

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC & KỸ THUẬT MÁY TÍNH



KIẾN TRÚC MÁY TÍNH (CO2007)

SẮP XẾP MẢNG BẰNG GIẢI THUẬT MERGE SORT SỬ DỤNG HỢP NGỮ ASSEMBLY MIPS

GVHD: Võ Tấn Phương
Trần Thanh Bình
SV thực hiện: Mai Hoàng Anh Vũ - 1912457
Chung Đông Phong - 1911837
Đỗ Quang Minh - 1911591

Tp. Hồ Chí Minh, Tháng 12/2020



Mục lục

1	Cơ sở lý thuyết	2
2	Nhiệm vụ	2
3	Nhật ký làm việc	8

1 Cơ sở lý thuyết

- Tính và trình bày cách tính thời gian chạy của chương trình trên máy tính MIPS có tần số 2GHz:

- **Cách tính:**

Máy tính có tần số 2 GHz nên $Clock\ frequency = 2.10^9$

Ta có công thức:

$$CPU\ time = \frac{CPU\ clock\ cycles}{Clock\ frequency}$$

Mặt khác:

$$CPU\ clock\ cycles = \sum_{i=1}^n (CPI_i \cdot IC_i)$$

Như vậy ta suy ra:

$$CPU\ time = \frac{\sum_{i=1}^n (CPI_i \cdot IC_i)}{2.10^9}$$

Trong đó:

IC_i : Số lượng lệnh loại i trong đoạn chương trình.

CPI_i : CPI của loại lệnh i.

- **Tính:**

Do CPI mỗi lệnh được cho bằng 1 nên

$$CPU\ time = \frac{\sum_{i=1}^n IC_i}{2.10^9}$$

- * **Testcase 1:** $CPU\ time = 22789 / (2.10^9) = 1,13945.10^{-5} (s) = 0,0113945 (ms)$
- * **Testcase 2:** $CPU\ time = 22633 / (2.10^9) = 1,13165.10^{-5} (s) = 0,0113165 (ms)$
- * **Testcase 3:** $CPU\ time = 21949 / (2.10^9) = 1,09745.10^{-5} (s) = 0,0109745 (ms)$
- * **Testcase 4:** $CPU\ time = 22321 / (2.10^9) = 1,11605.10^{-5} (s) = 0,0111605 (ms)$
- * **Testcase 5:** $CPU\ time = 23265 / (2.10^9) = 1,16325.10^{-5} (s) = 0,0116325 (ms)$
- * **Testcase 6:** $CPU\ time = 21735 / (2.10^9) = 1,08675.10^{-5} (s) = 0,0108675 (ms)$
- * **Testcase 7:** $CPU\ time = 21957 / (2.10^9) = 1,09785.10^{-5} (s) = 0,0109785 (ms)$
- * **Testcase 8:** $CPU\ time = 22637 / (2.10^9) = 1,13185.10^{-5} (s) = 0,0113185 (ms)$
- * **Testcase 9:** $CPU\ time = 22527 / (2.10^9) = 1,12635.10^{-5} (s) = 0,0112635 (ms)$
- * **Testcase 10:** $CPU\ time = 22471 / (2.10^9) = 1,12355.10^{-5} (s) = 0,0112355 (ms)$

2 Nhiệm vụ

- Thống kê số lệnh, loại lệnh của chương trình của nhóm:

– Testcase 1:

```
Array before in-place merge sort:
5 2 35 253 65 567 325 35 -23 32 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1

|| 2 5 || 35 253 65 567 325 35 -23 32 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1
2 5 35 || 65 253 || 567 325 35 -23 32 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1
2 5 || 35 65 253 || 567 325 35 -23 32 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1
|| 2 5 35 65 253 || 567 325 35 -23 32 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1
2 5 35 65 253 || 325 567 || 35 -23 32 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1
2 5 35 65 253 325 567 35 || -23 32 || 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1
2 5 35 65 253 325 567 || -23 32 35 || 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1
2 5 35 65 253 || -23 32 35 325 567 || 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1
|| -23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 || 0 1 64 3 57 2 5 20 1 1
-23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 || 0 1 || 64 3 57 2 5 20 1 1
-23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 0 1 64 || 3 57 || 2 5 20 1 1
-23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 0 1 || 3 57 64 || 2 5 20 1 1
-23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 || 0 1 3 57 64 || 2 5 20 1 1
-23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 0 1 3 57 64 || 2 5 || 20 1 1
-23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 0 1 3 57 64 2 5 20 || 1 1 ||
-23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 0 1 3 57 64 2 5 || 1 1 20 ||
-23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 0 1 3 57 64 || 1 1 2 5 20 ||
-23 2 5 32 35 35 65 253 325 567 || 0 1 1 1 2 3 5 20 57 64 ||
|| -23 0 1 1 1 2 2 3 5 5 20 32 35 35 57 64 65 253 325 567 ||

Array after in-place merge sort:
-23 0 1 1 1 2 2 3 5 5 20 32 35 35 57 64 65 253 325 567
```

- * Tổng số lệnh: 22789.
- * Số lệnh R-type: 3195.
- * Số lệnh I-type: 18504.
- * Số lệnh J-type: 1090.

– Testcase 2:

```
Array before in-place merge sort:
23 1 -5 -20 122 2 424 21222 -1929 2919 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21

|| 1 23 || -5 -20 122 2 424 21222 -1929 2919 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21
1 23 -5 || -20 122 || 2 424 21222 -1929 2919 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21
1 23 || -20 -5 122 || 2 424 21222 -1929 2919 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21
|| -20 -5 1 23 122 || 2 424 21222 -1929 2919 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21
-20 -5 1 23 122 || 2 424 || 21222 -1929 2919 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21
-20 -5 1 23 122 2 424 21222 || -1929 2919 || 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21
-20 -5 1 23 122 2 424 || -1929 2919 21222 || 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21
-20 -5 1 23 122 || -1929 2 424 2919 21222 || 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21
|| -1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 || 1 21 55 2 12 2 8 -99 1 21
-1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 || 1 21 || 55 2 12 2 8 -99 1 21
-1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 1 21 55 || 2 12 || 2 8 -99 1 21
-1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 1 21 || 2 12 55 || 2 8 -99 1 21
-1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 || 1 2 12 21 55 || 2 8 -99 1 21
-1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 1 2 12 21 55 || 2 8 || -99 1 21
-1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 1 2 12 21 55 2 8 -99 || 1 21 ||
-1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 1 2 12 21 55 2 8 || -99 1 21 ||
-1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 1 2 12 21 55 || -99 1 2 8 21 ||
-1929 -20 -5 1 2 23 122 424 2919 21222 || -99 1 1 2 2 8 12 21 21 55 ||
|| -1929 -99 -20 -5 1 1 1 2 2 2 8 12 21 21 23 55 122 424 2919 21222 ||

Array after in-place merge sort:
-1929 -99 -20 -5 1 1 1 2 2 2 8 12 21 21 23 55 122 424 2919 21222
```

- * Tổng số lệnh: 22633.
- * Số lệnh R-type: 3153.
- * Số lệnh I-type: 18408.
- * Số lệnh J-type: 1072.

– Testcase 3:

```
Array before in-place merge sort:
0 0 0 -1 0 -9 0 11 12 0 -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100

|| 0 0 || 0 -1 0 -9 0 11 12 0 -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100
0 0 0 || -1 0 || -9 0 11 12 0 -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100
0 0 || -1 0 0 || -9 0 11 12 0 -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100
|| -1 0 0 0 || -9 0 11 12 0 -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100
-1 0 0 0 0 || -9 0 || 11 12 0 -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100
-1 0 0 0 0 -9 0 11 || 0 12 || -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100
-1 0 0 0 0 -9 0 || 0 11 12 || -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100
-1 0 0 0 0 || -9 0 0 11 12 || -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100
|| -9 -1 0 0 0 0 0 11 12 || -9 1 2 94 1 1 100 100 100 100
-9 -1 0 0 0 0 0 11 12 || -9 1 || 2 94 1 1 100 100 100 100
-9 -1 0 0 0 0 0 11 12 -9 1 2 || 1 94 || 1 100 100 100 100
-9 -1 0 0 0 0 0 11 12 -9 1 || 1 2 94 || 1 100 100 100 100
-9 -1 0 0 0 0 0 11 12 || -9 1 1 2 94 || 1 100 100 100 100
-9 -1 0 0 0 0 0 11 12 -9 1 1 2 94 || 1 100 || 100 100 100
-9 -1 0 0 0 0 0 11 12 -9 1 1 2 94 1 100 100 || 100 100 ||
-9 -1 0 0 0 0 0 11 12 -9 1 1 2 94 1 100 || 100 100 100 ||
-9 -1 0 0 0 0 0 11 12 -9 1 1 2 94 || 1 100 100 100 100 ||
-9 -1 0 0 0 0 0 11 12 || -9 1 1 1 2 94 100 100 100 100 ||
|| -9 -9 -1 0 0 0 0 0 1 1 1 2 11 12 94 100 100 100 100 ||

Array after in-place merge sort:
-9 -9 -1 0 0 0 0 0 1 1 1 2 11 12 94 100 100 100 100
```

- * Tổng số lệnh: 21949.
- * Số lệnh R-type: 2982.
- * Số lệnh I-type: 17968.
- * Số lệnh J-type: 999.

– Testcase 4:

```
Array before in-place merge sort:
3 34 3 4 3 4 34 3 4 3 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4

|| 3 34 || 3 4 3 4 34 3 4 3 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4
3 34 3 || 3 4 || 4 34 3 4 3 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4
3 34 || 3 3 4 || 4 34 3 4 3 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4
|| 3 3 3 4 34 || 4 34 3 4 3 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4
3 3 3 4 34 || 4 34 || 3 4 3 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4
3 3 3 4 34 4 34 3 || 3 4 || 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4
3 3 3 4 34 4 34 || 3 3 4 || 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4
3 3 3 4 34 || 3 3 4 4 34 || 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4
|| 3 3 3 3 3 4 4 4 34 34 || 4 3 43 4 3 4 3 4 3 4
3 3 3 3 3 4 4 4 34 34 || 3 4 || 43 4 3 4 3 4 3 4
3 3 3 3 3 4 4 4 34 34 3 4 43 || 3 4 || 4 3 4 3 4
3 3 3 3 3 4 4 4 34 34 || 3 4 43 || 4 3 4 3 4
3 3 3 3 3 4 4 4 34 34 || 3 3 4 4 43 || 4 3 4 3 4
3 3 3 3 3 4 4 4 34 34 3 3 4 4 43 || 3 4 || 4 3 4
3 3 3 3 3 4 4 4 34 34 3 3 4 4 43 3 4 || 3 4 4 ||
3 3 3 3 3 4 4 4 34 34 3 3 4 4 43 || 3 4 4 4 ||
3 3 3 3 3 4 4 4 34 34 || 3 3 3 3 4 4 4 4 43 ||
|| 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 4 34 34 43 ||

Array after in-place merge sort:
3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 4 34 34 43
```

- * Tổng số lệnh: 22321.
- * Số lệnh R-type: 3100.
- * Số lệnh I-type: 18180.
- * Số lệnh J-type: 1041.

– Testcase 5:

```
Array before in-place merge sort:
20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

|| 19 20 || 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
19 20 18 || 16 17 || 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
19 20 || 16 17 18 || 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
|| 16 17 18 19 20 || 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
16 17 18 19 20 || 14 15 || 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
16 17 18 19 20 14 15 13 || 11 12 || 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
16 17 18 19 20 14 15 || 11 12 13 || 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
16 17 18 19 20 || 11 12 13 14 15 || 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
|| 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 || 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 || 9 10 || 8 7 6 5 4 3 2 1
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 9 10 8 || 6 7 || 5 4 3 2 1
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 9 10 || 6 7 8 || 5 4 3 2 1
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 || 6 7 8 9 10 || 5 4 3 2 1
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 6 7 8 9 10 || 4 5 || 3 2 1
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 6 7 8 9 10 4 5 3 || 1 2 ||
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 6 7 8 9 10 4 5 || 1 2 3 ||
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 6 7 8 9 10 || 1 2 3 4 5 ||
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 || 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ||
|| 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ||

Array after in-place merge sort:
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
```

- * Tổng số lệnh: 23265.
- * Số lệnh R-type: 3315.
- * Số lệnh I-type: 18802.
- * Số lệnh J-type: 1148.

– Testcase 6:

```
Array before in-place merge sort:
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0

|| -19 -18 || -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 || -16 -15 || -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 || -17 -16 -15 || -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
|| -19 -18 -17 -16 -15 || -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 || -14 -13 || -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 || -11 -10 || -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 || -12 -11 -10 || -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 || -14 -13 -12 -11 -10 || -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
|| -19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 || -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 || -9 -8 || -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 || -6 -5 || -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 || -7 -6 -5 || -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 || -9 -8 -7 -6 -5 || -4 -3 -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 || -4 -3 || -2 -1 0
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 || -2 -1 0 ||
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 || -4 -3 -2 -1 0 ||
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 || -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 ||
|| -19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 ||

Array after in-place merge sort:
-19 -18 -17 -16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0
```

- * Tổng số lệnh: 21735.
- * Số lệnh R-type: 2960.
- * Số lệnh I-type: 17796.
- * Số lệnh J-type: 979.

– Testcase 7:

```
Array before in-place merge sort:
144 1 2 4 9 16 36 25 143 49 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432

|| 1 144 || 2 4 9 16 36 25 143 49 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432
1 144 2 || 4 9 || 16 36 25 143 49 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432
1 144 || 2 4 9 || 16 36 25 143 49 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432
|| 1 2 4 9 144 || 16 36 25 143 49 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432
1 2 4 9 144 || 16 36 || 25 143 49 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432
1 2 4 9 144 16 36 25 || 49 143 || 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432
1 2 4 9 144 16 36 || 25 49 143 || 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432
1 2 4 9 144 || 16 25 36 49 143 || 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432
|| 1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 || 64 81 169 121 100 534 432 321 765 432
1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 || 64 81 || 169 121 100 534 432 321 765 432
1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 64 81 169 || 100 121 || 534 432 321 765 432
1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 64 81 || 100 121 169 || 534 432 321 765 432
1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 || 64 81 100 121 169 || 534 432 321 765 432
1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 64 81 100 121 169 || 432 534 || 321 765 432
1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 64 81 100 121 169 432 534 321 || 432 765 ||
1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 64 81 100 121 169 432 534 || 321 432 765 ||
1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 64 81 100 121 169 || 321 432 432 534 765 ||
1 2 4 9 16 25 36 49 143 144 || 64 81 100 121 169 321 432 432 534 765 ||
|| 1 2 4 9 16 25 36 49 64 81 100 121 143 144 169 321 432 432 534 765 ||

Array after in-place merge sort:
1 2 4 9 16 25 36 49 64 81 100 121 143 144 169 321 432 432 534 765
```

- * Tổng số lệnh: 21957.
- * Số lệnh R-type: 3022.
- * Số lệnh I-type: 17931.
- * Số lệnh J-type: 1004.

– Testcase 8:

```
Array before in-place merge sort:
2000 -3000 60 79 41 0 21 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100

|| -3000 2000 || 60 79 41 0 21 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
-3000 2000 60 || 41 79 || 0 21 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
-3000 2000 || 41 60 79 || 0 21 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
|| -3000 41 60 79 2000 || 0 21 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
-3000 41 60 79 2000 || 0 21 || -995 -5 6 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
-3000 41 60 79 2000 0 21 -995 || -5 6 || 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
-3000 41 60 79 2000 0 21 || -995 -5 6 || 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
-3000 41 60 79 2000 || -995 -5 0 6 21 || 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
|| -3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 || 11 12 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
-3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 || 11 12 || 13 1450 0 60 -17 -20 19 100
-3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 11 12 13 || 0 1450 || 60 -17 -20 19 100
-3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 11 12 || 0 13 1450 || 60 -17 -20 19 100
-3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 || 0 11 12 13 1450 || 60 -17 -20 19 100
-3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 0 11 12 13 1450 || -17 60 || -20 19 100
-3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 0 11 12 13 1450 -17 60 -20 || 19 100 ||
-3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 0 11 12 13 1450 -17 60 || -20 19 100 ||
-3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 0 11 12 13 1450 || -20 -17 19 60 100 ||
-3000 -995 -5 0 6 21 41 60 79 2000 || -20 -17 0 11 12 13 19 60 100 1450 ||
|| -3000 -995 -20 -17 -5 0 0 6 11 12 13 19 21 41 60 60 79 100 1450 2000 ||

Array after in-place merge sort:
-3000 -995 -20 -17 -5 0 0 6 11 12 13 19 21 41 60 60 79 100 1450 2000
```

- * Tổng số lệnh: 22637.
- * Số lệnh R-type: 3165.
- * Số lệnh I-type: 18398.
- * Số lệnh J-type: 1074.

– Testcase 9:

```
Array before in-place merge sort:
2 -3 -6 7 4 0 2 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18

|| -3 2 || -6 7 4 0 2 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
-3 2 -6 || 4 7 || 0 2 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
-3 2 || -6 4 7 || 0 2 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
|| -6 -3 2 4 7 || 0 2 -995 -5 6 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
-6 -3 2 4 7 || 0 2 || -995 -5 6 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
-6 -3 2 4 7 0 2 -995 || -5 6 || 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
-6 -3 2 4 7 0 2 || -995 -5 6 || 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
-6 -3 2 4 7 || -995 -5 0 2 6 || 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
|| -995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 || 11 12 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
-995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 || 11 12 || 13 1450 0 16 -17 -20 19 -18
-995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 11 12 13 || 0 1450 || 16 -17 -20 19 -18
-995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 11 12 || 0 13 1450 || 16 -17 -20 19 -18
-995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 || 0 11 12 13 1450 || 16 -17 -20 19 -18
-995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 0 11 12 13 1450 || -17 16 || -20 19 -18
-995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 0 11 12 13 1450 -17 16 -20 || -18 19 ||
-995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 0 11 12 13 1450 -17 16 || -20 -18 19 ||
-995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 0 11 12 13 1450 || -20 -18 -17 16 19 ||
-995 -6 -5 -3 0 2 2 4 6 7 || -20 -18 -17 0 11 12 13 16 19 1450 ||
|| -995 -20 -18 -17 -6 -5 -3 0 0 2 2 4 6 7 11 12 13 16 19 1450 ||

Array after in-place merge sort:
-995 -20 -18 -17 -6 -5 -3 0 0 2 2 4 6 7 11 12 13 16 19 1450
```

- * Tổng số lệnh: 22527.
- * Số lệnh R-type: 3138.
- * Số lệnh I-type: 18328.
- * Số lệnh J-type: 1061.

– Testcase 10:

```
Array before in-place merge sort:
2 3 -5 -7 44 0 25 995 -5 6 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180

|| 2 3 || -5 -7 44 0 25 995 -5 6 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180
2 3 -5 || -7 44 || 0 25 995 -5 6 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180
2 3 || -7 -5 44 || 0 25 995 -5 6 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180
|| -7 -5 2 3 44 || 0 25 995 -5 6 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180
-7 -5 2 3 44 || 0 25 || 995 -5 6 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180
-7 -5 2 3 44 0 25 995 || -5 6 || 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180
-7 -5 2 3 44 0 25 || -5 6 995 || 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180
-7 -5 2 3 44 || -5 0 6 25 995 || 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180
|| -7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 || 123 234 123 14 0 16 17 20 -19 180
-7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 || 123 234 || 123 14 0 16 17 20 -19 180
-7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 123 234 123 || 0 14 || 16 17 20 -19 180
-7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 123 234 || 0 14 123 || 16 17 20 -19 180
-7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 || 0 14 123 123 234 || 16 17 20 -19 180
-7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 0 14 123 123 234 || 16 17 || 20 -19 180
-7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 0 14 123 123 234 16 17 20 || -19 180 ||
-7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 0 14 123 123 234 16 17 || -19 20 180 ||
-7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 0 14 123 123 234 || -19 16 17 20 180 ||
-7 -5 -5 0 2 3 6 25 44 995 || -19 0 14 16 17 20 123 123 180 234 ||
|| -19 -7 -5 -5 0 0 2 3 6 14 16 17 20 25 44 123 123 180 234 995 ||

Array after in-place merge sort:
-19 -7 -5 -5 0 0 2 3 6 14 16 17 20 25 44 123 123 180 234 995
```

- * Tổng số lệnh: 22471.
- * Số lệnh R-type: 3124.
- * Số lệnh I-type: 18292.
- * Số lệnh J-type: 1055.

3 Nhật ký làm việc

- Trưa ngày 21/11/2020: Lập nhóm chat, thêm các thành viên vào nhóm, lựa chọn đề bài để đăng ký.
- Sáng ngày 26/11/2020: Đăng ký đề bài (đề 06) lên diễn đàn môn học và đăng ký danh sách thành viên.
- Chiều ngày 27/11/2020: Phân công công việc cụ thể như sau:
 - Đỗ Quang Minh: viết báo cáo bằng LaTeX và phụ trách chuẩn bị phần lý thuyết (hình dưới).

Thống kê số lệnh, loại lệnh của chương trình của nhóm Tính và trình bày cách tính thời gian chạy của chương trình trên máy tính MIPS có tần số 2GHz

- Mai Hoàng Anh Vũ và Chung Đông Phong: tìm ý tưởng để code bài tập lớn và phụ trách phần code.
- 28/11/2020 – 1/12/2020: Nhóm tìm kiếm các ý tưởng và chuẩn bị phần lý thuyết.
- 1/12/2020 – 5/12/2020: Anh Vũ và Đông Phong tiến hành code, tìm cách khắc phục các lỗi phát sinh. Quang Minh tìm kiếm tư liệu để sửa lỗi.
- 5/12/2020 – 12/12/2020: Nhóm tiếp tục việc sửa lỗi và viết báo cáo, nộp bài và hoàn thành bài tập lớn.