

Algorithms

Programming Assignment #1

姓名：莊志淵 學號：r09921006

I. Data structures

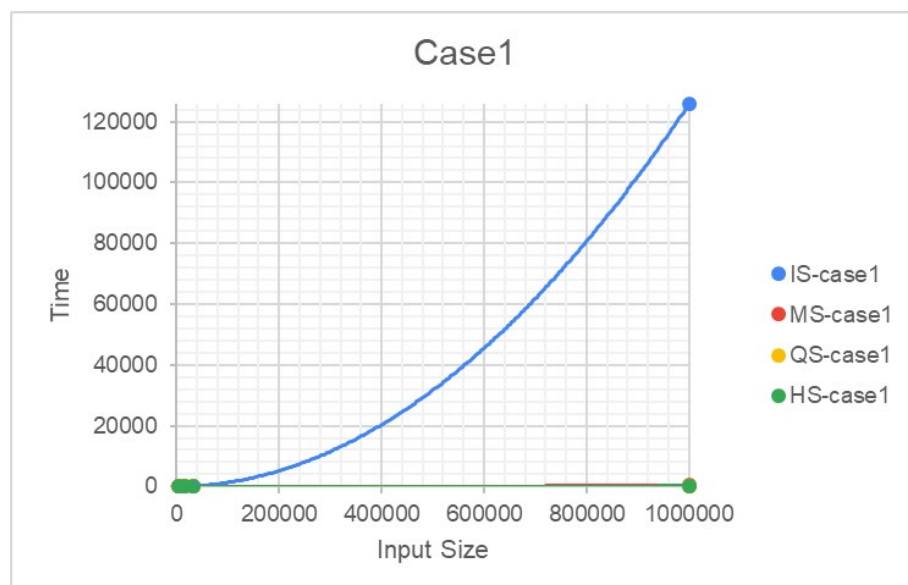
- A. Insertion sort: 使用 Array 來 implement List
- B. Merge sort: 使用 Array 來 implement List
- C. Quick sort: 使用 Array 來 implement List
- D. Heap sort: 使用 Array 來 implement MaxHeap

II. Running time of four versions of different input sizes

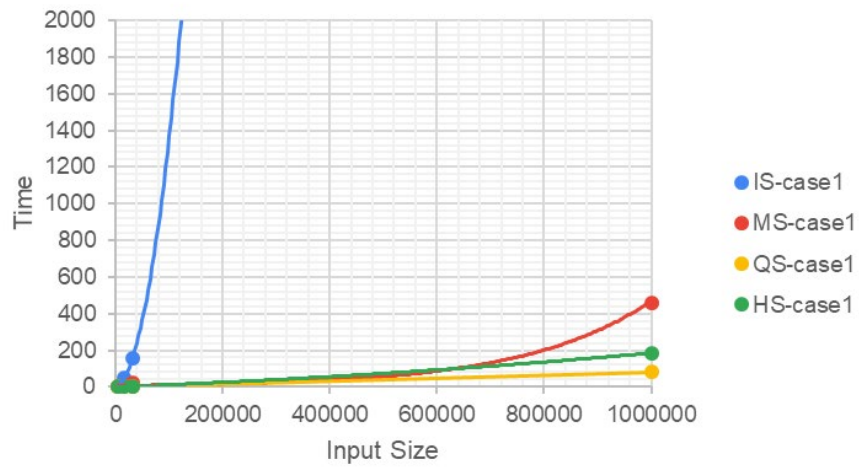
Input size	IS		MS		QS		HS	
	CPU time (ms)	Memory (KB)	CPU time (ms)	Memory (KB)	CPU time (ms)	Memory (KB)	CPU time (ms)	Memory (KB)
4000.case2	0	12500	3.999	12500	12.998	12616	1	12500
4000.case3	7.999	12500	3	12500	9.999	12524	1	12500
4000.case1	3	12500	2	12500	0	12500	1	12500
16000.case2	0	12648	9.998	12648	141.979	13328	2	12648
16000.case3	76.988	12648	7.999	12648	112.983	12948	0.999	12648
16000.case1	45.993	12648	9.998	12648	0.999	12648	1	12648
32000.case2	1	12648	16.997	12836	464.929	14072	3	12648
32000.case3	265.96	12648	17.998	12836	424.935	13312	3	12648
32000.case1	158.976	12648	19.997	12836	2.999	12648	3.999	12648
1000000.case2	5	18668	381.942	22760	446949	63424	109.983	18668
1000000.case3	251567	18668	387.941	22760	270614	33828	102.984	18668
1000000.case1	125790	18668	455.93	22760	80.988	18668	184.972	18668

III. Figures to show the growth of running time as a function of input size

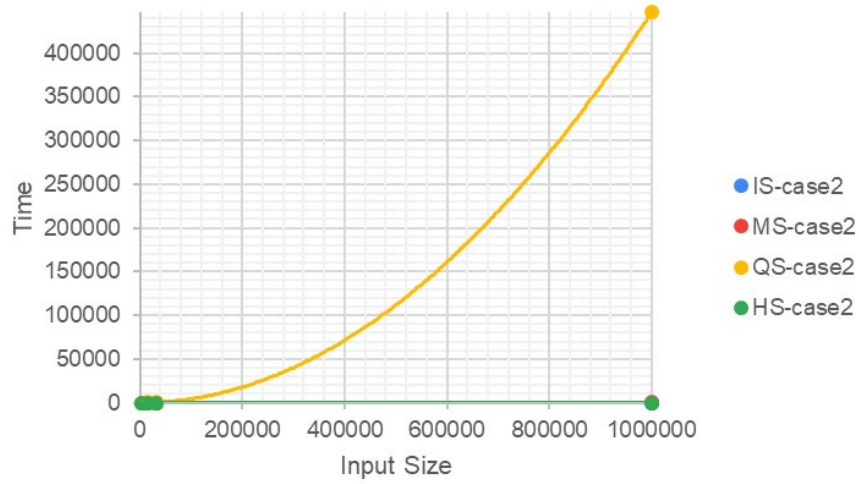
(Time unit is in ms) (For each case, 有原尺寸與局部放大的圖兩張)



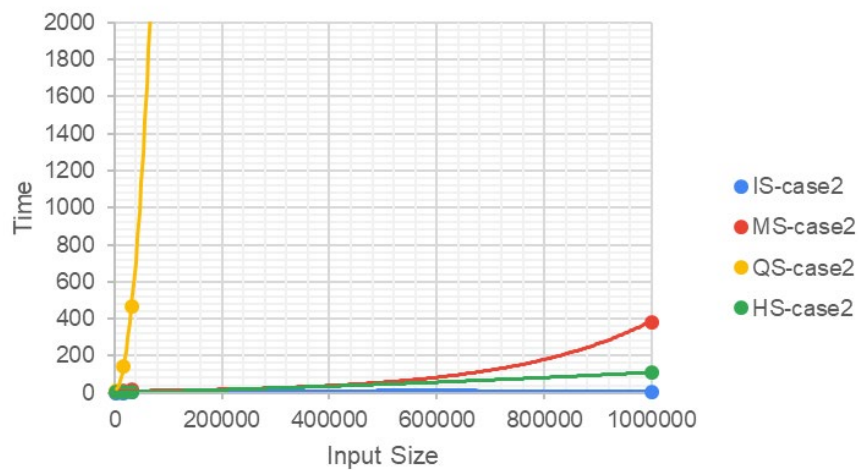
Case1 - 局部放大

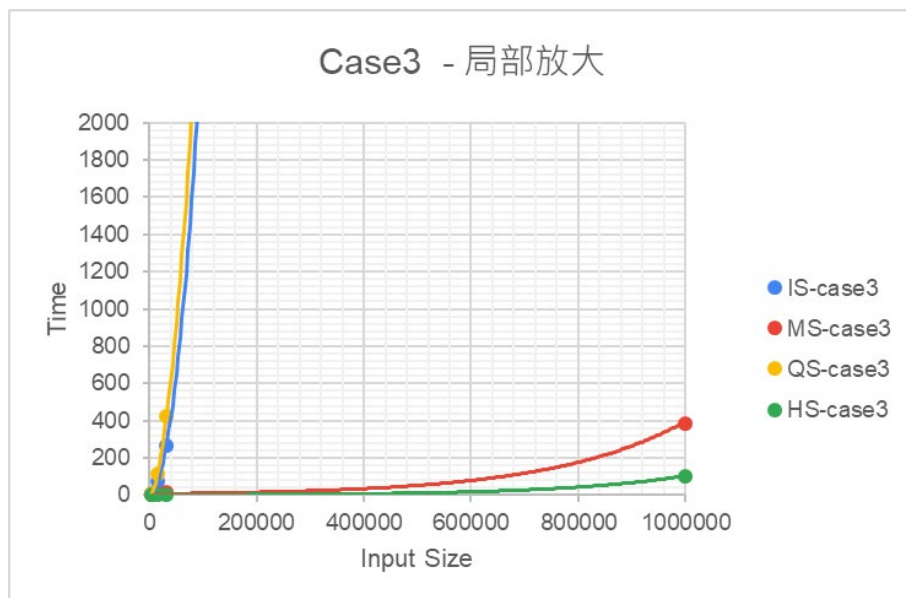
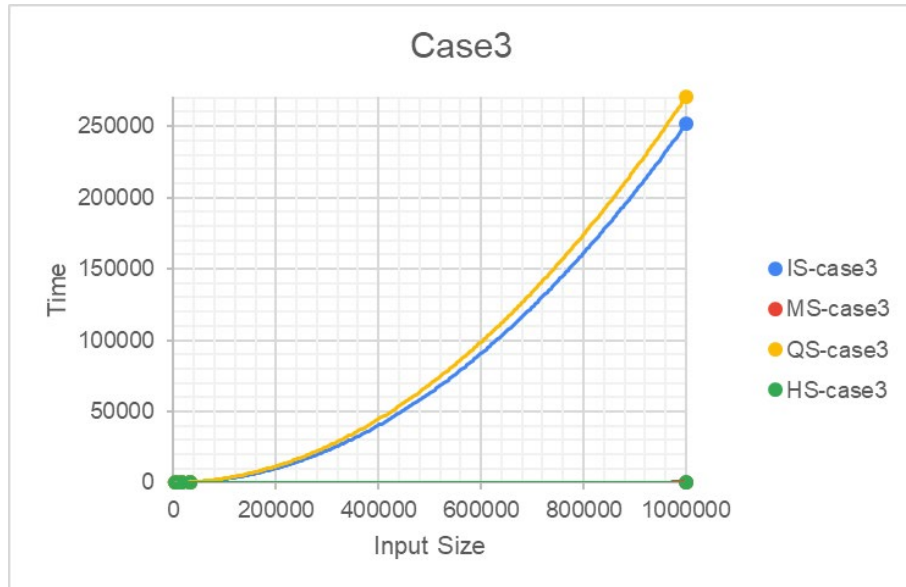


Case2



Case2 - 局部放大





IV. Analyze the curve

A. Case1

case1 是 random order 的 input，基本上能夠視為 average case，此時的 time complexity 可以由圖中看到，insertion sort 的成長速度遠高於其他三者，由趨勢線可以驗證到 insertion sort (IS) 的 time complexity 為 $O(n^2)$ ，而其他三者(merge sort (MS), quick sort (QS), heap sort(HS)) 的 time complexity 為 $O(n \log n)$ ，而在局部放大的圖中，也可以發現 $O(n \log n)$ 的係數項大小應該是 $MS > HS > QS$ ，不過這在 random order 的 case1，應該是 case by case 的狀況。

B. Case2

case2 是 increasing order 的 input，對於 IS 是 best case，對於 QS 是 worst case，因此也可以從圖中看出，IS 的成長速度最慢，time complexity 為 $O(n^2)$ ，而 QS 的成長速度最

快，time complexity 為 $O(n)$ ，其餘 MS 與 HS 皆為 $O(n\log n)$ ，其中 MS 的係數大於 HS。

C. Case3

case3 是 reverse order 的 input，對於 IS 與 QS 都是 worst case，因此可以從圖中看出，IS 與 QS 的 time complexity 都是 $O(n^2)$ ，而 MS 與 HS 是 $O(n\log n)$ ，其中 MS 的係數大於 HS。

V. Findings in this programming assignment

在課堂中學到各個 sorting 方式的 asymptotic time complexity，透過實際的操作，能發現即使在 big-O 上具有相同 order，但是對實際精確的 time complexity 仍有所差距。同時 space complexity 也是需要考量的，worst case 下，透過表格可見得，QS 是 $O(n\log n)$ 最差，MS 約是 $O(n)$ 其次。