



Ressources pour le cycle terminal général et technologique

Informatique et Sciences du Numérique

Vous avez dit trier ? 1 - Algorithmes simples

Ces documents peuvent être utilisés et modifiés librement dans le cadre des activités d'enseignement scolaire, hors exploitation commerciale.

Toute reproduction totale ou partielle à d'autres fins est soumise à une autorisation préalable du Directeur général de l'enseignement scolaire.

La violation de ces dispositions est passible des sanctions édictées à l'article L.335-2 du Code la propriété intellectuelle.

Juin 2012

Présentation / Vous avez dit trier ? 1 - algorithmes simples

1 / Contexte

Dans ce premier volet sont abordées les considérations algorithmiques concernant les opérations de tri, accompagnées d'un scénario pédagogique pour aborder quelques-uns de ces aspects.

Un second volet sera consacré au choix des critères de tri d'un ensemble de données non numériques (voir « Vous avez dit trier ? - 2 Critère de tri »).



2 / Thème abordé

2.1 Problématique

Comment ranger des données afin de faciliter leur accès futur ?

C'est par exemple l'ordre alphabétique du dictionnaire, où les mots sont rangés dans un ordre logique qui permet de ne pas devoir parcourir tout l'ouvrage pour retrouver une définition. Ce peut être aussi l'ordre intuitif dans lequel un joueur de cartes va ranger son jeu afin de limiter le temps de recherche pendant le déroulement de la partie. Cette problématique permet d'introduire la notion de tri (avec plusieurs sens distincts : séparer, ordonner, choisir), puis d'étudier différents algorithmes de tri.

Le tri permet essentiellement d'accélérer les recherches, grâce à l'algorithme de recherche dichotomique.

2.2 Situation d'accroche

Un joueur de tarot reçoit 18 cartes lors de la donne en début de partie ; il les trie ensuite pour faciliter la lecture de son jeu.

Comment procède-t-il exactement pour réaliser cette opération ?

Y a-t-il plusieurs façons de procéder :

- du point de vue du résultat (ordre final) ?
- du point de vue de la méthode (algorithme utilisé) ?

Expérimentation, sous forme de TD par petits groupes, des méthodes intuitives que nous employons naturellement pour trier des objets simples : par exemple des cartes à jouer.

- Consigne n° 1 : « trie les objets suivants » (18 cartes d'un jeu de tarot choisies aléatoirement),
- ensuite seulement, consigne n° 2 : « décrivez par écrit la façon précise dont vous vous y êtes pris pour effectuer le tri ».

Il est bien sûr possible d'utiliser un autre type de jeu de cartes que le tarot. L'intérêt du jeu de tarot est qu'il a beaucoup d'atouts, pour lesquels le critère de tri est assez évident.

2.3 Frontières de l'étude et prolongements possibles

Ce scénario est volontairement souple et permet d'aller plus ou moins loin dans la découverte des algorithmes de tri.

On peut étudier facilement les tris par insertion et par sélection, qui émergent spontanément lors du tri d'un jeu de cartes, le tri à bulle dont le principe est assez simple, et éventuellement un algorithme de tri rapide.

On peut comparer les performances des algorithmes en organisant un concours entre plusieurs groupes d'élèves, chaque groupe étant chargé de trier un nombre équivalent de cartes à jouer par un algorithme donné (choisi par le groupe).

Enfin, on peut aussi mettre en œuvre de la programmation si on le souhaite.

Pour approfondir le sujet, on peut introduire un nouveau concept qui permet de « trier les tris » en quelque sorte.

Stabilité : on veut trier des données possédant plusieurs colonnes (ou clés) numériques ou alphabétiques ; on dit qu'un tri est stable si le tri sur l'une de ces colonnes respecte les ordres existants sur les autres colonnes lorsque la valeur dans la colonne triée est la même.

La question qui se pose alors est de savoir quels algorithmes de tris sont stables.

Une fois que la problématique du tri est bien mise en place, on peut se demander s'il existe des algorithmes de tri

plus performants pour trier de gros volumes de données (plus de 10000) ; cette investigation conduira au tri rapide et au tri par fusion, qui ne sont pas abordés ici.

3 / Objectifs pédagogiques

3.1 Prérequis

Aucun prérequis n'est nécessaire si l'on ne fait pas de programmation. Sinon, les algorithmes n'utilisent que des fonctions et structures élémentaires du langage retenu.

3.2 Éléments du programme

Contenus

Algorithmique :

- Algorithmes simples : recherche dichotomique, tri par sélection, tri à bulle.

Représentation de l'information :

- Manipulation et organisation de grandes quantités d'informations.

Compétences et capacités

Décrire et expliquer une situation, un système ou un programme :

- Expliquer ce que fait un algorithme.
- Dénombrer les opérations élémentaires réalisées par un algorithme.

Concevoir et réaliser une solution informatique en réponse à un problème :

- Observer une manœuvre complexe et la transcrire de façon univoque en langage naturel.
- Concevoir et programmer un algorithme (si programmation mise en œuvre).

4 / Modalités de mise en œuvre

4.1 Durée prévue

Environ deux heures selon contenu, sans programmation. Si on veut programmer quelques algorithmes, on peut ajouter quelques séances.

4.2 Type de l'animation

Petits groupes et classe entière, en alternance. Les vidéos didactiques permettent de bien introduire le sujet.

4.3 Mini-projets

La programmation de quelques algorithmes de tri peut servir de thème pour des mini-projets permettant aux élèves de développer leurs facultés d'organisation.

5 / Références (vidéos et autres supports) :

- Tri par insertion : <http://www.youtube.com/watch?v=R0a1U37913U>
ou encore : <http://www.youtube.com/watch?v=Fr0SmtN0IJM>
- Tri par sélection : <http://www.youtube.com/watch?v=Ns4TPTC8whw>
ou encore : http://www.youtube.com/watch?v=TW3_7cD9L1A
- Tri par bulles : <http://www.youtube.com/watch?v=lyZQPjUT5B4>
ou encore : <http://www.youtube.com/watch?v=UnK5ueUgc88>
- Pour une animation comparative, voir aussi : <http://www.sorting-algorithms.com>
- Illustrations sonores : <http://youtu.be/t8g-iYGHpEA>

6 / Auteur

Jean-Paul Berthelot, professeur de Sciences Physiques, académie de Nantes.

Annexe

Trois exemples de tri simples et un algorithme fondamental

1 / Tri par insertion

Le tri par insertion est le tri que la majorité des joueurs de cartes occasionnels pratiquent intuitivement.

Il consiste à « traiter » toutes les cartes dans l'ordre découlant de la donne, le « traitement » se résumant, pour chaque carte, à l'insérer au bon endroit dans l'ensemble des cartes déjà triées.

Matériellement, cette opération peut être réalisée selon deux variantes :

Soit avec deux tas de cartes, l'un sur la table, résultat de la donne, l'autre dans la main du joueur, contenant le jeu trié. L'opération de tri commence alors avec la totalité des cartes sur la table, et se termine avec la totalité des cartes dans la main du joueur.

Soit directement dans la main du joueur, celle-ci étant partagée mentalement en un côté « trié » et un côté « pas encore trié ». L'opération de tri consiste alors à faire passer les cartes de l'un à l'autre en les insérant au bon endroit.

Dans les deux cas l'algorithme utilisé peut être le suivant :

```
Placer dans la main triée une pseudo-carte plus « petite » que toutes les cartes du jeu
(un genre de zéro de trèfle), suivie d'une autre pseudo-carte plus « grande » que
toutes les cartes du jeu (un genre de vingt-deux d'atout).
Pour chaque carte de la donne :
    Regarder au début de la main triée
    Tant que la nouvelle carte va après la carte de la main triée :
        Avancer le regard d'une carte dans la main triée
    Fin tant que
    Insérer la nouvelle carte devant la carte de la main triée qu'on vient de regarder
Fin pour chaque
Éliminer les deux pseudo-cartes, placées à chaque extrémité de la main triée
```

Remarques :

- Les pseudo-cartes servent à éviter des tests spécifiques pour savoir si on a atteint la limite de la main triée.
- En pratique, le tri par insertion « humain » n'est pas aussi primitif, la recherche du point d'insertion se faisant plutôt par dichotomie que par balayage élément par élément.

2 / Tri par sélection

Le tri par sélection, pratiqué aussi par de nombreux joueurs, est assez voisin du tri par insertion.

Au contraire de ce dernier, il consiste à traiter les cartes de la donne directement dans l'ordre où on souhaite les ranger, et non dans l'ordre découlant de la donne.

On n'a plus à déterminer le point d'insertion, puisque c'est par définition à la suite de ce qui est déjà trié.

On doit en revanche sélectionner la carte à traiter parmi les cartes restant à trier.

Cette opération se fait en général pour des raisons pratiques directement dans la main du joueur, celle-ci étant partagée mentalement en un côté « trié » et un côté « pas encore trié ». L'opération de tri consiste alors à faire passer les cartes de l'un à l'autre en les sélectionnant au bon endroit.

L'algorithme utilisé peut être le suivant :

```
Tant qu'il reste des cartes dans le paquet pas encore trié :
    Sélectionner arbitrairement une carte du paquet pas encore trié
    Pour chaque carte du paquet pas encore trié
        Si cette carte va avant la carte précédemment sélectionnée :
            Sélectionner cette carte à la place de celle précédemment sélectionnée
```

```
        Sinon ne rien changer
    Fin si
Fin pour chaque
Déplacer la carte sélectionnée à la suite du paquet trié
Fin tant que
```

Remarque :

Là encore, le tri par sélection « humain » n'est pas aussi primitif ; en fait, la sélection de la carte suivante ne se fait pas par balayage complet de l'ensemble restant à trier, mais souvent par accès direct.

Le cerveau humain ne fonctionne pas comme un calculateur, mais est capable de fonctions élaborées, comme par exemple la reconnaissance directe de toutes les cartes de carreau, plutôt que de balayer toutes les cartes du jeu et de se poser la question « est-ce du carreau ? » pour chacune d'entre elles.

Du point de vue technologique, cela revient à disposer d'une mémoire adressable par le contenu.

3 / Le tri par comptage, un tri consommant de la mémoire

Voici un algorithme de tri (non mentionné dans le programme) mais qui peut rendre de bons services. On peut trier nettement plus vite si on sait que les objets à trier sont des nombres entiers appartenant à un intervalle connu (disons compris entre 1 et N) ; il suffit à cet effet de préparer N « cases » numérotées de 1 à N , puis de « distribuer » les entiers (les cartes, en somme) de sorte que l'entier k sera « déposé » dans la case k . Une fois que la distribution est terminée, il suffit de « ramasser » les paquets dans le bon ordre et le tour est joué. Si on rencontre plusieurs fois le même entier, il suffit d'empiler et de compter le nombre d'occurrences trouvées.

Ce tri est parfois utilisé en sous-main pour le tri par base (*radix sort*) : si on doit trier des nombres entiers de c chiffres, on trie ces nombres selon le chiffre des unités pour commencer (avec un tri par comptage), puis on trie selon le chiffre des dizaines, puis selon le chiffre des centaines, etc.

Ces méthodes de tri sont rapides mais nécessitent

- une certaine connaissance a priori des données à trier.
- une quantité de mémoire en proportion du volume de données à trier.

Voir ici :

<http://www.siteduzero.com/tutoriel-3-36649-le-tri-a-paniers.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Radix_sort

http://en.wikipedia.org/wiki/Bucket_sort

http://www.youtube.com/watch?v=50_TC0GjNjc

4 / La recherche dichotomique

Il est intéressant de présenter en classe entière le principe de la recherche dichotomique parce qu'il est simple et éclairant, en confrontant la recherche par balayage avec la recherche dichotomique. En effet, face à des données (nombres) assez régulièrement réparties entre 1 et 2^p la recherche par balayage va nécessiter au pire 2^p comparaisons et en moyenne 2^{p-1} comparaisons alors que la recherche dichotomique n'en nécessitera que p au pire ; dès que p dépasse 10 la différence est stupéfiante !