Análisis de Algoritmos 2016/2017

Práctica 1

Litzy Tatiana Rochas Ávila y Lucía Colmenarejo Pérez, 1201.

Código	Gráficas	Memoria	Total

1. Introducción.

Aquí ponéis una introducción y discusión previa a la práctica.

En esta primera práctica del curso, lo que vamos a realizar va a ser la implementación de varios ficheros con el fin de conseguir analizar un algoritmo. Para ello crearemos tres ficheros distintos cada uno de los cuales se dedicará a realizar una parte del análisis del algoritmo. Con ello se pretende afianzar los conceptos adquiridos en clase y ponerlos en práctica. Esto nos servirá de gran utilidad para medir el rendimiento(o tiempo de ejecución)de un algoritmo y las distintas formas de ordenación y sus respectivos tiempos de ejecución.

2. Objetivos

En esta sección explicaremos el trabajo realizado en cada un de los apartados o ejercicios.

En el primer apartado vamos a realizar una función que genere un número equiprobable entre dos límites(superior e inferior) que se pasan como argumentos de la función.

En el segundo apartado vamos a realizar una rutina que genere permutaciones aleatorias. Par ello utilizaremos la función implementada en el apartado 1 (aleat_num) para conseguir de forma aleatoria los números que conforman la permutación.

En el tercer apartado lo que llevaremos a cabo será un añadido de la función implementada en el apartado anterior, ya que lo que haremos será una función que genere un cierto numero de permutaciones de un cierto tamaño(ambos valores pasados como argumentos de la rutina).

En el cuarto apartado vamos a crear un nuevo fichero en el cual implementaremos en una función el algoritmo de ordenación Insert Sort visto en clase al cual le pasaremos como argumentos la tabla a ordenar, el primer elemento de la tabla y el último de la tabla.

En el quinto apartado haremos la implementación de tres funciones, todas relacionadas con el tiempo de ordenación dl algoritmo sobre el conjunto de permutaciones.

2.1 Apartado 1:

El objetivo de esta función será su posterior utilización en los siguientes apartados para generar una aleatoriedad de números y así poder recurrir a esta función siempre que queramos obtener números aleatorios.

2.2 Apartado 2:

El objetivo de este ejercicio es la implementación de una función que consiga obtener transposiciones aleatorias de unos ciertos números que se encuentren entre unos límites (los establecidos en la función de aleat_num) y de cierta longitud(que se pasa

como argumento a la función implementada en este apartado. Para lograr este cometido necesitaremos la implementación de una función auxiliar, a la cual llamaremos intercambiar, con el fin de intercambiar números para conseguir todas las transposiciones posibles.

2.3 Apartado 3:

El objetivo de este tercer apartado es poder obtener el número de permutaciones que queramos con el tamaño que nosotros deseemos y que le pasemos como argumento de la nueva función.

2.4 Apartado 4:

El objetivo del cuarto apartado es que entendamos el algoritmo de ordenación de Insert Sort y seamos capaces de implementarlo. La finalidad de esta función es ordenar de forma creciente los números de la tabla dada a medida que vamos insertando sus números.

2.5 Apartado 5:

En este apartado el objetivo a conseguir es la implementación de una función que escriba en un fichero los tiempos medios y los números promedio, máximo y mínimo de veces que se ejecuta la operación básica(OB) en la ejecución del algoritmo de ordenación con un número de permutaciones definidos en un dominio dado (entre un áximo y un mínimo) y con un cierto incremento que nosotros definimos. Para ello Además haremos otra función con el fin de obtener el tiempo que tarda el algoritmo en ordenar la tabla. Además programaremos una función con la que se imprime una tabla con cinco columnas correspondientes al tamaño de la permutación, al tiempo de ejecución y al número promedio, máximo y mínimo de veces que se ejecuta la OB.

3. Herramientas y metodología

Aquí exponemos qué entorno de desarrollo (Windows, Linux, MacOS) y herramientas hemos utilizado (Netbeans, Eclipse, gcc, Valgrind, Gnuplot, Sort, uniq, etc) y qué metodologías de desarrollo y soluciones al problema planteado hemos empleado en cada apartado. Así como las pruebas que hemos realizado a los programas desarrollados.

3.1 Apartado 1:

Este apartado lo hemos realizado en el entorno de desarrollo de Linux y para programarlo hemos utilizado la herramienta de Cloud 9 (para poder trabajar ambos miembros del grupo sobre el mismo programa desde lugares distintos). Además hemos empleado la herramienta de Gnuplot para la realización del histograma.

La solución que hemos propuesto para este apartado es la implementación de la función aleat_num utilizando la función rand para generar números aleatorios.

3.2 Apartado 2:

Este apartado lo hemos realizado en el entorno de desarrollo de Linux y para programarlo hemos utilizado la herramienta de Cloud 9 (para poder trabajar ambos miembros del grupo sobre el mismo programa desde lugares distintos).

La solución adoptada para este apartado es la realización de dos bucles for; uno para crear el array de la permutación, y otro para dar la aleatoriedad y así poder crear todas la permutaciones posibles gracias a las llamadas realizadas a la función aleat_num implementada en el apartado anterior y a la función de intercambiar los números.

3.3 Apartado 3:

Este apartado lo hemos realizado en el entorno de desarrollo de Linux y para programarlo hemos utilizado la herramienta de Cloud 9 (para poder trabajar ambos miembros del grupo sobre el mismo programa desde lugares distintos).

La solución por la que hemos optado en este problema es la realización de un bucle for con el objetivo de llamar a genera_perm(implementada en el apartado anterior) que nos generará las permutaciones de tamaño n(tamaño que le pasamos cmo argumento de la función).

3.4 Apartado 4:

Este apartado lo hemos realizado en el entorno de desarrollo de Linux y para programarlo hemos utilizado la herramienta de Cloud 9 (para poder trabajar ambos miembros del grupo sobre el mismo programa desde lugares distintos).

La solución a la que hemos llegado en este problema es la realización de un bucle for en el cual recorremos la tabla que nos dan y vamos insertando ten una posición u otra teniendo en cuenta el bucle while que hay dentro de este(bucles anidados). En el bucle for cogemos la variable ‘i’ inicializándola en la primera posición más uno(debido a que en el array se comienza en la posición 0) y siempre que sea menor o igual que el último elemento de la tabla, guardamos el valor en una variable ‘a’ e incrementamos en uno el valor de ‘i’. Después con el bucle while lo que hacemos será comparar los elementos que hay insertados con el que se va a insertar para poder decidir en qué posición se inserta.

3.5 Apartado 5:

Este apartado lo hemos realizado en el entorno de desarrollo de Linux y para programarlo hemos utilizado la herramienta de Cloud 9 (para poder trabajar ambos miembros del grupo sobre el mismo programa desde lugares distintos).

La solución que hemos implementado en este apartado es una función (genera_tiempos_ordenacion) que calcula el tiempo que tarda un algoritmo en ordenar permutaciones cuyo tamaño está definido entre dos números y se incrementa según un valor establecido y escribe el resultado en un archivo. Para ello nos vamos a valer de una función (tiempo_medio_ordenacion) que calcula el tiempo que tarda un algoritmo en ordenar una tabla. Y, por último, una función que escribe en un fichero los datos de los tiempos de ordenación(guarda_tabla_tiempos).

Cabe destacar que en todos los apartados hemos utilizado las herramientas de valgrind y gcc para la detección de errores y el compilado de los programas. Además en ciertos apartados hemos tenido que emplear el debbuger para encontrar el punto en el cual se encuentra el error y así poder arreglarlo, y, además nos ha ayudado bastante a la comprensión del funcionamiento del algoritmo.

4. Código fuente

Aquí ponemos el código fuente exclusivamente de las rutinas que hemos desarrollado nosotros en cada apartado.

4.1 Apartado 1:

```
int aleat_num(int inf, int sup) {

    int r = 0;

    if (inf < 0 || sup < 0) return -1; /*comprobamos que nos pasan correctamente los        argumentos*/

    r = (rand() / ((double) RAND_MAX + 1.))*(sup - inf + 1) + inf; /*utilizamos la      función rand para generar numeros aleatorios*/

    return r;

}
```

4.2 Apartado 2:

```
void intercambiar(int *a, int *b) { /*función privada que intercambia numeros*/

    int aux = 0;

    aux = *a;

    *a = *b;

    *b = aux;

}

int* genera_perm(int n) {

    int* permutacion = NULL;

    int i = 0;

    if (n < 1) return NULL; /*Comprobamos que nos pasan bien el tamaño de la permutación a generar*/
```

```
    permutacion = (int*) malloc((n + 1) * sizeof (int)); /*Reservamos memoria para la permutación*/

    if (!permutacion) return NULL; /*Comprobamos que la reserva se realizó correctamente*/



    for (i = 0; i < n; i++) {

        permutacion[i] = i + 1;

    }



    for (i = 0; i < n - 1; i++) {

        intercambiar(&(permutacion[i]), &(permutacion[aleat_num(i + 1, n - 1)])); /*Intercambiamos los números de el
array*/

    }

    return permutacion;

}
```

4.3 Apartado 3:

```
int** genera_permutaciones(int n_perms, int tamanio) {

    int** permu = NULL;

    int i = 0;

    if (n_perms < 1 || tamanio < 1) return NULL; /*Comprobamos que nos pasan correctamente los argumentos de
entrada*/



    permu = (int **) malloc(n_perms * sizeof (int*)); /*Reservamos la memoria para el puntero a permutaciones*/

    for (i = 0; i < n_perms; i++) {

        (permu)[i] = (genera_perm(tamanio)); /*llamamos a genera_perm que nos generará permutaciones de tamaño
tamanio*/

    }

    return permu;

}
```

4.4 Apartado 4:

```
int InsertSort(int* tabla, int ip, int iu) {

    int i = 0, j = 0, a = 0, contador = 0;
```

```
    if (!tabla || ip < 0 || iu < 0 || iu < ip) return -1;

    for (i = ip + 1; i <= iu; i++) {

        a = tabla[i];

        j = i - 1;

        while (j >= ip && tabla[j] > a) {

            contador++;/*Contador de operación basica*/

            tabla[j + 1] = tabla[j];/*Intercambiamos los elementos*/

            j--;

        }

        tabla[j + 1] = a/*Se asigna el número mayor*/

    }

    return contador;

}
```

4.5 Apartado 5:

```
short tiempo_medio_ordenacion(pfunc_ordena metodo, int n_perms, int tamanio, PTIEMPO ptiempo) {

    int ob[n_perms]; /*Array donde guardaremos el número de operaciones básicas para cada permutación*/

    int i = 0, k = 0;

    int **perm = NULL;

    int j, medio = 0;

    int minimo = INT_MAX;

    int maximo = INT_MIN;

    double tiempo;

    clock_t t1, t2; /*Utilización del reloj para calcular el tiempo de ejecución*/

    if (!metodo || n_perms < 1 || tamanio < 1 || !ptiempo) return ERR; /*Comprobamos que nos pasan correctamente los argumentos de entrada*/

    perm = genera_permutaciones(n_perms, tamanio); /*Generamos las permutaciones*/

    t1 = clock(); /*Tiempo antes de empezar la ordenación*/
```

```
    for (j = 0; j < n_perms; j++) {

        i = metodo(perm[j], 0, tamanio - 1); /*llamamos al algoritmo de ordenación*/

        ob[j] = i; /*Introducimos el numero de operaciones básicas en nuestro array de ob*/

        if (ob[j] > maximo) { /*Comprobamos si el numero de ob realizadas para la permutación es mayor que el
máximo actual*/

            maximo = ob[j];

        }

        if (ob[j] < minimo) { /*Comprobamos si el numero de ob realizadas para la permutación es menor que el
mínimo actual*/

            minimo = ob[j];

        }

    }

    t2 = clock(); /*Tiempo tras terminar la ordenación*/

    tiempo = ((double) (t2 - t1)) / (n_perms * CLOCKS_PER_SEC); /*Tiempo promedio de ejecución*/

    for (i = 0; i < j; i++) {

        k = k + ob[i];

    }/*Sumamos los elementos de nuestro array de ob*/

    medio = k / j; /*Calculamos el tiempo medio de ob realizadas*/

    ptiempo->n_perms = n_perms;

    ptiempo->tamanio = tamanio;

    ptiempo->min_ob = minimo;

    ptiempo->max_ob = maximo;

    ptiempo->medio_ob = medio;

    ptiempo->tiempo = tiempo;

    for (i = 0; i < n_perms; i++) {/*Liberamos la memoria utilizada*/

        free(perm[i]);

    }

    free(perm);

    return OK;

}
```

5. Resultados, Gráficas

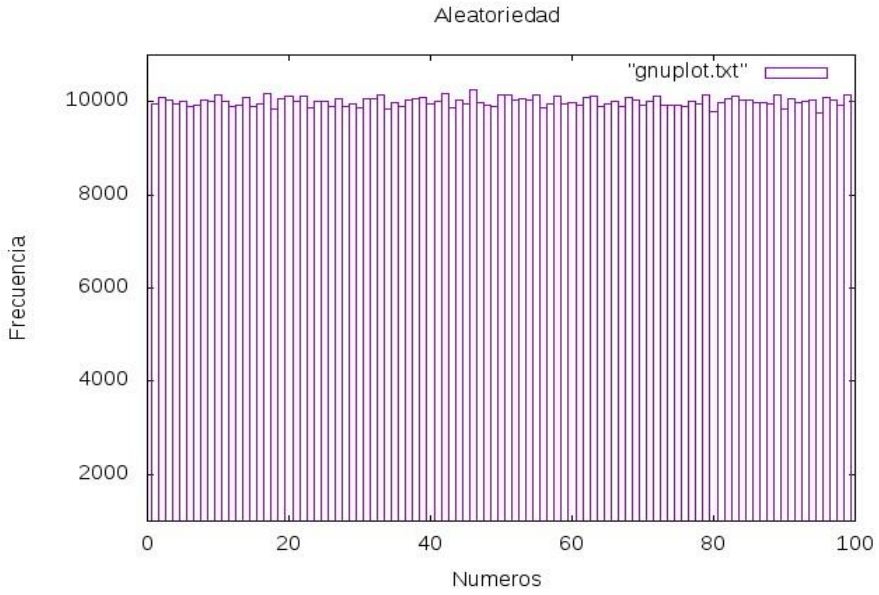
Aquí vamos a poner los resultados obtenidos en cada apartado, incluyendo las posibles gráficas.

5.1 Apartado 1:

Resultados del apartado 1:

```
ibluue:~/workspace $ ./ejercicio1 -limInf 3  -limSup 7 -numN 10
Practica numero 1, apartado 1
Realizada por: Lucia Colmenarejo Pérez y Litzy Tatiana Rocha Avila
Grupo: 1201
6
7
4
4
3
6
4
4
7
5
```

Gráfica del histograma de números aleatorios, comentarios a la gráfica:



Como podemos ver la generación de números es equiprobable para cada dígito, es decir, prácticamente se generan la misma cantidad de números para cada valor. Esta gráfica se obtiene de introducir como límite inferior 0 y límite superior 1000 con una cantidad de números a generar (numP).

5.2 Apartado 2:

Resultados del apartado 2:

```
ibluue:~/workspace $ ./ejercicio2
Error en los parametros de entrada:

./ejercicio2 -tamanio <int> -numP <int>
Donde:
 -tamanio : numero elementos permutacion.
 -numP : numero de permutaciones.
ibluue:~/workspace $ ./ejercicio2 -tamanio 6 -numP 7
Practica numero 1, apartado 2
Realizada por: Lucia Colmenarejo Pérez y Litzy Tatiana Rocha Avila
Grupo: 1201
5 1 4 2 6 3
3 4 6 1 2 5
6 5 4 1 3 2
6 3 5 2 1 4
4 3 1 5 6 2
5 3 1 6 4 2
6 5 4 2 1 3
```

5.3 Apartado 3:

Resultados del apartado 3:

```
ibluue:~/workspace $ ./ejercicio3
Error en los parametros de entrada:

./ejercicio3 -tamanio <int> -numP <int>
Donde:
 -tamanio : numero elementos permutacion.
 -numP : numero de permutaciones.
ibluue:~/workspace $ ./ejercicio3 -tamanio 5 -numP 7
Practica numero 1, apartado 3
Realizada por: Vuestros nombres
Grupo: Vuestro grupo
5 4 2 1 3
4 3 5 2 1
5 1 4 2 3
5 4 2 1 3
2 4 1 5 3
3 5 4 2 1
2 5 4 1 3
```

5.4 Apartado 4:

Resultados del apartado 4:

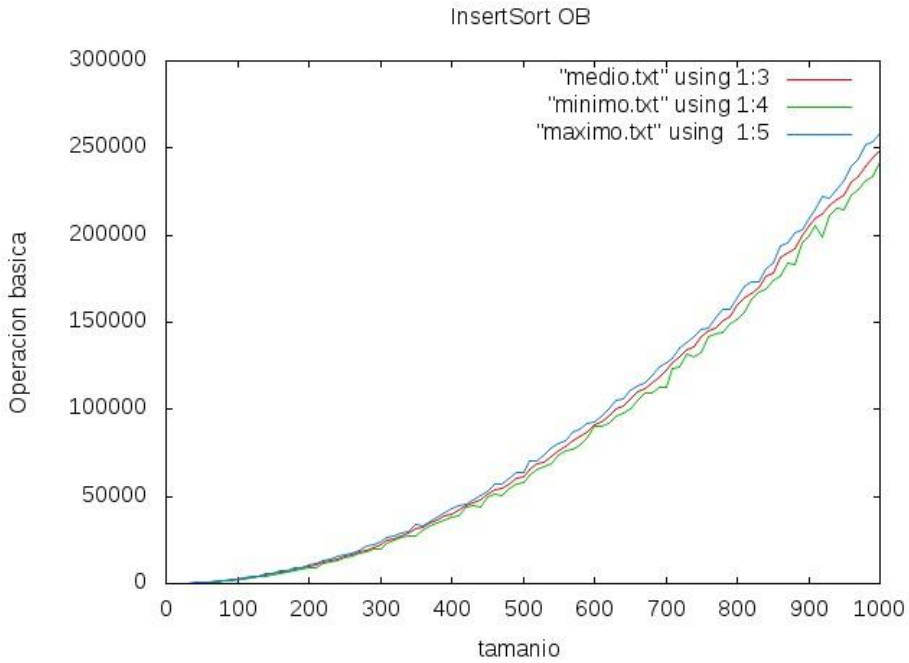
```
ibluue:~/workspace $ ./ejercicio4
Error en los parametros de entrada:

./ejercicio4 -tamanio <int>
Donde:
 -tamanio : numero elementos permutacion.
ibluue:~/workspace $ ./ejercicio4 -tamanio 7
Practica numero 1, apartado 4
Realizada por: Lucia Colmenarejo Pérez y Litzy Tatiana Rocha Avila
Grupo: 1201
7       6       5       4       3       2       1
```

5.5 Apartado 5:

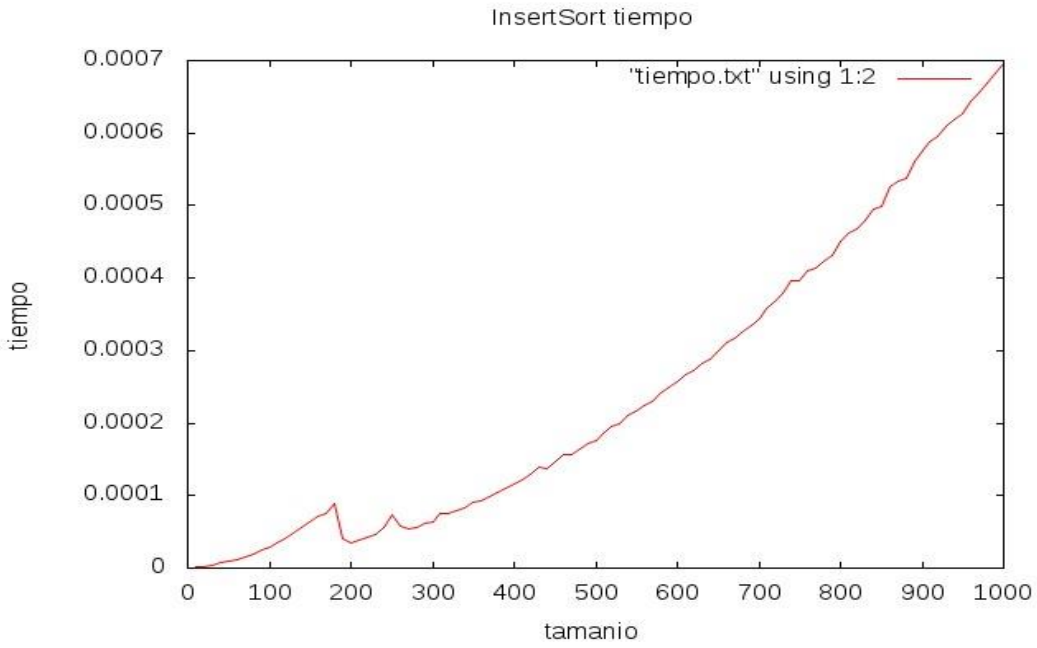
Resultados del apartado 5:

```
ibluue:~/workspace $ ./ejercicio5 -num_min 10 -num_max 1000 -incr 10 -numP 10 -fichSalida gnuplot.txt
Practica numero 1, apartado 5
Realizada por: Lucia Colmenarejo Pérez y Litzy Tatiana Rocha Avila
Grupo: 1201
Salida correcta
```

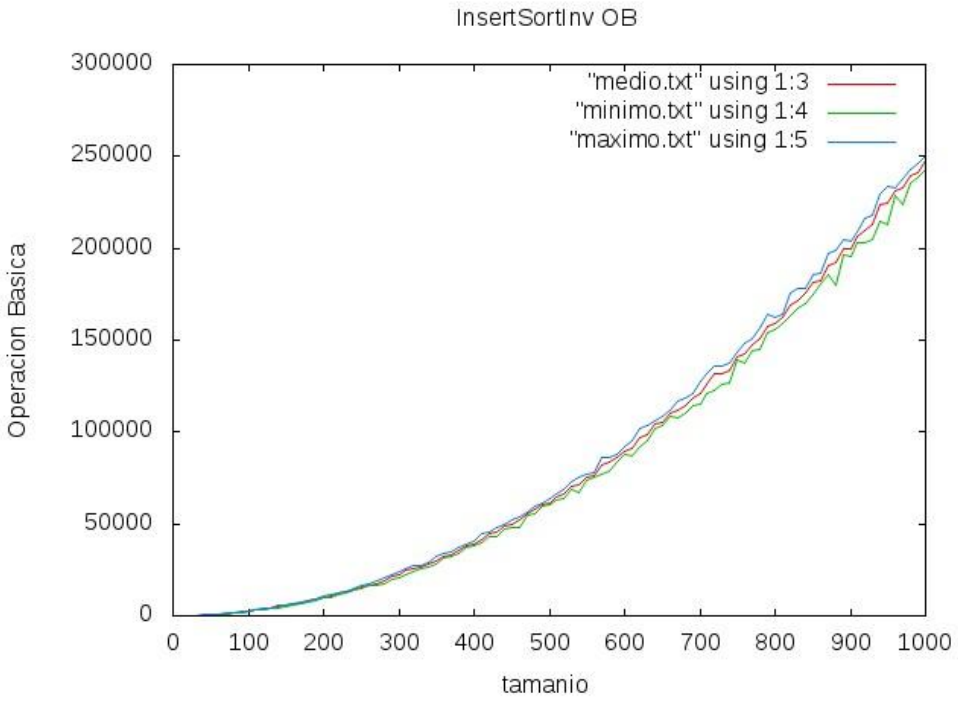
Gráfica comparando los tiempos mejor peor y medio en OBs para InsertSort, comentarios a la gráfica.



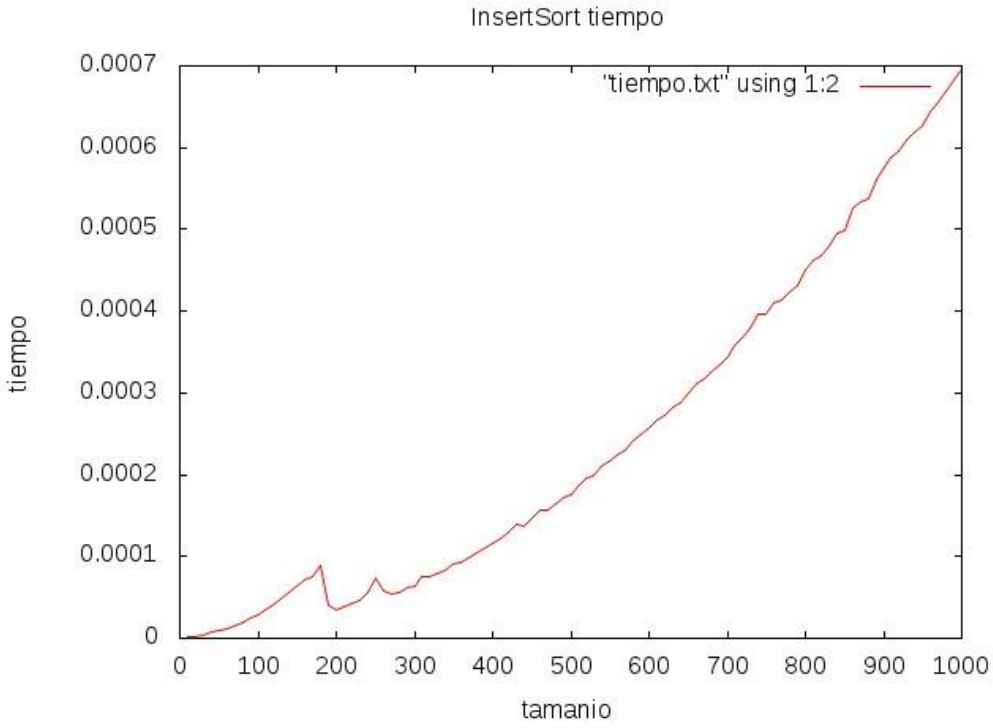
Gráfica con el tiempo medio de reloj para InsertSort, comentarios a la gráfica.



Gráfica comparando los tiempos mejor peor y medio en OBs para InsertSortInv, comentarios a la gráfica.



Gráfica con el tiempo medio de reloj para InsertSortInv, comentarios a la gráfica.



5. Respuesta a las preguntas teóricas:

Aquí responderemos a las preguntas teóricas que se nos han planteado en la práctica.

5.1 Pregunta 1. Justifica tu implementación de aleat_num, ¿en qué ideas se basa?¿de qué libro/artículo, si alguno, has tomado la idea? Propón un método alternativo de generación de números aleatorios y justifica sus ventajas/desventajas respecto a tu elección.

En la implementación de la función de aleat_num primero realizamos un control de errores para comprobar que nos pasan bien los argumentos en la función. Posteriormente utilizamos la función rand para generar los números aleatorios, cuyo resultado lo guardamos en una variable que será lo que devolvamos en la función.

El libro del cual nos hemos servido para iplementar esta función es *"El lenguaje de programación C"* de Brian W.Kernighan y Dennis M.Ritchie, para consultar el funcionamiento y la sintaxis de la función rand.

La implementación alternativa es:

r = rand()%(sup+1-inf)+inf;

En principio generamos números aleatorios de esta forma pero nos dio problemas a la hora de hacer el Segundo ejercicio debido a que había un módulo entre 0 en algunos casos. Pese a esos casos genera números aleatorios como la otra función.

5.2 Pregunta 2. Justifica lo más formalmente que puedas la corrección (o dicho de otra manera, el porqué ordena bien) del algoritmo InsertSort.

Nuestro algoritmo de Insert Sort lo primero que hace es comparar que nos pasan todos los datos correctamente. Una vez hecho eso hacemos un bucle for en el cual asignamos el primer valor de la tabla a una variable i (i= primero +1) y asignamos a 'a' el número que hay en la tabla en la posición i. A continuación, nos metemos en un bucle while; pero antes de meternos en el bucle while lo que hacemos es asignar a una nueva variable(j) la posición anterior con respecto a i (j = i-1). Así de esta forma en el bucle while lo que hacemos es comprobar la condición necesaria para que se ordenen los números de forma decreciente. Esta condición es que la variable j sea mayor o igual que el primer elemento de la tabla original y que el valor en la tabla en la posición j sea mayor que el número que guardamos en la variable 'a'. Si es así guardamos en la posición j+1 el valor de la tabla en la posición j, es decir, intercambiamos los valores. Por último en el bucle while, reducimos en 1 el valor de la variable 'j'. Si salimos del bucle while significará que ya no es mayor por lo que introducimos el número mayor en la tabla.

Además hemos introducido al final una variable nueva que se dedica a contar el número de veces en total que se van a comparar todos los números a la hora de ser insertados en la tabla.

5.3 Pregunta 3. ¿Por qué el bucle de InsertSort no actúa sobre el primer elemento de la tabla?

En el bucle Insert Sort se basa en comparar un elemento de la tabla con su anterior, por lo que no tendría sentido empezar en 0 porque no tiene anterior.

5.4 Pregunta 4. ¿Cuál es la operación básica de InsertSort?

La operación básica de nuestra función de Insert Sort es:

tabla[j] > a;

5.5 Pregunta 5. Dar tiempos de ejecución en función del tamaño de entrada n para el caso peor WSS(n) y el caso mejor BSS(n) de InsertSort. Utilizar la notación asintótica (O; O-; o; Ω ,etc) siempre que se pueda.¿Son estos valores los mismos que los del algoritmo InsertSortInv ?

WSS(n) = (n^2)/2 +O(n)

BSS(n) = (n^4)/2 + O(n)

Sí son los mismos valores, ya que si comparamos las gráficas vemos que son prácticamente iguales.

5.6 Pregunta 6. Compara los tiempos obtenidos para InsertSort e InsertSortInv, justifica las similitudes o diferencias entre ambos (es decir, indicad si las gráficas son iguales o distintas y por qué).

Las gráficas son prácticamente iguales, y como hemos expuesto en el ejercicio anterior los valores de ejecución del algoritmo son los mismos. Esto si lo pensamos sí

que tiene sentido ya que es el mismo programa exceptuando que un símbolo en la condición del bucle while.

6. Conclusiones finales.

Con esta práctica a parte de lo dicho en la introducción de esta memoria hemos aprendido a utilizar el gnuplot para la realización de gráficas. Hemos reforzado los conceptos y la utilización de los malloc y free para la reserva y liberación de memoria.

Hemos entendido los algoritmos llevados a cabo para la ordenación de las tablas (Insert Sort en este caso). Además hemos podido implementar y entender cómo podeos medir los tiempos de ejecución de un programa, cosa muy útil que nos servirá de cara en adleante para otras prácticas.