Structure de Données
Pile, File

Marie Pelleau
marie.pelleau@univ-cotedazur.fr

Semestre 3

Plan

1. Pile
2. File
3. Deque
4. Queue de priorité

Pile

- Une pile (en anglais *stack*) est une structure de données fondée sur le principe “dernier arrivé, premier sorti” (ou LIFO pour *Last In, First Out*)
- Les derniers éléments ajoutés à la pile seront les premiers à être récupérés

Exemple

- Pile d’assiettes : on ajoute des assiettes sur la pile, et on les récupère dans l’ordre inverse, en commençant par la dernière ajoutée
- Pile de crêpes

Pile

Opérations

- Sommet(P) : renvoie le dernier élément ajouté et non encore retiré : le sommet (*top*)
- Empiler(P, elt) : comme insérer, place l'élément au sommet de la pile P (*push*)
- Désempiler(P) : comme supprimer, retire de la pile le sommet (*pop*)
- estVide(P) : renvoie vrai si la pile est vide et faux sinon (*empty*)

Pile

- On considérera qu'à l'instar d'un tableau, une pile passée en paramètre est systématiquement passée en entrée/sortie
- Une pile passée en paramètre sera globalement modifiée si elle est localement modifiée
- Désempiler(P) : modifie effectivement la pile P

Pile

Une des structures de données les plus fondamentales en informatique : très simple et puissante

Exemple

La plupart des microprocesseurs gèrent nativement une pile. X86 :

- Le registre ESP sert à indiquer l'adresse du sommet d'une pile dans la RAM
- Les opcodes "PUSH" et "POP" permettent respectivement d'empiler et de désempiler des données
- Les opcodes "CALL" et "RET" utilisent la pile pour appeler une fonction et la quitter par la suite en retournant à l'instruction suivant immédiatement l'appel
- En cas d'interruption, les registres EFLAGS, CS et EIP sont automatiquement empilés

Pile

Une des structures de données les plus fondamentales en informatique : très simple et puissante

Exemple

Langages de programmation compilés, pour chaque fonction la pile contient

- Les paramètres d'appel des procédures ou fonctions
- Les variables locales
- Le point de retour

Pile

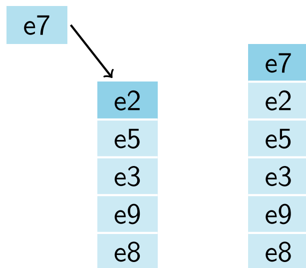
Utilisation

- La fonction “Annuler la frappe” (en anglais *Undo*) mémorise les modifications apportées au texte dans une pile
- Parseur d’expressions XML, des pages web
- Un algorithme de recherche en profondeur dans un graphe utilise une pile pour mémoriser les nœuds visités
- Les algorithmes récursifs utilisent implicitement une pile d’appels

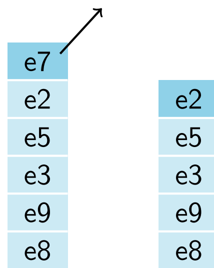
Pile

Représentation

Empiler e7



Désempiler



Pile

Vérification expression XML

<livre>
<chapitre>
<section>
<\section>
<section>
<sous-section>
<\sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section>
<section>
<sous-section>
<\sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section>
<\chapitre>
<\livre>

Balise de début

Balise de fin

Doit être bien équilibré !

Pile

Vérification expression XML

On rencontre une balise

```
si (balise de début) {
  on l'empile
}
si (balise de fin) {
  si (sommet correspond à la balise de début) {
    on désempile
  } sinon {
    erreur
  }
}
```

Pile

Vérification expression XML

<livre>
<chapitre>
<section>
<\section>
<section>
<sous-section>
<\sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section>
<section>
<sous-section>
<\sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section>
<\chapitre>
<\livre>

chapitre
livre

Pile

Vérification expression XML

<livre>
<chapitre>
<section>
<\section>
<section>
<sous-section>
<\sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section>
<section>
<sous-section>
<\sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section>
<\chapitre>
<\livre>

chapitre
livre

Pile

Vérification expression XML

<livre>
<chapitre>
<section>
<\section>
<section>
<sous-section>
<\sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section>
<section>
<sous-section>
<\sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section>
<\chapitre>
<\livre>

Pile

Vérification expression XML

<livre>
<chapitre>
<section>
<\section>
<section>
<sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section> PROBLÈME ICI
<section>
<sous-section>
<\sous-section>
<sous-section>
<\sous-section>
<\section>
<\chapitre>
<\livre>

sous-section
section
chapitre
livre

Pile

Vérification expression XML

```
booléen textOk(textXML) {
  P <- CréerPile()
  pour (chaque balise b) {
    si (b est une balise de début) {
      Empiler(P, b)
    } sinon {
      b' <- Sommet(P)
      si (b' n'est pas la balise de début de b) {
        erreur("b et b' incompatibles")
        retourner faux
      } sinon {
        Désempiler(P)
      }
    }
  }
  si (estVide(P)) {
    retourner vrai
  } sinon {
    retourner faux
  }
}
```

Pile

Implémentation

- À l'aide de tableaux (stack overflow)
- À l'aide de listes chaînées

Pile

Implémentation par un tableau

Une structure composée

- un tableau (T)
- taille courante (s)

Opérations

- Créer(P, n) : créer P.T de taille n; P.s <— 0
- Sommet(P) : retourner P.T[P.s]
- Empiler(P, elt) : P.s <— P.s + 1; P.T[P.s] <— elt
- Désempiler(P) : P.s <— P.s −1
- estVide(P) : retourner P.s = 0

Attention

- Désempiler(P) : P.s ne doit pas devenir négatif
- Empiler(P, elt) : stack overflow = dépassement de la taille de T

Plan

1. Pile
2. File
3. Deque
4. Queue de priorité

File

- Une **file** (en anglais *queue*) est une structure de données basée sur le principe “premier arrivé, premier sorti”, en anglais FIFO (*First In, First Out*),
- Les premiers éléments ajoutés à la file seront les premiers à être récupérés
- Le fonctionnement ressemble à une file d’attente : les premières personnes à arriver sont les premières personnes à sortir de la file

Exemple

- Une file d’attente : les premières personnes à arriver sont les premières personnes à sortir de la file

File

Opérations

- Début(F) : renvoie le premier élément ajouté et non encore retiré : le début ou le premier (*front*)
- Enfiler (F, elt) : comme insérer, place l'élément à la fin de la file F (*enqueue*)
- Dé filer (F) : comme supprimer, retire de la file le premier (*dequeue*)
- estVide(F) : renvoie vrai si la file est vide et faux sinon (*empty*)

File

- On considérera qu'à l'instar d'un tableau ou d'une pile, une file passée en paramètre est systématiquement passée en entrée/sortie
- Une file passée en paramètre sera globalement modifiée si elle est localement modifiée
- Dé filer (F) : modifie effectivement la file F

File

Application principale : les **buffers** (mémoire tampon = espace de mémorisation temporaire)

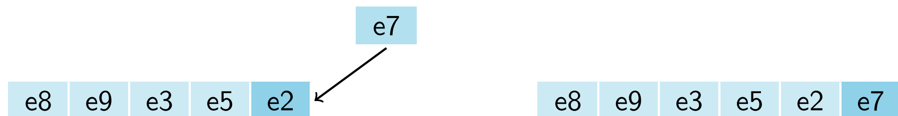
Utilisation

- Les serveurs d'impression, qui doivent traiter les requêtes dans l'ordre dans lequel elles arrivent, et les insèrent dans une file d'attente
- Certains moteurs multitâches, dans un système d'exploitation, qui doivent accorder du temps-machine à chaque tâche, sans en privilégier aucune
- Un algorithme de parcours en largeur d'un graphe utilise une file pour mémoriser les nœuds visités

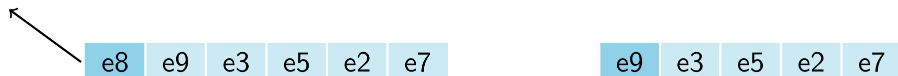
File

Représentation

Enfiler e7



Défiler



File

Implémentation

- À l'aide de tableaux ?
- À l'aide de listes chaînées

File

Implémentation par un tableau

Opérations

- Enfiler (F, elt) : on met après le dernier
- Dé filer (F) : on retire le premier, le tableau se décale vers la droite

Exemple

	2	3			
Enfiler 4	2	3	4		
Défiler		3	4		
Enfiler 1		3	4	1	
Défiler			4	1	

- On doit gérer un début et une fin de tableau
- Que faire lorsqu'on atteint le borne droite ? $\Rightarrow$ On devient circulaire

File

Implémentation

- Le concept de mémoire tampon circulaire (i.e. tableau dont les extrémités coïncident logiquement)
- Une file est implémentée par une mémoire tampon circulaire
- Physiquement on garde la structure de tableau, mais on considère que l'indice suivant le dernier (i.e. n) est 1 (celui du début) et que l'indice précédant le premier (i.e. 1) est la fin (i.e. n)
- On utilisera un indice de début (d) et un indice de fin (f)

File

Une structure composée

- un tableau (T)
- début (d) et fin (f) du tableau

Implémentation

- Au début $d = f = 1$
- Quand on ajoute un élément on le met a la place de f et on incrémente f
- Quand on supprime un élément on incrémente d

```
incrémenter(x) {
  si (x = n) {
    retourner 1
  }
  sinon {
    retourner x + 1
  }
}
```

- On laissera aussi une case vide

File

Implémentation par un tableau

Opérations

- Début(F) : retourner F.T[F.d]
- Enfiler (F, elt) : F.T[F.f] <− elt; F.f <− incrémenter(F.f)
- Défiler (F) : F.d <− incrémenter(F.d)
- estVide(F) : retourner F.d = F.f
- estPlein (F) : retourner F.d = incrémenter(F.f)

Attention

- Défiler (F) : la file ne doit pas être vide
- Enfiler (F, elt) : la file ne doit pas être pleine

Plan

1 Pile

2 File

3 Deque

4 Queue de priorité

Deque

- Une **double-ended queue** (abrégé *deque* et prononcé “deck”) est une structure de données qui implémente une file pour laquelle les éléments peuvent être ajoutés au début et en fin
- Elle est souvent appelée **head-tail linked list**

Deque

Opérations

- front (D) : retourne le premier
- push_front(D, elt) : ajoute au début
- pop_front(D) : supprime le premier

- back(D) : retourne le dernier
- push_back(D,elt) : ajoute en fin
- pop_back() : supprime le dernier

- estVide(D) : retourne vrai si la deque est vide et faux sinon (*empty*)

Deque

- On considérera qu'à l'instar d'un tableau, d'une pile, ou d'une file, une deque passée en paramètre est systématiquement passée en entrée/sortie
- Une deque passée en paramètre sera globalement modifiée si elle est localement modifiée
- pop_front(D) : modifie effectivement la deque D

Deque

Implémentation

- À l'aide de tableaux
- À l'aide de listes chaînées

Plan

1 Pile

2 File

3 Deque

4 Queue de priorité

Queue de priorité

- En informatique, une **queue de priorité** est un type abstrait élémentaire qui manipule des éléments, chacun ayant une clé, sur laquelle on peut effectuer trois opérations :
    - insérer un élément
    - lire puis supprimer l'élément ayant la plus grande clé
    - tester si la queue de priorité est vide ou pas.
- On ajoute parfois à cette liste l'opération
    - augmenter la clé d'un élément

Queue de priorité

- Une des structures de données les plus étudiées
- A donné naissance à des tas de structures de données très complexes (vraiment **très** complexes)
- Souvent on impose que la queue soit monotone
    - La valeur du maximum ne fait que décroitre
    - La valeur du minimum ne fait que croitre

Queue de priorité

Implémentation

Une des implémentations les plus souples est d'utiliser un tas binaire

- Augmenter ou diminuer la clé est possible
- On peut ajouter des éléments
- On peut demander le maximum (ou le minimum)
- Toutes les opérations sont en $O(\log(n))$