Agenti care rezolva probleme

Catalin Stoean

catalin.stoean@inf.ucv.ro

http://inf.ucv.ro/~cstoean

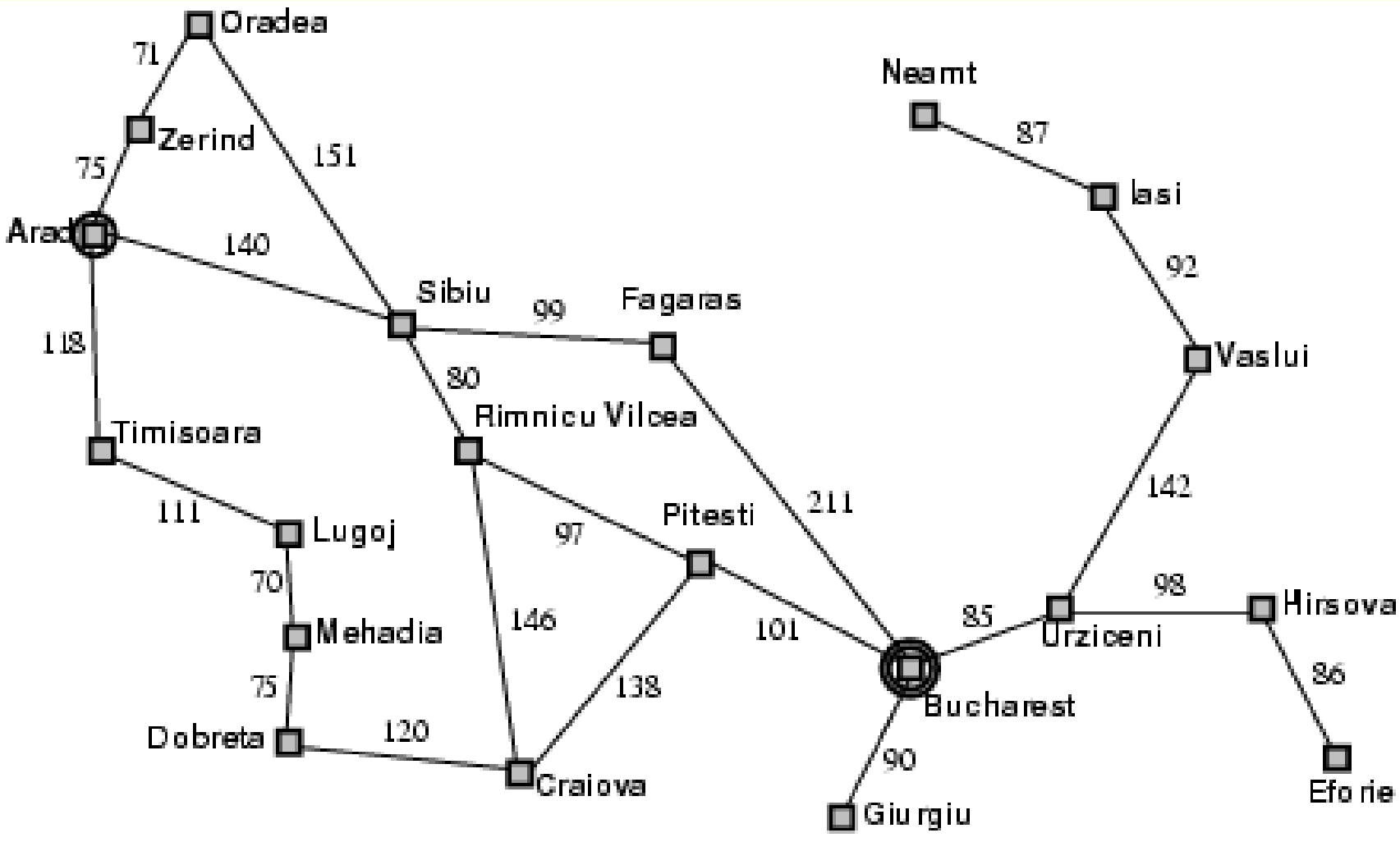
Agenti care rezolva probleme

- Formularea problemelor
- Exemple de probleme
- Algoritmi de cautare standard

Un agent *american*

- Vacanta in Romania – in Arad.
- In ziua urmatoare ii pleaca avionul din Bucuresti.
- **Formularea scopului:**
  - Ajungerea in Bucuresti
- **Formularea problemei:**
  - **Stari:** diverse orase
  - **Actiuni:** de a merge dintr-un oras in altul
- **Gasirea solutiei:**
  - O secventa de orase, de ex: Arad, Sibiu, Fagaras, Bucuresti.

Un agent *american*



Formularea problemelor

- **Formularea scopului** este primul lucru care trebuie stabilit de catre agent (ajungerea in Bucuresti).
- Intuitiv, **formularea problemei** este procesul de a decide ce actiuni si stari sunt considerate pentru a atinge scopul final.
- Daca *americanul* nu are nicio cunostinta aditionala despre Romania, cel mai bun lucru – alegerea unei actiuni in mod aleator.
- Daca are o harta, poate examina diferite **secvente de actiuni** posibile care duc la starea finala, apoi alege cea mai buna secventa de actiuni.

Formularea problemelor

- Procesul de a examina astfel de secvente de actiuni pentru alegerea celei mai bune dintre ele se numeste **cautare**.
- Un algoritm de cautare are ca intrare o problema si intoarce o **solutie** sub forma unei secvente de actiuni.
- Odata gasita solutia, se trece la faza de **executie**.
- O schema simpla pentru un agent consta in:
  - Formulare
  - Cautare
  - Executie

Intelegerea problemei

- Un fermier are:
  - 20 de porci
  - 40 de vaci si
  - 60 de cai
- Cati cai are fermierul daca el considera ca si vacile sunt tot cai?

Intelegerea problemei

- Un fermier are:
  - 20 de porci
  - 40 de vaci si
  - 60 de cai
- Cati cai are fermierul daca el considera ca si vacile sunt tot cai?
- Raspuns:

Fermierul are 60 de cai.

Agenti care rezolva probleme

Perceptie

functia agent_simplu_rezolvitor_de_probleme(*p*) ***intoarce*** actiune
Persista la fiecare reapelare
- ***s*** – o secventa de actiuni initial vida
- ***stare*** – descriere a starii curente in care se afla lumea
- ***g*** – scop, initial nul
- ***problema*** - formulare

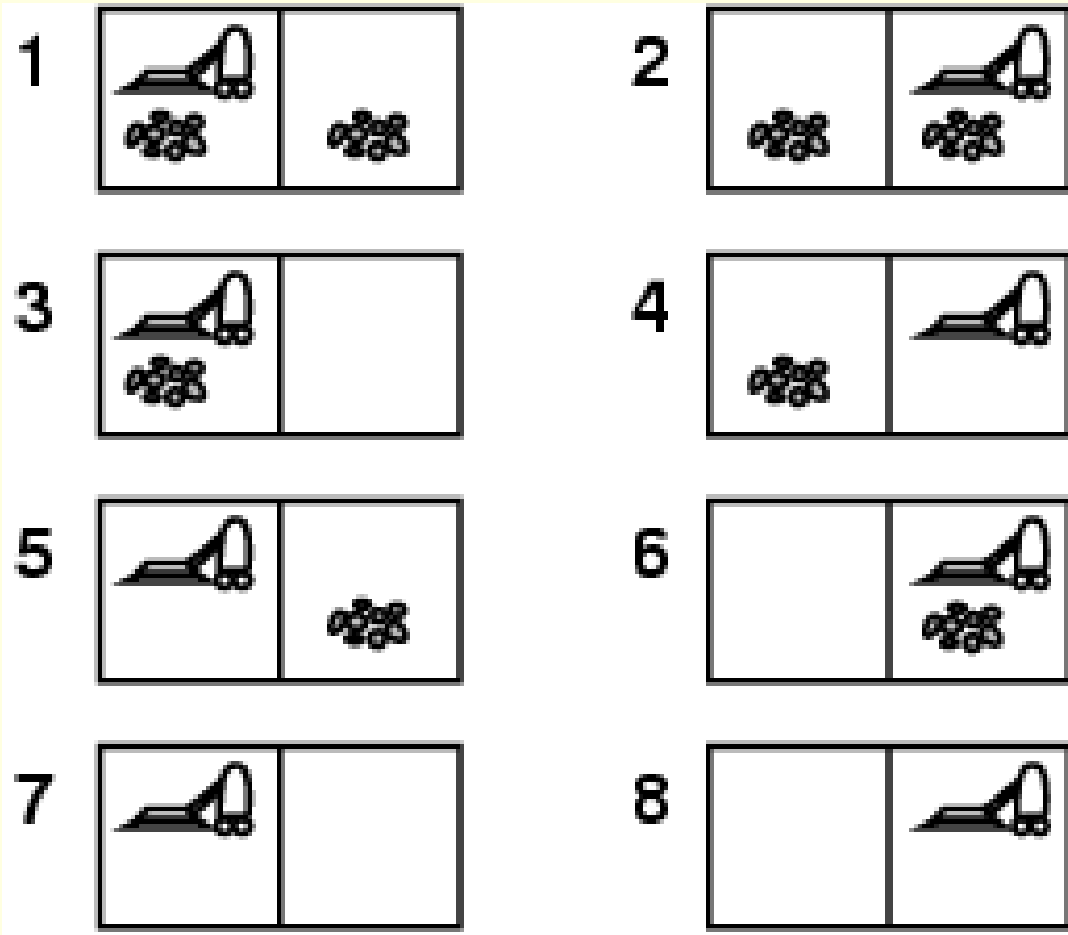
stare = actualizeaza_stare(*stare*, *p*)
daca s este vida *atunci*
    g = formulare_scop(*stare*)
    problema = formulare_problema(*stare, g*)
    s = cautare(*problema*)
actiune = recomandare(*s, stare*)
s = rest(*s, stare*)
intoarce actiune

Formularea problemelor

- Sunt patru tipuri de probleme:
  - **Cu o singura stare** (deterministe, observabile complet)
    - Agentul stie exact in ce stare se va gasi; solutia este o secventa;
  - **Cu mai multe stari** (neobservabil)
    - Agentul nu stie in ce stare se gaseste;
  - **Contingente** (nedeterminist, partial observabil)
    - Perceptorii aduc informatie noua despre starea curenta
  - **Explorative** (spatiul starilor necunoscut)

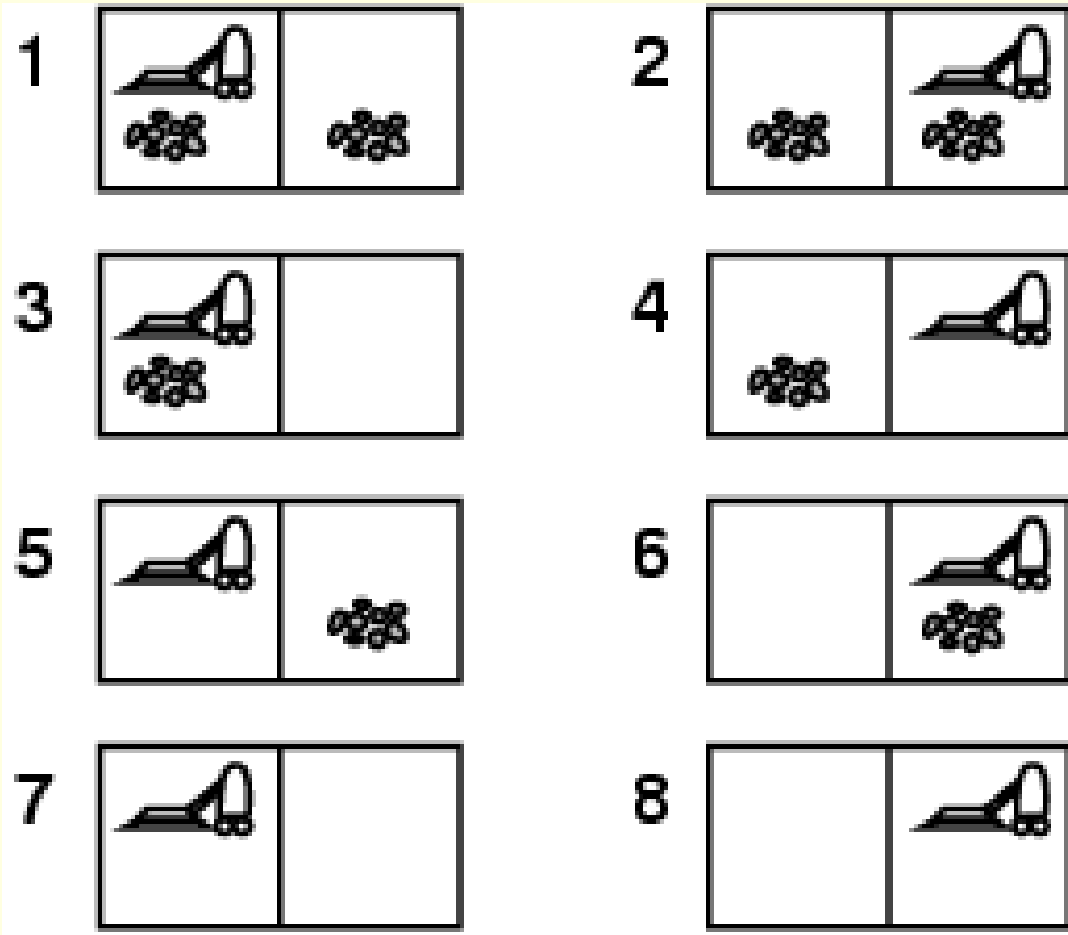
Agentul aspirator

- Avem 2 locatii.
- In fiecare locatie
  - poate fi sau nu mizerie
  - poate sa fie aspiratorul sau nu
- Cele 8 stari posibile →
- Actiuni: *stanga, dreapta, aspira.*
- Scop: curatarea ambelor incaperi (starile 7 sau 8)



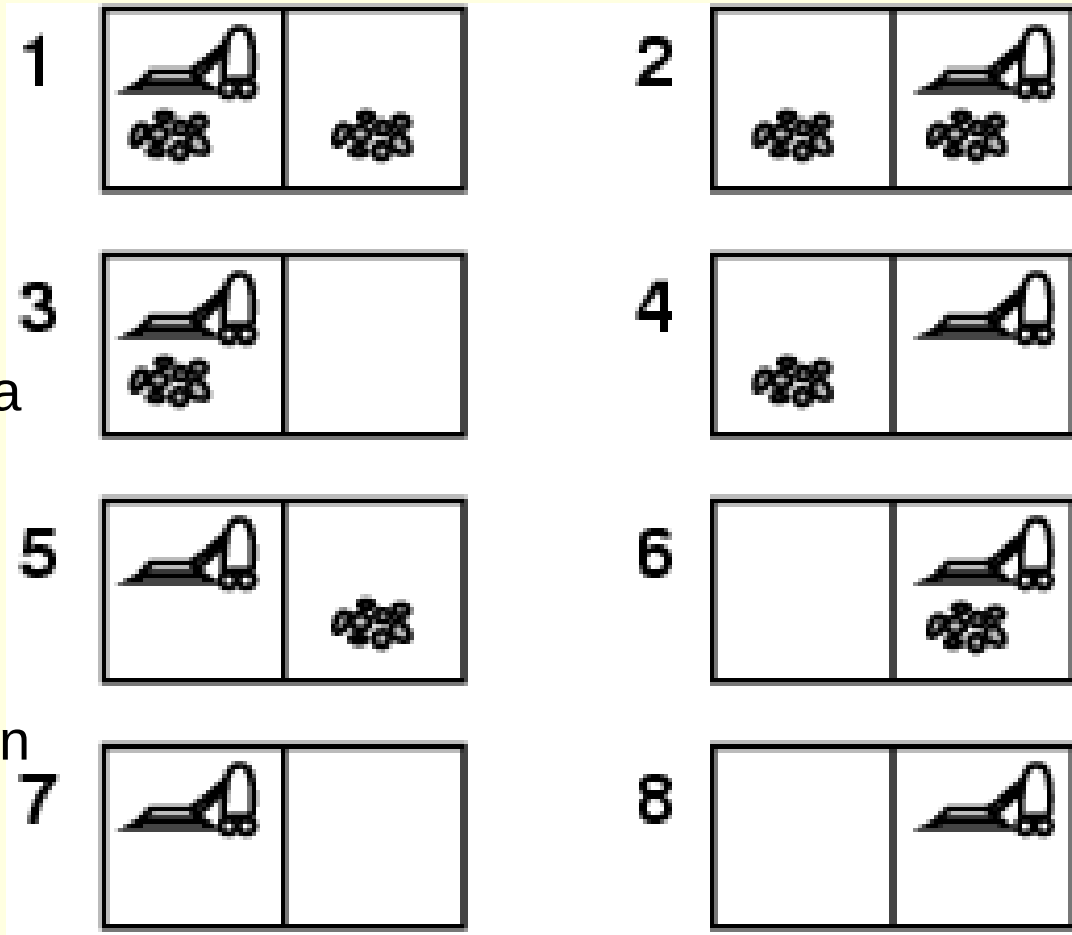
Problema cu o singura stare (exemplu)

- Senzorii agentului ii spun exact starea in care se gaseste.
- Agentul stie exact ce efecte au actiunile sale.
- Exemplu: daca se gaseste in starea 5 si urmeaza secventa de actiuni [*Dreapta*, *Aspira*], se ajunge la atingerea scopului problemei.



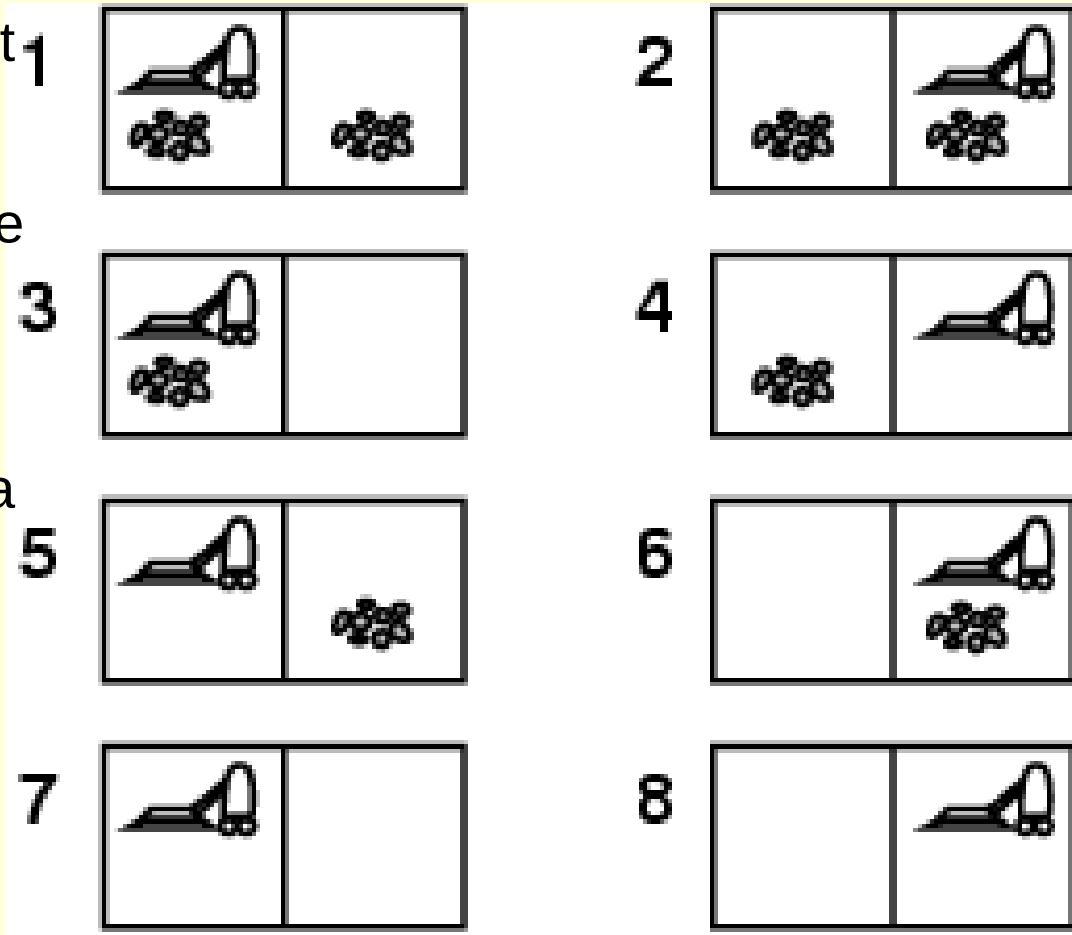
Problema cu mai multe stari (exemplu)

- Agentul stie exact ce efecte au actiunile sale dar…
- Senzorii agentului au acces limitat fata de starea in care se gaseste.
- Poate sa nu aiba senzori deloc – stie doar ca in starea initiala se gaseste in una din starile {1, 2, …, 8}
- Poate ajunge sa *rezolve* problema?...



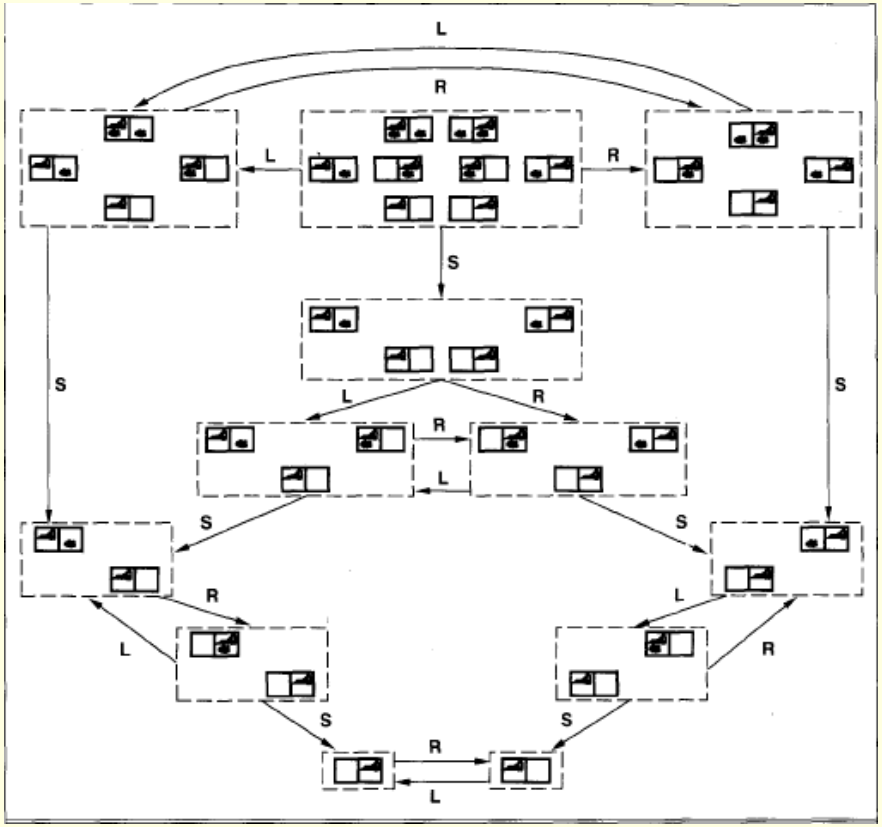
Problema cu mai multe stari (exemplu)

- **DA**, pentru ca stie ce efect au actiunile lui.
- Actiunea *Dreapta* il va face sa se gaseasca in una din situatiile {2, 4, 6, 8}.
- Ce efect va avea secventa de actiuni: [*Dreapta, Aspira, Stanga, Aspira*]?...
- Agentul trebuie sa rationeze in raport cu *multimi de stari* la care poate ajunge.



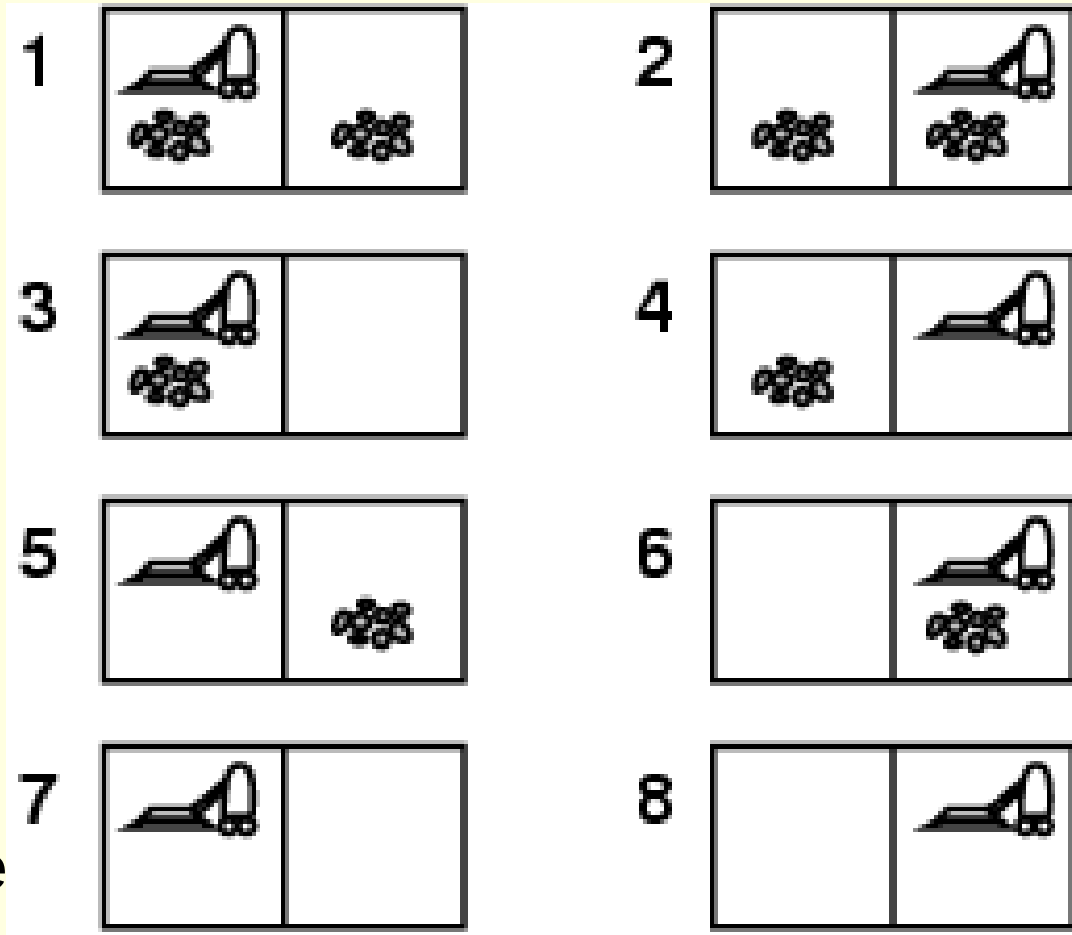
Problema cu mai multe stari (exemplu)

- Cand mediul nu este complet accesibil, agentul lucreaza cu multimi de stari in care poate ajunge, nu cu cate o singura stare.



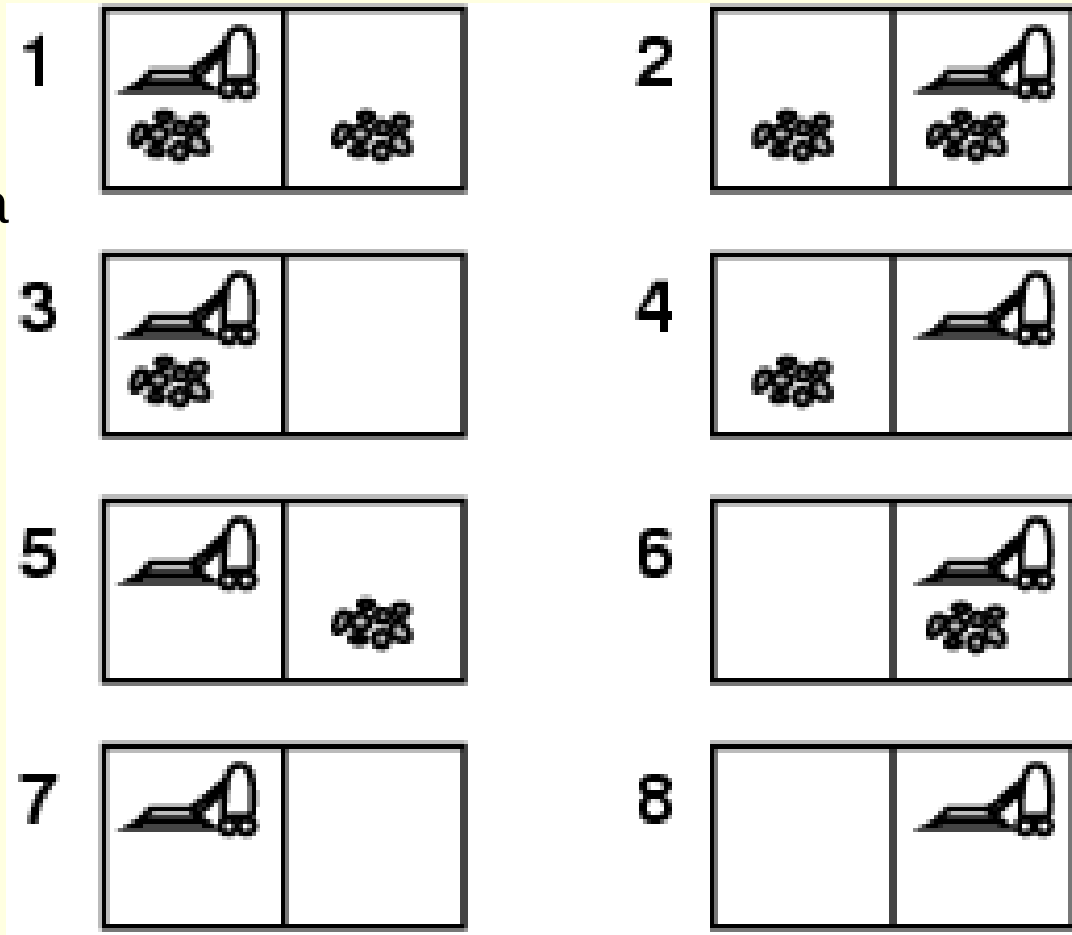
Problema contingenta (exemplu)

- Presupunem ca mediul este nedeterminist.
- Legile lui Murphy guverneaza mediul
  - aspirarea duce la depozitarea murdariei intr-un loc… care era complet curat…
- De exemplu, in starea 4, daca aspira se poate ajunge la 2 sau 4.



Problema contingenta (exemplu)

- Nu exista o secventa de actiuni unica ce reprezinta solutia problemei.
- Este nevoie de utilizare a senzorilor in cursul fazei de executie:
  - *Aspira numai daca este mizerie in casuta curenta.*



Probleme explorative

- Agentul trebuie sa experimenteze, sa descopere gradual care sunt efectele actiunilor lui si ce tipuri de stari exista.
- Exemplu: agentul american in Arad, fara o harta sau fara alte cunostinte despre Romania.
- Cautarea se aplica si in cazul acestor probleme, dar mediul in care apar problemele explorative este lumea reala.

Formularea problemelor

- O problema se defineste prin patru puncte:
  1. **Starea initiala** in care se afla agentul (de exemplu, Arad).
  2. **Actiuni** sau **functia succesor** S(x) – fiind data o stare x, S(x) intoarce multimile de stari in care se poate ajunge din x printr-o singura actiune (S(Arad) = {Zerind, Sibiu, Timisoara})
  3. **Testarea tintei problemei** – se verifica daca starea curenta a atins tinta problemei (x = Bucuresti, sah_mat(x))
  4. Functia de **cost al drumului** –
     - calculeaza un cost *g* pentru drumul curent (suma distantelor, numarul actiunilor executate etc).
     - c(x, y) – costul pasului, presupus sa fie ≥ 0
- O solutie este o secventa de actiuni care merg de la starea initiala la starea tinta

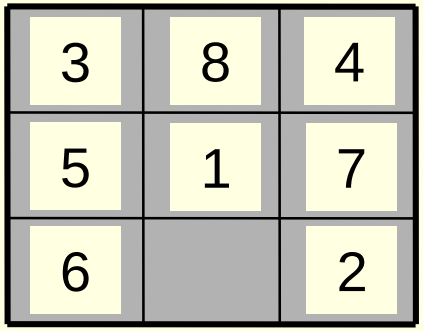
Formularea problemelor

- Lumea reala este foarte complexa => spatiul starilor trebuie sa fie abstractizat pentru rezolvarea de probleme.
- (Abstract) Stare = multime de stari reale.
- (Abstract) Actiune = combinare complexa de actiuni reale
  - Ex: de la Arad la Sibiu: drumuri bifurcate, stopuri etc.
- Fiecare actiune abstracta ar trebui sa fie mai “usoara” decat actiunea/actiunile in problema originala.

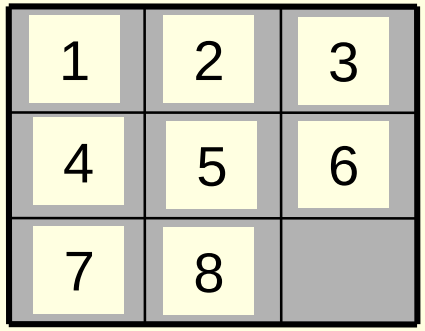
Exemple de probleme

- Probleme tip joc
  - Ilustreaza diverse metode de rezolvare de probleme
- Probleme din viata reala
  - Sunt mai dificile
  - Sunt mult mai de interes

Puzzle cu 8 valori



Starea initiala

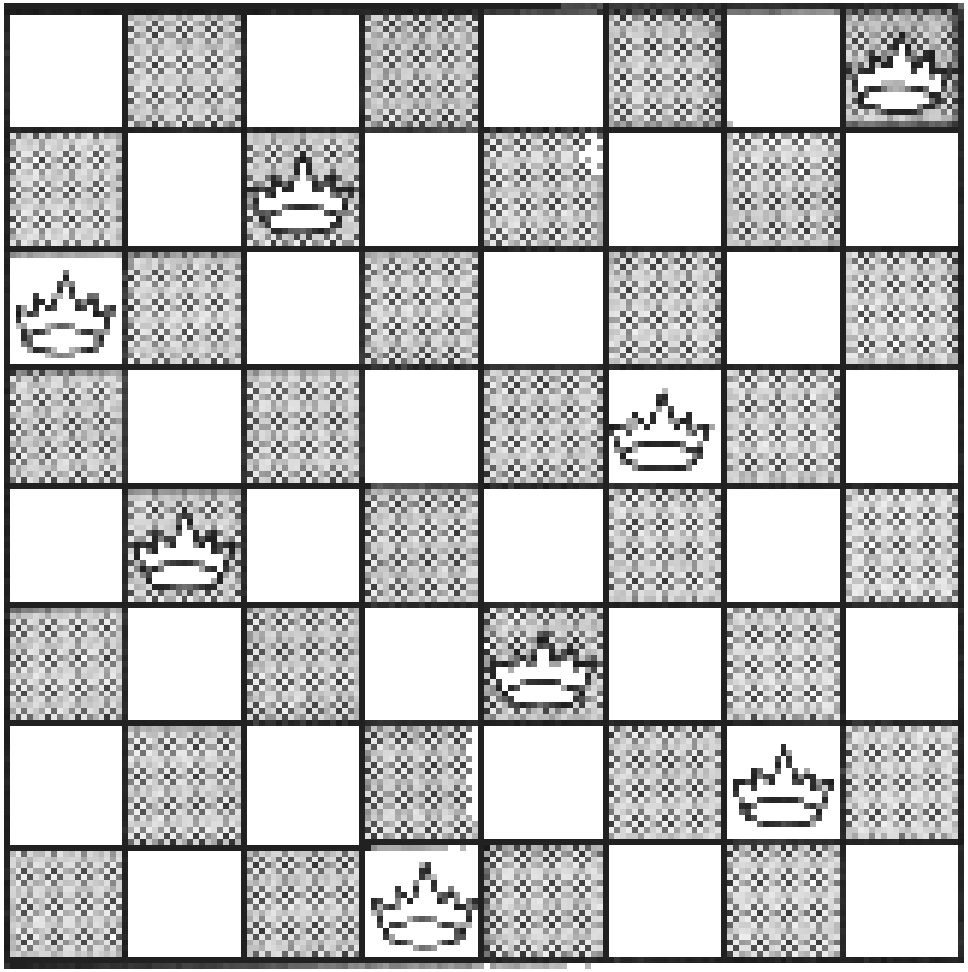


Starea tinta

- **Stari**: este descrisa locatia fiecarei cifre in una din cele 9 casute.
- **Actiuni**: casuta goala se misca la stanga, dreapta, sus sau jos.
- **Testarea tintei**: starea se gaseste in configuratia din dreapta.
- **Costul drumului**: fiecare pas are costul 1, deci costul drumului este dat de numarul de mutari.

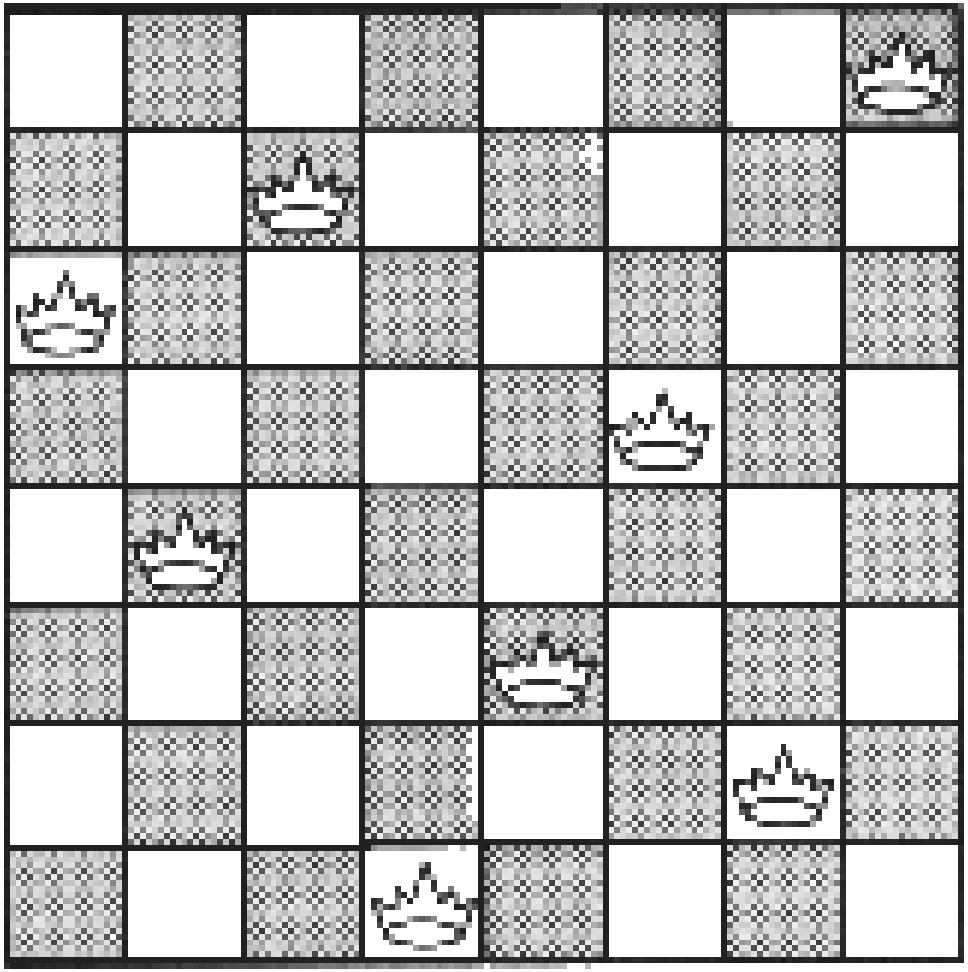
Problema celor 8 dame

- **Stari**: orice aranjament de 0 pana la 8 dame care nu se ataca.
- **Actiuni**: adauga o dama la orice patrat.
- **Testarea tintei**: 8 dame care nu se ataca pe tabla.
- **Costul drumului**: 0.
- 64^8 posibilitati…



Problema celor 8 dame (alte actiuni)

- **Stari**: orice aranjament de 0 pana la 8 dame care nu se ataca.
- **Actiuni**: adauga o dama pe coloana cea mai din stanga a.i. sa nu fie atacata de alta dama.
- **Testarea tintei**: 8 dame care nu se ataca pe tabla.
- **Costul drumului**: 0.
- 2057 posibilitati

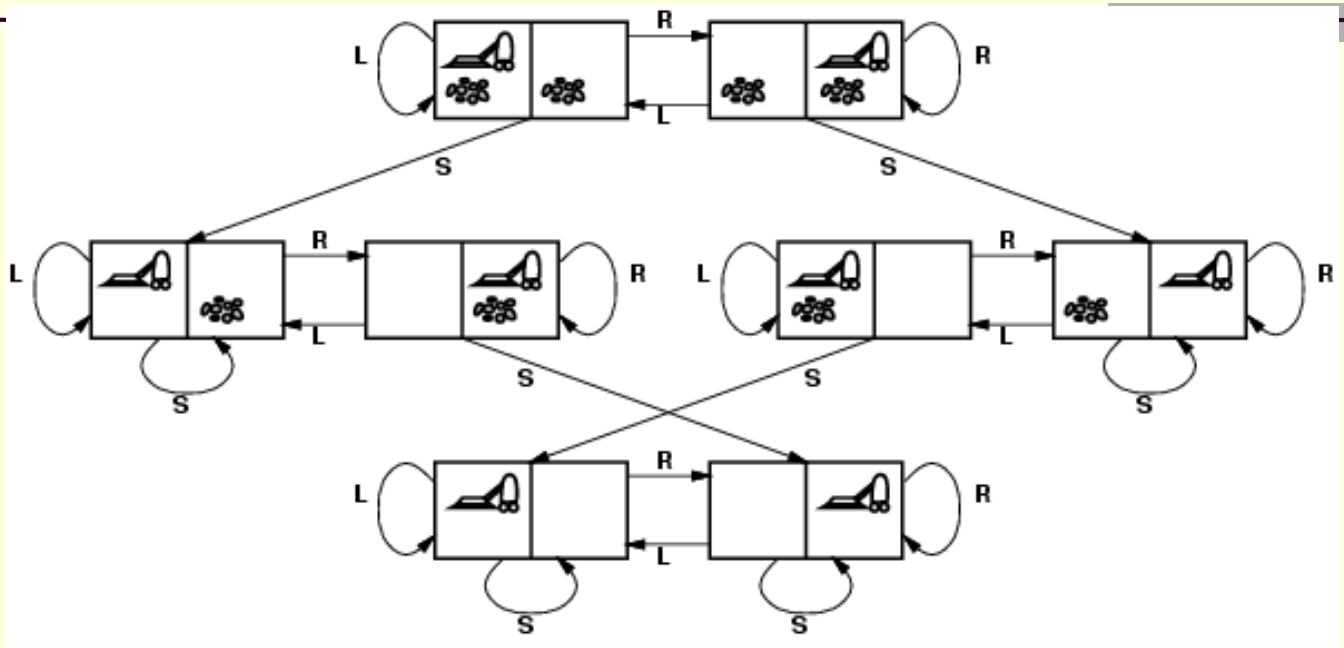


Criptaritmetica

FORTY+	Solutie:	29786	F = 2, O = 9, R = 7 etc
TEN		850	
TEN		850	
----------		---------	
SIXTY		31486	

- **Stari**: un puzzle criptaritmatic cu litere inlocuite de cifre.
- **Actiuni**: inlocuieste toate aparitiile unei litere cu o cifra care nu apare deja in puzzle.
- **Testarea tintei**: puzzle-ul contine numai cifre iar suma este corecta.
- **Costul drumului**:0. Toate solutiile sunt egale ca insemnatate.

Aspiratorul cu o singura stare



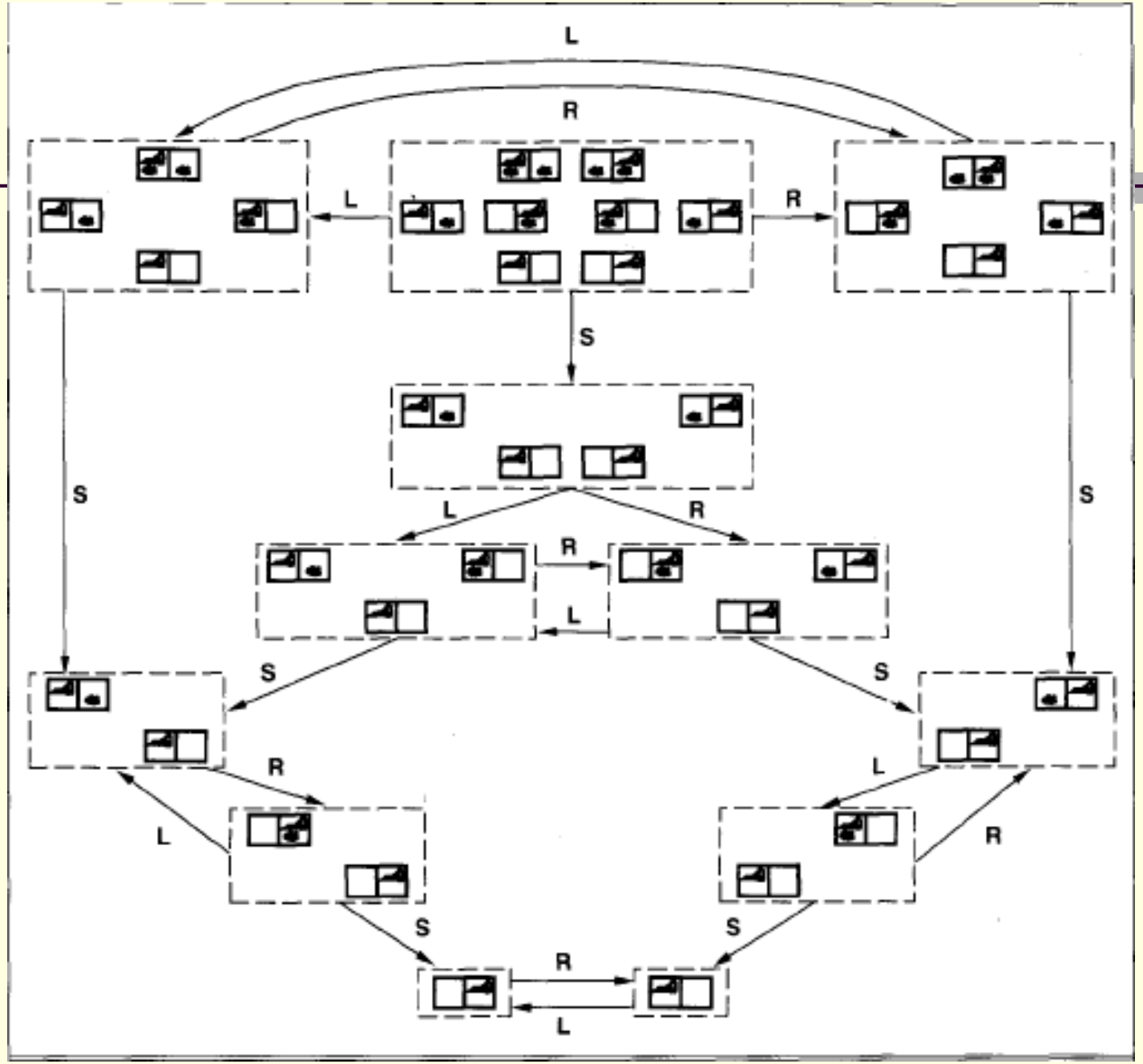
- **Stari**: una din cele 8 stari.
- **Actiuni**: mutare stanga, mutare dreapta, aspirare.
- **Testarea tintei**: toate locatiile sunt curate.
- **Costul drumului**: fiecare actiune consta 1.

Aspiratorul cu stari multiple

- Agentul nu are senzori, insa tot trebuie sa curete toate locatiile.

- **Stari**: submultimi din cele 8 stari.
- **Actiuni**: mutare stanga, mutare dreapta, aspirare.
- **Testarea tintei**: toate locatiile sunt curate.
- **Costul drumului**: fiecare actiune consta 1.

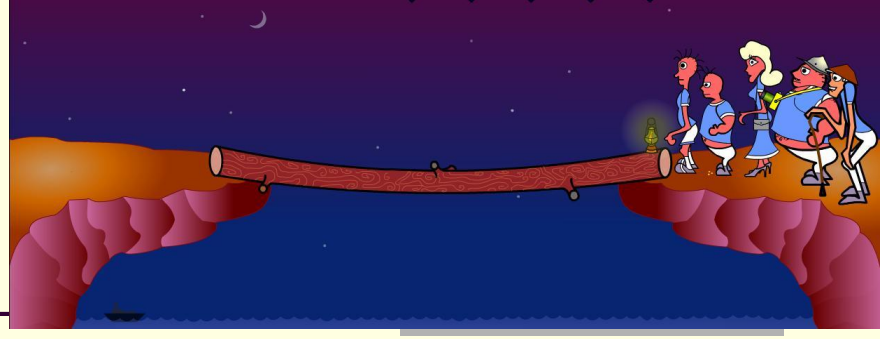
- Multimea de stari initiale consta din toate cele 8 situatii pentru ca agentul nu are senzori.


L
R
L
R
S
S
S
L
R
R
L
S
S
R
L
L
R
S
S
R
L

Misionarii si canibalii

- Trei misionari si trei canibali se afla de o parte a raului. Ei au o barca ce poate duce cel mult doi oameni. Gasiti o posibilitate sa traverseze toti de cealalta parte a raului cu conditia sa nu existe mai multi canibali decat misionari intr-o parte.
- https://www.learn4good.com/kids-games/puzzle/boat.htm
- http://www.novelgames.com/en/missionaries/
- **Stari**: secvente ordonate de 3 numere reprezentand numarul de misionari, canibali si barci de partea in care se aflau initial (3, 3, 1).
- **Actiuni**: mutarea unui misionar sau canibal sau 2 canibali, 2 misionari sau un misionar si un canibal de pe o parte pe alta.
- **Testarea tintei**: starea (0, 0, 0).
- **Costul drumului**: numarul de traversari.

Trecerea unui pod cu lampa - tema

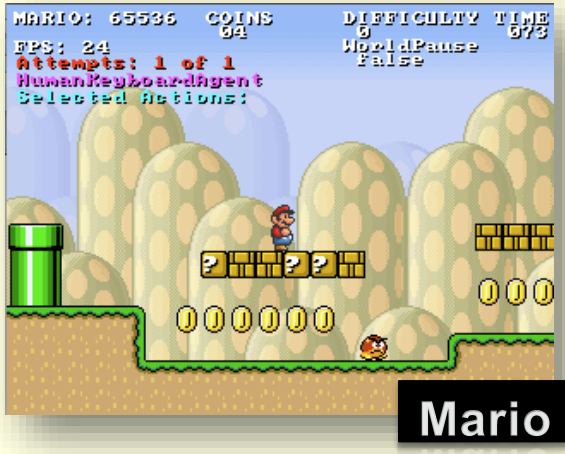


- Noapte, exista o singura lampa, 5 persoane trebuie sa treaca de pe un mal pe celalalt pe un pod care poate sustine doar doua persoane.
- Fiecare persoana trece podul cu o viteza diferita: 1 sec, 3 sec, 6 sec, 8 sec, 12 sec.
- Cand trec doua persoane, se deplaseaza ambele cu viteza celei care merge mai incet.
- Lampa tine doar 30 sec!
  - https://www.learn4good.com/games/puzzle/the_bridge.htm

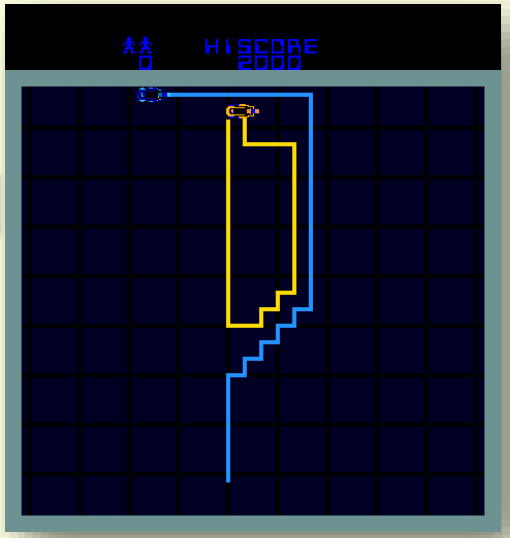
Alte platforme pentru algoritmi din IA

Sudoku

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9



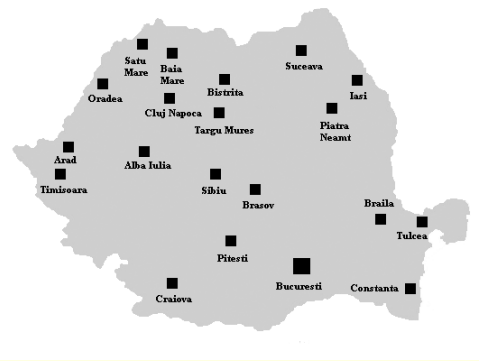
Mario



Tron

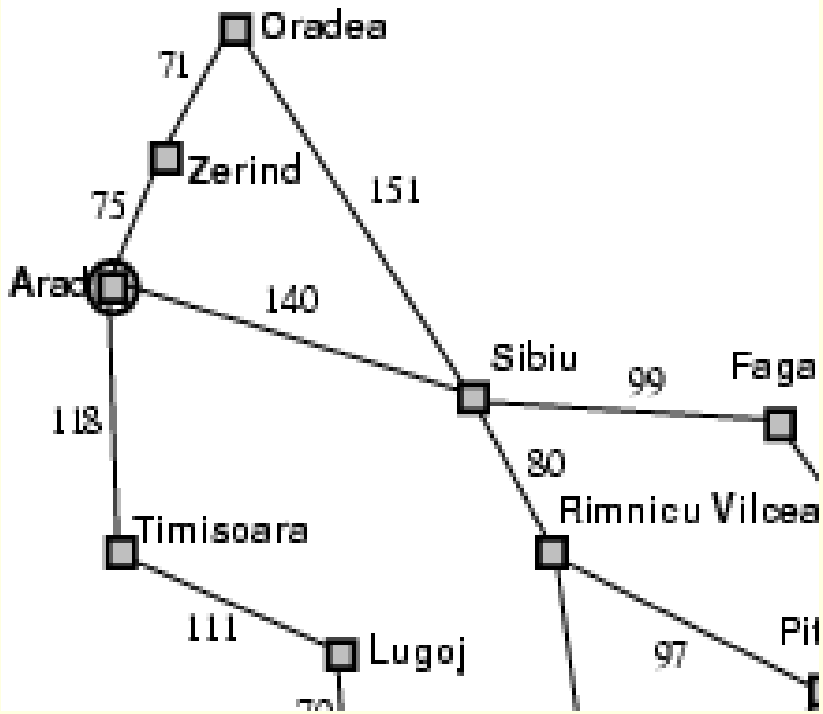
Torcs

Probleme din viata reala



- Algoritmi de gasire de rute:
  - Rutarea in retele de calculatoare
  - Sisteme de planificare pentru transportul aerian
- Problema comis-voiajorului
  - Sa se gaseasca cel mai scurt tur astfel incat sa se viziteze fiecare oras exact o data plecand si terminand din/in acelasi oras.
  - Spre deosebire de problemele cu gasire de rute, aici trebuie retinute orasele *vizitate*.

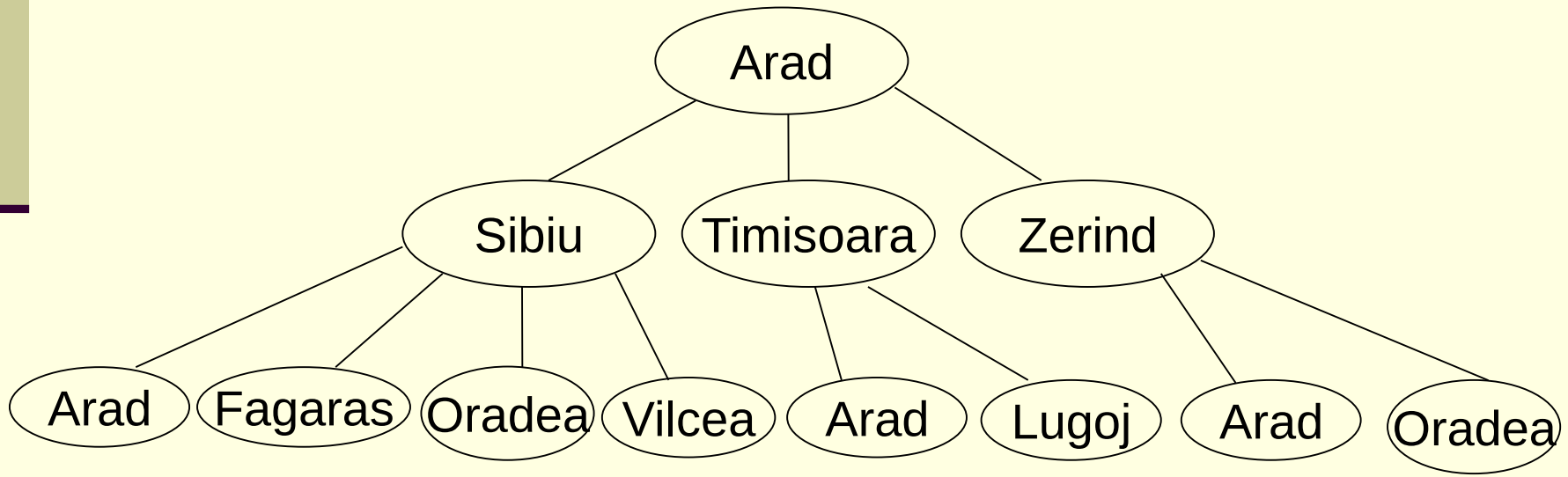
Algoritmi de cautare standard



- Pornim din Arad.
- Posibilitati?
- Zerind, Sibiu, Timisoara…
- Pe care il alegem?
- Depinde de **strategia de cautare** folosita.

Algoritmi de cautare standard

- Procesul de cautare poate fi construit sub forma unui arbore de cautare.
- Radacina arborelui de cautare este un nod de cautare care corespunde cu starea initiala.



Algoritm general de cautare

functia cautare_generala(*problema, strategie*)
intoarce solutie sau esec
Initializeaza arborele de cautare folosind starea initiala a problemei.

Cat timp solutie negasita si noduri ≠ ∅ *executa*
Daca nu mai sunt posibilitati de incercat *atunci*
intoarce esec
Alege un nod posibil in concordanta cu strategia
Daca nodul contine o stare tinta *atunci*
intoarce solutia corespunzatoare
Altfel gaseste toate posibilitatile ce pornesc din acest nod si adauga-le la arborele de cautare
Sfarsit cat timp

Componentele unui nod

- Starea din spatiul starilor careia ii corespunde nodul;
- Nodul parinte (nodul din arborele de cautare care a generat nodul curent);
- Actiunea care a fost aplicata pentru a se ajunge la nodul curent;
- Adancimea nodului - numarul de noduri prin care s-a trecut de la nodul radacina pana la nodul curent;
- Costul drumului de la starea initiala pana la nodul curent.

Algoritmi de cautare standard

- Se face distinctie intre noduri si stari:
  - Starea reprezinta o configuratie a mediului;
  - Nodul contine informatii cu privire la structura arborelui de cautare.
- Colectia de noduri este implementata sub forma de **lista**.
  Operatii posibile:
  - genereaza_lista(*Elemente*) – creeaza o lista cu elementele date
  - goala(*lista*) – intoarce “adevarat” daca este goala lista
  - scoate_din_fata(*lista*) – intoarce elementul din fata
  - adauga(*Elemente, lista*) – introduce “Elemente”-le in “lista”

Algoritm general de cautare

functia cautare_generala(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_lista(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
    nod = scoate_din_fata(noduri)
    Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
      solutie gasita
    Altfel
      noduri = adauga(noduri, expandare(nod, actiuni[problema]))
Sfarsit cat timp

Algoritmi de cautare standard

- Mai avem in vedere la algoritmul anterior:
  - Ce noduri au fost vizitate (pentru a evita ciclurile)
  - Pentru fiecare nod retinem nodul parinte
    - Pentru a intoarce la final solutia plecand de la destinatie inapoi catre start.
  - Daca strategia o cere:
    - Adancimea nodului curent (radacina este la adancimea 0)
    - Costul de la nodul de start pana la cel curent
      - Cosul nodului de start este 0, apoi la nodul curent insumam costul nodului parinte cu costul dintre nodul parinte si cel curent.

Algoritmi de cautare standard

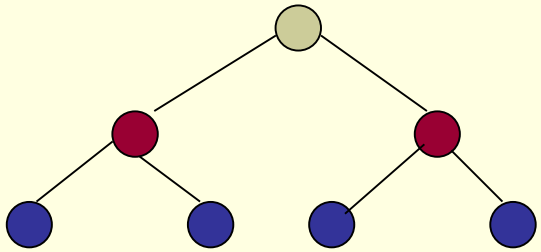
- Strategiile de cautare sunt analizate in functie de 4 criterii:
  - Completitudine
    - Garanteaza strategia gasirea unei solutii atunci cand exista una?
  - Complexitate temporala
    - Cat dureaza gasirea unei solutii?
  - Complexitatea spatiala
    - De cata memorie este nevoie pentru a face cautarea?
  - Optimalitate
    - Gaseste strategia solutia cea mai buna calitativ cand exista mai multe solutii diferite?

Algoritmi de cautare standard

- Algoritmii studiati in acest curs (cel de azi) folosesc doar **cautarea neinformata** (blind search).
  - Nu exista informatii despre numarul de pasi sau despre costul drumului de la starea curenta pana la starea tinta.
  - Pot doar distinge o stare tinta de o stare care nu este tinta.
  - (Agentul american) Orice cale din Arad are aceeasi importanta.
- **Cautarea informata** (heuristic search) presupune utilizarea de informatii aditionale (data viitoare).
  - (Agentul american) Se poate folosi informatia ca trebuie sa mearga spre sud-est...

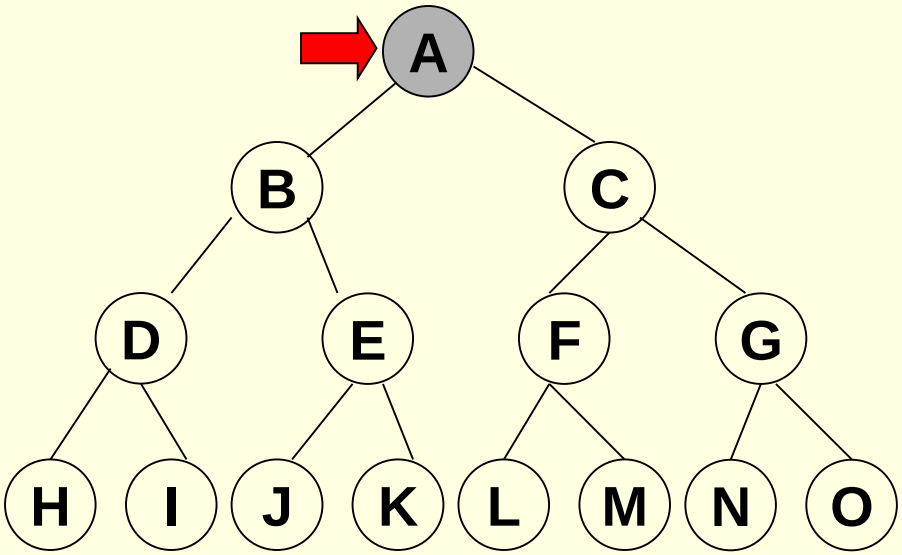
Cautarea in latime

- Nodul radacina este expandat intai, apoi toate celelalte noduri sunt expandate, apoi toti succesorii lor s.a.m.d.
- Sunt considerate toate drumurile de lungime 1, apoi toate drumurile de lungime 2 etc.

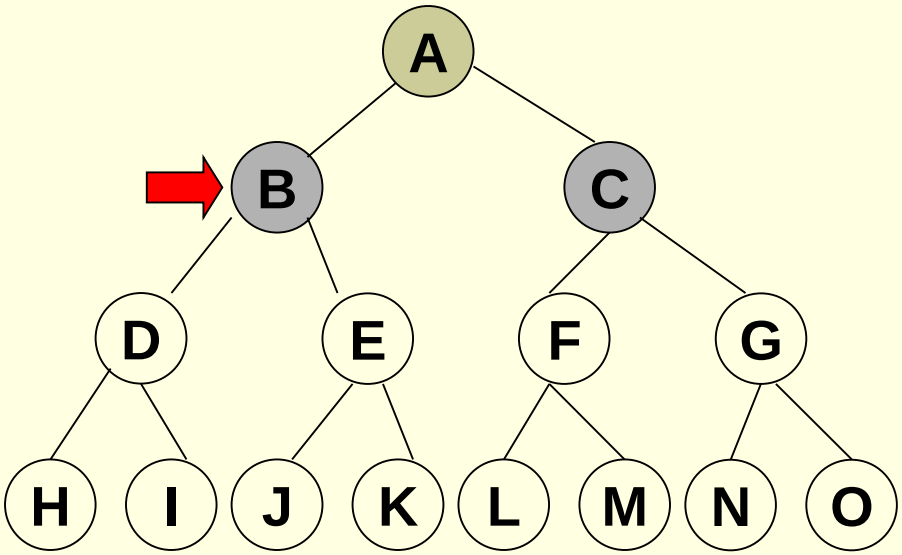


- Daca exista o solutie, algoritmul garanteaza ca o va gasi, iar daca exista mai multe solutii, algoritmul va gasi intai starea tinta aflata la cel mai mic numar de noduri.

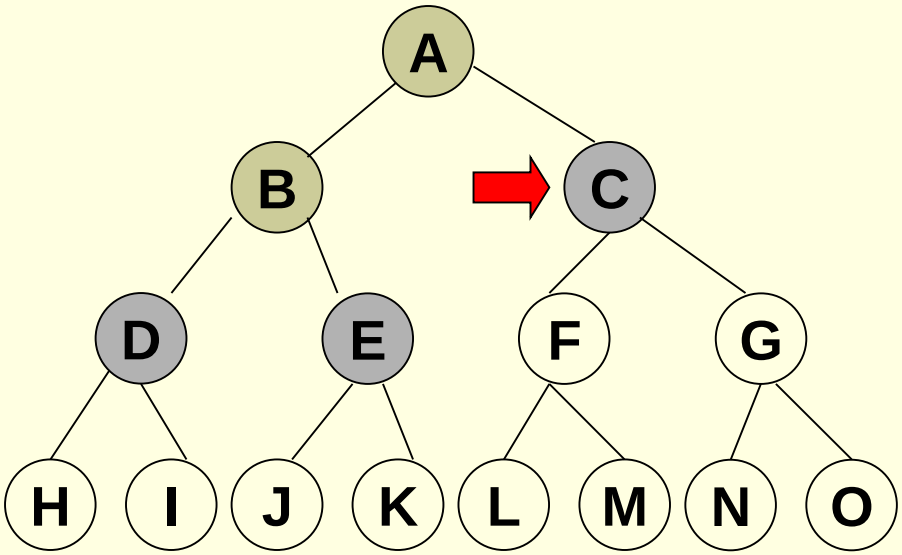
Cautarea in latime



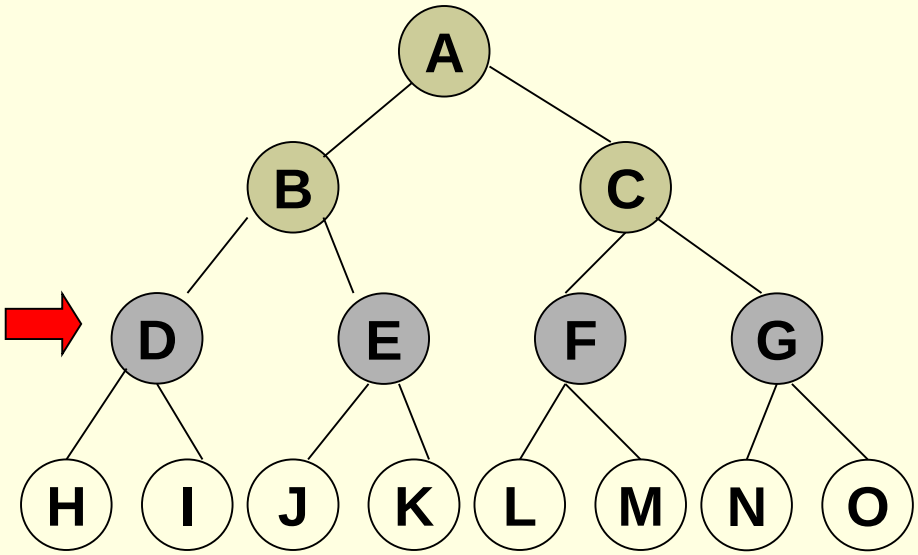
Cautarea in latime



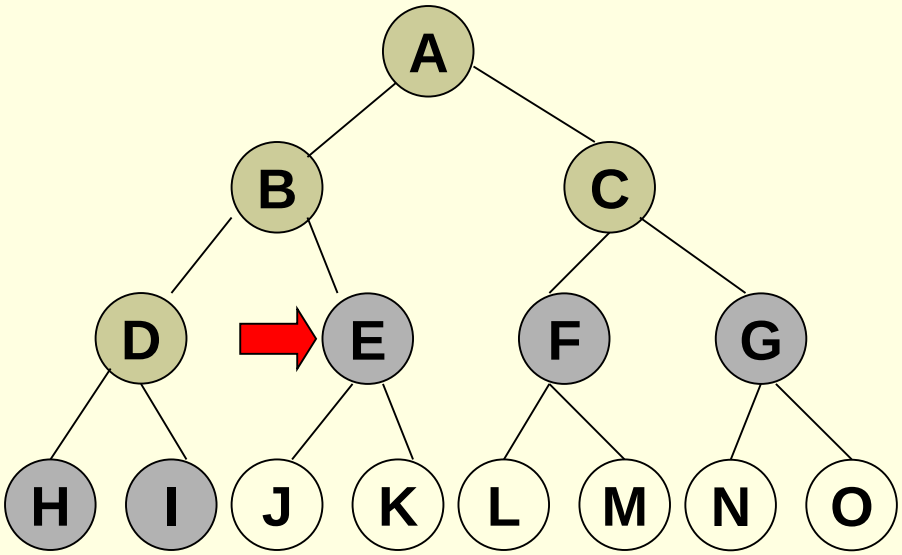
Cautarea in latime



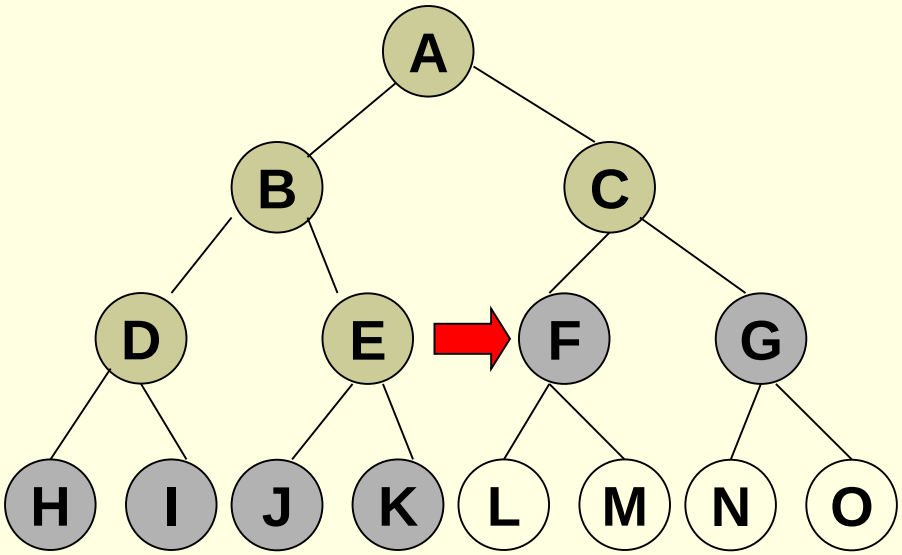
Cautarea in latime



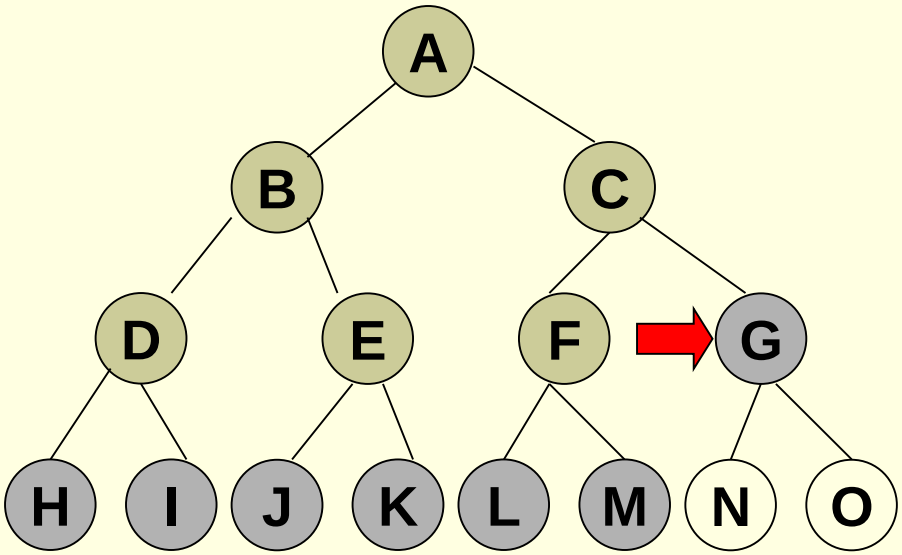
Cautarea in latime



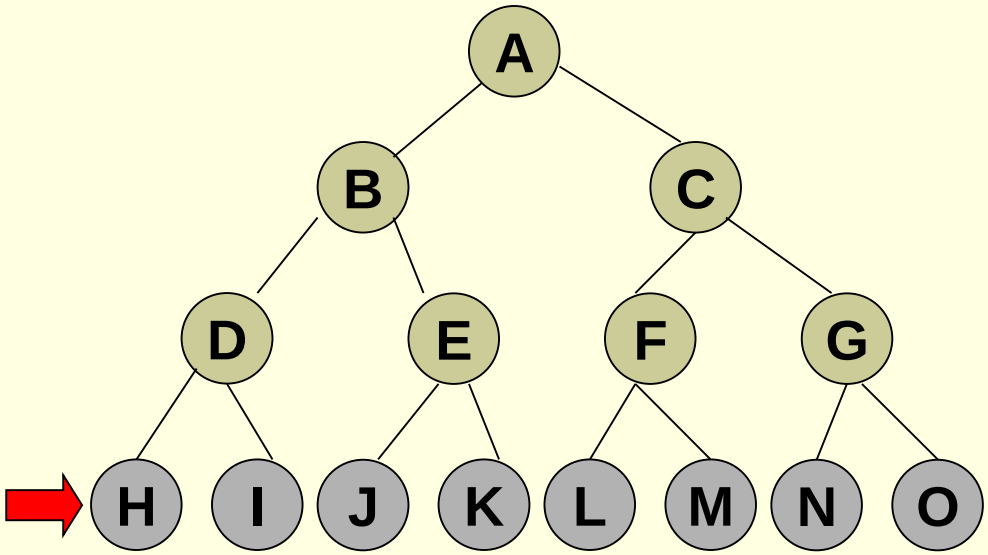
Cautarea in latime



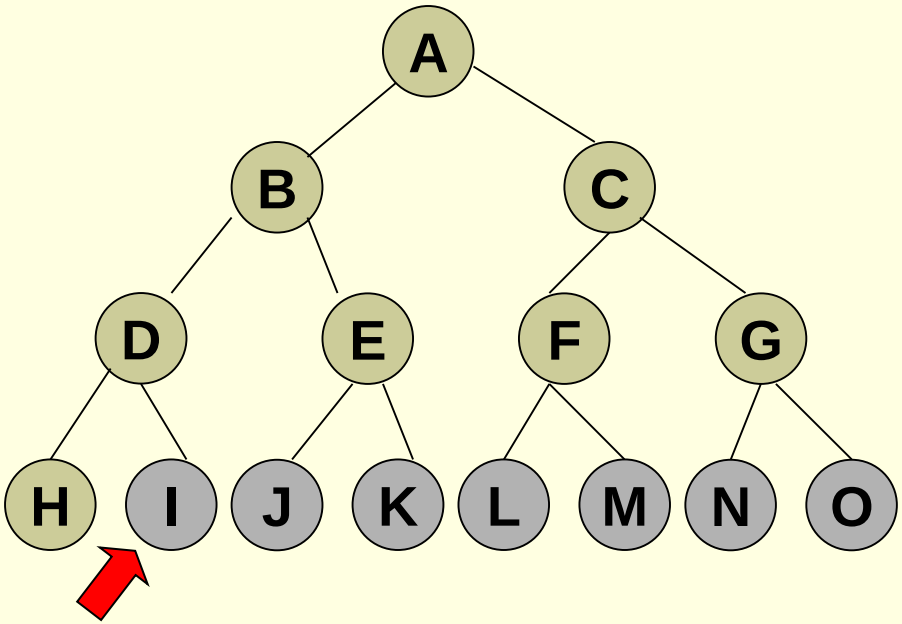
Cautarea in latime



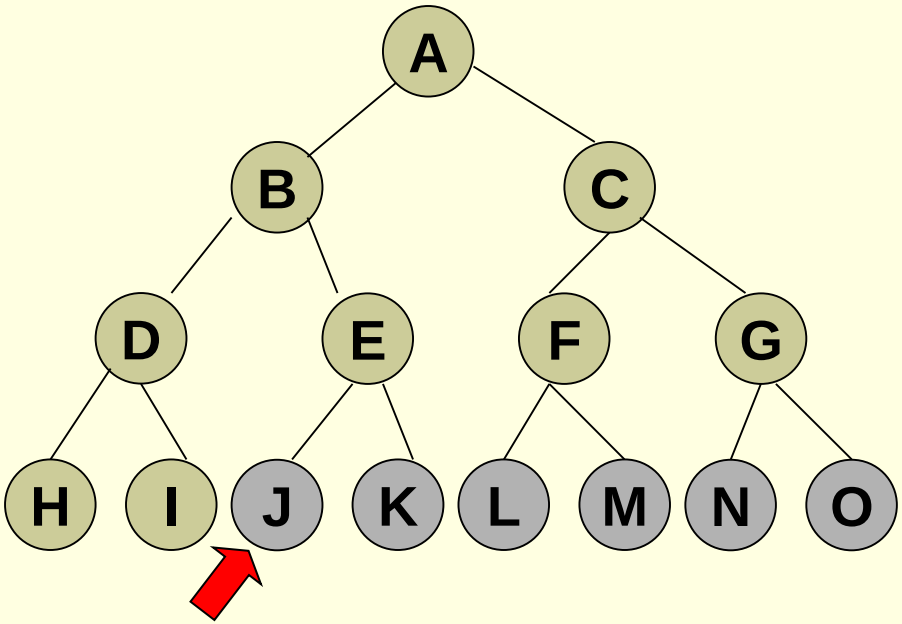
Cautarea in latime



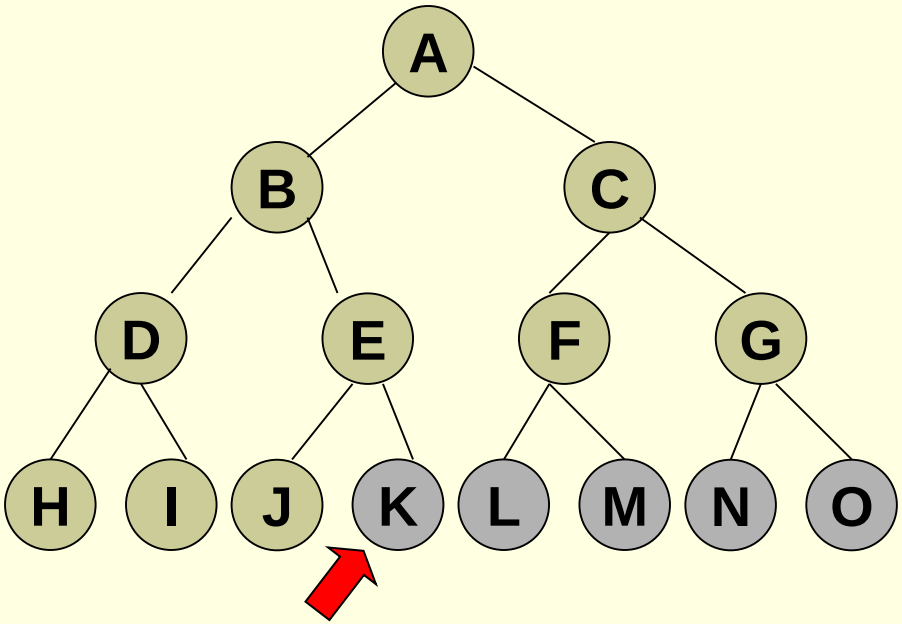
Cautarea in latime



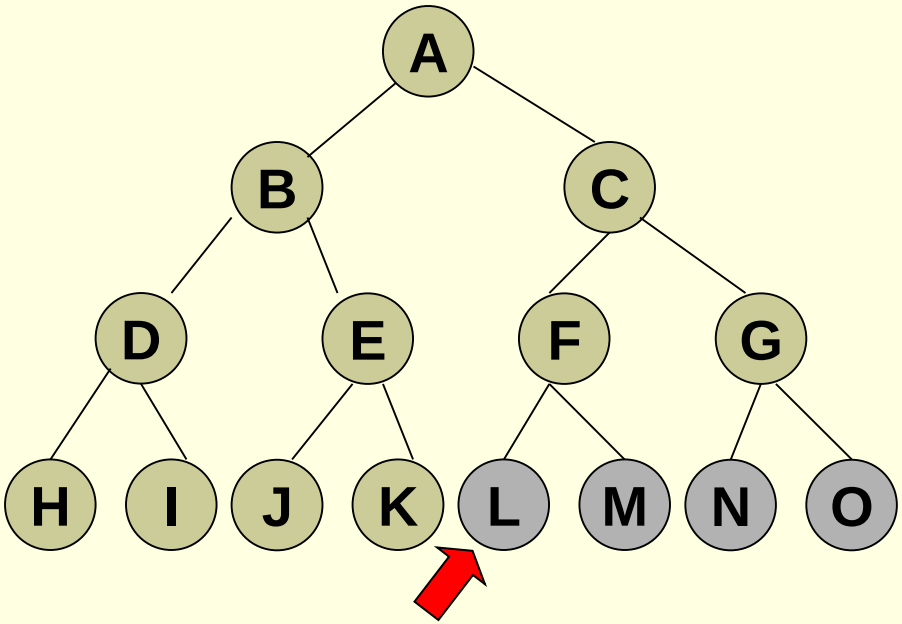
Cautarea in latime



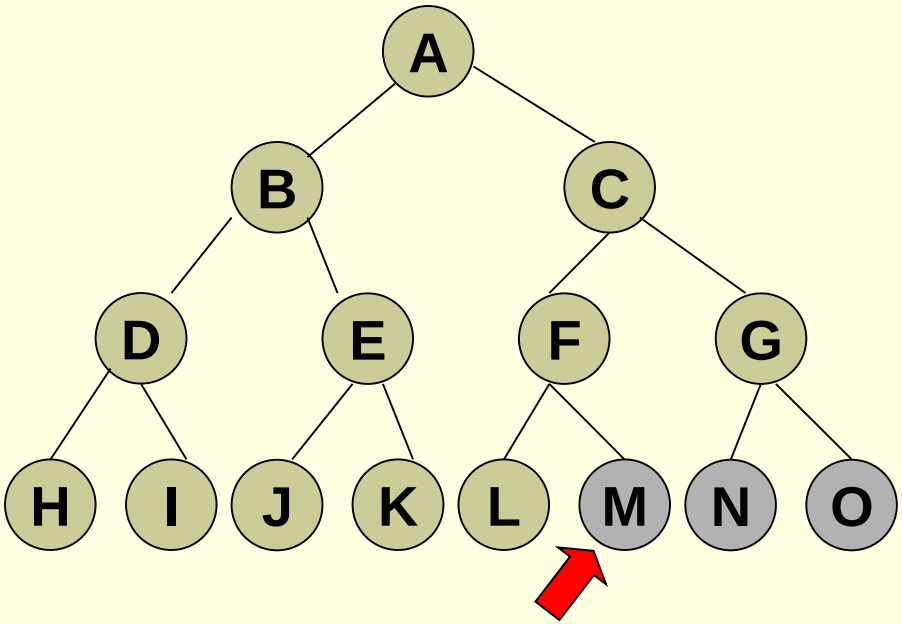
Cautarea in latime



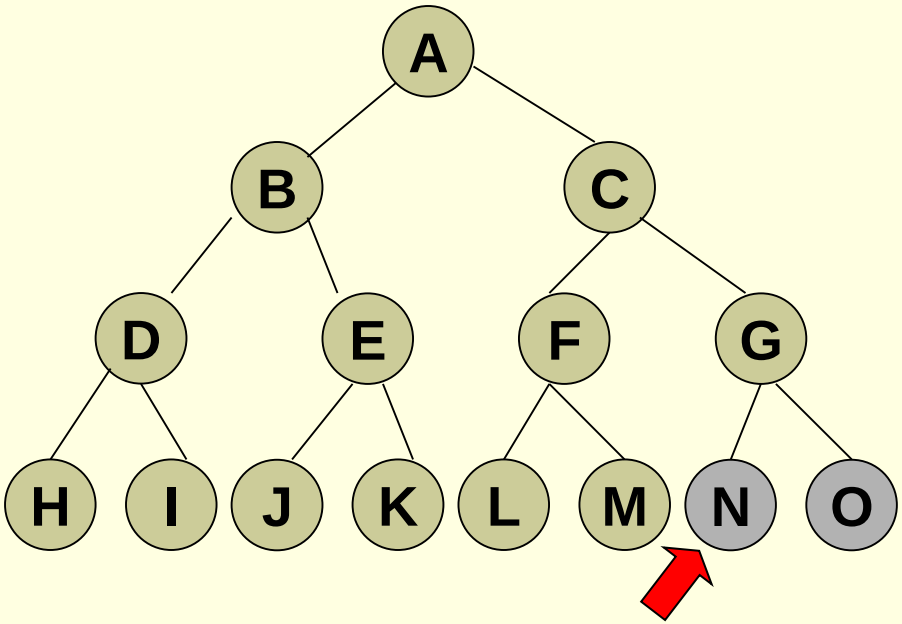
Cautarea in latime



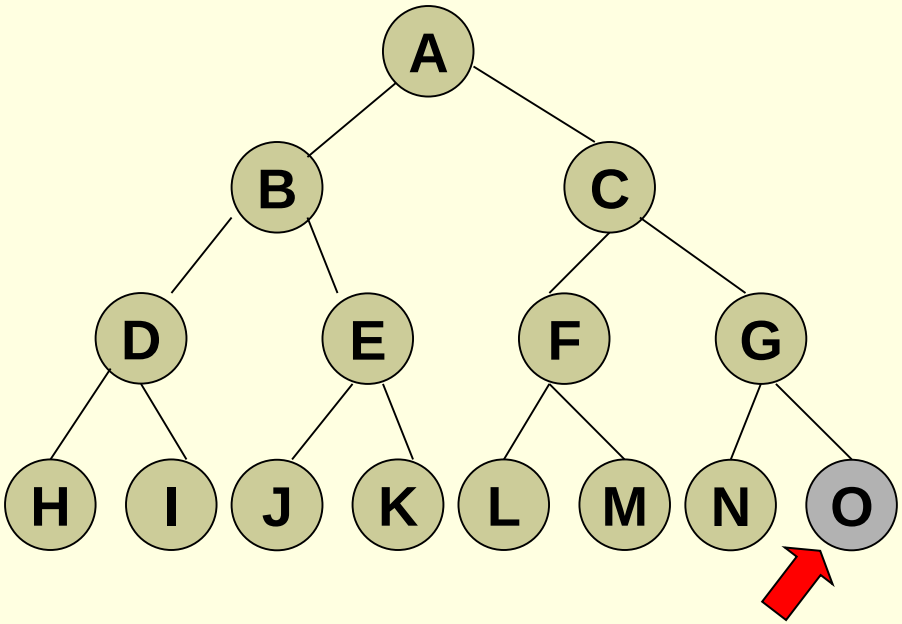
Cautarea in latime



Cautarea in latime



Cautarea in latime

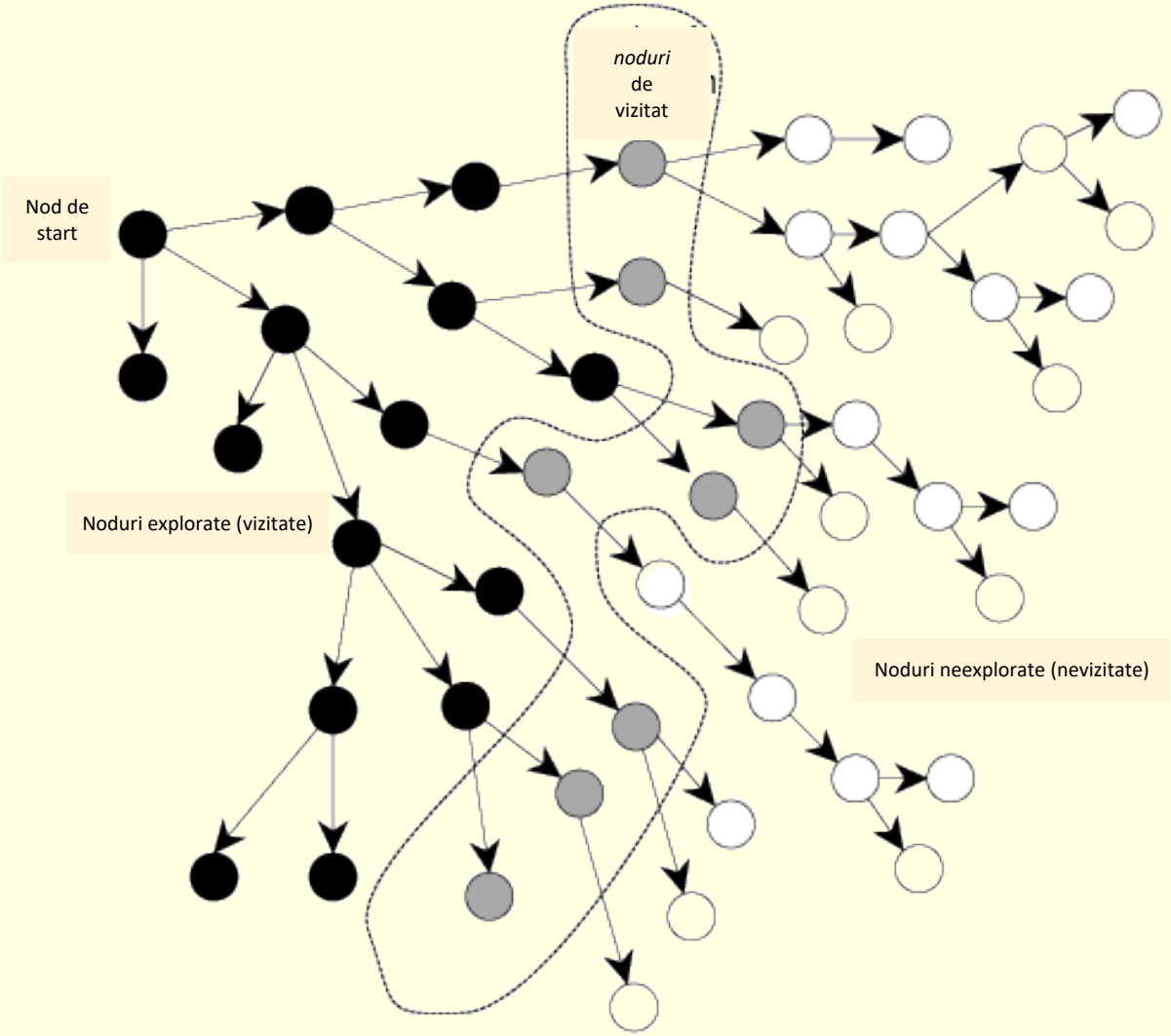


Algoritm cautare in latime

functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_lista(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

Cat timp solutie negasita si noduri ≠ ∅ *executa*
    nod = scoate_din_fata(noduri)
    Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
        solutie gasita
    Altfel
        noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp

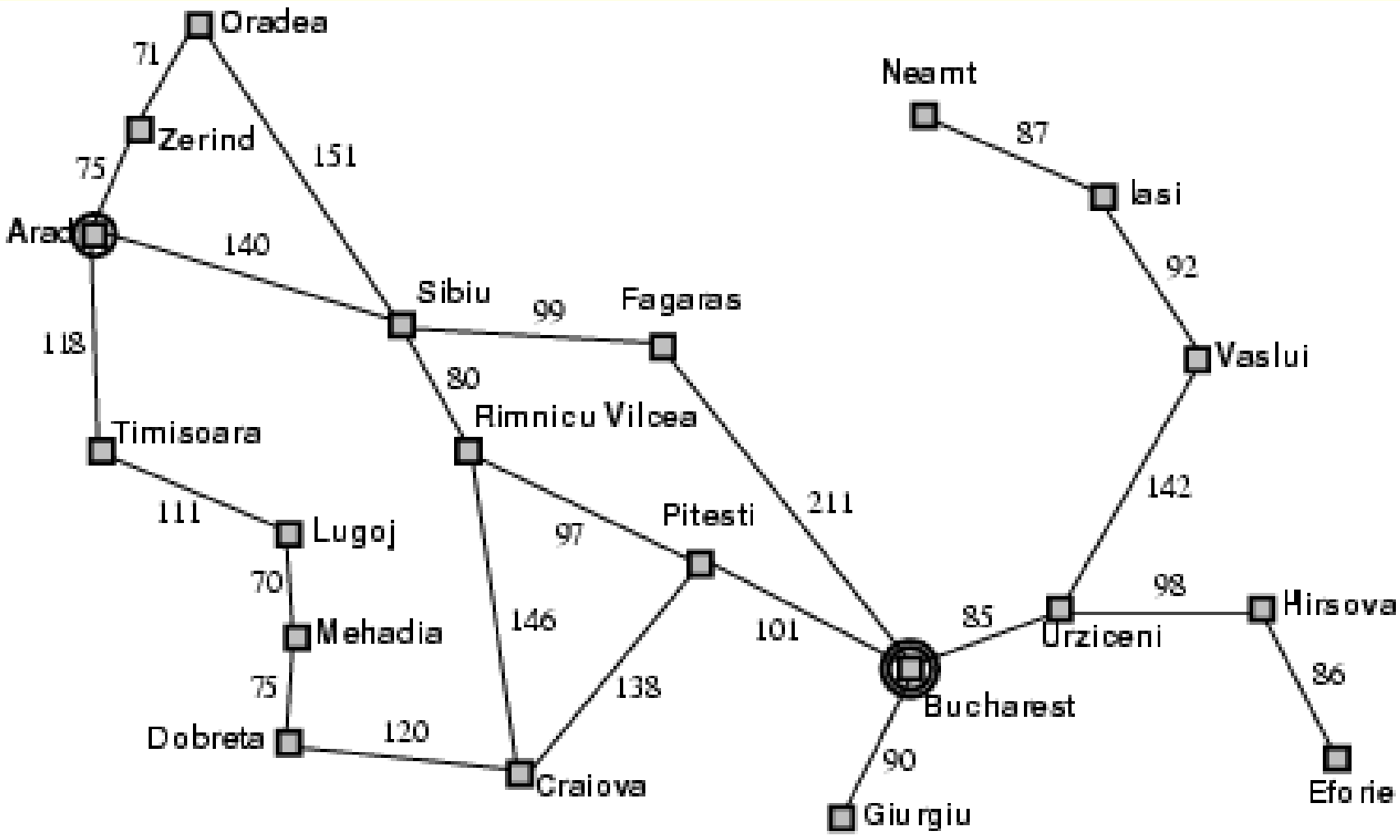
Lista *noduri* contine nodurile ce urmeaza sa fie vizitate (din marcaj)



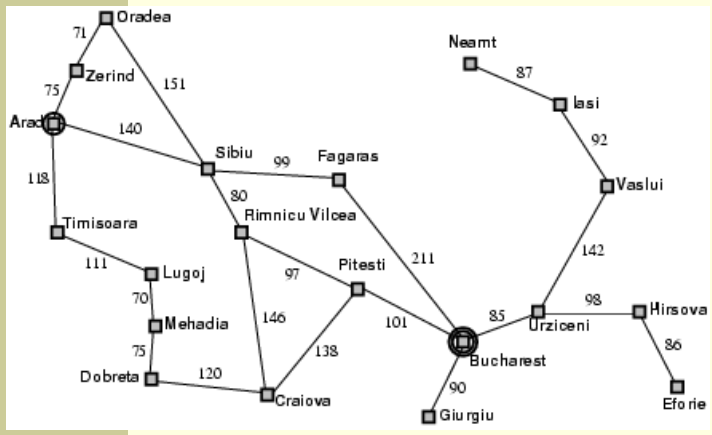
Problema de rutare: un agent *american*

- Vacanta in Romania – in Arad.
- In ziua urmatoare ii pleaca avionul din Bucuresti.
- **Formularea scopului:**
  - Ajungerea in Bucuresti
- **Formularea problemei:**
  - **Stari:** diverse orase
  - **Actiuni:** de a merge dintr-un oras in altul
- **Gasirea solutiei:**
  - O secventa de orase, de ex: Arad, Sibiu, Fagaras, Bucuresti.

Un agent *american*



Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp

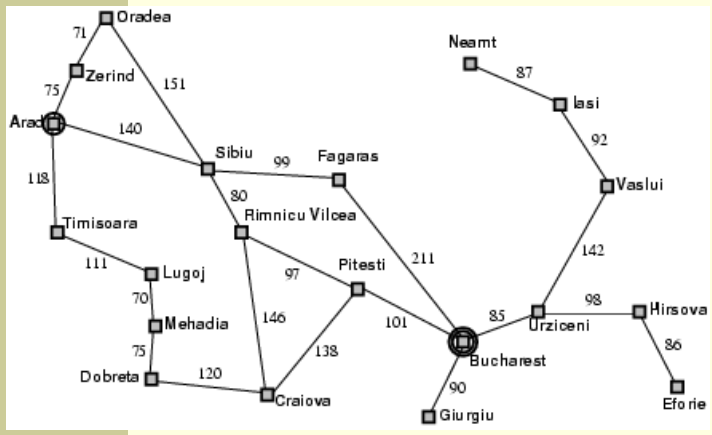
Arad

Faţa **noduri** Sfarsit

Arad

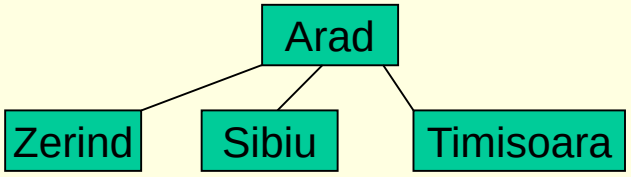
Parcurgerea: Arad,

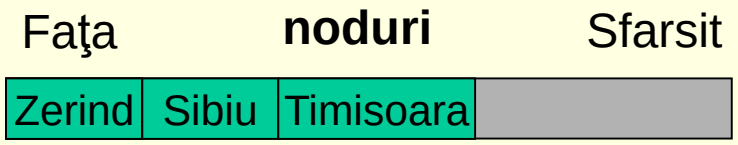
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

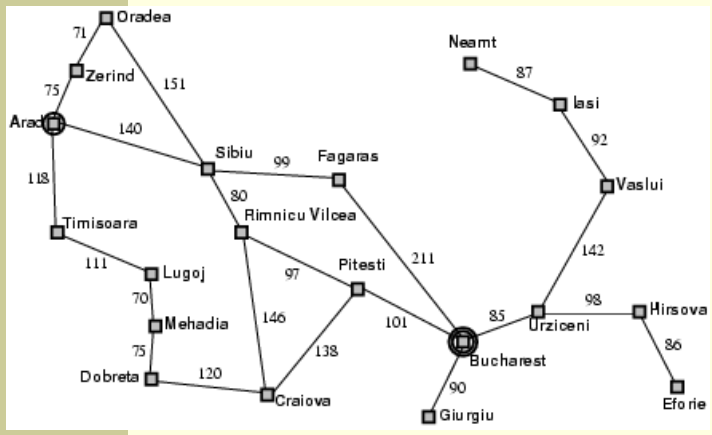
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





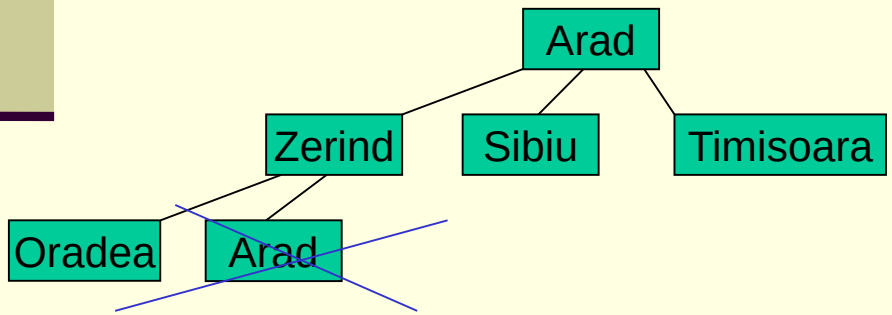
Parcurgerea: Arad, Zerind

Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp

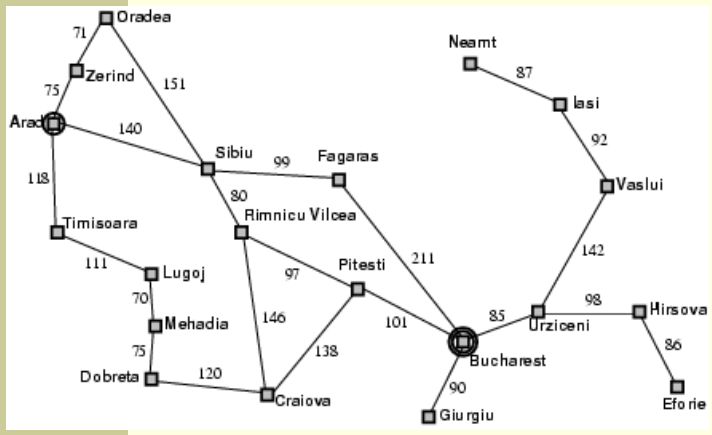


A mai aparut acest nod!

Faţa **noduri** Sfarsit

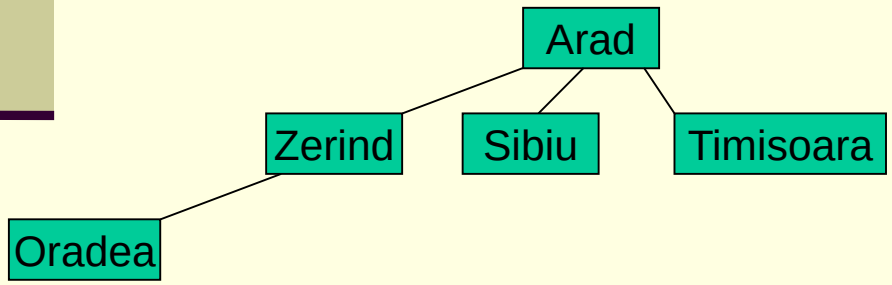
Parcurgerea: Arad, Zerind

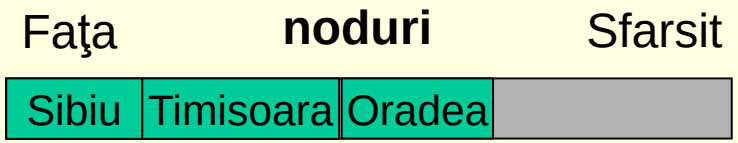
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

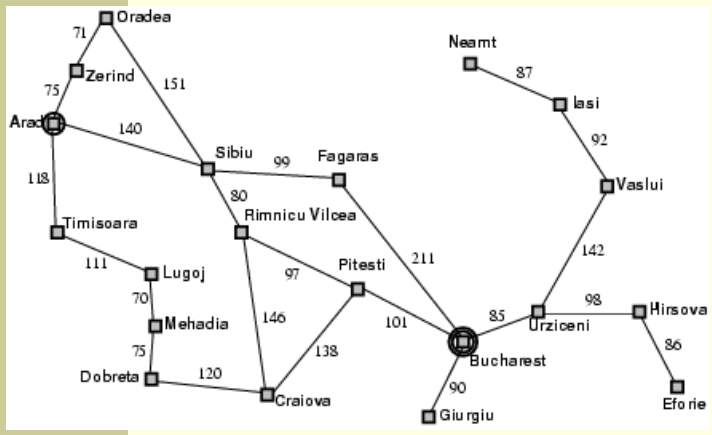
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





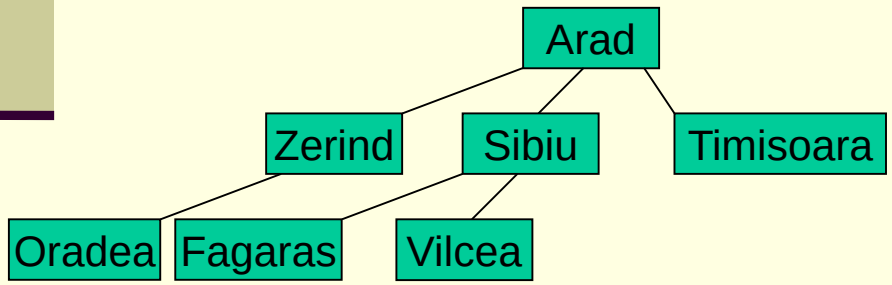
Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu

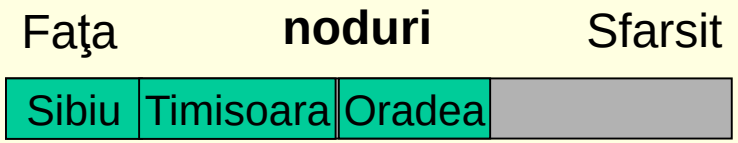
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

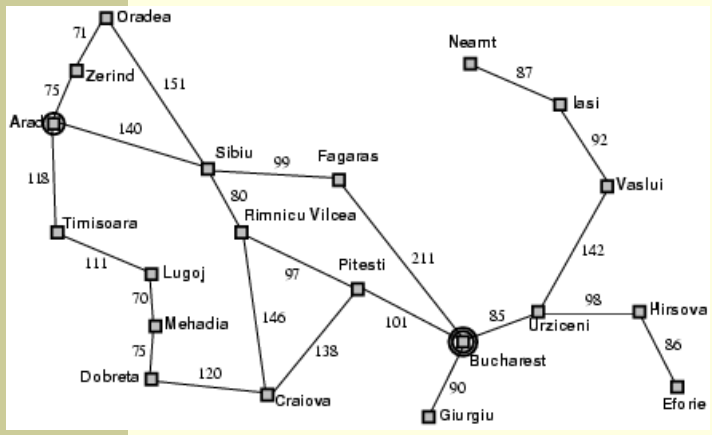
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





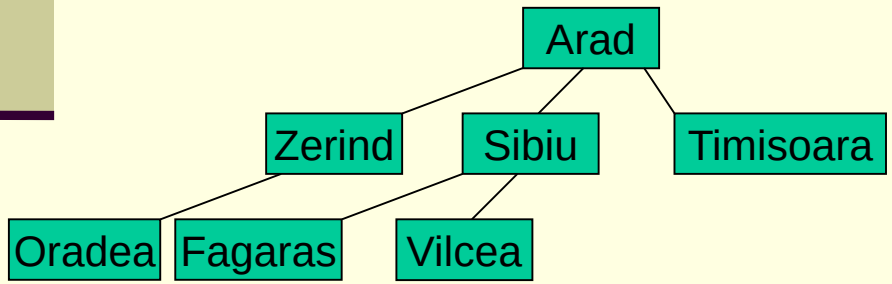
Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu

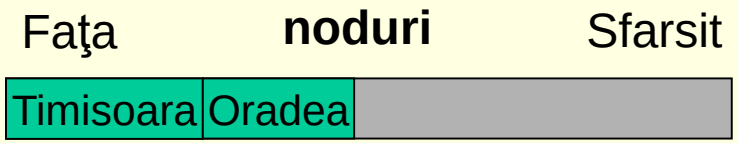
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

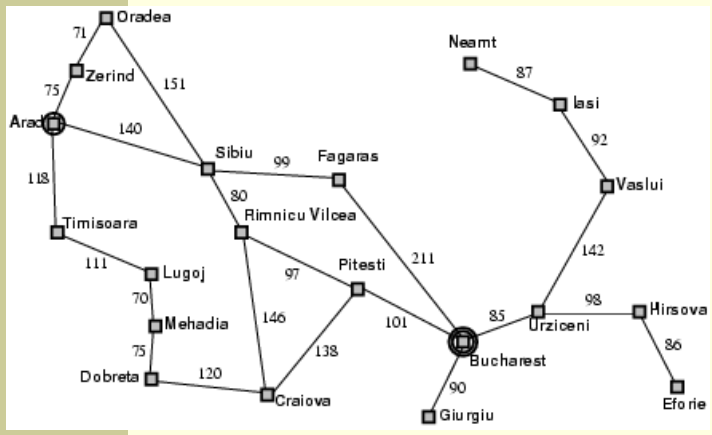
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





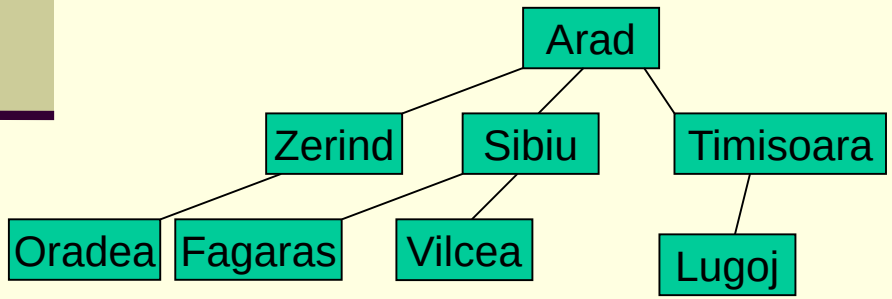
Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu, Timisoara

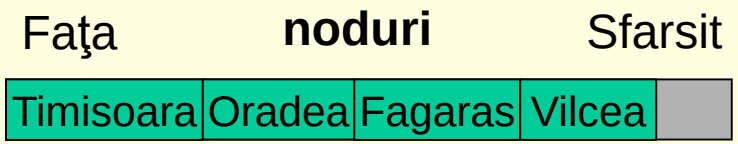
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

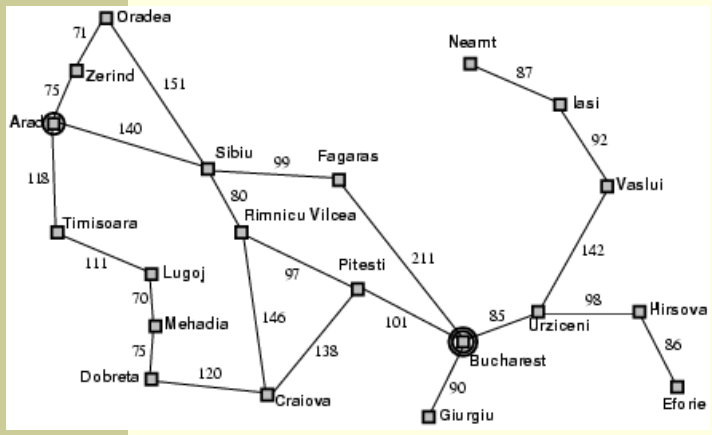
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





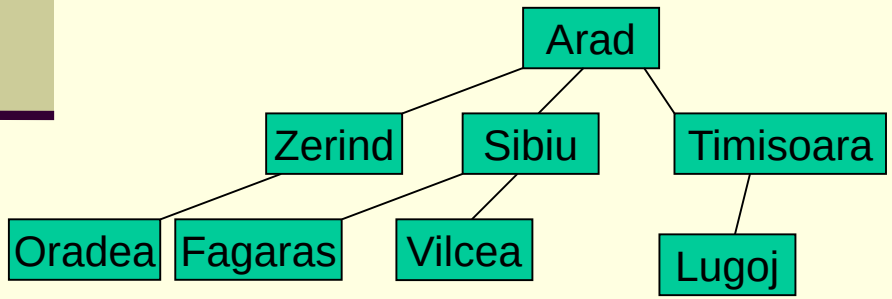
Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu, Timisoara

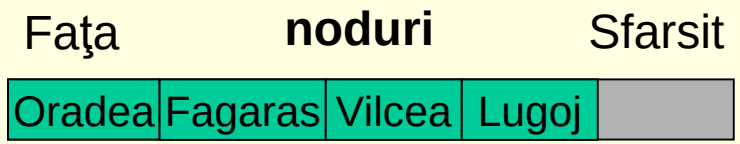
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

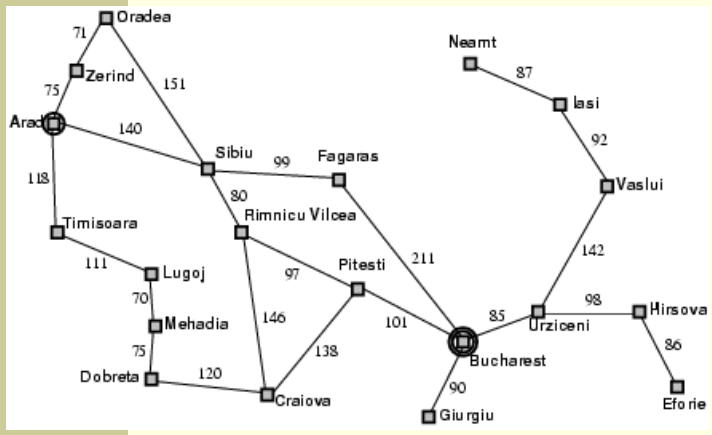
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





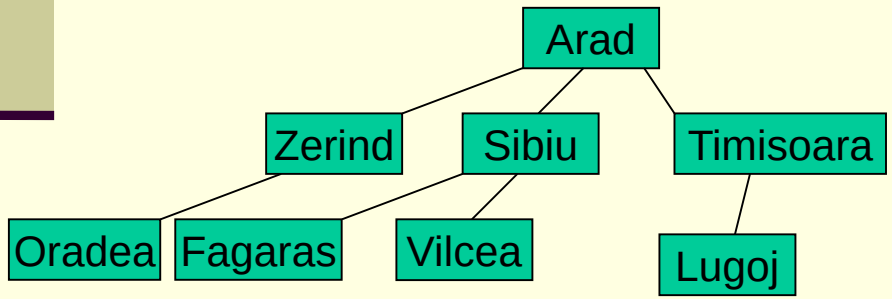
Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu, Timisoara, Oradea

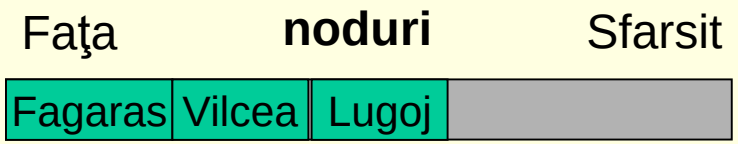
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

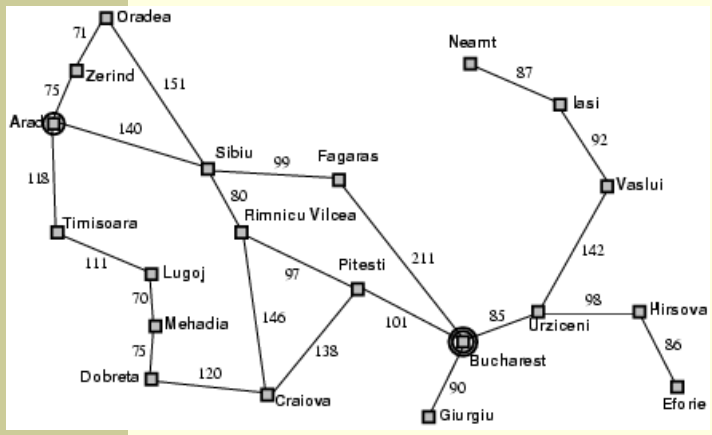
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





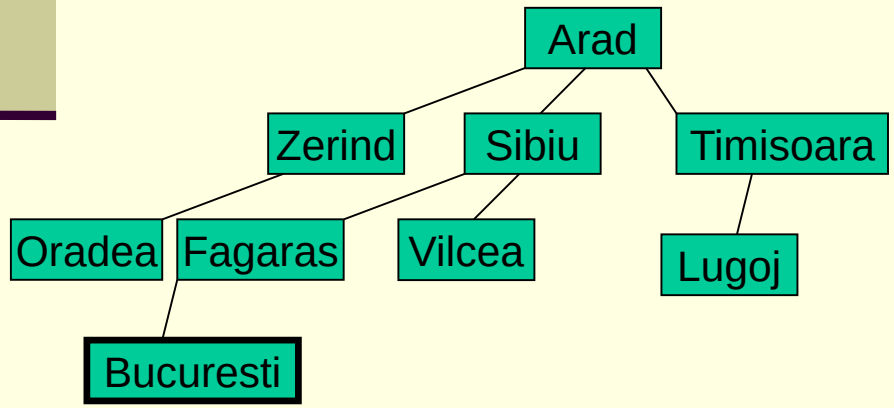
Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu, Timisoara, Oradea, Fagaras

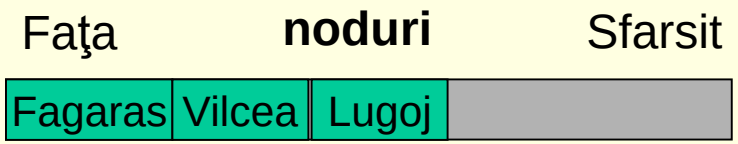
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

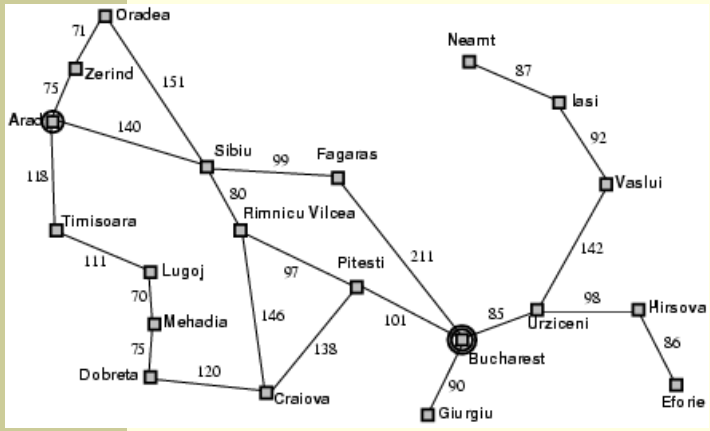
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





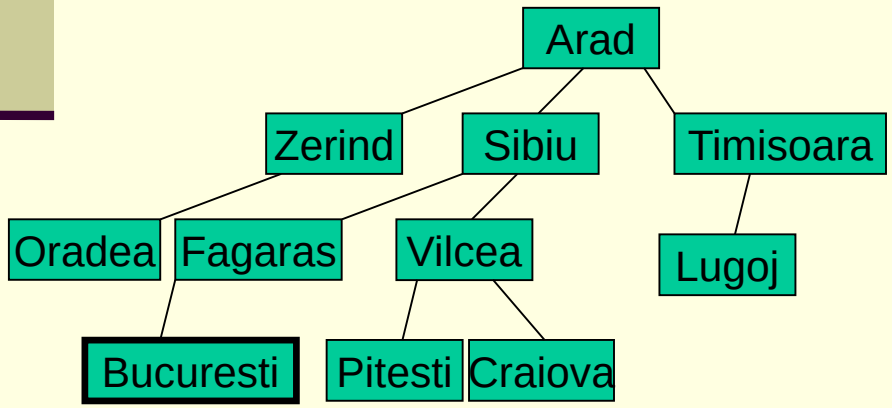
Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu, Timisoara, Oradea, Fagaras

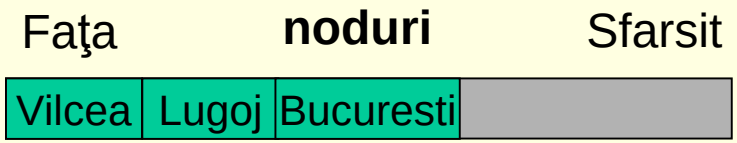
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

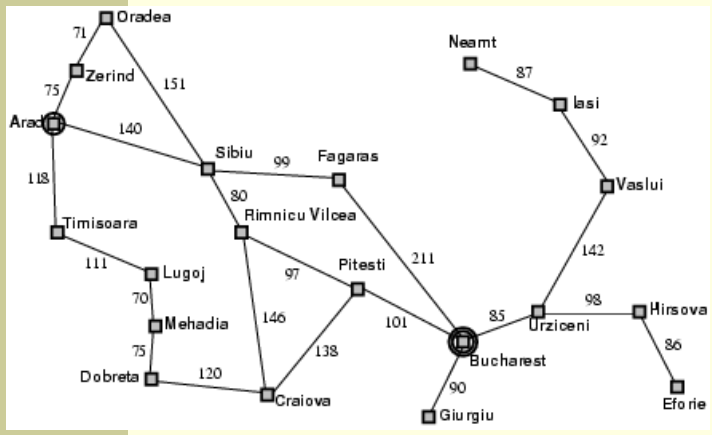
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





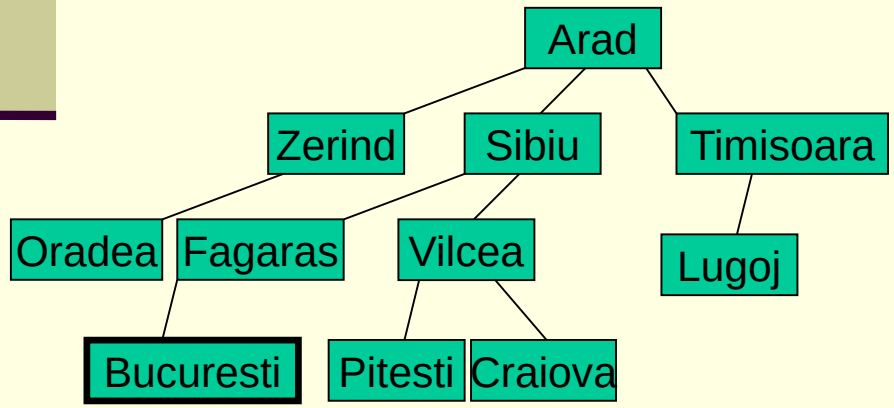
Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu, Timisoara, Oradea, Fagaras, Vilcea

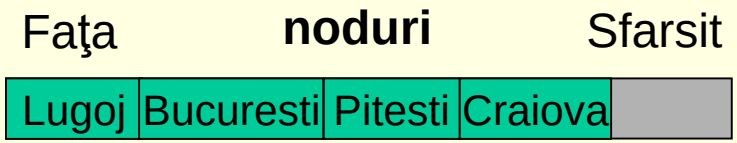
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

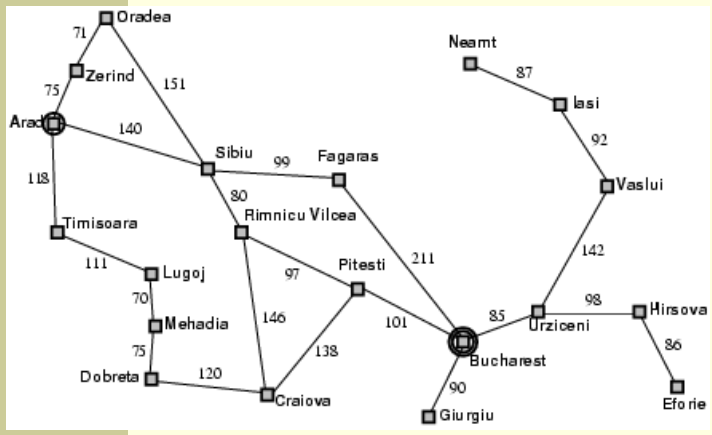
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





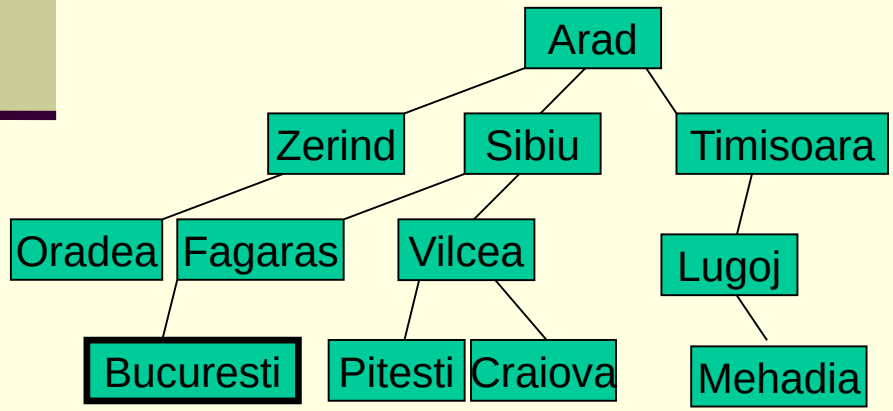
Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu, Timisoara, Oradea, Fagaras, Vilcea, Lugoj

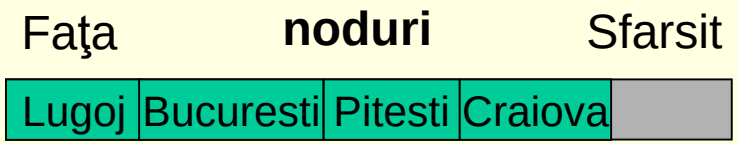
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

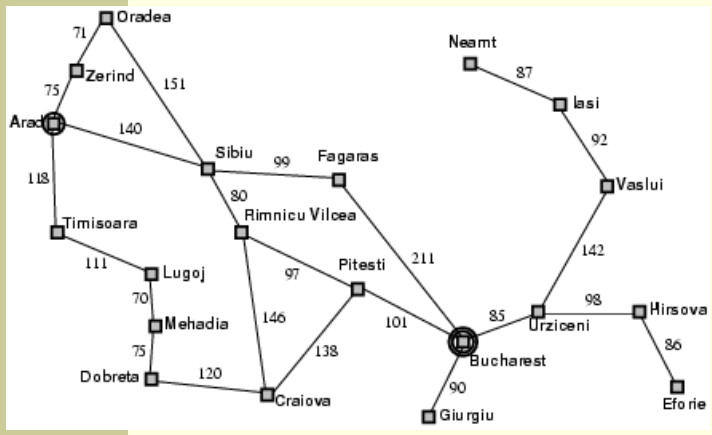
Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp





Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu, Timisoara, Oradea, Fagaras, Vilcea, Lugoj

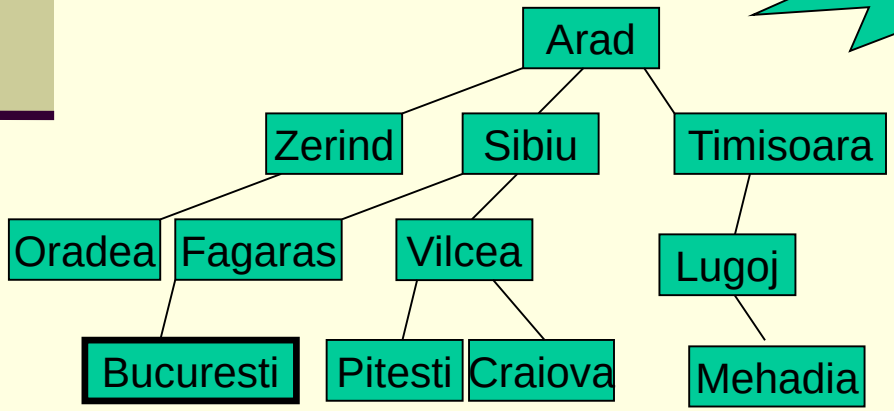
Algoritm cautare in latime



functia cautare_latime(*problema*) ***intoarce*** solutie sau esec
noduri = genereaza_coada(genereaza_nod(stare_initiala[problema]))

Cat timp solutie negasita *si* noduri ≠ ∅ *executa*
nod = scoate_din_fata(noduri)
Daca testare_tinta[problema] se aplica la stare(nod) *atunci*
solutie gasita
Altfel
noduri = adauga(noduri, expandare(nod, adauga_la_sfarsit))
Sfarsit cat timp

Nod tinta!



Faţa **noduri** Sfarsit

Parcurgerea: Arad, Zerind, Sibiu, Timisoara, Oradea, Fagaras, Vilcea, Lugoj, **Bucuresti**!

Cautarea in latime

- Algoritmul satisface criteriile:
  - Completitudine
  - Optimalitate, cu conditia ca orice operatiune sa aiba acelasi cost.
- De verificat complexitatile…
  - Presupunem ca fiecare stare poate fi expandata la *b* alte stari.
  - Nodul radacina genereaza *b* noduri la primul nivel, si fiecare din acestea genereaza cate *b* noduri => pe al doilea nivel avem b^2 noduri.

Cautarea in latime

- Daca solutia problemei se gaseste la lungimea *d* atunci numarul maxim de noduri expandate pentru gasirea solutiei va fi:

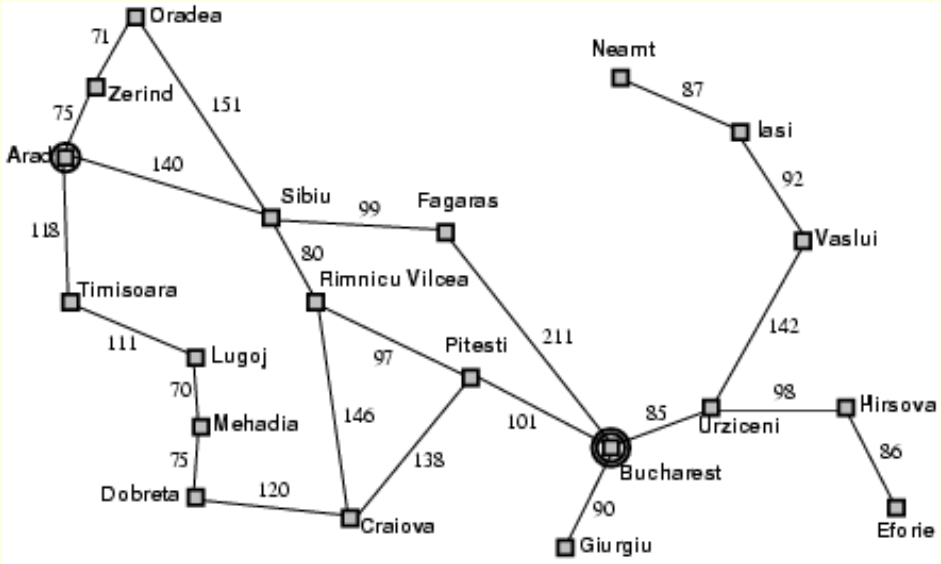
$$1 + b + b^2 + b^3 + \ldots + b^d$$

- Complexitatea $O(b^d)$.
- Consideram un exemplu in care $b = 10$ si vom urmari diverse valori pentru *d*.
- Consideram ca se proceseaza 1000 de noduri pe secunda.
- Un nod se reprezinta pe 100 de bytes.

Cautarea in latime

Adancime	Noduri	Timp	Memorie
0	1	1 milisecunde	100 bytes
2	111	0.1 secunde	11 kilobytes
4	11 111	11 secunde	1 megabyte
6	81	18 minute	111 megabytes
8	10^8	31 ore	11 gigabytes
10	10^{10}	128 zile	1 terabyte
12	10^{12}	35 ani	111 terabytes
14	10^{14}	3 500 ani	11 111 terabytes

Exercitiu

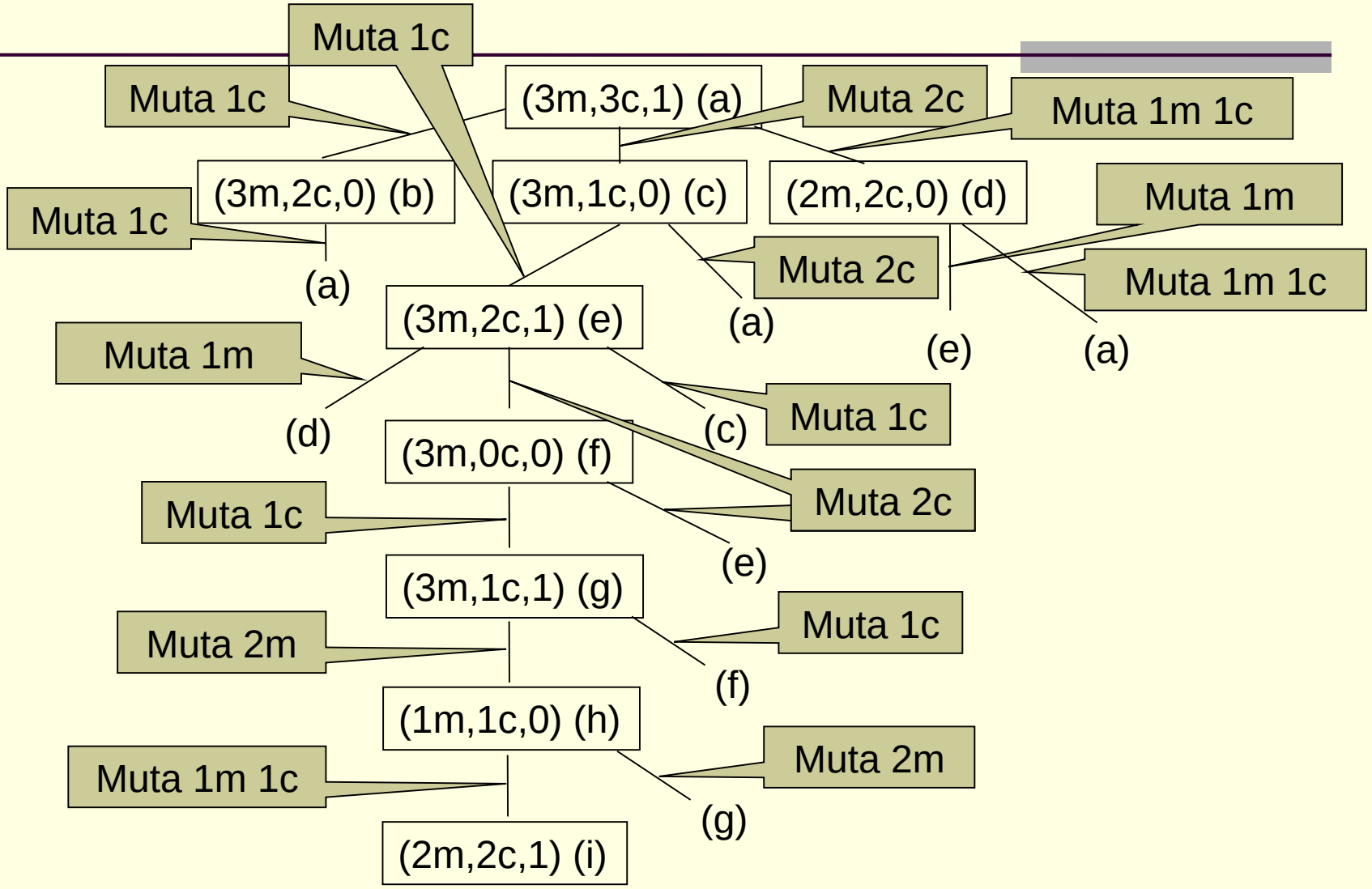


Faţa **noduri** Sfarsit

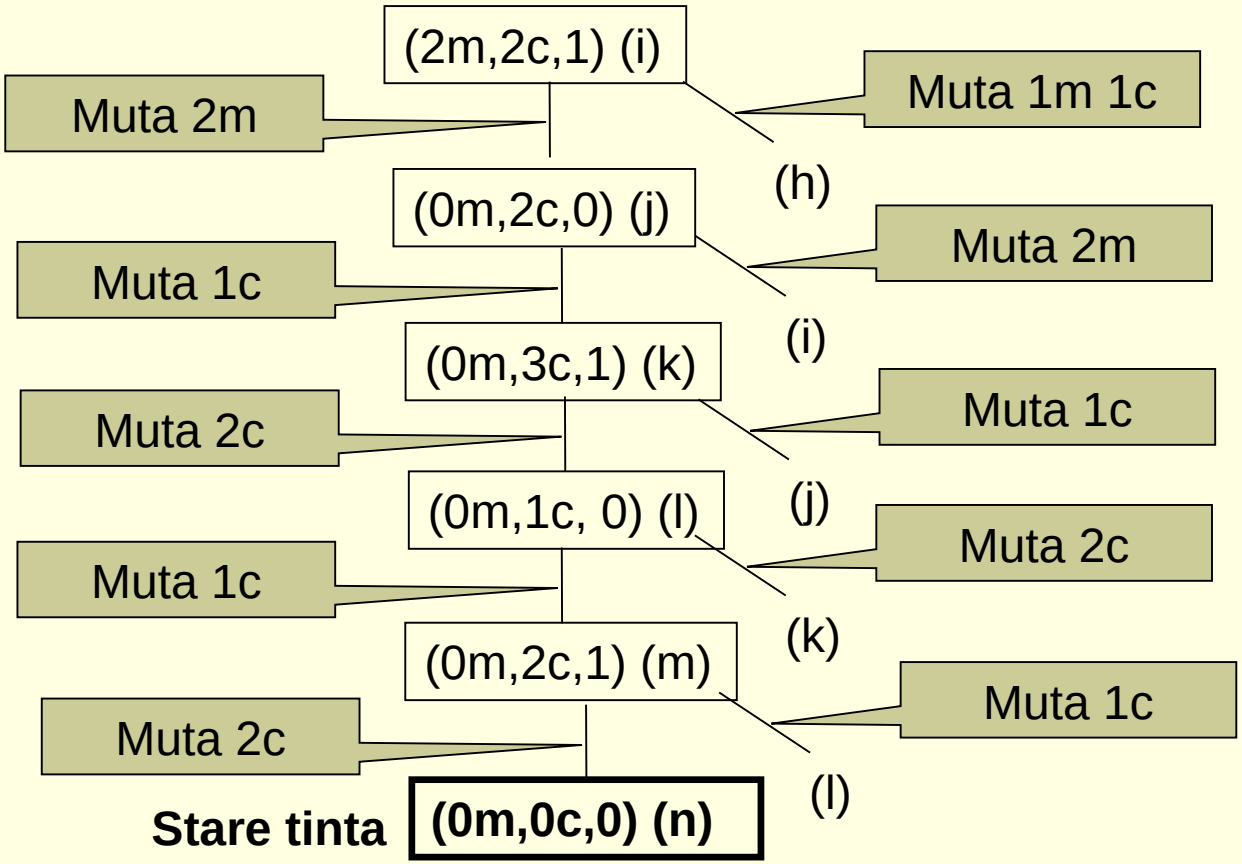
Gasiti o ruta de la Bucuresti la Sibiu folosind parcurgerea in latime. Desenati arborele, scrieti parcurgerea si continutul pentru noduri la fiecare pas.

Parcurgerea: Bucuresti, …, Rm. Vilcea

Misionarii si canibalii



Misionarii si canibalii



Puzzle cu 8 valori

	2	3
1	4	6
7	5	8

Starea initiala

1	2	3
4	5	6
7	8	

Starea tinta

- **Stari**: este descrisa locatia fiecarei cifre in una din cele 9 casute.
- **Actiuni**: casuta goala se misca la stanga, dreapta, sus sau jos.
- **Testarea tintei**: starea se gaseste in configuratia din dreapta.
- **Costul drumului**: fiecare pas are costul 1, deci costul drumului este dat de numarul de mutari.

Puzzle cu 15 valori

- Sam Loyd a introdus in 1878 15-puzzle-ul.
- A oferit un premiu de 1 000 $ din proprii bani pentru cel care rezolva problema in situatia in care doar 14 si 15 sunt inversate, restul fiind aliniate crescator.

Puzzle cu 15 valori

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	15	14	

?

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	

Nimeni nu a castigat premiul!

Puzzle cu 8 valori

- Cate stari posibile exista?
  - 9! = 362 880 stari
- Numai la **jumatate** din aceste stari se poate ajunge din orice stare data.

Posibilitatea de a atinge scopul final...

- O valoare *j* apare dupa o valoare *i* daca
  - *j* apare pe acelasi rand, dar in dreapta lui *i*
  - *j* se afla sub linia lui *i*
- Pentru $i = 1, 2, ..., 8$, fie n_i numarul de aparitii ale lui *j* (*j* < *i*) dupa *i*.
- $N = n_2 + n_3 + \ldots + n_8$

	2	**3**
1	4	**6**
7	5	8

$n_2 = 1$
$n_3 = 1$
$n_4 = 0$
$n_5 = 0$
$n_6 = 1$
$n_7 = 1$
$n_8 = 0$

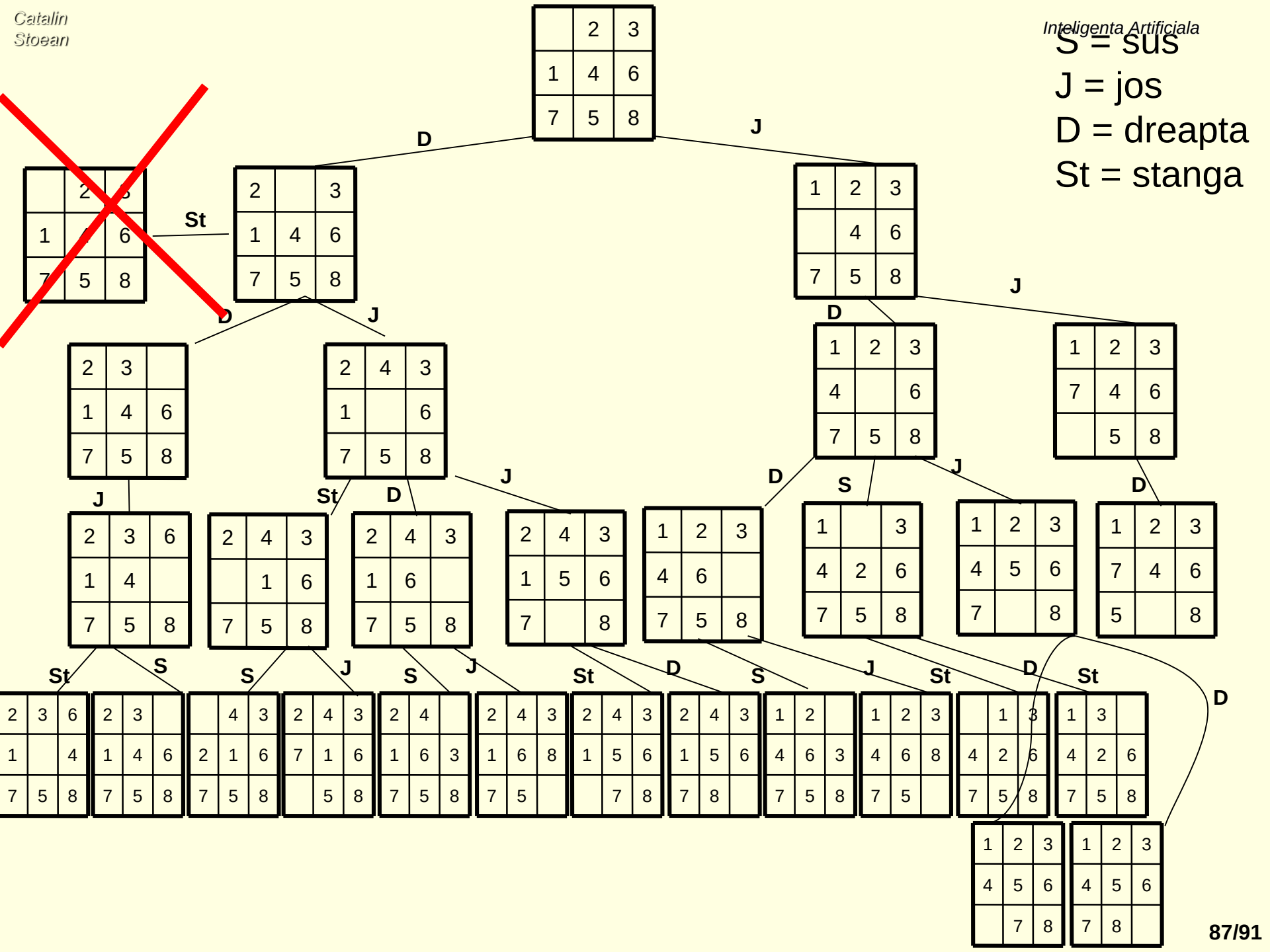
$N = 4$
Pentru *N* par, puzzle-ul cu 8 valori este rezolvabil!

S = sus

J = jos

D = dreapta

St = stanga



Exercitiu - Problema celor 4 dame

- **Stari**: orice aranjament de 0 pana la 4 dame care nu se ataca.
- **Actiuni**: adauga o dama pe coloana cea mai din stanga a.i. sa nu fie atacata de alta dama.
- **Testarea tintei**: 4 dame care nu se ataca pe tabla.
- **Costul drumului**: 0.

- Pornind de la o tabla de 4x4 goala si folosind datele problemei de mai sus, sa se construiasca printr-o cautare in latime arborele complet care duce la rezolvarea problemei. Numerotati nodurile in ordinea in care au fost vizitate.

Recapitulare 1/3

- Am studiat metode pe care un agent le poate utiliza cand nu este clar care actiune imediata trebuie urmata.
- In astfel de cazuri, agentul poate considera posibile secvente de actiuni; acest proces se numeste **cautare**.
- Inainte de a cauta solutii, un agent trebuie sa formuleze o tinta (un scop) si sa foloseasca apoi aceasta tinta pentru a formula problema.
- O **problema** consta din 4 parti:
  - O **stare initiala**
  - O **multime de actiuni**
  - O **functie care testeaza** daca starea curenta este chiar **tinta**
  - O **functie de cost** al drumului.

Recapitulare 2/3

- Mediul problemei este reprezentat prin **spatiul starilor**.
- Un drum prin spatiul starilor de la starea initiala la starea tinta este o **solutie**.
- In viata reala, cele mai multe probleme sunt prost-definite; dupa analiza, multe probleme pot fi transpuse intr-un spatiu al starilor.
- Un **algoritm general de cautare** poate fi folosit pentru rezolvarea oricarei probleme.
- Algoritmii de cautare sunt analizati in functie de **completitudine**, **optimalitate**, **complexitatea timpului**, **complexitatea spatiului**.
- Complexitatea depinde de *b* (numarul de noduri in care se expandeaza un nod) si de *d* (adancimea la care se gaseste cea mai apropiata solutie).

Recapitulare 3/3

- **Cautarea in latime** gaseste solutia care se afla cel mai aproape de nodul radacina.
  - Complet
  - Optim, daca fiecare actiune are acelasi cost
  - Complexitatea temporala si spatiala: $O(b^d)$