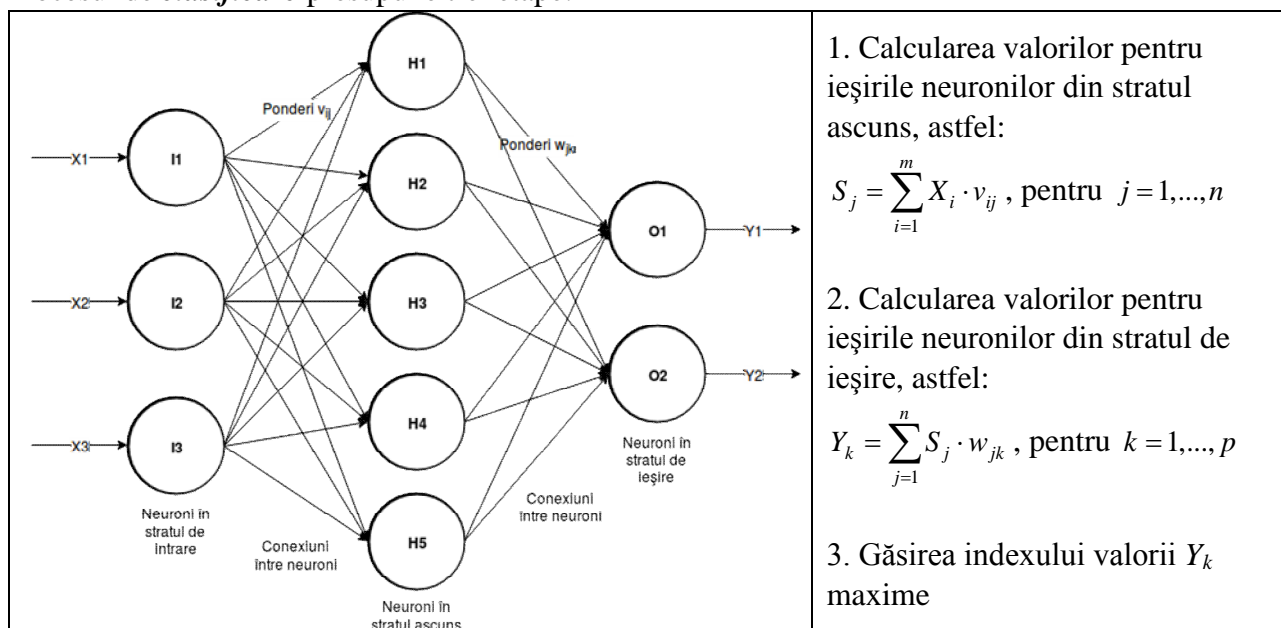


## Problema 9-E4 – Rețele neurale

O rețea neurală este un clasificator foarte des utilizat în rezolvarea diverselor sarcini din domeniul Inteligenței Artificiale. Cele mai simple rețele neurale au un strat de intrare cu  $m$  neuroni, un singur strat „ascuns” (intermediar) cu  $n$  neuroni și un strat de ieșire cu  $p$  neuroni (ca în figură). În procesul de *antrenare* se utilizează o bază de date adnotată pentru a determina ponderile  $v_{ij}$  și  $w_{jk}$ , ce interconectează neuronii din stratul de intrare (aceștia nu efectuează nicio prelucrare!), cel ascuns și cel de ieșire ( $v_{ij}$  – ponderea conexiunii  $I_i - H_j$ , iar  $w_{jk}$  – ponderea conexiunii  $H_j - O_k$ ). În procesul de *clasificare*, pentru un vector de parametri de intrare  $X_i$  se obțin valorile  $Y_k$  reprezentând probabilitățile ca vectorul de parametri de intrare să corespundă clasei 1, 2, ...,  $p$ .

Procesul de **clasificare** presupune trei etape:



### Cerință

În condițiile în care rețeaua neurală este deja antrenată (cu alte cuvinte, se cunosc ponderile), stabiliți cărei clase  $k$  îi corespunde vectorul de parametri introdus la intrare.

### Date de intrare

Se vor citi de la tastatură (fluxul *stdin*) următoarele date:

- trei numere întregi  $m$ ,  $n$ ,  $p$  separate prin spațiu, reprezentând  $m$  – numărul de neuroni din stratul de intrare,  $n$  – numărul de neuroni din stratul ascuns,  $p$  – numărul de neuroni din stratul de ieșire;
- ponderile  $v_{ij}$  sub forma unei matrice de numere întregi cu  $m$  linii și  $n$  coloane, separate prin spațiu;
- ponderile  $w_{jk}$  sub forma unei matrice de numere întregi cu  $n$  linii și  $p$  coloane, separate prin spațiu;
- vectorul de parametri de intrare  $X_i$  sub forma unui șir de  $m$  numere întregi separate prin spațiu.

Toate liniile conținând date de intrare sunt finalizate cu caracterul *newline* (tasta *Enter*).

### Date de ieșire

Programul va afișa pe ecran (stream-ul standard de ieșire) un număr întreg reprezentând indexul clasei căreia îi corespunde vectorul de parametri de intrare (clasa pentru care s-a obținut  $Y_k$  maxim).  
**Atenție:** numerotarea claselor începe de la 1, deci cel mai mic index este 1, nu 0!

**ATENȚIE** la respectarea cerinței problemei: afișarea rezultatelor trebuie făcută **EXACT** în modul în care a fost indicat! Cu alte cuvinte, pe stream-ul standard de ieșire nu se va afișa nimic în plus față de cerința problemei; ca urmare a evaluării automate, orice caracter suplimentar afișat, sau o afișare diferită de cea indicată, duc la un rezultat eronat și prin urmare la obținerea calificativului „Respins”.

## Restricții și precizări

1. Numerele  $m, n, p$  sunt numere întregi în intervalul  $[2; 10]$ .
2. Elementele tablourilor  $v_{ij}, w_{jk}$  și  $X_i$  sunt numere întregi în intervalul  $[-128; +127]$ .
3. **Atenție:** În funcție de limbajul de programare ales, fișierul ce conține codul trebuie să aibă una din extensiile .c, .cpp, .java, sau .m. Editorul web **nu va adăuga automat** aceste extensii și lipsa lor duce la imposibilitatea de compilare a programului!
4. **Atenție:** Fișierul sursă trebuie numit de candidat sub forma: <nume>.<ext> unde nume este numele de familie al candidatului și extensia este cea aleasă conform punctului anterior. Atenție la restricțiile impuse de limbajul Java legate de numele clasei și numele fișierului!

## Exemplu

Intrare
3 5 2 1 -2 3 4 5 8 5 -3 1 1 7 6 4 -2 0 4 1 2 9 7 2 1 1 2 8 4 5 6
Ieșire
2
Explicație:
Pentru neuronul $H_1$ (vezi figură), ieșirea este $S_1 = 4*1 + 5*8 + 6*7 = 86$ Pentru neuronul $H_2$ (vezi figură), ieșirea este $S_2 = 4*(-2) + 5*5 + 6*6 = 53$ Pentru neuronul $H_3$ (vezi figură), ieșirea este $S_3 = 4*3 + 5*(-3) + 6*4 = 21$ Pentru neuronul $H_4$ (vezi figură), ieșirea este $S_4 = 4*4 + 5*1 + 6*(-2) = 9$ Pentru neuronul $H_5$ (vezi figură), ieșirea este $S_5 = 4*5 + 5*1 + 6*0 = 25$ Pentru neuronul $O_1$ (vezi figură), ieșirea este $Y_1 = S_1*4 + S_2*2 + S_3*7 + S_4*1 + S_5*2 = 656$ Pentru neuronul $O_2$ (vezi figură), ieșirea este $Y_2 = S_1*1 + S_2*9 + S_3*2 + S_4*1 + S_5*8 = 814$

**Timp de lucru: 120 de minute**