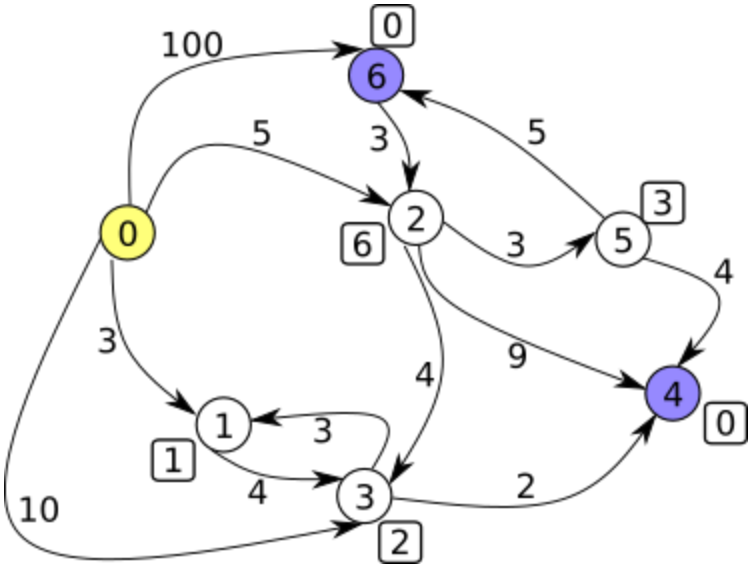
Laborator 3. Taskuri.

1) **Pregătirea contextului pentru algoritmul A*.**
   - Preluați clasele Nod și Graf implementate în laboratoarele anterioare.
   - Modificați clasa Nod astfel încât constructorul să primească parametrii g și h și să creeze proprietățile clasei cu aceeași valoare și același nume. Valorile implicite pentru g și h în antetul constructorului vor fi ambele 0. Constructorul va calcula și proprietatea f a instanței nod ca sumă a parametrilor g și h
   - Modificați clasa Graf astfel încât să primească o reprezentare a grafului cu muchii ponderate. Vom presupune că ponderile sunt toate nenule, iar 0 înseamnă că nu există muchie/arc. Puteți folosi una dintre variantele următoare:
     - Matrice de ponderi pe muchii/arce.
     - Listă de vecini cu costuri. Pentru fiecare nod n se va memora o listă de tupluri în care prima valoare e informația vecinului și a doua valoare e costul de la nodul n la acel vecin
     - Listă de noduri și muchii cu costuri. Dacă nodurile sunt numerotate de la 0 la N-1 (unde N e numărul de noduri) atunci e suficientă lista de muchii. Fiecare muchie/arc va fi reprezentată printr-un tuplu: (n1, n2, cost) unde n1 și n2 sunt cele două noduri pentru care am reprezentat legătura iar al treilea parametru e costul asociat legăturii.
   - Modificați clasa Graf astfel încât să primească o listă de estimări. Fiecare valoare din listă va corespunde unui nod din graf și va estima (în mod admisibil) costul de la nodul corespunzător la scop (admisibil = valoarea să fie mai mică sau egală cu costul drumului cel mai ieftin de la nodul respectiv la oricare dintre nodurile scop).
   - Scrieți datele grafului de mai jos folosind modul de reprezentare ales. Estimarea pentru fiecare nod se găsește în pătrățelul vecin cu nodul. Nodul start e galben și scopurile sunt mov.



- Modificați 3 valori în listă astfel încât estimarea să își păstreze proprietatea de admisibilitate. Scrieți într-un comentariu o altă listă în care una dintre estimări să nu fie admisibilă.
- Adăugați metoda estimeaza_h(nod) (sau estimeaza_h(infoNod)) care primește un nod (sau o informatie de nod) și returnează estimarea corespunzătoare informației lui.
- Modificați funcția succesori din clasa Graf (implementată în primul laborator) astfel încât să calculeze pentru noii succesori și proprietățile g, h, f.

2) Implementați un algoritm bazat pe ideea algoritmului A* care returnează soluții multiple, ordonate crescător după cost. Acest algoritm va returna primele NSOL soluții în ordinea costului, unde NSOL e citit de la tastatură. Acest algoritm diferă un pic față de algoritmul predat la curs, prin faptul că nu mai folosește lista closed iar în lista open pot exista mai multe noduri cu aceeași informație dar cu istoric diferit. **Taskuri de implementare**:

- Creați o funcție aStarSolMultiple(graf, nsol), unde graf e o instanță a clasei graf și nsol e numărul de soluții de afișat. Pentru a ordona drumurile expandate după cost vom folosi o coadă de priorități. **O vom simula printr-o listă** (pentru cine vrea să lucreze cu PriorityQueue, vezi exercițiul 3). Adăugăm nodul start în listă.
  Repetitiv, cât timp coada nu e vidă facem următorii pași:
  - Extragem primul nod din coadă. Vom numi acest nod nodul curent.
  - Verificăm dacă nodul curent e scop, caz în care afișăm drumul soluție până la el și costul (total al) acestui drum. Actualizăm numărul de soluții rămase de afișat. Dacă nu mai avem soluții de afișat, terminăm.

    - Calculăm succesorii nodului curent și îi adăugăm în coadă, astfel încât coada să rămână ordonată după cost (măsura f). Pentru valori f egale, elemente din listă se ordonează descrescător după g. Având în vedere că elementele sunt în ordine crescătoare a costului drumului, aplicați un algoritm eficient (de exemplu, căutare binară) pentru introducerea succesorilor în coadă.
- Apelați metoda aStarSolMultiple() pe graful definit în exercițiul de mai sus, folosind clasele Graf și Nod.

3) Implementați algoritmul de mai sus, bazat pe A*, dar cu soluții multiple, folosind o structură de tip Priority Queue. Atenție, e nevoie să implementați operatorii __eq__ și __le__ pentru clasa Nod. Măsurați cu cProfile sau cu funcția time() din modulul time timpul de execuție pentru implementarea cu coada de priorități ca listă și coada de priorități implementată cu PriorityQueue. Scrieți într-un comentariu timpii și precizați care implementare e mai rapidă.

4) Implementați algoritmul A* pentru a obține drumul de cost minim pentru graful problemei din curs sau din laborator (folosit la exercitiul 2), folosind listele open si closed și urmând pseudocodul algoritmului. Algoritmul va fi implementat în funcția a_star(graf)

5) Folosind implementarea problemei canibalilor și misionarilor de la laboratorul anterior, rezolvați problema folosind A* urmând cerințele:

- Folosiți clasele Nod și Graf modificate astfel încât să trateze și costul
- Considerați costul pe orice mutare ca fiind 1
- Implementați funcția estimeaza_h() corespunzătoare problemei, funcția trebuind să returneze o estimație admisibilă pentru fiecare nod.

6) Implementați algoritmul A* folosind structuri eficiente:

- Folosiți heapq pentru coada open. Evităm să folosim clasa PriorityQueue, deoarece avem nevoie să ștergem elemente și după alte criterii decât prioritatea. Cu heapq avem acces la lista pe care se bazează heap-ul.
- Folosiți un dicționar în locul listei closed, în care cheile sunt informațiile nodurilor și valorile sunt chiar nodurile.
- Măsurați cu cProfile sau cu funcția time() din modulul time timpul de execuție pentru implementarea cu open și closed ca liste, respectiv open și closed ca structuri eficiente. Scrieți într-un comentariu timpii și precizați care implementare e mai rapidă.

7) Modificați algoritmul A* cu soluții multiple (de la al 2-lea sau al 3-lea exercițiu) astfel încât în cazul unor drumuri de cost egal să returneze aceste drumuri în ordinea numărului lor de muchii.