TIPE 2024

Apprendre à une intelligence artificielle à jouer à Snake en utilisant un algorithme génétique

Marilou Bernard de Courville

Lycée Charlemagne

16 octobre 2023

Introduction

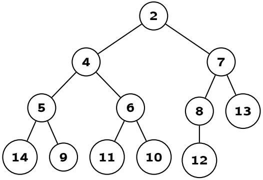
Problématique et pertinence au regard du thème de l'année

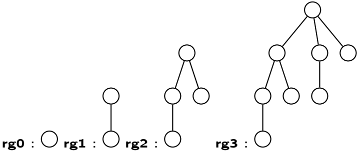
- **Le jeu de Snake :** piloter un serpent dans le but de manger des pommes, sans rentrer dans les murs ni se replier sur soi-même.
- **Objectif :** mettre en place une intelligence artificielle pouvant jouer au jeu de Snake.
- **Le moyen d'y parvenir :** utiliser un algorithme génétique, qui s'inspire de l'évolution naturelle.
-

Trajet le plus court en métro - modélisation

Modèles de données utilisés (types)

- Un tas est une représentation organisée en arbre des stations en fonction d'une priorité (distance du chemin).
- Représentation en tas (heap) efficace en complexité pour accéder au nœud de priorité minimum et mettre à jour les priorités.
- Trois structures étudiées : tas non modifiables (*immutable heaps*), tas modifiables, et tarbres (*treap*).
- Programmes réalisés en OCaml utilisent seulement le module `Hashtbl` de la bibliothèque standard pour manipuler les tas.





2	4	7	5	6	8	13	14	9	11	10	12

Élément	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Position	0	1	3	4	2	5	8	10	9	11	6	7

Trajet le plus court en métro - algorithme

Algorithme de Dijkstra et influence des structures de données sur la complexité

Require: Un graphe $G = (V, A)$, V sommets, A arêtes
Require: Un noeud source s
Ensure: d tableau des plus court chemins de s vers $v \in V$

for all $v \in V[G]$ **do**
  $d[v] \leftarrow +\infty$, $\text{père}[v] \leftarrow \text{None}$
end for
$d[s] \leftarrow 0$, $S \leftarrow \emptyset$, $Q \leftarrow V[G]$
while $Q \neq \emptyset$ **do**
  $u \leftarrow \text{Extrait}_{\text{Min}}(Q)$
  $S \leftarrow S \cup \{u\}$
  for all arête (u, v) d'origine u **do**
    if $d[u] + w(u, v) < d[v]$ **then**
      $d[v] \leftarrow d[u] + w(u, v)$,
$\text{père}[v] := u$
    end if
  end for
end while

Table – Dijkstra : complexité (opérations)

Implantation	Complexity
Naif	$\mathcal{O}\left(V^2 + A\right)$
Tas	$\mathcal{O}\left((V + A)\log V\right)$

Plus compliqué : plus petit chemin passant par toutes les lignes du métro

Étude de la résolution à l'aide d'un solveur linéaire

- Sujet traité par Florian Sikora [7] par étude de graphe coloré pour le réseau du métro ;
- Sommet : station, arête : trajet entre deux stations connexes, arête colorée par la couleur de la ligne reliant les stations
- Problème du "Generalised directed rural postman" [2] ;
- Problème NP-difficile : pas de solution en temps polynomial [6] ;
- Résolution requiert l'utilisation d'un solveur linéaire (CPLEX d'IBM) pour "integer linear programming" (ILP) [9] ;
- Fait intervenir une matrice de contraintes (MIP) de `1270x1847, 6999 coeffs non nuls.`

Formalisation du problème : variables

- Ensemble V des sommets, A des arêtes, C des couleurs. $(u, v) \in V^2$, $u \xrightarrow[l \in C]{} v \in A$.
- $x_{u,v,l} \in \{0, 1\}$: variable binaire pour chaque arc $u \xrightarrow[l]{} v$ (sur ligne l), avec $x = 1$ si l'arc est considéré, $x = 0$ sinon.
- $w_{u,v,l} \in \mathbb{N}$: est le temps pour parcourir l'arête $u \xrightarrow[l]{} v$
- $(u, v) \in V^2, f_{u,v,l}, y_v \in \mathbb{N}$ sont les flots des arcs/sommets : positifs si l'arc/sommet est sur le chemin considéré.
- s, t sont les points de départ/arrivée fictifs (temps nul pour rejoindre tout sommet).
- $\forall((u, v, l_1), (v, w, l_2)) \in A^2, z_{u,v,w,l_1,l_2} \in \{0, 1\}$ indique si deux arêtes sont utilisées consécutivement $u \xrightarrow[l_1]{} v \xrightarrow[l_2]{} w$.

Conclusion

- Deux problématiques urbaines traitées :
  - optimisation d'un trajet en métro
  - parcours touristique efficace d'une ville en empruntant différents types de chemins
- Pertinence de la modélisation des problèmes urbains par des graphes pour les résoudre.
- Application de la recherche opérationnelle pour trouver une solution.
  - Optimisation fait intervenir un grand nombre de contraintes résultant en des problèmes combinatoires complexes sans solution analytique.
  - Importance du choix des algorithmes et structures de données pour obtenir des solutions pratiques efficaces.