Durée 3 h Documents autorisés (polycopiés de cours uniquement)

Sujet d'examen 1

Pratique du C

Décembre 2011

Introduction

Écrivez lisiblement et n'hésitez pas à commenter votre code en langage C. Vous ne pouvez utiliser que les fonctions C dont le prototype est donné dans l'énoncé et celles dont vous donnez la définition dans vos copies.

Les sections sont indépendantes ; lisez l'énoncé complet avant de commencer à le résoudre.

1 Quizz

1. Qu'affiche le programme suivant ?

```
int
main
(void)
{
  int tab[5] = {1,2,3,4,5};
  int *p, *q, i;

  i = 2; tab[i++] = 0;
  p = tab; q = p + i - 1;
  *(q+1) = tab[i-1] + (q-p);

  for(i=0;i<5;i++)
     printf("%d ",tab[i]);

   return 0 ;
}
```

2. Considérons le code suivant :

```
#include <string.h>
void foo(void);
int
main
(int argv, char **argc)
{
 int i ;
 for(i=0;i<strlen(argc[0]);i++) foo() ;
 return 0 ;
}
```

Questions.

(a) Donner la définition de la fonction `strlen` qui prend en argument un pointeur sur une chaîne de caractères et retourne sa taille.

(b) Avec le code de la fonction principale `main` ci-dessus, combien d'accès mémoire à la chaîne de caractères stockée en `argc[0]` sont effectués.

(c) Modifier ce code pour qu'il ne nécessite qu'un nombre d'accès linéaire en la taille de la chaîne.

3. Considérons le code C suivant :

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
char* remplace(char c, int i) {
    /* C'est ici que l'on veut ins\'erer la ligne */
    str[i] = c;
    return str;
}
int main(void){
    char* chaine = remplace(' ', 2);
    chaine = remplace('n', 0); chaine = remplace('o', 1);
    printf("%s\n", chaine);
    return 0;
}
```

On souhaite que ce code affiche la chaîne de caractères

```
cassandre % gcc Quizz_13.c && ./a.out
no fun
```

Pour ce faire, on considère 4 possibilités pour chacune des lignes suivantes que l'on suppose écrites à la place du commentaire `/* C'est ici que l'on veut ins\'erer la ligne */`.

(a) `char str[] = { 'C',' ',' ','f','u','n',0 } ;`

(b) `char str[] = "C  fun" ;`

(c) `char *str = (char *) malloc(7*sizeof(char)); strncpy(str, "C  fun",7);`

(d) `static char str[] = { 'C',' ',' ','f','u','n',0 } ;`.

Dans chaque cas, indiquez

(a) si le programme compile,

(b) s'il provoque une erreur ou un résultat indéterminé en cours d'exécution et

(c) le résultat de l'affichage.

Justifier vos réponses.

Remarques : La fonction

```
#include <string.h>
char *strncpy (char *dest, const char *src, int n);
```

copie la chaîne pointée par `src` (y compris le caractère `'\0'` final) dans la chaîne pointée par dest. Les deux chaînes ne doivent pas se chevaucher. La chaîne `dest` doit être assez grande pour accueillir la copie.

Dans le cas où la longueur `src` est inférieure à n, la fin de dest sera remplie avec des caractères nuls.

La fonction strncpy() renvoient un pointeur sur la chaîne destination dest.

2 Makefile

On dispose d'un répertoire dont le contenu est :

```
% ls
Makefile foo.c foo.o main.c main.o
module.c module.h module.o prog
```

Le fichier `Makefile` contient le code suivant :

```
% cat Makefile
CC=gcc
CFLAGS = -Wall -ansi -pedantic
OBJS = main.o module.o foo.o

.PHONY: doit clean

prog: $(OBJS)
     $(CC) -o prog $(OBJS) -lm

main.o: main.c module.h
     $(CC) -c $(CFLAGS) main.c

clean:
    -rm *.o

doit:
     make prog
     rm -f prog
     make clean
```

Questions.

1. En supposant qu'il n'y a pas d'erreur de compilation, d'édition de liens ou d'accès aux fichiers, donner l'ensemble des commandes que le shell exécute si l'utilisateur tape l'instruction :

   `make doit`

2. Que se passe-t-il si on recommence cette instruction ? Justifier.
3. Modifiez ce Makefile pour corriger le problème (`foo.c` est le seul source n'incluant pas l'entête `module.h`).

3 Tri bulle générique

Tri Bulle. Le tri bulle consiste à parcourir la table à trier en intervertissant toute paire d'éléments consécutifs non ordonnés afin qu'après un parcours, le plus grand élément se retrouve à la fin de la table. On recommence cette opération avec la table considérée sans le dernier éléments.

Questions.

1. Donnez la définition de la fonction de prototype :

   ```
   void TriBulle(int *,int) ;
   ```

   qui tri — de manière destructive — un tableau d'entiers passé en premiers paramètre et dont la taille est passée en second paramètre.

2. Donnez la définition de la fonction de prototype :

   ```
   void TriBulleGenerique (void *tab,int tabsize, int cellsize, int (*compar)(void*, void *)) ;
   ```

   qui tri — de manière destructive — un tableau dont l'origine est passée en premiers paramètre, la taille en second paramètre, la taille (en octet) de chacune de ces cellules en troisième et une fonction de comparaison de cellule en dernier.

4 Tri utilisant un tas binaire

L'objectif de l'exercice est d'implanter le tri d'un tableau d'entier en utilisant un *tas binaire*. (On souhaite trier le tableau afin d'avoir le plus petit élément au début et le plus grand à la fin).

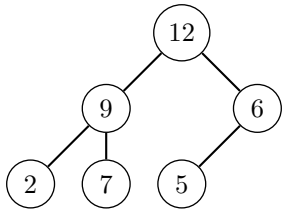
Tas binaire

Définition 1 *Un* tas binaire *est un arbre binaire complet — i.e. les nœuds de l'arbre peuvent être stockés de façon contiguë dans un tableau — ordonné en tas — les nœuds sont ordonnés par leurs clefs et les clefs des fils sont inférieures à celles des pères.*

Représentation d'un tas binaire par un tableau

Comme tout arbre binaire, un tas binaire peut être représenté dans un tableau unidimensionnel indicés à partir de 0 : le père d'un nœud en position i a pour enfants un fils gauche en position $2i + 1$ et un fils droit en position $2(i + 1)$.

Exemple. L'arbre



est codé par le tableau

12	9	6	2	7	5

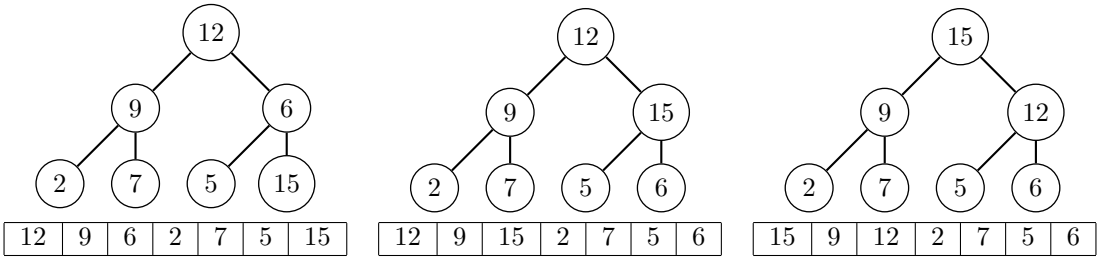
Les tas binaires sont utilisés pour implanter les files de priorités car ils permettent des insertions en temps logarithmiques et un accès direct au plus grand élément.

Insertion dans un tas binaire

L'insertion d'un élément dans un tas binaire se ramène à 2 type d'opérations :

1. l'insertion de l'élément dans première cellule vide du tableau codant l'arbre.
2. la *percolation* de cet élément depuis une feuille de l'arbre jusqu'à la racine (si nécessaire). Ces opérations consistent à échanger autant que nécessaire l'élément qui *percole* avec son père *courant* si ce dernier est plus petit que lui.

Dans l'exemple suivant, on ajoute l'élément 15 au tas en 3 étapes :

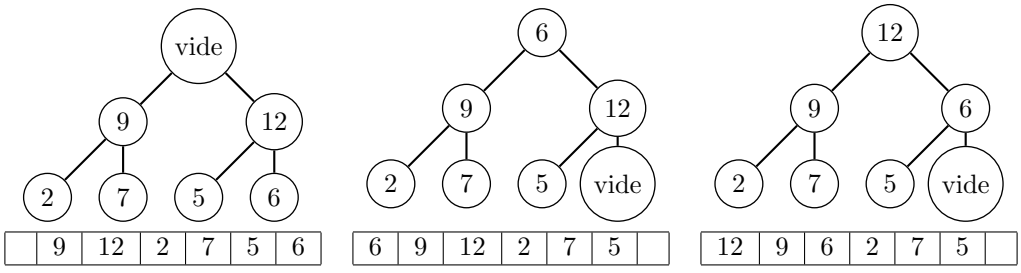


Retirer un élément d'un tas binaire

Pour retirer un élément d'un tas binaire on utilise 3 type d'opérations :

1. on retire la racine de l'arbre (i.e. le premier élément du tableau codant cet arbre) laissant ainsi la première cellule vide et deux sous-arbres.
2. on place la dernière feuille (i.e. le dernier élément du tableau codant l'arbre) à la racine (i.e. le premier élément du tableau codant l'arbre)
3. le *tamissage* de cet élément depuis la racine jusqu'à une feuille (si nécessaire) ; c'est en quelque sorte l'opération inverse de la percolation. Ces opérations consistent à échanger autant que nécessaire l'élément que l'on a placé dans la racine avec le plus grand fils *courant* qui lui est inférieur.

Dans l'exemple suivant, on retire l'élément 15 au tas que l'on a construit ci-dessus :



4.1 Présupposés

On suppose disposer de deux pointeurs

```
int *DebutTableau ;
int *FinTableau ;
```

le premier pointant au début d'un tableau d'entier et le second sur sa fin. On ne souhaite pas utiliser d'autre espace mémoire que ce tableau (notre tri est donc destructif). De plus, les tas binaires intermédiaires utilisent donc ce tableau comme espace de stockage.

Questions :

1. Donnez la définition de la fonction de prototype :

   `void permuter(int *, int *) ;`

   qui prend en argument 2 pointeurs d'entiers et qui permute les valeurs sur lesquelles ils pointent.

2. Donnez la définition de la fonction de prototype :

   `void percolation(int *, int *) ;`

   qui prend en premier paramètre un pointeur sur la cellule d'un tableau codant la racine du tas considéré et en second paramètre un pointeur sur la cellule où l'on suppose avoir déjà placé l'entier à insérer dans le tas (cette cellule correspond à la dernière feuille du tas que l'on obtient après percolation). Cette fonction implante les actions de percolation décrites ci-dessus.

3. Donnez la définition de la fonction de prototype :

   `void ConstruireTas(int *, int *) ;`

   qui prend en premier paramètre un pointeur sur la première cellule d'un tableau contenant les entiers à trier et en second paramètre un pointeur sur la dernière cellule de ce tableau. Cette fonction utilise la fonction `percolation` ci-dessus pour construire un tas binaire stocké au final dans ce tableau.

4. Donnez la définition de la fonction de prototype :

   `void Trier(int *, int *) ;`

   qui prend en paramètres un pointeur sur la première cellule d'un tableau contenant les entiers à trier et un pointeur sur la dernière cellule de ce tableau. Cette fonction
   – utilise la fonction `ConstruireTas` pour construire un tas binaire à partir des entiers en utilisant l'espace mémoire du tableau ;
   – place un pointeur `ptr` sur le dernier élément du tableau ;
   1) interverti le premier élément avec l'élément pointé ;
   2) utilise la fonction `tamissage` (cf. ci-dessous) pour reconstituer la structure de tas binaire du tableau considéré sans les éléments au-delà de `ptr` ;
   3) recule le pointeur `ptr` et recommence à l'étape 1 jusqu'à ce que le tableau soit trié.

5. Donnez la définition de la fonction de prototype :

   `void tamissage(int *, int *) ;`

   qui prend en premier paramètre un pointeur sur la cellule correspondant à la racine du tas que l'on veut construire — cette racine est supposée déjà contenir l'élément que l'on va tamiser — et en second paramètre un pointeur sur la première cellule du tableau d'entiers qui ne fait pas partie du codage du tas que l'on veut obtenir. Cette fonction implante les actions de tamissage décrites plus haut.