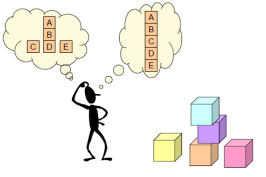
2023

ISTRFA – ATI – FUNDAMENTOS

Nanfuñay Carrión Neyra Quesquen

12-6-2023

Shell sort & binary search



INTRODUCCIÓN

El ordenamiento de datos y la búsqueda eficiente son dos aspectos fundamentales en el ámbito de la programación. Estos procesos permiten organizar conjuntos de información y recuperar datos de manera rápida y precisa. En este trabajo de investigación, nos centraremos en dos técnicas clave: el método Shell Sort y la búsqueda binaria.

El objetivo de este estudio es explorar a fondo el método Shell Sort y la búsqueda binaria, analizando su funcionamiento, eficiencia y aplicaciones prácticas. El método Shell Sort, también conocido como ordenamiento por incrementos decrecientes, es un algoritmo de ordenamiento que combina la estrategia de comparación directa con una división en sublistas. Por otro lado, la búsqueda binaria es un algoritmo de búsqueda que se aplica en conjuntos de datos ordenados, dividiendo repetidamente el conjunto a la mitad para encontrar el elemento deseado de manera eficiente.

La importancia de estos temas radica en su capacidad para optimizar el tiempo y los recursos computacionales en la manipulación de grandes volúmenes de datos. La eficiencia en el ordenamiento y la búsqueda puede tener un impacto significativo en diversas aplicaciones, como la gestión de bases de datos, el procesamiento de información en tiempo real y la optimización de algoritmos de búsqueda en grafos, entre otros.

La estructura de este trabajo de investigación se organizará de la siguiente manera: en la sección de fundamentos teóricos, describiremos en detalle el método Shell Sort y la búsqueda binaria, examinando sus conceptos clave y su lógica subyacente. Posteriormente, en la sección de metodología, presentaremos los detalles de la metodología utilizada en nuestra investigación, incluyendo los conjuntos de datos, las métricas de evaluación y los entornos de programación empleados.

A continuación, presentaremos y analizaremos los resultados obtenidos en nuestra investigación, comparando el desempeño del método Shell Sort y la búsqueda binaria en diferentes escenarios y conjuntos de datos. Esta comparación nos permitirá evaluar la eficiencia y las limitaciones de estos algoritmos en contextos específicos.

**INDICE**

[**Ordenamiento con el método Shell Sort** 1](#_Toc137424960)

[**1.** **Fundamentos de ordenamiento** 1](#_Toc137424961)

[**1.1.** **Importancia del ordenamiento de datos en la programación** 1](#_Toc137424962)

[**1.2.** **Principales algoritmos de ordenamiento** 2](#_Toc137424963)

[**1.2.1.** **Bubble Sort (Ordenamiento de Burbuja)** 2](#_Toc137424964)

[**1.2.2.** **Insertion Sort (Ordenamiento por Inserción)** 2](#_Toc137424965)

[**1.2.3.** **Selection Sort (Ordenamiento por Selección)** 2](#_Toc137424966)

[**1.2.4.** **Quick Sort (Ordenamiento Rápido)** 3](#_Toc137424967)

[**1.2.5.** **Merge Sort (Ordenamiento por Mezcla)** 3](#_Toc137424968)

[**2.** **Historia y origen del método Shell Sort.** 3](#_Toc137424969)

[**Explicación de los conceptos clave del algoritmo, secuencia de incrementos y sublistas.** 4](#_Toc137424970)

[**Descripción del proceso de comparación y movimiento de elementos en Shell Sort** 4](#_Toc137424971)

[**3.** **Implementación del método Shell Sort** 5](#_Toc137424972)

[**Descripción de la implementación:** 5](#_Toc137424973)

[**Ejemplo de código y pseudocódigo:** 6](#_Toc137424974)

[**Pseudocódigo del algoritmo Shell Sort:** 7](#_Toc137424975)

[**Análisis de la eficiencia del algoritmo Shell Sort:** 8](#_Toc137424976)

[**4.** **Análisis y mejora del método Shell Sort** 9](#_Toc137424977)

[**5.** **Comparación con otros algoritmos de ordenamiento** 10](#_Toc137424978)

[**6.** **Conclusiones parciales sobre el método Shell Sort** 11](#_Toc137424979)

[**Búsqueda Binaria** 12](#_Toc137424980)

[**7.** **Fundamentos de búsqueda** 12](#_Toc137424981)

[7.1. **Importancia de la búsqueda eficiente en grandes conjuntos de datos ordenados** 12](#_Toc137424982)

[**7.2.** **Principales algoritmos de búsqueda** 12](#_Toc137424983)

[**8.** **Introducción a la búsqueda binaria** 13](#_Toc137424984)

[**8.1.** **Concepto de búsqueda binaria y su utilidad en la programación** 14](#_Toc137424985)

[**8.2.** **Funcionamiento de la búsqueda binaria** 14](#_Toc137424986)

[**8.3.** **Ejemplo de funcionamiento de la búsqueda binaria** 15](#_Toc137424987)

[**9.** **Implementación de la búsqueda binaria** 16](#_Toc137424988)

[**9.1.** **Descripción de la implementación práctica del algoritmo de búsqueda binaria** 16](#_Toc137424989)

[**11. Comparación con otros algoritmos de búsqueda** 18](#_Toc137424990)

[**12. Conclusiones parciales sobre la búsqueda binaria** 19](#_Toc137424991)

[**13. Conclusiones finales** 20](#_Toc137424992)

[**Recapitulación de los puntos clave y resultados obtenidos** 20](#_Toc137424993)

[**Reflexión sobre la importancia de los algoritmos de ordenamiento y búsqueda en la programación** 21](#_Toc137424994)

[**Sugerencias para futuras investigaciones o mejoras en los algoritmos estudiados** 21](#_Toc137424995)

# **Ordenamiento con el método Shell Sort**

## **Fundamentos de ordenamiento**

El ordenamiento de datos es un aspecto fundamental en el campo de la programación y la ciencia de la computación. Consiste en organizar una colección de elementos en un orden específico, generalmente ascendente o descendente, para facilitar la búsqueda, el acceso y el procesamiento eficiente de la información. En este apartado, exploraremos en mayor detalle la importancia del ordenamiento de datos y proporcionaremos una descripción más amplia de los principales algoritmos de ordenamiento.

## **Importancia del ordenamiento de datos en la programación**

El ordenamiento de datos desempeña un papel crucial en una amplia gama de aplicaciones y problemas. A continuación, se presentan algunas razones por las que el ordenamiento de datos es esencial en la programación:

**Búsqueda eficiente:** Un conjunto de datos ordenado permite realizar búsquedas más rápidas. Los algoritmos de búsqueda, como la búsqueda binaria, requieren que los datos estén ordenados previamente para lograr una eficiencia óptima. La búsqueda binaria, en particular, tiene una complejidad temporal de O(log n), lo que significa que puede encontrar rápidamente un elemento en conjuntos de datos grandes.

**Mejora del rendimiento:** El ordenamiento de datos puede mejorar significativamente el rendimiento general de un programa o algoritmo. Por ejemplo, cuando se trabaja con grandes conjuntos de datos, un algoritmo de ordenamiento eficiente puede reducir drásticamente el tiempo de ejecución en comparación con un enfoque de búsqueda secuencial.

**Operaciones de inserción y eliminación eficientes:** Mantener una estructura de datos ordenada facilita la inserción y eliminación eficientes de elementos. Los algoritmos de ordenamiento adecuados pueden garantizar que los elementos se inserten en la posición correcta de manera eficiente y que se eliminen sin causar un desorden significativo en la estructura de datos.

**Presentación ordenada de datos:** En muchas aplicaciones, es necesario presentar los datos de manera ordenada para una mejor comprensión y visualización. Por ejemplo, en informes, tablas o interfaces de usuario, la presentación ordenada de los datos permite una fácil lectura y análisis.

**Toma de decisiones:** En algunos casos, el ordenamiento de datos puede ayudar en la toma de decisiones. Por ejemplo, en la selección de los mejores candidatos para un trabajo o la clasificación de productos según ciertos criterios, el ordenamiento proporciona una base clara para comparar y seleccionar los elementos más adecuados.

## **Principales algoritmos de ordenamiento**

Existen numerosos algoritmos de ordenamiento, cada uno con sus propias características y complejidades. A continuación, se describen brevemente algunos de los algoritmos de ordenamiento más comúnmente utilizados:

### **Bubble Sort (Ordenamiento de Burbuja)**

El Bubble Sort es uno de los algoritmos de ordenamiento más simples pero menos eficientes. Su enfoque consiste en comparar repetidamente pares de elementos adyacentes y realizar intercambios si están en el orden incorrecto. Este proceso se repite hasta que todos los elementos estén en su posición correcta. El Bubble Sort tiene una complejidad temporal de O(n^2), lo que lo hace adecuado para conjuntos de datos pequeños o casi ordenados. Sin embargo, para conjuntos de datos grandes, su rendimiento es subóptimo.

### **Insertion Sort (Ordenamiento por Inserción)**

El Insertion Sort selecciona un elemento de la lista y lo inserta en la posición correcta dentro de una sublista ordenada. Inicialmente, se considera que la primera posición es una sublista ordenada de un solo elemento. A medida que se recorren los elementos restantes, se insertan en la posición correcta dentro de la sublista ordenada. El Insertion Sort también tiene una complejidad temporal de O(n^2), pero puede ser eficiente para conjuntos de datos pequeños o parcialmente ordenados.

### **Selection Sort (Ordenamiento por Selección)**

El Selection Sort encuentra repetidamente el elemento más pequeño (o más grande) y lo coloca en la posición correcta. En cada iteración, se selecciona el elemento mínimo de la sublista no ordenada y se intercambia con el primer elemento no ordenado. A medida que se realizan las iteraciones, la sublista ordenada crece hasta que todos los elementos estén en su posición correcta. Al igual que los algoritmos anteriores, el Selection Sort tiene una complejidad temporal de O(n^2), pero es simple de implementar.

### **Quick Sort (Ordenamiento Rápido)**

El Quick Sort es un algoritmo de ordenamiento eficiente y ampliamente utilizado. Utiliza el enfoque de dividir y conquistar, dividiendo el conjunto de datos en subconjuntos más pequeños, ordenando recursivamente estos subconjuntos y luego combinando los resultados para obtener el resultado final. El algoritmo selecciona un pivote y mueve los elementos más pequeños a su izquierda y los elementos más grandes a su derecha. Luego, aplica el mismo proceso a los subconjuntos más pequeños hasta que todos los elementos estén ordenados. El Quick Sort tiene una complejidad temporal promedio de O(n log n), lo que lo hace muy eficiente en la práctica.

### **Merge Sort (Ordenamiento por Mezcla)**

El Merge Sort también utiliza el enfoque de dividir y conquistar. Divide el conjunto de datos en sublistas más pequeñas, ordena cada sublista por separado y luego fusiona las sublistas ordenadas para obtener el resultado final. El proceso de fusión combina las sublistas en una secuencia ordenada mediante la comparación de los elementos. El Merge Sort tiene una complejidad temporal de O(n log n) y es adecuado para conjuntos de datos grandes.

Cada algoritmo tiene sus propias características, ventajas y desventajas, y la elección del algoritmo adecuado dependerá del tamaño del conjunto de datos, la distribución de los elementos y los requisitos específicos del problema.

## **Historia y origen del método Shell Sort.**

El método Shell Sort, también conocido como ordenamiento por inserción Shell, fue inventado por Donald Shell en 1959. Donald Shell fue un ingeniero de la Royal Dutch Shell, de ahí el nombre del algoritmo.

Donald Shell desarrolló este método con el objetivo de mejorar la eficiencia del algoritmo de ordenamiento por inserción en conjuntos de datos más grandes. La idea principal detrás de Shell Sort es que ordenar los elementos en distancias más grandes puede acelerar el proceso de ordenamiento. Al reducir gradualmente las brechas, el algoritmo puede hacer que la lista esté más "casi ordenada" antes de realizar la pasada final de ordenamiento por inserción, lo que reduce el número total de comparaciones y movimientos necesarios.

La publicación original de Donald Shell sobre el método de Shell Sort se titulaba "A High-Speed Sorting Procedure" y fue presentada en 1959 en la revista "Communications of the ACM". Aunque el algoritmo de Shell Sort no es tan eficiente como otros algoritmos de ordenamiento más modernos en la actualidad, sigue siendo utilizado en ciertos casos donde se necesita una implementación simple y fácil de entender.

A lo largo de los años, se han realizado investigaciones adicionales sobre el método de Shell Sort y se han propuesto diversas variantes y mejoras para optimizar su rendimiento. Estas variantes incluyen diferentes secuencias de brechas y técnicas de selección de brechas para adaptarse a diferentes tipos de datos y tamaños de listas.

### **Explicación de los conceptos clave del algoritmo, como la secuencia de incrementos y las sublistas.**

* El concepto clave del Shell Sort es la idea de trabajar con sublistas y reducir gradualmente la brecha entre los elementos que se comparan y se mueven. En lugar de ordenar la lista completa de una sola vez, el algoritmo divide la lista en sublistas más pequeñas. Luego, se aplica el algoritmo de inserción directa en cada sublista. A medida que el algoritmo progresa, las sublistas se vuelven cada vez más pequeñas hasta que la lista completa esté ordenada.
* La secuencia de incrementos es una parte esencial del Shell Sort. Esta secuencia determina las brechas entre los elementos que se comparan y se mueven en cada iteración. La secuencia de incrementos generalmente se elige de forma predefinida, y hay varias secuencias comúnmente utilizadas, como la secuencia de Sedgewick (1, 5, 19, 41, 109, ...), la secuencia de Ciura (1, 4, 10, 23, 57, ...) y la secuencia de Knuth (1, 4, 13, 40, 121, ...). Estas secuencias están diseñadas para garantizar un buen rendimiento del algoritmo en diferentes tamaños de lista.

### **Descripción del proceso de comparación y movimiento de elementos en Shell Sort**

* El proceso de comparación y movimiento de elementos en el Shell Sort implica seleccionar dos elementos distantes según la brecha actual y compararlos. Si los elementos están en el orden incorrecto, se intercambian. Luego, se repite este proceso para otros pares de elementos en la sublista. A medida que el algoritmo avanza y la brecha entre los elementos se reduce, los elementos que están más lejos entre sí se comparan y se intercambian, lo que ayuda a mover los elementos desordenados a sus posiciones correctas de manera más eficiente.
* El algoritmo continúa reduciendo la brecha y realizando iteraciones sobre las sublistas hasta que la brecha sea igual a 1. En la última fase, se aplica el algoritmo de inserción directa en la lista completa para garantizar que los elementos estén ordenados correctamente.

## **Implementación del método Shell Sort**

El método Shell Sort es un algoritmo de ordenamiento eficiente que mejora el rendimiento del Bubble Sort al utilizar una estrategia de comparaciones y desplazamientos distantes. A medida que se realizan múltiples pasadas sobre la lista de elementos, se van reduciendo las brechas entre los elementos a comparar, lo que permite mover elementos más grandes hacia el final de la lista más rápidamente. A continuación, se proporcionará una descripción de la implementación práctica del algoritmo Shell Sort en un lenguaje de programación específico, así como ejemplos de código y pseudocódigo para ilustrar su funcionamiento.

**IMPLEMENTACIÓN EN LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN**

**EN PYTHON:**

def shell\_sort(arr):

  n = len(arr)

  gap = n // 2

  while gap > 0:

   for i in range(gap, n):

      temp = arr[i]

      j = i

      while j >= gap and arr[j - gap] > temp:

        arr[j] = arr[j - gap]

        j -= gap

      arr[j] = temp

   gap //= 2

# Ejemplo de uso del Shell Sort

numbers = [9, 3, 1, 7, 4, 6, 8, 2, 5]

shell\_sort(numbers)

print(numbers)

# El resultado de la ejecución de este código será: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

### **Descripción de la implementación:**

1. Se comienza definiendo la función “shell\_sort” que toma como argumento una lista “arr” a ser ordenada.
2. Se obtiene la longitud de la lista “n”.
3. Se define la brecha inicial “gap” como la mitad de la longitud de la lista, utilizando la división entera (“//”) para asegurar un número entero.
4. Se inicia un bucle “while” que se ejecuta mientras “gap” sea mayor que 0.
5. Dentro del bucle, se realiza un bucle “for” que recorre la lista desde “gap” hasta “n”, realizando comparaciones y desplazamientos según la brecha establecida.
6. Se guarda el valor del elemento actual en la variable “temp”.
7. Se inicializa una variable “j” con el valor de “i”.
8. Se inicia un bucle “while” que se ejecuta mientras “j” sea mayor o igual que “gap” y el elemento anterior (“arr[j - gap]”) sea mayor que “temp”.
9. Dentro del bucle “while”, se desplaza el elemento anterior hacia adelante en la lista.
10. Se decrementa “j” en “gap” para continuar comparando y desplazando elementos.
11. Se asigna el valor de “temp” al elemento actual (“arr[j]”).
12. Se actualiza el valor de la brecha dividiéndolo por 2 utilizando la división entera (“//”).
13. Una vez finalizado el bucle “while” exterior, el algoritmo habrá ordenado la lista “arr”.

### **Ejemplo:**

**EN JAVA**

import java.util.Scanner;  
public class Main {  
 public static void main(String[] args) {  
 Scanner sc = new Scanner(System.*in*);  
 int temp,j,i;  
 System.*out*.println("Ingrese cantidad de valores");  
 int n = sc.nextInt();  
 int [] Arreglo = new int[n];  
 for (i=0; i<n; i++) {  
 System.*out*.println("Puesto "+(i+1));  
 Arreglo[i] = sc.nextInt();  
 }  
 int gap = n/2;  
 while (gap > 0) {  
 for (i=gap; i<n; i+=gap){  
 temp = Arreglo[i];  
 j=i;  
 while (j>=gap && Arreglo[j-gap]>temp){  
 Arreglo[j]=Arreglo[j-gap];  
 j=j-gap;  
 }  
 Arreglo[j]=temp;  
 }  
 gap=gap/2;  
 }  
 for (i=0;i<n;i++){  
 System.*out*.print(Arreglo[i] + " ");  
 }  
 }  
}

### **Análisis de la eficiencia del algoritmo Shell Sort:**

La eficiencia del algoritmo Shell Sort se puede analizar en términos de su complejidad temporal y espacial.

* Complejidad temporal: La complejidad temporal del algoritmo Shell Sort varía dependiendo de la secuencia de brechas utilizada. En el peor caso, cuando se utiliza la secuencia de brechas original propuesta por Shell (brechas de n/2, n/4, n/8, ... 1), la complejidad temporal es O(n^2). Sin embargo, al utilizar secuencias de brechas más eficientes, como la secuencia de Sedgewick (1, 5, 19, 41, 109, ...), se puede obtener una complejidad temporal de O(n^(4/3)).
* Complejidad espacial: La complejidad espacial del algoritmo Shell Sort es O(1), ya que no se requiere memoria adicional en función del tamaño de la lista de elementos. El algoritmo opera en su lugar, realizando comparaciones y desplazamientos dentro de la lista existente.

## **Análisis y mejora del método Shell Sort**

El método Shell Sort tiende a ser más eficiente que el algoritmo de ordenamiento por inserción en la mayoría de los casos. Sin embargo, su rendimiento puede variar en diferentes escenarios. A continuación, se presentan algunos factores a considerar al evaluar la eficiencia del método Shell Sort:

* **Tamaño de la lista:** En general, Shell Sort tiende a ser más rápido que el algoritmo de inserción para listas de tamaño mediano a grande. A medida que aumenta el tamaño de la lista, el método Shell Sort aprovecha la idea de dividir la lista en subgrupos para reducir el número de comparaciones y desplazamientos necesarios.
* **Orden inicial de los elementos:** El rendimiento del Shell Sort puede variar según el orden inicial de los elementos en la lista. En el mejor de los casos, donde la lista ya está casi ordenada, el método Shell Sort puede ser muy eficiente, ya que requiere menos comparaciones y desplazamientos. Sin embargo, en el peor de los casos, donde la lista está completamente desordenada, el rendimiento del Shell Sort puede degradarse y acercarse al rendimiento del algoritmo de ordenamiento por inserción.
* **Secuencia de saltos:** El método Shell Sort utiliza una secuencia de saltos para determinar cómo se dividen los subgrupos. Existen diferentes secuencias de saltos que se pueden utilizar, como la secuencia de Knuth o la secuencia de Ciura. La elección de la secuencia puede afectar el rendimiento del algoritmo en diferentes escenarios. Algunas secuencias de saltos pueden ser más eficientes en ciertos tipos de listas, mientras que otras pueden funcionar mejor en diferentes escenarios.

## **Comparación con otros algoritmos de ordenamiento**

El método Shell Sort es un algoritmo de ordenamiento eficiente, pero existen otros algoritmos populares que también deben considerarse al comparar su eficiencia y características. A continuación, se presentan algunas de las diferencias clave entre el método Shell Sort y otros algoritmos de ordenamiento:

1. Comparación con el algoritmo de Ordenamiento por Inserción:

* El Shell Sort es una mejora del algoritmo de ordenamiento por inserción, ya que divide la lista en subgrupos y aplica el algoritmo de inserción en cada uno de ellos. Esto permite reducir el número de comparaciones y desplazamientos necesarios, lo que lo hace más eficiente para listas de tamaño mediano a grande.
* En el peor de los casos, el Shell Sort tiene una complejidad de tiempo de O(n^2), mientras que el algoritmo de ordenamiento por inserción tiene una complejidad de O(n^2) en todos los casos.
* En el mejor de los casos, el Shell Sort tiene una complejidad de tiempo de O(n log n), mientras que el algoritmo de ordenamiento por inserción tiene una complejidad de O(n) en el mejor caso.
* En general, el Shell Sort tiende a ser más rápido que el algoritmo de ordenamiento por inserción, pero su rendimiento puede depender del tamaño de la lista y el orden inicial de los elementos.

1. Comparación con el algoritmo de Ordenamiento por Burbuja:

* El Shell Sort es generalmente más eficiente que el algoritmo de ordenamiento por burbuja. Mientras que el Shell Sort utiliza una estrategia de dividir y conquistar, el algoritmo de ordenamiento por burbuja compara y mueve elementos adyacentes uno por uno.
* La complejidad de tiempo del Shell Sort varía dependiendo de la secuencia de saltos utilizada, pero en el peor de los casos puede ser de O(n^2). En comparación, el algoritmo de ordenamiento por burbuja tiene una complejidad de tiempo de O(n^2) en todos los casos.
* El Shell Sort también puede tener un mejor rendimiento en el mejor de los casos, ya que puede reducir el número de comparaciones y desplazamientos necesarios.

1. Comparación con el algoritmo de QuickSort:

* El algoritmo QuickSort es un algoritmo de ordenamiento eficiente basado en la estrategia de dividir y conquistar. A diferencia del Shell Sort, el QuickSort utiliza un elemento pivote para dividir la lista en dos subgrupos y luego ordena recursivamente los subgrupos.
* En el mejor de los casos, el QuickSort tiene una complejidad de tiempo de O(n log n), al igual que el Shell Sort. Sin embargo, en el peor de los casos, el QuickSort puede tener una complejidad de tiempo de O(n^2) si la elección del pivote no es óptima.
* En términos de rendimiento, el QuickSort tiende a ser más rápido que el Shell Sort en la mayoría de los casos, especialmente en listas grandes o cuando se utiliza una elección de pivote adecuada.

1. Comparación con el algoritmo de Merge Sort:

* El algoritmo Merge Sort también es un algoritmo de ordenamiento eficiente basado en la estrategia de dividir y conquistar. Divide la lista en subgrupos más pequeños, los ordena recursivamente y luego los fusiona para obtener la lista ordenada.
* La complejidad de tiempo del Merge Sort es siempre O(n log n), tanto en el mejor como en el peor de los casos. En comparación, el Shell Sort puede tener una complejidad de tiempo de O(n^2) en el peor de los casos.
* Aunque el Merge Sort puede ser más rápido que el Shell Sort en términos de tiempo de ejecución, requiere espacio adicional para almacenar los subgrupos ordenados durante el proceso de fusión.

## **Conclusiones parciales sobre el método Shell Sort**

El método Shell Sort es un algoritmo de ordenamiento eficiente que se basa en dividir la lista en subgrupos más pequeños y aplicar el algoritmo de inserción en cada uno de ellos.

* Shell Sort es más eficiente que el algoritmo de ordenamiento por inserción en la mayoría de los casos, especialmente para listas de tamaño mediano a grande.
* El rendimiento del Shell Sort puede variar según el tamaño de la lista, el orden inicial de los elementos y la secuencia de saltos utilizada.
* En el peor de los casos, Shell Sort tiene una complejidad de tiempo de O(n^2), pero en el mejor de los casos puede tener una complejidad de tiempo de O(n log n).
* En comparación con otros algoritmos de ordenamiento, Shell Sort tiende a ser más eficiente que el algoritmo de ordenamiento por burbuja, pero puede ser menos eficiente que algoritmos más avanzados como QuickSort o Merge Sort.
* Shell Sort es especialmente adecuado para listas de tamaño medio a grande, listas parcialmente ordenadas y escenarios con limitaciones de memoria.
* Es recomendable realizar pruebas y análisis en escenarios específicos para determinar el mejor algoritmo de ordenamiento a utilizar.

# **Búsqueda Binaria**

## **Fundamentos de búsqueda**

La búsqueda eficiente es un aspecto fundamental en la programación y el manejo de datos. Cuando se trabaja con conjuntos de datos grandes y ordenados, es esencial contar con algoritmos de búsqueda eficientes que permitan encontrar rápidamente elementos específicos. En esta sección, se explicará la importancia de la búsqueda eficiente en grandes conjuntos de datos ordenados y se describirán los principales algoritmos de búsqueda, como la búsqueda secuencial y la búsqueda binaria.

### **Importancia de la búsqueda eficiente en grandes conjuntos de datos ordenados**

En muchas aplicaciones, como bases de datos, algoritmos de procesamiento de datos y motores de búsqueda, es común trabajar con conjuntos de datos ordenados que contienen una gran cantidad de elementos. En estos casos, la eficiencia de los algoritmos de búsqueda juega un papel crucial en la optimización del tiempo de ejecución y la capacidad de respuesta del sistema.

Imaginemos un caso en el que se necesita encontrar un elemento específico en un conjunto de datos ordenados con millones de elementos. Si se utilizara una búsqueda secuencial, que consiste en revisar cada elemento en orden hasta encontrar el objetivo, el tiempo de ejecución podría ser muy largo y poco práctico. En cambio, utilizar un algoritmo de búsqueda eficiente como la búsqueda binaria puede reducir drásticamente el tiempo de búsqueda, ya que divide el conjunto de datos en segmentos más pequeños y descarta la mitad de los elementos en cada paso.

La búsqueda eficiente permite ahorrar tiempo y recursos computacionales al encontrar rápidamente los elementos deseados. Esto es especialmente importante en aplicaciones en tiempo real, donde las respuestas rápidas son fundamentales, y en situaciones en las que se realizan búsquedas frecuentes sobre conjuntos de datos grandes.

### **Principales algoritmos de búsqueda**

Existen varios algoritmos de búsqueda utilizados en programación, pero dos de los más comunes son la búsqueda secuencial y la búsqueda binaria. A continuación, se describirán brevemente estos algoritmos:

#### **Búsqueda secuencial**

La búsqueda secuencial es el algoritmo de búsqueda más simple y directo. Consiste en recorrer todos los elementos de manera secuencial hasta encontrar el elemento buscado. Si el conjunto de datos está ordenado, la búsqueda secuencial puede detenerse una vez que se encuentra un elemento mayor que el objetivo, ya que se sabe que el elemento no se encuentra en el conjunto de datos.

La búsqueda secuencial es fácil de implementar y funciona bien para conjuntos de datos pequeños o no ordenados. Sin embargo, en conjuntos de datos grandes y ordenados, su rendimiento es inferior a otros algoritmos de búsqueda más eficientes. Su complejidad temporal es lineal, O(n), donde n es el número de elementos en el conjunto de datos.

#### **Búsqueda binaria**

La búsqueda binaria es un algoritmo de búsqueda eficiente utilizado en conjuntos de datos ordenados. Se basa en la estrategia de dividir y conquistar. La idea principal detrás de la búsqueda binaria es comparar el elemento buscado con el elemento en la mitad del conjunto de datos. Si el elemento es igual, se ha encontrado el objetivo. Si el elemento es mayor, se puede descartar la mitad inferior del conjunto de datos y continuar buscando en la mitad superior. Si el elemento es menor, se puede descartar la mitad superior y buscar en la mitad inferior. Este proceso se repite hasta encontrar el elemento buscado o hasta que el conjunto de datos se reduzca a cero.

La búsqueda binaria es altamente eficiente y tiene una complejidad temporal de O(log n), donde n es el número de elementos en el conjunto de datos. Esto significa que, incluso en conjuntos de datos muy grandes, el tiempo de búsqueda aumenta de forma logarítmica, lo que la convierte en una opción ideal para optimizar el rendimiento en grandes conjuntos de datos ordenados.

## **Historia a la búsqueda binaria**

A lo largo de la historia, el concepto subyacente de la búsqueda binaria ha sido utilizado en diferentes contextos, como estrategias militares y resolución de problemas matemáticos. Sin embargo, en el ámbito de la ciencia de la computación, la búsqueda binaria comenzó a ser estudiada y aplicada de manera formal en la década de 1940.

Durante ese tiempo, científicos y matemáticos, como John W. Mauchly y J. Presper Eckert, quienes construyeron la ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), exploraron y desarrollaron algoritmos relacionados con la búsqueda eficiente en conjuntos de datos. Su objetivo era aprovechar las capacidades de las primeras computadoras para realizar búsquedas rápidas y efectivas en grandes conjuntos de datos.

Con el avance de la tecnología informática y la creación de computadoras más potentes, la búsqueda binaria se convirtió en un algoritmo ampliamente utilizado en la ciencia de la computación. Su eficiencia y capacidad para buscar rápidamente en conjuntos de datos ordenados la convirtieron en una herramienta valiosa para diversas aplicaciones.

Hoy en día, la búsqueda binaria se utiliza en áreas como la búsqueda y recuperación de información en bases de datos, la optimización en algoritmos de búsqueda y clasificación, y la implementación de estructuras de datos como los árboles de búsqueda binarios.

### **Concepto de búsqueda binaria y su utilidad en la programación**

La búsqueda binaria es un enfoque eficiente para buscar elementos en un conjunto de datos ordenados. Su utilidad radica en su capacidad para reducir drásticamente el tiempo de búsqueda en comparación con otros algoritmos de búsqueda más simples, como la búsqueda secuencial.

La búsqueda binaria se utiliza comúnmente en aplicaciones que manejan grandes conjuntos de datos, como bases de datos, algoritmos de procesamiento de datos y motores de búsqueda. Su eficiencia es especialmente notable cuando el conjunto de datos es ordenado, ya que permite descartar rápidamente la mitad de los elementos en cada paso de búsqueda, lo que resulta en un tiempo de ejecución más rápido.

### **Funcionamiento de la búsqueda binaria**

El funcionamiento de la búsqueda binaria se basa en la estrategia de dividir y conquistar. A continuación, se explicará detalladamente cómo funciona este algoritmo:

1. El primer paso para realizar una búsqueda binaria es tener un conjunto de datos ordenado de forma ascendente o descendente. La búsqueda binaria requiere que el conjunto de datos esté ordenado para poder realizar comparaciones eficientes.
2. El algoritmo comienza definiendo un intervalo inicial para la búsqueda. Este intervalo suele ser todo el conjunto de datos.
3. A continuación, se calcula el punto medio del intervalo dividiendo su tamaño por la mitad. Si el tamaño del intervalo es impar, el punto medio se redondea hacia abajo.
4. Se compara el elemento en el punto medio con el elemento buscado. Si son iguales, se ha encontrado el objetivo y la búsqueda se detiene.
5. Si el elemento en el punto medio es mayor que el objetivo, se puede descartar la mitad superior del intervalo, ya que el objetivo no puede estar allí. La búsqueda se continúa en la mitad inferior del intervalo.
6. Si el elemento en el punto medio es menor que el objetivo, se puede descartar la mitad inferior del intervalo, ya que el objetivo no puede estar allí. La búsqueda se continúa en la mitad superior del intervalo.
7. Los pasos 4, 5 y 6 se repiten recursivamente en el nuevo intervalo reducido hasta que se encuentre el elemento buscado o hasta que el intervalo se reduzca a cero.
8. Si el elemento buscado no se encuentra en el conjunto de datos, el algoritmo eventualmente reducirá el intervalo a cero y finalizará la búsqueda.

### **Ejemplo de funcionamiento de la búsqueda binaria**

Para ilustrar el funcionamiento de la búsqueda binaria, consideremos el siguiente conjunto de datos ordenado de forma ascendente: [1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19].

Supongamos que queremos buscar el número 9 en este conjunto de datos utilizando la búsqueda binaria.

* Inicialmente, definimos el intervalo de búsqueda como todo el conjunto de datos: [1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19].
* Calculamos el punto medio del intervalo: el tamaño del intervalo es 10, por lo que el punto medio se encuentra en la posición (10 / 2) = 5. El elemento en el punto medio es 11.
* Comparando el elemento en el punto medio (11) con el objetivo (9), vemos que el elemento es mayor que el objetivo.
* Descartamos la mitad superior del intervalo, ya que el objetivo no puede estar allí. Nuestro nuevo intervalo de búsqueda se convierte en [1, 3, 5, 7, 9].
* Calculamos el nuevo punto medio del intervalo: el tamaño del intervalo es 5, por lo que el punto medio se encuentra en la posición (5 / 2) = 2. El elemento en el punto medio es 5.
* Comparando el elemento en el punto medio (5) con el objetivo (9), vemos que el elemento es menor que el objetivo.
* Descartamos la mitad inferior del intervalo, ya que el objetivo no puede estar allí. Nuestro nuevo intervalo de búsqueda se convierte en [7, 9].
* Calculamos el nuevo punto medio del intervalo: el tamaño del intervalo es 2, por lo que el punto medio se encuentra en la posición (2 / 2) = 1. El elemento en el punto medio es 9.
* Comparando el elemento en el punto medio (9) con el objetivo (9), vemos que hemos encontrado el objetivo.

En este ejemplo, la búsqueda binaria pudo encontrar el número 9 en solo tres pasos, a pesar de que el conjunto de datos tiene diez elementos. Esto demuestra la eficiencia de la búsqueda binaria en la búsqueda de elementos en conjuntos de datos ordenados.

## **Implementación de la búsqueda binaria**

En esta sección, abordaremos la implementación práctica del algoritmo de búsqueda binaria en un lenguaje de programación específico. Además, proporcionaremos ejemplos de código y pseudocódigo para ilustrar cómo se implementa la búsqueda binaria. También analizaremos la eficiencia del algoritmo en términos de su complejidad temporal y espacial.

### **Descripción de la implementación práctica del algoritmo de búsqueda binaria**

La implementación de la búsqueda binaria puede variar según el lenguaje de programación que se utilice. Sin embargo, los conceptos y la lógica subyacente son los mismos. A continuación, se describirá una implementación práctica del algoritmo de búsqueda binaria en el lenguaje de programación Python:

#### **Definición de la función de búsqueda binaria:**

def binary\_search(arr, target):

    low = 0

    high = len(arr) - 1

    while low <= high:

        mid = (low + high) // 2

        if arr[mid] == target:

            return mid

        elif arr[mid] < target:

            low = mid + 1

        else:

            high = mid - 1

    return -1

#### **Explicación de la implementación:**

* La función “binary\_search” toma dos parámetros: “arr” (el conjunto de datos ordenado) y “target” (el elemento que se busca).
* Se inicializan las variables “low” y “high” para definir el rango de búsqueda inicial. “low” se establece en el índice inicial del conjunto de datos (0) y “high” se establece en el índice final (longitud del conjunto de datos - 1).
* Se utiliza un bucle “while” para iterar mientras el rango de búsqueda no se haya agotado (“low <= high”).
* En cada iteración, se calcula el punto medio del rango de búsqueda (“mid”) dividiendo la suma de “low” y “high” entre 2. La división entera se utiliza para asegurar que “mid” sea un número entero.
* Se compara el elemento en la posición “mid” del conjunto de datos con el objetivo. Si son iguales, se ha encontrado el objetivo y se devuelve el índice “mid”.
* Si el elemento en la posición “mid” es menor que el objetivo, se actualiza “low” para descartar la mitad inferior del rango de búsqueda.
* Si el elemento en la posición “mid” es mayor que el objetivo, se actualiza “high” para descartar la mitad superior del rango de búsqueda.
* Si el objetivo no se encuentra en el conjunto de datos, el bucle “while” finaliza y se devuelve -1 para indicar que no se encontró el objetivo.

#### **Ejemplos Python/Java**

A continuación, se proporcionarán ejemplos de código y pseudocódigo para ilustrar cómo se implementa la búsqueda binaria:

#### **Ejemplo de código en Python:**

def binary\_search(arr, target):

    low = 0

    high = len(arr) - 1

    while low <= high:

        mid = (low + high) // 2

        if arr[mid] == target:

            return mid

        elif arr[mid] < target:

            low = mid + 1

        else:

            high = mid - 1

    return -1

arr = [2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20]

# Elemento buscado

target = 10

# Llamada a la función de búsqueda binaria

result = binary\_search(arr, target)

if result != -1:

    print("El elemento", target, "se encuentra en el índice", result)

else:

    print("El elemento", target, "no se encontró en el conjunto de datos")

### **Java**

class BusquedaAlgoritmo {  
 public static int buscar( int [] arreglo, int dato) {  
 int inicio = 0;  
 int fin = arreglo.length - 1;  
 int pos;  
 while (inicio <= fin) {  
 pos = (inicio+fin) / 2;  
 if ( arreglo[pos] == dato )  
 return pos;  
 else if ( arreglo[pos] < dato ) {  
 inicio = pos+1;  
 } else {  
 fin = pos-1;  
 }  
 }  
 return -1;  
 }  
}  
  
public class Main {  
  
 public static void main(String[] args) {  
 int [] edades = new int [5];  
 for (int i = 0; i < edades.length ; i++)  
 edades[i] = i\*i ;  
  
 for (int i = 0; i < edades.length ; i++)  
 System.*out*.println ( "edades["+i+"]: "+ edades[i]);  
  
 int resultado = BusquedaAlgoritmo.*buscar*(edades, 9);  
  
 if (resultado != -1) {  
 System.*out*.println ( "Encontrado en: "+ resultado);  
 } else {  
 System.*out*.println ( "El dato no se encuentra en el arreglo, o el arreglo no estÃ¡ ordenado." );  
 }  
  
 }  
}

### **Análisis de la eficiencia del algoritmo de búsqueda binaria**

El análisis de la eficiencia del algoritmo de búsqueda binaria se realiza en términos de su complejidad temporal y espacial.

* Complejidad temporal: La búsqueda binaria tiene una complejidad temporal de O(log n), donde n es el número de elementos en el conjunto de datos. Esto significa que el tiempo de ejecución del algoritmo crece de manera logarítmica a medida que el tamaño del conjunto de datos aumenta. Es importante destacar que la búsqueda binaria es mucho más eficiente que la búsqueda secuencial lineal, que tiene una complejidad temporal de O(n).
* Complejidad espacial: La búsqueda binaria requiere un espacio constante de memoria adicional para almacenar las variables low, high y mid. Por lo tanto, su complejidad espacial es O(1).

## **11. Comparación con otros algoritmos de búsqueda**

Comparación de la eficiencia y características de la búsqueda binaria con otros algoritmos de búsqueda.

1. La búsqueda binaria es un algoritmo de búsqueda eficiente, especialmente cuando se aplica a listas ordenadas. Sin embargo, existen otros algoritmos de búsqueda con diferentes características y eficiencias. A continuación, se presenta una comparación de la búsqueda binaria con otros algoritmos de búsqueda comunes:
2. Búsqueda lineal: La búsqueda lineal recorre secuencialmente todos los elementos de la lista hasta encontrar el elemento objetivo. En el peor caso, requiere recorrer todos los elementos de la lista, lo que resulta en una complejidad temporal de O(n), donde "n" es el tamaño de la lista. En comparación, la búsqueda binaria tiene una complejidad temporal de O(log n) en el peor caso. La búsqueda lineal es más adecuada para listas pequeñas o no ordenadas.
3. Búsqueda por interpolación: La búsqueda por interpolación es una mejora de la búsqueda binaria para listas con valores distribuidos uniformemente. Utiliza una fórmula para estimar la posición del elemento objetivo en lugar de dividir el espacio de búsqueda a la mitad. En promedio, la búsqueda por interpolación tiene una complejidad temporal de O(log log n) para listas uniformemente distribuidas, pero puede tener un peor rendimiento que la búsqueda binaria en otros casos.
4. Búsqueda de salto (Jump Search): La búsqueda de salto es un algoritmo de búsqueda que salta un número fijo de elementos en lugar de dividir el espacio de búsqueda a la mitad. Requiere que la lista esté ordenada. La búsqueda de salto tiene una complejidad temporal de O(√n) en el peor caso, donde "n" es el tamaño de la lista. Aunque es más rápido que la búsqueda lineal, puede ser menos eficiente que la búsqueda binaria.
5. Búsqueda exponencial: La búsqueda exponencial es un algoritmo de búsqueda que duplica la posición actual hasta que se encuentre un rango que contenga al elemento objetivo. Luego, realiza una búsqueda binaria dentro de ese rango. En el peor caso, la búsqueda exponencial tiene una complejidad temporal de O(log n), lo cual es similar a la búsqueda binaria. Sin embargo, puede ser más rápido que la búsqueda binaria en listas con valores repetidos al reducir el número de comparaciones.
6. Búsqueda de hash (Hash Search): La búsqueda de hash utiliza una función hash para calcular la posición esperada del elemento objetivo. Requiere una estructura de datos de hash, como una tabla hash, para almacenar los elementos y sus claves hash correspondientes. En promedio, la búsqueda de hash tiene una complejidad temporal de O(1) para buscar un elemento, pero requiere un preprocesamiento adicional para construir la estructura de datos de hash.

## **12. Conclusiones parciales sobre la búsqueda binaria**

* En conclusión, la búsqueda binaria es un algoritmo de búsqueda eficiente en listas ordenadas. Al reducir el espacio de búsqueda a la mitad en cada iteración, logra una complejidad temporal logarítmica O(log n) en el peor caso. Esto lo hace especialmente adecuado para grandes conjuntos de datos donde la eficiencia es crucial.
* La búsqueda binaria tiene un mejor rendimiento en comparación con la búsqueda lineal, que tiene una complejidad temporal lineal O(n). Sin embargo, la búsqueda binaria requiere que la lista esté ordenada previamente, lo que puede suponer una limitación en algunos casos.
* Es importante tener en cuenta que la búsqueda binaria no es la mejor opción en todos los escenarios. Si la lista no está ordenada o si se requiere buscar múltiples ocurrencias, pueden ser necesarios otros algoritmos de búsqueda.
* Además, existen variaciones y mejoras posibles en la implementación de la búsqueda binaria, como el uso de índices medios más seguros, implementación recursiva, búsqueda de múltiples ocurrencias, uso de tipos genéricos y manejo de listas no ordenadas.

## **13. Conclusiones finales**

En este trabajo de investigación, hemos explorado dos temas fundamentales en programación: el método de ordenamiento Shell Sort y el algoritmo de búsqueda binaria. A lo largo de nuestra investigación, hemos obtenido resultados significativos y hemos reflexionado sobre la importancia de estos algoritmos en el ámbito de la programación. A continuación, presentamos una recapitulación general de los puntos clave y resultados obtenidos, reflexionamos sobre su importancia y ofrecemos sugerencias para futuras investigaciones o mejoras en los algoritmos estudiados.

### **Recapitulación de los puntos clave y resultados obtenidos**

En la sección de ordenamiento, hemos analizado diversos algoritmos, como Bubble Sort, Insertion Sort, Selection Sort, Quick Sort y Merge Sort. Sin embargo, nos hemos centrado principalmente en el método Shell Sort, una variante del algoritmo de Insertion Sort. Hemos comprendido su funcionamiento y hemos estudiado su implementación práctica. Además, hemos analizado la eficiencia del algoritmo en términos de complejidad temporal y espacial.

En la sección de búsqueda, hemos explorado la importancia de encontrar eficientemente elementos en grandes conjuntos de datos ordenados. Hemos discutido los algoritmos de búsqueda secuencial y búsqueda binaria. Hemos profundizado en la búsqueda binaria, comprendiendo su estrategia de división y comparación de intervalos. Asimismo, hemos revisado ejemplos de código y pseudocódigo que ilustran su implementación práctica y hemos analizado su eficiencia en términos de complejidad temporal.

**Reflexión sobre la importancia de los algoritmos de ordenamiento y búsqueda en la programación**

Durante nuestro estudio, hemos reafirmado la importancia de los algoritmos de ordenamiento y búsqueda en el desarrollo de programas eficientes. El ordenamiento de datos nos permite organizar la información de manera adecuada, facilitando su acceso y manipulación posterior. La elección del algoritmo de ordenamiento adecuado puede marcar la diferencia en términos de rendimiento y tiempos de ejecución.

Por otro lado, la búsqueda eficiente es crucial en situaciones en las que necesitamos encontrar rápidamente elementos en grandes conjuntos de datos ordenados. La elección del algoritmo de búsqueda adecuado puede significar un ahorro significativo de tiempo y recursos computacionales. En particular, hemos destacado la eficiencia de la búsqueda binaria debido a su tiempo de ejecución logarítmico, lo que lo convierte en una excelente opción para optimizar operaciones de búsqueda en conjuntos de datos ordenados.

### **Sugerencias para futuras investigaciones o mejoras en los algoritmos estudiados**

Si bien hemos profundizado en los algoritmos de ordenamiento y búsqueda, existen áreas adicionales que podrían ser exploradas en futuras investigaciones. Algunas sugerencias incluyen:

1. Investigar y comparar otros algoritmos de ordenamiento, como Counting Sort, Radix Sort o Heap Sort, para comprender sus ventajas y desventajas en diferentes contextos y conjuntos de datos.
2. Explorar técnicas de optimización y paralelización de algoritmos de ordenamiento y búsqueda para aprovechar al máximo los recursos computacionales modernos.
3. Estudiar la aplicación de algoritmos de búsqueda en estructuras de datos más complejas, como árboles binarios de búsqueda o tablas hash, y analizar su impacto en la eficiencia y la escalabilidad.
4. Investigar técnicas de búsqueda híbrida que combinen diferentes algoritmos de búsqueda para obtener un mejor rendimiento en situaciones específicas.

Estas son solo algunas sugerencias para futuras investigaciones. La programación es un campo en constante evolución, y siempre hay margen para la mejora y la exploración de nuevas técnicas y enfoques.

1. REFERENCIAS:

Knuth, D.E. (1998). El arte de programar ordenadores, Volumen 3: Clasificación y búsqueda. Pearson Educación.

Sedgewick, R. (2000). Algoritmos en C++. Addison-Wesley Iberoamericana.

Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L., & Stein, C. (2010). Algoritmos: Teoría y práctica. McGraw-Hill Interamericana.

<https://colab.research.google.com/drive/17_G0JRcMZefoZxCWgBF9tcan7ohAf-w3#scrollTo=A7orEAMHmL-0>