



# VALIDAREA SISTEMULUI EPISTEMIC

## prin mediul de programare TURBO PASCAL

Lect. dr. univ. **Magnolia TILCA**  
Universitatea de Vest „Vasile Goldiș”, Arad  
[tilca.magnolia@uvvg.ro](mailto:tilca.magnolia@uvvg.ro)

---

### ABSTRACT:

Pornind de la faptul că sistemul epistemic deține mecanismul prin care se decide asupra adevărului propozițiilor, articolul de față își propune validarea acestui mecanism prin intermediul calculatorului. Articolul dezvoltă algoritmul de validare a unui sistem epistemic, punând în evidență proprietățile unui sistem epistemic din punct de vedere al logicii matematice. Algoritmul este implementat folosind mediul de programare Pascal. Finalul articolului prezintă câteva exemple de sisteme epistemice validate cu ajutorul programului creat.

### *Sisteme epistemice - abordarea matematică*

Teorie a certitudinii, epistemologia „propune aflarea adevărului științific” (Bogdan, 2013) prin cercetarea originii, structurii, metodelor și validitatea cunoașterii științifice. În procesul de validare a științei, epistemologia recurge la criteriile de adevăr din logica matematică.

Procesele care generează judecăți de adevăr sau fals, pe baza logicii matematice, sunt studiate de către sistemele epistemice. Scopul sistemului epistemic este de a selecta

propoziții adevărate și numai pe acestea, dintr-o clasă dată de propoziții, caz în care sistemul este epistemic întemeiat. Suntem conduși astfel spre exemplul evident de sistem epistemic întemeiat, și anume teoria aritmetică, deoarece aceasta selectează propoziții adevărate privind numerele naturale și le respinge pe cele false.

Conform notațiilor matematice folosite în (Narița, 2005), un sistem epistemic ( $S$ ) este caracterizat printr-o variabilă de control ( $p$ ), care are ca valori propoziții, și o variabilă de stare ( $Sp$ ), care reprezintă alegeri de propoziții. Astfel  $Sp$  înseamnă „propoziția  $p$  este selectată de sistemul  $S$ ”, iar  $\overline{Sp}$  este notația pentru „propoziția  $p$  nu este selectată de sistemul  $S$ ”, pe când  $S\overline{p}$  semnifică „sistemul  $S$  selectează negația propoziției  $p$ ”.

Un sistem epistemic întemeiat ( $Int(S)$ ) elimină eroarea și necunoașterea, adică posibilitatea selectării unei propoziții false, respectiv a nealegerii unei propoziții adevărate. Astfel sistemul epistemic întemeiat oferă un grad maxim de certitudine a cunoștințelor.

Conform definiției, un sistem epistemic este întemeiat atunci când orice propoziție  $p$  selectată de  $S$  este adevărată și când orice propoziție adevărată  $p$  este selectată de  $S$ . Prima afirmație asigură *consistența* sistemului, iar a doua, *completitudinea* acestuia. Consistența unui sistem se referă la faptul că sistemul nu va conține o propoziție împreună cu negația ei. Completitudinea unui sistem se referă la faptul că orice propoziție supusă regulilor de deducție poate fi demonstrată. La intersecția celor două caracteristici se află proprietatea de întemeiere a unui sistem epistemic: *un sistem epistemic este întemeiat dacă și numai dacă este consistent ( $Con(S)$ ) și complet ( $Com(S)$ )*.

În continuare se exploatează relațiile matematice generate de modelul epistemic întemeiat în vederea construirii metodei matematice de validare a proprietății de întemeiere.

Relația matematică a proprietății de întemeiere a unui sistem epistemic se scrie

$$1) S \in Int : p \Leftrightarrow Sp, \forall p$$

care se citește:  $p$  este adevărată dacă și numai dacă este selectată de către sistemul  $S$ , oricare ar fi propoziția  $p$ .

Ținând cont de valorile de adevăr ale operatorilor logici, cele trei stări  $p$ ,  $Sp$ ,  $\overline{Sp}$  conduc la 8 interpretări ale valorilor de adevăr

(vezi Tabelul 1). Dintre acestea, *singurele cazuri acceptate pentru ca un sistem epistemic să fie întemeiat sunt interpretările C2 și C7* în care sistemul selectează propoziția adevărată și nu selectează negația ei, respectiv sistemul selectează negația propoziției false și nu selectează propoziția falsă.

Acest lucru se demonstrează prin prima proprietăților sistemelor epistemice și a proprietăților operatorilor logici matematici. În continuare sunt amintite proprietățile unui sistem epistemic: consistența, completitudinea, decidabilitatea și noncontradicția.

Descompunând echivalența din relația (1) în două implicații, rezultă

$$(2) S \in Con : \forall p, Sp \Rightarrow p$$

(dacă  $p$  este selectată de  $S$ , atunci  $p$  este adevărată),

$$(3) S \in Com : \forall p, p \Rightarrow Sp$$

(dacă  $p$  este adevărată, atunci  $p$  este selectată de  $S$ ).

O condiție necesară și suficientă ca sistemul epistemic să fie întemeiat este ca acesta să fie consistent și complet, adică

$$S \in Int \Leftrightarrow (S \in Con) \wedge (S \in Com)$$

Pe lângă consistență și completitudine, sistemele epistemice întemeiate mai posedă și alte două proprietăți: decidabilitatea și noncontradicția, proprietăți ce sunt puse în evidență prin luarea în calcul a faptului că fiecărei propoziții îi corespunde o propoziție negativă. Astfel, pornind de la formulele următoare,

$$(1') S \in Int : [p \Leftrightarrow Sp, \forall p]$$

$$\text{și } [\overline{p} \Leftrightarrow \overline{Sp}]$$

$$(2') S \in Con : [Sp \Rightarrow p, \forall p]$$

$$\text{și } [S\overline{p} \Rightarrow \overline{p}]$$

$$(3') S \in Com : [p \Rightarrow Sp, \forall p]$$

$$\text{și } [\overline{p} \Rightarrow \overline{Sp}]$$

se demonstrează că

$$S \in Int \Leftrightarrow (S \in Con) \wedge (S \in Com) \wedge (S \in Dec) \wedge (S \in NeCtr)$$

unde *sistemul S este decidabil* ( $Dec(S)$ ) dacă, oricare ar fi propoziția  $p$ , sistemul  $S$  selectează  $p$  sau selectează negația acesteia,

$$(5) S \in Dec : \forall, Sp \vee S\bar{p}$$

respectiv *sistemul S este necontradictoriu* ( $NeCtr(S)$ ) dacă, oricare ar fi propoziția  $p$ , sistemul  $S$  nu selectează  $p$  sau nu selectează negația propoziției  $p$ ,

$$(6) S \in NeCtr : \forall p, \bar{S}p \vee \bar{S}\bar{p}$$

Aceste proprietăți sunt evidente, căci nu se dorește ca sistemul să nu selecteze nici propoziția, nici negația sa, caz în care sistemul este nedecidabil. De asemenea, nu se dorește ca sistemul să selecteze atât propoziția cât și negația sa, caz în care sistemul este contradictoriu.

Proprietățile sistemului epistemic întemeiat sunt puse matematic în evidență cu ajutorul metodei de decizie logică. Ținând cont de valorile de adevăr ale operatorilor logici,

p	q	$p \vee q$	p	q	$p \wedge q$	p	q	$p \rightarrow q$	p	q	$p \Leftrightarrow q$
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

se întocmește tabelul valorilor de adevăr pentru fiecare proprietate, luând în calcul toate interpretările de valori de adevăr ale variabilelor  $p$ ,  $Sp$ ,  $S\bar{p}$ . Pentru proprietatea de decidabilitate, tabelul este:

Criteriul	$p$	$Sp$	$S\bar{p}$	$Sp \vee S\bar{p}$
C1	1	1	1	1
C2	1	1	0	1
C3	1	0	1	1
C4	1	0	0	0
C5	0	1	1	1
C6	0	1	0	1
C7	0	0	1	1
C8	0	0	0	0

Tabelul 1. Tabelul valorilor de adevăr pentru sistemele epistemice decidabile

Aceste valori de adevăr pot fi sistematizate:

Criteriul	$p$	$Sp$	$S\bar{p}$	$Int(S)$	$Con(S)$	$Com(S)$	$Dec(S)$	$NeCtr(S)$
C1	1	1	1	0	0	1	1	0
C2	1	1	0	1	1	1	1	1
C3	1	0	1	0	0	0	1	1
C4	1	0	0	0	1	0	0	1
C5	0	1	1	0	0	1	1	0
C6	0	1	0	0	0	0	1	1
C7	0	0	1	1	1	1	1	1
C8	0	0	0	0	1	0	0	1

Tabelul 2. Valorile de adevăr ale proprietăților unui sistem epistemic

Din tabel se observă imediat că un sistem epistemic este întemeiat doar în cazul a două ipostaze,  $C2$  (când  $p$  și  $Sp$  sunt adevărate iar  $S$  nu alege negația propoziției  $p$ ) sau  $C7$  (când  $p$  și  $Sp$  sunt false, dar selectarea de către sistemul  $S$  a negației este adevărată).

Urmărind valorile de adevăr ale proprietăților, se poate trasa diagrama relațiilor dintre proprietăți:

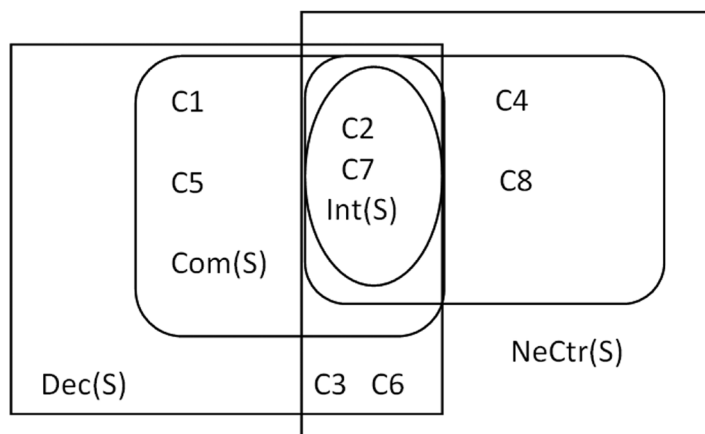


Figura 1. Diagrama relațiilor dintre proprietăți

Valorile booleene 0 și 1 fac posibilă implementarea algoritmului de verificare a apartenenței unui sistem epistemic la una din clasele de proprietăți de mai sus.

### *Algoritmul de validare a unui sistem epistemic*

Algoritmul citește propozițiile  $p[i]$  din clasa de propoziții a sistemului, pentru  $i$  luând valori de la 1 la  $n$ , apoi citește valorile de adevăr a propozițiilor  $p$  și a variabilelor de

stare  $Sp$ ,  $S\bar{p}$ . Determină valorile de adevăr ale proprietăților:  $Int(S)$ ,  $Com(S)$ ,  $Con(S)$ ,  $Dec(S)$  și  $NeCtr(S)$ , după care verifică dacă au loc criteriile corespunzătoare proprietăților, conform diagramei relațiilor dintre proprietăți, Figura 1. Dacă fiecare propoziție din clasa de propoziții este întemeiată, atunci sistemul este epistemic întemeiat. În caz contrar, sistemul verifică apartenența sistemului la proprietățile rămase.

Input:  $n, i, v$ :int;  
 $p$ :string;  
 $vp, vSp, vSnp$ :boolean;

int,dec,con,com,necr:boolean;  
Output: M:string;

**Pasul 1.** Stabilirea valorii de adevăr a proprietăților

$$\begin{aligned} \text{int} &:= (p \leftrightarrow Sp) \wedge (\bar{p} \leftrightarrow S\bar{p}) \\ \text{com} &:= (p \rightarrow Sp) \wedge (\bar{p} \rightarrow S\bar{p}) \\ \text{con} &:= (Sp \rightarrow p) \wedge (S\bar{p} \rightarrow \bar{p}) \\ \text{dec} &:= Sp \vee S\bar{p} \\ \text{necr} &:= \bar{Sp} \vee \bar{S\bar{p}} \end{aligned}$$

**Pasul 2.** Verificarea proprietăților și afișarea mesajului M

```
if (C2 and int=1) or (C7 and int=1)
write (M:S este întemeiat);
v=1;
if (C5 and com=1) or (C7 and com=1)
write(M:S este complet si decidabil, dar nu este
întemeiat);
if (C4 and con=1) or (C8 and con=1)
write(M:S este consistent si necontradictoriu,
dar nu este întemeiat);
if (C3 and dec=1) or (C6 and dec=1)
write(M:S este decidabil si necontradictoriu,
dar nu este întemeiat);
```

**Pasul 3.** Validarea sistemului

```
if v=1 then write(M:Sistemul este epistemice
întemeiat).
```

După cum reiese din pseudocod, algoritmul nu determină valorile de adevăr ale propozițiilor sistemului, ci validează doar dacă sistemul este epistemic întemeiat.

Pentru implementarea algoritmului s-a ales un mediu simplu de programare, *Turbo Pascal*. Chiar dacă limbajul de programare Pascal datează de peste 40 de ani, Turbo Pascal este un program complex de programare larg utilizat în laboratoarele universităților.

Prima caracteristică a implementării algoritmului folosind limbajul Pascal este declararea unui tip propriu de variabilă, variabila șir D de șiruri de caractere

```
type D: array[1..100] of string;
```

care nu este altcineva decât domeniul propozițiilor la care se raportează sistemul, domeniul din care fac parte propozițiile  $pp[i]$ :

```
var pp: D.
```

Variabilele de tip boolean sunt declarate și ele ca șiruri de variabile booleene, fiecărei propoziții  $pp[i]$  corespunzându-i o valoare de adevăr a variabilei stare:  $vp[i]$  – valoarea de adevăr a propoziției,  $vSp[i]$  – valoarea de adevăr a stării  $Sp$ ,  $vSnp[i]$  – valoarea de adevăr a stării  $S\bar{p}$ .

O a doua caracteristică a implementării algoritmului este faptul că limbajul Pascal are ca operatori logici operatorii *și*, *sau*, *non*. Pentru operatorul implicație se utilizează definiția din logica matematică:

$$(p \rightarrow q) \Leftrightarrow \pm(\bar{p} \vee q)$$

iar pentru echivalență, relația:

$$(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (\bar{p} \vee q) \wedge (\bar{q} \vee p).$$

Aceste relații fac posibilă determinarea valorii de adevăr a proprietăților sistemului. Valoarea de adevăr a proprietăților fiecărei propoziții este păstrată în șirurile variabilelor booleene: int, con, com etc.

Algoritmul stabilește proprietatea pe care o posedă fiecare propoziție a domeniului prin verificarea condițiilor de la Pasul 2. În cazul în care algoritmul găsește o propoziție care verificată condiția de întemeiere, completează șirul v cu valoarea întregă 1, în caz contrar completând cu valoarea 0 (vezi Figura 2). Pasul 3 al algoritmului verifică dacă toate valorile acestui șir v sunt egale cu 1, caz în care sistemul este epistemic întemeiat.

```
//5. Validarea sistemului epistemic întemeiat;
for i:=1 to 3 do write(v[i], ' ');
writeln;
if (v[1]=1) and (v[2]=1) and (v[3]=1) then writeln('Sistemul este EPISTEMIC întemeiat.')
else writeln('Sistemul NU este Epistemic întemeiat.');
```

Figura 2. Fragment din programul de validare a unui sistem epistemic: Validarea sistemului



```

//3. Determinarea valorii de adevar a proprietatilor:
for i:=1 to 3 do
begin
  int[i]:=(((not vp[i]) or vsp[i]) and ((not vsp[i]) or vp[i]))
          AND (((not (not vp[i])) or vsnp[i])
          And ((not vsnp[i]) or (not vp[i]))));
end;

```

Figura 3. Fragment din programul de validare a unui sistem epistemic:  
Determinarea valorii de adevăr a propozițiilor

## Validarea sistemelor epistemice

Fiind dat un mijloc de selectarea a propozițiilor adevărate, adică un sistem epistemic  $S$ , algoritmul utilizează ca date de intrare valorile de adevăr ale propozițiilor și stărilor  $Sp$ ,  $S^p$  relative la sistemul epistemic.

**Exemplul 1.** Astfel, rulând programul pentru setul de date  $D$ :  $\{1+1=2; -3 \text{ nu este număr natural}; -7 > 2\}$ , respectiv  $vp:\{1,1,0\}$ ,  $vSp:\{1,1,0\}$ ,  $vSnp:\{0,0,1\}$  acesta afișează:

În exemplul ales, primele două propoziții verifică criteriul  $C2$ , iar ultima propoziție criteriul  $C7$ . Cum sistemul selectează negația propoziției 3, care este adevărată, sistemul selectează doar propozițiile adevărate.

```

Prop p1 este:1+1=2
Prop p2 este:-3 nu este numar natural.
Prop p3 este:-7>2
val de adev pt prop p1 este:1
val de adev pt prop p2 este:1
val de adev pt prop p3 este:0
val de adev pt prop sp1 este:1
val de adev pt prop sp2 este:1
val de adev pt prop sp3 este:0
val de adev pt prop snp1 este:0
val de adev pt prop snp2 este:0
val de adev pt prop snp3 este:1
Prop p1 este Intemeiata.
Prop p2 este Intemeiata.
Prop p3 este Intemeiata.
1 1 1
Sistemul este EPISTEMIC intemeiat.

```

Figura 4. Exemplificarea programului de validare a unui sistem epistemic întemeiat

## Exemplul 2.

Pentru un sistem epistemic care returnează valorile de adevăr:  $vp:\{1,1,1\}$ ,  $vSp:\{1,0,0\}$ ,  $vSnp:\{1,1,0\}$  se infirmă proprietatea de sistem epistemic întemeiat și se verifică celelalte proprietăți menționate.

```

Prop p1 este:1+1=2
Prop p2 este:-3 nu este nr. natural
Prop p3 este:-7<2
val de adev pt prop p1 este:1
val de adev pt prop p2 este:1
val de adev pt prop p3 este:1
val de adev pt prop sp1 este:1
val de adev pt prop sp2 este:0
val de adev pt prop sp3 este:0
val de adev pt prop snp1 este:1
val de adev pt prop snp2 este:1
val de adev pt prop snp3 este:0
Prop p1 este Completa si Decidabila, dar nu este Intemeiata.
Prop p3 este Consistenta si Necontradictorie, dar nu este Intemeiata.
Prop p2 este Decidabila si Necontradictorie, dar nu este Intemeiata.
0 0 0
Sistemul NU este Epistemic intemeiat.

```

Figura 5. Exemplificarea programului de validare a unui sistem epistemic neîntemeiat

## CONCLUZII

Articolul dezvoltă algoritmul de validare a unui sistem epistemic întemeiat, bazându-se pe condiția necesară și suficientă ca un sistem epistemic să fie întemeiat, adică să selecteze „toate” propozițiile adevărate, inclusiv negațiile adevărate. Raționamentul algoritmului urmărește teoria matematică a sistemelor epistemice (vezi (Narița, 2005)), în care fiecare proprietate a sistemului este modelată matematic prin calculul valorilor de adevăr propozițional din logica matematică. Implementarea algoritmului în mediul de programare Turbo Pascal face posibilă verificarea proprietăților sistemelor epistemice. Algoritmul se poate dezvolta la validarea sistemelor epistemice paradoxale (inconsistente sau nedecidabile). Provocarea majoră constă în implementarea unui sistem epistemic care să decidă stările de selectare a propozițiilor astfel încât sistemul să fie întemeiat.

## BIBLIOGRAFIE

1. **Bogdan, Dan Ioan.** 2013. *Demersuri epistemologice în geografie*. Arad: Editura Vasile Goldiș University Press, 2013.
- [2] **Bujdoiu, Nicolae.** *Obiectul și problematica epistemologiei*. biblioteca.regielive.ro. [Interactiv] [http://biblioteca.regielive.ro/download - 42798.html](http://biblioteca.regielive.ro/download-42798.html).
- [3] **Narița, Ionel.** 2005. *Epistemologia paradoxurilor*. Timișoara: Editura Universității de Vest, 2005.

