1.1

Algorithmique et Structures de Données

Jean-Charles Régin

Licence Informatique 2ème année

1.2

Piles, files, deques et queues de priorités

Jean-Charles Régin

Licence Informatique 2ème année

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.
- 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 : Opérations

- Sommet(P) :
  - renvoie le dernier élément ajouté et non encore retiré : le sommet (top en anglais)
- Empiler(P,elt) :
  - comme insérer;
  - place l'élément au sommet de la pile P (push en anglais)
- Dépiler(P) :
  - comme supprimer
  - retire de la pile le sommet (pop en anglais)
- 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
- Dépiler(P) : modifie effectivement la pile P

Pile

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

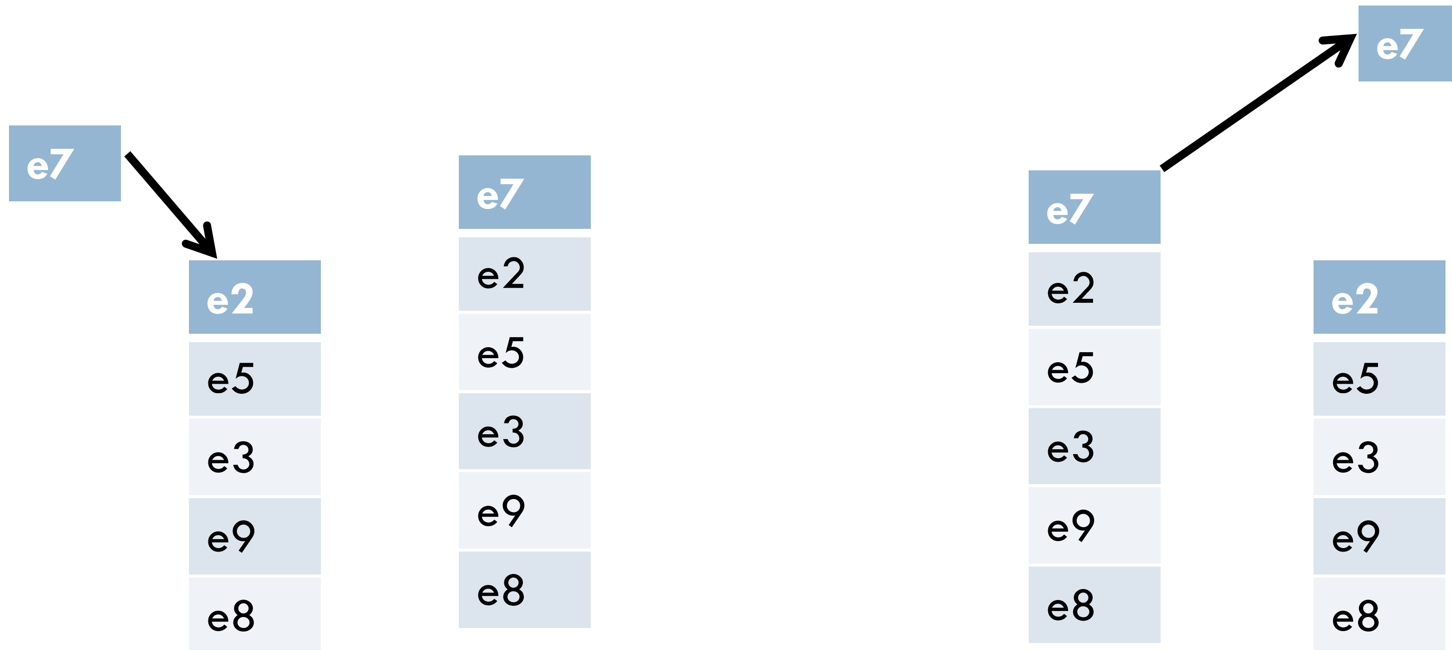
- La plupart des microprocesseurs gèrent nativement une pile. X86 :
  - Le registre ESP sert à indiquer l'adresse du sommet d'une pile dans la RAM.
  - Les opcodes "push" et "pop" permettent respectivement d'empiler et de dépiler des données.
  - Les opcodes "call" et "ret" utilisent la pile pour appeler 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.

- 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

Dépiler

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

- Balise de début : <section>
- Balise de fin : </section>
- Doit être bien équilibré

- On rencontre une balise :
  - si balise de début, alors on l'empile
  - si balise de fin, alors le sommet doit être la balise de début correspondant sinon erreur. Si ok alors on dépile

Pile : vérification expression XML


```
<livre>
    <chapitre>
        <section>
        </section>
        <section>
            <sous-section>
            <sous-section>
            </sous-section>
        </section>   PROBLEME ICI
        <section>
            <sous-section>
            </sous-section>
            <sous-section>
            </sous-section>
        </section>
    <\chapitre>
<\livre>
```

Pile : vérification expression XML

- texteOk(TextXML) : boolean

  créer pile P

  parcourir le texte

  pour chaque balise b faire

      si b est une balise de début alors empiler(P,b)

      sinon b' ← sommet(P)

          si b' n'est pas la balise de début de b

          alors erreur(« b et b' incompatible »)

              retourner faux

          sinon dépiler(P)

  retourner vrai

Pile : implémentation

- A l’aide de tableaux (stack overflow)
- A l’aide de liste chaînée

Pile : implémentation par un tableau

- Une structure composée
  - un tableau (T)
  - taille courante (s)
- Sommet(P) : retourner P.T[P.s]
- Empiler(P,elt) : P.s $\leftarrow$ P.s + 1; P.T[P.s] $\leftarrow$ elt
- Dépiler(P) : P.s $\leftarrow$ P.s -1
- estVide(P) : return P.s=0 (on compte à partir de 1)
- Attention :
  - dépiler : s ne doit pas devenir négatif
  - Empiler : stack overflow=dépassement de la taille de T

Files

- 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.

File : Opérations

- Début(F) :
  - renvoie le premier élément ajouté et non encore retiré : le début ou le premier (front en anglais)
- Enfiler(F,elt) :
  - comme insérer;
  - place l'élément à la fin de la file F (enqueue en anglais)
- Défiler(F) :
  - comme supprimer
  - retire de la file le premier (dequeue en anglais)
- 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
- Défiler(F) : modifie effectivement la file F

Files

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

- A l'aide de tableaux ?
- A l'aide de liste chaînée

File : implémentation

- A l'aide d'un tableau
- Enfiler : on met après le dernier : ok
- Défiler : on retire le premier : le tableau se décale vers la droite !
  - 2 3 x x x
  - Enfiler 4 : 2 3 4 x x
  - Defiler : x 3 4 x x
  - Enfiler 1 : x 3 4 1 x
  - Defiler : x x 4 1 x
- On doit gérer un début et une fin de tableau
- Que faire lorsqu'on atteint le borne droite ?
  - On devient circulaire

File : implémentation

- On a vu en TD le concept de mémoire tampon circulaire (i.e. tableau dont les extrémités coïncident logiquement)
- Une files 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). 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){renvoyer 1}sinon{renvoyer x +1}`
  - On laissera aussi une case vide
- Structure
  - Tableau T
  - Début d
  - Fin f

File : implémentation

- `entier début(F){renvoyer 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){renvoyer F.d=F.f}`
- ```
  estPlein(F){
      renvoyer incrémenter(F.f) = F.d
  }
  ```
- On ne gère pas défiler avec une file vide et enfiler avec une file pleine

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

- Par un tableau
- Par une liste

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 donner naissance à des tas 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

- 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))