

Programare bazată de reguli Sisteme Expert

Curs 1

Evaluare

- Teză
- Laborator
- Proiect

AI authors word cloud



Definiția unui SE

- Edward Feigenbaum – Stanford University:
 - *“... un program inteligent care folosește cunoaștere și proceduri de inferență pentru a rezolva probleme suficient de dificile încât să necesite o expertiză umană semnificativă pentru găsirea soluției.”*

Trăsături ale problemelor de IA

- Necesită, cel mai adesea, raționamente de natură simbolică sau neuronală;
- Se pretează greu la soluții algoritmice (găsirea unui diagnostic medical nu poate fi algoritmizată, pentru că diferențele de date asupra pacientului duc la tipuri de soluții diferite);
- Manipulează informație incompletă ori nesigură;
- Nu se cere cu necesitate ca soluția să fie cea mai bună sau cea mai exactă (uneori e suficient dacă se găsește o soluție, sau dacă se obține o formulare aproximativă a ei);
- În rezolvarea problemei intervin volume foarte mari de informații specifice.

Natura cunoașterii...

- ... poate fi ușor clasificată în procedurală și declarativă:
 - este diferența dintre cunoașterea pe care o posedă un păianjen față de cea a unui inginer constructor,
 - sau diferența dintre cunoașterea pe care o posedă un jucător de tenis și cea pe care o posedă un bun antrenor.
- Cunoașterea unuia este instinctivă, ori “în vârful degetelor”, a celuilalt constă într-un sistem de reguli.

Prin ce diferă un SE de un program clasic sau unul neuronal?

- Modularitate
 - pașii în deducție descriși ca reguli
 - regulile pot fi compuse (ca într-un joc de lego)
- Transparență
 - raționamentul poate fi explicat
 - o soluție neuronală: în general – cutie neagră
- Soluții în condiții imperfecte
 - găsește o soluție (probabilă) chiar dacă datele sunt incerte sau incomplete

Tipuri de SE

- **Sisteme expert de diagnostic (sau clasificare)**
 - diagnosticarea motoarelor de automobil
 - diagnosticarea hardware a calculatoarelor
 - diagnosticarea rețelelor de calculatoare sau a rețelelor de distribuire a energiei
 - identificarea zăcămintelor minerale

Tipuri de SE

- **Sisteme expert de construcție**
 - combină elemente ale unui spațiu al componentelor (soluțiilor) pentru asamblarea unui compus
 - regulile formulează constrângeri pentru verificarea consistenței soluției
 - exemple:
 - asistent de vânzări în comerț
 - configurarea calculatoarelor

Tipuri de SE

- **Sisteme expert de simulare**
 - prezicerea efectelor anumitor presupoziii asupra unui sistem

De ce avem nevoie de experți... artificiali?

- Cei umani sunt scumpi, greu de format
- Sunt rari, deci greu de găsit, de exemplu în situații de criză
- În domenii în care cunoașterea este vastă, uneori pot greși
- DAR: nu dorim să-l înlocuim pe experții umani...

Primele SE

- DENDRAL Feigenbaum & Buchanan (Stanford University)
 - sfârșitul deceniului 1960
 - determină structura compușilor chimici organici
 - folosește: spectroscopie de masă, date experimentale și o bază de date asupra proprietăților chimice
 - exemplu: supusă la un test spectrometric, apa are un vârf la 18 unități, pentru că o moleculă e compusă din 2 atomi de H (cu masa atomică de 1,01) și unul de C (m.a.=16); știind masele atomice și folosind cunoștințe despre valențe, DENDRAL ar deduce formula H_2O

DENDRAL utilizează euristici

- Metoda: planifică-generează-testează
 - aplicabilă într-un spațiu al soluțiilor foarte mare
 - euristică: o regulă de bază, deși nu poate fi luată ca sigură, poate deschide o posibilitate de explorare care să mărească șansa de apropiere de soluție
 - [Herbert Simon](#), in *The Sciences of the Artificial*,
"if you take a heuristic conclusion as certain, you may be fooled and disappointed; but if you neglect heuristic conclusions altogether you will make no progress at all"

Edward Feigenbaum

DENDRAL



Primele SE

- MYCIN - Buchanan & Shortliffe (Stanford Medical School)
 - începutul deceniului 1970
 - terapia bolilor infecțioase ale creierului
 - aprox. 600 reguli
 - corect în aprox. 70% din cazuri, o performanță mai bună decât cea a experților care judecau pe baza aceluiași criterii
 - ulterior: E-MYCIN

Bruce Buchanan



SE în arheologie

- SE pentru analiza monedelor și a uneltelor
<http://www.rogergrace.macmate.me/SARC/study/expertsystems.html>
 - Regulile SE sunt subiective dar explicite, în sensul că pot fi scrise și încorporate unui program
 - Observațiile unui arheolog sunt exploatate într-un sistem de reguli explicite cu care oricine poate produce același rezultat, astfel încât, cu toate că sistemul e subiectiv, el e consistent.

SE în cercetări marine

- Identificarea balenelor
 - pe baza proprietăților morfologice
- determinarea bolilor peștilor

<http://www.isca.in/AVFS/Archive/v1/i8/4.ISCA-RJAVFS-2013-043.pdf>

Site-uri

- Sistem Expert:
 - Encyclopedia Britannica
 - <http://aitopics.org/topic/expert-systems>
 - PC AI
 - http://www.pcai.com/web/ai_info/expert_systems.html
- CLIPS:
 - <http://clipsrules.sourceforge.net/>

Reviste în domeniul SE

- *Expert Systems with Applications*, Pergamon Press Inc.
- *Expert Systems: The Journal of Knowledge Engineering*, Learned Information Ltd.
- *Knowledge Engineering Review*, Cambridge University Press,

Proiecte din anii trecuți

- 2010-2011: Deciziile Companionului
 - trei aspecte ale comunicării Companionului cu Masterul:
 - **personalitatea (P)** Masterului,
 - **situația curentă (S)** în care este angrenat Masterul
 - **gândurile (G)** care „încolțesc” în „mintea” Companionului pentru a fi comunicate Masterului

Proiecte din anii trecuți

- 2011-2012: SE de recunoaștere a raselor de câini după comportament
 - Învățare: utilizatorul, posesor de câine, se identifică sistemului, precizând rasa câinelui. Sistemul generează aleator o situație iar utilizatorului i se cere să indice comportamentul câinelui în acea situație.
 - Recunoaștere:
 - sistemul generează aleator o situație și un comportament, iar utilizatorul, dornic să se antreneze în cunoștințe asupra raselor, e pus să ghicească rasa câinelui
 - utilizatorul introduce o seamă de trăsături de comportament pe care și le-ar dori să le aibă câinele său și sistemul deduce rasa.

Proiecte din anii trecuți

- 2012-2013: sistem de raționament în limbaj natural
 - Capabil să raționeze și să răspundă la întrebări plecând de la un text exprimat într-un limbaj natural controlat.
 - Universul e populat de persoane și obiecte aflate în posesia lor (mingi, creioane, păpuși, cuburi, camioane etc.).

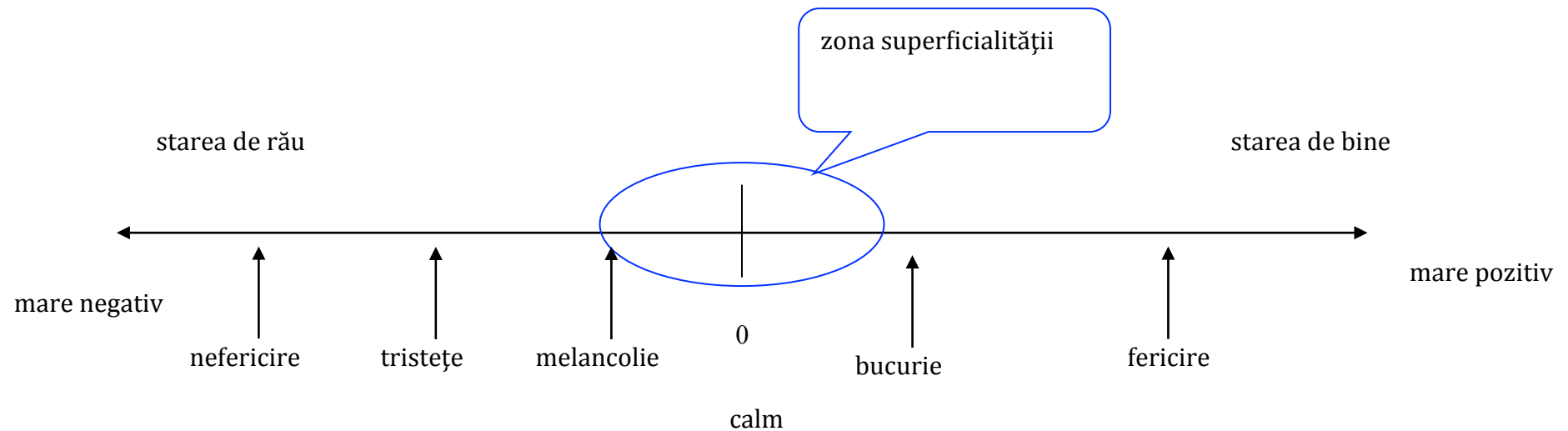
- Se dă o situație inițială
 - *Ion are o minge albastră. Mircea are un creion roșu. Viorica are o păpușă. Mioara are un creion maro.*
- Se enunță modificări în univers
 - *Ion îi dă mingea Vioricăi. Mircea îi dă creionul roșu Mioarei. Viorica dă păpușa Mioarei. Mioara îi dă o păpușă lui Ion.*

- Modificările sunt conștientizate de sistem:
 - Sistemul reține entitățile:
 - copiii: *Ion, Mircea, Viorica, Mioara*
 - obiectele: *mingea albastră, creionul roșu, creionul maro, păpușa.*
- Sistemul răspunde la întrebări:
 - *La cine este mingea? Câte creioane are Mircea? Câte obiecte are Ion?*
- Sistemul recunoaște situații imposibile
 - *Mircea îi dă lui Ion creionul roșu (pentru că Mircea nu posedă creionul roșu).*

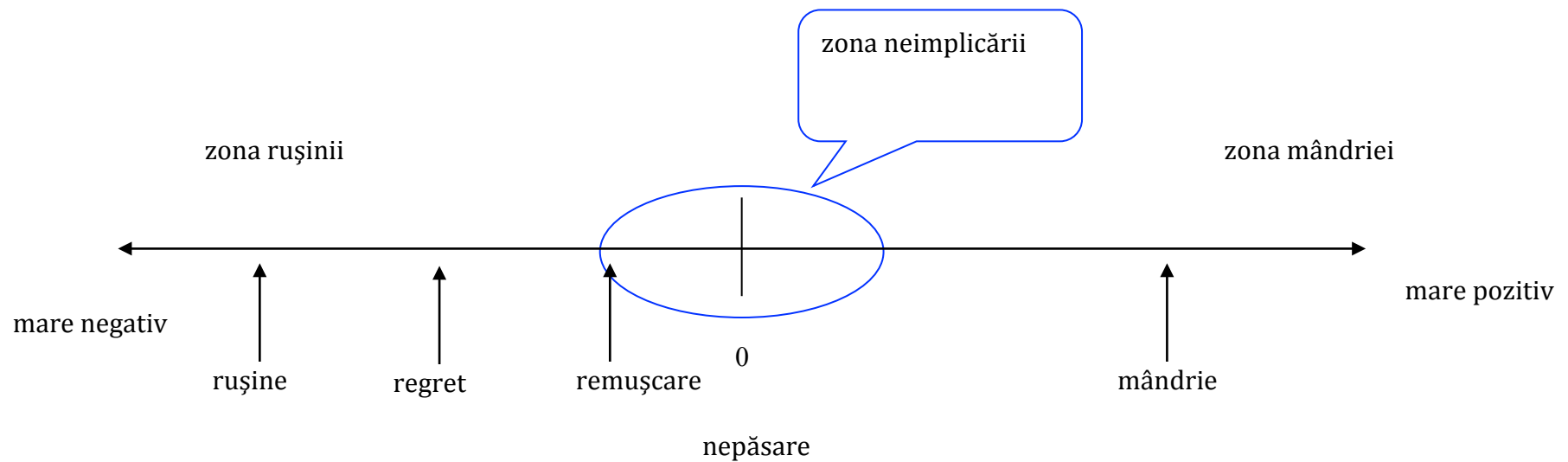
Proiectul anului 2013-2014

- Sentimentele pot influența evoluția unei societăți (*a sentiment-driven society*)
 - Evenimentele din lumea reală pot trezi sentimente în indivizii unei societăți, sentimentele îi pot face pe aceștia să efectueze acțiuni care să schimbe lumea reală
 - Exercițiu: anexarea Crimeii de către Rusia

- Sentimentele se reprezintă pe axa reală
– axa fericirii



- Sentimentele se reprezintă pe axa reală
– axa rușinii



Modelarea personalității

– Tipul coleric

- **if** stare(AG, fericire) și apare ev neplăcut pentru AG **then** stare(AG, nefericire)

– Tipul melancolic

- **if** stare(AG, fericire) și apare ev neplăcut pentru AG **then** stare(AG, melancolie)

– Tipul flegmatic

- **if** stare(AG, fericire) și apare ev neplăcut pentru AG **then** stare(AG, calm)

– Tipul sangvin

- **if** stare(AG, fericire) și apare ev neplăcut pentru AG **then** stare(AG, bucurie)

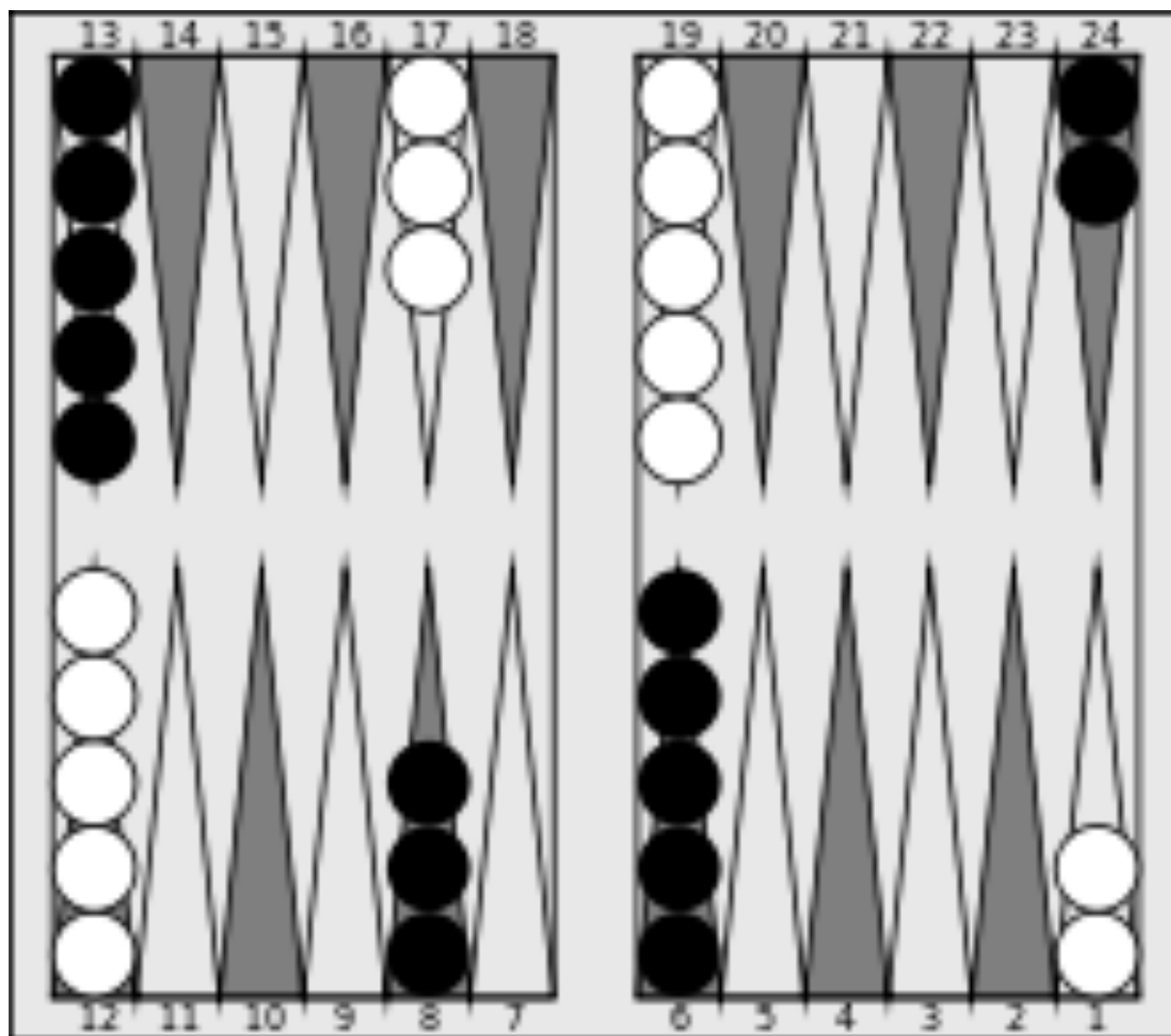
Acțiuni

- verbal_threat(ACT), gestual_threat(ACT): un *agent*(PERSON) amenință un *target*(PERSON);
- treason(ACT): un *agent*(PERSON), trădează o *country*(LOCATION) printr-un *act*(ACT);
- shot(ACT): un *agent*(PERSON) împușcă o *victim*(PERSON);
- manifestation(ACT): un *agent*(PERSON) manifestează **pentru** un *goal*(OBJECTIVE) sau **împotriva** lui, conform valorii de adevăr a lui *pro*(BOOL);
- troops_movement(ACT): rezultat al lui *order*(DECISION) dat de un *agent*(PERSON) o *army*(PERSON-GROUP) intră într-o anumită *zone*(LOCATION-AREA) cu un anumit *goal*(OBJECTIVE);

Proiectul anului 2014-2015:

Chibițul jocului de table

- Învățã regulile unui joc, privind un joc în derulare.
- Alte exemple: table, joc de cărți, șah etc.



Paul Magriel



Modelarea jocului de table

- Reprezentare:
 - tablă
 - zar
 - mutări
 - stări

Derularea unei partide

- Faza inițială: cine joacă primul
- Mutări ale partenerului uman
 - din tablă în tablă
 - din tablă în BAR
 - din BAR în tablă
 - din tablă în afara ei
- Mutări ale agentului inteligent

Trăsături

- P (player) $\Rightarrow \{B, R\}$: B are casa în coloanele 1-6
- T (time) \Rightarrow integer: id-ul seriei de mutări care rezolvă un zar
- $DICE \Rightarrow \{1, \dots, 6, NIL\}$: zarul lui P; NIL dacă notP mută în BAR
- $BAR \Rightarrow \{T, F\}$: P are piese în BAR
- $FROMc \Rightarrow \{NIL, BAR, n\}$: NIL dacă P e blocat; n = o coloană
- $TOc \Rightarrow \{NIL, BAR, OFF, n\}$: $1 \leq n \leq 24$
- $FROMn \Rightarrow \{-2, -1, 0, 1, 2\}$: # piese din $FROMc$
- $TON \Rightarrow \{-2, -1, 0, 1, 2\}$: idem pt TOc
- $C_1 \Rightarrow \{-2, -1, 0, 1, 2\}$: $-2 = R$ are ≥ 2 piese;
- ... $-1 = R$ are o piesă; $0 =$ coloană goală; $+1 = B$ are o piesă;
- $C_{24} \Rightarrow \{-2, -1, 0, 1, 2\}$: $+2 = B$ are ≥ 2 piese

Example de constrângeri

- if $\text{BAR}=\text{T}$ then $\text{FROMc}=\text{BAR}$, NIL

Dacă P are piese pe BAR el mută din BAR sau nu mută

- if $\text{FROMc}=\text{NIL}$ AND $\text{P}=\text{R}$ then $C_1 = \dots = C_6 = 2$

R e blocat dacă toate coloanele din casa lui B sunt ocupate

- if $\text{FROMc}=\text{NIL}$ AND $\text{P}=\text{B}$ then $C_{19} = \dots = C_{24} = -2$

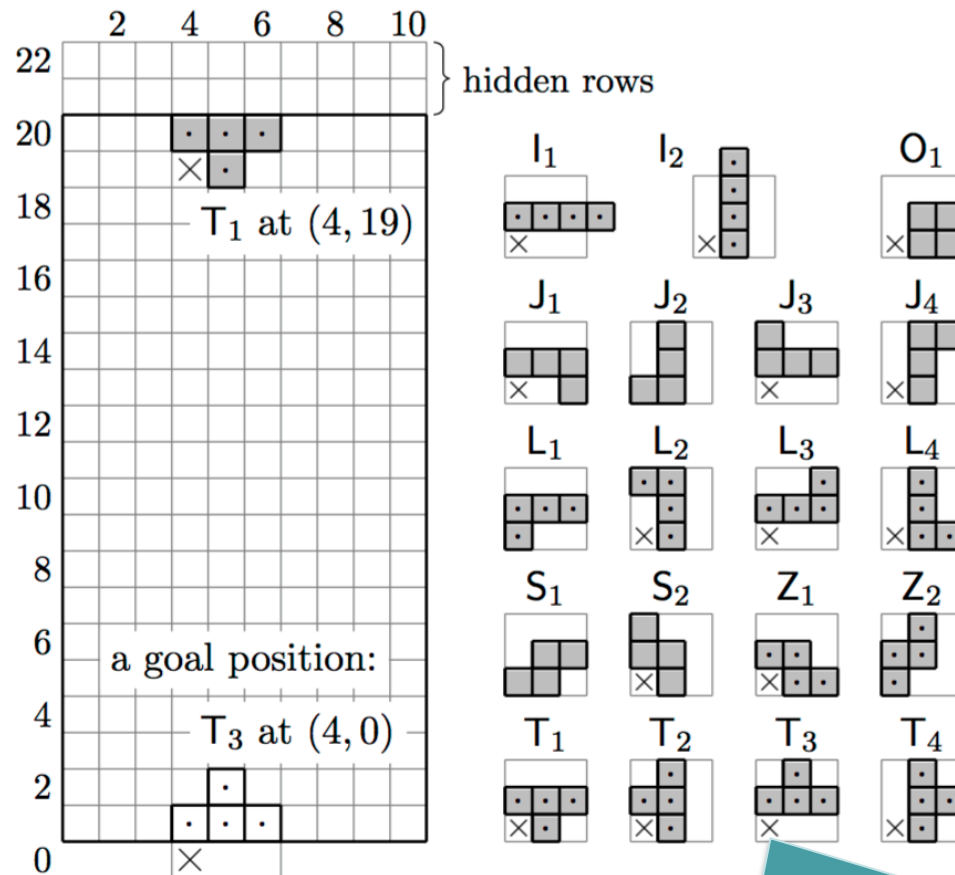
B e blocat dacă toate coloanele din casa lui R sunt ocupate

Proiectul anului 2015-2016:

Jocul TETRIS

- Un joc care permite jucătorilor doar un timp limitat de raționament
- Regulile de inferență sunt sensibile la timp (*time-sensitive*)

Tetris: câmpul de joc și piesele

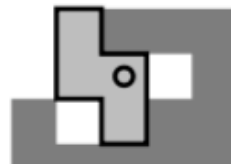


colțul pătratului "de
parcare" folosit în
definirea poziției pieselor

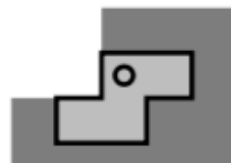
Mișcări



move right



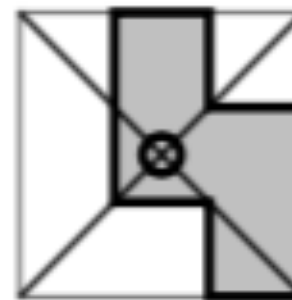
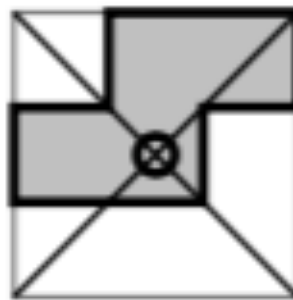
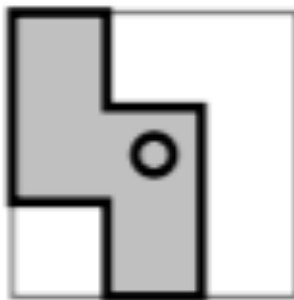
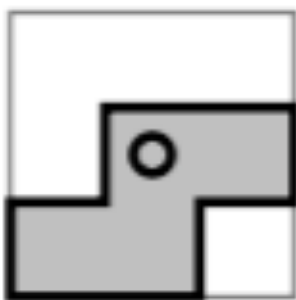
rotate



Nepermisă
(jumătate de
rotație)

permise

Rotiri



permise

nepermise

Acțiuni:

left, right, down, rotate⁺, rotate⁻, drop

- rotate⁺ (x_i) = $x_{(i \bmod n)+1}$
 - rotate(L_1)=L2
 - rotate(L_2)=L3
 - rotate(L_3)=L4
 - rotate(L_4)=L1
- rotate⁻ (x_i) = $x_{???}$
 - rotate⁻(L_1)=L4
 - rotate⁻(L_2)=L1
 - rotate⁻(L_3)=L2
 - rotate⁻(L_4)=L3
- left (x_i) = x_i
- right (x_i) = x_i
- down (x_i) = x_i
- drop (x_i) = x_i

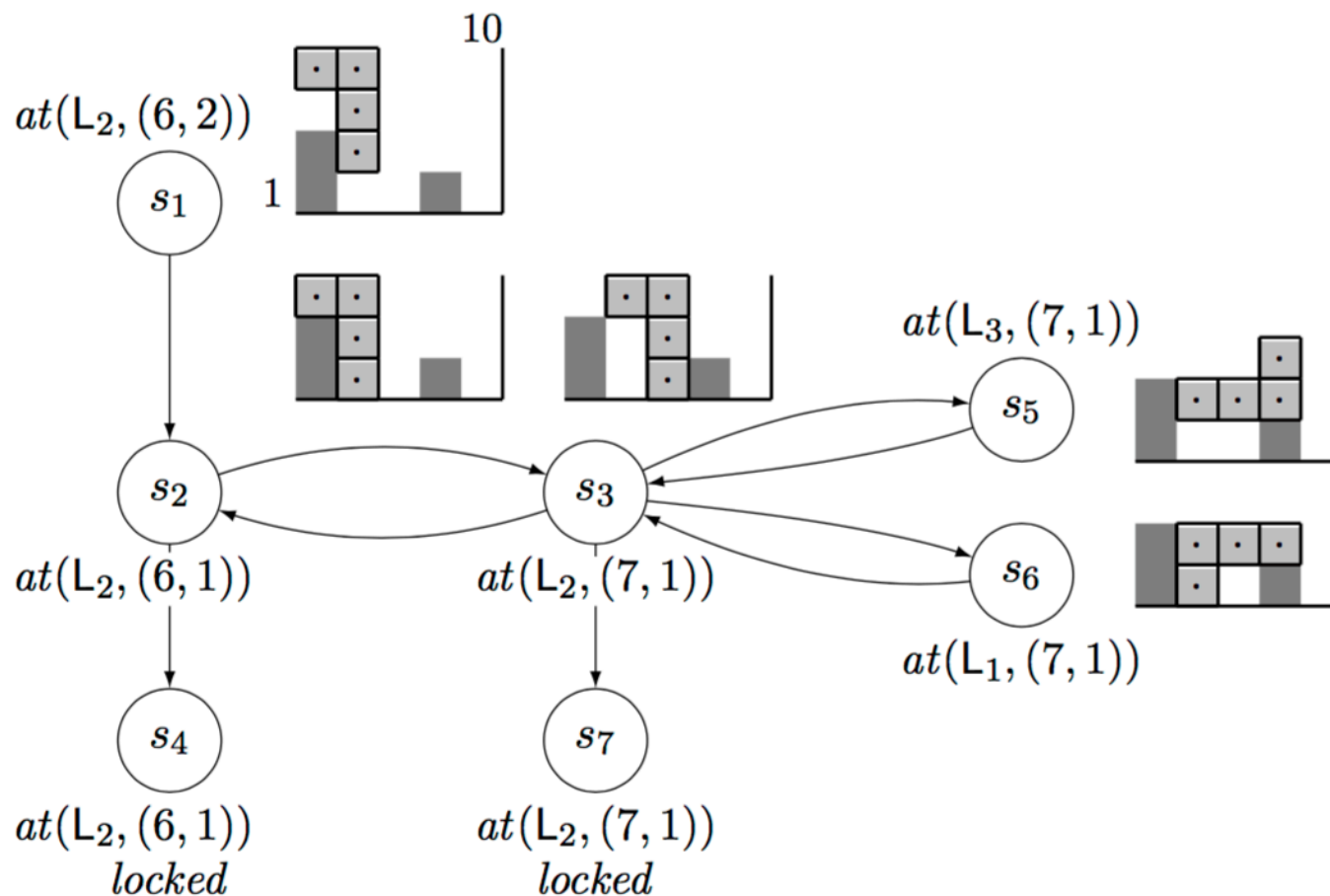
Pozițiile blocurilor de după mișcări

- $\text{at}(b, x, y) \Rightarrow \text{blocks}(b, x, y)$
- $\text{at}(b, x, y) \ \& \ \text{down}(b) \Rightarrow \text{blocks}(b, x, y-1)$
- $\text{at}(b, x, y) \ \& \ \text{left}(b) \Rightarrow \text{blocks}(b, x-1, y)$
- $\text{at}(b, x, y) \ \& \ \text{right}(b) \Rightarrow \text{blocks}(b, x+1, y)$
- $\text{at}(b, x, y) \ \& \ \text{rotate}^+(b) \Rightarrow \text{blocks}(\text{rotate}^+(b), x, y)$
- $\text{at}(b, x, y) \ \& \ \text{rotate}^-(b) \Rightarrow \text{blocks}(\text{rotate}^-(b), x, y)$
- $\text{at}(b, x, y) \ \& \ \text{drop}(b) \Rightarrow$
 $\text{blocks}(b, x, y-\text{length}(\text{drop}(p)))$

Constrângeri

- Respectarea spațiului de joc:
 - if at(T1, x, y) then ((left(T1) \Leftrightarrow x > 1)
 - if at(l1, x, y) then ((rotate⁺(l1) \Leftrightarrow x < 8)
 - ...
 - Poziții posibile: possible(b, p) \Leftrightarrow toate blocurile lui b aflat în p sunt în spațiul de jos și niciunul dintre ele nu se intersectează cu alte blocuri
- $$(\forall x \forall y [(x, y) \in \text{blocks}(b, p) \rightarrow (1 \leq x \leq 10 \wedge 1 \leq y \leq 22)] \wedge \neg \exists q (q \in \text{blocks}(b, p) \wedge q \in \text{Blocked})) \rightarrow \text{possible}(b, p)$$

Planificare: stări și tranziții (exemplu)



Proiectul anului 2016-2017: relații semantice în texte

- Faza I: se dă un fișier cu relațiile semantice extrase și sortate => să se scrie un set de patternuri care să permită interogarea lui
- Faza II: se dă un text adnotat XML la POS, leamnă, NP, FDG => să se scrie un set de patternuri care să permită descoperirea de relații semantice

Limbajul de interogare – exemplu

- FROM REL.SUBREL TO
 - Vinicius AFFECTIVE.love Ligia => toate instanțele acestei relații
 - Vinicius love ? => pe cine iubește Vinicius?
 - ? love ? => toate entitățile ENT1 ENT2 din corpus, astfel încât ENT1 love ENT2
 - Cine e personajul din carte care mai întâi îl urăște pe Vinicius și apoi îl iubește?

Limbaaj controlat. Întrebări

- Întrebări adresate într-un limbaj controlat la baza de date. Exemple:
 - Cine e bunicul lui Gheorghe?
 - Irina are vreun văr?
 - Cine sunt cuscii lui Mircea?
 - ...

Evenimente, referințe, timp

- Sofisticați limbajul controlat pentru a permite definirea de evenimente, referințe pronominale, temporalitate. Exemple:
 - Eveniment cu specificare temporală: Ion și Maria s-au căsătorit la 8 ianuarie 1800.
 - Referințe pronominale: Ei au avut doi copii: Mircea și Violeta.
- Tipuri de evenimente: căsătorie, divorț, naștere, deces.

Idei pentru proiectul din acest an?