

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

ANÁLISIS DE ALGORITMOS

Práctica 2: Pruebas a Posteriori (Algoritmos de Búsqueda)

EQUIPO:

CompilandoConocimiento

INTEGRANTES:

Morales López Laura Andrea
Ontiveros Salazar Alan Enrique
Rosas Hernández Óscar Andrés

PROFESOR:

Franco Martínez Edgardo
Adrián



Índice

1. Introducción	2
1.1. Métodos	2
1.2. Definición	2
1.3. Algoritmos de Búsqueda	2
2. Planteamiento del Problema	3
3. Diseño de la Solución	4
3.1. Búsqueda Lineal	4
3.2. Búsqueda Lineal Paralela	4
3.3. Búsqueda Binaria	5
3.4. Búsqueda con BST	5
4. Implementación de la Solución	6
4.1. Búsqueda Lineal	7
4.2. Búsqueda Lineal Paralela	8
4.3. Búsqueda Binaria	9
4.4. Búsqueda Binaria Paralela	10
4.5. Búsqueda con BTS	11
5. Tabla de Datos	12
6. Actividades y Pruebas	99
6.1. Comparativas Individuales	99
6.2. Comparativas Globales	99
6.3. Preguntas	99
7. Errores Detectados	103
8. Posibles Mejoras	104
9. Conclusiones	105

1. Introducción

Uno de los típicos problemas dentro de un curso de programación es la búsqueda. Estos algoritmos son la base de muchos otros, además de que tenemos con ellos unas ideas interesantes a usar en otro tipo de algoritmos, como búsqueda binaria y derivados, las estructuras de datos y los algoritmos concurrentes.

1.1. Métodos

1.2. Definición

1.3. Algoritmos de Búsqueda

2. Planteamiento del Problema

Con base en el ordenamiento obtenido a partir del archivo de entrada de la práctica 1 que tiene 10 millones de números diferentes; realizar la búsqueda de elementos bajo tres métodos de búsqueda, realizar el análisis teórico y experimental de las complejidades, así como encontrar las cotas de los algoritmos.

1. Búsqueda lineal o secuencial
2. Búsqueda binaria o dicotómica
3. Búsqueda en un árbol binario de búsqueda
4. Implementación de las tres búsquedas con Threads

3. Diseño de la Solución

3.1. Búsqueda Lineal

Algorithm 1 LinealSearch

```
1: procedure LINEALSEARCH( $A, n, NumberToSearch$ )
2:   for  $i \leftarrow 0$  hasta  $n$  do
3:     if  $A[i] = NumberToSearch$  then
4:       regresa  $i$ 
5:     end if
6:   end for
7:   regresa -1
8: end procedure
```

3.2. Búsqueda Lineal Paralela

Algorithm 2 LinealSearch

```
1: procedure LINEALSEARCHPARALLEL( $A, n, NumberToSearch$ ) Encontrado  $\leftarrow$  -1
2:   for cada Hilo do
3:     for  $i \leftarrow 0$  hasta  $n$  ó Encontrado  $\neq 0$  do
4:       if  $A[i] = NumberToSearch$  then
5:         Encontrado  $\leftarrow i$ 
6:       end if
7:     end for
8:   end for
   Regresa encontrado
9: end procedure
```

3.3. Búsqueda Binaria

Algorithm 3 BinarySearch

```

1: procedure BINARYSEARCH( $A, n, NumberToSearch$ )
2:    $inicio \leftarrow 0$ 
3:    $final \leftarrow n - 1$ 
4:   while  $inicio \leq final$  do
5:      $medio \leftarrow \frac{inicio + final}{2}$ 
6:     if  $A[medio] = NumberToSearch$  then
7:       regresa medio
8:     end if
9:     if  $A[medio] > NumberToSearch$  then
10:       $final \leftarrow medio - 1$ 
11:    end if
12:    if  $A[medio] < NumberToSearch$  then
13:       $inicio \leftarrow medio + 1$ 
14:    end if
15:  end while
16:  regresa -1
17: end procedure

```

3.4. Búsqueda con BST

Algorithm 4 SearchBST

```

1: procedure SEARCHBST( $A, n, NumberToSearch$ )
2:    $arbol \leftarrow \text{CreaArbol}(A, n)$ 
3:    $nodo \leftarrow \text{Raiz del árbol}$ 
4:   while  $nodo$  no sea nulo do
5:     if  $nodo.informacion = NumberToSearch$  then
6:       regresa  $nodo.indice$ 
7:     end if
8:     if  $NumberToSearch < nodo.informacion$  then
9:        $nodo \leftarrow nodo.izquierda$ 
10:    end if
11:    if  $NumberToSearch > nodo.informacion$  then
12:       $nodo \leftarrow nodo.derecha$ 
13:    end if
14:  end while
15:  regresa -1
16: end procedure

```

4. Implementación de la Solución

4.1. Búsqueda Lineal

```

1  /*=====
2  LINEAL SEARCH
3  =====*/
4  /**
5   * Is just lineal search ...
6   *
7   * @param Data          A pointer to the array of int to sort
8   * @param DataSize      The size of the Data array
9   * @param NumberToSearch The number to search
10  * @return              Nothing...I'm modifying the raw data
11  */
12 int LinealSearch(int Data[], int DataSize, int NumberToSearch) {    //== LINEAL SEARCH ==
13
14     for (int i = 0; i < DataSize; ++i) {                             //For each item in Data
15         if (Data[i] == NumberToSearch)                               //If find it
16             return i;                                                //Go
17     }
18
19     return -1;                                                        //Not found
20 }
21

```


4.2. Búsqueda Lineal Paralela

```

1  /*=====
2  PARALELL LINEAL SEARCH
3  =====*/
4
5  /**
6   * Is just lineal search ... but I divide the search to N workers
7   *
8   * @param Data          A pointer to the array of int to sort
9   * @param DataSize       The size of the Data array
10  * @param NumberToSearch The number to search
11  * @return               Nothing...I'm modifying the raw data
12  */
13
14
15  /*=====
16  PARALELL AUXILIAR FUNCTIONS
17  =====*/
18
19  typedef struct LinealSearchDataStruct {                //Parameters to the threads
20      int Initial;                                       //Initial index to found
21      int Final;                                         //Final index to found
22      int *Data;                                         //Pointer to teh data
23      int NumberToSearch;                               //What I'm searching
24      int *FoundIt;                                     //Flag
25  } LinealSearchData;
26
27  void* LinealSearchRange(void* Parameters) {            //Thread Function
28      LinealSearchData* Data = (LinealSearchData*) Parameters; //Get the Parameters
29      int Initial = Data->Initial;                       //Unwrap the data
30      int Final = Data->Final;                           //Unwrap the data
31
32      for (int i = Initial; i<=Final && *Data->FoundIt==-1; ++i){ //For each item in Data
33          if (Data->Data[i] == Data->NumberToSearch){        //If find it
34              *Data->FoundIt = i;                          //Now we have an index :)
35              break;
36          }
37      }
38
39      return NULL;                                         //I found nothing :(
40  }
41
42
43  /*=====
44  PARALELL MAIN FUNCTIONS
45  =====*/
46  int ParalellLinealSearch
47  (int Data[], int DataSize, int ToSearch, int NumOfWorkers) { //== 'LINEAL' SEARCH ==
48
49      pthread_t* Workers =
50          (pthread_t*) malloc(NumOfWorkers * sizeof(pthread_t)); //Now get the array worker
51
52      LinealSearchData* Parameters = (LinealSearchData*)
53          malloc(NumOfWorkers*sizeof(LinealSearchData)); //Now create the parameters data
54
55      int SizeOfSearch = DataSize / NumOfWorkers;          //Get the size of the search
56
57      int FoundIt = -1;                                     //Found it flags
58      for (int i = 0; i < NumOfWorkers; ++i) {             //For each worker:
59
60          Parameters[i].Initial = i * SizeOfSearch;         //Get the initial index to search
61          Parameters[i].Final = (i == NumOfWorkers - 1)?    //Get the final index to search
62              (i + 1) * SizeOfSearch - 1: DataSize - 1;
63
64          Parameters[i].Data = Data;                        //Put the data
65          Parameters[i].NumberToSearch = ToSearch;          //Put the data
66          Parameters[i].NumberToSearch = ToSearch;          //Put the data
67          Parameters[i].FoundIt = &FoundIt;                 //Put the data
68
69          pthread_create
70              (&Workers[i], NULL, LinealSearchRange, &Parameters[i]); //Get the thread working!
71      }
72
73      for (int i = 0; i < NumOfWorkers; ++i)               //For each worker
74          pthread_join(Workers[i], NULL);                  //Now wait to the worker
75
76      return FoundIt;                                       //Return the result
77  }
78  }

```

4.3. Búsqueda Binaria

```

1  /*=====
2  ===== BINARY SEARCH =====
3  =====*/
4  /**
5   * Is just binary search ...
6   *
7   * @param Data          A pointer to the array of int to sort
8   * @param DataSize      The size of the Data array
9   * @param NumberToSearch The number to search
10  * @return              Nothing... I'm modifying the raw data
11  */
12
13 int BinarySearch(int Data[], int DataSize, int NumberToSearch) { //== BINARY SEARCH ==
14     int Initial = 0, Final = DataSize; //Variables that we need
15
16     while (Initial <= Final) { //While find make sense
17
18         int Middle = Initial + ((Final - Initial) / 2); //Find a new SearchPosition
19
20         if (Data[Middle] == NumberToSearch) //If all ok!
21             return Middle; //If we find it!
22         else if (Data[Middle] > NumberToSearch) //If we need to go to side
23             Final = Middle - 1; //Find the new final position
24         else //If we need to go to side
25             Initial = Middle + 1; //Find the new initial position
26     }
27
28     return -1;
29 }

```

4.4. Búsqueda Binaria Paralela

```

1  /*=====
2  //===== PARALELL AUXILIAR FUNCTIONS =====
3  //=====*/
4  typedef struct BinarySearchDataStruct {
5      int Initial;
6      int Final;
7      int *Data;
8      int NumberToSearch;
9      int *FoundIt;
10 } BinarySearchData;
11
12 void* BinarySearchRange(void* Parameters) {
13     BinarySearchData* Data = (BinarySearchData*) Parameters;
14     int Initial = Data->Initial;
15     int Final = Data->Final;
16     int Middle;
17
18     while(Initial <= Final && *Data->FoundIt==0){
19
20         Middle = Initial + ((Final - Initial) / 2);
21
22         if (Data->Data[Middle] == Data->NumberToSearch){
23             *Data->FoundIt = Middle;
24             break;
25         }
26
27         if (Data->Data[Middle] > Data->NumberToSearch)
28             Final = Middle - 1;
29         else
30             Initial = Middle + 1;
31     }
32
33     return NULL;
34 }
35
36 /*=====
37 //===== PARALELL MAIN FUNCTIONS =====
38 //=====*/
39
40 int ParalellBinarySearch
41 (int Data[], int DataSize, int ToSearch, int NumOfWorkers) {
42     //===== 'BINARY' SEARCH =====
43
44     pthread_t* Workers =
45         (pthread_t*) malloc(NumOfWorkers * sizeof(pthread_t));
46     //Now get the array worker
47
48     BinarySearchData* Parameters = (BinarySearchData*)
49         malloc(NumOfWorkers*sizeof(BinarySearchData));
50     //Now create the parameters data
51
52     int SizeOfSearch = DataSize / NumOfWorkers;
53     //Get the size of the search
54
55     int FoundIt = -1;
56     //Found it flags
57     for (int i = 0; i < NumOfWorkers; ++i) {
58         //For each worker:
59
60         Parameters[i].Initial = i * SizeOfSearch;
61         Parameters[i].Final = (i == NumOfWorkers - 1)?
62             (i + 1) * SizeOfSearch - 1: DataSize - 1;
63         //Get the initial index to search
64         //Get the final index to search
65
66         Parameters[i].Data = Data;
67         Parameters[i].NumberToSearch = ToSearch;
68         Parameters[i].NumberToSearch = ToSearch;
69         Parameters[i].FoundIt = &FoundIt;
70         //Put the data
71         //Put the data
72         //Put the data
73         //Put the data
74
75         pthread_create
76             (&Workers[i], NULL, BinarySearchRange, &Parameters[i]); //Get the thread working!
77     }
78
79     for (int i = 0; i < NumOfWorkers; ++i)
80         pthread_join(Workers[i], NULL);
81     //For each worker
82     //Now wait to the worker
83
84     return FoundIt;
85     //Return the result
86 }

```

4.5. Búsqueda con BTS

```

1  /*=====
2  BST SEARCH
3  =====*/
4  /**
5   * Just search like in a BTS, note that a node save the number and
6   * the index of the number in the original array
7   *
8   * @param Tree      A pointer to a node; the root of a tree
9   * @param ToSearch   The number to search
10  * @return           The index of the number in the Original Array
11  */
12 int SearchWithBST(Node* Tree, int ToSearch) {           //== BST SEACH ==
13     Node **NewNode = &Tree;                             //Let start at root
14     while (*NewNode != NULL) {                             //While are not at a leaf
15         if ((*NewNode)->NodeItem == ToSearch)             //If we found it!
16             return (*NewNode)->Index;                     //return the index
17         NewNode = (ToSearch < (*NewNode)->NodeItem)?       //We have to move right
18             &((*NewNode)->Left): &((*NewNode)->Right);    //Move left or right
19     }
20     return -1;                                             //Not found!
21 }
22
23
24
25

```

5. Tabla de Datos

LinealSearch			
322486	100	1.9073e-06	si
14700764	100	2.1458e-06	no
3128036	100	1.9073e-06	si
6337399	100	9.537e-07	si
61396	100	9.537e-07	no
10393545	100	2.1458e-06	si
2147445644	100	9.537e-07	no
1295390003	100	9.537e-07	si
450057883	100	1.9073e-06	no
187645041	100	1.9073e-06	no
1980098116	100	1.9073e-06	no
152503	100	1.9073e-06	no
5000	100	9.537e-07	no
1493283650	100	2.1458e-06	si
214826	100	2.1458e-06	no
1843349527	100	1.1921e-06	si
1360839354	100	2.1458e-06	no
2109248666	100	2.1458e-06	no
214747085	100	9.537e-07	no
0	100	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	1000	3.8147e-06	si
14700764	1000	5.0068e-06	no

3128036	1000	3.8147e-06	si
6337399	1000	4.0531e-06	si
61396	1000	4.0531e-06	no
10393545	1000	4.0531e-06	si
2147445644	1000	4.0531e-06	no
1295390003	1000	5.0068e-06	si
450057883	1000	4.0531e-06	no
187645041	1000	4.0531e-06	no
1980098116	1000	5.0068e-06	no
152503	1000	5.0068e-06	no
5000	1000	4.0531e-06	no
1493283650	1000	4.0531e-06	si
214826	1000	4.0531e-06	no
1843349527	1000	5.0068e-06	si
1360839354	1000	4.0531e-06	no
2109248666	1000	4.0531e-06	no
214747085	1000	5.0068e-06	no
0	1000	2.1458e-06	si
LinealSearch			
322486	5000	6.9141e-06	si
14700764	5000	1.69277e-05	no
3128036	5000	1.69277e-05	si
6337399	5000	1.71661e-05	si
61396	5000	1.69277e-05	no

10393545	5000	1.81198e-05	si
2147445644	5000	1.69277e-05	no
1295390003	5000	1.69277e-05	si
450057883	5000	1.78814e-05	no
187645041	5000	1.69277e-05	no
1980098116	5000	1.69277e-05	no
152503	5000	1.69277e-05	no
5000	5000	1.78814e-05	no
1493283650	5000	1.69277e-05	si
214826	5000	1.69277e-05	no
1843349527	5000	1.71661e-05	si
1360839354	5000	1.71661e-05	no
2109248666	5000	1.81198e-05	no
214747085	5000	1.69277e-05	no
0	5000	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	10000	6.9141e-06	si
14700764	10000	3.29018e-05	no
3128036	10000	3.40939e-05	si
6337399	10000	3.40939e-05	si
61396	10000	3.31402e-05	no
10393545	10000	3.29018e-05	si
2147445644	10000	3.29018e-05	no
1295390003	10000	3.29018e-05	si

450057883	10000	3.38554e-05	no
187645041	10000	3.29018e-05	no
1980098116	10000	3.40939e-05	no
152503	10000	3.31402e-05	no
5000	10000	3.40939e-05	no
1493283650	10000	3.31402e-05	si
214826	10000	3.40939e-05	no
1843349527	10000	3.29018e-05	si
1360839354	10000	3.29018e-05	no
2109248666	10000	3.29018e-05	no
214747085	10000	3.38554e-05	no
0	10000	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	50000	6.9141e-06	si
14700764	50000	0.0001659393	no
3128036	50000	4.79221e-05	si
6337399	50000	9.58443e-05	si
61396	50000	0.0001618862	no
10393545	50000	0.0001559258	si
2147445644	50000	0.0001618862	no
1295390003	50000	0.0001609325	si
450057883	50000	0.0001609325	no
187645041	50000	0.0001618862	no
1980098116	50000	0.0001609325	no

152503	50000	0.0001618862	no
5000	50000	0.0001609325	no
1493283650	50000	0.0001618862	si
214826	50000	0.0001609325	no
1843349527	50000	0.0001609325	si
1360839354	50000	0.0001618862	no
2109248666	50000	0.0001609325	no
214747085	50000	0.0001618862	no
0	50000	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	100000	7.1526e-06	si
14700764	100000	0.0003790855	no
3128036	100000	7.70092e-05	si
6337399	100000	0.0001530647	si
61396	100000	0.0005090237	no
10393545	100000	0.0002479553	si
2147445644	100000	0.0005140305	no
1295390003	100000	0.0005090237	si
450057883	100000	0.0004839897	no
187645041	100000	0.0004348755	no
1980098116	100000	0.0003240108	no
152503	100000	0.0003221035	no
5000	100000	0.0003221035	no
1493283650	100000	0.0003211498	si

214826	100000	0.0003211498	no
1843349527	100000	0.0003221035	si
1360839354	100000	0.0003218651	no
2109248666	100000	0.0003209114	no
214747085	100000	0.0003218651	no
0	100000	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	200000	6.9141e-06	si
14700764	200000	0.0006599426	no
3128036	200000	4.88758e-05	si
6337399	200000	9.60827e-05	si
61396	200000	0.0006420612	no
10393545	200000	0.0001559258	si
2147445644	200000	0.0006480217	no
1295390003	200000	0.0006480217	si
450057883	200000	0.0006418228	no
187645041	200000	0.0006420612	no
1980098116	200000	0.0006420612	no
152503	200000	0.0006458759	no
5000	200000	0.0006411076	no
1493283650	200000	0.0006411076	si
214826	200000	0.0006420612	no
1843349527	200000	0.0006408691	si
1360839354	200000	0.0006420612	no

2109248666	200000	0.0006420612	no
214747085	200000	0.0006418228	no
0	200000	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	400000	6.1989e-06	si
14700764	400000	0.0013530254	no
3128036	400000	4.91142e-05	si
6337399	400000	9.60827e-05	si
61396	400000	0.0012850761	no
10393545	400000	0.0001561642	si
2147445644	400000	0.0012819767	no
1295390003	400000	0.0012819767	si
450057883	400000	0.0012819767	no
187645041	400000	0.0016970634	no
1980098116	400000	0.0021901131	no
152503	400000	0.0013628006	no
5000	400000	0.0017230511	no
1493283650	400000	0.001983881	si
214826	400000	0.0015029907	no
1843349527	400000	0.0016098022	si
1360839354	400000	0.0014159679	no
2109248666	400000	0.0013771057	no
214747085	400000	0.0013809204	no
0	400000	9.537e-07	si
LinealSearch			

322486	600000	5.9605e-06	si
14700764	600000	0.0019848347	no
3128036	600000	4.88758e-05	si
6337399	600000	9.60827e-05	si
61396	600000	0.0019271374	no
10393545	600000	0.0001730919	si
2147445644	600000	0.0019419193	no
1295390003	600000	0.0031030178	si
450057883	600000	0.0026369095	no
187645041	600000	0.0026111603	no
1980098116	600000	0.0025639534	no
152503	600000	0.0022649765	no
5000	600000	0.0020301342	no
1493283650	600000	0.0019640923	si
214826	600000	0.001955986	no
1843349527	600000	0.0019290447	si
1360839354	600000	0.0019218922	no
2109248666	600000	0.0019221306	no
214747085	600000	0.0019221306	no
0	600000	2.1458e-06	si
LinealSearch			
322486	800000	6.9141e-06	si
14700764	800000	0.0026550293	no
3128036	800000	4.98295e-05	si

6337399	800000	9.70364e-05	si
61396	800000	0.0026159286	no
10393545	800000	0.0001580715	si
2147445644	800000	0.0025999546	no
1295390003	800000	0.0026409626	si
450057883	800000	0.0026419163	no
187645041	800000	0.0026700497	no
1980098116	800000	0.0026631355	no
152503	800000	0.0026299953	no
5000	800000	0.0026090145	no
1493283650	800000	0.0026512146	si
214826	800000	0.0027110577	no
1843349527	800000	0.0032031536	si
1360839354	800000	0.0028829575	no
2109248666	800000	0.0027210712	no
214747085	800000	0.002614975	no
0	800000	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	1000000	6.9141e-06	si
14700764	1000000	0.0033049583	no
3128036	1000000	5.00679e-05	si
6337399	1000000	0.0001008511	si
61396	1000000	0.0033359528	no
10393545	1000000	0.0001609325	si

2147445644	1000000	0.0037298203	no
1295390003	1000000	0.003305912	si
450057883	1000000	0.0033009052	no
187645041	1000000	0.0033078194	no
1980098116	1000000	0.0036418438	no
152503	1000000	0.0033109188	no
5000	1000000	0.0033009052	no
1493283650	1000000	0.0033099651	si
214826	1000000	0.0032980442	no
1843349527	1000000	0.0033838749	si
1360839354	1000000	0.0033290386	no
2109248666	1000000	0.0033018589	no
214747085	1000000	0.0033090115	no
0	1000000	1.9073e-06	si
LinealSearch			
322486	2000000	7.1526e-06	si
14700764	2000000	0.0078969002	no
3128036	2000000	5.00679e-05	si
6337399	2000000	9.799e-05	si
61396	2000000	0.0066151619	no
10393545	2000000	0.0001609325	si
2147445644	2000000	0.0077660084	no
1295390003	2000000	0.006690979	si
450057883	2000000	0.0071310997	no

187645041	2000000	0.0088200569	no
1980098116	2000000	0.008412838	no
152503	2000000	0.0066430569	no
5000	2000000	0.0085811615	no
1493283650	2000000	0.0078580379	si
214826	2000000	0.0066461563	no
1843349527	2000000	0.0078420639	si
1360839354	2000000	0.0066828728	no
2109248666	2000000	0.0068669319	no
214747085	2000000	0.0066568851	no
0	2000000	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	3000000	8.8215e-06	si
14700764	3000000	0.0110650063	no
3128036	3000000	5.00679e-05	si
6337399	3000000	9.70364e-05	si
61396	3000000	0.0110018253	no
10393545	3000000	0.000218153	si
2147445644	3000000	0.0120790005	no
1295390003	3000000	0.010504961	si
450057883	3000000	0.009925127	no
187645041	3000000	0.0099561214	no
1980098116	3000000	0.0116758347	no
152503	3000000	0.0113909245	no

5000	3000000	0.0099458694	no
1493283650	3000000	0.0103960037	si
214826	3000000	0.0110228062	no
1843349527	3000000	0.0099508762	si
1360839354	3000000	0.0126841068	no
2109248666	3000000	0.0099079609	no
214747085	3000000	0.0130250454	no
0	3000000	2.1458e-06	si
LinealSearch			
322486	4000000	6.9141e-06	si
14700764	4000000	0.0133008957	no
3128036	4000000	5.10216e-05	si
6337399	4000000	9.799e-05	si
61396	4000000	0.013365984	no
10393545	4000000	0.0001609325	si
2147445644	4000000	0.0150389671	no
1295390003	4000000	0.0153050423	si
450057883	4000000	0.0163681507	no
187645041	4000000	0.0143501759	no
1980098116	4000000	0.0158100128	no
152503	4000000	0.0144040585	no
5000	4000000	0.0147180557	no
1493283650	4000000	0.0143868923	si
214826	4000000	0.0140199661	no

1843349527	4000000	0.016740799	si
1360839354	4000000	0.0136539936	no
2109248666	4000000	0.0144810677	no
214747085	4000000	0.0141530037	no
0	4000000	2.1458e-06	si
LinealSearch			
322486	5000000	6.9141e-06	si
14700764	5000000	0.0207891464	no
3128036	5000000	4.98295e-05	si
6337399	5000000	9.70364e-05	si
61396	5000000	0.0172610283	no
10393545	5000000	0.0001609325	si
2147445644	5000000	0.0185308456	no
1295390003	5000000	0.0180299282	si
450057883	5000000	0.0171649456	no
187645041	5000000	0.0205159187	no
1980098116	5000000	0.0209958553	no
152503	5000000	0.0192341805	no
5000	5000000	0.0180289745	no
1493283650	5000000	0.0189011097	si
214826	5000000	0.0181629658	no
1843349527	5000000	0.0192680359	si
1360839354	5000000	0.0192229748	no
2109248666	5000000	0.0200288296	no

214747085	5000000	0.0199811459	no
0	5000000	1.9073e-06	si
LinealSearch			
322486	6000000	6.9141e-06	si
14700764	6000000	0.0209951401	no
3128036	6000000	5.29289e-05	si
6337399	6000000	9.799e-05	si
61396	6000000	0.0223391056	no
10393545	6000000	0.0001618862	si
2147445644	6000000	0.0239779949	no
1295390003	6000000	0.0216481686	si
450057883	6000000	0.0204238892	no
187645041	6000000	0.0226728916	no
1980098116	6000000	0.0220561028	no
152503	6000000	0.032389164	no
5000	6000000	0.0259420872	no
1493283650	6000000	0.0234589577	si
214826	6000000	0.0225479603	no
1843349527	6000000	0.0226280689	si
1360839354	6000000	0.022356987	no
2109248666	6000000	0.0216050148	no
214747085	6000000	0.0230619907	no
0	6000000	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	7000000	6.9141e-06	si

14700764	7000000	0.0243010521	no
3128036	7000000	5.00679e-05	si
6337399	7000000	9.67979e-05	si
61396	7000000	0.0253520012	no
10393545	7000000	0.0001609325	si
2147445644	7000000	0.0282399654	no
1295390003	7000000	0.0220029354	si
450057883	7000000	0.0267019272	no
187645041	7000000	0.0255360603	no
1980098116	7000000	0.0276579857	no
152503	7000000	0.0260839462	no
5000	7000000	0.028897047	no
1493283650	7000000	0.0275430679	si
214826	7000000	0.026419878	no
1843349527	7000000	0.0285611153	si
1360839354	7000000	0.0274579525	no
2109248666	7000000	0.0281028748	no
214747085	7000000	0.0298891068	no
0	7000000	1.9073e-06	si
LinealSearch			
322486	8000000	5.9605e-06	si
14700764	8000000	0.0361249447	no
3128036	8000000	5.10216e-05	si
6337399	8000000	9.799e-05	si

61396	8000000	0.0287210941	no
10393545	8000000	0.0003950596	si
2147445644	8000000	0.0286259651	no
1295390003	8000000	0.022010088	si
450057883	8000000	0.0309228897	no
187645041	8000000	0.0296590328	no
1980098116	8000000	0.0309767723	no
152503	8000000	0.0310468674	no
5000	8000000	0.0289721489	no
1493283650	8000000	0.0262839794	si
214826	8000000	0.0304400921	no
1843349527	8000000	0.0318419933	si
1360839354	8000000	0.032212019	no
2109248666	8000000	0.0308418274	no
214747085	8000000	0.0311539173	no
0	8000000	9.537e-07	si
LinealSearch			
322486	9000000	6.1989e-06	si
14700764	9000000	0.0329601765	no
3128036	9000000	0.0004310608	si
6337399	9000000	9.70364e-05	si
61396	9000000	0.0345618725	no
10393545	9000000	0.0002429485	si
2147445644	9000000	0.0365509987	no

1295390003	9000000	0.0225179195	si
450057883	9000000	0.0386030674	no
187645041	9000000	0.0357351303	no
1980098116	9000000	0.0366690159	no
152503	9000000	0.0368411541	no
5000	9000000	0.0341367722	no
1493283650	9000000	0.0249531269	si
214826	9000000	0.0356769562	no
1843349527	9000000	0.035025835	si
1360839354	9000000	0.0375809669	no
2109248666	9000000	0.0363118649	no
214747085	9000000	0.0353999138	no
0	9000000	1.9073e-06	si
LinealSearch			
322486	10000000	5.9605e-06	si
14700764	10000000	0.0395209789	no
3128036	10000000	7.89165e-05	si
6337399	10000000	0.0001540184	si
61396	10000000	0.0725209713	no
10393545	10000000	0.0001609325	si
2147445644	10000000	0.0495040417	no
1295390003	10000000	0.025233984	si
450057883	10000000	0.0390570164	no
187645041	10000000	0.0382871628	no

1980098116	10000000	0.0419299603	no
152503	10000000	0.0415039062	no
5000	10000000	0.0424890518	no
1493283650	10000000	0.0309650898	si
214826	10000000	0.0418019295	no
1843349527	10000000	0.0333120823	si
1360839354	10000000	0.0392551422	no
2109248666	10000000	0.03886199	no
214747085	10000000	0.0390479565	no
0	10000000	1.9073e-06	si
ParalellLinealSearch			
322486	100	0.0002279282	si
14700764	100	0.0001399517	no
3128036	100	0.0001370907	si
6337399	100	0.0001349449	si
61396	100	0.0001349449	no
10393545	100	0.0001349449	si
2147445644	100	0.0001349449	no
1295390003	100	0.0001339912	si
450057883	100	0.0001339912	no
187645041	100	0.0001339912	no
1980098116	100	0.0001358986	no
152503	100	0.0001339912	no
5000	100	0.0001339912	no

1493283650	100	0.0001351833	si
214826	100	0.0001170635	no
1843349527	100	0.0001170635	si
1360839354	100	0.0001189709	no
2109248666	100	0.0001180172	no
214747085	100	0.0001318455	no
0	100	0.0001170635	si
ParalellLinealSearch			
322486	1000	0.0001859665	si
14700764	1000	0.0001430511	no
3128036	1000	0.0001368523	si
6337399	1000	0.0001358986	si
61396	1000	0.0001349449	no
10393545	1000	0.000138998	si
2147445644	1000	0.0001339912	no
1295390003	1000	0.0001318455	si
450057883	1000	0.0001370907	no
187645041	1000	0.0001399517	no
1980098116	1000	0.0001380444	no
152503	1000	0.0001528263	no
5000	1000	0.0002200603	no
1493283650	1000	0.0002179146	si
214826	1000	0.0002200603	no
1843349527	1000	0.0002529621	si

1360839354	1000	0.0005390644	no
2109248666	1000	0.0001370907	no
214747085	1000	0.0001330376	no
0	1000	0.0001358986	si
ParalellLinealSearch			
322486	5000	0.0001840591	si
14700764	5000	0.0001788139	no
3128036	5000	0.0001912117	si
6337399	5000	0.0001730919	si
61396	5000	0.0001740456	no
10393545	5000	0.0001728535	si
2147445644	5000	0.0001740456	no
1295390003	5000	0.0001709461	si
450057883	5000	0.0001721382	no
187645041	5000	0.0001718998	no
1980098116	5000	0.0001718998	no
152503	5000	0.0001711845	no
5000	5000	0.0001718998	no
1493283650	5000	0.0001718998	si
214826	5000	0.0001721382	no
1843349527	5000	0.0001709461	si
1360839354	5000	0.0001809597	no
2109248666	5000	0.0001718998	no
214747085	5000	0.0001661777	no

0	5000	0.0001189709	si
ParalellLinealSearch			
322486	10000	0.000223875	si
14700764	10000	0.0003640652	no
3128036	10000	0.0003569126	si
6337399	10000	0.0002090931	si
61396	10000	0.0002269745	no
10393545	10000	0.0002059937	si
2147445644	10000	0.000221014	no
1295390003	10000	0.0003609657	si
450057883	10000	0.0003700256	no
187645041	10000	0.0003039837	no
1980098116	10000	0.0002100468	no
152503	10000	0.000207901	no
5000	10000	0.0002439022	no
1493283650	10000	0.0003600121	si
214826	10000	0.0003869534	no
1843349527	10000	0.0004220009	si
1360839354	10000	0.0003809929	no
2109248666	10000	0.0005669594	no
214747085	10000	0.000442028	no
0	10000	0.000207901	si
ParalellLinealSearch			
322486	50000	0.0002958775	si
14700764	50000	0.0009801388	no

3128036	50000	0.0002968311	si
6337399	50000	0.0003859997	si
61396	50000	0.0009710789	no
10393545	50000	0.0004990101	si
2147445644	50000	0.0009660721	no
1295390003	50000	0.0009689331	si
450057883	50000	0.0009689331	no
187645041	50000	0.0009670258	no
1980098116	50000	0.0007240772	no
152503	50000	0.0009679794	no
5000	50000	0.0009689331	no
1493283650	50000	0.0009870529	si
214826	50000	0.0009639263	no
1843349527	50000	0.0009651184	si
1360839354	50000	0.0011889935	no
2109248666	50000	0.0018920898	no
214747085	50000	0.0010659695	no
0	50000	0.0002140999	si
ParalellLinealSearch			
322486	100000	0.0002479553	si
14700764	100000	0.000898838	no
3128036	100000	0.000262022	si
6337399	100000	0.0002179146	si
61396	100000	0.0009279251	no

10393545	100000	0.0002880096	si
2147445644	100000	0.0008900166	no
1295390003	100000	0.0009379387	si
450057883	100000	0.0009460449	no
187645041	100000	0.0009009838	no
1980098116	100000	0.000939846	no
152503	100000	0.0009121895	no
5000	100000	0.0008909702	no
1493283650	100000	0.0009148121	si
214826	100000	0.0008990765	no
1843349527	100000	0.0008969307	si
1360839354	100000	0.0019180775	no
2109248666	100000	0.0017979145	no
214747085	100000	0.0017778873	no
0	100000	0.0002110004	si
ParalellLinealSearch			
322486	200000	0.0002880096	si
14700764	200000	0.00167799	no
3128036	200000	0.0002658367	si
6337399	200000	0.0003478527	si
61396	200000	0.0019609928	no
10393545	200000	0.0004570484	si
2147445644	200000	0.0017340183	no
1295390003	200000	0.0017750263	si

450057883	200000	0.0017991066	no
187645041	200000	0.001666069	no
1980098116	200000	0.0016748905	no
152503	200000	0.0021531582	no
5000	200000	0.0016648769	no
1493283650	200000	0.0016701221	si
214826	200000	0.0016798973	no
1843349527	200000	0.0019459724	si
1360839354	200000	0.0019469261	no
2109248666	200000	0.0016720295	no
214747085	200000	0.0016701221	no
0	200000	0.0001480579	si
ParalellLinealSearch			
322486	400000	0.0003240108	si
14700764	400000	0.0032250881	no
3128036	400000	0.0003211498	si
6337399	400000	0.0003559589	si
61396	400000	0.0032298565	no
10393545	400000	0.0004909039	si
2147445644	400000	0.0033519268	no
1295390003	400000	0.003218174	si
450057883	400000	0.0039868355	no
187645041	400000	0.00319314	no
1980098116	400000	0.0031940937	no

152503	400000	0.0032019615	no
5000	400000	0.0031929016	no
1493283650	400000	0.0041761398	si
214826	400000	0.003246069	no
1843349527	400000	0.0032081604	si
1360839354	400000	0.0032041073	no
2109248666	400000	0.0032088757	no
214747085	400000	0.003759861	no
0	400000	0.0001518726	si
ParalellLinealSearch			
322486	600000	0.0006518364	si
14700764	600000	0.006403923	no
3128036	600000	0.0002250671	si
6337399	600000	0.00030303	si
61396	600000	0.0056838989	no
10393545	600000	0.0005209446	si
2147445644	600000	0.0051019192	no
1295390003	600000	0.004778862	si
450057883	600000	0.0047848225	no
187645041	600000	0.005521059	no
1980098116	600000	0.0060079098	no
152503	600000	0.0048110485	no
5000	600000	0.0060288906	no
1493283650	600000	0.0047700405	si

214826	600000	0.0048029423	no
1843349527	600000	0.005603075	si
1360839354	600000	0.0047440529	no
2109248666	600000	0.0060551167	no
214747085	600000	0.0057730675	no
0	600000	0.0001561642	si
ParalellLinealSearch			
322486	800000	0.0002288818	si
14700764	800000	0.0072519779	no
3128036	800000	0.0002250671	si
6337399	800000	0.0002999306	si
61396	800000	0.0078029633	no
10393545	800000	0.0004389286	si
2147445644	800000	0.0079181194	no
1295390003	800000	0.0064017773	si
450057883	800000	0.0065050125	no
187645041	800000	0.0071809292	no
1980098116	800000	0.0081779957	no
152503	800000	0.007188797	no
5000	800000	0.0076489449	no
1493283650	800000	0.0073719025	si
214826	800000	0.008015871	no
1843349527	800000	0.0092241764	si
1360839354	800000	0.0063397884	no

2109248666	800000	0.0075440407	no
214747085	800000	0.0063319206	no
0	800000	0.0001599789	si
ParalellLinealSearch			
322486	1000000	0.0002548695	si
14700764	1000000	0.0081169605	no
3128036	1000000	0.0002510548	si
6337399	1000000	0.000330925	si
61396	1000000	0.0086538792	no
10393545	1000000	0.0004611015	si
2147445644	1000000	0.0078821182	no
1295390003	1000000	0.0087180138	si
450057883	1000000	0.0082178116	no
187645041	1000000	0.0087280273	no
1980098116	1000000	0.0079848766	no
152503	1000000	0.0086350441	no
5000	1000000	0.0078818798	no
1493283650	1000000	0.0086619854	si
214826	1000000	0.0089039803	no
1843349527	1000000	0.008975029	si
1360839354	1000000	0.0081000328	no
2109248666	1000000	0.0087320805	no
214747085	1000000	0.0078709126	no
0	1000000	0.0004651546	si
ParalellLinealSearch			

322486	2000000	0.0002598763	si
14700764	2000000	0.0183339119	no
3128036	2000000	0.0002601147	si
6337399	2000000	0.0003359318	si
61396	2000000	0.0166568756	no
10393545	2000000	0.0005440712	si
2147445644	2000000	0.018447876	no
1295390003	2000000	0.0163071156	si
450057883	2000000	0.0163609982	no
187645041	2000000	0.0180001259	no
1980098116	2000000	0.0168411732	no
152503	2000000	0.0170140266	no
5000	2000000	0.0163259506	no
1493283650	2000000	0.0171730518	si
214826	2000000	0.0313050747	no
1843349527	2000000	0.0241279602	si
1360839354	2000000	0.0170841217	no
2109248666	2000000	0.0165500641	no
214747085	2000000	0.016575098	no
0	2000000	0.0001590252	si
ParalellLinealSearch			
322486	3000000	0.0002989769	si
14700764	3000000	0.0258359909	no
3128036	3000000	0.0002629757	si

6337399	3000000	0.000330925	si
61396	3000000	0.0257000923	no
10393545	3000000	0.0004718304	si
2147445644	3000000	0.0245571136	no
1295390003	3000000	0.0257101059	si
450057883	3000000	0.0244400501	no
187645041	3000000	0.0251641273	no
1980098116	3000000	0.0245661736	no
152503	3000000	0.0248739719	no
5000	3000000	0.0243389606	no
1493283650	3000000	0.0252809525	si
214826	3000000	0.0245528221	no
1843349527	3000000	0.0266301632	si
1360839354	3000000	0.0443520546	no
2109248666	3000000	0.031069994	no
214747085	3000000	0.0346348286	no
0	3000000	0.0003519058	si
ParalellLinealSearch			
322486	4000000	0.0002789497	si
14700764	4000000	0.0557081699	no
3128036	4000000	0.0003159046	si
6337399	4000000	0.0004189014	si
61396	4000000	0.0393731594	no
10393545	4000000	0.0005071163	si

2147445644	4000000	0.0353031158	no
1295390003	4000000	0.108161211	si
450057883	4000000	0.073089838	no
187645041	4000000	0.0414690971	no
1980098116	4000000	0.0465331078	no
152503	4000000	0.0390169621	no
5000	4000000	0.039732933	no
1493283650	4000000	0.0428187847	si
214826	4000000	0.0598518848	no
1843349527	4000000	0.0555860996	si
1360839354	4000000	0.0416748524	no
2109248666	4000000	0.0412950516	no
214747085	4000000	0.0412130356	no
0	4000000	0.0019650459	si
ParalellLinealSearch			
322486	5000000	0.0003659725	si
14700764	5000000	0.083673954	no
3128036	5000000	0.0003511906	si
6337399	5000000	0.0003838539	si
61396	5000000	0.064437151	no
10393545	5000000	0.0005168915	si
2147445644	5000000	0.0485930443	no
1295390003	5000000	0.044770956	si
450057883	5000000	0.0443470478	no

187645041	5000000	0.045361042	no
1980098116	5000000	0.0463190079	no
152503	5000000	0.044588089	no
5000	5000000	0.0457539558	no
1493283650	5000000	0.052022934	si
214826	5000000	0.0517969131	no
1843349527	5000000	0.0496659279	si
1360839354	5000000	0.055492878	no
2109248666	5000000	0.0517408848	no
214747085	5000000	0.0503890514	no
0	5000000	0.0001709461	si
ParalellLinealSearch			
322486	6000000	0.0002989769	si
14700764	6000000	0.0609359741	no
3128036	6000000	0.0005378723	si
6337399	6000000	0.0003261566	si
61396	6000000	0.0551738739	no
10393545	6000000	0.0004899502	si
2147445644	6000000	0.0635490417	no
1295390003	6000000	0.0561819077	si
450057883	6000000	0.0570850372	no
187645041	6000000	0.0641629696	no
1980098116	6000000	0.062721014	no
152503	6000000	0.0612699986	no

5000	6000000	0.0644030571	no
1493283650	6000000	0.0579769611	si
214826	6000000	0.0819928646	no
1843349527	6000000	0.0576331615	si
1360839354	6000000	0.065128088	no
2109248666	6000000	0.0617439747	no
214747085	6000000	0.0568048954	no
0	6000000	0.0001521111	si
ParalellLinealSearch			
322486	7000000	0.000369072	si
14700764	7000000	0.0668590069	no
3128036	7000000	0.0003640652	si
6337399	7000000	0.0005209446	si
61396	7000000	0.0734169483	no
10393545	7000000	0.0005140305	si
2147445644	7000000	0.0708038807	no
1295390003	7000000	0.0322988033	si
450057883	7000000	0.0720000267	no
187645041	7000000	0.0707538128	no
1980098116	7000000	0.0725190639	no
152503	7000000	0.0753638744	no
5000	7000000	0.0673179626	no
1493283650	7000000	0.0351037979	si
214826	7000000	0.0746600628	no

1843349527	7000000	0.0726099014	si
1360839354	7000000	0.0748968124	no
2109248666	7000000	0.07604599	no
214747085	7000000	0.0716459751	no
0	7000000	0.0001540184	si
ParalellLinealSearch			
322486	8000000	0.0002269745	si
14700764	8000000	0.0749590397	no
3128036	8000000	0.0003600121	si
6337399	8000000	0.0005362034	si
61396	8000000	0.0816731453	no
10393545	8000000	0.0007190704	si
2147445644	8000000	0.0870420933	no
1295390003	8000000	0.0309638977	si
450057883	8000000	0.0837240219	no
187645041	8000000	0.3039369583	no
1980098116	8000000	0.1976630688	no
152503	8000000	0.0944728851	no
5000	8000000	0.0836942196	no
1493283650	8000000	0.0454301834	si
214826	8000000	0.1306788921	no
1843349527	8000000	0.097263813	si
1360839354	8000000	0.1014490128	no
2109248666	8000000	0.11156106	no

214747085	8000000	0.1023039818	no
0	8000000	0.0001649857	si
ParalellLinealSearch			
322486	9000000	0.000287056	si
14700764	9000000	0.0985090733	no
3128036	9000000	0.0003099442	si
6337399	9000000	0.0003659725	si
61396	9000000	0.0897791386	no
10393545	9000000	0.0006279945	si
2147445644	9000000	0.0878548622	no
1295390003	9000000	0.0315859318	si
450057883	9000000	0.0935089588	no
187645041	9000000	0.0970108509	no
1980098116	9000000	0.1033358574	no
152503	9000000	0.0929489136	no
5000	9000000	0.0961050987	no
1493283650	9000000	0.0124549866	si
214826	9000000	0.0942089558	no
1843349527	9000000	0.0432140827	si
1360839354	9000000	0.1098690033	no
2109248666	9000000	0.1020340919	no
214747085	9000000	0.0917029381	no
0	9000000	0.0030682087	si
ParalellLinealSearch			
322486	10000000	0.0003378391	si

14700764	10000000	0.104665041	no
3128036	10000000	0.0003480911	si
6337399	10000000	0.0003929138	si
61396	10000000	0.0970008373	no
10393545	10000000	0.0006439686	si
2147445644	10000000	0.0996870995	no
1295390003	10000000	0.0274970531	si
450057883	10000000	0.1051869392	no
187645041	10000000	0.1089670658	no
1980098116	10000000	0.1096088886	no
152503	10000000	0.1226358414	no
5000	10000000	0.113407135	no
1493283650	10000000	0.03520298	si
214826	10000000	0.1116931438	no
1843349527	10000000	0.0192830563	si
1360839354	10000000	0.1082210541	no
2109248666	10000000	0.0377738476	no
214747085	10000000	0.0464088917	no
0	10000000	0.0001790524	si
BinarySearch			
322486	100	1.9073e-06	si
14700764	100	1.1921e-06	no
3128036	100	1.1921e-06	si
6337399	100	2.1458e-06	si

61396	100	1.9073e-06	no
10393545	100	9.537e-07	si
2147445644	100	9.537e-07	no
1295390003	100	1.1921e-06	si
450057883	100	9.537e-07	no
187645041	100	9.537e-07	no
1980098116	100	9.537e-07	no
152503	100	9.537e-07	no
5000	100	1.1921e-06	no
1493283650	100	9.537e-07	si
214826	100	9.537e-07	no
1843349527	100	9.537e-07	si
1360839354	100	1.1921e-06	no
2109248666	100	9.537e-07	no
214747085	100	9.537e-07	no
0	100	9.537e-07	si
BinarySearch			
322486	1000	1.9073e-06	si
14700764	1000	2.1458e-06	no
3128036	1000	2.1458e-06	si
6337399	1000	9.537e-07	si
61396	1000	9.537e-07	no
10393545	1000	1.9073e-06	si
2147445644	1000	9.537e-07	no

1295390003	1000	1.1921e-06	si
450057883	1000	9.537e-07	no
187645041	1000	9.537e-07	no
1980098116	1000	9.537e-07	no
152503	1000	1.9073e-06	no
5000	1000	2.1458e-06	no
1493283650	1000	1.1921e-06	si
214826	1000	9.537e-07	no
1843349527	1000	9.537e-07	si
1360839354	1000	9.537e-07	no
2109248666	1000	1.1921e-06	no
214747085	1000	9.537e-07	no
0	1000	9.537e-07	si
BinarySearch			
322486	5000	1.9073e-06	si
14700764	5000	9.537e-07	no
3128036	5000	1.9073e-06	si
6337399	5000	9.537e-07	si
61396	5000	9.537e-07	no
10393545	5000	1.9073e-06	si
2147445644	5000	9.537e-07	no
1295390003	5000	9.537e-07	si
450057883	5000	9.537e-07	no
187645041	5000	2.1458e-06	no

1980098116	5000	2.1458e-06	no
152503	5000	9.537e-07	no
5000	5000	9.537e-07	no
1493283650	5000	9.537e-07	si
214826	5000	2.1458e-06	no
1843349527	5000	1.1921e-06	si
1360839354	5000	9.537e-07	no
2109248666	5000	9.537e-07	no
214747085	5000	9.537e-07	no
0	5000	9.537e-07	si
BinarySearch			
322486	10000	2.1458e-06	si
14700764	10000	2.1458e-06	no
3128036	10000	2.1458e-06	si
6337399	10000	9.537e-07	si
61396	10000	1.9073e-06	no
10393545	10000	9.537e-07	si
2147445644	10000	9.537e-07	no
1295390003	10000	1.1921e-06	si
450057883	10000	2.1458e-06	no
187645041	10000	9.537e-07	no
1980098116	10000	9.537e-07	no
152503	10000	9.537e-07	no
5000	10000	2.1458e-06	no

1493283650	10000	2.1458e-06	si
214826	10000	9.537e-07	no
1843349527	10000	9.537e-07	si
1360839354	10000	1.9073e-06	no
2109248666	10000	1.9073e-06	no
214747085	10000	9.537e-07	no
0	10000	1.1921e-06	si
BinarySearch			
322486	50000	1.9073e-06	si
14700764	50000	9.537e-07	no
3128036	50000	2.1458e-06	si
6337399	50000	2.1458e-06	si
61396	50000	2.1458e-06	no
10393545	50000	1.9073e-06	si
2147445644	50000	9.537e-07	no
1295390003	50000	9.537e-07	si
450057883	50000	1.9073e-06	no
187645041	50000	9.537e-07	no
1980098116	50000	1.1921e-06	no
152503	50000	2.1458e-06	no
5000	50000	9.537e-07	no
1493283650	50000	1.9073e-06	si
214826	50000	1.9073e-06	no
1843349527	50000	1.9073e-06	si

1360839354	50000	9.537e-07	no
2109248666	50000	1.1921e-06	no
214747085	50000	9.537e-07	no
0	50000	1.9073e-06	si
BinarySearch			
322486	100000	3.0994e-06	si
14700764	100000	1.1921e-06	no
3128036	100000	2.1458e-06	si
6337399	100000	2.1458e-06	si
61396	100000	9.537e-07	no
10393545	100000	1.9073e-06	si
2147445644	100000	9.537e-07	no
1295390003	100000	1.9073e-06	si
450057883	100000	9.537e-07	no
187645041	100000	1.9073e-06	no
1980098116	100000	2.1458e-06	no
152503	100000	9.537e-07	no
5000	100000	1.9073e-06	no
1493283650	100000	9.537e-07	si
214826	100000	1.9073e-06	no
1843349527	100000	9.537e-07	si
1360839354	100000	9.537e-07	no
2109248666	100000	1.1921e-06	no
214747085	100000	2.1458e-06	no

0	100000	1.9073e-06	si
BinarySearch			
322486	200000	2.861e-06	si
14700764	200000	2.861e-06	no
3128036	200000	1.9073e-06	si
6337399	200000	1.9073e-06	si
61396	200000	9.537e-07	no
10393545	200000	1.9073e-06	si
2147445644	200000	9.537e-07	no
1295390003	200000	2.1458e-06	si
450057883	200000	1.1921e-06	no
187645041	200000	2.1458e-06	no
1980098116	200000	9.537e-07	no
152503	200000	1.9073e-06	no
5000	200000	9.537e-07	no
1493283650	200000	9.537e-07	si
214826	200000	2.1458e-06	no
1843349527	200000	1.1921e-06	si
1360839354	200000	9.537e-07	no
2109248666	200000	9.537e-07	no
214747085	200000	1.9073e-06	no
0	200000	9.537e-07	si
BinarySearch			
322486	400000	3.0994e-06	si
14700764	400000	3.0994e-06	no

3128036	400000	1.9073e-06	si
6337399	400000	1.9073e-06	si
61396	400000	1.9073e-06	no
10393545	400000	2.1458e-06	si
2147445644	400000	9.537e-07	no
1295390003	400000	9.537e-07	si
450057883	400000	2.1458e-06	no
187645041	400000	1.1921e-06	no
1980098116	400000	2.1458e-06	no
152503	400000	1.9073e-06	no
5000	400000	1.9073e-06	no
1493283650	400000	9.537e-07	si
214826	400000	1.9073e-06	no
1843349527	400000	1.9073e-06	si
1360839354	400000	9.537e-07	no
2109248666	400000	1.9073e-06	no
214747085	400000	9.537e-07	no
0	400000	2.1458e-06	si
BinarySearch			
322486	600000	4.0531e-06	si
14700764	600000	2.1458e-06	no
3128036	600000	1.9073e-06	si
6337399	600000	1.9073e-06	si
61396	600000	1.9073e-06	no

10393545	600000	1.9073e-06	si
2147445644	600000	1.9073e-06	no
1295390003	600000	9.537e-07	si
450057883	600000	2.1458e-06	no
187645041	600000	1.1921e-06	no
1980098116	600000	9.537e-07	no
152503	600000	1.9073e-06	no
5000	600000	1.9073e-06	no
1493283650	600000	1.9073e-06	si
214826	600000	1.9073e-06	no
1843349527	600000	2.1458e-06	si
1360839354	600000	1.1921e-06	no
2109248666	600000	2.1458e-06	no
214747085	600000	9.537e-07	no
0	600000	9.537e-07	si
BinarySearch			
322486	800000	3.0994e-06	si
14700764	800000	2.861e-06	no
3128036	800000	2.1458e-06	si
6337399	800000	2.1458e-06	si
61396	800000	2.1458e-06	no
10393545	800000	2.1458e-06	si
2147445644	800000	2.1458e-06	no
1295390003	800000	9.537e-07	si

450057883	800000	1.9073e-06	no
187645041	800000	1.9073e-06	no
1980098116	800000	9.537e-07	no
152503	800000	2.1458e-06	no
5000	800000	1.1921e-06	no
1493283650	800000	2.1458e-06	si
214826	800000	2.1458e-06	no
1843349527	800000	9.537e-07	si
1360839354	800000	9.537e-07	no
2109248666	800000	1.9073e-06	no
214747085	800000	9.537e-07	no
0	800000	1.1921e-06	si
BinarySearch			
322486	1000000	5.0068e-06	si
14700764	1000000	3.8147e-06	no
3128036	1000000	4.0531e-06	si
6337399	1000000	3.0994e-06	si
61396	1000000	2.861e-06	no
10393545	1000000	3.0994e-06	si
2147445644	1000000	1.9073e-06	no
1295390003	1000000	2.1458e-06	si
450057883	1000000	1.9073e-06	no
187645041	1000000	4.0531e-06	no
1980098116	1000000	2.861e-06	no

152503	1000000	2.861e-06	no
5000	1000000	2.1458e-06	no
1493283650	1000000	1.9073e-06	si
214826	1000000	2.1458e-06	no
1843349527	1000000	2.1458e-06	si
1360839354	1000000	1.9073e-06	no
2109248666	1000000	2.1458e-06	no
214747085	1000000	1.9073e-06	no
0	1000000	1.9073e-06	si
BinarySearch			
322486	2000000	3.8147e-06	si
14700764	2000000	2.1458e-06	no
3128036	2000000	1.9073e-06	si
6337399	2000000	2.861e-06	si
61396	2000000	1.9073e-06	no
10393545	2000000	1.9073e-06	si
2147445644	2000000	1.9073e-06	no
1295390003	2000000	9.537e-07	si
450057883	2000000	2.1458e-06	no
187645041	2000000	3.0994e-06	no
1980098116	2000000	9.537e-07	no
152503	2000000	2.1458e-06	no
5000	2000000	2.1458e-06	no
1493283650	2000000	2.1458e-06	si

214826	2000000	9.537e-07	no
1843349527	2000000	1.9073e-06	si
1360839354	2000000	9.537e-07	no
2109248666	2000000	1.9073e-06	no
214747085	2000000	9.537e-07	no
0	2000000	1.1921e-06	si
BinarySearch			
322486	3000000	4.0531e-06	si
14700764	3000000	3.0994e-06	no
3128036	3000000	1.9073e-06	si
6337399	3000000	1.9073e-06	si
61396	3000000	1.9073e-06	no
10393545	3000000	1.9073e-06	si
2147445644	3000000	1.9073e-06	no
1295390003	3000000	1.1921e-06	si
450057883	3000000	4.0531e-06	no
187645041	3000000	2.861e-06	no
1980098116	3000000	9.537e-07	no
152503	3000000	1.9073e-06	no
5000	3000000	1.9073e-06	no
1493283650	3000000	2.1458e-06	si
214826	3000000	2.1458e-06	no
1843349527	3000000	1.9073e-06	si
1360839354	3000000	9.537e-07	no

2109248666	3000000	1.9073e-06	no
214747085	3000000	9.537e-07	no
0	3000000	1.9073e-06	si
BinarySearch			
322486	4000000	3.8147e-06	si
14700764	4000000	1.9073e-06	no
3128036	4000000	3.0994e-06	si
6337399	4000000	2.1458e-06	si
61396	4000000	2.1458e-06	no
10393545	4000000	2.1458e-06	si
2147445644	4000000	3.0994e-06	no
1295390003	4000000	1.1921e-06	si
450057883	4000000	3.0994e-06	no
187645041	4000000	3.0994e-06	no
1980098116	4000000	9.537e-07	no
152503	4000000	2.1458e-06	no
5000	4000000	2.1458e-06	no
1493283650	4000000	2.1458e-06	si
214826	4000000	1.9073e-06	no
1843349527	4000000	1.9073e-06	si
1360839354	4000000	9.537e-07	no
2109248666	4000000	1.9073e-06	no
214747085	4000000	2.1458e-06	no
0	4000000	1.1921e-06	si
BinarySearch			

322486	5000000	4.0531e-06	si
14700764	5000000	3.0994e-06	no
3128036	5000000	1.9073e-06	si
6337399	5000000	1.9073e-06	si
61396	5000000	1.9073e-06	no
10393545	5000000	3.0994e-06	si
2147445644	5000000	1.9073e-06	no
1295390003	5000000	1.9073e-06	si
450057883	5000000	2.861e-06	no
187645041	5000000	2.861e-06	no
1980098116	5000000	1.9073e-06	no
152503	5000000	1.9073e-06	no
5000	5000000	2.1458e-06	no
1493283650	5000000	2.1458e-06	si
214826	5000000	1.1921e-06	no
1843349527	5000000	2.1458e-06	si
1360839354	5000000	1.9073e-06	no
2109248666	5000000	9.537e-07	no
214747085	5000000	9.537e-07	no
0	5000000	1.9073e-06	si
BinarySearch			
322486	6000000	4.0531e-06	si
14700764	6000000	4.0531e-06	no
3128036	6000000	2.861e-06	si

6337399	6000000	3.0994e-06	si
61396	6000000	2.861e-06	no
10393545	6000000	3.0994e-06	si
2147445644	6000000	4.0531e-06	no
1295390003	6000000	1.9073e-06	si
450057883	6000000	5.0068e-06	no
187645041	6000000	3.8147e-06	no
1980098116	6000000	3.0994e-06	no
152503	6000000	2.861e-06	no
5000	6000000	3.0994e-06	no
1493283650	6000000	1.9073e-06	si
214826	6000000	3.0994e-06	no
1843349527	6000000	3.0994e-06	si
1360839354	6000000	2.861e-06	no
2109248666	6000000	3.0994e-06	no
214747085	6000000	3.0994e-06	no
0	6000000	2.861e-06	si
BinarySearch			
322486	7000000	5.0068e-06	si
14700764	7000000	1.9073e-06	no
3128036	7000000	2.1458e-06	si
6337399	7000000	2.1458e-06	si
61396	7000000	2.1458e-06	no
10393545	7000000	2.1458e-06	si

2147445644	7000000	3.0994e-06	no
1295390003	7000000	4.0531e-06	si
450057883	7000000	4.0531e-06	no
187645041	7000000	3.0994e-06	no
1980098116	7000000	2.1458e-06	no
152503	7000000	1.9073e-06	no
5000	7000000	1.9073e-06	no
1493283650	7000000	2.861e-06	si
214826	7000000	1.9073e-06	no
1843349527	7000000	9.537e-07	si
1360839354	7000000	2.861e-06	no
2109248666	7000000	1.9073e-06	no
214747085	7000000	9.537e-07	no
0	7000000	1.9073e-06	si
BinarySearch			
322486	8000000	2.861e-06	si
14700764	8000000	3.0994e-06	no
3128036	8000000	2.1458e-06	si
6337399	8000000	2.1458e-06	si
61396	8000000	2.1458e-06	no
10393545	8000000	2.1458e-06	si
2147445644	8000000	3.0994e-06	no
1295390003	8000000	3.0994e-06	si
450057883	8000000	2.861e-06	no

187645041	8000000	2.861e-06	no
1980098116	8000000	1.9073e-06	no
152503	8000000	1.9073e-06	no
5000	8000000	9.537e-07	no
1493283650	8000000	2.861e-06	si
214826	8000000	1.9073e-06	no
1843349527	8000000	9.537e-07	si
1360839354	8000000	2.861e-06	no
2109248666	8000000	1.9073e-06	no
214747085	8000000	1.9073e-06	no
0	8000000	9.537e-07	si
BinarySearch			
322486	9000000	4.0531e-06	si
14700764	9000000	4.0531e-06	no
3128036	9000000	3.0994e-06	si
6337399	9000000	4.0531e-06	si
61396	9000000	2.861e-06	no
10393545	9000000	3.0994e-06	si
2147445644	9000000	2.861e-06	no
1295390003	9000000	5.0068e-06	si
450057883	9000000	4.0531e-06	no
187645041	9000000	4.0531e-06	no
1980098116	9000000	2.861e-06	no
152503	9000000	3.0994e-06	no

5000	9000000	1.9073e-06	no
1493283650	9000000	5.0068e-06	si
214826	9000000	2.861e-06	no
1843349527	9000000	4.0531e-06	si
1360839354	9000000	4.0531e-06	no
2109248666	9000000	3.0994e-06	no
214747085	9000000	1.9073e-06	no
0	9000000	2.1458e-06	si
BinarySearch			
322486	10000000	5.0068e-06	si
14700764	10000000	3.0994e-06	no
3128036	10000000	3.0994e-06	si
6337399	10000000	2.861e-06	si
61396	10000000	3.0994e-06	no
10393545	10000000	2.861e-06	si
2147445644	10000000	4.0531e-06	no
1295390003	10000000	4.0531e-06	si
450057883	10000000	4.0531e-06	no
187645041	10000000	3.8147e-06	no
1980098116	10000000	4.0531e-06	no
152503	10000000	2.1458e-06	no
5000	10000000	3.0994e-06	no
1493283650	10000000	5.0068e-06	si
214826	10000000	1.9073e-06	no

1843349527	10000000	4.0531e-06	si
1360839354	10000000	4.0531e-06	no
2109248666	10000000	4.0531e-06	no
214747085	10000000	9.537e-07	no
0	10000000	1.9073e-06	si
ParalellBinarySearch			
322486	100	0.0002319813	si
14700764	100	0.0001411438	no
3128036	100	0.0001349449	si
6337399	100	0.0001349449	si
61396	100	0.0001349449	no
10393545	100	0.0001609325	si
2147445644	100	0.0001559258	no
1295390003	100	0.0001349449	si
450057883	100	0.0001339912	no
187645041	100	0.0001339912	no
1980098116	100	0.0001330376	no
152503	100	0.0001327991	no
5000	100	0.0001320839	no
1493283650	100	0.0001330376	si
214826	100	0.0001330376	no
1843349527	100	0.0001330376	si
1360839354	100	0.0001430511	no
2109248666	100	0.0001380444	no

214747085	100	0.0002379417	no
0	100	0.0002121925	si
ParalellBinarySearch			
322486	1000	0.0001859665	si
14700764	1000	0.0001418591	no
3128036	1000	0.000136137	si
6337399	1000	0.0001351833	si
61396	1000	0.0002791882	no
10393545	1000	0.0005550385	si
2147445644	1000	0.0001490116	no
1295390003	1000	0.0001358986	si
450057883	1000	0.000136137	no
187645041	1000	0.0001339912	no
1980098116	1000	0.0001339912	no
152503	1000	0.0001339912	no
5000	1000	0.0001339912	no
1493283650	1000	0.0001339912	si
214826	1000	0.0001339912	no
1843349527	1000	0.0001358986	si
1360839354	1000	0.0001330376	no
2109248666	1000	0.0001330376	no
214747085	1000	0.0001349449	no
0	1000	0.0001409054	si
ParalellBinarySearch			
322486	5000	0.0008790493	si

14700764	5000	0.0002260208	no
3128036	5000	0.0002090931	si
6337399	5000	0.0002529621	si
61396	5000	0.0002140999	no
10393545	5000	0.0002059937	si
2147445644	5000	0.0002081394	no
1295390003	5000	0.0002059937	si
450057883	5000	0.0002310276	no
187645041	5000	0.0002129078	no
1980098116	5000	0.0002100468	no
152503	5000	0.0002260208	no
5000	5000	0.00020504	no
1493283650	5000	0.0011160374	si
214826	5000	0.0002498627	no
1843349527	5000	0.0002088547	si
1360839354	5000	0.0002040863	no
2109248666	5000	0.0002229214	no
214747085	5000	0.00020504	no
0	5000	0.0004770756	si
ParalellBinarySearch			
322486	10000	0.0001850128	si
14700764	10000	0.0001430511	no
3128036	10000	0.0001580715	si
6337399	10000	0.0001831055	si

61396	10000	0.0001428127	no
10393545	10000	0.0001471043	si
2147445644	10000	0.0001580715	no
1295390003	10000	0.0001628399	si
450057883	10000	0.0002260208	no
187645041	10000	0.0001301765	no
1980098116	10000	0.0001249313	no
152503	10000	0.0001249313	no
5000	10000	0.0001699924	no
1493283650	10000	0.0001778603	si
214826	10000	0.0001261234	no
1843349527	10000	0.0001461506	si
1360839354	10000	0.0001318455	no
2109248666	10000	0.0001451969	no
214747085	10000	0.0001299381	no
0	10000	0.0001399517	si
ParalellBinarySearch			
322486	50000	0.0002019405	si
14700764	50000	0.0001449585	no
3128036	50000	0.0001339912	si
6337399	50000	0.0001521111	si
61396	50000	0.0001280308	no
10393545	50000	0.0001299381	si
2147445644	50000	0.000138998	no

1295390003	50000	0.0001349449	si
450057883	50000	0.0001380444	no
187645041	50000	0.0001380444	no
1980098116	50000	0.0001349449	no
152503	50000	0.000138998	no
5000	50000	0.000180006	no
1493283650	50000	0.000138998	si
214826	50000	0.0001358986	no
1843349527	50000	0.0001349449	si
1360839354	50000	0.0001549721	no
2109248666	50000	0.0001502037	no
214747085	50000	0.0001368523	no
0	50000	0.0001261234	si
ParalellBinarySearch			
322486	100000	0.0002789497	si
14700764	100000	0.0002069473	no
3128036	100000	0.0002069473	si
6337399	100000	0.0002119541	si
61396	100000	0.0001740456	no
10393545	100000	0.0001358986	si
2147445644	100000	0.000138998	no
1295390003	100000	0.000136137	si
450057883	100000	0.0002040863	no
187645041	100000	0.0001969337	no

1980098116	100000	0.0001869202	no
152503	100000	0.0001399517	no
5000	100000	0.000177145	no
1493283650	100000	0.0001928806	si
214826	100000	0.000202179	no
1843349527	100000	0.0001728535	si
1360839354	100000	0.0002441406	no
2109248666	100000	0.0002038479	no
214747085	100000	0.0002040863	no
0	100000	0.0002009869	si
ParalellBinarySearch			
322486	200000	0.0003907681	si
14700764	200000	0.0002160072	no
3128036	200000	0.0036349297	si
6337399	200000	0.000248909	si
61396	200000	0.0002229214	no
10393545	200000	0.000371933	si
2147445644	200000	0.0002269745	no
1295390003	200000	0.0016469955	si
450057883	200000	0.0002548695	no
187645041	200000	0.000218153	no
1980098116	200000	0.0002348423	no
152503	200000	0.0002219677	no
5000	200000	0.000221014	no

1493283650	200000	0.0002198219	si
214826	200000	0.0001540184	no
1843349527	200000	0.0001358986	si
1360839354	200000	0.0001759529	no
2109248666	200000	0.0001368523	no
214747085	200000	0.0001401901	no
0	200000	0.0001487732	si
ParalellBinarySearch			
322486	400000	0.0002198219	si
14700764	400000	0.0001559258	no
3128036	400000	0.000136137	si
6337399	400000	0.0001599789	si
61396	400000	0.0001459122	no
10393545	400000	0.0001351833	si
2147445644	400000	0.0001449585	no
1295390003	400000	0.0001399517	si
450057883	400000	0.0001502037	no
187645041	400000	0.0001411438	no
1980098116	400000	0.0004689693	no
152503	400000	0.0001449585	no
5000	400000	0.0001411438	no
1493283650	400000	0.0001318455	si
214826	400000	0.0001368523	no
1843349527	400000	0.0001590252	si

1360839354	400000	0.0001280308	no
2109248666	400000	0.0001349449	no
214747085	400000	0.0001399517	no
0	400000	0.0001649857	si
ParalellBinarySearch			
322486	600000	0.0003039837	si
14700764	600000	0.0002188683	no
3128036	600000	0.0002100468	si
6337399	600000	0.0002110004	si
61396	600000	0.0002131462	no
10393545	600000	0.0002129078	si
2147445644	600000	0.0002131462	no
1295390003	600000	0.0009279251	si
450057883	600000	0.000221014	no
187645041	600000	0.0002100468	no
1980098116	600000	0.0002419949	no
152503	600000	0.0002140999	no
5000	600000	0.0002088547	no
1493283650	600000	0.0002090931	si
214826	600000	0.0002100468	no
1843349527	600000	0.000207901	si
1360839354	600000	0.0002090931	no
2109248666	600000	0.0002090931	no
214747085	600000	0.0002131462	no

0	600000	0.0002100468	si
ParalellBinarySearch			
322486	800000	0.0002119541	si
14700764	800000	0.0001559258	no
3128036	800000	0.0001530647	si
6337399	800000	0.0001499653	si
61396	800000	0.0001480579	no
10393545	800000	0.0002090931	si
2147445644	800000	0.0002069473	no
1295390003	800000	0.0003929138	si
450057883	800000	0.0002100468	no
187645041	800000	0.0002129078	no
1980098116	800000	0.0002071857	no
152503	800000	0.0002148151	no
5000	800000	0.0002090931	no
1493283650	800000	0.0002090931	si
214826	800000	0.0002129078	no
1843349527	800000	0.0002100468	si
1360839354	800000	0.000207901	no
2109248666	800000	0.0002970695	no
214747085	800000	0.0002129078	no
0	800000	0.0001440048	si
ParalellBinarySearch			
322486	1000000	0.0002207756	si
14700764	1000000	0.0001430511	no

3128036	1000000	0.0001368523	si
6337399	1000000	0.0001370907	si
61396	1000000	0.0001358986	no
10393545	1000000	0.0001370907	si
2147445644	1000000	0.0001358986	no
1295390003	1000000	0.0001349449	si
450057883	1000000	0.0001349449	no
187645041	1000000	0.0001349449	no
1980098116	1000000	0.0001351833	no
152503	1000000	0.0001349449	no
5000	1000000	0.0001358986	no
1493283650	1000000	0.0001349449	si
214826	1000000	0.0001349449	no
1843349527	1000000	0.0001351833	si
1360839354	1000000	0.0001349449	no
2109248666	1000000	0.0001349449	no
214747085	1000000	0.0001349449	no
0	1000000	0.0001380444	si
ParalellBinarySearch			
322486	2000000	0.0002698898	si
14700764	2000000	0.0001831055	no
3128036	2000000	0.0001530647	si
6337399	2000000	0.0001518726	si
61396	2000000	0.0001499653	no

10393545	2000000	0.0001480579	si
2147445644	2000000	0.000150919	no
1295390003	2000000	0.0001480579	si
450057883	2000000	0.0001468658	no
187645041	2000000	0.0001480579	no
1980098116	2000000	0.0001480579	no
152503	2000000	0.0001468658	no
5000	2000000	0.0001490116	no
1493283650	2000000	0.0001749992	si
214826	2000000	0.0002410412	no
1843349527	2000000	0.0001649857	si
1360839354	2000000	0.0001461506	no
2109248666	2000000	0.0001451969	no
214747085	2000000	0.0001451969	no
0	2000000	0.0001451969	si
ParalellBinarySearch			
322486	3000000	0.0002410412	si
14700764	3000000	0.0001749992	no
3128036	3000000	0.000210762	si
6337399	3000000	0.000510931	si
61396	3000000	0.0001480579	no
10393545	3000000	0.0001370907	si
2147445644	3000000	0.0001368523	no
1295390003	3000000	0.0001358986	si

450057883	3000000	0.0001380444	no
187645041	3000000	0.0001380444	no
1980098116	3000000	0.0001568794	no
152503	3000000	0.0001180172	no
5000	3000000	0.0001180172	no
1493283650	3000000	0.0001199245	si
214826	3000000	0.0001189709	no
1843349527	3000000	0.0001180172	si
1360839354	3000000	0.0001199245	no
2109248666	3000000	0.0001170635	no
214747085	3000000	0.0001339912	no
0	3000000	0.0001327991	si
ParalellBinarySearch			
322486	4000000	0.0002970695	si
14700764	4000000	0.0002110004	no
3128036	4000000	0.0002028942	si
6337399	4000000	0.0002009869	si
61396	4000000	0.0002009869	no
10393545	4000000	0.0002000332	si
2147445644	4000000	0.0002009869	no
1295390003	4000000	0.0001978874	si
450057883	4000000	0.0002031326	no
187645041	4000000	0.0002000332	no
1980098116	4000000	0.0001978874	no

152503	4000000	0.0001981258	no
5000	4000000	0.0001981258	no
1493283650	4000000	0.0001978874	si
214826	4000000	0.0002009869	no
1843349527	4000000	0.0001990795	si
1360839354	4000000	0.0008978844	no
2109248666	4000000	0.0002179146	no
214747085	4000000	0.0003199577	no
0	4000000	0.0002019405	si
ParalellBinarySearch			
322486	5000000	0.0002589226	si
14700764	5000000	0.0002000332	no
3128036	5000000	0.0001871586	si
6337399	5000000	0.0001850128	si
61396	5000000	0.0001871586	no
10393545	5000000	0.0001850128	si
2147445644	5000000	0.0001881123	no
1295390003	5000000	0.0001850128	si
450057883	5000000	0.0001890659	no
187645041	5000000	0.0001859665	no
1980098116	5000000	0.0001881123	no
152503	5000000	0.0001890659	no
5000	5000000	0.0001869202	no
1493283650	5000000	0.0001859665	si

214826	5000000	0.0002040863	no
1843349527	5000000	0.0001769066	si
1360839354	5000000	0.0001769066	no
2109248666	5000000	0.0001759529	no
214747085	5000000	0.0001761913	no
0	5000000	0.0001759529	si
ParalellBinarySearch			
322486	6000000	0.0002248287	si
14700764	6000000	0.0001838207	no
3128036	6000000	0.0001838207	si
6337399	6000000	0.0001780987	si
61396	6000000	0.0001680851	no
10393545	6000000	0.0002019405	si
2147445644	6000000	0.0001859665	no
1295390003	6000000	0.0001828671	si
450057883	6000000	0.0001850128	no
187645041	6000000	0.0001840591	no
1980098116	6000000	0.0001828671	no
152503	6000000	0.0001819134	no
5000	6000000	0.0001859665	no
1493283650	6000000	0.0001831055	si
214826	6000000	0.0001819134	no
1843349527	6000000	0.0001819134	si
1360839354	6000000	0.0001821518	no

2109248666	6000000	0.0001809597	no
214747085	6000000	0.0001819134	no
0	6000000	0.000180006	si
ParalellBinarySearch			
322486	7000000	0.0003471375	si
14700764	7000000	0.0002040863	no
3128036	7000000	0.0001859665	si
6337399	7000000	0.0001840591	si
61396	7000000	0.0001840591	no
10393545	7000000	0.0001828671	si
2147445644	7000000	0.0001869202	no
1295390003	7000000	0.0001850128	si
450057883	7000000	0.0001869202	no
187645041	7000000	0.0001850128	no
1980098116	7000000	0.0001840591	no
152503	7000000	0.0001840591	no
5000	7000000	0.0001840591	no
1493283650	7000000	0.0001838207	si
214826	7000000	0.0001840591	no
1843349527	7000000	0.0001828671	si
1360839354	7000000	0.0001859665	no
2109248666	7000000	0.0001831055	no
214747085	7000000	0.0001828671	no
0	7000000	0.0001819134	si
ParalellBinarySearch			

322486	8000000	0.0003311634	si
14700764	8000000	0.0002140999	no
3128036	8000000	0.0002019405	si
6337399	8000000	0.0002019405	si
61396	8000000	0.0002040863	no
10393545	8000000	0.0002031326	si
2147445644	8000000	0.0002038479	no
1295390003	8000000	0.0002031326	si
450057883	8000000	0.0042929649	no
187645041	8000000	0.0002150536	no
1980098116	8000000	0.0002069473	no
152503	8000000	0.0002119541	no
5000	8000000	0.0002040863	no
1493283650	8000000	0.0002038479	si
214826	8000000	0.0002040863	no
1843349527	8000000	0.0002279282	si
1360839354	8000000	0.0001978874	no
2109248666	8000000	0.000193119	no
214747085	8000000	0.0001959801	no
0	8000000	0.0012938976	si
ParalellBinarySearch			
322486	9000000	0.0002908707	si
14700764	9000000	0.000221014	no
3128036	9000000	0.0002100468	si

6337399	9000000	0.0002081394	si
61396	9000000	0.000207901	no
10393545	9000000	0.0002069473	si
2147445644	9000000	0.0002582073	no
1295390003	9000000	0.000262022	si
450057883	9000000	0.0002090931	no
187645041	9000000	0.0002069473	no
1980098116	9000000	0.0002059937	no
152503	9000000	0.000207901	no
5000	9000000	0.0002319813	no
1493283650	9000000	0.0002019405	si
214826	9000000	0.000161171	no
1843349527	9000000	0.0001478195	si
1360839354	9000000	0.0001311302	no
2109248666	9000000	0.000123024	no
214747085	9000000	0.0001208782	no
0	9000000	0.0001320839	si
ParalellBinarySearch			
322486	10000000	0.0002140999	si
14700764	10000000	0.0001900196	no
3128036	10000000	0.0001499653	si
6337399	10000000	0.0001461506	si
61396	10000000	0.0001468658	no
10393545	10000000	0.0001459122	si

2147445644	10000000	0.0001480579	no
1295390003	10000000	0.0001680851	si
450057883	10000000	0.0001468658	no
187645041	10000000	0.0001461506	no
1980098116	10000000	0.0001468658	no
152503	10000000	0.0001449585	no
5000	10000000	0.0001459122	no
1493283650	10000000	0.0001440048	si
214826	10000000	0.0001471043	no
1843349527	10000000	0.0001409054	si
1360839354	10000000	0.0001449585	no
2109248666	10000000	0.0001440048	no
214747085	10000000	0.0001420975	no
0	10000000	0.0001430511	si
SearchWithBST			
322486	100	9.537e-07	si
14700764	100	9.537e-07	no
3128036	100	9.537e-07	si
6337399	100	1.9073e-06	si
61396	100	2.1458e-06	no
10393545	100	9.537e-07	si
2147445644	100	9.537e-07	no
1295390003	100	9.537e-07	si
450057883	100	9.537e-07	no

187645041	100	1.1921e-06	no
1980098116	100	9.537e-07	no
152503	100	1.9073e-06	no
5000	100	1.9073e-06	no
1493283650	100	2.1458e-06	si
214826	100	1.1921e-06	no
1843349527	100	9.537e-07	si
1360839354	100	9.537e-07	no
2109248666	100	9.537e-07	no
214747085	100	9.537e-07	no
0	100	1.1921e-06	si
SearchWithBST			
322486	1000	1.1921e-06	si
14700764	1000	1.9073e-06	no
3128036	1000	9.537e-07	si
6337399	1000	9.537e-07	si
61396	1000	9.537e-07	no
10393545	1000	9.537e-07	si
2147445644	1000	2.1458e-06	no
1295390003	1000	9.537e-07	si
450057883	1000	9.537e-07	no
187645041	1000	9.537e-07	no
1980098116	1000	9.537e-07	no
152503	1000	1.1921e-06	no

5000	1000	9.537e-07	no
1493283650	1000	9.537e-07	si
214826	1000	1.9073e-06	no
1843349527	1000	2.1458e-06	si
1360839354	1000	1.1921e-06	no
2109248666	1000	9.537e-07	no
214747085	1000	9.537e-07	no
0	1000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	5000	2.1458e-06	si
14700764	5000	1.9073e-06	no
3128036	5000	1.9073e-06	si
6337399	5000	9.537e-07	si
61396	5000	1.1921e-06	no
10393545	5000	2.1458e-06	si
2147445644	5000	1.9073e-06	no
1295390003	5000	9.537e-07	si
450057883	5000	9.537e-07	no
187645041	5000	9.537e-07	no
1980098116	5000	1.1921e-06	no
152503	5000	1.1921e-06	no
5000	5000	9.537e-07	no
1493283650	5000	9.537e-07	si
214826	5000	1.9073e-06	no

1843349527	5000	1.9073e-06	si
1360839354	5000	9.537e-07	no
2109248666	5000	1.1921e-06	no
214747085	5000	9.537e-07	no
0	5000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	10000	2.1458e-06	si
14700764	10000	9.537e-07	no
3128036	10000	9.537e-07	si
6337399	10000	9.537e-07	si
61396	10000	1.9073e-06	no
10393545	10000	9.537e-07	si
2147445644	10000	1.1921e-06	no
1295390003	10000	9.537e-07	si
450057883	10000	9.537e-07	no
187645041	10000	9.537e-07	no
1980098116	10000	2.1458e-06	no
152503	10000	9.537e-07	no
5000	10000	9.537e-07	no
1493283650	10000	1.1921e-06	si
214826	10000	2.1458e-06	no
1843349527	10000	9.537e-07	si
1360839354	10000	9.537e-07	no
2109248666	10000	9.537e-07	no

214747085	10000	1.1921e-06	no
0	10000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	50000	3.0994e-06	si
14700764	50000	1.9073e-06	no
3128036	50000	3.0994e-06	si
6337399	50000	2.1458e-06	si
61396	50000	2.1458e-06	no
10393545	50000	2.1458e-06	si
2147445644	50000	1.9073e-06	no
1295390003	50000	9.537e-07	si
450057883	50000	9.537e-07	no
187645041	50000	1.1921e-06	no
1980098116	50000	2.1458e-06	no
152503	50000	2.1458e-06	no
5000	50000	1.9073e-06	no
1493283650	50000	9.537e-07	si
214826	50000	1.9073e-06	no
1843349527	50000	9.537e-07	si
1360839354	50000	1.1921e-06	no
2109248666	50000	9.537e-07	no
214747085	50000	1.9073e-06	no
0	50000	1.9073e-06	si
SearchWithBST			
322486	100000	1.9073e-06	si

14700764	100000	3.0994e-06	no
3128036	100000	1.9073e-06	si
6337399	100000	1.9073e-06	si
61396	100000	1.9073e-06	no
10393545	100000	2.861e-06	si
2147445644	100000	9.537e-07	no
1295390003	100000	9.537e-07	si
450057883	100000	2.1458e-06	no
187645041	100000	9.537e-07	no
1980098116	100000	9.537e-07	no
152503	100000	1.9073e-06	no
5000	100000	9.537e-07	no
1493283650	100000	1.9073e-06	si
214826	100000	2.1458e-06	no
1843349527	100000	1.1921e-06	si
1360839354	100000	1.9073e-06	no
2109248666	100000	1.9073e-06	no
214747085	100000	9.537e-07	no
0	100000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	200000	1.9073e-06	si
14700764	200000	3.0994e-06	no
3128036	200000	1.9073e-06	si
6337399	200000	1.9073e-06	si

61396	200000	1.9073e-06	no
10393545	200000	1.9073e-06	si
2147445644	200000	1.9073e-06	no
1295390003	200000	1.9073e-06	si
450057883	200000	9.537e-07	no
187645041	200000	1.9073e-06	no
1980098116	200000	2.1458e-06	no
152503	200000	2.1458e-06	no
5000	200000	1.1921e-06	no
1493283650	200000	1.9073e-06	si
214826	200000	1.9073e-06	no
1843349527	200000	9.537e-07	si
1360839354	200000	1.9073e-06	no
2109248666	200000	9.537e-07	no
214747085	200000	1.1921e-06	no
0	200000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	400000	2.1458e-06	si
14700764	400000	2.1458e-06	no
3128036	400000	1.9073e-06	si
6337399	400000	1.9073e-06	si
61396	400000	1.9073e-06	no
10393545	400000	1.9073e-06	si
2147445644	400000	9.537e-07	no

1295390003	400000	1.9073e-06	si
450057883	400000	9.537e-07	no
187645041	400000	1.1921e-06	no
1980098116	400000	9.537e-07	no
152503	400000	1.9073e-06	no
5000	400000	1.9073e-06	no
1493283650	400000	1.9073e-06	si
214826	400000	1.9073e-06	no
1843349527	400000	2.1458e-06	si
1360839354	400000	1.1921e-06	no
2109248666	400000	9.537e-07	no
214747085	400000	9.537e-07	no
0	400000	1.9073e-06	si
SearchWithBST			
322486	600000	1.9073e-06	si
14700764	600000	3.0994e-06	no
3128036	600000	2.861e-06	si
6337399	600000	1.9073e-06	si
61396	600000	1.9073e-06	no
10393545	600000	1.9073e-06	si
2147445644	600000	1.9073e-06	no
1295390003	600000	9.537e-07	si
450057883	600000	9.537e-07	no
187645041	600000	1.1921e-06	no

1980098116	600000	1.9073e-06	no
152503	600000	1.9073e-06	no
5000	600000	1.9073e-06	no
1493283650	600000	1.9073e-06	si
214826	600000	9.537e-07	no
1843349527	600000	2.1458e-06	si
1360839354	600000	1.1921e-06	no
2109248666	600000	9.537e-07	no
214747085	600000	9.537e-07	no
0	600000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	800000	2.861e-06	si
14700764	800000	3.0994e-06	no
3128036	800000	2.861e-06	si
6337399	800000	2.861e-06	si
61396	800000	1.9073e-06	no
10393545	800000	3.0994e-06	si
2147445644	800000	1.9073e-06	no
1295390003	800000	9.537e-07	si
450057883	800000	1.9073e-06	no
187645041	800000	1.9073e-06	no
1980098116	800000	2.1458e-06	no
152503	800000	2.1458e-06	no
5000	800000	1.1921e-06	no

1493283650	800000	9.537e-07	si
214826	800000	2.861e-06	no
1843349527	800000	1.9073e-06	si
1360839354	800000	9.537e-07	no
2109248666	800000	9.537e-07	no
214747085	800000	1.1921e-06	no
0	800000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	1000000	3.0994e-06	si
14700764	1000000	1.9073e-06	no
3128036	1000000	2.861e-06	si
6337399	1000000	3.0994e-06	si
61396	1000000	2.1458e-06	no
10393545	1000000	2.1458e-06	si
2147445644	1000000	1.9073e-06	no
1295390003	1000000	1.9073e-06	si
450057883	1000000	1.9073e-06	no
187645041	1000000	9.537e-07	no
1980098116	1000000	9.537e-07	no
152503	1000000	2.1458e-06	no
5000	1000000	2.1458e-06	no
1493283650	1000000	1.1921e-06	si
214826	1000000	1.9073e-06	no
1843349527	1000000	9.537e-07	si

1360839354	1000000	9.537e-07	no
2109248666	1000000	9.537e-07	no
214747085	1000000	2.1458e-06	no
0	1000000	2.1458e-06	si
SearchWithBST			
322486	2000000	2.861e-06	si
14700764	2000000	3.0994e-06	no
3128036	2000000	4.0531e-06	si
6337399	2000000	2.861e-06	si
61396	2000000	3.0994e-06	no
10393545	2000000	2.861e-06	si
2147445644	2000000	3.0994e-06	no
1295390003	2000000	1.9073e-06	si
450057883	2000000	3.0994e-06	no
187645041	2000000	4.0531e-06	no
1980098116	2000000	1.9073e-06	no
152503	2000000	3.0994e-06	no
5000	2000000	2.861e-06	no
1493283650	2000000	3.0994e-06	si
214826	2000000	3.0994e-06	no
1843349527	2000000	1.9073e-06	si
1360839354	2000000	1.9073e-06	no
2109248666	2000000	2.1458e-06	no
214747085	2000000	1.9073e-06	no

0	2000000	1.9073e-06	si
SearchWithBST			
322486	3000000	3.0994e-06	si
14700764	3000000	1.9073e-06	no
3128036	3000000	1.9073e-06	si
6337399	3000000	1.9073e-06	si
61396	3000000	9.537e-07	no
10393545	3000000	1.9073e-06	si
2147445644	3000000	2.861e-06	no
1295390003	3000000	1.9073e-06	si
450057883	3000000	3.8147e-06	no
187645041	3000000	1.9073e-06	no
1980098116	3000000	1.9073e-06	no
152503	3000000	1.9073e-06	no
5000	3000000	9.537e-07	no
1493283650	3000000	9.537e-07	si
214826	3000000	2.1458e-06	no
1843349527	3000000	1.1921e-06	si
1360839354	3000000	2.1458e-06	no
2109248666	3000000	1.9073e-06	no
214747085	3000000	1.9073e-06	no
0	3000000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	4000000	4.0531e-06	si
14700764	4000000	3.0994e-06	no

3128036	4000000	1.9073e-06	si
6337399	4000000	2.861e-06	si
61396	4000000	1.9073e-06	no
10393545	4000000	1.9073e-06	si
2147445644	4000000	2.861e-06	no
1295390003	4000000	9.537e-07	si
450057883	4000000	1.9073e-06	no
187645041	4000000	2.861e-06	no
1980098116	4000000	9.537e-07	no
152503	4000000	1.9073e-06	no
5000	4000000	9.537e-07	no
1493283650	4000000	2.1458e-06	si
214826	4000000	2.1458e-06	no
1843349527	4000000	9.537e-07	si
1360839354	4000000	9.537e-07	no
2109248666	4000000	1.9073e-06	no
214747085	4000000	2.1458e-06	no
0	4000000	1.1921e-06	si
SearchWithBST			
322486	5000000	2.861e-06	si
14700764	5000000	3.0994e-06	no
3128036	5000000	2.1458e-06	si
6337399	5000000	2.1458e-06	si
61396	5000000	9.537e-07	no

10393545	5000000	3.0994e-06	si
2147445644	5000000	2.1458e-06	no
1295390003	5000000	2.1458e-06	si
450057883	5000000	3.0994e-06	no
187645041	5000000	4.0531e-06	no
1980098116	5000000	1.9073e-06	no
152503	5000000	1.1921e-06	no
5000	5000000	2.1458e-06	no
1493283650	5000000	9.537e-07	si
214826	5000000	1.9073e-06	no
1843349527	5000000	9.537e-07	si
1360839354	5000000	9.537e-07	no
2109248666	5000000	1.9073e-06	no
214747085	5000000	2.1458e-06	no
0	5000000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	6000000	2.861e-06	si
14700764	6000000	2.861e-06	no
3128036	6000000	1.9073e-06	si
6337399	6000000	1.9073e-06	si
61396	6000000	9.537e-07	no
10393545	6000000	1.9073e-06	si
2147445644	6000000	2.861e-06	no
1295390003	6000000	1.9073e-06	si

450057883	6000000	4.0531e-06	no
187645041	6000000	3.0994e-06	no
1980098116	6000000	2.1458e-06	no
152503	6000000	1.9073e-06	no
5000	6000000	9.537e-07	no
1493283650	6000000	1.9073e-06	si
214826	6000000	1.9073e-06	no
1843349527	6000000	1.9073e-06	si
1360839354	6000000	9.537e-07	no
2109248666	6000000	1.1921e-06	no
214747085	6000000	2.1458e-06	no
0	6000000	1.9073e-06	si
SearchWithBST			
322486	7000000	1.9073e-06	si
14700764	7000000	2.1458e-06	no
3128036	7000000	3.0994e-06	si
6337399	7000000	1.9073e-06	si
61396	7000000	1.9073e-06	no
10393545	7000000	2.1458e-06	si
2147445644	7000000	5.0068e-06	no
1295390003	7000000	4.0531e-06	si
450057883	7000000	3.0994e-06	no
187645041	7000000	1.9073e-06	no
1980098116	7000000	1.9073e-06	no

152503	7000000	2.1458e-06	no
5000	7000000	2.1458e-06	no
1493283650	7000000	2.1458e-06	si
214826	7000000	2.1458e-06	no
1843349527	7000000	9.537e-07	si
1360839354	7000000	4.0531e-06	no
2109248666	7000000	1.1921e-06	no
214747085	7000000	1.9073e-06	no
0	7000000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	8000000	2.861e-06	si
14700764	8000000	2.1458e-06	no
3128036	8000000	2.861e-06	si
6337399	8000000	2.861e-06	si
61396	8000000	1.9073e-06	no
10393545	8000000	1.9073e-06	si
2147445644	8000000	2.861e-06	no
1295390003	8000000	4.0531e-06	si
450057883	8000000	2.861e-06	no
187645041	8000000	1.9073e-06	no
1980098116	8000000	9.537e-07	no
152503	8000000	2.1458e-06	no
5000	8000000	2.1458e-06	no
1493283650	8000000	4.0531e-06	si

214826	8000000	1.9073e-06	no
1843349527	8000000	1.9073e-06	si
1360839354	8000000	4.7684e-06	no
2109248666	8000000	9.537e-07	no
214747085	8000000	9.537e-07	no
0	8000000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	9000000	4.0531e-06	si
14700764	9000000	3.0994e-06	no
3128036	9000000	2.861e-06	si
6337399	9000000	3.0994e-06	si
61396	9000000	2.1458e-06	no
10393545	9000000	2.1458e-06	si
2147445644	9000000	4.0531e-06	no
1295390003	9000000	5.0068e-06	si
450057883	9000000	5.0068e-06	no
187645041	9000000	2.861e-06	no
1980098116	9000000	1.9073e-06	no
152503	9000000	1.9073e-06	no
5000	9000000	1.9073e-06	no
1493283650	9000000	4.0531e-06	si
214826	9000000	1.9073e-06	no
1843349527	9000000	4.0531e-06	si
1360839354	9000000	4.0531e-06	no

2109248666	9000000	1.9073e-06	no
214747085	9000000	2.1458e-06	no
0	9000000	9.537e-07	si
SearchWithBST			
322486	10000000	3.0994e-06	si
14700764	10000000	4.0531e-06	no
3128036	10000000	2.861e-06	si
6337399	10000000	2.861e-06	si
61396	10000000	1.9073e-06	no
10393545	10000000	2.861e-06	si
2147445644	10000000	3.0994e-06	no
1295390003	10000000	8.01086e-05	si
450057883	10000000	5.0068e-06	no
187645041	10000000	5.0068e-06	no
1980098116	10000000	2.861e-06	no
152503	10000000	1.9073e-06	no
5000	10000000	9.537e-07	no
1493283650	10000000	9.48906e-05	si
214826	10000000	1.9073e-06	no
1843349527	10000000	4.0531e-06	si
1360839354	10000000	5.10216e-05	no
2109248666	10000000	4.0531e-06	no
214747085	10000000	9.537e-07	no
0	10000000	9.537e-07	si

6. Actividades y Pruebas

6.1. Comparativas Individuales

6.2. Comparativas Globales

6.3. Preguntas

- **¿Cuál de los 3 algoritmos es más fácil de implementar?**

El más sencillo (o en algoritmia conocido coloquialmente como la bruta) es la búsqueda lineal. Es la solución más sencilla con apenas 3 o 4 líneas de código.

Además de ser sencilla de implementar es en la que puedes cometer un error con menor probabilidad a la hora de definir los índices o variables de apoyo.

- **¿Cuál de los 3 algoritmos es el más difícil de implementar?**

El más difícil de implementar en la búsqueda usando un Binary Search Tree, porque nos obliga a diseñar algoritmos que son comúnmente recursivos en algo iterativo.

- **¿Cuál de los 3 algoritmos es el más difícil de implementar en su variante con hilos?**

Curiosamente la respuesta creo que tiene que ir para la versión con hilos de la búsqueda lineal.

Por un lado el trabajar con hilos siempre complica las cosas, sobretodo porque involucra problemas de sincronización y el manejo de variables que pueden ser posiblemente accedidas por varios hilos. Aquí hay una consideración importante que hay que hacer: Solo estamos buscando una variable, por lo que no me tengo que preocupar con la memoria: el primer hilo que me mande una respuesta, esa la tomaré y todos los demás hilos al notar el cambio en la variable se matan.

- **¿Cuál de los 3 algoritmos en su variante con hilos resulto ser mas rápido?**

La búsqueda binaria, es cierto, que fue más rápida la versión lineal, pero aún así la versión con hilos es endemoniadamente rápida.

- **¿Cuál algoritmo tiene menor complejidad temporal?**

La búsqueda binaria. Es uno de los algoritmos más famosos por tener un $O(\log_2(n))$ aunque en ciertos casos, CON UN ÁRBOL BALANCEADO la búsqueda con árbol puede tener esa complejidad.

■ **¿Cuál algoritmo tiene mayor complejidad temporal?**

Sin duda alguna ese premio tiene que ir para la búsqueda lineal, en el peor de los casos tenemos una búsqueda de $O(n)$.

■ **¿El comportamiento experimental de los algoritmos era el esperado? ¿Por qué?**

Sí, al menos en rangos generales de los algoritmos se esperaba y se ve la gran diferencia entre los algoritmos de búsqueda rápidos y la búsqueda lineal.

Por otro lado a simple vista uno puede pensar que una variante con hilos siempre será más rápida que una versión que no es concurrente, pero esto no tiene porque ser así, por ejemplo en la búsqueda binaria es más que obvio que como solo estamos haciendo serie de comparaciones entonces el añadir hilos no mejora nada y solo sobrecarga al sistema operativo con su creación.

■ **¿Sus resultados experimentales difieren mucho de los análisis teóricos que realizó? ¿A que se debe?**

No, como continuación de la respuesta anterior, si se analizaban con algo de tranquilidad los algoritmos se podía llegar a unas muy buenas estimaciones.

■ **¿Los resultados experimentales de las implementación con hilos de los algoritmos realmente tardaron $\frac{F(t)}{\#hilos}$ de su implementación sin hilos?**

Jajaja, si hablamos de la búsqueda lineal, claro, es decir, no fue exactamente esa cantidad sobretodo por los grandes márgenes de error que tenemos a la hora de medir tiempos tan pequeños pero el punto es que sí, casi casi tenemos una mejora linealmente correspondiente con la cantidad de hilos, después de todo dividimos el trabajo entre la cantidad de hilos.

Pero en los otros dos al ser esencialmente una gran cantidad de comparaciones en lineal entonces no podemos llegar a prácticamente ninguna mejora, incluso un desempeño un poco peor.

En general, para n hilos tenemos una nueva función complejidad:

- Búsqueda Lineal: $f_h(t) = \frac{f(t)}{\text{Número de hilos}}$
- Búsqueda Binaria: $f_h(t) = 1f(t)$
- Búsqueda BST: $f_h(t) = 1f(t)$

■ **¿Cuál es el % de mejora que tiene cada uno de los algoritmos en su variante con hilos? ¿Es lo que esperabas? ¿Por qué?**

- **¿Existió un entorno controlado para realizar las pruebas experimentales? ¿Cuál fue?**

Sí, usamos una PC con las siguientes características:

- HP EliteDesk 700 G1 SFF
- 8GB de memoria RAM, DDR3 SDRAM non-ECC, 1600MHz
- Procesador Intel(R) Core(TM) i5-4590 (4° generación), CPU @ 3.30GHz (4 CPUs), ~3.3GHz. Intel vPro Technology
- 1TB de disco duro HDD, Serial ATA-600 6Gb/s, 7200 rpm

Y el software fue el siguiente:

- Sistema operativo Linux
- Distribución Elementary OS 0.4
- Compilador GCC con soporte para C11
- Python 3.6 con las bibliotecas `matplotlib` y `numpy`
- No había ninguna aplicación abierta al momento de ejecutar los algoritmos

- **Si solo se realizara el análisis teórico de un algoritmo antes de implementarlo, ¿podrías asegurar cual es el mejor?**

Con un análisis básico, es decir, con el uso de cotas, rápidamente podríamos descartar a la búsqueda lineal SI ES QUE NUESTRO ARREGLO ESTUVIERA ORDENADO; y ya que el BST requiere otro tiempo inicial para la creación del árbol, sería fácil decantarse por la sencilla búsqueda binaria.

Pero si tenemos un arreglo que no está ordenado las cosas cambian, ahí depende mucho del tamaño del problema y de la cantidad de hilos que podemos correr eficientemente lo que decanta la balanza por BST o un búsqueda lineal.

- **¿Qué tan difícil fue realizar el análisis teórico de cada algoritmo?**

- Búsqueda Lineal: Sencillo, de esos que son ejemplos básicos en clase.
- Búsqueda Binaria: Algo más compleja, sobretodo por el cálculo de los valores límites, pero la verdad es que no hay mucho más allá.
- Búsqueda BST: Igualmente, el peor caso en un árbol BALANCEADO es bastante sencillo de obtener.

■ **¿Qué recomendaciones darían a nuevos equipos para realizar esta práctica?**

- Hagan sus scripts jóvenes, pues aunque parezca más tedioso y crean que es más rápido anotar toda la información solicitada (que es mucha) a mano, es más eficiente por si se requiere cambiar algún algoritmo o los valores de entrada. Al menos que el script guarde los tiempos en algún archivo de texto con un formato que quieran.
- Prueben sus algoritmos con arreglos pequeños antes de buscar en los 10 millones para ver si realmente los programaron bien.
- Hagan sus programas generales, es decir, que reciban cualquier tamaño de subarreglo y el algoritmo a usar.
- Usen Linux, pues en Windows no están las bibliotecas para medir los tres tiempos.
- Cuando corran sus algoritmos, procuren cerrar todas las tareas en segundo plano para que los tiempos obtenidos sean lo más apegados a la realidad posible.

7. Errores Detectados

Por un lado, no hemos detectado errores al momento de correr los algoritmos que no hallamos sabido como resolver, bueno, si, solo uno.

El Tiempo.

A la hora de medir el tiempo de los algoritmos tenemos un grave problema, y es que a la hora de usar las funciones estándar proporcionadas por el profesor para medir el tiempo tenemos que sus medicaciones son incorrectas en el sentido de que sabemos que la ecuación para calcular el porcentaje de uso de la CPU esta dada por:

$$CPUWall = (UserTime + SysTime)/RealTime$$

Pero al momento de intentar medir este porcentaje con búsquedas ridículamente rápida tenemos que nos dan valores sobre el 100% lo que indica que las mediciones de tiempo son imprecisas si trabajamos con intervalos pequeños de tiempo

Por otro lado no “errores” en si, pero cosas que podrían ocasionar un error en los programas son:

- Que no se sigan las indicaciones de los parámetros de consola, es decir:
 - Darne mas casos de los que tengo en el archivo
 - Darne mas tamaño para el arreglo que números
 - Darne rutas incorrectas a la hora de abrir los ficheros
- Que no se ingresen los parámetros de consola
- Que no se tenga configurada la versión de python3.6 sino la 3.5 que es la estándar en este momento
- Que no existan los directorios donde estarán las salidas y las gráficas

8. Posibles Mejoras

Las posibles mejoras que podemos hacer a estos algoritmos son sencillas:

- Podemos crear una interfaz de entrada de comandos mucho mas sencilla, como una que no requiera pasar la cantidad de casos a buscar, sino un simple path al archivo, así como un path al archivo de datos del arreglo
- Podemos asegurarnos de los errores que podría traer la entrada de datos, por ejemplo al asegurarnos de que estamos leyendo enteros o que el path existe
- Podemos usar una documentación acorde al lenguaje, mas exactamente usar algo como el estándar para documentar en C++11/14
- Podríamos haber hecho la organización del script Make.py mucho mas documentada separar en funciones el código

9. Conclusiones

- **Alan:**
- **Laura:**
- **Óscar:**

Gracias a esta practica pudimos entender mucho más a fondo los algoritmos de búsqueda, primeramente al implementarlo, al pasar de sus respectivos diseños en pseudo-código (o PSeint) a implementaciones en c11, casi todos pudieron ser modelados completamente como una función solo dependiente de sus valores de entrada pero tuvimos además de eso que armar algunas estructuras auxiliares (como BST-árbol binario de búsqueda y un pequeño stack-pila), y al momento de intentar crear funciones paralelas tuvimos que hacer tanto otra función auxiliar y una maestra, así como la declaración de diversas estructuras para enviarlas a las estructuras como parámetros.

Además usamos una característica importante de las versiones modernas de C, como son las funciones inline que nos permiten la modularidad que nos dan las funciones sin tener que perder rendimiento entre los cambios de contexto, pues inline nos permite crear funciones que el compilador puede optimizar de gran manera.

Usamos Python como lenguaje de script para automatizar todo el proceso de corrimiento y de recolección de datos.

Además es importante puntualizar que todas las conclusiones posteriores están bajo los resultados obtenidos, y si bien en cierto que buscamos crear un ambiente de pruebas lo más estable y parejo es importante recordar que estamos tratando con un conjunto, grande si, pero también con una distribución casi normal, con lo cual estamos hablando de que los algoritmos están siendo expuestos y testeados bajo condiciones que no representan como se comportarían bajo una distribución completamente aleatoria, sobretodo hablando del comportamiento en BTS pues la creación de un árbol balanceado a partir de información aleatoria es otro problema completamente diferente, uno que por cierto usa un AVL-RebBlack Tree

Pero dejando en claro estas limitaciones por el tipo de entrada que recibían los algoritmos podemos ver conclusiones muy interesantes, sobre todo hay que tener en cuenta que los ejes que usamos no están acordes, por lo que a primera vista las gráficas pueden dar la apariencia de rectas, pero no nos engañemos.

Podemos también ver por las comparativas como es que casi dictado por su nombre la búsqueda lineal, sus tiempos, se aproximan de manera casi perfecta a un recta. La gran sorpresa con los modelos teóricos es la búsqueda paralela, igual hablando de una cantidad minúscula de tiempo tenemos que es mucho mas rápido simplemente buscar el arreglo que esperar a lanzar los hilos, terminando con tiempos casi iguales.

Creo que a nadie le sorprende como es que son los tiempos de la búsqueda binaria, y porque tiene su gran fama, este algoritmo tiene un comportamiento mas bien digno de un $\log_2(n)$ y eso es en el peor, caso, definitivamente es tu mejor opción para trabajar sobre datos ordenados y como cabía esperar su versión en hilos no mejoro nada.

Un trato casi igual se puede dar al BTS, pero hay que hacer una importante nota, y es que no estamos tomando el tiempo que toma la creación del árbol, eso si que podría hacer que

los tiempos cambiaran considerablemente, sobretodo como dije antes si no implementamos un árbol autobalanceable.

Finalmente creo que es importante escribir porque es que sus versiones con hilos no hicieron casi nada, para empezar aunque para un algoritmo de ordenamiento el tamaño de problema es enorme, para un algoritmo de búsqueda es ridículo, por lo que el tiempo de la creación de hilos puede ser una gran desventaja, también que para los casos de los 2 últimos algoritmos no ayudan en nada.

Pero en nada, por ejemplo en la búsqueda binaria, lanzar por ejemplo 4 búsquedas binarias no hace nada porque en el primer intento 3 de ellas saldrán porque el mismo algoritmo las insta a buscar mas allá de sus limites, por lo tanto mucho ayuda no nos proporcionan y solo sobrecargan al sistema.

Creo que la gran beneficiada teórica es la búsqueda lineal, pero claro, hablamos sobre la búsqueda de tamaños de problema mucho mas grandes para que se puede notar una diferencia.

Al final concluyo que me voy sin sorpresas con respecto a BinarySearch, pero me voy sorprendido por como es que fue el desempeño de los algoritmos en paralelo.

Hay mucho mas en el análisis de algoritmos que la notación $O()$, mucho más.