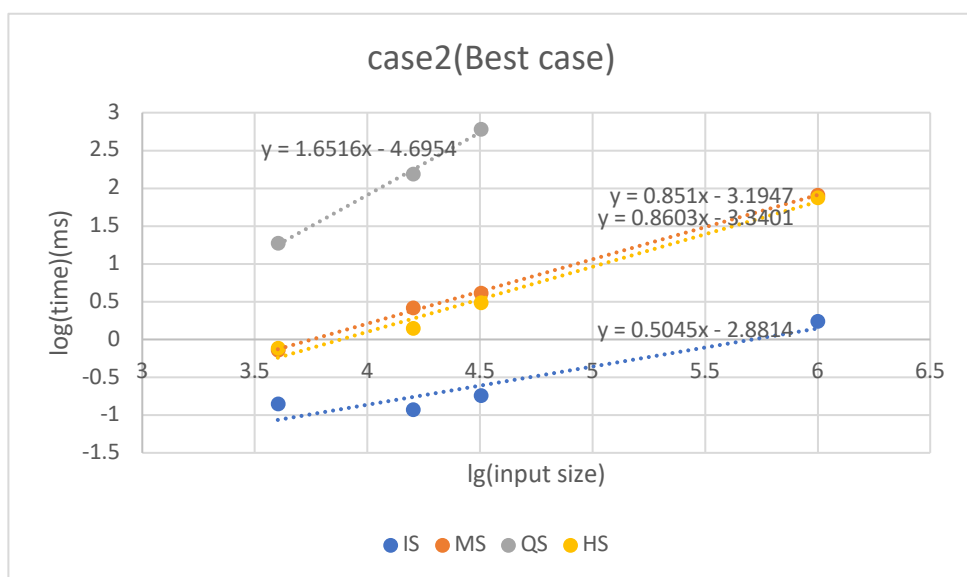
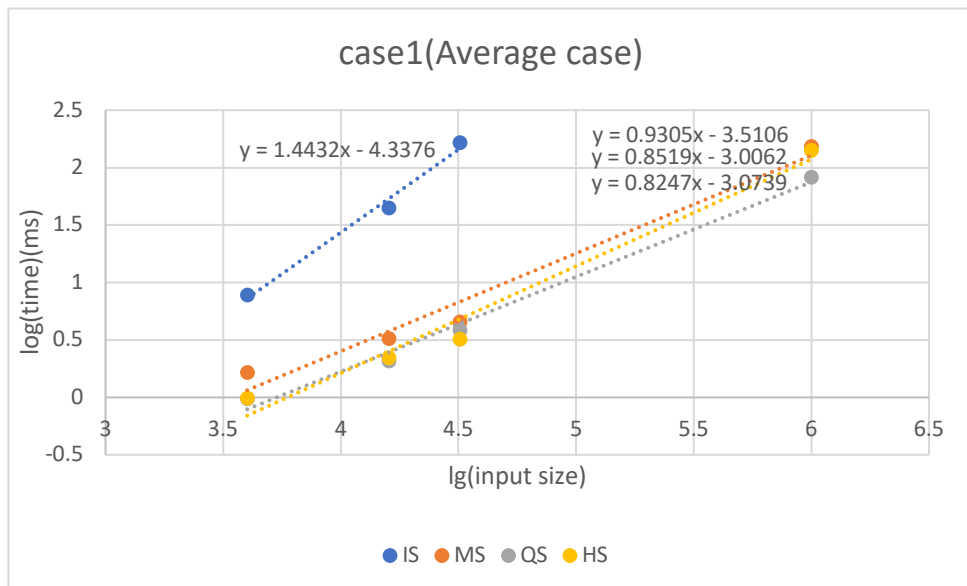
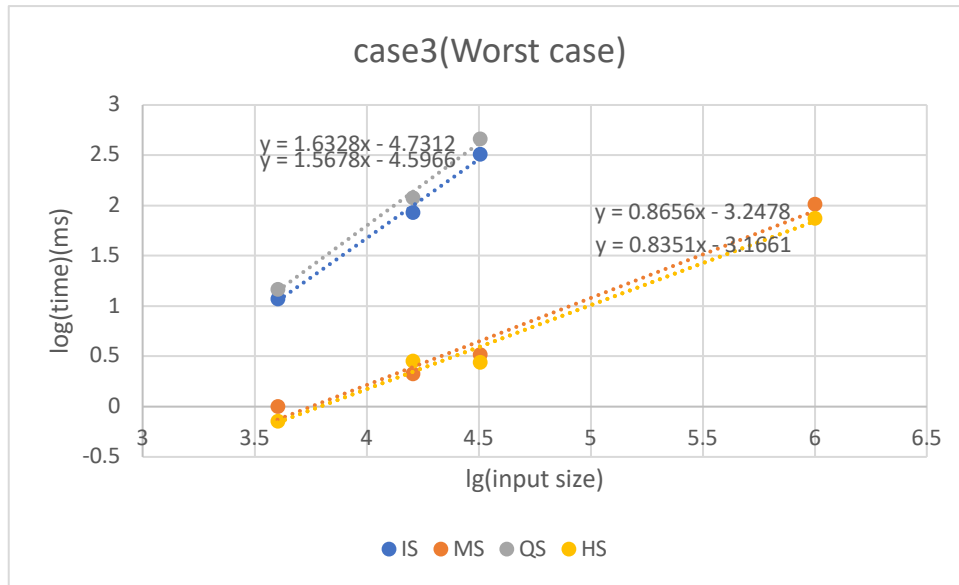


The running time of four sorting methods with four different input sizes of data :

Input size	IS		MS		QS		HS	
	CPU time(s)	Memory(KB)	CPU time(s)	Memory(KB)	CPU time(s)	Memory(KB)	CPU time(s)	Memory(KB)
4000.case2	0.141ms	5904	0.725ms	5904	18.733ms	5904	0.77ms	5904
4000.case3	11.801ms	5904	1.088ms	5904	14.751ms	5904	0.715ms	5904
4000.case1	7.741ms	5904	1.65ms	5904	0.976ms	5904	0.983ms	5904
16000.case2	0.117ms	6056	2.631ms	6056	155.645ms	6056	1.413ms	6056
16000.case3	85.467ms	6056	2.119ms	6056	119.543ms	6056	2.861ms	6056
16000.case1	44.301ms	6056	3.254ms	6056	2.079ms	6056	2.216ms	6056
32000.case2	0.18ms	6188	4.089ms	6188	606.603ms	7500	3.039ms	6188
32000.case3	322.726ms	6188	3.286ms	6188	459.178ms	6740	2.767ms	6188
32000.case1	165.954ms	6188	4.558ms	6188	3.825ms	6188	3.204ms	6188
1000000.case1	1.738ms	12144	81.782ms	14004	590751ms	56840	74.705ms	12144
1000000.case3	31777ms	12144	103.103ms	14004	318296ms	27252	74.891ms	12144
1000000.case1	159512ms	12144	153.565ms	14004	82.231ms	12144	142.139ms	12144





在 case1(Average Case)的比較圖中，可以明顯看到 Insertion Sort 的 running time 上升趨勢相較其他三種 sorters 來的顯著，而在 Average case 的理論值中，Insertion sort 的複雜度是 $O(n^2)$ ，而 Merge Sort, Quick Sort, Heap Sort 的複雜度都是 $O(n \lg n)$ 。在 log scale 的圖中，趨勢線斜率代表了 running time 和 input size 的指數關係。Insertion Sort 的趨勢線斜率為 1.44，而其他三種 sorters 的趨勢線斜率大概落在 0.8-0.9，符合理論值複雜度的相對關係。

而在 case2(Best Case)的比較圖中，可以看到 Quick Sort 的 running time 實際大小和斜率都明顯比其他三者大，但在 Best case 的複雜度理論值中，Insertion sort 的複雜度是 $O(n)$ ，而 Merge Sort, Quick Sort, Heap Sort 的複雜度都是 $O(n \lg n)$ 。在這個 case 中，因為 input data 是已經 increasing order 的狀態，而我在 implement Quick Sort 這個演算法的時候，我都是取數列中最右側的 element 來作為 pivot，對於這樣取 pivot 的方法來說，case2 的 increasing order 和 case3 的 decreasing order，對此 Quick Sort 來說反而都是 Worst case。而 Insertion Sort 的 Best case 複雜度是 $O(n)$ ，也是四種 sorters 中最小的，因此 running time 最小，趨勢線的斜率也越低。

在 case3(Worst Case)的比較圖中，可以看到 Insertion Sort 和 Quick Sort 趨勢線斜率和 running time 量值大小相似，而 Merge Sort 和 Heap Sort 趨勢線斜率和 running time 量值大小相似。在 Worst case 中的複雜度理論值，Merge Sort 和 Heap Sort 是 $O(n \lg n)$ ，而 Insertion Sort 和 Quick Sort 則是 $O(n^2)$ 。和此比較圖中顯示出來的趨勢及相對關係相當一致。