

# Inteligență Artificială 2021

## Tema 2 - Rețele Bayes

**Deadline:** 06.12.2021

**Responsabil:** Ștefania Ghiță

### 1. Obiective

Scopul acestei teme este reprezentarea și rezolvarea unor probleme cu evenimente probabilistice folosind rețelele Bayes.

Aspectele urmărite în această temă sunt:

- înțelegerea unor probleme care implică incertitudine în limbaj natural
- determinarea variabilelor și a legăturilor dintre ele
- reprezentarea corectă a relațiilor cauzale între variabile folosind o rețea Bayes
- transpunerea corectă a probabilităților asociate variabilelor în rețeaua Bayes
- calculul unor probabilități pe baza reprezentării folosind rețeaua Bayes
- implementarea unei rețele Bayes folosind o aplicație dedicată

### 2. Probleme propuse

Tema pornește de la 3 probleme date în limbaj natural. Fiecare problemă conține anumite evenimente probabilistice și relații între evenimente care vor fi reprezentate folosind o rețea Bayes. În cadrul fiecărei probleme se vor cere mai multe probabilități, pe care le veți calcula folosind structura rețelei Bayes asociată.

#### **Problema A.**

Victor este angajat la o firmă auto din România și are de rezolvat o problemă de statistică pentru a-și da seama de vânzările posibile pe care le poate avea. El a realizat că probabilitatea omului de a cumpăra o mașină e influențată de obținerea permisului auto și de dorința de a merge în vacanță. Aceste probabilități sunt exprimate în tabelul de mai jos. Este cunoscut faptul că pentru a conduce un autoturism este necesar un permis de conducere. Pentru a obține permisul de conducere este obligatorie trecerea unui examen auto, care constă în două probe, un test teoretic, urmat de un test practic. Proba teoretică poate fi trecută atunci când candidatul învață serios pentru examen, dar nu toată lumea învață serios. Din totalul persoanelor majore, doar 65% învață pentru examen, în timp ce restul se bazează pe noroc. Dintre cei care învață, 70% trec examenul, iar dintre cei care se bazează pe noroc, trec doar 20%. Testul practic al examenului este influențat de condițiile meteo, pentru că proba devine

mai dificilă atunci când condițiile meteo sunt nefavorabile. În cele 70% din cazuri în care sunt condiții meteo favorabile, 90% trec examenul practic și primesc permisul de conducere, în timp ce doar 40% trec examenul când condițiile meteo sunt nefavorabile. De asemenea, când condițiile meteo sunt nefavorabile, doar 40% vor să meargă în vacanță, în timp ce 95% vor o vacanță când e frumos afară.

	Cumpără mașină
Are permis, vrea vacanță	90%
Are permis, nu vrea vacanță	40%
Nu are permis, vrea vacanță	30%
Nu are permis, nu vrea vacanță	1%

Răspundeți la următoarele întrebări:

- Care este probabilitatea ca un individ să își ia mașină când a trecut proba practică a examenului?
- Care este probabilitatea de a pica proba practică pentru un individ care a învățat pentru proba teoretică, iar condițiile meteo din ziua examenului sunt nefavorabile?
- Care este probabilitatea ca un individ să treacă proba practică și să vrea în vacanță atunci când condițiile meteo sunt nefavorabile?
- Care este probabilitatea ca un individ să își ia mașină și să vrea în vacanță atunci când el nu a învățat, iar afară este vreme frumoasă?

### Problema B.

Răzvan are o cabană în vârful muntelui, dar acesta nu este racordată la rețelele de curent și gaze. El folosește pentru încălzire un radiator electric și o centrala termică pe GPL, care sunt alimentate de panourile solare montate pe acoperiș și de o eoliană. Pe baza datelor statistice pe care le deține, trebuie să își dea seama care sunt șansele să aibă căldură în cabană.

Pentru a porni, centrala termică pe care o deține are nevoie de curent și de o butelie încărcată, iar în acest caz centrala va genera căldură cu o probabilitate de 99%. Butelia poate fi încărcată doar când Răzvan este acasă, în 80% din zile. Radiatorul merge exclusiv pe curent, și atunci când are curent produce căldură cu o probabilitate de 95%.

Curentul electric este generat de panourile solare și eoliană. Este cunoscut faptul că panourile solare produc electricitate în funcție de soare și temperatura, iar eoliana produce electricitate în funcție de vânt. În zona în care stă Răzvan, este soare în 40% din cazuri, bate vântul în 60% din cazuri, iar temperatura este favorabilă în 90% din ele. Conform informațiilor de la producători, probabilitatea ca eoliana să genereze curent electric atunci când bate vântul este de 85%, iar când nu bate vântul 1%. Sistemul de panouri solare generează curent cu o probabilitate de 90% pentru cazul în care este soare și temperatura favorabilă, respectiv 30% când este soare, dar temperatura nefavorabilă. În lipsa soarelui, acestea nu produc deloc

energie electrică. Având cele două surse de căldură la dispoziție, probabilitățile ca Răzvan să aibă cabana încălzită sunt descrise în tabelul de mai jos.

	<b>Cabană încălzită</b>
Centrală termică, radiator	90%
Centrală termică, fără radiator	80%
Fără centrală termică, radiator	30%
Fără centrală termică, fără radiator	20%

Răspundeți la următoarele întrebări:

- Care este probabilitatea să fie cabana încălzită dacă afară este soare și bate vântul?
- Care este probabilitatea să fie cabana încălzită și centrala să funcționeze dacă sunt temperaturi nefavorabile și radiatorul nu funcționează?
- Care e probabilitatea ca radiatorul și centrala să funcționeze simultan?
- Care e probabilitatea să fie curent când radiatorul nu merge, afară nu e vânt și butelia are gaz?

### **Problema C.**

Spiridușii lui Moș Crăciun se pregătesc de luna cadourilor. Pentru anul acesta ei au înființat o divizie specială pentru producția de globuri colorate, alcătuită din 3 fabrici. Fabrica “A” este specializată în globuri de culoare roșie, fabrica “B” în globuri de culoare verde, iar fabrica “C” în globuri de culoare albastră.

Din când în când spiridușii pot produce greșeli, iar culoarea globurilor produse de o fabrică într-o zi poate să fie diferită față de cea pentru care a fost specializată. Există două tipuri de spiriduși: pricepuți și neîndemânatici. Numărul accidentelor cauzate de spiridușii pricepuți este mai mic comparativ cu numărul de accidente cauzate de cei neîndemânatici. Ca să reducă problemele pe care le cauzează spiridușii, moșul a hotărât ca în 70% din zile să lucreze numai spiridușii pricepuți, și în restul de 30% să lucreze numai spiridușii neîndemânatici. Producția de globuri este influențată și de existența vopselei la furnizor. Furnizorul are vopsea în 90% din cazuri. Când furnizorul nu are vopsea, spiridușii vor folosi vopsea din rezerva fabricii. Astfel că, probabilitățile ca fabricile să producă globuri de o anumită culoare într-o zi sunt următoarele:

	<b>Fabrica A</b>	<b>Fabrica B</b>	<b>Fabrica C</b>
P, M	Roșu 90% Verde 5% Albastru 5%	Roșu 10% Verde 80% Albastru 10%	Roșu 10% Verde 20% Albastru 70%
P, R	Roșu 80% Verde 10%	Roșu 20% Verde 70%	Roșu 20% Verde 20%

	Albastru 10%	Albastru 10%	Albastru 60%
N, M	Roșu 70% Verde 10% Albastru 20%	Roșu 20% Verde 60% Albastru 20%	Roșu 25% Verde 25% Albastru 50%
N, R	Roșu 60% Verde 20% Albastru 20%	Roșu 20% Verde 50% Albastru 30%	Roșu 30% Verde 30% Albastru 40%

P - spiridusi pricepuți, N - spiridusi neindemanatici, M - materiale la furnizor, R - rezerva materiale

După ce s-a terminat procesul de fabricație într-o zi, globurile sunt trimise la magazine. Fiecare fabrică are un magazin asociat care primește globuri doar de la fabrica respectivă și vinde globuri doar în culoarea în care e specializată fabrica de care aparține. În timpul transportului de la fabrică la magazin, pot exista avarii (globurile se pot sparge) sau Grinch se poate infiltra și poate schimba (sau nu) culoarea globurilor transportate. Probabilitatea ca Grinch să păcălească spiridușii este de 10%. Probabilitățile ca un magazin să primească culoarea așteptată sunt definite în tabelul de mai jos:

Situația transportului	Magazinul a primit globurile în culoarea bună
Globuri fabricate în culoarea fabricii, Grinch nu s-a infiltrat	90%
Globuri fabricate în culoarea fabricii, Grinch s-a infiltrat	50%
Globuri fabricate în culoare diferită, Grinch nu s-a infiltrat	30%
Globuri fabricate în culoare diferită, Grinch s-a infiltrat	60%

În fiecare zi Moșul analizează situația fabricilor și magazinelor. Dacă într-o zi, cel puțin un magazin a primit culoarea bună, atunci Moșul va fi fericit cu o probabilitate de 100%. Dacă niciunul dintre magazine nu a primit culoarea corectă, Moșul va fi fericit cu o probabilitate de 90%.

Răspundeți la următoarele întrebări:

- Care este probabilitatea ca într-o zi Moșul să fie fericit dacă Grinch nu s-a infiltrat în transporturi și fabricile au produs globuri în culoarea în care sunt specializate?
- Care este probabilitatea ca magazinul fabricii B să primească globuri în culoarea bună?
- Care este probabilitatea ca spiridușii care lucrează să fie neîndemânatici, fabrica A să producă globuri roșii și Grinch să nu se infiltreze dacă Moșul e fericit și furnizorul nu are vopsea?
- Care este probabilitatea ca infiltrarea lui Grinch să îl facă nefericit pe Moș Crăciun?

### 3. Cerințe

Rezolvarea temei presupune crearea unui document PDF care va conține soluțiile pentru cerințele de mai jos.

#### 3.1. Reprezentarea problemelor (4.5 puncte - 1.5p per problemă)

Pentru fiecare problemă veți construi câte o rețea Bayes, analizând evenimentele incerte și relațiile cauzale descrise în enunțul problemei. Rețeaua Bayes va fi reprezentată folosind o aplicație dedicată reprezentării rețelelor Bayes, la alegere. După construirea rețelei veți adăuga în documentul PDF printscreen-urile care să arate forma rețelei, probabilitățile asociate fiecărei variabile din rețea și justificarea formei rețelei pe care ați ales-o.

#### 3.2. Calculul probabilităților (5.5 puncte - 1.5p/2p/2p)

Pentru fiecare problemă veți calcula probabilitățile cerute. Veți folosi aplicația aleasă la cerința 3.1 pentru a verifica dacă ați obținut valorile corecte. Pentru fiecare probabilitate veți explica, pas cu pas, teoremele aplicate pentru a obține valoarea acelei probabilități. Justificarea algebrică necesară trebuie să fie în stilul exercițiilor din laboratorul 5 de Inteligență Artificială. În documentul PDF veți adăuga modalitatea de calcul a probabilităților, însoțite de eventuale explicații, și printscreen-uri cu rezultatul generat de aplicație pentru fiecare probabilitate în parte (în printscreen să se vadă și parametrii pentru care s-a generat valoarea).

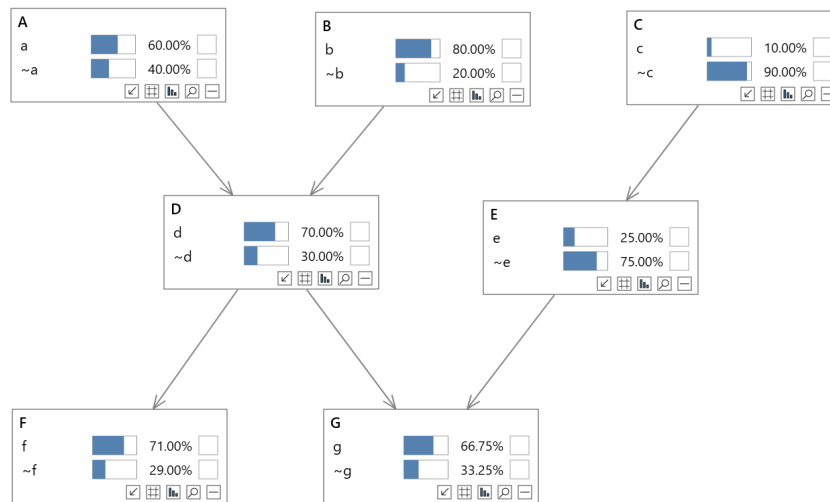
### 4. Soluții de reprezentare a rețelelor Bayes

Există mai multe aplicații pe care le puteți folosi pentru reprezentarea rețelelor Bayes. Dintre aplicațiile existente, două aplicații intuitive și ușor de folosit sunt [BayesServer](#) și [SamIam](#). Oricare dintre aceste două aplicații vă pot ajuta să reprezentați rețeaua, să precizați evenimentele observate și să calculați probabilități simple, comune și/sau condiționate.

#### Important!

- Dacă folosiți varianta trial a aplicației BayesServer rețeaua nu poate fi salvată (va trebui să calculați toate probabilitățile când faceți și reprezentarea) și fiecare sesiune de lucru în varianta trial durează 2 ore (după expirarea celor 2 ore aplicația nu va mai permite modificări).
- Nu puteți folosi aplicații în care doar să desenați rețeaua, fără să aveți posibilitatea de a calcula probabilitățile automat.

Imaginea de mai jos este un exemplu de rețea Bayes construită folosind aplicația BayesServer. Rețeaua din imagine este reprezentarea rețelei de la problema 6 din laboratorul 5 de Inteligență Artificială.



Distribuția de probabilitate a variabilei D este exemplificată în imaginea de mai jos.

A		B		D = d		D = ~d	
a		b		0.9		0.1	
a		~b		0.6		0.4	
~a		b		0.6		0.4	
~a		~b		0.05		0.95	

Imaginea de mai jos reprezintă calculul probabilității  $P(A|F, G)$ , folosind opțiunea *Custom* din *Query*.

A	F	G = g	G = ~g
a	f	0.684	0.513
a	~f	0.608	0.396
~a	f	0.316	0.487
~a	~f	0.392	0.604

Sum selected = 0

Help Plot OK

$P(A | F, G)$