

Introduction

Dans ce TD nous allons implémenter et manipuler trois types de structures de données : les dictionnaires, les piles/files et les tas. Ce TD est non-noté mais servira de travail préliminaire pour le prochain TD 3 noté. Les données, et des exemples de code Python sont en ligne sur le Gitlab suivant : <https://gitlab.ec-lyon.fr/rvuillemin/inf-tc1/-/tree/master/TD02/>

1 Rappel sur les Dictionnaires (15min)

Le service Communication de l'Ecole vous demande de lui fournir quelques statistiques sur la dernière promotion fraîchement diplômée. Vous avez à votre disposition des informations sur les étudiants stockées dans un fichier texte au format CSV (Comma-Separated Values, ce qui veut dire que chaque information est séparée par un point-virgule). Chaque ligne du fichier représente un étudiant, avec ses notes, sauf la première ligne du fichier qui contient les informations sur l'organisation de chaque ligne (nom/prénom, filière, etc.). Voici un exemple de fichier `etudiants.txt` :

```
nom;prenom;filiere;moyenne;absences
Dupond;Pierre;MP;12;0
Clavier;Christian;PSI;14;1
Gilles;Eric;PC;16;3
Arthaud;Nathalie;MP;15;0
```

Le code Python pour charger ce fichier ligne par ligne vous est donné ci-dessous (disponible également dans le fichier [code/load.py](#)):

```
data = []

with open("etudiants.txt") as f:
    keys = None
    for line in f:
        l = [w.strip() for w in line.split(';')]
        if keys is None:
            keys = l
        else:
            data.append({k:v for k, v in zip(keys, l)})

print(data)
```

Exercice 1.1 (facile !) – Modifier le programme ci-dessus afin de calculer et afficher la moyenne générale de la classe. Votre programme doit effectuer un unique `print` du résultat comme suit :

16.0

Exercice 1.2 – Selon vous, que fait la fonction `zip` ?

2 Piles et Files (30min)

On souhaite maintenant appeler les étudiants selon leur ordre d'arrivée dans la classe (qui est le même ordre que dans le fichier `etudiants.txt`). Pour cela vous utiliserez des piles et files qui sont des structures de données permettant de manipuler les étudiants de manière séquentielle.



Figure 1: Rappel : une pile (à gauche, dernier arrivé, premier servi) et une file (à droite, premier arrivé, premier servi).

Exercice 2.1 – Créez une structure de données `Pile` (sous forme de classe) qui possède des méthodes d'ajout (`ajoute`) et d'accès (`supprime`) aux éléments de la liste `etudiants.txt`, où le dernier arrivé est le premier appelé. Pour tester que votre `Pile` fonctionne bien, ajoutez les étudiants dans leur ordre d'apparition dans le fichier fourni dans l'exercice 1, et dépiler dans le bon ordre (vous pouvez aussi utiliser le fichier de test `code/test_pile.py`):

```
>>> p = Pile()
>>> for d in data:
>>>     p.ajoute(d)
>>>
>>> e = p.supprime()
>>> print(e['nom'] + " " + e['prenom'])
```

Arthaud Nathalie

Exercice 2.2 – Créez désormais une `File` (sur le même format que `Pile`) qui renvoie cette fois le premier étudiant arrivé.

Dupond Pierre

Exercice 2.3 – Ajoutez à votre `Pile` et `File` une nouvelle fonction `renvoie` qui prend en argument un critère (par exemple une `lambda` fonction) permettant par exemple de retrouver facilement les étudiants ayant par exemple réalisé une prépa PC (et pas une autre). A noter que cette fonction ne doit pas supprimer pas la valeur dans la `Pile/File`. Le résultat suivant est attendu pour la `file` par exemple :

```
>>> # on a au préalable initialisé la file..  
>>> e = file.renvoye(lambda x : x['filiere'] == "PC")  
>>> print(e['nom'] + " " + e['prenom'])
```

Gilles Eric

3 Tas (75min)

Le professeur souhaite désormais faire venir au tableau les étudiants selon un critère particulier : dans l'ordre croissant de notes. Il pourrait certes utiliser les `Pile` et `File` créées précédemment dans la partie 2, et chercher la plus petite valeur en utilisant la fonction `lambda` (mais la complexité sera de $O(n)$). Nous allons ainsi voir la structure de donnée de **Tas** qui permet de réduire cette complexité.

Un tas est un arbre binaire complet qui satisfait la propriété suivante : la valeur de tout noeud est inférieure à celle de ses enfant. Un Tas peut être représenté en utilisant un tableau (car il s'agit d'un arbre *complet* où tous les niveaux sont remplis, sauf éventuellement le dernier) comme illustré figure ?? . L'arbre binaire possède des noeuds ayant un index i , avec un fils gauche et un fils droit. Le tableau et l'arbre sont reliés de la façon suivante :

- La racine a la position $i = 0$ (cette valeur sera renvoyée par la fonction `get_racine`)
- Le parent a la position $\lfloor (i - 1) / 2 \rfloor$ (fonction `get_parent`)
- Le fils gauche a la position $2 \times i + 1$ (fonction `get_fils_gauche`)
- Le fils droit a la position $2 \times i + 2$ (fonction `get_fils_droit`)

L'ajout de données dans un tas sera de complexité $O(\log(n))$ car il s'agira de mettre à jour l'arbre sur un chemin depuis la racine vers une feuille. De même pour la suppression. A noter qu'un autre avantage de l'utilisation des Tas avec l'implémentation ci-dessus est que la complexité spatiale est de $O(1)$ (ils ne nécessitent pas de place supplémentaire en mémoire, le tri est fait sur place).

Exercice 3.1 (structure de données du Tas) – Créez une structure de données de **Tas** similaire aux `Pile` et `File` (avec les méthodes `ajoute` et `supprime`) et qui implémente les méthodes

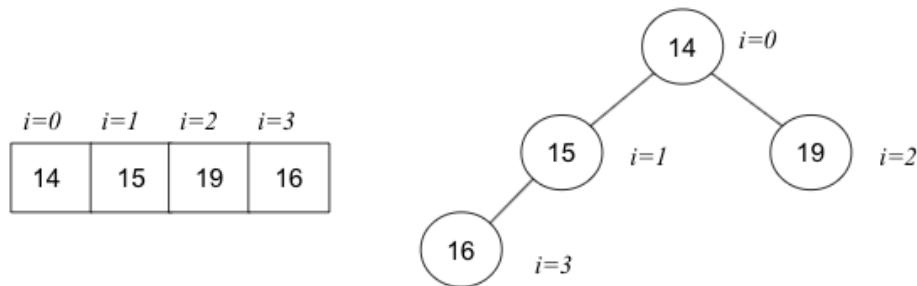


Figure 2: Exemple d'arbre binaire (droite) et son lien avec les index d'un tableau (gauche). L'arbre possède une propriété de tas (la racine est inférieure à ses enfants).

get_racine, racine, get_fils_gauche, etc. indiquées ci-dessus correspondent aux accès du tableau (qui stocke les valeurs) d'un exemple de résultat d'accès à la racine et à ses deux enfants. Attention en Python les index de tableaux commencent à 0.

```
>>> tas = Tas()

>>> for d in data:
>>>     tas.ajoute(int(d['moyenne']))

>>> r = tas.get_racine()
>>> fg, fg_i = tas.get_fils_gauche(0)
>>> ffg, ffg_i = tas.get_fils_droit(0)

>>> print(r, fg, ffg) # affiche racine, fils gauche et petit-fils gauche
19 14 15
```

Exercice 3.2 (insérer une valeur) { Maintenant nous souhaitons insérer une valeur dans le tas, tout en conservant la relation d'ordre qui nous permettra ensuite d'accéder à la valeur minimale (qui sera la racine de l'arbre, autrement dit le premier élément de la liste). Le principe sera d'insérer la nouvelle valeur à la fin du tableau et de la faire remonter dans l'arbre afin de conserver la relation d'ordre. Autrement dit implémenter une fonction `insérer` (que l'on utilisera à la place d'`ajoute`) dont le principe fonctionne comme suit :

1. Chaque nouveau noeud est rajouté comme dernier élément du tableau (à la fin donc)
2. Comparez ce noeud à son parent et si il est plus grand que ce parent inversez-le
3. Répétez tant que la condition ci-dessus est vraie et que la racine n'est pas atteinte

Implémentez la méthode `insérer` et vérifiez que votre tas affiche les valeurs

comme suit :

```
>>> tas = Tas()
>>> for d in data:
>>>     tas.inserer(int(d['moyenne']))
>>> print(tas.afficher())

14 15 16 19
```

Exercice 3.3 (suppression d'une valeur) { L'élève avec la plus mauvaise moyenne a été convoqué et doit désormais être supprimé du Tas (et donc de la liste interne). Voici comment supprimer la racine tout en conservant la relation d'ordre et donc la propriété de tas :

1. Enlever l'élément racine de l'arbre (premier élément du tableau)
2. Déplacer le dernier noeud de l'arbre (dernier élément du tableau) à la place de la racine de l'arbre
3. Vérifier que la racine conserve la propriété de tas (qu'elle est inférieur à ses enfants); si ce n'est pas le cas alors prendre le plus petit des enfants, échanger sa place avec lui, et répéter.

Implémentez une méthode enlever qui supprime la racine et renvoie les valeurs du nouveau tas :

```
>>> tas = Tas()

>>> for d in data:
>>>     tas.inserer(int(d['moyenne']))

>>> tas.enlever(0)
>>> print(tas.afficher())

15 16 19
```

Exercice 3.4 (test avec un autre jeu de données) { Testez votre programme avec le grand jeu de données étudiants-large100.txt que nous vous fournissons et assurez-vous que la liste affichée par les suppressions successive est bien une liste ordonnée avec par exemple le code suivant :

```
while not tas.est_vide():
    print(tas.enlever(0))
```

4 Bonus

Exercice 4.1 { Pour continuer dans les statistiques, on souhaite déterminer les filières d'origine les plus courantes des étudiants (champ `filiere`). Écrivez un programme qui calcule le nombre d'étudiants par filière, les classe par nombre décroissant et les imprime ligne par ligne au format "`filiere nombre`". Pour le tri, pensez à convertir le dictionnaire en liste (à l'aide du code `list(dict.items())`) et utilisez ainsi la fonction `sort()`, qui prend en paramètre `reverse` pour définir si ordre croissant ou décroissant (`reverse=True` (ou `False`), et enfin un paramètre `key` qui applique une fonction de choix d'attribut pour trier (inspirez vous de la fonction identique `key=lambda t: t`). Lorsque deux filières ont autant d'étudiants, elles sont classées par ordre alphabétique croissant. Pour le fichier d'exemple ci-dessus, le résultat attendu serait :

```
MP 2
PC 1
PSI 1
```

Exercice 4.2 { Comparez votre implémentation des piles et files avec l'implémentation Python dans le module `queue`. Voici un exemple d'utilisation de ce module <https://docs.python.org/3/library/queue.html> :

```
import queue
pile = queue.LifoQueue()

for i in range(5): pile.put(i)

while not pile.empty():
    print(pile.get(), end=" ")

# 4 3 2 1 0
```

Exercice 4.3 { Comparez votre implémentation des tas avec l'implémentation Python dans le module `heapq`. Voici un exemple d'utilisation de ce module <https://docs.python.org/fr/3.7/library/heapq.html> :

```
import heapq
tas = []

for i in range(5): heapq.heappush(tas, i)

while not len(tas) == 0:
    print(heapq.heappop(tas), end=" ")

# 0 1 2 3 4
```

Exercice 4.4 { Réalisez une analyse empirique de la performance de vos classes et en particulier comparez les avec les implémentations équivalentes en Python. Illustrez comme sur la figure ?? avec le code ci-dessous. Vous pourrez générer un grand jeu de données en utilisant le site <https://generatedata.com/>.

```
import time
import random
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
#!/matplotlib inline

nvalues = [100, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000]
timesEtudiants1 = []

for i in nvalues:

    random.seed()
    p = 12**2 # Ordre de grandeur des valeurs
    liste = []

    for x in range(i): liste.append(random.randint(0, p))

    a=time.perf_counter()
    e1 = []
    for n in liste:
        e1.append(n)
    b=time.perf_counter()
    timesEtudiants1.append(b-a)

plt.plot(nvalues,timesEtudiants1, "r-", label="Etudiants 1")
plt.title("Comparaison des performances")
```

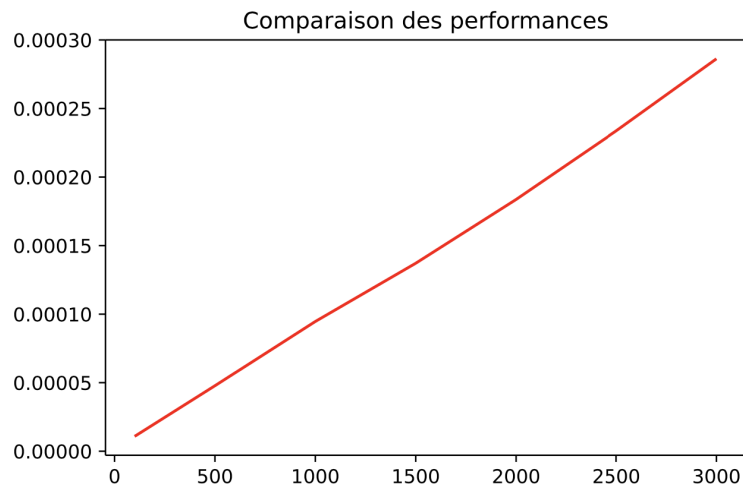


Figure 3: Exemple de résultat d'analyse.