



Logica predicatelor. Aplicatii in jocuri.



Catalin Stoean
catalin.stoean@inf.ucv.ro
<http://inf.ucv.ro/~cstoean>

Lumea Wumpus

4	Miros		Vant	ABIS	
3		Vant Miros	ABIS	Vant	
2	Miros		Vant		
1		Vant	ABIS	Vant	
		1	2	3	4

Lumea Wumpus Mediul inconjurator



- Tabela cu patratele (pestera) este inconjurata de ziduri.
- Agentul (exploratorul) porneste intotdeauna din coltul din stanga jos (1, 1).
- Patratele adiacente Wumpus-ului si patratul lui au miros (neplacut).
- Patratele adiacente abisurilor contin adieri de vant.
- Daca exploratorul se afla in patrat cu aur, acesta straluceste.
- Impuscatura il ucide pe Wumpus daca omul este indreptat catre el.
- Impuscatura se face in directia orientarii omului, iar glontul merge pana ucide wumpus-ul daca e pe directie sau cand ajunge la capatul liniei/coloanei.

4	Miros		Vant	ABIS	
3		Vant Miros	ABIS	Vant	
2	Miros		Vant		
1		Vant	ABIS	Vant	
		1	2	3	4

Lumea Wumpus Mediul inconjurator



- Aurul se poate lua doar daca se afla in patratul cu aur.
- Cand agentul intra intr-un zid, simte o lovitura.
- Cand wumpus-ul este ucis, acesta scoate un strigat care se poate auzi in intreaga pestera.
- Perceptiile agentului de la mediul inconjurator vin in forma a 5 simboluri:
 - Daca simte miros, vant, stralucire, nu se loveste si nu aude tipat, lista va arata astfel:

[Miros, Vant, Stralucire, Nimic, Nimic]
- Agentul poate merge inainte, se poate roti la stanga si la dreapta cu 90°.

4	Miros		Vant	ABIS	
3		Vant Miros	ABIS	Vant	
2	Miros		Vant		
1		Vant	ABIS	Vant	
		1	2	3	4

Lumea Wumpus Mediul inconjurator

- Agentul poate *lua* aurul daca se afla in patratul cu aur.
- Poate *trage* un (singur) foc in line dreapta.
- Poate *iesi* din pestera, dar numai pe la (1,1).
- Agentul moare daca intra intr-un patrat cu abis sau intr-unul cu un wumpus in viata.
- Scopul agentului: sa gaseasca aurul si sa iese cu el din pestera.
- Castiguri si penalizari:
 - 1 000 puncte daca iese cu aurul din pestera
 - -1 punct pentru fiecare actiune facuta
 - -10 000 puncte daca moare.

4	Miros		Vant	ABIS	
3		Vant Miros	ABIS	Vant	
2	Miros		Vant		
1		Vant	ABIS	Vant	
		1	2	3	4

Lumea Wumpus Mediul inconjurator

- Agentul este mereu initializat la patratul (1,1) cu fata spre deapta.
- Locatiile pentru wumpus si pentru aur sunt alese aleator, fara pozitia (1,1).
- Fiecare locatie cu exceptia (1,1) are 20% sanse sa contina un abis.
 - Deci un abis poate fi in casuta cu aur sau in cea cu wumpus-ul.
- Desigur, pot fi situatii cand agentul nu poate ajunge la aur.
 - Viata este uneori nedreapta.
- Evident, agentul nu stie de la inceput ce se afla in fiecare patrat.
 - El doar poate simti prezenta vantului, a mirosului sau poate vedea stralucirea dintr-un patrat.

4	Miros		Vant	ABIS	
3		Vant Miros	ABIS	Vant	
2	Miros		Vant		
1		Vant	ABIS	Vant	
		1	2	3	4

Lumea Wumpus

- Folosind logica propozitiilor, puteam descoperi diverse cunostinte despre mediul inconjurator, dar nu puteam decide ce mutare sa facem in continuare.
 - Cu logica predicatelor, putem trata si astfel de situatii.
- Un prim pas: definirea interfetei dintre mediu si agent.
- Perceptiile trebuie inregistrate impreuna cu momentele in care au fost simtite.
- O perceptie obisnuita ar putea fi:

$$\text{perceptie}([\text{Miros}, \text{Vant}, \text{Stralucire}, \text{Nimic}, \text{Nimic}], 4).$$

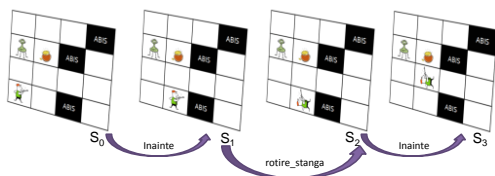
Lumea Wumpus

- Perceptiile trebuie legate si de actiuni
 - De exemplu, daca agentul vede o stralucire, atunci ar trebui sa *la* aurul.

$$\forall m \forall v \forall l \forall t \forall p (\text{perceptie}([m, v, \text{Stralucire}, l, t], p) \rightarrow \text{actiune}([a, p]))$$
- \forall Conexiunea dintre perceptie si actiune poate fi mediata de reguli simplificate pentru perceptie:
 - $\forall v \forall s \forall l \forall t \forall p (\text{perceptie}([\text{miros}, v, s, l, t], p) \rightarrow \text{miros}(p))$
 - $\forall m \forall s \forall l \forall t \forall p (\text{perceptie}([m, \text{vant}, s, l, t], p) \rightarrow \text{vant}(p))$
 - $\forall m \forall v \forall l \forall t \forall p (\text{perceptie}([m, v, \text{stralucire}, l, t], p) \rightarrow \text{laAur}(p))$
 - ...
- Apoi o conexiune se poate face din aceste predicate pentru a le conecta de actiuni:
 - $\forall p (\text{laAur}(p) \rightarrow \text{actiune}([a, p]))$

Calculul de situatie

- Este un mod de a descrie schimbarea in logica predicatelor.
- Lumea este conceputa ca o secventa de situatii, fiecare fiind o fotografie a starii lumii.
- Situatiile sunt generate din situatii anterioare prin actiuni.



Lumea Wumpus

- Actiunile posibile ale agentului:
 - rotire_stanga, rotire_dreapta, inainte, trage, ia, lasa, iese.
- Pentru a determina ce actiune sa fie aplicata, este creata o interogare de forma:

$$\exists x \text{actiune}(x, 4)$$
 - Unde universul predicatului actiune cuprinde perechi formate din actiunile posibile de mai sus si numere n ce se refera la momentul n .
 - Astfel, se cauta o substitutie (cat mai convenabila) pentru x in universul predicatului *actiune*.

Reprezentarea schimbarilor in lumea Wumpus

- Lumea reala (ca si cea Wumpus) este caracterizata de schimbare.
 - Cineva nu are o sotie (sau un sot) pana se casatoreste, cineva nu are un frater pana cand acesta nu apare etc.
- Cel mai simplu mod de a trata schimbarea este de a schimba baza de cunostinte:
 - Stergem inregistrarea care spunea ca agentul se afla la $[1, 1]$ si adaugam informatia ca se afla la $[1, 2]$.
 - Daca folosim numai informatii referitoare la situatia cea mai recenta, aceasta este o abordare buna.
 - Dar se pierde toata informatia despre trecut si nu permite speculatii despre diverse perspective posibile.

Calculul de situatie

- Fiecare relatie care se poate schimba in timp este tratata prin folosirea a inca un argument referitor la situatie.
- Stabilim conventiile ca argumentul de situatie este pus mereu ultimul si constantele de situatie sunt notate cu S_i .
- Asadar, in loc de pozitie(agent, locatie), putem avea:

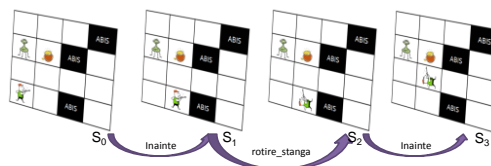
$$\text{pozitie}(\text{agent}, [1, 1], S_0) \wedge \text{pozitie}(\text{agent}, [2, 1], S_1)$$
- pentru a descrie locatia agentului in primele doua situatii din figura din slide-ul anterior.
- Relatiile care nu se schimba in timp nu au nevoie de argumentul in plus de situatie:
 - Cum zidurile nu se muta, folosim $\text{zid}([0, 1])$ in loc de $\text{zid}([0, 1], S_0)$.

Funcții în logica predicatelor

- În cea mai simplă formă, o funcție primește ca argument o constantă și întoarce tot o constantă.
- O funcție poate primi însă ca argument orice termen și întoarce tot un termen.
 - Astfel, o funcție de aritate n , primește ca argument n termeni și întoarce un termen.
 - Prin urmare, o funcție poate fi dată ca argument pentru un predicat.
- **Definiția termenului** în logica predicatelor se completează după cum urmează:
 - Orice constantă c este un termen.
 - Orice variabilă x este un termen.
 - Pentru orice funcție f de aritate n , și t_1, t_2, \dots, t_n termeni, $f(t_1, t_2, \dots, t_n)$ este un termen.

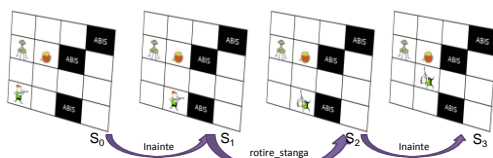
Calculul de situație

- Următorul pas este de a reprezenta cum se modifică lumea dintr-o situație în următoarea.
- Calculul de situație folosește funcția **rezultat(acțiune, situație)** pentru a nota situația care rezultă din aplicarea unei acțiuni unei situații.
- Avem: $\text{rezultat}(\text{inainte}, S_0) = S_1$, $\text{rezultat}(\text{rotire_stanga}, S_1) = S_2$, $\text{rezultat}(\text{inainte}, S_2) = S_3$



Calculul de situație

- **rezultat** este o funcție de două argumente.
 - Funcțiile, spre deosebire de predicate, întorc o valoare, nu semnifică o relație sau o proprietate.
- Acțiunile sunt descrise prin specificarea efectelor lor.
 - Specificăm proprietățile situației care rezultă din realizarea acțiunii.



Reprezentarea cunoștințelor despre lumea Wumpus

- **percepție(x, y)**
 - x este un vector de percepție și y este o situație.
 - Înseamnă faptul că în situația y agentul percepe x .
- $\forall v \forall s \forall l \forall t \forall p (\text{percepție}([\text{miros}, v, s, l, t], p) \rightarrow \text{miros}(p))$
- $\forall m \forall s \forall l \forall t \forall p (\text{percepție}([m, \text{vant}, s, l, t], p) \rightarrow \text{vant}(p))$
- $\forall m \forall v \forall l \forall t \forall p (\text{percepție}([m, v, \text{stralucire}, l, t], p) \rightarrow \text{laAur}(p))$

Reprezentarea cunoștințelor despre lumea Wumpus

- **tine(x, y)**
 - x este un obiect și y este o situație.
 - Înseamnă faptul că în situația y agentul ține obiectul x .
- **acțiune(x, y)**
 - x este o acțiune (rotire_stanga, inainte, trage etc) și y este o situație.
 - Înseamnă că în situația y agentul ia acțiunea x .

Reprezentarea cunoștințelor despre lumea Wumpus

- **poziție(x, y, z)**
 - x este un obiect, y este o locație (o pereche $[u, v]$, unde $u, v \in \{1, 2, 3, 4\}$), iar z este o situație.
- **prezent(x, s)**
 - înseamnă că obiectul x se află în camera curentă în situația s .
- **portabil(x)**
 - obiectul x poate fi purtat de către agent (de ex, aurul)
- **rezultat(x, y)**
 - funcție care întoarce rezultatul aplicării acțiunii x pentru situația y .

Reprezentarea cunostintelor despre lumea Wumpus

- Axiome de efect
 - Caracterizeaza ce s-a schimbat datorita unei actiuni
 - $\forall x \forall s [(\text{prezent}(x, s) \wedge \text{portabil}(x)) \rightarrow \text{tine}(x, \text{rezultat}(ia, s))]$
 - In prealabil, trebuia sa existe
 - $\text{portabil}(\text{aur})$
 - $\forall s [\text{laAur}(s) \rightarrow \text{prezent}(\text{aur}, s)]$
 - $\forall x \forall s [\neg \text{tine}(x, \text{rezultat}(\text{lasa}, s))]$

Reprezentarea cunostintelor despre lumea Wumpus

- Axiome stare successor
 - Pentru fiecare predicat care se poate schimba in timp, precizeaza toate modurile in care predicatul poate deveni adevarat si toate modurile in care poate deveni fals.
 - $\forall a \forall x \forall s [\text{tine}(x, \text{rezultat}(a, s)) \leftrightarrow (a = ia \wedge \text{prezent}(x, s) \wedge \text{portabil}(x)) \vee (\text{tine}(x, s) \wedge (a \neq \text{lasa}))]$

Alte definitii si axiome

- $\text{locatiaDinspre}(x, y)$
 - Primeste ca argumente o locatie x (o pereche [u, v], unde u, v $\in \{1, 2, 3, 4\}$) si o directie y (un unghi din {0, 90, 180, 270})
 - $\forall x \forall y \text{locatiaDinspre}([x, y], 0) = [x + 1, y]$
 - $\forall x \forall y \text{locatiaDinspre}([x, y], 90) = [x, y + 1]$
 - $\forall x \forall y \text{locatiaDinspre}([x, y], 180) = [x - 1, y]$
 - $\forall x \forall y \text{locatiaDinspre}([x, y], 270) = [x, y - 1]$

Reprezentarea cunostintelor despre lumea Wumpus

- Axiome de frame
 - Caracterizeaza ce a ramas neschimbat datorita unei actiuni
 - $\forall a \forall x \forall s [(\text{tine}(x, s) \wedge (a \neq \text{lasa})) \rightarrow \text{tine}(x, \text{rezultat}(a, s))]$
 - $\forall a \forall x \forall s [\neg \text{tine}(x, s) \wedge ((a \neq ia) \vee \neg (\text{prezent}(x, s) \wedge \text{portabil}(x))) \rightarrow \neg \text{tine}(x, \text{rezultat}(a, s))]$

Alte definitii si axiome

- $\text{orientare}(x, y)$
 - Functie care intoarce in ce directie este orientat agentul x in situatia y.
 - Directia este data in unghiuri, unde
 - 0 inseamna ca este pus de-a lungul axei ox
 - 90 – orientat in sus de-a lungul axei oy
 - 180, de-a lungul ox, cu fata spre o
 - 270 – de-a lungul oy, cu sensul in jos.
 - $\text{orientare}(\text{agent}, S2) = 90$



Alte definitii si axiome

- $\text{locatiaDinFata}(x, y)$
 - Primeste ca argumente agentul x si o situatie y
 - $\forall o \forall l \forall s [\text{pozitie}(o, l, s) \rightarrow (\text{locatiaDinFata}(o, s) = \text{locatiaDinspre}(l, \text{orientare}(o, s)))]$
- $\text{adiacente}(x, y)$
 - verifica daca celula x este adiacenta cu celula y
 - $\forall x \forall y [\text{adiacente}(x, y) \leftrightarrow \exists z (x = \text{locatiaDinspre}(y, z))]$

Alte definitii si axiome

- zid(x)
 - Este adevarat daca locatia x nu apare pe harta.
 - $\forall x \forall y [\text{zid}(x, y) \leftrightarrow (x = 0 \vee x = 5 \vee y = 0 \vee y = 5)]$

Alte definitii si axiome

- Ce efect au actiunile privitor la locatie
 - Numai deplasarea inainte schimba locatia si numai daca nu este zid in fata.
 - $\forall a \forall d \forall p \forall s [\text{pozitie}(p, l, \text{rezultat}(a, s)) \leftrightarrow$
 $($
 $(a = \text{inainte} \wedge l = \text{locatiaDinFata}(p, s) \wedge \neg \text{zid}(l))$
 $\vee (\text{pozitie}(p, l, s) \wedge a \neq \text{inainte})$
 $)$

Alte definitii si axiome

- Ce efect au actiunile privitor la orientare
 - Numai intoarcerea (rotirea) schimba orientarea.
 - $\forall a \forall d \forall p \forall s [\text{orientare}(p, \text{rezultat}(a, s)) = d \leftrightarrow$
 $($
 $(a = \text{rotire_dreapta} \wedge d = (\text{orientare}(p, s) - 90) \bmod 360)$
 $\vee (a = \text{rotire_stanga} \wedge d = (\text{orientare}(p, s) + 90) \bmod 360)$
 $\vee (\text{orientare}(p, s) = d \wedge \neg (a = \text{rotire_dreapta} \vee a = \text{rotire_stanga}))$
 $)$

Alte definitii si axiome

- Celulele de langa Wumpus au miros
 - $\forall l1 \forall l2 \forall s [(\text{pozitie}(\text{wumpus}, l1, s) \wedge \text{adiacent}(l1, l2)) \rightarrow$
 $\text{celula_miros}(l2)]$
- Celulele de langa abisuri au adieri
 - $\forall l1 \forall l2 \forall s [(\text{pozitie}(\text{abis}, l1, s) \wedge \text{adiacent}(l1, l2)) \rightarrow$
 $\text{celula_vant}(l2)]$

Rationament bazat pe diagnostic

- Daca un agent se afla intr-o locatie si simte o adiere, atunci locul respectiv prezinta vant (analog cu mirosul)
 - $\forall l \forall s [(\text{pozitie}(\text{agent}, l, s) \wedge \text{vant}(s)) \rightarrow \text{celula_vant}(l)]$
 - $\forall l \forall s [(\text{pozitie}(\text{agent}, l, s) \wedge \text{miros}(s)) \rightarrow \text{celula_miros}(l)]$
- Pentru a deduce prezenta unui wumpus, o regula de diagnosticare ne poate spune ca daca o celula are miros, atunci wumpusul este chiar acolo sau intr-o celula adiacenta:
 - $\forall l1 \forall s [\text{celula_miros}(l1) \rightarrow$
 $(\exists l2 (\text{pozitie}(\text{wumpus}, l2, s) \wedge (l2 = l1 \vee \text{adiacent}(l1, l2))))]$

Rationament bazat pe diagnostic

- Absenta vantului si a mirosului intr-o celula inseamna ca celulele adiacente sunt OK.
 - $\forall x \forall y \forall s \forall l \forall t \forall p (\text{perceptie}([\text{miros}, v, s, l, t], p) \wedge$
 $\text{pozitie}(\text{agent}, x, p) \wedge \text{adiacent}(x, y) \rightarrow \text{ok}(y))$
- Dar o celula poate sa fie ok si daca se simte miros in ea:
 - $\forall x \forall y [(\neg \text{pozitie}(\text{wumpus}, x, y) \wedge \neg \text{abis}(x)) \leftrightarrow \text{ok}(x)]$

Preferinta intre actiuni

- Actiunile pot fi: grozave, bune, medii, riscante sau mortale.
- Agentul ar trebui sa faca o actiune grozava daca are una la dispozitie.
 - Altfel, una buna.
 - Altfel, una medie.
 - Una riscanta daca nu are alta posibilitate.

Preferinta intre actiuni

- $\forall a \forall s [\text{grozav}(a, s) \rightarrow \text{actiune}(a, s)]$
- $\forall a \forall s [(\text{buna}(a, s) \wedge (\neg \exists b \text{grozav}(b, s))) \rightarrow \text{actiune}(a, s)]$
- $\forall a \forall s [(\text{medie}(a, s) \wedge (\neg \exists b (\text{grozav}(b, s) \vee \text{buna}(b, s)))) \rightarrow \text{actiune}(a, s)]$
- $\forall a \forall s [(\text{riscanta}(a, s) \wedge (\neg \exists b (\text{grozav}(b, s) \vee \text{buna}(b, s) \vee \text{ok}(b, s)))) \rightarrow \text{actiune}(a, s)]$
- De observat ca nu specificam ce fac actiunile, ci doar cat de dezirabile sunt.

Preferinta intre actiuni

- Strategia agentului se poate descrie dupa cum urmeaza:
 - Actiunile grozave includ luarea aurului cand este gasit si iesirea cu el din pestera.
 - Actiunile bune: mutarea intr-o celula OK care nu a fost vizitata anterior.
 - Actiunile medii: mutarea intr-o celula OK care a mai fost vizitata.
 - Actiunile riscante: mutarea intr-o celula despre care nu stim ca este OK, dar nu stim nici ca este periculoasa.
 - Actiunile mortale: mutarea intr-o celula care contine un abis sau wumpusul.