**Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iaşi**

Facultatea de Automatică și Calculatoare

Proiect la disciplina Inteligentă Artificială

Inferența prin enumerare în rețele bayesiene

Veselin Catalin-Ștefan

Dulhaniuc Dario

**1. Descrierea problemei**

Rețelele bayesiene sunt folosite pentru modelarea evenimentelor probabilistice și relațiilor de cauzalitate între acestea. Problema considerată este analiza și interpretarea datelor în prezența evidențelor parțiale, utilizând rețele bayesiene. Acest tip de analiză poate fi aplicat în diverse domenii precum medicină, trafic sau inteligență artificială, pentru diagnosticare și predicție.

**2. Aspecte teoretice privind algoritmul**

**Rețelele bayesiene** sunt grafuri orientate aciclice în care:

* Nodurile reprezintă variabile random.
* Arcele semnifică relațiile de dependență cauzală sau corelație dintre variabile.

Considerăm formula probabilităților condiționate:

Putem exprima probabilitatea intersecției în două moduri și de aici deducem expresia lui *P*(*B*|*A*) în funcție de *P*(*A*|*B*):

**3. Modalitatea de rezolvare**

Implementarea se bazează pe:

* Reprezentarea rețelelor bayesiene ca dicționare:
* **Probabilități marginale** pentru nodurile fără părinți.
* **Probabilități condiționate** pentru nodurile cu părinți.
* Calculul probabilităților prin generarea tuturor combinațiilor posibile ale variabilelor necunoscute.
* Interogări dinamice, permițând utilizatorilor să modifice evidențele și să efectueze calcule pentru diferite scenarii.

**4. Părți semnificative din codul sursă**

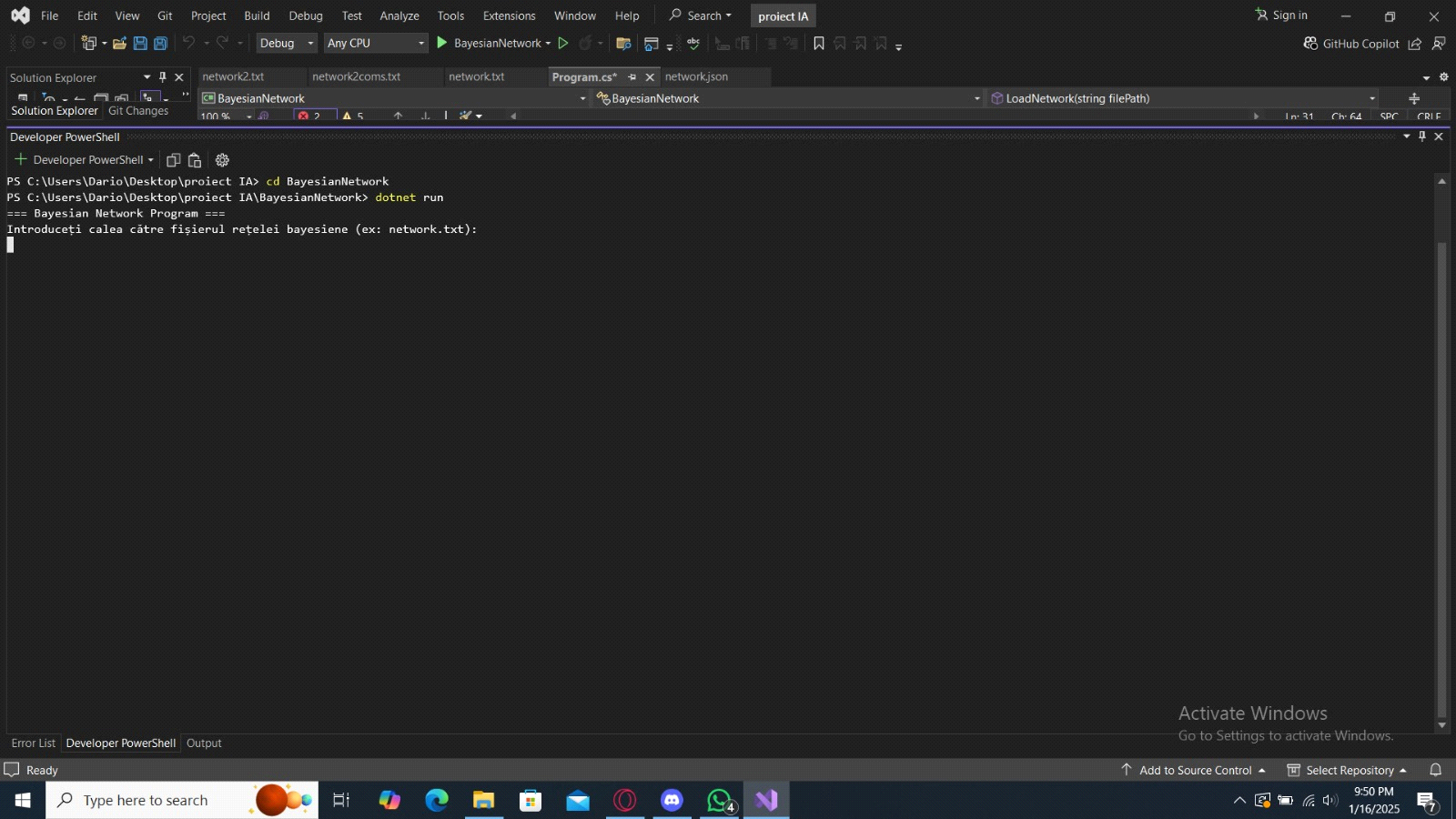
|  |
| --- |
| // Stochează probabilitățile marginale ale nodurilor fără părinți  private static Dictionary<string, Dictionary<string, double>> MarginalProbabilities = new Dictionary<string, Dictionary<string, double>>(); |
| // Stochează probabilitățile condiționate ale nodurilor cu părinți  private static Dictionary<string, Dictionary<string, Dictionary<string, double>>> ConditionalProbabilities = new Dictionary<string, Dictionary<string, Dictionary<string, double>>>(); |
| // Calculează probabilitatea comună pentru un set de evidențe  double probability = 1.0;  // Iterează prin toate nodurile (marginale și condiționate)  foreach (var node in MarginalProbabilities.Keys.Concat(ConditionalProbabilities.Keys))  {  if (MarginalProbabilities.ContainsKey(node))  {  // Dacă este un nod fără părinți, ia probabilitatea marginală  probability \*= MarginalProbabilities[node][evidence[node]] \* 0.01;  }  else if (ConditionalProbabilities.ContainsKey(node))  {  // Dacă este un nod cu părinți, calculează probabilitatea condiționată  var parentValues = string.Join(",", ConditionalProbabilities[node].Keys.First().Split(',').Select(kv =>  {  var parts = kv.Split('=');  return $"{parts[0]}={evidence[parts[0]]}";  }));  probability \*= ConditionalProbabilities[node][parentValues][evidence[node]] \* 0.01;  } |
| // Calculează probabilitatea marginală pentru un nod dat și o valoare specifică  double totalProbability = 0.0;  foreach (var combination in combinations)  {  // Creează un set complet de evidențe  var fullEvidence = new Dictionary<string, string>(evidence) { [qNode] = qValue };  foreach (var kvp in combination)  fullEvidence[kvp.Key] = kvp.Value;  totalProbability += JointProbability(fullEvidence); // Adaugă la probabilitatea totală |
| // Generează toate combinațiile posibile de valori pentru un set de variabile  var values = new[] { "Da", "Nu" }; // Posibile valori pentru fiecare variabilă  var combinations = new List<Dictionary<string, string>>();  int totalCombinations = (int)Math.Pow(2, variables.Count); // Numărul total de combinații  for (int i = 0; i < totalCombinations; i++)  {  var combination = new Dictionary<string, string>();  for (int j = 0; j < variables.Count; j++)  {  combination[variables[j]] = values[(i >> j) & 1]; // Determină valoarea pentru fiecare variabilă  }  combinations.Add(combination);  } |

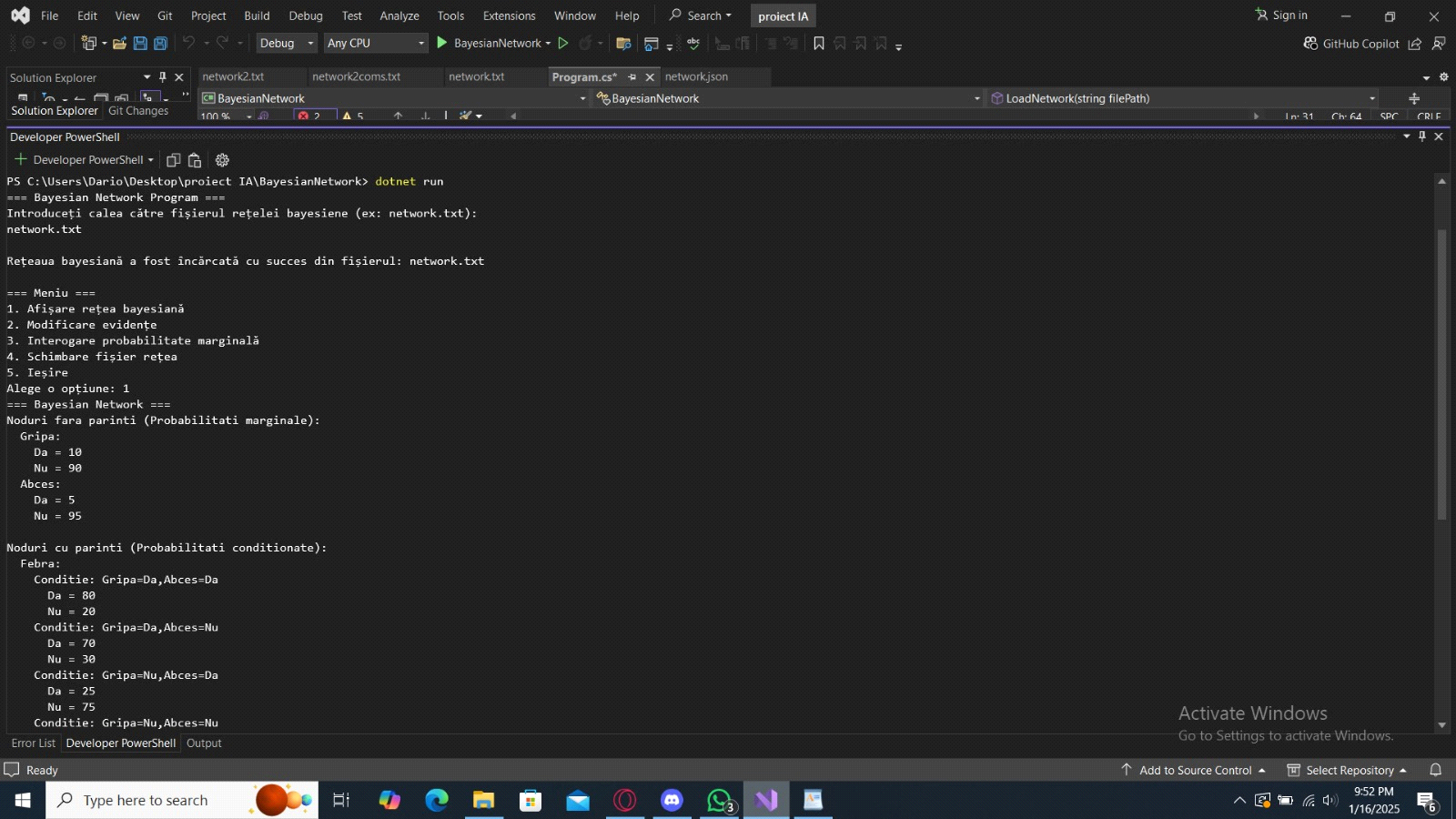
**5. Rezultate obținute**

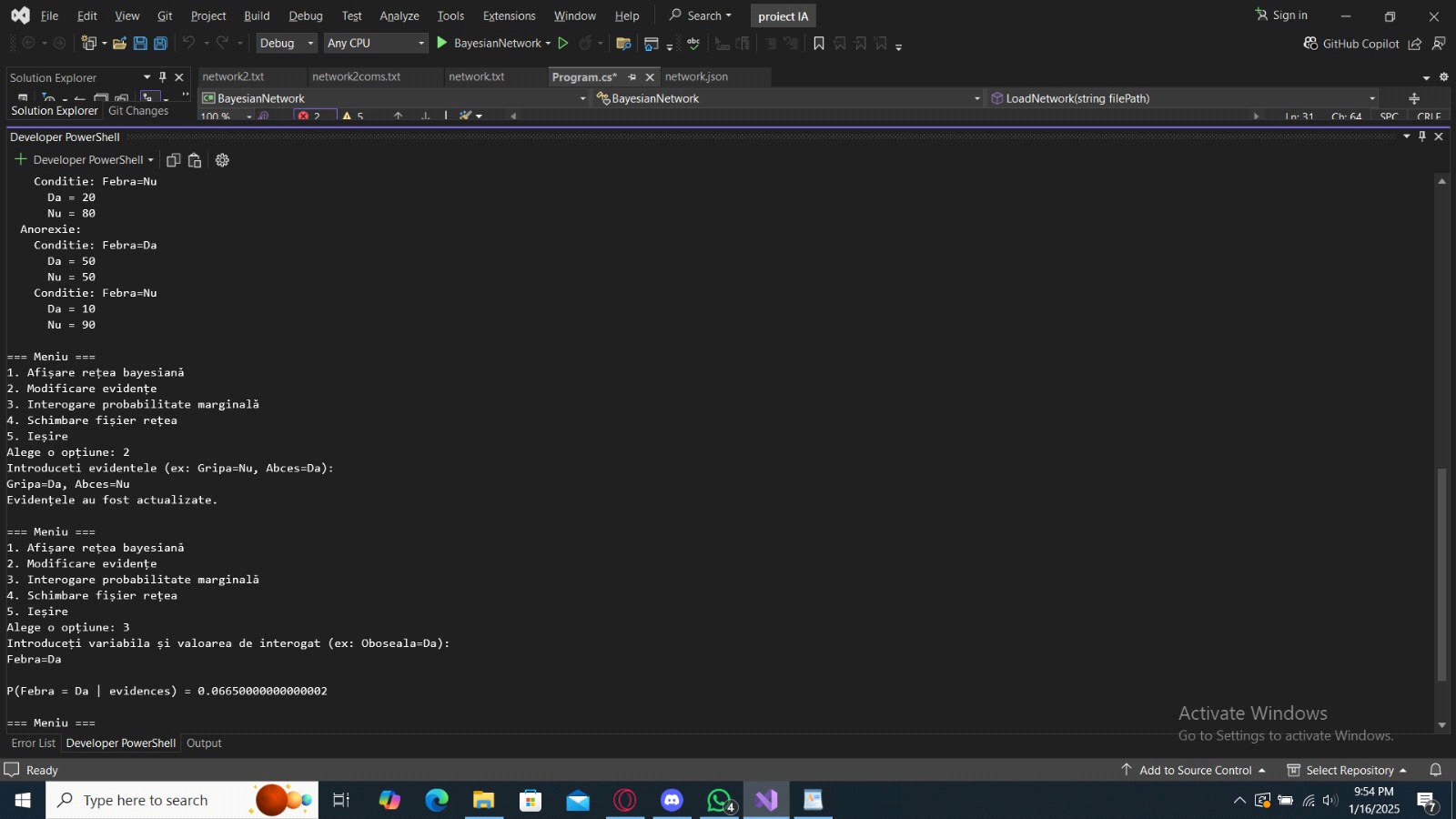
**Exemplu rulare:**

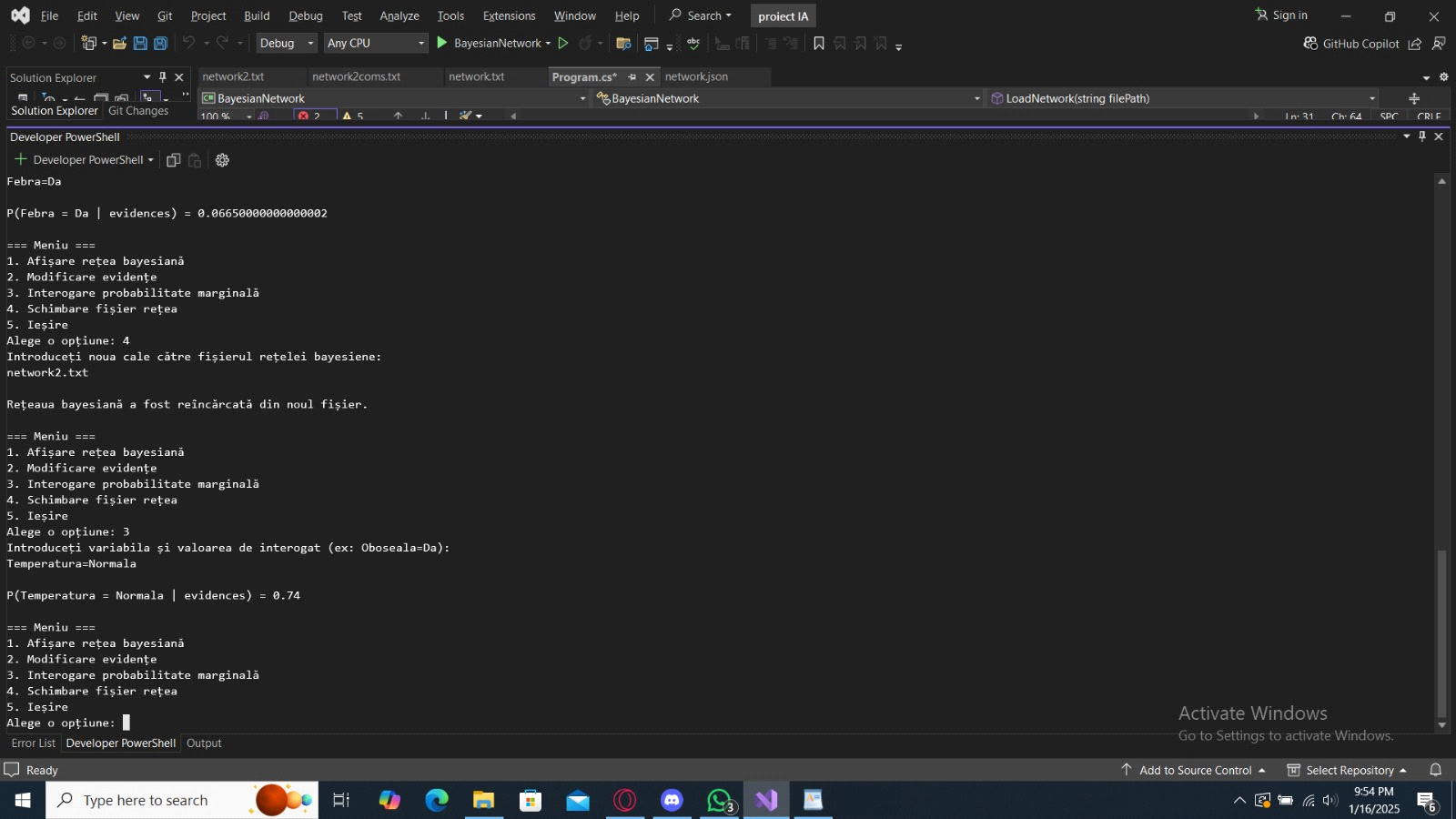
* **Reteaua Bayesiană încărcată:**
* Gripă: 10% Da, 90% Nu
* Abces: 5% Da, 95% Nu
* **Întrebare:** Care este probabilitatea ca o persoană să aibă febră dacă are gripă și abces?
* Răspuns: **80%**
* **Interogare evidențe:**
* Input: Gripa=Da, Abces=Nu
* Output: P(Febra=Da | Gripa=Da, Abces=Nu) = 70%

**Capturi de ecran:**









**6. Concluzii**

Rețelele bayesiene sunt instrumente eficiente pentru modelarea relațiilor probabilistice și răspunderea la interogări bazate pe evidențe parțiale. Implementarea demonstrează cum poate fi utilizată inferența prin enumerare pentru calcularea probabilităților condiționate, oferind o bază solidă pentru aplicații practice.

**7. Bibliografie**

* "Inteligență artificială – Laborator 11"
* Wikipedia: <https://ro.wikipedia.org/wiki/Teorema_lui_Bayes>
* GitHub: <https://github.com/buggi22/bayes>