Rapport de soutenance 1

Visualizer d'algorithme

Victor Tang B1
Sacha Layani B1
Olivier Bensemhoun B1
Jayson Vanmarcke B1

27 Février 2024

Sommaire

1 Introduction

Bonjour et bienvenue dans ce premier rapport de soutenance.

Nous allons vous présenter l'avancement concernant notre projet qui s'intitule : Visualizer d'algorithme.

Le but est de vous exposer clairement et simplement les buts que nous nous sommes fixés dans le cahier des charges, la confirmation du calendrier, les responsabilités individuelles ainsi que les impressions collectives et personnelles.

Pour rappel, notre visualizer va comparer « visuellement » différents algorithmes classiques tels que BFS, Dijkstra, A*, ...

Nous sommes quatre à constituer ce groupe qui s'intitule « Les Alchiminstes » . Nous allons vous présenter ce projet et espérons que vous l'apprécierez ainsi que le travail commun déployé afin d'y parvenir et satisfaire vos attentes.

En ce qui concerne l'avancement du projet, nous sommes dans le délai demandé et sommes fières de ne constater aucun retard.

2 Description du projet

2.1 Idée du Projet

Pour commencer, nous avions pour première idée commune de réaliser un projet sur les blockchains. Le choix de ce thème fut très rapide. Toutefois, après concertation, cette idée a engendré de nombreux débats au sein du groupe car à l'unanimité, nous sommes arrivés au constat que les blockchains étaient un sujet très vaste voir trop vaste pour deux d'entres nous. Mais, nous décidons de garder cette idée qui fera partie des deux retenues pour les présenter à notre professeur.

Dans un second temps, nous avons cherché et étudié d'autres thèmes pour finalement s'être entendu sur un sujet particulièrement intéressant : le visualizer d'algorithmes. Lors de nos recherches, nous avons été attirés par un site qui mettait en relief le processus du vizualizer d'algorithmes et voulions d'un commun accord le présenter comme second sujet.

Finalement, notre professeur Mr Boulay, a donné son accord pour le vizualizer d'algorithmes qui avait captivé tous les membres de notre groupe lors de sa découverte durant la phase de recherches.

2.2 Description & Etat de l'art du projet

Dans notre groupe, nous réalisons presque chaque jour des projets informatiques, qu'ils soient personnels ou scolaires. Le problème est que nous appliquons soit des concepts vus en cours, soit des notions découvertes grâce à nos propres recherches. En principe, c'est une approche correcte, mais il manque un élément essentiel : un visualizer d'algorithmes. En effet, ce dernier serait utile pour comprendre parfaitement le fonctionnement de la théorie algorithmique.

Ainsi, l'objectif de ce projet sera de créer un visualizer d'algorithmes permettant d'observer l'exécution des algorithmes de base.

2.3 Outils de Visualisation d'Algorithmes Existant

Actuellement, plusieurs outils de visualisation d'algorithmes sont déjà disponibles, se déclinant sous diverses formes :

— Les IDE de JetBrains, tels que PyCharm pour Python, intègrent des fonctionnalités de débogage avancées. Ils permettent de suivre l'exécution du code étape par étape, d'inspecter les variables, et de détecter les erreurs efficacement.

— Les sites web, comme Python Tutor, offrent une visualisation en ligne des programmes Python, Java, JavaScript, C, ou encore le C++. Ces sites permettent de suivre l'exécution du code Python étape par étape.

— D'autres sites, tels que Pathfinding-Visualizer, permettent, comme son nom l'indique, de visualiser des algorithmes de recherche de chemins, comme l'algorithme A*. Ils offrent aux utilisateurs la possibilité de créer des grilles, d'ajouter des obstacles, et de visualiser comment l'algorithme trouve le chemin optimal.

2.4 Choix Technologiques et Architecture du projet

Afin de réaliser ce projet, nous avons besoin d'utiliser le langage de programmation Rust, qui est un langage de programmation novateur reprenant certains points C vus au S3 ou encore du C# vus au S2 et même du Ocaml abordé en cours lors du S1.

Pour la réalisation de ce projet, nous avons tout d'abord décidé qu'il fallait trouver une configuration qui soit valide aussi bien aujourd'hui que demain. Ainsi, lorsque nous établirons des liens entre les algorithmes et l'interface graphique, cela sera moins compliqué que s'il y avait plusieurs fichiers cargo.toml.

2.5 Implémentation des Algorithmes

Dans le cadre de ce projet, nous avons décidé d'implémenter des algorithmes relevant du domaine du *Path Finding,Recherche*, englobant des opérations de recherche, d'insertion et de suppression. La liste des algorithmes que nous avons choisi d'implémenter comprend :

- Algorithmes de Dijkstra
- Algorithme A* Search
- BFS (*Breadth-First Search*), DFS (*Depth-First Search*), insertion et suppression (arbre binaire)
- BFS, DFS (graph)
- Algorithme Floyd-Warshall
- Algorithme glouton de recherche Best-First
- Algorithme de Ford-Bellman
- Algorithme des arbres couvrants minimum (*Minimum Spanning Trees*)
- Insertion sort
- Merge sort
- Counting sort

Cette sélection d'algorithmes couvre une variété de domaines et de fonctionnalités, contribuant ainsi à la diversité et à la richesse de notre projet.

3 Ressenti

3.1 Jayson Vanmarcke

Une fois notre sujet accepté et validé, j'étais enthousiaste à l'idée de commencer ce projet car je le trouve très intéressant. Je voulais coder nos différents algorithmes préférés en Rust afin d'étudier et de découvrir les différentes fonctionnalités de Rust mais aussi de notre Visualizer. Ce projet nous apporte une multitude de notions notamment en Rust comme les génériques par exemple ou encore les traits. Cela nous permet de nous familiariser avec cet environnement et de découvrir tous les secrets de ce langage de programmation particulièrement prisé des développeurs et passionnant. Hâte de poursuivre ce projet qui me passionne, attise ma curiosité et qui évolue de jours en jours.

3.2 Olivier Bensemhoun

J'ai trouvé la réalisation de cette première partie particulièrement stimulante. Cette partie m'a permis de réfléchir et de comprendre comment fonctionnent ces différents algorithmes.

3.3 Sacha Layani

La réalisation d'un outil permettant de visualiser des algorithmes est un projet que je voulais réaliser depuis un certain temps. Cependant, la crainte de ne pas réussir en raison d'un manque de connaissances ou d'un surplus de tâches impossibles à réaliser seul, m'avait jusqu'ici empêché de concrétiser ce projet. Néanmoins, pour ce projet du semestre 4, j'ai décidé de relever le défi. Étant donné que je n'étais pas seul, j'ai pensé que c'était le moment idéal réaliser ce projet. Et je dois avouer que je ne regrette pas ma décision, pour plusieurs raisons. Tout d'abord, je me rends compte que je me suis sous-estimé. L'école m'a fourni les ressources nécessaires pour réaliser ce type de projet, et surtout, j'ai eu la chance de travailler avec un groupe extrêmement soudé. En effet, nous nous connaissons depuis l'année dernière, et pour certains d'entre nous étions déjà dans le même groupe de projet lors du semestre 2, d'où le nom du groupe "les Alchimistes". Nous aspirons à perpétuer cette épopée, grâce à l'investissement de chacun qui nous permet d'avancer efficacement et de nous entraider en cas de problème.

3.4 Victor Tang

Je trouve que le sujet est très passionnant. J'ai été responsable plusieurs fois pour le visuel d'une application. Faire l'application de A à Z est un vrai défi qui me donne envie de bien faire même si la documentation de GTK est faible et contient peu d'exemples.

4 Organisation et répartition des tâches

4.1 Organisation du travail et répartition des tâches

Tâches	Victor Tang	Jayson Vanmarcke	Olivier Benshemoun	Sacha Layani
Algorithmes Dijkstra's		Responsable		
Algorithmes A* Search				Responsable
BFS,DFS, insertion et suppression (arbre binaire)				Responsable
BFS,DFS (graph)		Responsable		
Algorithme Floyd-Warshall				Responsable
Algorithme glouton de recherche Best-First			Responsable	
Algorithme de Ford-Bellman			Responsable	
Algorithme Spanning Trees minimum			Responsable	
Insertion sort	Responsable			
Merge sort			Responsable	
Counting sort		Responsable		
Interface graphique	Responsable			
Site Web		Responsable		Responsable

4.2 Répartition du travail dans le temps

Légende : += Ebauche, ++= Avancé, +++= Terminés

Tâches	Soutenance 1	Soutenance 2	Soutenance 3
Algorithmes Dijkstra's	+	++	+++
Algorithmes A* Search	+	++	+++
BFS,DFS, insertion et suppression (arbre binaire)	++	+++	+++
BFS,DFS (graph)	++	+++	+++
Algorithme Floyd-Warshall	+	++	+++
Algorithme glouton de recherche Best-First	+	++	+++
Algorithme de Ford-Bellman	+	++	+++
Algorithme Spanning Trees minimum	+	++	+++
Insertion sort	++	+++	+++
Merge sort	++	+++	+++
Counting sort	+	++	+++
Interface graphique	+	++	+++
Site Web		++	+++

5 Explication détaillée des tâches

5.1 Algorithme Dijkstra's

L'algorithme de Dijkstra est un algorithme de recherche de chemin le plus court dans un graphe, c'est-à-dire un réseau de nœuds connectés par des arêtes ayant des poids ou des coûts associés. L'algorithme détermine le chemin le plus court entre un nœud de départ et tous les autres nœuds du graphe.

Cet algorithme est aussi surnommé algorithme glouton ou vorace car il utilise une approche gloutonne pour trouver le chemin optimal. Initialement, il attribue une distance infinie à tous les nœuds sauf au nœud de départ qui a une distance de 0. Puis, l'algorithme sélectionne le nœud non visité avec la distance la plus faible, appelé le « nœud courant » à chaque répétition. Il met à jour les distances des nœuds voisins en les comparants à la distance actuelle du nœud courant, plus le poids de l'arête les reliant. Si la nouvelle distance est plus petite, elle est mise à jour. L'algorithme répète ce processus jusqu'à ce que tous les nœuds aient été visités ou que la distance minimale vers le nœud d'arrivée soit trouvée.

L'algorithme de Dijkstra assure de trouver le chemin le plus court dans un graphe sans arêtes de poids négatif, mais peut ne fonctionner correctement si de tels poids sont présents. Son utilisation est très répandue dans les applications de routage, dans les réseaux de télécommunications, la planification de trajets dans les systèmes de transports et d'autres domaines où la recherche de chemins optimaux est incontournable.

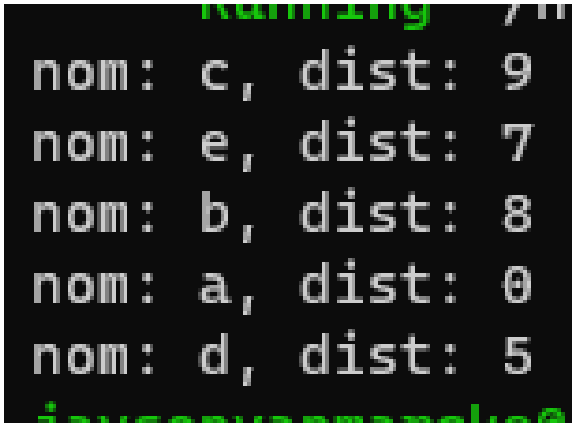
Afin de coder cet algorithme, il me fallait plusieurs informations. Tout d'abord, débutant le Rust, je n'ai aucune notion pour traiter et implémenter des graphs. Après de longues recherches et de compréhension, j'ai regardé le mimo (vidéo) sur l'algorithme de Dijsktra afin de comprendre son fonctionnement puis, j'ai étudié la fiche synthèse et la procédure donnée pour m'aider à coder cet algorithme. Une fois tous ces éléments en ma possession, je pouvais enfin coder mon algorithme. Ensuite, vient le codage de la fonction. Pour le codage, je me suis appuyé sur le mimo d'algorithmique S4 sur Dijkstra notamment du pseudo code pour écrire ma fonction. Cela m'a beaucoup aidé pour compléter la fonction.

L'initialisation de la fonction n'est pas très complexe : tout d'abord, elle prend en paramètre une source à partir d'un sommet. Ceci est mon point de départ pour trouver le plus court chemin. Ensuite, je mets en paramètre la liste d'adjacence du graph puis un vecteur comprenant les sommets.

Je commence à remplir la pile binaire avec les sommets qui ont la plus petite distance qui sont placés en premier. Puis, nous visitons les sommets qui ont les plus petites distances en premier. Par conséquent, comme nous l'avons mentionné dans le cahier des charges, l'algorithme Dijsktra se rapproche fortement de l'algorithme glouton (greedy en anglais). Pour réaliser cela, nous utilisons les méthodes pop, get et set, permettant de savoir quelles sont les plus petites distances ainsi que les coûts. Dès lors, on remarque que lorsque l'on modifie la distance d'un sommet, la pile binaire ne change pas, ce qui est très contrariant. Par conséquent, je décide de créer une nouvelle pile avec le bon ordre.

Après avoir réalisé la fonction, elle est accompagnée d'une fonction main permettant de tester le code et déduire le chemin le plus court en fonction des coûts pour accéder à cette distance.

A la fin du parcours, mon programme me renvoie les différents noms de sommets ainsi que sa distance par rapport à la racine, facilement identifiable puisque sa distance de lui à lui-même est de 0. Nous retrouvons ainsi le plus court chemin de la source (distance à 0) et du nœud correspondant.



Concernant l'évolution de cette tâche, il n'y a pas de retard. Il y a même une avncée car nous avons un algorithme fonctionnel et démontré sur le terminal lors de notre première soutenance.

5.2 Algorithme A* Search

L'algorithme A* est utilisé pour trouver un chemin entre un nœud initial et un nœud final. Il repose sur une évaluation approximative de chaque nœud afin d'estimer le chemin optimal, puis explore les nœuds en suivant cette estimation. Cet algorithme est simple, ne nécessite pas de préparation préalable et limite l'utilisation de la mémoire.

L'algorithme A* est considéré comme le plus rapide pour trouver le chemin le plus court, surpassant l'algorithme de Dijkstra. En d'autres termes, intégrer cet algorithme dans notre projet serait une excellente manière de comparer le temps de traitement et le raisonnement entre l'algorithme A* et l'algorithme de Dijkstra.

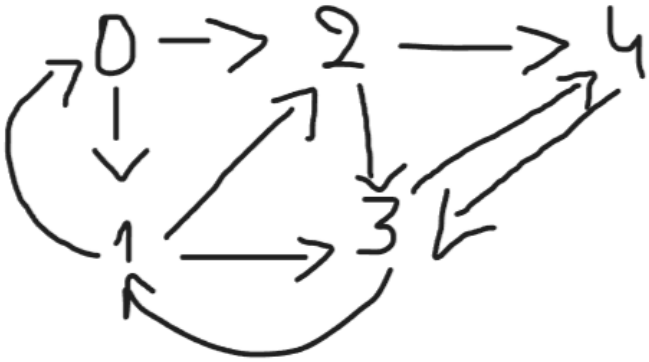
Étant donné que l'algorithme de recherche A* n'était pas abordé au cours de ma scolarité, j'ai dû me renseigner sur son fonctionnement. J'ai commencé par explorer plusieurs sites internet universitaires pour comprendre la théorie derrière cet algorithme. Malheureusement, la plupart de ces sites semblaient être conçus pour des étudiants déjà familiarisés avec le sujet, ce qui m'a laissé dans le flou puisque je n'avais jamais été exposé à ce concept auparavant.

J'ai alors eu l'idée de me tourner vers des vidéos explicatives, qui ont souvent l'avantage d'être plus claires et détaillées. Cette démarche s'est avérée fructueuse, car une vidéo en particulier, que j'ai dû visionner à plusieurs reprises, m'a permis de comprendre le fonctionnement de cet algorithme.

Tout d'abord, on commence par initialiser deux listes. La première est la liste des sommets à visiter (open_liste), et la deuxième est la liste des sommets déjà visités (closed_list). Ensuite, nous entamons le parcours du graphe. À chaque sommet, on calcule un "score" avec la formule suivante : score = coût déjà parcouru jusqu'à cet endroit + estimation du coût restant jusqu'à la destination. Une fois que les scores ont été calculés, on choisit le chemin le plus optimiste, celui ayant le coût le plus bas. Ainsi, notre algorithme continue à calculer et sélectionner les endroits jusqu'à ce qu'il atteigne sa destination ou qu'il n'y ait plus d'endroits à visiter.

En résumé, l'algorithme A* utilise une combinaison de la distance déjà parcourue et d'une estimation de la distance restante pour guider ses choix et trouver le meilleur chemin vers sa destination.

Voici un exemple :



Ce schéma représente un graphe. À présent, l'objectif est de le convertir en une liste d'adjacence.

Pour cela, nous utilisons la méthode suivante :

```rust
fn main() {
    let _g: Graph = Graph::new( key: 0,  adjlists: vec![vec![0, 1, 1, 0, 0],
                                        vec![1, 0, 1, 1, 0],
                                        vec![0, 0, 0, 1, 1],
                                        vec![0, 1, 0, 0, 1],
                                        vec![0, 0, 0, 1, 0]],  order: 5);
    let start : i32  = 0;
    let end : i32  = 4;
    let result : Vec<i32>  = a_algorithm(_g, start, end);
    println!("The shortest path from {} to {} is : {:?}", start, end, result);
}
```

Voici le contenu de la fonction main(), qui est le point d'entrée de notre programme et qui exécutera le code avec l'exemple graphique.
En observant, nous constatons que le graphe a été converti en une liste d'adjacence.

```
The shortest path from 0 to 4 is : [0, 2, 4]
```

Le résultat que j'obtiens est bien le chemin le plus cours, c'est à dire : 0 -> 2 -> 4.

Concernant l'avancement de cette partie, il ne s'agissait que d'une ébauche, mais finalement, nous disposons maintenant d'une partie avancée avec un code fonctionnel, qu'il ne restera plus qu'à intégrer dans l'interface graphique.

5.3 ABR (Arbres Binaire de Recherche)

Les arbres binaires de recherche sont une structure algorithmique étudiée au cours du semestre 2 à l'EPITA.

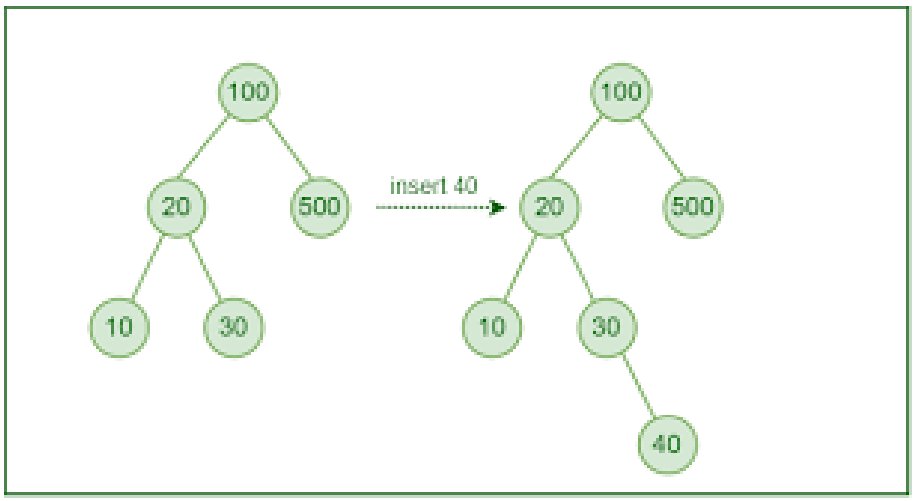
Ce qui a été le plus complexe n'a pas été les algorithmes en eux-mêmes, mais plutôt leur implémentation.

En effet, j'ai souhaité implémenter la même structure que celle étudiée en cours, à savoir :
- Une clé (key) pour chaque nœud
- Un tableau contenant les sous-arbres gauches (left)
- Un tableau contenant les sous-arbres droits (right)

Il est important de noter que Btree.left & Btree.right correspondent aux sous-arbres de la clé visitée.

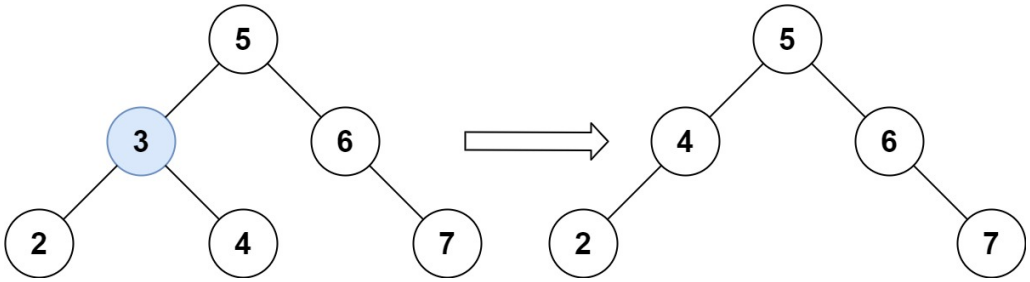
5.3.1 Insertion

L'objectif de l'insertion est d'ajouter un nœud à l'arbre binaire de recherche. Pour ce faire, on parcourt l'arbre de la manière suivante :
- Si le nœud que l'on souhaite insérer est inférieur ou égal au nœud actuel, on se dirige vers la partie gauche de l'arbre.
- Sinon, on se dirige vers la droite.
- Si l'un des sous-arbres que l'on souhaite accéder est vide, cela signifie que c'est à cet emplacement que l'on doit insérer le nouveau nœud.



5.3.2 Suppression

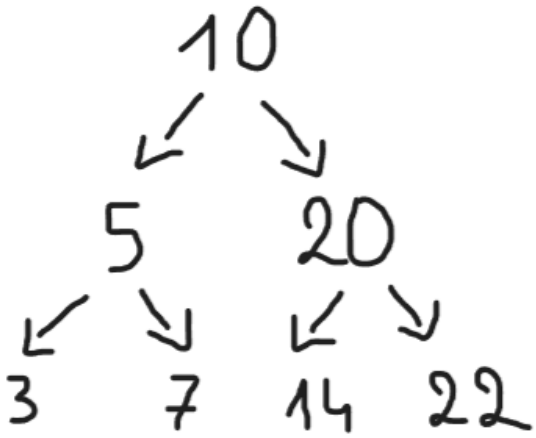
L'objectif de la suppression est de supprimer un nœud dans un arbre binaire de recherche. La différence entre l'insertion et la suppression réside dans le cas de l'élément que l'on souhaite supprimer :
- Si c'est une feuille : on applique le même principe que pour l'insertion dans le sens de la recherche du nœud.
- Si ce n'est pas une feuille : on recherche le nœud. Une fois trouvé et lorsqu'on constate que ce n'est pas une feuille, on cherche le maximum du sous-arbre gauche et on l'échange avec l'élément que l'on souhaite supprimer. Ensuite, on le supprime comme une feuille.



Voici un exemple d'execution :

```
Insert (node : 5) : 10 5
Insert (node : 20) : 10 5 20
Insert (node : 3) : 10 5 3 20
Insert (node : 7) : 10 5 3 7 20
Insert (node : 14) : 10 5 3 7 20 14
Insert (node : 22): 10 5 3 7 20 14 22
BFS : 10 5 20 3 7 14 22
Delete (node : 7) : 10 5 3 20 14 22
Delete (node : 20) : 10 5 3 14 22
BFS : 10 5 14 3 22
```

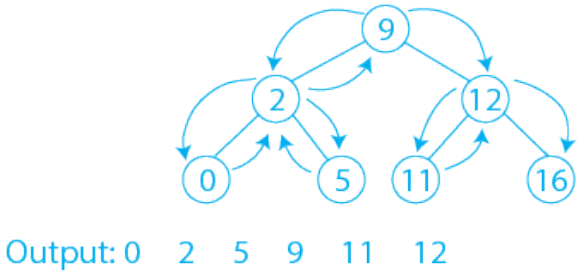
On constate bien qu'en suivant un parcours en profondeur (préfixe) du côté gauche principal (après l'insertion du nœud 22), l'arbre résultant est le suivant :



5.3.3 Parcours en profondeur

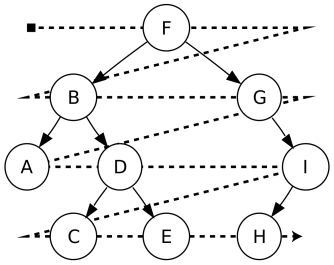
Pour afficher l'arbre après une insertion ou une suppression, nous avons actuellement la possibilité d'utiliser un parcours en largeur ou en profondeur.

Le parcours en profondeur consiste à lire chaque nœud en suivant une trajectoire du plus haut vers le plus bas, de gauche à droite. En d'autres termes, chaque nœud est noté dès sa première visite. Ce que je vous ai décrit correspond à ce que l'on appelle un parcours en profondeur de type préfixe. Il existe également d'autres types de parcours en profondeur : suffixe et infixe. Toutefois, dans un souci de simplicité pour l'utilisateur, nous souhaitons mettre en place uniquement la version préfixe.



5.3.4 Parcours en largeur

Le parcours en largeur est une méthode qui consiste à explorer chaque niveau de l'arbre de manière progressive, de gauche à droite. Pour mieux comprendre cette approche, imaginez-vous lire un texte en français : vous le parcourez de gauche à droite, ligne par ligne. De la même manière, lors du parcours en largeur, nous notons chaque nœud de gauche à droite, niveau par niveau, comme si nous parcourions l'arbre de manière horizontale et ordonnée.



Concernant l'avancement de cette partie, il s'agissait d'une partie dite avancée. Le code fonctionne correctement que ce soit pour l'insertion, la suppression, le parcours en profondeur (DFS) et le parcours en largeur (BFS). La prochaine étape est de l'intégrer dans l'interface graphique. Autrement dis, aucun retard sur cette partie.

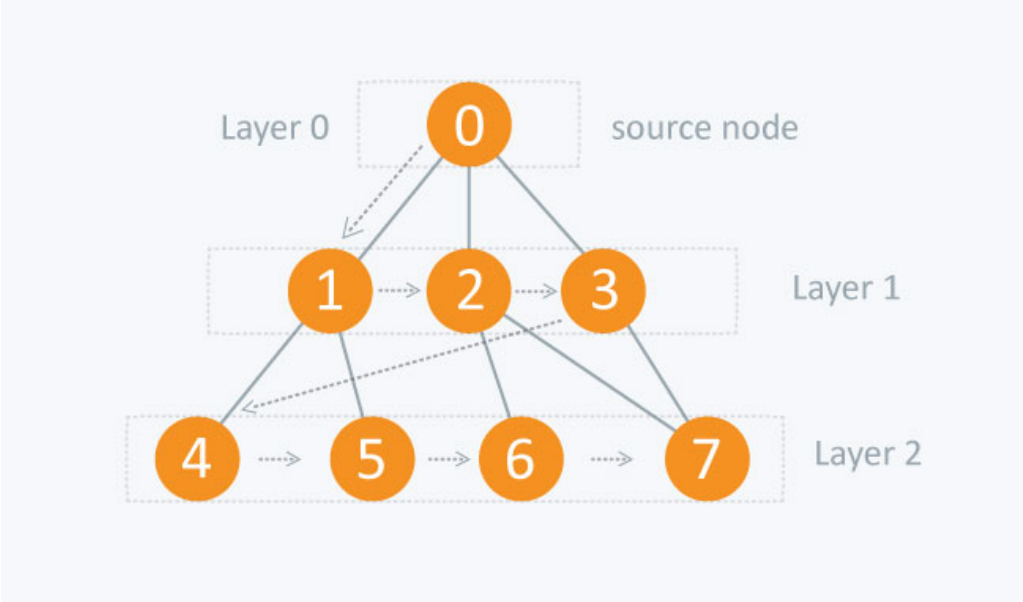
5.4 BFS,DFS (graph)

5.4.1 BFS

Le BFS est utilisé pour explorer de manière rapide, un graphe dans la largeur, niveau par niveau. Chaque itération augmentera la distance par rapport au nœud de départ. Son objectif est de déterminer rapidement s'il existe un chemin entre deux sommets. Il peut aussi définir le nombre de niveaux séparant deux sommets. Cet algorithme va ainsi explorer, niveau par niveau dans tous les chemins simultanément et non se concentrer chemin par chemin comme le DFS. Son fonctionnement se base sur une structure de données nommée « la queue ».

Afin de faire le parcours BFS, il fallait au préalable, se renseigner sur les méthodes disponibles. Fort heureusement, nous pouvons utiliser les queues comme en python grâce à la méthode suivante : VecDeqeque issue de la bibliothèque std : collections. Ensuite, il faut initialiser un graph pour utiliser le parcours. Le graph est une structure, comprenant des sommets et des arrêtes. J'ai utilisé une liste d'adjacence. Puis, j'ai une fonction addeges me permettant de tester ma fonction. Vient le codage du BFS.

Cette fonction prend deux paramètres : un graph et une source qui est la racine de notre graph. Comme en python, nous commençons par initialiser une queue et un vecteur. Dès lors, nous ajoutons dans notre queue la racine. A partir du moment où la queue n'est pas vide, on ajoute le sommet dans le vec final et on parcourt le graph en regardant si il possède des fils afin de les insérer (de gauche à droite) dans la queue. Et finalement, on reboucle jusqu'à parcourir le graph en entier. Dans l'ultime étape, nous retournons la liste de vecteurs, correspondant aux sommets parcourus en largeur.

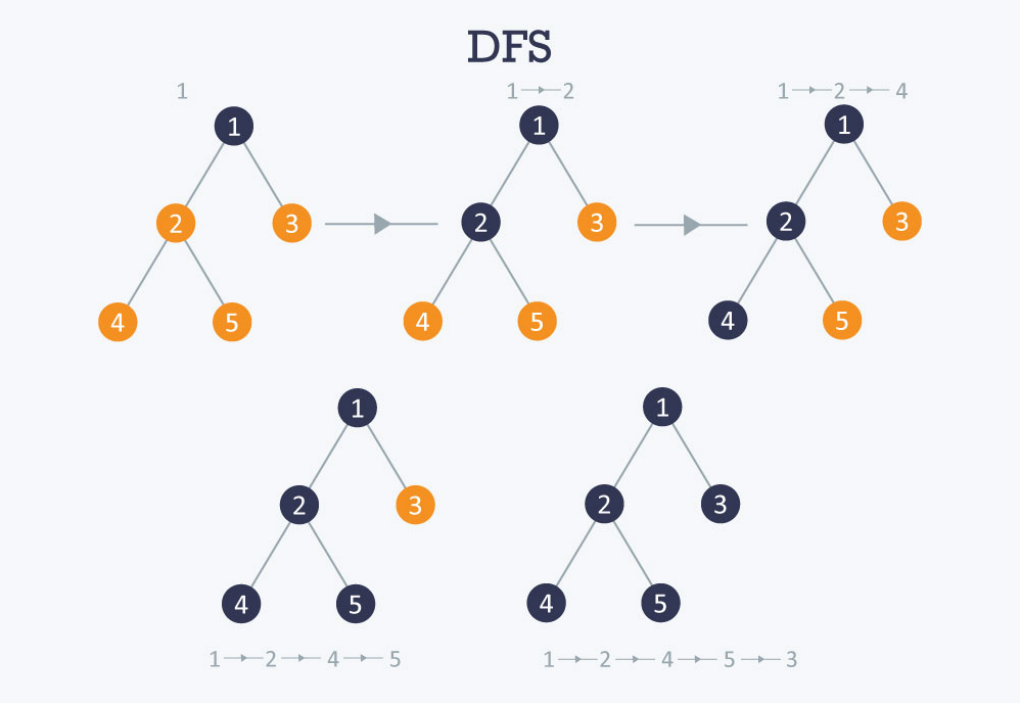


5.4.2 DFS

Le principe du DFS est d'établir du retour sur trace (backtracking) ou de faire des recherches complètes. Pour chaque chemin, il va explorer méticuleusement le chemin actuel. Puis, il va passer au chemin suivant pour être sûr d'avoir exploré toutes les possibilités de chaque chemin. Son fonctionnement se base sur une structure de données : la stack.

Afin de faire le parcours DFS, nous avons du nous renseigner sur les méthodes disponibles. Comme ce dernier n'a pas besoin de queue, son implémentation est plus simple. Il a fallu initialiser un graph pour utiliser le parcours. Le graph est une structure, comprenant des sommets et des arrêtes. J'ai utilisé une liste d'adjacence. Ensuite, j'ai une fonction addeges me permettant de tester ma fonction. Vient le codage du DFS.

Le DFS prend en paramètre un graph, une source et un Hashset permettant d'ajouter les sommets. Comme en python, on commence par insérer la source dans le Hashset. Puis, on initialise un vec contenant notre sommet source. Par la suite, nous regardons les fils possédés par notre racine source et dans le cas ou le Hashset ne contient pas ses fils, nous l'ajoutons dans le vec via une récursivité du fils et du Hashset. Pour finir, je retourne le vec, contenant tous les sommets du graph, parcouru en profondeur.



Concernant l'évolution de cette tâche, il n'y a pas de retard et lors de la prochaine soutenance, ces 2 algorithmes seront présents dans l'interface graphique.

5.5 Algorithme Floyd-Warshall

L'algorithme de Floyd-Warshall est un algorithme que nous avons étudié dans le cadre du cours d'algorithmes du semestre 4, portant sur les graphes.

Cet algorithme est utilisé pour déterminer les distances des plus courts chemins entre tous les sommets d'un graphe orienté."

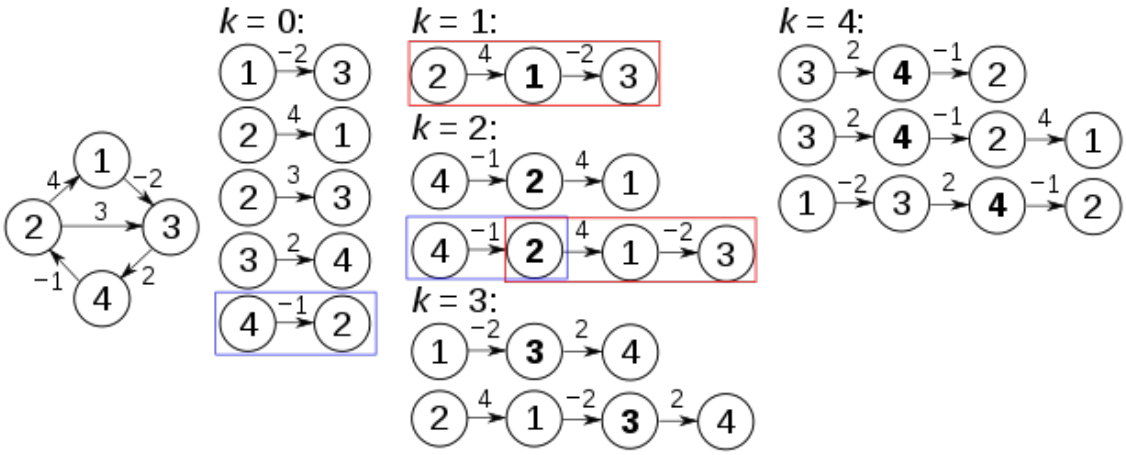
Maintenant, je vais vous expliquer brièvement le fonctionnement de l'algorithme de Floyd-Warshall :

L'algorithme de Floyd-Warshall est utilisé pour trouver les chemins les plus courts entre tous les paires de sommets dans un graphe pondéré, même s'il contient des arêtes de poids négatif, mais sans cycle de poids négatif.

Son fonctionnement est basé sur la notion de programmation dynamique. Il maintient une matrice des distances minimales entre chaque paire de sommets. Initialement, cette matrice est remplie avec les poids des arêtes du graphe. Ensuite, l'algorithme explore toutes les paires de sommets (i, j) et vérifie si passer par un sommet intermédiaire k réduit la distance entre i et j. Si c'est le cas, la distance minimale entre i et j est mise à jour en utilisant la distance minimale entre i et k ajoutée à la distance minimale entre k et j. Cette mise à jour est répétée jusqu'à ce que toutes les paires de sommets aient été explorées et que la matrice des distances minimales soit stabilisée.

En fin de compte, la matrice résultante contient les distances les plus courtes entre tous les paires de sommets du graphe.

Aucun retard n'est à déployé sur cette partie.



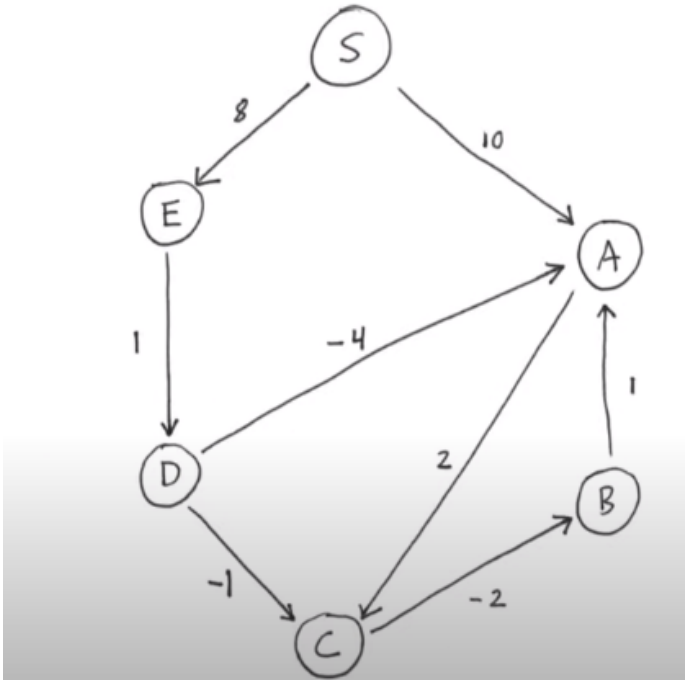
5.6 Algorithme de Ford-Bellman

L'algorithme de Bellman-Ford est utilisé pour calculer les chemins de coût minimal dans les graphs. Il est nommé d'après Richard E. Bellman et Lester Ford, Jr. L'algorithme fonctionne en initialisant le coût de tous les sommets à l'infini, à l'exception du sommet source, qui est initialisé à 0.

Ensuite, il effectue V-1 itérations, où V est le nombre de sommets dans le graph. Dans chaque itération, l'algorithme examine chaque arête (u, v) et met à jour le coût du sommet v si le coût du chemin de u à v via cette arête est inférieur au coût actuel du chemin de u à v. Si une mise à jour se produit pendant la dernière itération, cela indique qu'il existe un chemin négatif dans le graph, ce qui est impossible dans un graph sans cycle négatif.

Pour l'algorithme de Ford-Belleman, j'ai passé du temps pour comprendre et j'ai regardé différentes vidéos. Ceci m'a permis de comprendre le fonctionnement de l'algorithme et d'en réaliser une première version qui peut contenir de multiples bugs. Pour le moment, mon programme prend le graph et un histogramme pour les coûts. Il rajoute les coûts dans le second graph pour simuler son utilisation.

Nous allons le réaliser pour tous les arcs en faisant un parcours DFS qui a pour objectif de parcourir le graph. J'ai réalisé des modifications dans l'algorithme pour l'optimiser en arrêtant le code si aucune valeur dans l'histogramme n'a été changée ce qui permet de faire moins V-1 parcours. J'ai ensuite testé mon code avec le graph que vous pouvez retrouver ci-dessous.

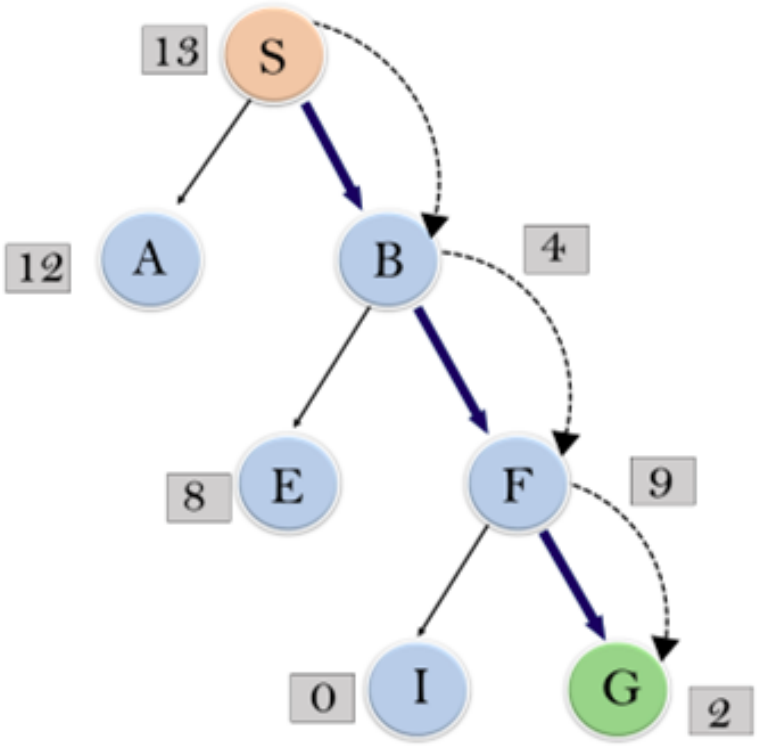


Pour conclure, j'ai bien avancé sur ma partie. Par conséquent, il n'y a aucun retard. Les différentes recherches que j'ai utilisées m'ont permis de réaliser une première version qui permet de suivre avec un peu d'avance le cahier des charges. De plus, comme vous avez pu remarquer dans le descriptif de cet algorithme, j'ai opté pour le choix de le modifier et de faire des optimisations.

5.7 Algorithme glouton de recherche Best-First

Pour l'algorithme glouton de recherche Best-First, j'ai passé du temps pour comprendre et regarder différentes vidéos. Cependant, pour ce sujet, j'ai eu plus de difficultés à trouver des exemples car l'algorithme de recherche best first est majoritairement utilisé dans d'autres cas tel que le tri.

Ces recherches m'ont permis de comprendre le fonctionnement de l'algorithme et d'en réaliser une première version très simplifiée de son fonctionnement. Pour le réaliser, je calcule la distance optimale entre le point a et b et j'essaye de faire la ligne droite. En cas de mur, le programme suit les formes dans les différents sens pour qu'il puisse contourner l'obstacle et atteindre b.

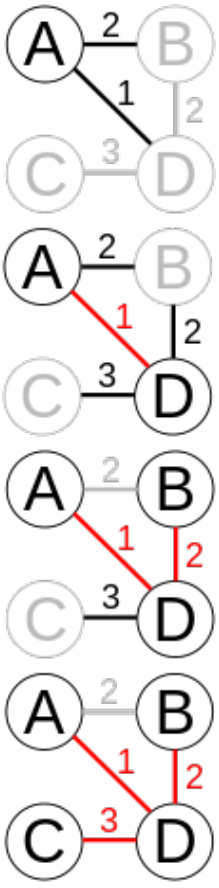


Pour conclure, j'ai bien avancé sur ma partie et les différentes recherches que j'ai utilisées m'ont permis de réaliser une première version qui permet de suivre le cahier des charges. Il n'y a donc aucun retard.

5.8 Algorithme Spanning Trees minimum

Pour l'algorithme de prim, j'ai réalisé de nombreuses recherches pour me permettre de comprendre le fonctionnement de cet algorithme. Suite aux différentes vidéos que j'ai visionnées, j'ai pu vous établir cette description. L'algorithme commence sur une arête du graph et l'inclut dans l'arbre sous- arbre que j'ai créé.

Puis, à chaque étape, il ajoute une arête supplémentaire au minimum de poids qui relie un sommet de l'arbre à un sommet non inclus dans ce sous graph. Le processus se poursuit jusqu'à ce que tous les sommets soient inclus dans l'arbre. Après avoir parcouru de nombreux sites, j'ai effectué une première version du programme qui a pour objectif de vérifier ma compréhension de cet algorithme et de passer du temps pour comprendre comment transformer l'algorithme pour qu'il soit fonctionnel en exécutant le code en plusieurs fois pour nous permettre d'avoir une animation.

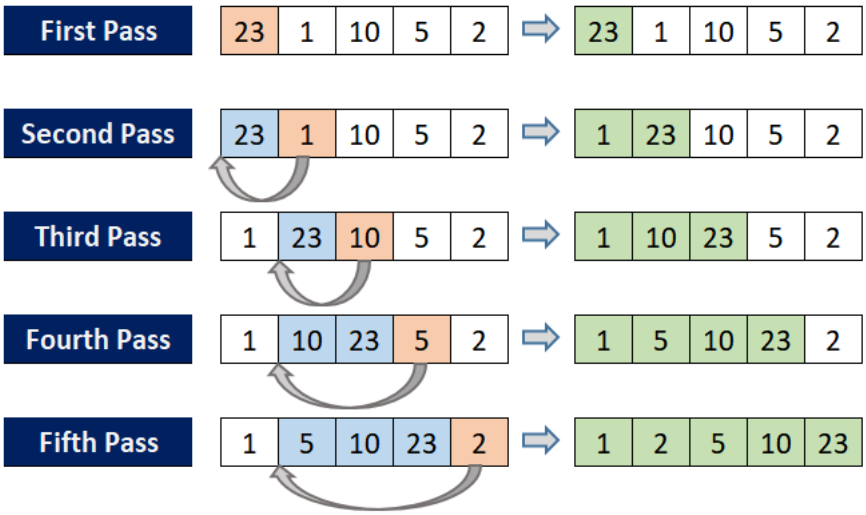


Pour conclure, j'ai réalisé la partie qui m'a été demandé dans le cahier des charges et j'ai passé du temps à comprendre le fonctionnement de cet algorithme. Il n'y a donc aucun retard.

5.9 Insertion sort

Le tri par insertion est l'un des premiers algorithme de tri vu en classe. C'est l'un des tris le plus basique et souvent on le fait sans s'en rendre compte. Il est utilisé pour trier les tableaux et est efficace pour trier les tableaux de petite taille ou des tableaux presque trié. Le meilleur cas a une complexité de O(n), sa complexité moyenne est de $O(n^2)$ et le pire cas est de $O(n^2)$, avec le tableau triée a l'envers.

Son principe est très simple. On parcours tout le tableaux, et durant ce parcours ,si on tombe sur une valeur qui est mal placée dans le tableau, on décale cette valeur a gauche jusqu'à ce que le tableau soit triee entre la première valeur et là où etait la valeur.

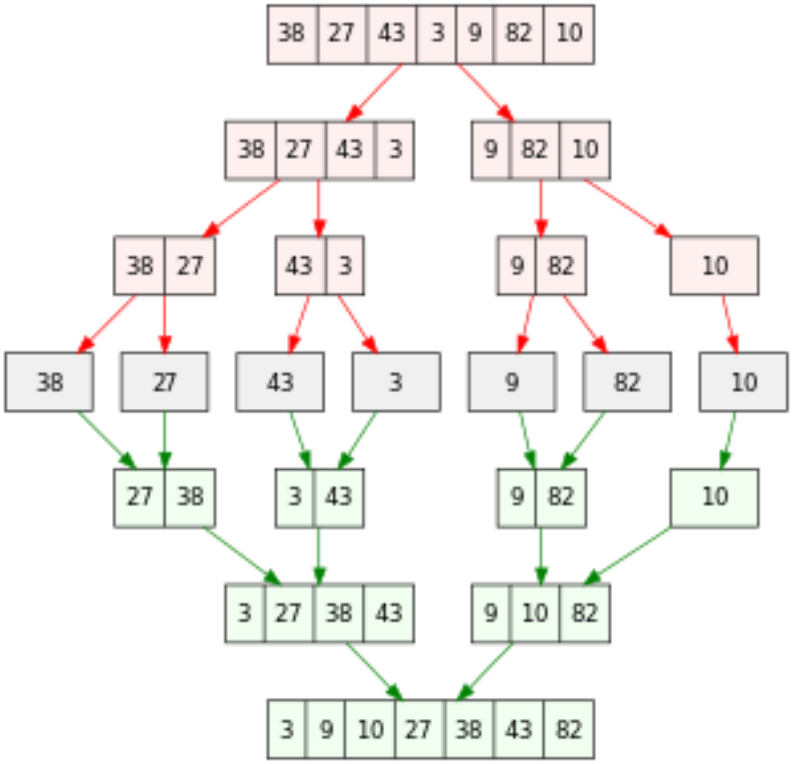


Cet algorithme est terminée et est dejà implementé dans l'interface.

5.10 Merge sort

Pour l'algorithme du merge sort, j'ai effectué une première version qui se base sur le cours du S2. Cependant, pour le faire fonctionner avec des animations, j'ai découpé mon programme en différents sous programmes qui peuvent être appelés avec une liste et une liste de pointeurs. La version que j'ai créé utilise une liste de pointeurs comme marquer de différentes sous listes, après une autre fonction utiliser ses et la liste pour fusionner la sous-liste 2 pars deux pour réaliser le merge sort.

Cependant j'ai trouvé un certain nombre de problèmes pour réaliser une modification en place donc j'utilise une sous liste. L'une des solutions qui pourrait rendre mon algorithme plus efficace serait avec l'utilisation de liste chainé, mais qui ne sera pas le cas pour ce projet S4.

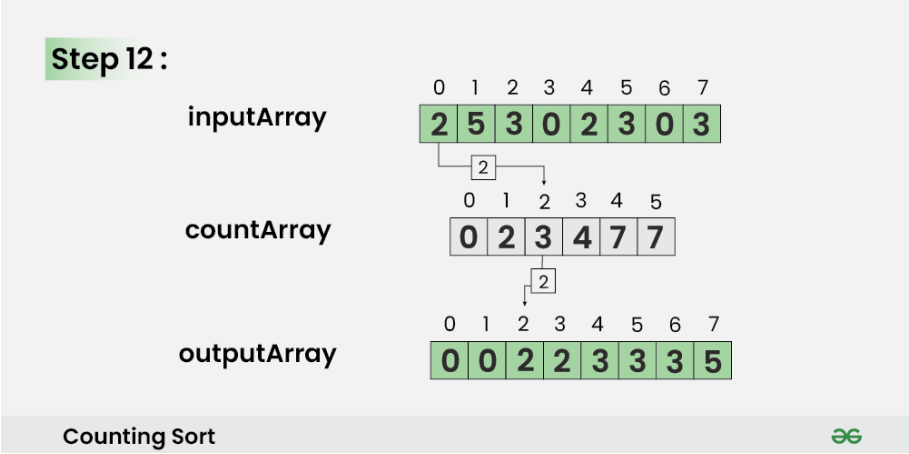


En conclusion, pour cette partie, j'ai réalisé la tâche demandée avec un peu d'avance.

5.11 Counting sort

Le tri par dénombrement (counting sort) est l'un des algorithmes de tri le plus rapide, même s'il a quelques restrictions et défauts. Le tri s'exécute en un temps linéaire, mais uniquement sur des nombres entiers non signé (u64 par défaut). La particularité du tri est qu'il est la base d'autres algorithmes de tri en temps linéaires, permettant de s'adapter aux besoins en temps et en mémoire.

Le principe de cet algorithme est le suivant : on parcourt notre tableau puis on compte le nombre de fois où chaque élément doit apparaître. Dès que l'on obtient le tableau T (T[i] correspond au nombre où il apparaît dans le tableau), nous avons la possibilité de le parcourir dans le sens croissant ou décroissant. Cela dépend du tri effectué. Il est ainsi possible de mettre dans le tableau trié T[i] fois l'élément i, allant du minimum jusqu'au maximum du tableau.

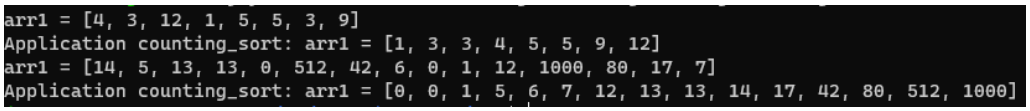


Cette fonction prend en paramètre un tableau mutable car on va modifier son contenu pour le trier dans l'ordre croissant et une valeur : l qui sera la valeur maximale de notre tableau. J'ai préféré mettre en paramètre cette valeur maximale plutôt que la calculée car cela facilite les tests et les modifications à apporter si besoin pour l'amélioration du code. Le tableau est modifié en place pour éviter de recréer un tableau supplémentaire où l'on insère nos valeurs finales. Ma première version de l'algorithme était comme cela mais j'ai voulu essayé en place. Cela n'a pas été simple car il y avait des changements de calculs mais j'ai réussi à le faire.

Je commence par créer un tableau (vec !) de type usize, de longueur valeur maximale du tableau + 1 contenant que des 0. Ce vec va permettre de stocker toutes les occurrences des différents éléments présents dans notre tableau d'origine. Vient une première boucle : celle-ci va parcourir notre tableau et stocker le nombre de chaque élément du tableau d'origine avec leur indice correspondant. Puis, une fois ces éléments en mains, grâce aux index proposés, de parcourir notre tableau d'occurrences et en fonction des résultats de notre première boucle, il est possible de trier notre tableau (si le 1er élément à 5 comme nb d'occurrence et le 2e 2, le 2e sera placé ainsi avant le 1er et ainsi de suite).

Après avoir codé ma fonction, il fallait naturellement la tester. J'ai donc fait une fonction main basique permettant de tester mon code. J'ai initialisé deux tableaux de longueurs et valeurs différentes puis j'ai testé.

Le counting sort à un défaut majeur : il n'est possible de travailler qu'avec des nombres entiers positifs et qu'en temps linéaire. Par ailleurs, il est inefficace si la page de valeur à trier est très large. Toutefois, il fait partie des plus rapides algorithmes de tri basé sur des comparaisons. Quand nous donnons un tableau connu, nous avons la possibilité de se servir de cet algorithme pour avoir un temps d'exécution rapide et efficace. On pourrait modifier légèrement le fonctionnement de ce tri pour avoir une meilleur complexité en mémoire, en utilisant le Radix sort (tri par base), autre algorithme linéaire.



Concernant l'évolution de cette tâche, il n'y a aucun retard et je souligne même une avancée car nous avons un algorithme fonctionnel et démontré sur le terminal lors de notre première soutenance.

5.12 Interface graphique

L'interface graphique sera implémentée avec gtk-rs, qui est une bibliothèque disponible sur crates.io. J'ai déjà rencontré plusieurs problèmes concernant gtk : la documentation propose peu d'exemples, est incomplète, c'est à dire, qu'elle ne montre pas toutes les fonctions qui peuvent être utilisées sur un struct. De plus, à cause d'un manque de connaissance sur les struct comme Arc ou Mutex, il fut très compliqué d'avoir une variable qui est "globale" donc accessible partout, surtout avec les fonctions de gtk, où j'ai encore des problèmes d'emprunts. L'interface se décompose en plusieurs parties

La partie haute c'est à dire la barre de Menu et la partie basse qui représente celle qui contient la partie la plus importante.

Pour la partie haute :

La barre du Menu est composée de 3 éléments : File, Edit et Help.

— File : ouvrir un fichier qui contient un tableau, un arbre binaire ou un graph.
— Edit : enregistrer un tableau/arbre/graph sous forme d'image ou en fichier txt ou dot.
— Help : un tutoriel pour utiliser l'application et les crédits.

Pour la partie basse :

Elle contiendra 3 onglets ou chaque onglet permettra de faire des opérations sur les tableaux, arbres et graphes.

— List : onglet pour faire des opérations sur des tableaux.
  — Add : ajouter une valeur en fin de tableau.
  — Remove : retirer le premier élément rencontré dans le tableau.
  — Reset : enlever tous les elements du tableau.
  — Sort the list : trie la list en fonction de l'algorithme choisi dans le menu déroulant.

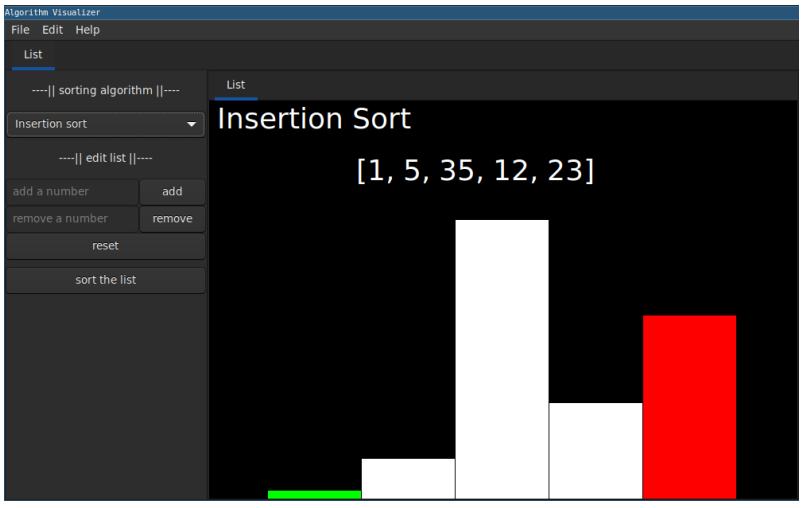
— Tree : onglet pour faire des opérations sur des arbres binaires.
  — Add : ajouter une valeur dans l'arbre.
  — Remove : retirer une valeur dans l'arbre.
  — Search : rechercher la valeur entrée avec l'algorithme choisi

— Graph : onglet pour faire des recherches/opérations sur les graphes.
  — Add node : ajouter un sommet dans le graphe.
  — Add edge : ajouter un arc dans le graphe.
  — Remove node : retirer un sommet du graphe.
  — Remove edge : retirer un arc du graphe.
  — Search : rechercher la valeur entrée depuis un sommet donnée par l'utilisateur.

En ce qui concerne des onglets Tree et Graph, leurs implémentations n'ont pas encore vu le jour. Cela est planifié lors de la 2e et 3e soutenance et sera réalisé à l'aide de GraphViz qui est une bibliothèque de Crates.io qui permet de générer des images de graphs et d'arbres depuis leurs formats .dot.

Pour ce qui est déjà fait, l'onglet List est quasiment terminé mais nous sommes confrontés à un problème de rendu graphique. En effet, les références du gtkNotebook ne se transfèrent pas correctement entre les fonctions et une perte de données à ainsi lieu. Il est important de souligner que ce problème est dû à un manque de connaissances car j'utilise des notions qui ne sont pas encore vu en Rust tel que le Mutex ou Arc mais encore les variables statiques.

Le résultat attendu est celui ci :



Les étapes vont apparaître dans le notebook ou les barres vertes représentent la position actuelle et celle en rouge représente la dernière position. Nous sommes ainsi dans les temps pour cette tâche, qui aura évolué lors de la deuxième soutenance.

6 Conclusion

A ce stade, nous sommes satisfaits de l'avancement du projet et nous estimons que tout se déroule conformément à nos attentes. Les fonctionnalités principales du projet ont été implémentées avec succès et le prototype est fonctionnel. Les difficultés rencontrées ont été surmontées grâce à notre travail en équipe et notre capacité d'adaptation. Nous sommes confiants que la suite du projet se déroulera également de manière satisfaisante. Nous sommes impatients de continuer à travailler sur ce projet et de présenter notre application dans sa version finale lors des prochaines soutenances.