高等作業系統 作業1 報告

姓名：郭翔恩

學號：M113040033

Outline

一、 四種演算法的設計比較：(FIFO, OPT, ESC, MyAlgo)

二、 Three test reference strings method：

(random pick, locality pick, my pick)

三、 實驗結果

Random data(四種演算法的 Page fault、Interrupt、Disk write)

Locality data(四種演算法的 Page fault、Interrupt、Disk write)

My pick data(四種演算法的 Page fault、Interrupt、Disk write)

四、 結論

一、四種演算法的設計比較：

先介紹一下四種 page replacement algorithm 運作原理，以及我的實作方式

1. First in first out algorithm(FIFO)：

   先進先出，演算法中最容易實作且現行 OS 大多都採用的方式，最先放入的會是 frame 裡最早被替換的。

   實作是以 queue 來設計，因為這個資料結構本身就有先進先出的特性。

   其他輔助的資料結構有 dirty bit 陣列和是否在記憶體(isInMemory)的陣列(所有演算法都有)。

2. Optimal algorithm(OPT)：

   未來長期不會參考到的 page，作為 victim page。Page fault ratio 一定是所有演算法中最低的，不會遭遇 Belady's Anomaly。但理論上是無法被實作的，因為要看的是未來，本次作業只是先有了資料能看未來才實作的出來。

   資料結構跟 FIFO 差不多，queue 變成使用 vector 以及其他輔助資訊的陣列，若未來的值都沒出現，則替換第一個 frame。

3. Enhance-Second Chance algorithm(ESC)：

   以<Reference Bit, Modification Bit>配對值作為挑選 victim page 的依據，值最小的 page 視為 victim page，若全部 page 具相同值，則替換第一個 index。

   <0, 0>：最近沒被行程使用，也沒被行程修改

<0, 1>：表示最近沒有被行程使用，但有被修改過，須先寫回磁碟後，才可進行替換

<1, 0>：表示最近曾被行程使用，但是沒被修改過，由於可能再次被使用

<1, 1>：表示最近曾被行程使用，也被修改過，所以要寫回磁碟中

實作中使用的資料結構跟前面差不多，只是多了 reference bit 陣列，邏輯是只要全部 reference bit 都變 1，ESC_checkReferenceBits 這個函數就會把全部 reference bit 都變 0，中斷額外加 1。所以實際上我的判斷只有在比<0,0>和<0,1>而已

4. My algorithm(MyAlgo)：

我所設計的 page replacement 演算法是用區段統計的方式，統計 1~600 這些 reference string 的出現次數，將來 victim page 會替換掉出現次數最少的，如果全部的出現次數都一樣，就像 OPT 一樣，替換掉第一個 frame 的 page。而這些統計的出現次數每 1000 次會歸 0 重新開始，會這樣做是因為要給其他人一些機會，因為有的 ref str 累積太高，但他後面根本不常出現，卻不會被替換掉，這時候常出現的資料反而會一直被替換掉，就會造成部分區段的不公平，資料結構跟 OPT 差不多，但多了統計 1~600 出現次數的陣列。

二、Three test reference strings method

1. Random pick：

   reference string 的選取方式是 18 萬次每次都 random 一個值(範圍 1~600)。

2. Locality pick：

   先定好要貢獻的資料長度，我是 random 500~1000，一直貢獻直到 18 萬筆資料為止，接著在 15~20 個左右數字集合的資料間(作業規定)random 反覆挑選，在 600 個數字中 random 一個 head，範圍: 1 到 580，我取 580 的原因是因為萬一取到 20，580+20 也不會超過 600。

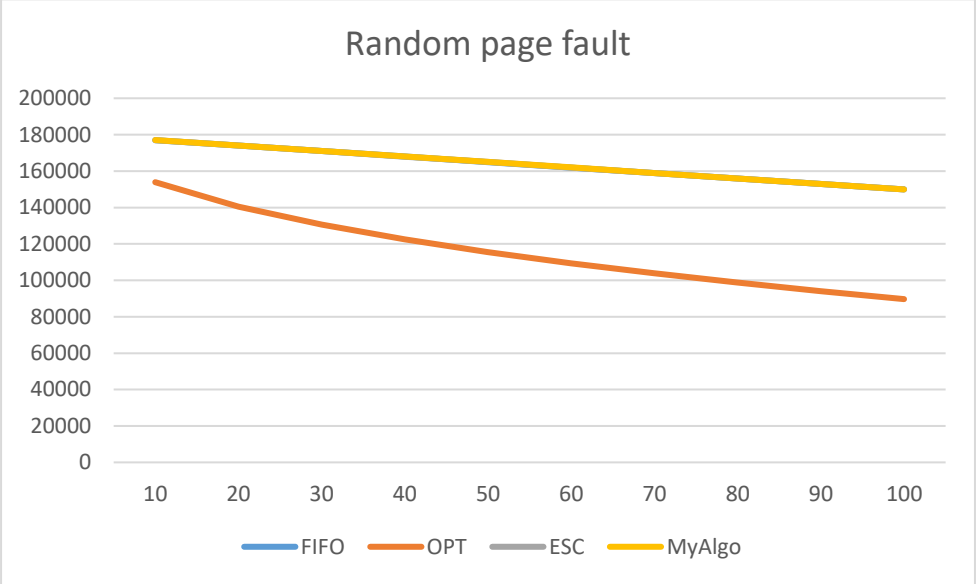
3. My pick：

   我的作法是先用 Random pick 的方法，18 萬筆資料產生之後，隨機 1~5 步個 frame，塞我製造的 50 個特殊數字 Find50SpecificNumber 這個函數，也就是這 50 個數字會穿插在我的隨機數字中，而這 50 個數字都不一樣，會照順序穿插，50 個不一樣的數用完就在輪一次，直到 18 萬筆資料都塞得差不多。所以對於我的演算法非常有利，因為我用統計的方式可以讓這幾個常出現的數字免於被替換掉的風險。

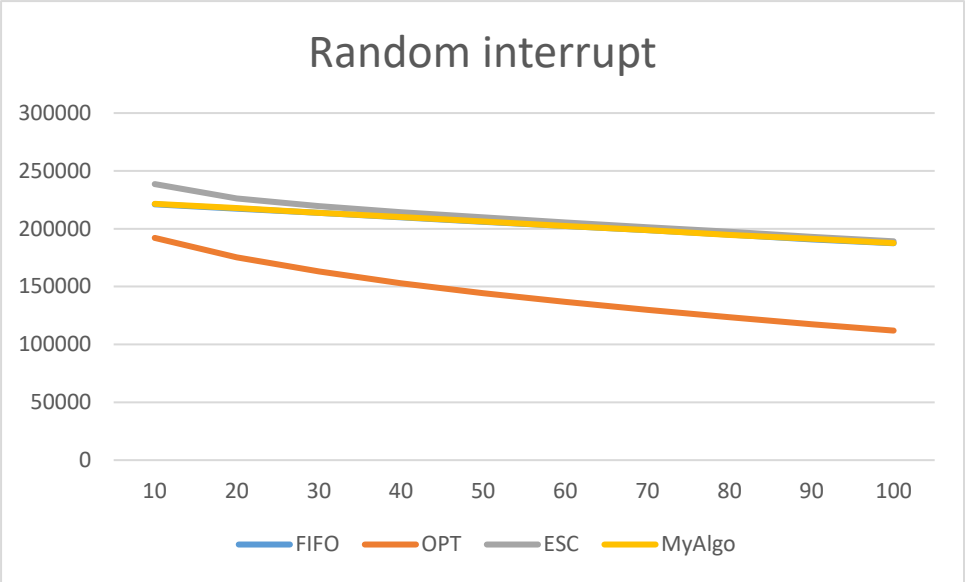
三、執行結果的探討

- Random data

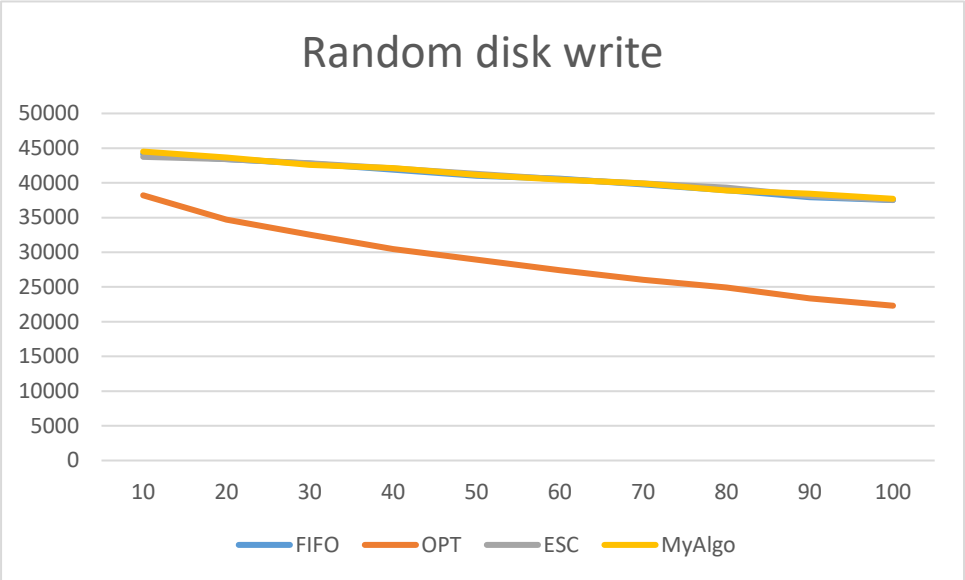
圖一為在 random pick 下的執行結果，可以很明確的觀察出，Optimal algorithm 在 page fault 次數上確實遠遠的小於其他三者，而其他三者在表現上相差不大，不管是 FIFO、ESC 還是 My Algo，圖上可以看到三條幾乎重疊在一起。



Algo\frame	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FIFO	176945	174055	170961	168018	164926	161918	158909	155895	152934	149946
OPT	153893	140512	130588	122496	115508	109362	103805	98737	94039	89667
ESC	177005	173983	170970	167966	165005	161946	158941	155902	152934	149943
MyAlgo	177038	174114	171100	168137	165044	162028	158914	155847	152929	149927



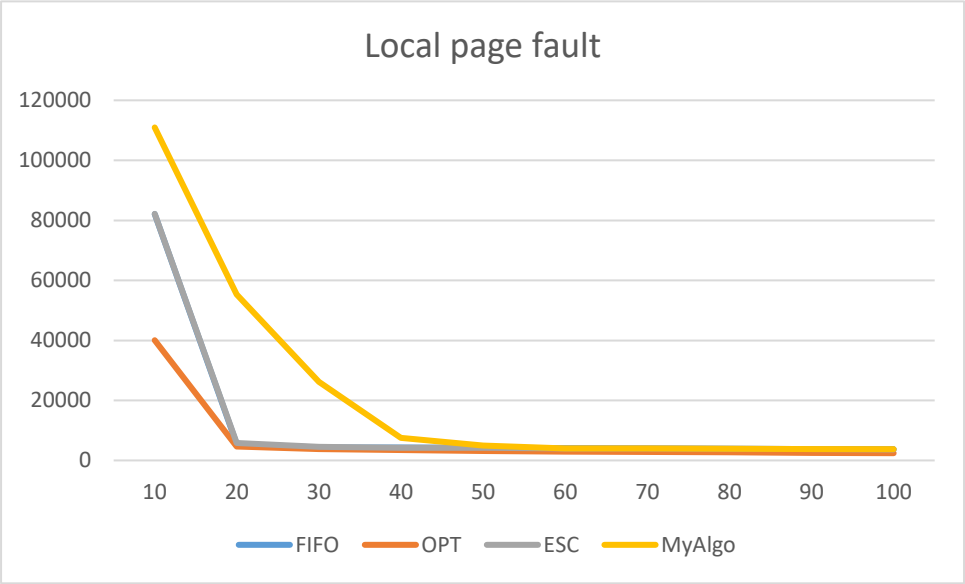
Algo\frame	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FIFO	221109	217471	213751	209923	205952	202504	198700	194854	190850	187466
OPT	192095	175236	163122	152941	144426	136759	129820	123657	117416	111969
ESC	238613	226243	219629	214414	209750	205330	201270	197310	192884	189138
MyAlgo	221544	217770	213687	210270	206185	202479	198814	194735	191351	187629



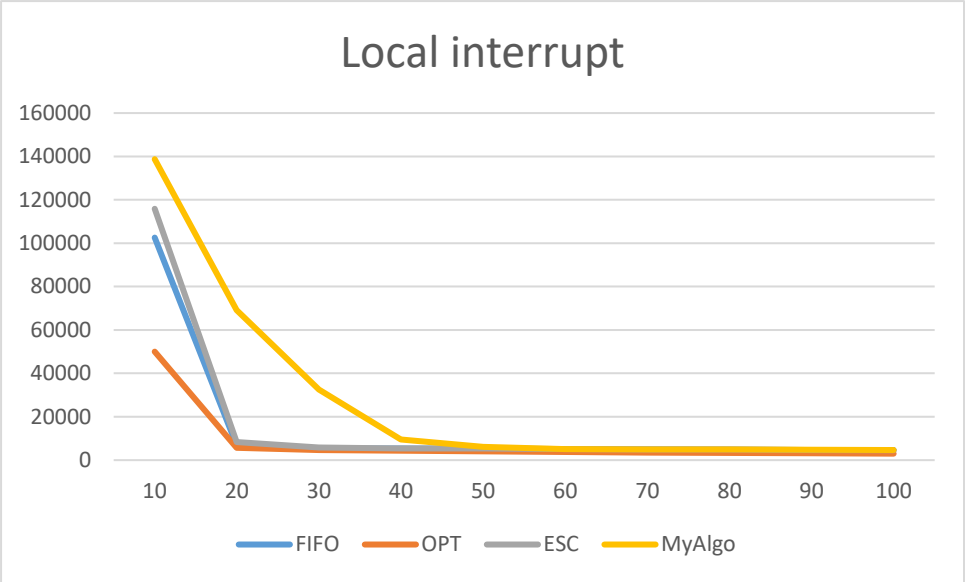
Algo\frame	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FIFO	44164	43416	42790	41905	41026	40586	39791	38959	37916	37520
OPT	38202	34724	32534	30445	28918	27397	26015	24920	23377	22302
ESC	43744	43406	42807	42098	41296	40536	39910	39310	38103	37550
MyAlgo	44506	43656	42587	42133	41141	40451	39900	38888	38422	37702

- Locality data

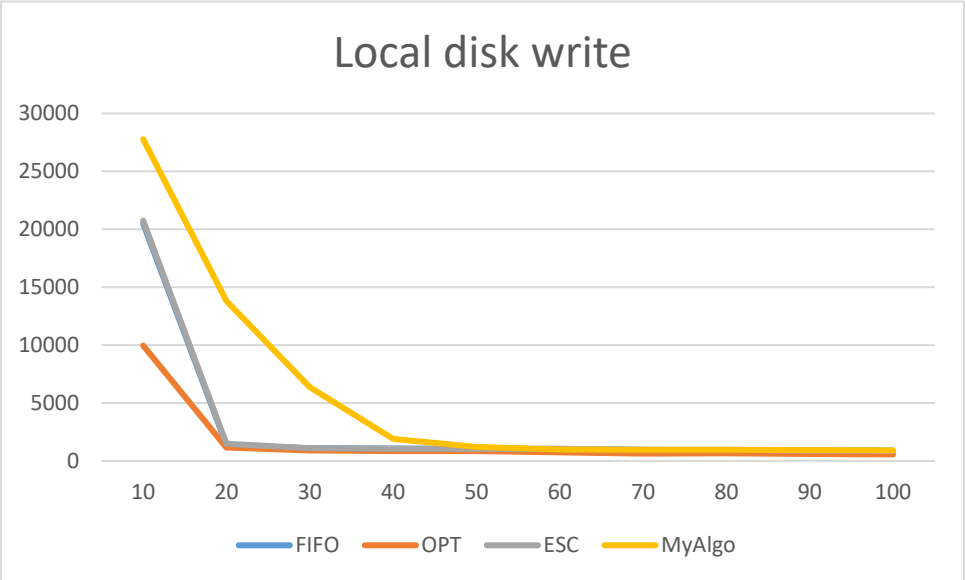
這部分由於我區間範圍設置的比較大(500~1000 次可能差不多資料)，所以從 10 個 frame 以後 pagefault 會明顯降低，因為是 15~20 個數字集合內的數字重複，20 個 frame 很可能包含全部，跳到下個區間才有可能才開始有 pagefault，而我的演算法(統計)frame 太少很難展現統計的優勢，邏輯上也是一直替換第一個(很有可能大家 total 一樣，常出現的因為在第一個一直被替換掉)，所以比不過其他演算法，而 ESC 稍微優於 FIFO，可能是因為有 reference bit 的關係，常出現的就不容易被替換掉。



Algo\frame	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FIFO	82101	5504	4332	4277	4211	4114	4008	3862	3791	3737
OPT	40053	4591	3802	3449	3193	2981	2816	2676	2537	2419
ESC	82173	5783	4524	4235	4182	4048	3951	3856	3742	3645
MyAlgo	110958	55339	26161	7553	4926	4040	3973	3903	3836	3752



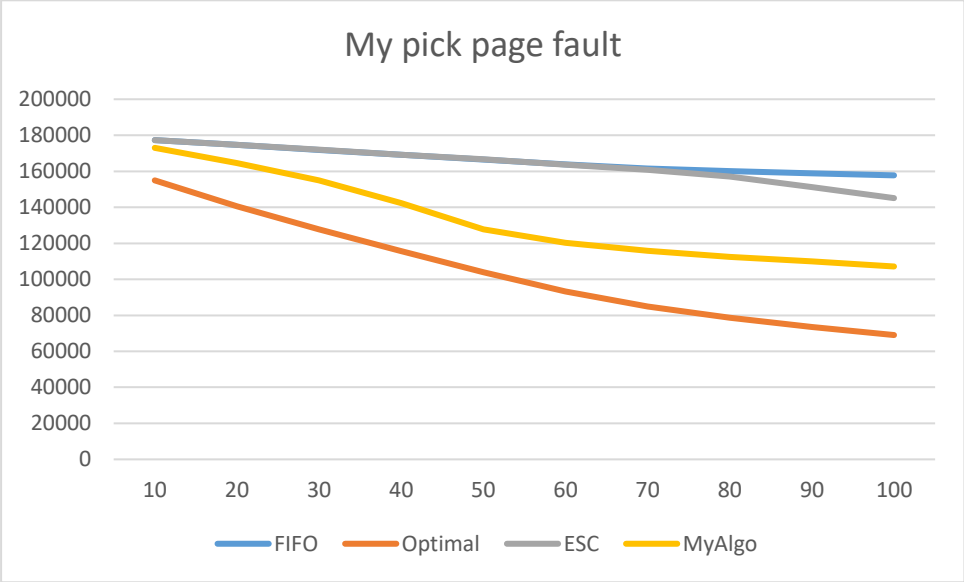
Algo\frame	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FIFO	102588	6892	5421	5347	5252	5144	4968	4778	4698	4621
OPT	50013	5743	4695	4304	4041	3719	3445	3332	3146	2980
ESC	115874	8316	5845	5420	5338	5158	4980	4868	4695	4568
MyAlgo	138732	69147	32539	9463	6140	5022	4923	4870	4761	4662



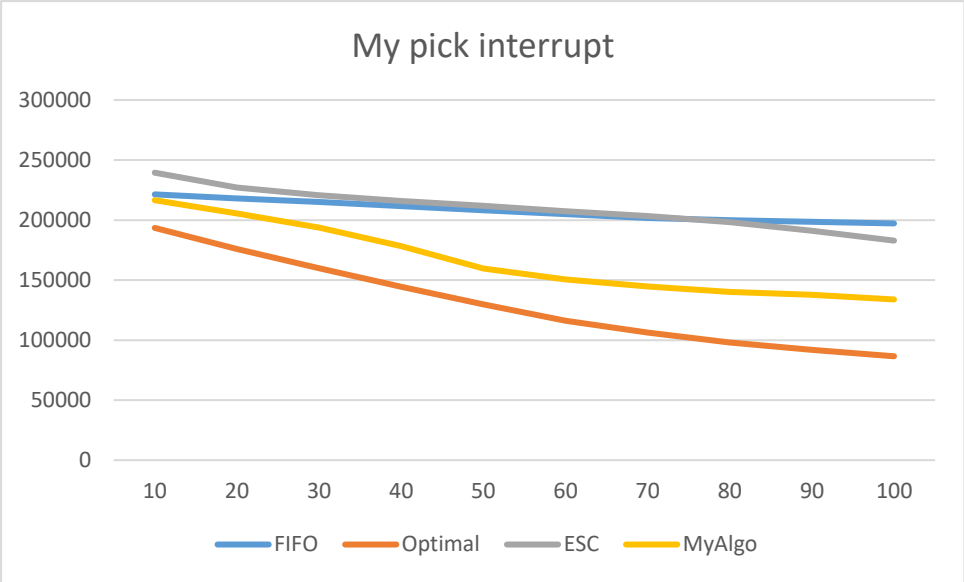
Algo\frame	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FIFO	20487	1388	1089	1070	1041	1030	960	916	907	884
OPT	9960	1152	893	855	848	738	629	656	609	561
ESC	20745	1472	1089	1053	1043	1031	959	955	901	879
MyAlgo	27774	13808	6378	1910	1214	982	950	967	925	910

- My pick data

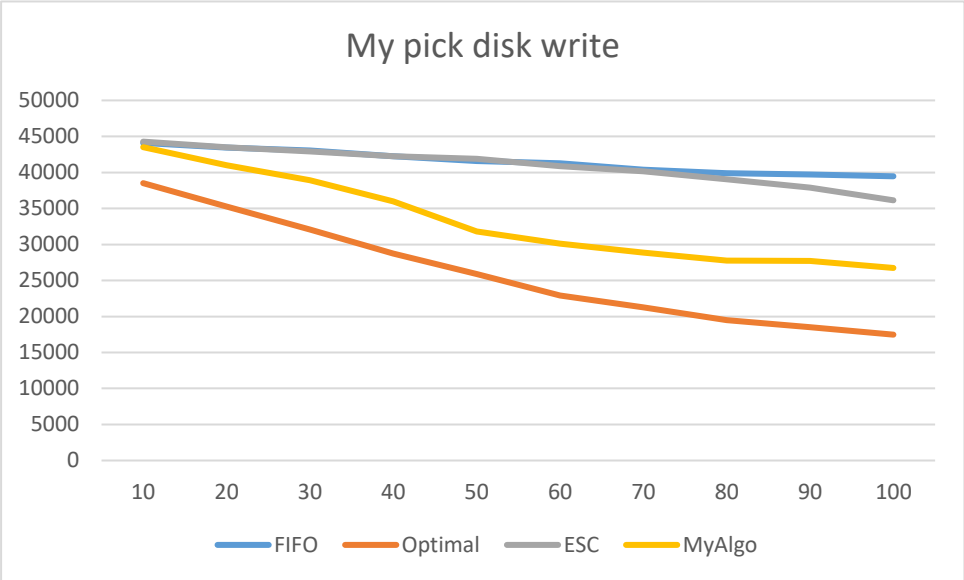
這是一個 random 的情境但又一直有重複出現的數字穿插在字串，所以我的演算法表現得特別好(專門處理這種類型的 reference string)，而 ESC 到後面也稍微優於 FIFO，畢竟 ESC 的概念也類似最近常出現的盡量不要換掉，而 FIFO 一視同仁，所以就沒太卓越的表現。OPT 則依然是天花板。



Algo\frame	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FIFO	177305	174603	171895	169220	166518	163772	161477	160096	158895	157732
OPT	154950	140513	127808	115646	103951	93199	84889	78582	73438	69036
ESC	177303	174611	171946	169238	166640	163708	160740	157066	151247	145096
MyAlgo	173006	164578	154877	142364	127737	120300	115910	112434	110014	107110



Algo\frame	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FIFO	221402	218058	214955	211486	208089	205041	201874	199973	198595	197193
OPT	193461	175774	159863	144378	129824	116090	106172	98050	91971	86512
ESC	239454	226982	220734	215874	211998	207429	203352	198245	191014	182886
MyAlgo	216514	205563	193806	178354	159529	150435	144797	140185	137707	133843



Algo\frame	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
FIFO	44097	43455	43060	42266	41571	41269	40397	39877	39700	39461
OPT	38511	35261	32055	28732	25873	22891	21283	19468	18533	17476
ESC	44278	43504	42921	42268	41893	40855	40176	39064	37903	36128
MyAlgo	43508	40985	38929	35990	31792	30135	28887	27751	27693	26733

四、結論

OPT 依舊是所有資料類型的天花板，即便是對我演算法有利的字串，依然不敵 OPT。而 FIFO 跟 ESC 以及自己的演算法在一般隨機的情況下其實差不多，只是在常常出現重複資料的 case 下，FIFO 就相對沒什麼優勢，但 FIFO 在實作比較簡單還是一個潛在優勢。