

Sisteme bazate pe reguli cu inlantuire inapoi si coeficienti de certitudine

In continuare se prezinta un exemplu de sistem bazat pe reguli cu inlantuire inapoi care foloseste strategia de tip "incearca toate regulile". Un sistem care foloseste o astfel de strategie se mai numeste si *sistem cu acumulare de probe*. Se pune problema unei decizii gastronomice in care se cere alegerea vinului potrivit pentru un meniu cu componente specificate de utilizator. Aceasta problema prezinta o caracteristica intalnita si in alte probleme de decizie sau diagnosticare, cum ar fi diagnosticul medical, si anume existenta unei incertitudini asupra valorilor corecte de atribute. De exemplu, daca meniul contine sos alb, se poate combina atat un vin sec cit si un vin demisec. Pentru a modela aceasta incertitudine, se asociaza valorilor din sistem o masura a increderei, numita *factor de certitudine* sau *coeficient de certitudine* (CF).

Cunostintele sint reprezentate sub forma de obiect-atribut, si valorile asociate atributelor, si sub forma de reguli care refera obiectele si atributele din baza de cunostinte. Aceasta inseamna ca, pe linga reguli, baza de cunostinte contine fapte reprezentate sub forma de triplete atribut-obiect-valoare. Atributele obiectelor pot fi de doua tipuri: monovaloare si multivaloare. Un atribut monovaloare este un atribut care, in final, va avea o singura valoare asociata, de exemplu culoarea vinului. Este evident ca un vin nu poate avea mai multe culori in acelasi timp. Atributele multivaloare sint atributele care in final pot avea mai multe valori, toate admisibile. De exemplu, atributul vin poate avea mai multe valori (chardonnay, riesling), interpretarea acestor valori fiind aceea ca sistemul a indicat mai multe posibilitati de vinuri care se potrivesc la meniul indicat.

Exemplul prezentat este un model tipic de rationament incert sau statistic. Rationamentul incert implementat foloseste coeficientii de certitudine asociati faptelor in doua moduri:

- Valoarea fiecarui atribut este memorata impreuna cu coeficientul de certitudine asociat, coeficientul de certitudine indicind increderea sistemului in acea valoare. Coeficientii de certitudine sint valori pozitive in intervalul $[0,1]$. De exemplu, (vin chardonnay 0.8 riesling 0.6) indica faptul ca vinul potrivit este Chardonnay cu increderea 0.8 si Riesling cu increderea 0.6.
- O regula poate avea asociat un coeficient de certitudine care indica increderea sistemului in concluzia regulii, in cazul in care premisa este adevarata. De exemplu, regula:

daca sos-meniu = sos-alb
atunci culoare-vin = alba 0.6

indica increderea de 0.6 in faptul ca un vin alb se potriveste unui meniu cu sos alb. Daca regulile nu au un coeficient de certitudine asociat, acesta se considera implicit 1, indicind incredere totala in concluzie.

Continutul bazei de cunostinte a problemei deciziei gastronomice este prezentat in continuare:

<p>R11: daca componenta-meniu = curcan atunci culoare-vin = rosie 0.7 si culoare-vin = alba 0.2</p> <p>R12: daca componenta-meniu = peste atunci culoare-vin = alba</p> <p>R13: daca sos-meniu = sos-alb atunci culoare-vin = alba 0.6</p> <p>R14: daca componenta-meniu = porc atunci culoare-vin = rosie</p> <p>R21: daca sos-meniu = sos-alb atunci tip-vin = sec 0.8 si tip-vin = demisec 0.6</p> <p>R22: daca sos-meniu = sos-tomat atunci tip-vin = dulce 0.8 si tip-vin = demisec 0.5</p> <p>R23: daca sos-meniu = necunoscut atunci tip-vin = demisec</p> <p>R24: daca componenta-meniu = curcan atunci tip-vin = dulce 0.6 si tip-vin = demisec 0.4</p>	<p>R31: daca culoare-vin = rosie si tip-vin = dulce atunci vin = gamay</p> <p>R32: daca culoare-vin = rosie si tip-vin = sec atunci vin = cabernet-sauvignon</p> <p>R33: daca culoare-vin = rosie si tip-vin = demisec atunci vin = pinot-noir</p> <p>R34: daca culoare-vin = alba si tip-vin = dulce atunci vin = chenin-blanc</p> <p>R35: daca culoare-vin = alba si tip-vin = sec atunci vin = chardonnay</p> <p>R36: daca culoare-vin = alba si tip-vin = demisec atunci vin = riesling</p>
--	---

Tabel 1. Regulile sistemului

scop(vin) /* se indica atributul a carei valoare trebuie aflata */
monovaloare(componenta-meniu)
monovaloare(culoare-vin)
monovaloare(sos-meniu)
multivaloare(tip-vin)
multivaloare(vin)
valori-legale(componenta-meniu) = [curcan, peste, porc] /* domeniul de valori */
valori-legale(sos-meniu) = [sos-alb, sos-tomat]
valori-legale(tip-vin) = [sec, demisec, dulce]
valori-legale(vin) = [gamay, cabernet-sauvignon, pinot-noir, chenin-blanc, chardonnay, riesling]
valori-legale(culoare-vin) = [rosie, alba]

Se considera existenta unui interpretor de reguli pentru aceasta baza de cunostinte, interpretor care lucreaza cu inlantuirea inapoi a regulilor si acumulare de probe. Pe parcursul rezolvarii problemei un atribut monovaloare poate avea mai multe valori competitive, cu diversi coeficienti de certitudine asociati, dar in final se va selecta o singura valoare pentru acesta. Daca se deduce o valoare cu coeficientul 1 (sigura) pentru un atribut monovaloare se abandoneaza acumularea de valori pentru acel atribut si nu se mai incearca aplicarea altor reguli alternative care il refera.

Atributele multivaloare pot avea mai multe valori posibile asociate, atat pe parcursul rezolvarii, cit si in final deci in solutia problemei. Se presupune ca interpretorul de reguli intreaba utilizatorul ori de cite ori intilneste un atribut care nu este referit de nici o regula. Deci orice atribut care nu apare in concluzia unei reguli este considerat data primara.

Pe langa acestea, motorul de inferenta realizeaza o forma de rationament incert pe baza coeficientilor de certitudine asociati valorilor de attribute din memoria de lucru si regulilor din sistem. Regulele de inferenta incerta sint urmatoarele:

- (1) Coeficientul de certitudine asociat valorii de atribut dedusa de o regula R este egal cu produsul dintre coeficientul de certitudine al premisei regulii ($CF_{\text{premise R}}$) si coeficientul de certitudine asociat regulii (CF_R):

$$CF_{\text{atr dedus R}} = CF_{\text{premise R}} \cdot CF_R$$

- (2) Coeficientul de certitudine al premisei unei reguli R este valoarea minima a coeficientilor de certitudine asociati fiecarei ipoteze I_j din premisa acelei reguli. Coeficientul de certitudine al unei ipoteze este stabilit de procesul de identificare a regulii cu memoria de lucru si este egal cu coeficientul valorii de atribut care a satisfacut ipoteza. Factorul de corectitudine al intregii premise se calculeaza astfel:

$$CF_{\text{premise R}} = \min_j \{CF_{\text{ipoteza}_i R}\}$$

- (3) Daca un atribut A are deja o valoare V cu un coeficient de certitudine CF_1 in memoria de lucru, si pe o ramura de deductie alternativa, se obtine aceeasi valoare V pentru atributul A cu un coeficient de certitudine CF_2 , memoria de lucru este actualizata, valoarea V avind un coeficient de certitudine asociat CF pe baza formulei:

$$CF = CF_1 + CF_2 \cdot (1 - CF_1)$$

In continuare se urmareste functionarea exemplului pentru cazul in care utilizatorul doreste aflarea vinului recomandat unui meniu care contine **peste** si **sos-alb**. Scopul de satisfacut este vin. Regulele care refera vin in concluzie sint R31÷R36. Pentru a satisface aceste reguli trebuie satisfacute subscopurile culoare-vin si tip-vin. Regulele care refera culoare-vin in concluzie sint R11÷R14. Pentru a satisface R11 sistemul intreaba utilizatorul valoarea atributului componenta-

meniu, intrebare la care utilizatorul raspunde peste. In acest moment R11 nu este satisfacuta, dar R12 reuseste si se adauga in memoria de lucru faptul

(culoare-vin alb 1)

Deoarece culoare-vin este un atribut monovaloare pentru care s-a dedus o valoare cu factor de certitudine 1, se opreste acumularea de valori pentru acest atribut. Se continua cu satisfacerea scopului tip-vin care apare in concluziile regulilor R21÷R24. Pentru a satisface regula R21 se intreaba utilizatorul valoarea atributului sos-meniu si se primeste raspunsul sos-alb. Regula R21 reuseste si adauga la memoria de lucru faptul

(tip-vin sec 0.8 demisec 0.6)

Se observa aplicarea regulii (1) de inferenta incerta care asociaza coeficientul de certitudine valorilor de atribut deduse. Se incearca aplicarea celorlalte reguli care refera tip-vin in concluzie, respectiv R22, R23 si R24, dar nici una nu reuseste. Se revine apoi la satisfacerea scopului vin, deci a regulilor R31÷R36. Prima regula dintre acestea care reuseste este R35, regula care ar trebui sa adauge in memorie faptul (vin chardonnay). Tinind cont de regulile de inferenta (1)÷(2) faptul adaugat este

(vin chardonnay 0.8)

Deoarece vin este un atribut monovaloare, se continua acumularea de valori si se incearca si ultima regula care refera vin in concluzie, R36. Pe baza acestei reguli, care reuseste, si utilizind regulile de inferenta (1)÷(2), se actualizeaza memoria de lucru cu faptul

(vin chardonnay 0.8 riesling 0.6)

Deoarece nu mai exista reguli aplicabile, sistemul se opreste si raspunsul este

vin = chardonnay 0.8, riesling 0.6

Bibliografie

A. Florea, A. Boangiu, "Elemente de Inteligenta Artificiala" (http://turing.cs.pub.ro/ia_09/)