

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
MÔN PHÂN TÍCH THIẾT KẾ THUẬT TOÁN



BÁO CÁO ĐỒ ÁN MÔN HỌC

CHIA ĐỂ TRỊ

GIẢNG VIÊN:

ThS. Nguyễn Thanh Sơn

NHÓM 5:

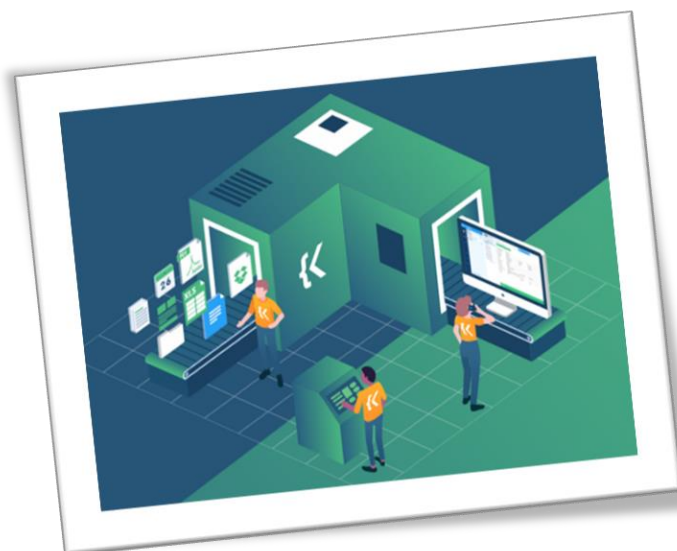
Nguyễn Hữu Doanh – 18520606

Nguyễn Minh Châu – 18520519

Tô Viết Anh – 18520471

Năm học: 2020 – 2021

MỤC LỤC



LỜI NÓI ĐẦU	3
TỔNG QUAN.....	4
1. Thông tin nhóm.....	4
2. Đánh giá nhóm	5
KẾ HOẠCH ĐỒ ÁN	6
1. Chủ đề.....	6
2. Kế hoạch và thời gian thực hiện đồ án.....	6
3. Phân công công việc cho các thành viên	7
4. Kế hoạch họp nhóm	8
5. Chi tiết đề tài.....	9
6. Kết luận.....	19
7. Nhận xét – Rút kinh nghiệm... ..	20

LỜI NÓI ĐẦU

LỚP CS112.L12.KHCL



Cấu trúc dữ liệu và các chiến lược thiết kế thuật toán là các lĩnh vực nghiên cứu gắn liền với nhau và là một trong những lĩnh vực nghiên cứu lâu đời của khoa học máy tính. Hầu hết các chương trình được viết ra, chạy trên máy tính, dù lớn hay nhỏ, dù đơn giản hay phức tạp, đều phải sử dụng các cấu trúc dữ liệu tuân theo các trình tự, cách thức làm việc nào đó, chính là các giải thuật. Việc hiểu biết về các thuật toán và các chiến lược thiết kế thuật toán cho phép các lập trình viên có nền tảng lý thuyết vững chắc, có nhiều lựa chọn hơn trong việc đưa ra các giải pháp cho các bài toán thực tế. Vì vậy việc học tập môn học **Phân tích thiết kế thuật toán** là một điều quan trọng.

Chia để trị là một phương pháp thiết kế thuật toán rất quan trọng trong ngành khoa học máy tính. Phương pháp sử dụng chủ yếu giải thuật đệ quy, phương pháp được sử dụng phổ biến để giải quyết các vấn đề, bài toán phức tạp nhằm mục đích giảm chi phí của bài toán đến mức tối ưu có thể. Tư tưởng của phương pháp chia để trị hình thành rất sớm (khoảng 200 năm trước công nguyên) từ một bài toán sắp xếp các mặt hàng một cách đơn giản của người Babylon. Trong khuôn khổ bài báo cáo môn học, nhóm thực hiện chỉ nêu lên những vấn đề cơ bản của phương pháp này.

Trong suốt quá trình thực hiện đề tài, chúng em đã được sự giúp đỡ của các bạn, các thầy cô ở trường Đại học Công nghệ Thông Tin – Đại học Quốc gia TP.HCM, đặc biệt là thầy **Nguyễn Thanh Sơn** đã nhiệt tình hỗ trợ, chỉ dẫn và giúp đỡ chúng em trong suốt quá trình thực hiện đồ án.

Trong quá trình thực hiện không khỏi mắc phải những sai sót, mọi lời nhận xét góp ý hoặc bổ sung nhằm hoàn thiện đồ án của thầy là điều vô cùng quý giá đối với chúng em.

Chúng em xin chân thành cảm ơn!

TỔNG QUAN

LỚP CS112.L12.KHCL



1 Thông tin nhóm

• Thông tin chung

Tên nhóm	Lớp	Số lượng thành viên	Nội dung đề tài đồ án	Thời gian bắt đầu	Thời gian báo cáo
Nhóm 5	CS112.L12.KHCL	3	Chia để trị	22/09/2020	06/10/2020

• Thông tin cá nhân

Mã số sinh viên	Họ và tên sinh viên	Lớp sinh hoạt	Email liên hệ
18520606	NGUYỄN HỮU DOANH	KHCL2018.1	18520606@gm.uit.edu.vn
18520519	NGUYỄN MINH CHÂU	KHCL2018.1	18520519@gm.uit.edu.vn
18520471	TÔ VIỆT ANH	KHCL2018.1	18520471@gm.uit.edu.vn

2 Đánh giá nhóm

• Đánh giá chung

□ Về cơ bản, nhóm đã hoàn thành toàn bộ nội dung yêu cầu của giảng viên trong đề án môn học với mức độ đạt yêu cầu về tiến độ đề án. Được sự hướng dẫn của giảng viên cùng với sự hợp tác, tinh thần trách nhiệm của các thành viên trong nhóm, đề án môn học của nhóm đã được hoàn thành trong vòng 2 tuần từ 22/09/2020 đến 05/10/2020, đáp ứng nhiệm vụ báo cáo cuối kì vào ngày 06 tháng 10 năm 2020.

□ Trong quá trình thực hiện đề án, nhóm đã thể hiện được sự đoàn kết và hiệu quả của kĩ năng làm việc nhóm. Ngoài ra còn củng cố và nâng cao các kĩ năng mềm của từng thành viên trong nhóm.

• Đánh giá cá nhân

□ Nhìn chung, mỗi thành viên trong nhóm đã phát huy tốt vai trò và hoàn thành tốt nhiệm vụ được phân công trong quá trình hoàn thành đề án.

□ Các thành viên trong nhóm đều hoàn thành nhiệm vụ ở mức độ tốt và khá tốt nội dung được phân công. Ngoài ra, các thành viên trong nhóm còn tích cực hỗ trợ cho nhau, phát huy những ưu điểm và khắc phục những hạn chế, thiếu sót trong quá trình nghiên cứu và thực hiện đề án.

□ Sau đây là bảng đánh giá mức độ hoàn thành nhiệm vụ được giao của các thành viên trong nhóm.

MSSV	Họ và tên SV	Tỷ lệ công việc được giao	Tỷ lệ hoàn thành tốt	Nhận xét – Đánh giá
18520606	NGUYỄN HỮU DOANH	31%	100%	Hoàn thành nhiệm vụ được phân công.
18520519	NGUYỄN MINH CHÂU	34%	100%	Hoàn thành nhiệm vụ được phân công.
18520471	TÔ VIỆT ANH	35%	100%	Hoàn thành nhiệm vụ được phân công.

KẾ HOẠCH ĐỒ ÁN



LỚP CS112.L12.KHCL

1 Chủ đề

Giới thiệu phương pháp thiết kế thuật toán: **Divide and Conquer**.

- Sinh viên vận dụng được phương pháp thiết kế để giải bài toán cụ thể.
- Đặc điểm bài toán, dạng thuật toán phổ quát, ưu/nhược điểm, ..., 2 bài toán minh họa (thích hợp/không thích hợp) + 1 bài tập về nhà. Mỗi thuật toán được thiết kế cần chỉ rõ độ phức tạp.

2 Kế hoạch và thời gian thực hiện đồ án

Cột mốc	Công việc dự kiến	Ước lượng thời gian	Sản phẩm
22/09/2020	Tìm hiểu lý thuyết về phương pháp "Chia để trị"	3 ngày	Kiến thức cơ bản về phương pháp "Chia để trị".
25/09/2020	Trình bày cho nhau về kiến thức đã tìm hiểu.	1 ngày	Chia sẻ những link hoặc sách hay về đề tài nhóm tìm hiểu.
	Phân công nhiệm vụ tìm hiểu tiếp theo cho từng thành viên.	3 ngày	Các bài toán cơ bản.
	Viết code chạy thử nghiệm.	2 ngày	File code theo từng bài toán.
	Kiểm tra và chỉnh sửa bài tập.	1 ngày	File bài tập sau chỉnh sửa.
02/10/2020	Soạn slide và tập thuyết trình.	3 ngày	File *.pptx thuyết trình.
05/10/2020	Tổng duyệt đồ án.	2 ngày	File *.pptx thuyết trình
	Báo cáo đồ án.	1 buổi	
20/11/2020	Viết báo cáo hoàn thành đồ án.	1 tuần	File *.docx báo cáo.

3 Phân công công việc cho các thành viên

Mã số sinh viên	Họ và tên sinh viên	Nhiệm vụ
18520606	NGUYỄN HỮU DOANH	<ul style="list-style-type: none">▶ Góp ý chỉnh sửa slide thuyết trình.▶ Tìm kiếm, giải bài tập về các bài toán sắp xếp và trình bày trước lớp.▶ Hỗ trợ viết báo cáo đồ án.
18520506	NGUYỄN MINH CHÂU	<ul style="list-style-type: none">▶ Tìm hiểu lý thuyết về Chia để trị.▶ Hỗ trợ kiểm duyệt báo cáo đồ án.▶ Trang trí và thiết kế slide thuyết trình.▶ Soạn bộ câu hỏi giúp đánh giá mức độ hiểu bài của lớp (Kahoot!).
18520471	TÔ VIỆT ANH	<ul style="list-style-type: none">▶ Tìm hiểu lý thuyết về Chia để trị.▶ Tìm kiếm, giải bài tập về các bài toán tìm kiếm và trình bày trước lớp.▶ Viết báo cáo đồ án môn học.▶ Soạn bộ câu hỏi giúp đánh giá mức độ trình bày của nhóm (Socrative).▶ Trang trí và thiết kế slide thuyết trình.

4 Kế hoạch họp nhóm

Thời gian	Nội dung dự kiến	Hình thức	Chuẩn bị cần thiết	Kiểm diện
22/09/2020	Họp nhóm trao đổi và phân công cho từng thành viên tìm hiểu.	Họp mặt trực tiếp	Chuẩn bị nội dung.	Đủ
23/09/2020	Thống nhất chung ý tưởng và các tài liệu đã tìm cho đề án.	Họp mặt trực tiếp	Chuẩn bị ý tưởng và trích dẫn tài liệu của từng cá nhân.	Đủ
25/09/2020	Trình bày và giải thích cho nhau về từng phần đã tìm hiểu theo phân công đã chia.	Họp mặt trực tiếp	Chuẩn bị dụng cụ hỗ trợ.	Đủ
29/09/2020	Giải bài tập một số bài toán cơ bản dùng phương pháp chia để trị.	Online	Thông qua Teams	Đủ
01/10/2020	Chỉnh sửa và giải đáp thắc mắc về bài tập.	Online	Thông qua Teams	Đủ
02/10/2020	Soạn nội dung cho slide thuyết trình.	Họp mặt trực tiếp	Chuẩn bị nội dung thuyết trình.	Đủ
03/10/2020	Thiết kế và trang trí slide.	Họp mặt trực tiếp	Chuẩn bị slide thuyết trình.	Đủ
04/10/2020	Luyện tập thuyết trình.	Họp mặt trực tiếp	Chuẩn bị bài báo cáo và bài thuyết trình.	Đủ
05/10/2020	Tổng duyệt đề án.	Họp mặt trực tiếp	Chuẩn bị bài báo cáo và bài thuyết trình.	Đủ
20/11/2020	Soạn dàn ý bài báo cáo đề án.	Họp mặt trực tiếp	Chuẩn bị laptop, các file mẫu.	Đủ
25/11/2020	Viết bài báo cáo hoàn chỉnh.	Họp mặt trực tiếp	Chuẩn bị laptop.	Đủ

Chia để trị

a) Khái niệm

► Trong khoa học máy tính, chia để trị là một mô hình thiết kế thuật toán quan trọng dựa trên đệ quy với nhiều phân nhánh. Thuật toán chia để trị hoạt động bằng cách chia bài toán thành nhiều bài toán nhỏ hơn thuộc cùng thể loại, cứ như vậy lặp lại nhiều lần, cho đến khi bài toán thu được đủ đơn giản để có thể giải quyết trực tiếp. Sau đó lời giải của các bài toán nhỏ được tổng hợp lại thành lời giải cho bài toán ban đầu.

► Kỹ thuật này là cơ sở cho nhiều thuật toán hiệu quả, chẳng hạn như thuật toán sắp xếp (sắp xếp nhanh, sắp xếp trộn), thuật toán nhân (thuật toán Karatsuba), thuật toán phân tích cú pháp, thuật toán biến đổi Fourier rời rạc.

► Tên gọi "chia để trị" đôi khi cũng được áp dụng cho các thuật toán quy bài toán ban đầu về đúng một bài toán nhỏ hơn, chẳng hạn như thuật toán tìm kiếm nhị phân, dùng cho việc tìm khóa trong một danh sách đã sắp xếp. Những thuật toán này có thể được lập trình hiệu quả hơn thuật toán chia để trị thông thường: đặc biệt, nếu các thuật toán này dùng đệ quy đuôi thì có thể chuyển chúng thành một vòng lặp thay vì đệ quy. Vì vậy nhiều tác giả cho rằng tên "chia để trị" chỉ nên dùng cho trường hợp mỗi bài toán có thể được chia thành hai hay nhiều hơn bài toán nhỏ.

► Có tác giả đã đề xuất tên "giảm để trị" cho trường hợp quy về đúng một bài toán nhỏ hơn.

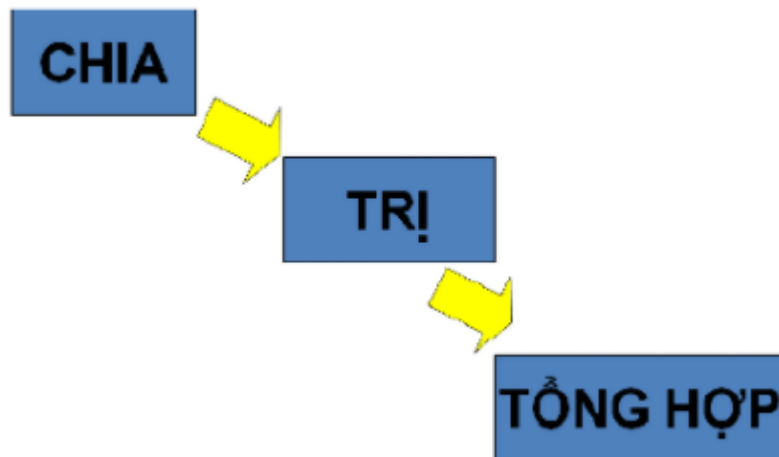
b) Ý tưởng

► Ý tưởng chính của phương pháp chia để trị là chia một bài toán ban đầu thành hai hay nhiều bài toán nhỏ hơn cùng loại hoặc liên quan với nhau. Cho đến khi kết quả bài toán đó có thể tổng hợp được bằng cách kết hợp kết quả của những bài toán cơ sở hoặc đơn giản có thể giải quyết một cách trực tiếp dễ dàng hơn.

► Nguyên lý mô hình chia để trị là xử lý vấn đề từ trên xuống. Ta cũng có một mô hình khác giải quyết theo cách ngược lại đó là phương pháp quy hoạch động xử lý vấn đề từ dưới lên.

c) Các bước thực hiện

- Các bước thiết kế thuật toán theo phương pháp chia để trị:



1. **Divide:** Trong bước này, chúng ta chia bài toán ban đầu thành các bài toán con. Mỗi bài toán con nên là một phần của bài toán ban đầu. Nói chung, bước này sử dụng phương pháp đệ quy để chia nhỏ các bài toán cho đến khi không thể chia thêm nữa. Khi đó, các bài toán con được gọi là "atomic – nguyên tử", nhưng chúng vẫn biểu diễn một phần nào đó của bài toán ban đầu.
2. **Conquer:** Trong bước này, các bài toán con được giải quyết, nếu vấn đề con có kích thước đủ nhỏ hoặc đơn giản thì giải quyết.
3. **Combine:** Sau khi các bài toán con đã được giải, trong bước này chúng ta sẽ kết hợp chúng một cách đệ quy để tìm ra giải pháp cho bài toán ban đầu.

d) Mối quan hệ với đệ quy

- Trước tiên ta cần tìm hiểu đệ quy và ưu điểm của đệ quy. Đệ quy có thể định nghĩa một tập rất lớn các tác động chỉ bởi rất ít số mệnh đề, rất thích hợp để giải quyết những bài toán có tính chất đệ quy.

- Khi dùng đệ quy, bài toán giải quyết sẽ dễ dàng hơn, đơn giản hơn. Từ đó có thể nói bản chất của đệ quy là giải quyết bài toán theo kiểu quy nạp, điều này có ý nghĩa trong việc chúng ta chia bài toán ra để trị.

- Hiện nay vẫn còn nhiều bài toán chỉ giải quyết được bằng đệ quy. Nhưng bên cạnh đó, không ít bài toán dùng đệ quy lại gây ra tình trạng tiêu tốn tài nguyên hoặc thực hiện thừa các tác vụ không cần thiết.

► Mỗi quan hệ giữa đệ quy và chi để trị có thể xem như “anh em trong gia đình”. Với bản chất của đệ quy, chúng ta có thể dùng nó để thiết kế việc chia như thế nào trong thuật toán, giúp việc đặt vấn đề trở nên đơn giản hơn.

► Nếu như khẳng định việc sử dụng đệ quy trong việc chia để trị là yếu tố hiển nhiên là không sai. Tuy nhiên, ta cần chú ý rằng đệ quy không phải là chìa khóa vàng. Đệ quy cũng có một số khiếm khuyết như đã đề cập ở trên. Do đó đệ quy không phải là con đường duy nhất để thành công

► Chúng ta có thể sử dụng các phương pháp khử đệ quy khác như: Stack, Loop,

e) Đánh giá phương pháp

❖ Ưu điểm:

► Công nghệ thông tin ngày nay ứng dụng phương pháp chia để trị phổ biến dựa trên sự phát triển công nghệ và sự ra đời của các bộ xử lý đa luồng, các mô hình tính toán song song. Giúp các vấn đề nhỏ được xử lý như như một lúc, giúp giảm thiểu thời gian và chi phí thực thi đi gấp nhiều lần, đây là một trong những ưu điểm chính của phương pháp chia để trị.

► Hơn thế nữa, phương pháp này còn giúp tận dụng bộ nhớ đệm một cách hiệu quả, đó là kết quả của việc chia nhỏ vấn đề mà bản thân các vấn đề đó có thể giải quyết được trên bộ nhớ cache, không cần gửi thông tin đến bộ nhớ truy cập.

❖ Nhược điểm:

► Chia để trị không thể lưu được kết quả từ những bài toán nhỏ mà nó đã giải quyết nên không thể cung cấp cho lần yêu cầu tiếp theo. Do đó cần xem xét kỹ trước khi quyết định sử dụng chia để trị vào việc giải quyết bài toán.

► Chia để trị cần chia thành các bài toán con cùng dạng với bài toán cơ sở, nếu ngược lại thì sẽ cần thực thi nhiều thời gian hơn và tốn kém tài nguyên hơn so với các phương pháp thông thường.

Các bài toán sử dụng “Chia để trị”

a) Bài toán 1: Cho một số nguyên a và số nguyên $n \geq 1$, tính a^n .

- Phương pháp mà bạn có thể nghĩ ngay tới là sử dụng công thức:

$$a^n = a * a^{n-1}$$

Với mã giả như sau: SLOWPOWER(a, n):

```
 $x \leftarrow a$   
for  $i \leftarrow 2$  to  $n$   
     $x \leftarrow x \cdot a$   
return  $x$ 
```

- Do ta chỉ đơn giản thực hiện n phép nhân, thời gian tính của SLOWPOWER là $O(n)$. Tuy nhiên, áp dụng phương pháp chia để trị, ta có thể tính lũy thừa nhanh hơn dựa trên công thức sau:

$$a^n = a^{n/2} * a^{n/2}$$

- Do tính $a^{n/2}$ và $a^{n/2}$ đều là các bài toán nhỏ hơn vì lũy thừa nhỏ hơn, ta có thể áp dụng chia để trị với mã giả như sau:

```
FASTPOWER( $a, n$ ):  
if  $n = 1$   
    return  $a$   
else  
     $x \leftarrow \text{FASTPOWER}(a, \lfloor n/2 \rfloor)$   
    if  $n$  is even  
        return  $x \cdot x$   
    else  $n$   
        return  $x \cdot x \cdot a$ 
```

- Gọi $T(n)$ là số phép nhân thực hiện để tính a^n . Ta có công thức đệ quy sau:

$$T(n) \leq T(n/2) + 2$$

$$T(n) = O(\log n)$$

- ➔ Như vậy, số phép nhân đã giảm từ n xuống còn $O(\log n)$ nếu ta dùng phương pháp chia để trị.

b) Bài toán 2: Cho một mảng $A[1,2, \dots, n]$ đã sắp xếp theo chiều tăng dần và một số nguyên a . Tìm vị trí của a trong mảng.

► Nếu duyệt hết các phần tử của mảng từ đầu đến cuối, ta sẽ mất thời gian là $O(n)$ để tìm.

► Tuy nhiên ta có thể lợi dụng tính chất mảng $A[1,2, \dots, n]$ đã sắp xếp để thiết kế giải thuật tìm kiếm với thời gian chỉ $O(\log n)$.

► Ở đây để đơn giản ta sẽ giả sử mảng A có ít nhất một phần tử có giá trị a . Ý tưởng của tìm kiếm nhị phân khá đơn giản:

- So sánh a với phần tử $A[n/2]$
- Nếu $a < A[n/2]$, ta tìm kiếm trên $A[1,2,\dots,n/2-1]$.
- Nếu $a > A[n/2]$, ta tìm kiếm trên $A[n/2+1,\dots,n]$.

```
BINARYSEARCH( $A[1, 2, \dots, n], a$ ):  
  if  $n = 1$   
    return  $n$   
  else  
     $m \leftarrow \lfloor n/2 \rfloor$   
    if  $a < A[m]$   
      return BINARYSEARCH( $A[1, 2, \dots, m-1], a$ )  
    else if  $a > A[m]$   
      return BINARYSEARCH( $A[m+1, 2, \dots, n], a$ )  
    else  
      return  $m$ 
```

► Ta thấy ở mỗi bước tìm kiếm, chúng ta loại bỏ được ít nhất một nửa số phần tử của mảng. Như vậy thời gian tìm kiếm $T(n)$ thỏa mãn:

$$T(n) = T(n/2) + O(1) = O(\log n)$$

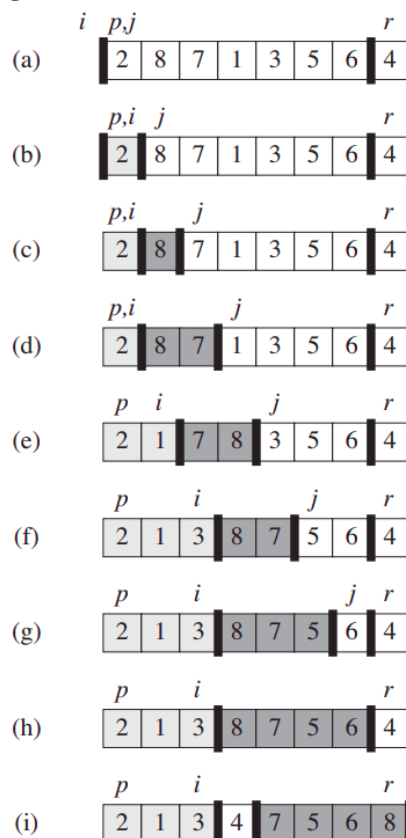
c) Bài toán 3: Quick Sort

► Thuật toán Quicksort là một thuật toán có đặc trưng như tên của nó đặt ra - sắp xếp nhanh. Quicksort được lựa chọn trong các cuộc thi bởi tính hiệu quả và uyển chuyển và dễ thao tác. Thuật toán có thời gian thực thi trong trường hợp tệ nhất là $O(n^2)$ hiệu quả đáng kể của nó ở mức trung bình là $O(n \log n)$.

► Sau đây là 3 bước xử lý Quicksort cho việc sắp xếp một mảng con $A[l, \dots, r]$ Trong đó:

- l - left chỉ số đầu.
- r - right chỉ số cuối.
- p - pivot là chỉ số chốt được lựa chọn để chia mảng, có thể là chỉ số đầu, chỉ số cuối, chỉ số trung bình hoặc ngẫu nhiên.

1. **Divide:** Chia mảng $A[l, \dots, r]$ thành 2 mảng con $A[l, \dots, p-1]$ và $A[p+1, \dots, r]$ Sao cho các phần tử bên phải pivot có giá trị lớn hơn hoặc bằng pivot cho trường hợp sắp xếp tăng dần (ngược lại với giảm dần), các phần tử bên trái pivot có giá trị nhỏ hơn hoặc bằng pivot. Tính chỉ số pivot là một phần trong bước xử lý này.
2. **Conquer:** Sắp xếp 2 mảng con $A[l, \dots, p-1]$ và $A[p+1, \dots, r]$ bằng cách gọi đệ quy lại hàm trên.
3. **Combine:** Bởi vì các mảng con đã được sắp xếp nên không cần thiết để kết hợp chúng lại nữa.



6 Kết luận

Qua quá trình thực hiện đồ án môn học, nhóm đã hoàn thành yêu cầu đề tài là tìm hiểu, học được kiến thức về phương pháp **chia để trị** và chia sẻ kiến thức cho các bạn cùng lớp. Ngoài tìm hiểu để báo cáo seminar, nhóm còn học hỏi từ những nhóm khác để tích lũy cho mình hành trang vững chắc khi đi làm ngoài thực tế.

Nhóm đã đoàn kết cùng nhau hoàn thành tốt đồ án, các thành viên đã hoàn thành từng nhiệm vụ cá nhân được giao, tích cực đóng góp ý tưởng và sắp xếp thời gian để cùng nhau để hoàn thiện đồ án nhóm.

7 Nhận xét – Rút kinh nghiệm

BÁO CÁO ĐỒ ÁN MÔN HỌC

Chia để trị



Giảng viên môn học:

Sinh viên viết báo cáo:

ThS. Nguyễn Thanh Sơn

Tô Viết Anh