

BAZE DE CUNOȘTINȚE

SISTEME DE DEDUCȚIE BAZATE PE REGULI

M C
I O
H L
A H
E O
L N
A

ISTORIE

Jaynes [1976] descrie o colecție de 20 000÷30 000 de tablete babiloniene, dintre care aproximativ 20% conțin o multime de reguli de producție, numite omenuri, pentru îndrumarea activității de zi cu zi. Aceste reguli au fost catalogate încă din anul 650 î. C. și aveau o formă asemănătoare celei din sistemele bazate pe reguli din inteligența artificială, de exemplu:

- *"Dacă un cal intra în casa unui om și mușca acel om, atunci proprietarul casei va muri și casa lui se va prăbuși."*
- *"Dacă un om calca, din neatenție, o sopîrlă și o omora, atunci el va triumfa asupra unui adversar al său."*

INTRODUCEREA INCERTITUDINII

Până în acest moment am operat cu **domenii categorice** pentru care raspunsul la orice întrebare este fie adevărat, fie fals. Tipurile de reguli studiate până acum au fost de același timp, folosind **implicații categorice**.

Totuși, atât datele referitoare la o anumită problemă cât și regulile generale pot să nu fie certe. Incertitudinea poate fi modelată prin atribuirea unei calificări, alta decât *adevărat* sau *fals* majorității aserțiunilor.

În literatură această calificare poate fi întâlnită cu denumirea **factor de certitudine**, **măsură a încrederii** sau **certitudine subiectivă**.



FACTOR DE CERTITUDINE

Vom extinde reprezentarea clasică bazată pe reguli prin atașarea unei informații numerice fiecărei propoziții utilizate în descrierea regulilor.

Factorul de certitudine este un număr, de obicei se ia din intervalul $[0, 1]$ (sau $[0, 100]$) și reprezintă încrederea utilizatorului în afirmația conținută.

Propoziție: Certitudine

Această notație se aplică și regulilor și definește gradul de certitudine până la care acea regulă este validă:

If Condiție then Concluzie: Certitudine

FACTORI DE CERTITUDINE. METODE DE COMBINARE

Când se lucrează cu reguli de producție care au atașate factori de certitudine este necesar să se specifice modul în care se combină certitudinile propozițiilor și ale regulilor.

De exemplu, să considerăm două propoziții P_1 și P_2 care au factorii de certitudine $c(P_1)$ respectiv $c(P_2)$. Avem:

$$c(P_1 \text{ and } P_2) = \min(c(P_1), c(P_2))$$

$$c(P_1 \text{ or } P_2) = \max(c(P_1), c(P_2))$$

Pentru regula

IF P_1 THEN P_2 : C

vom avea:

$$c(P_2) = c(P_1) * C$$

FACTORI DE CERTITUDINE

METODE DE COMBINARE

X and y	<i>true</i>	<i>false</i>
<i>true</i>	True $\min(\text{CF}(x), \text{CF}(y))$	False $\text{Cf } y$
<i>false</i>	False $\text{Cf } x$	False $\max(\text{CF}(x), \text{CF}(y))$

FACTORI DE CERTITUDINE

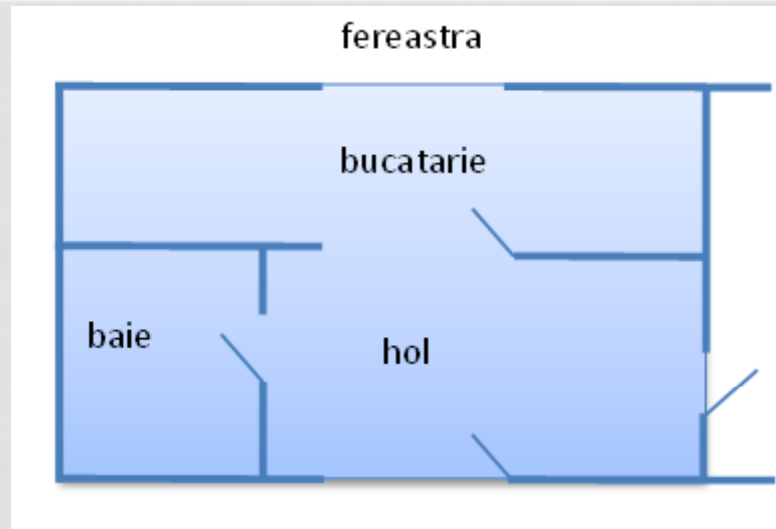
METODE DE COMBINARE

X or y		<i>true</i>	<i>false</i>
<i>true</i>		True $\max(\text{CF}(x), \text{CF}(y))$	True Cf x
<i>false</i>		True Cf y	False $\min(\text{CF}(x), \text{CF}(y))$

FACTORI DE CERTITUDINE. EXEMPLIFICARE

Considerăm următoarea situație:

holul este ud, baia este uscată, bucatăria nu este uscată, fereastra nu este închisă și credem (dar nu suntem siguri) că afară nu plouă.



```
data(hol_ud, 1).  
data(baie_uscat, 1).  
data(bucatarie_uscat, 0).  
data(fara_ploaie, 0.8).  
data(fereastra_inchisa, 0).
```


FACTORI DE CERTITUDINE. EXEMPLIFICARE

Pentru următoarele reguli:

IF hol_ud AND baie_uscata THEN

problema_bucatarie: **0.9**

IF problema_bucatarie AND fara_ploaie THEN

scurgere_bucatarie

obtinem concluzia finală, scurgere din bucătărie cu
factorul de certitudine 0.8

problema_bucatarie, **0.9**

scurgere_bucatarie, **$\min(0.9, 0.8)$**

SISTEMUL MYCIN

Unul dintre cele mai cunoscute și utilizate scheme cu factori de certitudine este sistemul MYCIN, un sistem expert folosit în diagnosticare infecțiilor bacteriene. Factorii de certitudine MYCIN sunt însă utilizați și în alte sisteme de raționament cu informație incertă.

Factori de certitudine / Coeficienti de incredere (CF)

În sistemul MYCIN se folosesc două funcții probabilistice pentru a modela încrederea și neîncrederea într-o ipoteză:

- *funcția de masura a increderei*, notată MB
- *funcția de masura a neincrederei*, notată MD

SISTEMUL MYCIN. FUNCTȚII PROBABILISTE

- $MB[h,e]$ - reprezintă măsura creșterii încrederii în ipoteza h pe baza afirmației e
- $MD[h,e]$ - reprezintă măsura creșterii neîncrederii în ipoteza h pe baza afirmației e

Pe baza acestor funcții, factorul de certitudine se calculează astfel:

$$CF[h, e] = MB[h, e] - MD[h, e]$$

sau

$$CF = \frac{MB - MD}{1 - \min(MB, MD)}$$

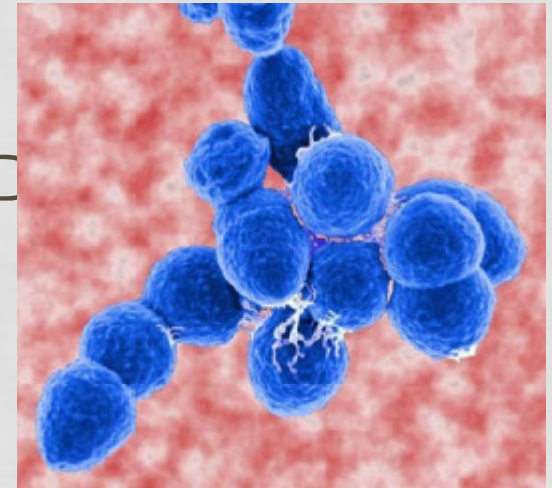
SISTEMUL MYCIN. EXEMPLIFICARE

Să considerăm regula:
IF testul g (gram-pozitiv) este pozitiv AND
forma este rotunda AND
cresterea este in lant THEN
organismul este streptococ: **0.7**

Calcularea CF pentru concluzie:

$CF(H,e) = CF(E,e) * CF(H,E)$ unde,

H este membrul drept al producției (RHS), **E** este premiza (LHS) iar **e** reprezintă faptele (probele) care activează regula.



SISTEMUL MYCIN.

EXEMPLIFICARE

Pentru următorii factori de încredere:

"testul g este pozitiv " : 0.5

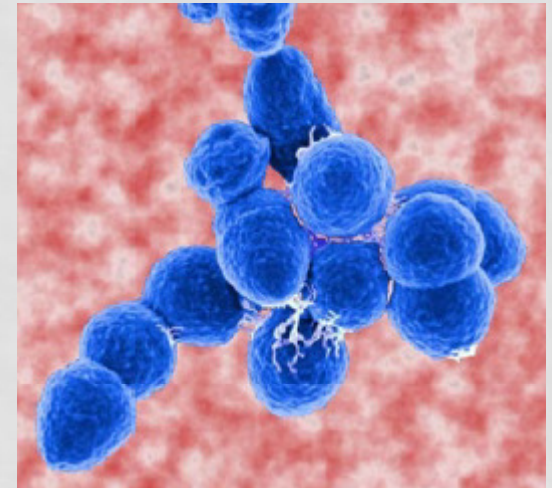
"forma este rotundă " : 0.6

"creșterea este în lanț " : 0.8

obținem 0.35 factor de încredere

pentru concluzia "organismul este streptococ"

Observație: Activarea unei reguli în sistemul MYCIN se face doar dacă CF atașat premisei (LHS) este mai mare decât pragul de **0.2**



FACTORI DE CERTITUDINE ÎNTĂRIREA ÎNCREDERII

Dacă o proprietate **P** a fost deja dedusă cu un coeficient de certitudine **CF₁** și stocată în memoria de lucru, și pe o ramură de deducție alternativă, se obține aceeași proprietate **P** cu un coeficient de certitudine **CF₂**, memoria de lucru este actualizată, proprietatea **P** având un coeficient de certitudine asociat **CF** pe baza formulei.

De exemplu, există cazuri în care mai multe reguli conduc la aceeași concluzie. În aceste cazuri este de dorit ca fiecare dintre ele să contribuie la factorul de certitudine final al faptului rezultat.

FACTORI DE CERTITUDINE ÎNTĂRIREA ÎNCREDERII

Dacă o regulă R conduce la o concluzie F cu un factor de certitudine X, iar faptul F este deja stocat în memorie cu factorul de certitudine Y atunci noul factor de certitudine $nou_FC(X,Y)$ poate fi calculat cu una din următoarele formule:

$$nou_FC(X,Y) = X + \frac{Y(100 - X)}{100}, \text{daca } X, Y > 0$$

$$nou_FC(X,Y) = 100 \cdot \frac{(X + Y)}{(100 - \min(X, Y))}, \text{daca } X > 0, Y \leq 0$$

$$nou_FC(X,Y) = 100 \cdot \frac{(X + Y)}{(100 - \min(X, Y))}, \text{daca } X \leq 0, Y > 0$$

$$nou_FC(X,Y) = -nou_FC(-X, -Y), \text{daca } X, Y < 0$$

SISTEME BAZATE PE AGENDĂ

Structura de control a anumitor sisteme bazate pe reguli nu folosește nici înălțuirea înainte nici înălțuirea înapoi a regulilor, ci o *strategie de control de tip agenda*.

Aceasta strategie este în special utilă în cazul în care se folosește un criteriu de selecție a regulilor bazat pe preferința stărilor, deci o funcție euristică de evaluare.

Strategia de control de tip agenda selctează la fiecare ciclu de execuție regula cea mai interesantă, adică cu prioritatea cea mai mare. Aceasta este executată și, ca urmare, noi sarcini pot fi generate și introduse în agendă. Acest mecanism corespunde selecției nodului celui mai promițător într-o strategie de control de tip "best-first".

SISTEME BAZATE PE REGULI. IMPLEMENTARE

Inițial, în spațiul de lucru nu avem niciun fapt cunoscut ci numai reguli și alte informații relative la întrebările pe care le poate pune utilizatorul. Principalul predicat al unui astfel de sistem care reprezintă motorul de inferențe este

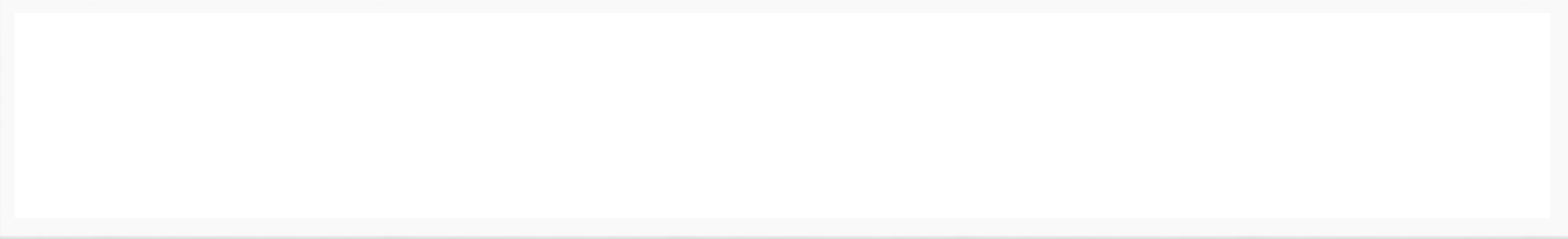
realizare_scop(Scop, FC, Istoric)

- **Scopul** poate să fie ori o propoziție care reprezintă concluzia finală sau o pereche de genul (Atribut, Valoare) unde Valoarea este informația dedusă din raționament
- **FC** reprezintă factorul de certitudine final
- **Istoria** retine diverse informații necesare pentru răspunsuri ulterioare la întrebarea „de ce”

SISTEME BAZATE PE REGULI. INFERENȚĂ

Inferența în sistemele bazate pe reguli trebuie să trateze trei cazuri pentru propoziția care se dorește a fi verificată (Prop) sau atributul a cărui valoare se dorește a se calcula (Attr):

- Prop (Attr) există deja în baza de cunoștințe (în memoria de lucru); înseamnă că problema este rezolvată și alte posibilități de inferență (reguli, informații de la utilizator) sunt eliminate
- altfel, se determină toate regulile care au în concluzie Prop sau Attr și se încercă demonstrarea premizelor din regulile respective (combinarea factorilor de certitudine)
- altfel, dacă nu e vorba de o cunoștință finală, se solicită utilizatorului informații ajutătoare



Vă mulțumesc!