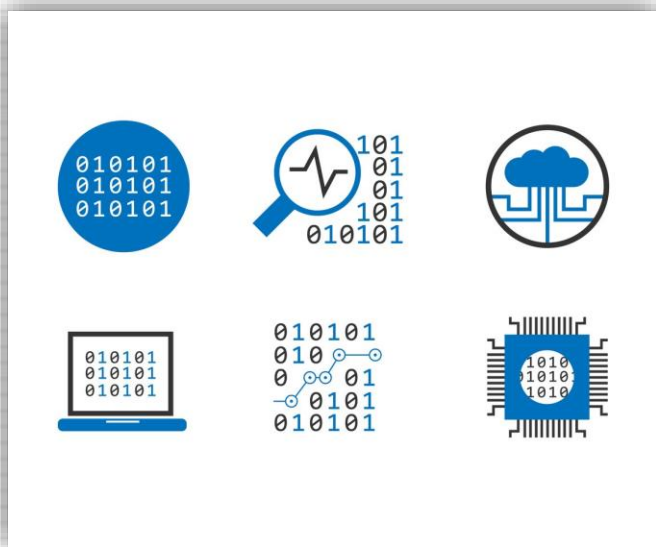


KỸ THUẬT LẬP TRÌNH

CHƯƠNG 6: CÁC THUẬT TOÁN THÔNG DỤNG



GV: Phạm Nguyễn Sơn Tùng

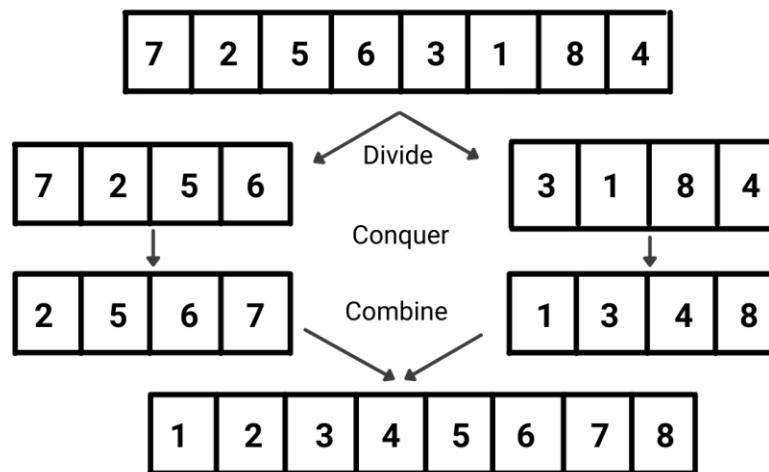
Email: pnstung@fit.hcmus.edu.vn

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Định nghĩa: Là một trong những thuật toán có thời gian chạy tốt nhất tại thời điểm hiện tại. Độ phức tạp $N \log N$.

Dùng phương pháp chia để trị. Cần phải dùng một mảng phụ để sắp xếp.

Merge Sort



GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Chia các phần tử từ mảng lớn thành những mảng nhỏ có 1 hoặc 2 phần tử.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 7 | 3 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sắp xếp các phần tử.

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 6 |

| 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|
| 8 | 5 | 7 | 3 |

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|
| 5 | 8 | 3 | 7 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

K = 0

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 4 | 1 | 6 | 5 | 8 | 3 | 7 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

$K = 1$

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 1 | 6 | 5 | 8 | 3 | 7 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

$K = 2$

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| temp | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | 1 | 2 | 4 | 6 | 5 | 8 | 3 | 7 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Chép mảng temp lên mảng a.

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 6 |

| 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|
| 8 | 5 | 7 | 3 |

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|
| 5 | 8 | 3 | 7 |

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| temp | 1 | 2 | 4 | 6 | 5 | 8 | 3 | 7 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 4 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

$K = 4$

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 8 | 3 | 7 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 4 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

K = 5

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 3 | 7 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 4 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

K = 6

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Chép mảng temp lên mảng a.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 4 | 1 | 6 | 5 | 8 | 3 | 7 |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| temp | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 |

**TIẾP TỤC GHÉP 2 MẢNG LỚN
LẠI VỚI NHAU**

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 4 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | 5 | 7 | 8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

K = 0

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 4 | 1 | 6 | 5 | 8 | 3 | 7 |

$K = 1$

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 4 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | 5 | 7 | 8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

K = 2

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 3 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 6 |

| 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|
| 3 | 5 | 7 | 8 |

| 0 | 1 |
|---|---|
| 2 | 4 |

| 2 | 3 |
|---|---|
| 1 | 6 |

| 4 | 5 |
|---|---|
| 5 | 8 |

| 6 | 7 |
|---|---|
| 3 | 7 |

K = 3

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| temp | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 5 | 7 | 8 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 4 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | 5 | 7 | 8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

K = 4

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 7 | 8 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 4 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | 5 | 7 | 8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 8 | 3 | 7 |

K = 5

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau. Mảng nào hết trước chạy mảng kia.

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 1 | 6 | 5 | 8 | 3 | 7 |

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| temp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

K = 6

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Sau đó trộn (merge) với 2 mảng nhỏ với nhau. Mảng nào hết trước chạy mảng kia.

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 6 | 8 | 5 | 7 | 3 |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 8 |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 1 | 6 | 5 | 8 | 3 | 7 |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| temp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

K = 7

GIỚI THIỆU THUẬT TOÁN SẮP XẾP TRỘN

Chép mảng temp lên mảng a.

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |

| 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|
| 5 | 6 | 7 | 8 |

| 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 1 | 6 |

| 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|
| 5 | 8 | 3 | 7 |

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| temp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

MÃ NGUỒN MINH HỌA

```
void Merge(int *a, int *temp, int n, int from, int mid, int to)
{
    int K = from, i = from, j = mid + 1;
    while (i <= mid && j <= to)
    {
        if (a[i] < a[j])
        {
            temp[K++] = a[i++];
        }
        else
        {
            temp[K++] = a[j++];
        }
    }
    while (i < n && i <= mid)
    {
        temp[K++] = a[i++];
    }

    for (int i = from; i <= to; i++)
    {
        a[i] = temp[i];
    }
}
```

MÃ NGUỒN MINH HỌA

```
void MergeSort(int *a, int *temp, int n, int left, int right)
{
    for (int i = 1; i <= right - left; i = 2 * i)
    {
        for (int j = left; j < right; j += 2 * i)
        {
            int from = j;
            int mid = j + i - 1;
            int to = min(j + 2 * i - 1, right);
            Merge(a, temp, n, from, mid, to);
        }
    }
}
```


MÃ NGUỒN MINH HỌA

```
int main()
{
    int *a, *temp;
    int n;
    cin >> n;
    a = new int[n];
    temp = new int[n];
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        cin >> temp[i];
        a[i] = temp[i];
    }

    MergeSort(a, temp, n, 0, n - 1);

    XuatMang(a, n);

    return 0;
}
```