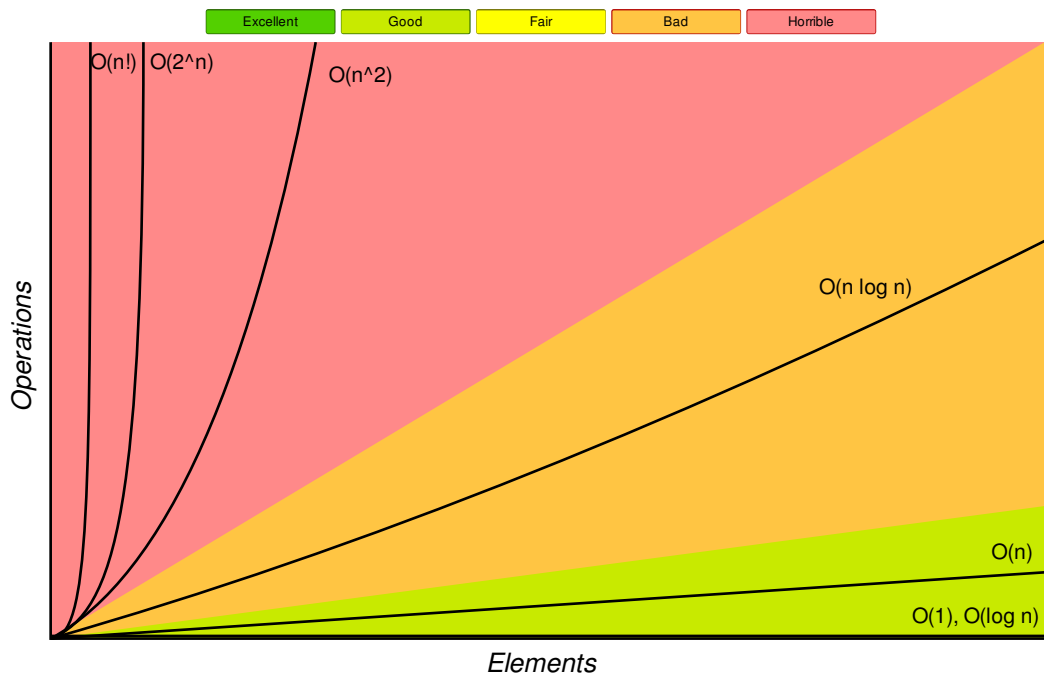


Know Thy Complexities!

www.bigocheatsheet.com

Big-O Complexity Chart



Common Data Structure Operations

Data Structure	Time Complexity								Space Complexity
	Average				Worst				Worst
	Access	Search	Insertion	Deletion	Access	Search	Insertion	Deletion	
Array	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$
Stack	$O(n)$	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(n)$
Queue	$O(n)$	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(n)$
Singly-Linked List	$O(n)$	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(n)$
Doubly-Linked List	$O(n)$	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(n)$
Skip List	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n \log n)$
Hash Table	N/A	$O(1)$	$O(1)$	$O(1)$	N/A	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$
Binary Search Tree	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$
Cartesian Tree	N/A	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	N/A	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$
B-Tree	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(n)$
Red-Black Tree	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(n)$
Splay Tree	N/A	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	N/A	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(n)$
AVL Tree	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(n)$
KD Tree	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(n)$

Array Sorting Algorithms

Algorithm	Time Complexity			Space Complexity
	Best	Average	Worst	Worst
Quicksort	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(n^2)$	$O(\log n)$
Mergesort	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(n)$
Timsort	$O(n)$	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(n)$
Heapsort	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(1)$
Bubble Sort	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(1)$
Insertion Sort	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(1)$
Selection Sort	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(1)$
Tree Sort	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(n^2)$	$O(n)$

Shell Sort	$O(n \log(n))$	$O(n(\log(n))^2)$	$O(n(\log(n))^2)$	$O(1)$
Bucket Sort	$O(n+k)$	$O(n+k)$	$O(n^2)$	$O(n)$
Radix Sort	$O(nk)$	$O(nk)$	$O(nk)$	$O(n+k)$
Counting Sort	$O(n+k)$	$O(n+k)$	$O(n+k)$	$O(k)$
Cubesort	$O(n)$	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$	$O(n)$

Graph Data Structure Operations

Data Structure	Time Complexity					
	Storage	Add Vertex	Add Edge	Remove Vertex	Remove Edge	Query
Adjacency list	$O(V + E)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(V + E)$	$O(E)$	$O(V)$
Incidence list	$O(V + E)$	$O(1)$	$O(1)$	$O(E)$	$O(E)$	$O(E)$
Adjacency matrix	$O(V ^2)$	$O(V ^2)$	$O(1)$	$O(V ^2)$	$O(1)$	$O(1)$
Incidence matrix	$O(V \cdot E)$	$O(V \cdot E)$	$O(V \cdot E)$	$O(V \cdot E)$	$O(V \cdot E)$	$O(E)$

Heap Data Structure Operations

Data Structure	Time Complexity					
	Find Max	Extract Max	Increase Key	Insert	Delete	Merge
Binary Heap	$O(1)$	$O(\log(n))$	$O(\log(n))$	$O(\log(n))$	$O(\log(n))$	$O(m+n)$
Pairing Heap	$O(1)$	$O(\log(n))$	$O(\log(n))$	$O(1)$	$O(\log(n))$	$O(1)$
Binomial Heap	$O(1)$	$O(\log(n))$	$O(\log(n))$	$O(1)$	$O(\log(n))$	$O(\log(n))$
Fibonacci Heap	$O(1)$	$O(\log(n))$	$O(1)$	$O(1)$	$O(\log(n))$	$O(1)$

Graph Algorithms

Algorithm	Time Complexity		Space Complexity
	Average	Worst	Worst
Dijkstra's algorithm	$O(E \log V)$	$O(V ^2)$	$O(V + E)$
A* search algorithm	$O(E)$	$O(b^d)$	$O(b^d)$
Prim's algorithm	$O(E \log V)$	$O(V ^2)$	$O(V + E)$
Bellman–Ford algorithm	$O(E \cdot V)$	$O(E \cdot V)$	$O(V)$
Floyd-Warshall algorithm	$O(V ^3)$	$O(V ^3)$	$O(V ^2)$
Topological sort	$O(V + E)$	$O(V + E)$	$O(V + E)$