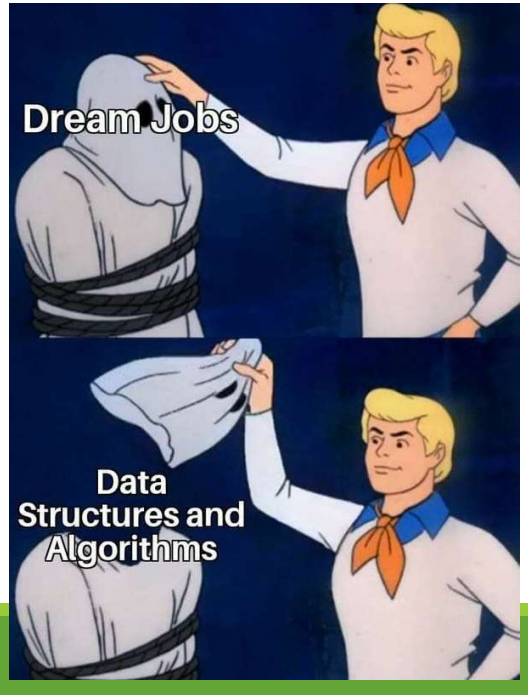
- La materiile anterioare de programare am învățat principii de programare, la SDA continuăm studiul acestor principii, adăugând eficiența ca obiectiv principal
- SDA este o materie de bază pentru alte materii ca Proiectarea și analiza algoritmilor; Programarea orientată pe obiecte și diverse materii opționale din ani mai mari
- Este o materie de bază la toate universitățile mari ale lumii pentru profilul Calculatoare (Computer Science) și Tehnologia Informației (Information Technology)
- Locuri de muncă bine plătite în domeniul dezvoltării de algoritmi de securitate, de telecomunicații, inteligență artificială etc.
- Pentru a ne dezvolta gândirea algoritmică

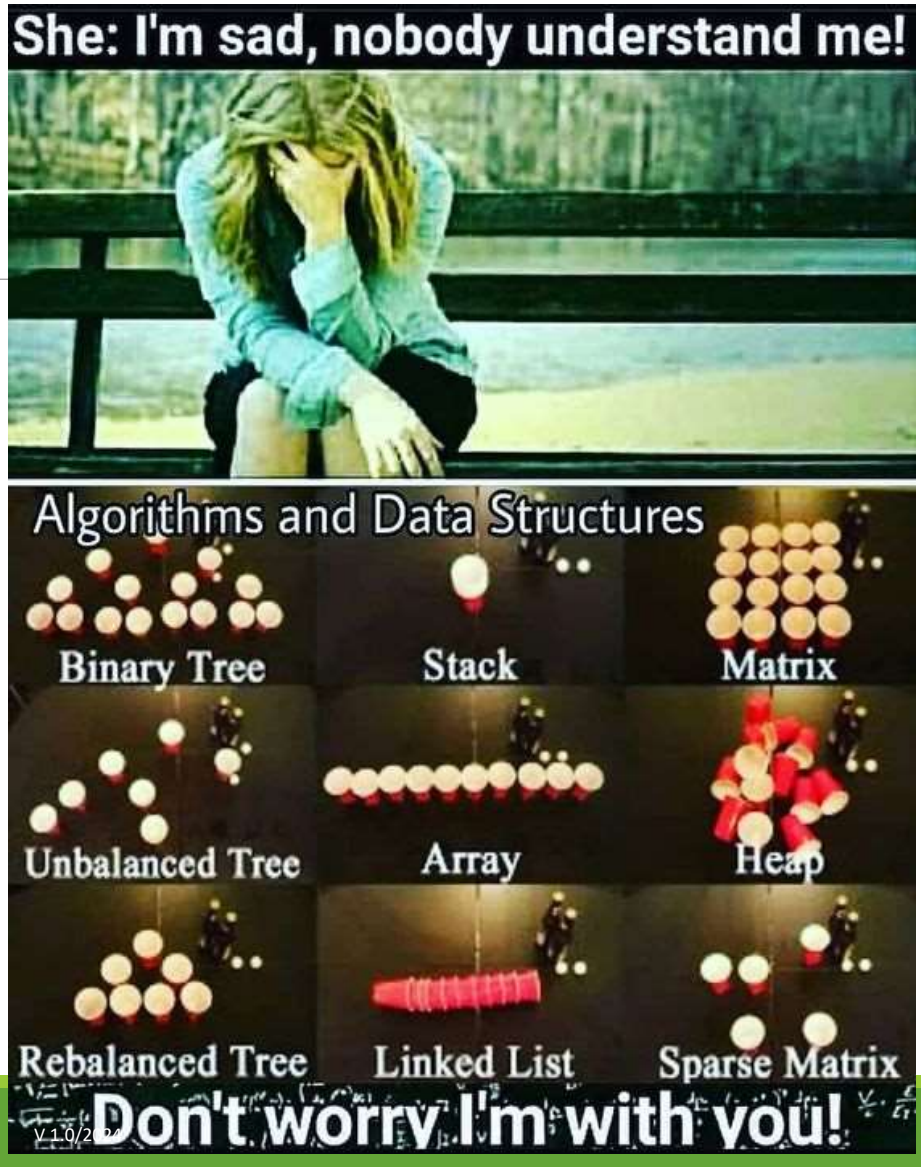
Despre curs

De ce să studiem SDA?

- Și ... pentru a înțelege glumele cu structuri de date și algoritmi de pe rețelele de socializare ☺







Despre curs

Cum se va desfășura acest curs?

- Sesiuni de curs – 14 * 2 ore
- Sesiuni de laborator - 14 * 2 ore
- Consultații la cerere, dupa un orar stabilit în prealabil
- Notare:
  - Examen – în sesiune
  - Activitate pe parcurs – activități de laborator notate
- Mai multe detalii pe cv.upt.ro în cadrul secțiunii dedicate cursului (v. Regulamentul cursului de SDA si Regulamentul laboratorului de SDA).

Despre curs

Condiții preliminare

- Acest curs se bazează pe cursurile de programare și de analiză matematică.
- Condițiile preliminare acestui curs sunt:
  - **o bună cunoaștere** a **limbajului de programare C** și a **tehnicilor de programare** în general!
  - cunoștințe **de bază** privind limite, serii, logaritmi, recursivitate și demonstrații matematice!

Despre curs

Principii de bază!

- Pentru a fi bun în domeniul algoritmilor (în general) și pentru acest curs (în mod particular) avem nevoie de:
  - **Atenție** – neatenția duce la rezultate eronate
  - **Întelegere** – conceptele și regulile trebuie întelese, nu învățate mecanic
  - **Gândire** – rezolvarea problemelor presupune o gândire analitică și algoritmică
  - **Exercițiu** – modul de gândire algoritmică se dezvoltă prin mult exercițiu (laboratoare și teme de casă)

Despre curs

Un pic de etică!

Ce inseamnă *plagiat* in contextul acestei materii?

- Copierea soluțiilor problemelor din diferite surse (incluzând ChatGPT, Bard sau alte sisteme generative) sau prezentarea muncii altor persoane ca fiind una proprie este o formă de **plagiat** și va fi sancționată conform regulamentului universității!
- Ce efecte negative are plagiatul?

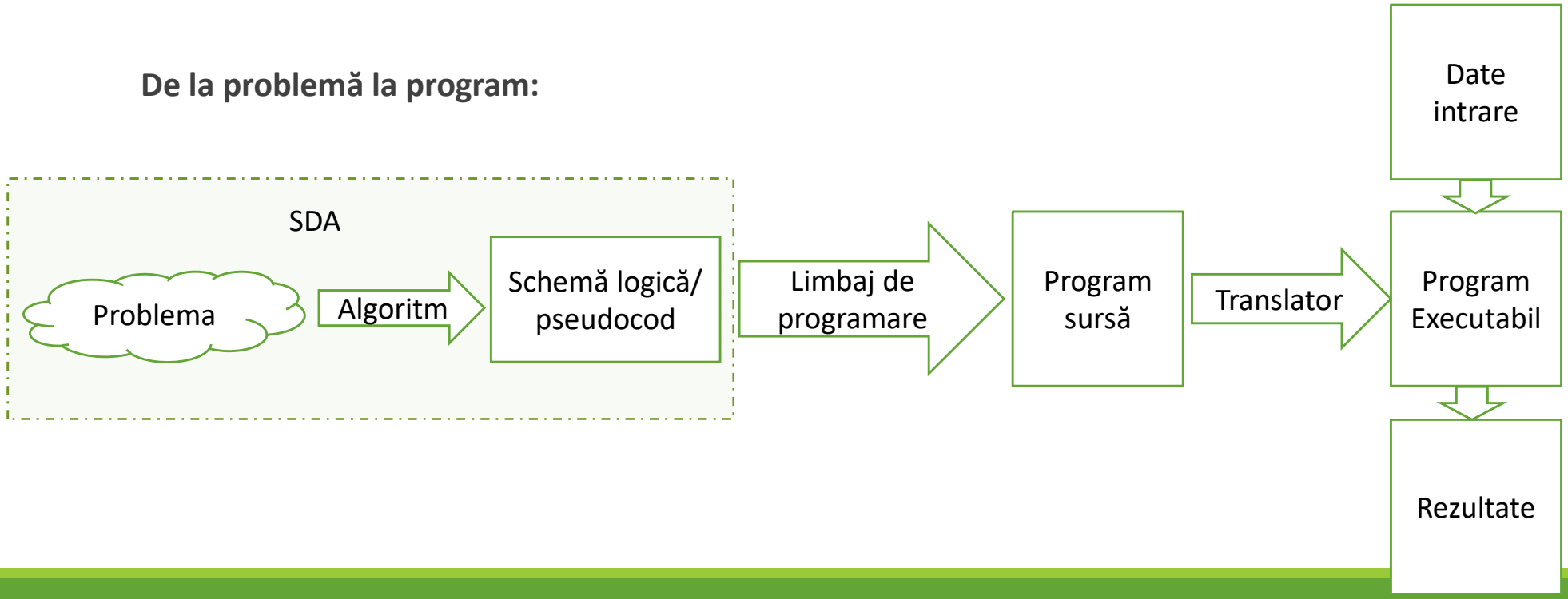
Ce înseamnă *integritate* în activitatea profesională?

- ”Integritatea este acțiunea comportament onorabilă, chiar și atunci când nimeni nu te privește.”[1]

1 HTTPS://ASOCIATIAGETICA.RO/ETICA-PROFESIONALA/

Despre curs

De la problemă la program:



Introducere

Câte orașe din țară au mai mult de 100 000 de locuitori? Cât cablu necesită conectarea la o rețea a tutoror orașelor din județ?

Pentru a răspunde la întrebări de acest gen, nu este suficient să avem informațiile necesare, acestea trebuie și organizate în mod corespunzător pentru a primi răspunsul într-un timp acceptabil.

Reprezentarea informației este **esențială** în domenii ca Știința calculatoarelor și Tehnologia informației.

Introducere

Scopul programelor informatice nu este doar de a face calcule, ci și de a stoca și de a furniza informații, cât mai repede posibil.

Studiul structurilor de date și al algoritmilor face parte din nucleul științei calculatoarelor și tehnologiei informației

Introducere

De multe ori o problemă poate fi abordată în mai multe moduri. Cum alegem între ele?

Obiective:

1. Să se proiecteze un algoritm care este ***ușor*** de înțeles, de implementat și de depanat
2. Să se proiecteze un algoritm care folosește în mod ***eficient*** resursele sistemului de calcul

Acest curs se axează pe îndeplinirea celui de-al doilea obiectiv.

Nevoia de a programa ***eficient*** nu dispare o dată cu evoluția hardware-ului. Chiar dacă avem sisteme de calcul tot mai performante, acestea sunt folosite pentru a rezolva probleme tot mai complexe, astfel nevoie de eficiență crește, nu scade.

Noținea de structuri de date

La modul cel mai general, **o structură de date** este o **reprezentare a datelor** la care **se asociază o serie de operații**.

Ex. int, float în C/C++, o listă, un tablou

Pe fiecare din aceste structuri sunt definite **operații specifice**

Putem avea aceeași operatie definită pe mai multe structuri de date, dar timpul de execuție este de cele mai multe ori diferit.

Spunem că o soluție este **eficientă** dacă rezolvă problema respectând constrângerile de folosire a resurselor impuse.

Exemple de **constrângeri**: de memorie, de timp, de cost, etc.

Noțiunea de structuri de date

Greșeli frecvente:

- Folosirea unor structuri de date cu care programatorul este familiar, fără a face o analiză în prealabil => program cu timpi mari de execuție
- Imbunătățirea performanțelor unui program care deja respectă constrângerile legate de folosirea resurselor => complicarea nejustificată a codului

Noțiunea de structuri de date

Când **alegem** structurile de date:

1. Analizăm problema pentru a determina operațiunile principale care trebuie suportate
2. Cuantificăm constrângerile legate de utilizarea resurselor
3. Selectăm acele structuri de date care respectă cerințele determinate la punctele anterioare

O abordare **centrată pe date** presupune:

1. Alegerea structurilor de date potrivite
2. Reprezentarea corectă a datelor folosind aceste structuri
3. Implementarea acestora într-un limbaj de programare concret

Noțiunea de structuri de date

Cum ne influențează alegerea structurilor de date?

- Fiecare structură de date are avantaje și dezavantaje în termeni de cost (memorie, timp, etc.)
- În practică nu există o structură de date care să domine celelalte structuri în toate situațiile
- Fiecare structură de date necesită:
  - un anumit **spațiu** de memorie pentru a fi stocată
  - un anumit **timp** pentru a efectua operațiile de bază (inserție, căutare, ștergere, etc.)
  - un anumit **efort** pentru a fi implementată

Noțiunea de algoritm

Problemă = o sarcină care trebuie indeplinită

De obicei este definită în termeni de date de intrare – date de ieșire (input – output)

O problemă poate avea asociate **constrângeri** legate de resursele ce pot fi folosite (incluzând resurse de timp și memorie)

Se trece la găsirea unei soluții **doar după** ce problema a fost **bine definită** și clar **înțeleasă**!

Găsirea soluției se face cu ajutorul unui algoritm. Prin **algoritm** putem întelege o serie de instrucțiuni pas cu pas care rezolvă o problemă dată

Noțiunea de algoritm

Problema poate fi văzută ca o **funcție matematică**

O funcție matematică face legătura între datele de intrare și rezultate

F: Input-> Output

Găsirea unei funcții/proceduri prin care să mapăm Rezultatele cu Datele de intrare

Datele de intrare = parametrii funcției

Un set specific de valori reprezintă o instanță a problemei

Ex. Sortarea unor valori. Parametrii funcției pot fi un tablou de intregi și numarul de elemente.

Obs: Pentru același set de date de intrare rezultatul trebuie să fie mereu același!

Noțiunea de algoritm

Un algoritm = o metodă sau un proces de a rezolva o problemă.

O metodă prin care mapăm datele de ieșire (rezultatele corecte) cu datele de intrare

Dacă problema este vazută ca o funcție, atunci algoritmul este implementarea (matematică) acelei funcții

F: Input -> Output

O problemă poate fi rezolvată prin mai mulți algorimi (ex. sortarea unor elemente)

Avantajul cunoașterii mai multor algoritmi este că unul dintre aceștia poate fi mai eficient pentru o anumită instanță a problemei decăt ceilalți

De exemplu un algoritm de sortare poate fi mai eficient când sortăm un numar mai redus de elemente și altul când sortăm un numar mare de elemente

Noțiunea de algoritm

Un algoritm trebuie să respecte următoarele cerințe

- Trebuie să fie **corect** – trebuie să furnizeze datele de ieșire corecte, pentru toate datele de intrare
- Trebuie să fie format dintr-**o serie de pași** concreți – implementabili pe sistemul de calcul pe care va rula acest algoritm. Aceștia trebuie să ruleze intr-un timp finit
- Trebuie să **nu** fie **ambiguu**
- Trebuie să fie compus dintr-un număr **finit** de pași
- Trebuie să se **termine**

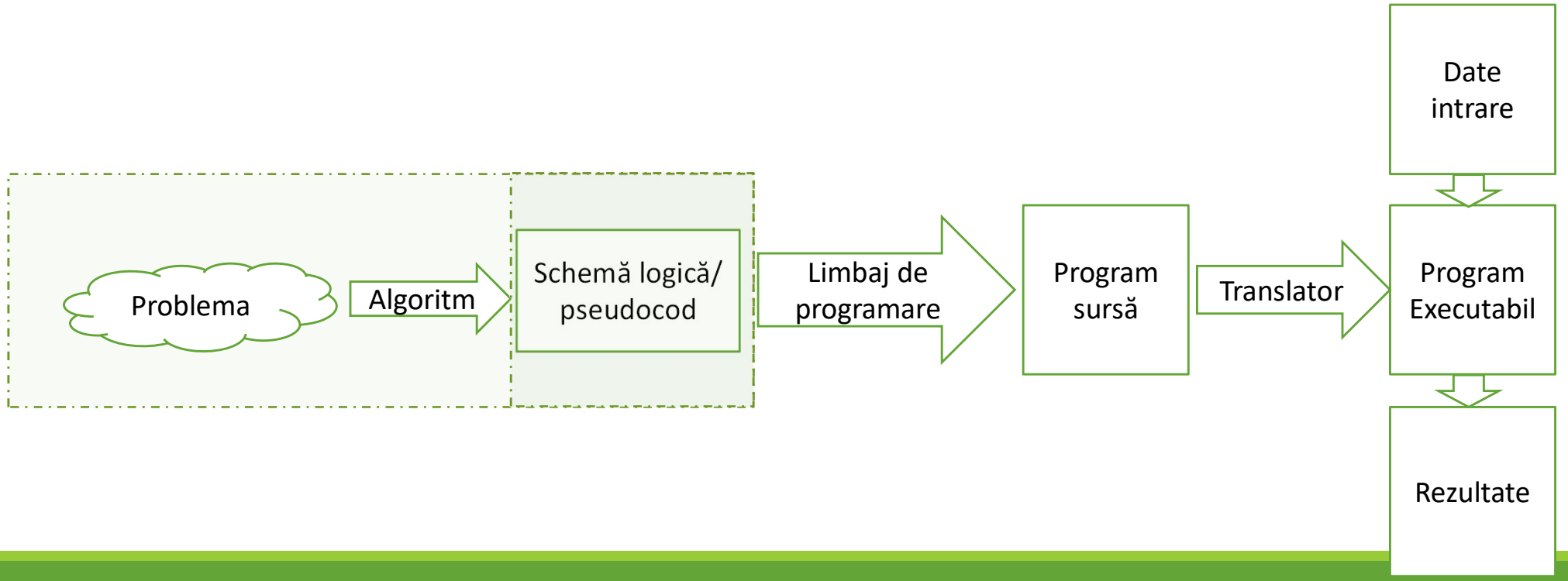
Noțiunea de algoritm

Program = poate fi văzut ca o instanță sau o reprezentare concretă a unui algoritm într-un limbaj de programare

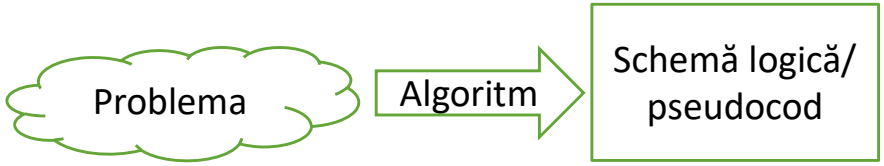
În mod evident pot exista mai multe programe care reprezintă diferite instanțe ale aceluiași algoritm

Un algoritm trebuie să se termine => nu orice program reprezintă o implementare a unui algoritm (ex. sistemele de operare)

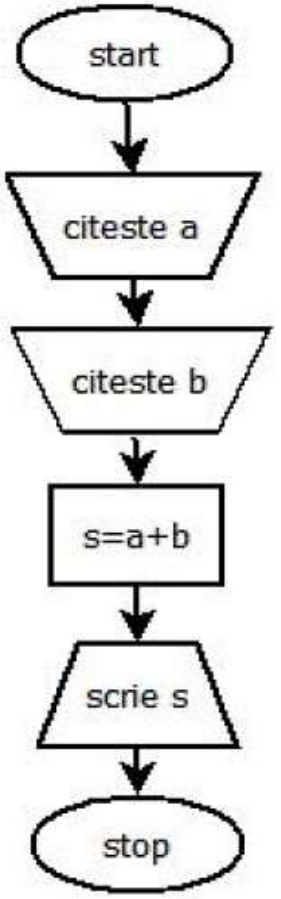
Scheme logice



Scheme logice



- **Schemele logice** sunt notații grafice care descriu grafic pașii unui algoritm
- În partea dreaptă se află un exemplu pentru calculul sumei a două numere



Scheme logice

Datele din schemele logice

- Variabile = zone de memorie care îşi schimbă valoarea şi care se caracterizează printr-un nume

Ex. Suma, a, b

- Constante explicite = zone de memorie cu valori fixe, dar fără nume

Ex. 1, 7, 3.14

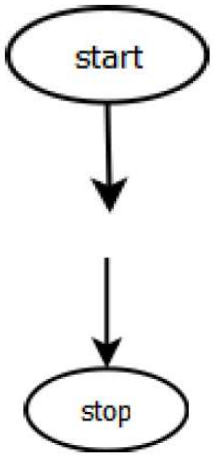
- Constante simbolice = zone de memorie cu valori fixe și cu nume

Ex. PI, e

Scheme logice

Blocurile din schemele logice - se referă la operațiile de bază

- De start

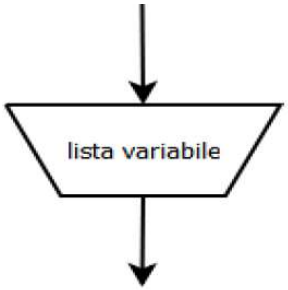


- De stop

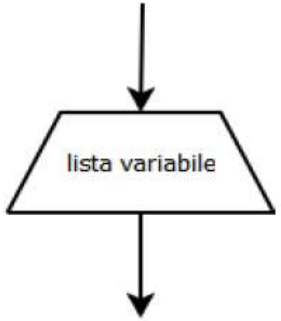
Scheme logice

Blocurile din schemele logice

- De intrare (de citire)



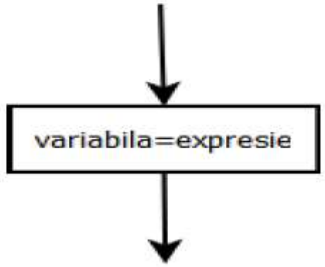
- De ieșire (de scriere)



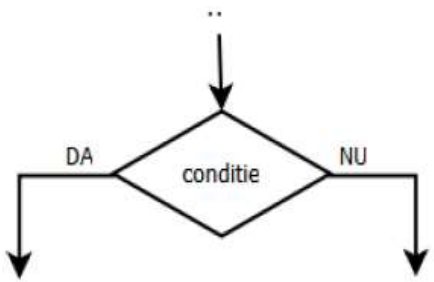
Scheme logice

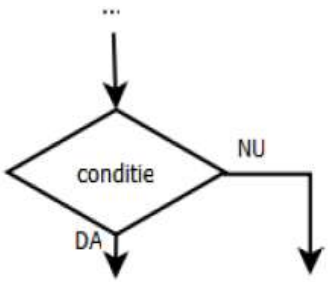
Blocurile din schemele logice

- De atribuire



- De decizie

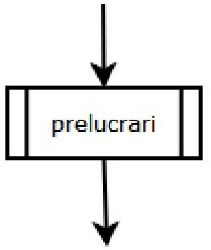




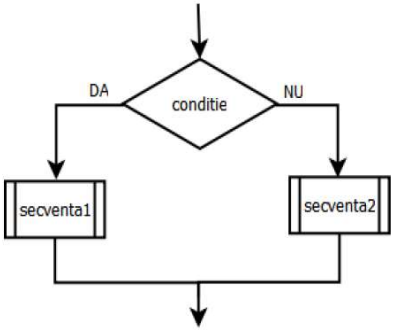
Scheme logice

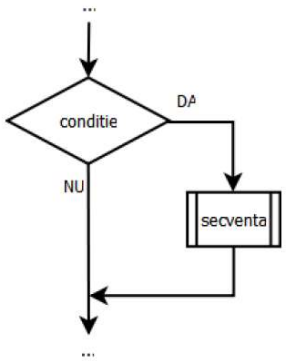
Structurile de control – conțin mai multe blocuri

- Secvența



- Selecția

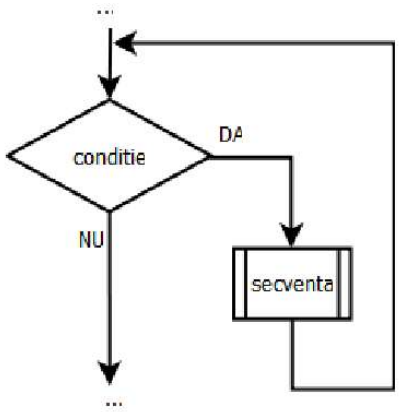




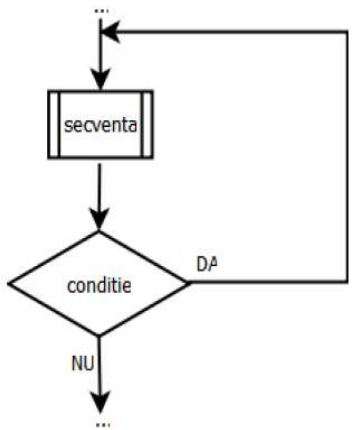
Scheme logice

Structurile de control

- Ciclul cu test inițial



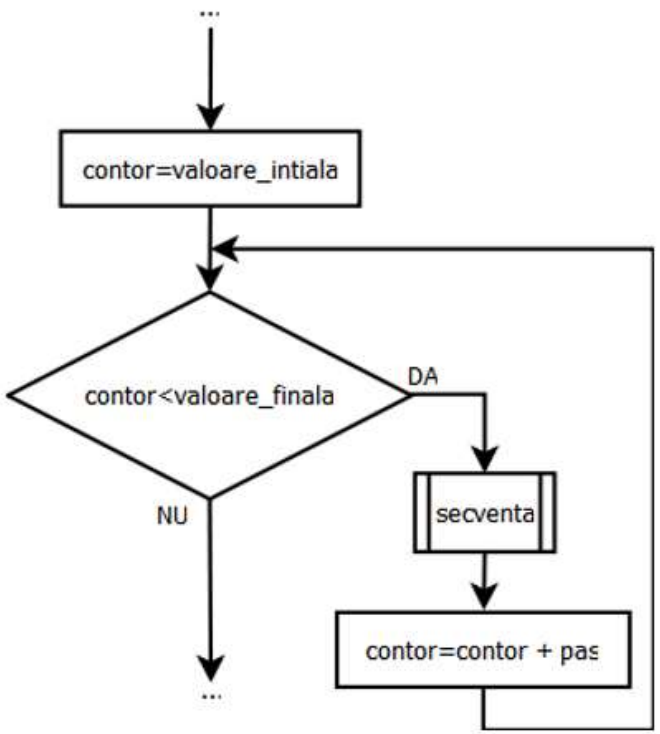
- Ciclu cu test final



Scheme logice

Structurile de control

- Ciclul cu contor

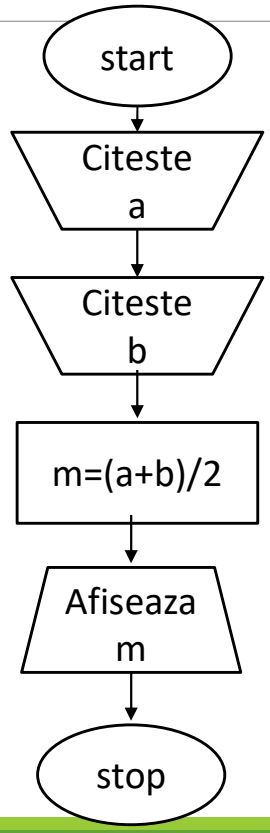


Scheme logice

Exemplu:

Media a două numere

Cum s-ar implementa în C o soluție bazată pe schema logică din dreapta?



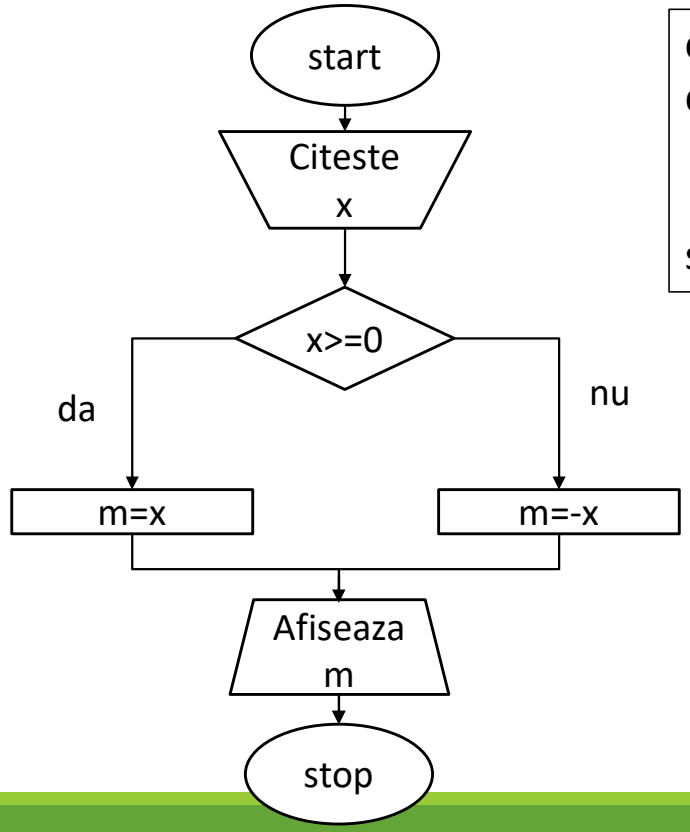

```
citeste a
citeste b
m=(a+b)/2
scrie m
```

Scheme logice

Exemplu:

Funcția modul

Cum s-ar implementa în C?



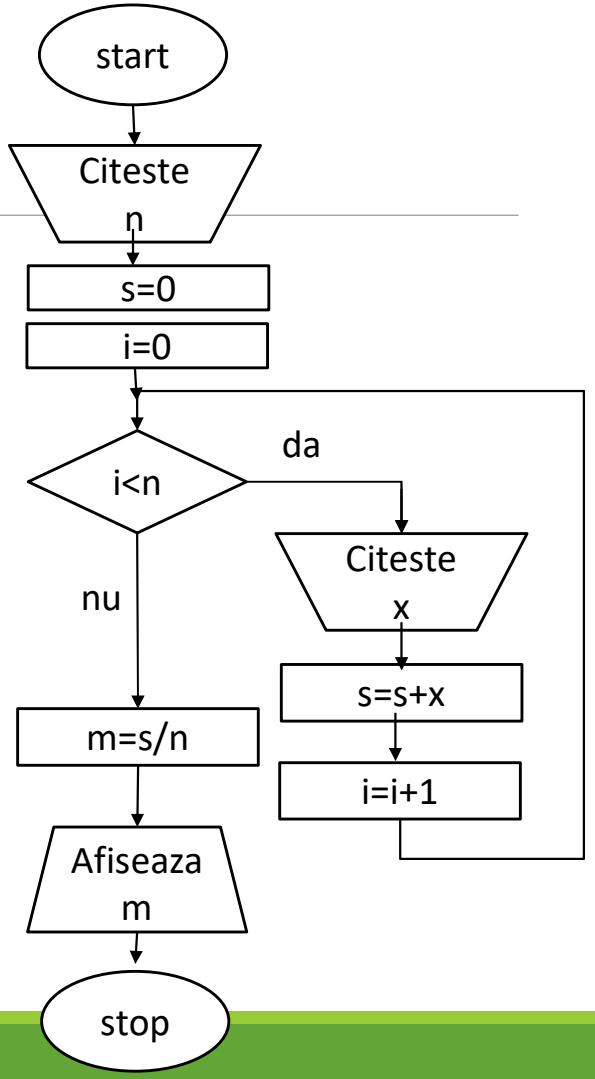

```
citeste x
daca x>=0
    atunci m=x
    altfel m=-x
scrie m
```

Scheme logice

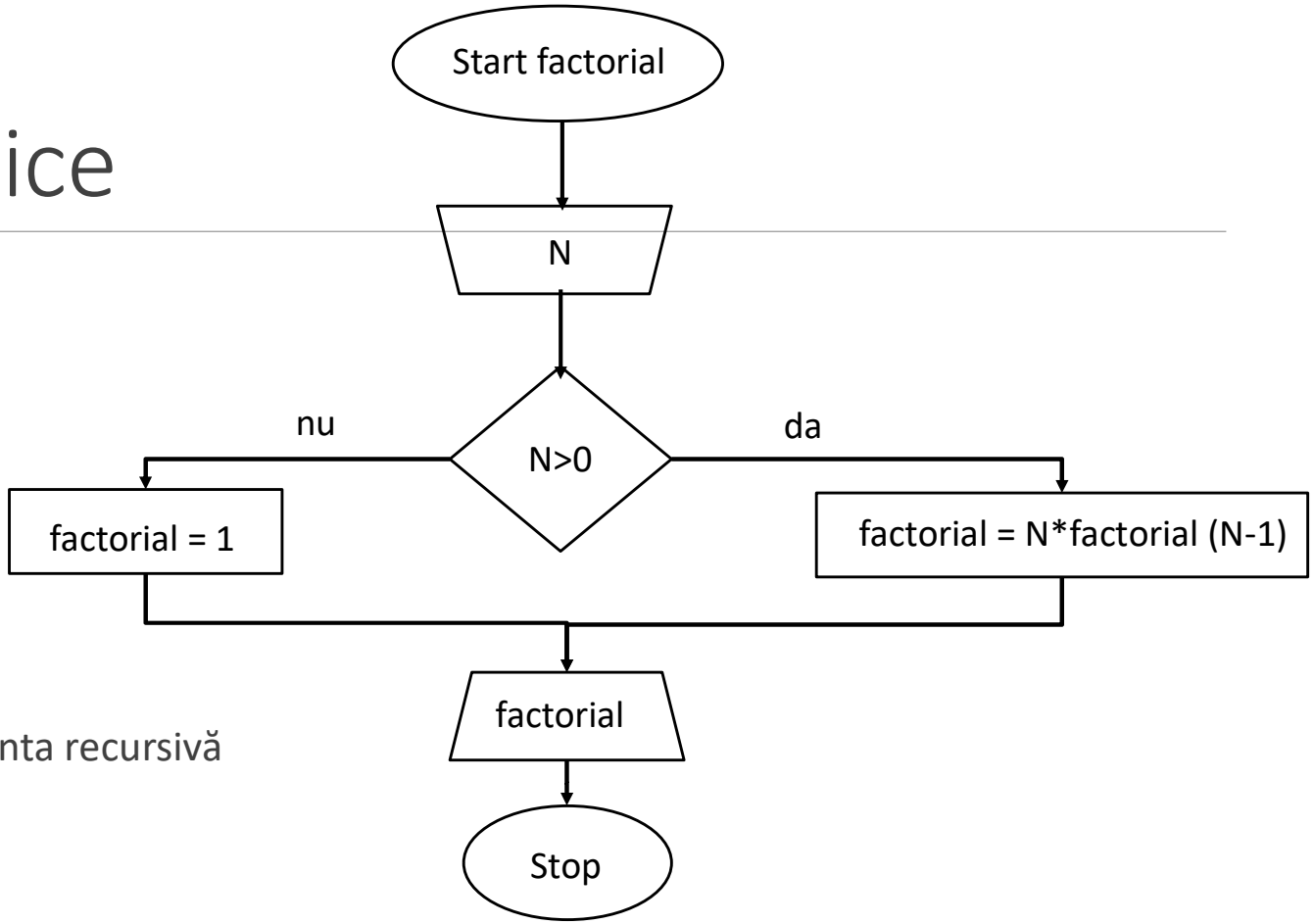
Exemplu:

Media a *n* numere

```
citeste n
s=0
i=0
cat timp i<n
        citeste x
        s=s+x
        i=i+1
m=s/n
scrie m
```



Scheme logice



Exemplu:

Funcția factorial, varianta recursivă

Exerciții

Ex1: Să se propună o schemă logică pentru funcția putere(baza, exponent), pentru numere naturale. Funcția returnează valoarea baza la puterea exponent

Ex2: Să se propună o schemă logică pentru o funcție care determină dacă un an este bisect

Ex3: Pe baza schemelor logice determinate anterior pentru exercițiile Ex1, Ex2 să se propună câte o variantă de implementare in C

Bibliografie selectivă

- Minea, M., Limbaje de programare, materiale de curs
  http://staff.cs.upt.ro/~marius/curs/lp/index.html
- Chirila, C., Algoritmi, scheme logice si pseudocod
  http://staff.cs.upt.ro/~chirila/teaching/upt/mpt11-upc/curs/upc12.pdf
- Crețu, V. Structuri de date și algorimi, Editura Orizonturi Universitare Timișoara, 2011
- Shaffer, C., “Data Structures and Algorithm Analysis”, 2012