

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC PHENIKAA**



**BÀI TẬP LỚN THUẬT TOÁN ỨNG DỤNG**

**Đề tài:** “Traveling Salesman Problem with Pickup and Delivery 2”

**Học phần :** Thuật Toán Ứng Dụng-1-2-22(N01)

**Giảng viên :** Nguyễn Minh Anh

**Nhóm sinh viên thực hiện:**

Trịnh Huy Tiệp - 21012523

Nguyễn Đại Phát - 21010625

Ngô Trọng Hiếu - 21011124

Phùng Hồng Phước - 21013118

Vương Xuân Kiên - 21012880

Nguyễn Việt Hoàng – 21010664

**HÀ NỘI 2023**

# MỤC LỤC

MỤC LỤC .....	2
BẢNG PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC .....	3
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	4
DANH MỤC BẢNG.....	5
PHẦN 1: MÔ TẢ BÀI TOÁN.....	6
1. Giới thiệu .....	6
2. Mô tả.....	6
PHẦN 2: Mô Tả Thuật Toán .....	8
1. Sử dụng local search để tối ưu bài toán .....	8
2. Mã giả code.....	8
PHẦN 3: DỮ LIỆU VÀ KẾT QUẢ .....	11
Input 1 .....	11
Input 2.....	12
Input 3.....	14
Input 4.....	15
Input 5.....	16
Input 6.....	17
Input 7 .....	18
Input 8.....	20
Input 9.....	21
Input 10.....	22
KẾT LUẬN.....	24

## BẢNG PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC

Trịnh Huy Tiếp	Vẽ đồ thị , Output,viết báo cáo phần mô tả và thực nghiệm, sửa báo cáo,phân chia công việc, hỗ trợ các phần khác
Nguyễn Đại Phát	Input, Code lời giải ban đầu,viết báo cáo phần thực nghiệm, sửa báo cáo
Phùng Hồng Phước	Code swap, viết báo cáo phần II, hỗ trợ viết phần I
Ngô Trọng Hiếu	Code swap
Nguyễn Việt Hoàng	Code relocate, viết báo cáo phần I, hỗ trợ viết phần II
Vương Xuân Kiên	Code relocate, viết báo cáo phần kết luận

## DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1: Ví dụ về bản đồ điểm nhận và điểm trả.....	7
Hình 2: Ví dụ đường đi của người giao hàng.....	7
Hình 3: Đường đi của input 1 .....	12
Hình 4: Đường đi của input 2 .....	13
Hình 5: Đường đi của input 3 .....	14
Hình 6: Đường đi của input 4 .....	15
Hình 7: Đường đi của input 5 .....	16
Hình 8: Đường đi của input 6 .....	18
Hình 9: Đường đi của input 7 .....	19
Hình 10: Đường đi của input 8 .....	20
Hình 11: Đường đi của input 9 .....	21
Hình 12: Đường đi của input 10 .....	23

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1: Mô tả dữ liệu.....	11
Bảng 2: Thống kê input 1 trước khi sử dụng local search .....	12
Bảng 3: Thống kê input 1 sau khi sử dụng local search .....	12
Bảng 4: Thống kê input 2 trước khi sử dụng local search .....	13
Bảng 5: Thống kê input 2 sau khi sử dụng local search .....	13
Bảng 6: Thống kê input 3 trước khi sử dụng local search .....	14
Bảng 7: Thống kê input 3 sau khi sử dụng local search .....	15
Bảng 8: Thống kê input 4 trước khi sử dụng local search .....	15
Bảng 9: Thống kê input 4 sau khi sử dụng local search .....	16
Bảng 10: Thống kê input 5 trước khi sử dụng local search .....	17
Bảng 11: Thống kê input 5 sau khi sử dụng local search .....	17
Bảng 12: Thống kê input 6 trước khi sử dụng local search .....	18
Bảng 13: Thống kê input 6 sau khi sử dụng local search .....	18
Bảng 14: Thống kê input 7 trước khi sử dụng local search .....	19
Bảng 15: Thống kê input 7 sau khi sử dụng local search .....	20
Bảng 16: Thống kê input 8 trước khi sử dụng local search .....	21
Bảng 17: Thống kê input 8 sau khi sử dụng local search .....	21
Bảng 18: Thống kê input 9 trước khi sử dụng local search .....	22
Bảng 19: Thống kê input 9 sau khi sử dụng local search .....	22
Bảng 20: Thống kê input 10 trước khi sử dụng local search .....	23
Bảng 21: Thống kê input 10 sau khi sử dụng local search .....	23

# PHẦN 1: MÔ TẢ BÀI TOÁN

## 1. Giới thiệu

Thuật toán ứng dụng là môn học vô cùng quan trọng đối với mỗi sinh viên công nghệ thông tin. Vậy điều gì đã khiến cho bộ môn này quan trọng đến như thế? Thuật toán ứng dụng có nghĩa là ứng dụng những thuật toán cùng với lý thuyết toán học để giúp giải quyết những bài toán thực tế trên hầu hết các lĩnh vực. Vì vậy môn thuật toán ứng dụng không chỉ thú vị khi áp dụng những gì được học để giải quyết được vấn đề thực tiễn mà còn cho sinh viên biết rõ về cách tư duy giải quyết bài toán thực tế bằng cách sử dụng những thuật toán tưởng chừng như khô khan, khó hiểu từ những lý thuyết nhằm chán từ đó những thuật toán đó trở lên dễ hiểu một cách lạ thường. Cho sinh viên thêm tự tin vào những kiến thức mà bản thân đã được học.

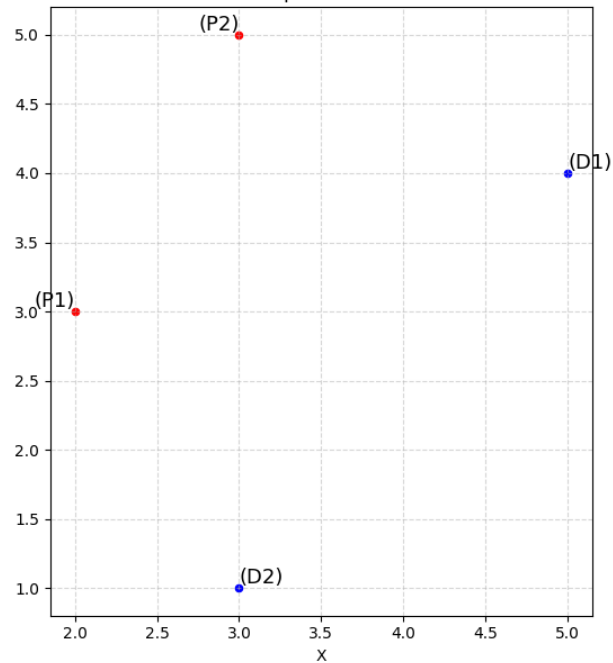
Nếu như một thuật toán vừa có thể giải quyết nhanh một vấn đề trong khi lại tốn ít tài nguyên để giải quyết bài toán thực tế thì đó sẽ là một thuật toán tốt. Để có thể hiểu sâu hơn về cách áp dụng những thuật toán vào giải quyết vấn đề thực tiễn nên chúng em chọn đề tài “**Traveling Salesman Problem with Pickup and Delivery 2**”. Đề tài này có thể giúp chúng em hiểu hơn về những vấn đề và cách giải quyết cho những bài toán vận chuyển từ đó tạo nền tảng giúp chúng em có thể xử lý những bài toán phức tạp khác một cách tự tin hơn.

## 2. Mô tả

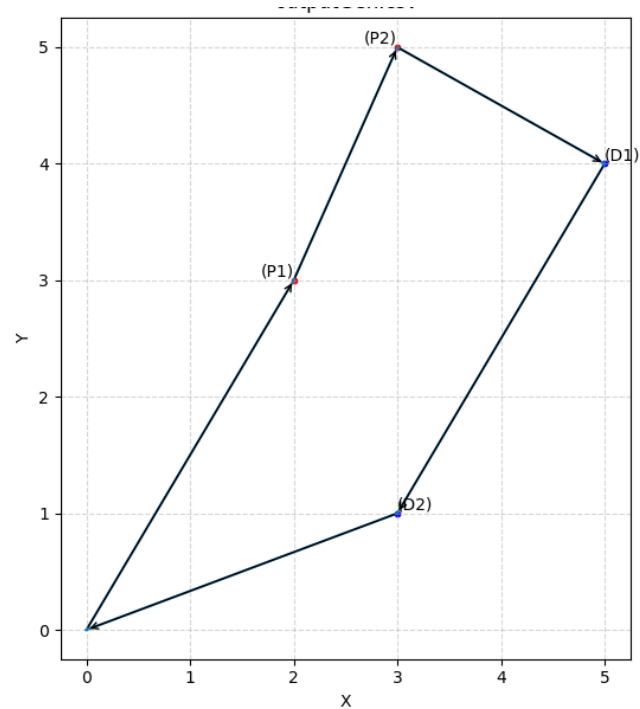
Bài toán là một biến thể của bài toán TSP, trong đó có các yêu cầu về việc thu gom hàng hóa và giao hàng hóa. Cụ thể, trong bài toán TSP-PD2, có  $n$  đơn hàng tương ứng với  $2n$  các điểm cần được ghé thăm và cho trọng lượng  $W$  tối đa mà người giao hàng có thể mang. Mỗi điểm sẽ được gán một số thuộc tính, bao gồm thuộc tính tọa độ điểm nhận hàng (pick up) và tọa độ điểm trả hàng (delivery) và trọng lượng đơn hàng đó (weight). Một tuyến đường được gọi là hợp lệ điểm pickup được tới trước điểm delivery tương ứng, và tổng trọng lượng các đơn hàng tại mỗi điểm trên đường đi không được phép vượt qua trọng lượng tối đa mà người giao hàng có thể mang. Mục tiêu của bài toán là tìm một tuyến đường hợp lệ bắt đầu từ

vị trí  $O(0,0)$  sau khi đi nhận hết hàng thì về lại vị trí ban đầu và đồng thời quãng đường di chuyển là nhỏ nhất.

Dưới đây là ví dụ đơn giản về bài toán TSP-PD2:



Hình 1: Ví dụ về bản đồ điểm nhận và điểm trả



Hình 2: Ví dụ đường đi của người giao hàng

## PHẦN 2: Mô Tả Thuật Toán

### 1. Sử dụng local search để tối ưu bài toán

Local search là một kỹ thuật tối ưu trong lĩnh vực trí tuệ nhân tạo được sử dụng để tìm kiếm giải pháp tốt nhất cho một bài toán cụ thể. Nó là một phương pháp tìm kiếm tham lam, có ý nghĩa là nó chỉ duyệt qua các khả năng tại mỗi bước và chọn giá trị tốt nhất của nó. Trong local search, ta bắt đầu từ một giải pháp bất kỳ nào để bắt đầu quá trình tìm kiếm. Sau đó, ta điều chỉnh giải pháp này theo các cách khác nhau, ví dụ như thay đổi các thành phần của nó hoặc xoay chiều không gian tìm kiếm. Mỗi lần thay đổi này được áp dụng vào giải pháp để tìm kiếm giải pháp tốt hơn. Trong quá trình tìm kiếm, ta cập nhật liên tục giải pháp tốt nhất đã tìm được. Khi không thể tìm thấy giải pháp mới tốt hơn, quá trình tìm kiếm kết thúc và giải pháp tốt nhất được trả về.

Các bước của thuật toán:

Bước 1: Khởi tạo lời giải ban đầu thoả mãn với mỗi đơn hàng, điểm nhận phải ở trước điểm trả .

Bước 2: Tối ưu lời giải hiện tại bằng cách áp dụng các phép biến đổi ( Swap, Relocate, ...) để tìm kiếm các lời giải khác. Sau đó, ta lưu lại lời giải tốt nhất và gán cho lời giải hiện tại bằng lời giải tốt nhất.

Bước 3: Lặp lại bước 2 cho đến khi không thể tìm được hàng xóm tốt hơn.

Bước 4: Lưu lại kết quả tốt nhất sau khi sử dụng Swap, Relocate

### 2. Mã giả code

Function nearestNeighbor(Input& input)

    Khởi tạo các điểm đã đi qua là điểm 0 là true

    Khởi tạo biến curr là điểm đến tiếp theo bằng 0

    For id trong các điểm nhận, trả

        Tạo một biến next để nhận vị trí tiếp theo đi tới



IF next bằng -1

THEN thêm vào danh sách quãng đường đã đi điểm 0 và break

IF next là điểm lẻ

THEN cộng thêm khối lượng đơn hàng vào Tổng khối lượng túi đang chứa

IF next là điểm chẵn

THEN trừ đi khối lượng đơn hàng vào Tổng khối lượng túi đang chứa

Đánh dấu điểm đã thăm là điểm next là true

Thêm điểm next vào danh sách quãng đường đã đi

Cho biến curr bằng next

Function Swap(Input &input):

Lời giải tốt nhất hiện tại bằng input.pointsOutput

FOR id trong input.pointsOutput

Xác định vị trí id có thể đổi chỗ

FOR các vị trí

Tạo 1 lời giải tạm

Swap id với các vị trí

Tính toán lại tổng quãng đường của lời giải tạm

IF lời giải tạm tốt hơn lời giải tốt nhất và thỏa mãn điều kiện

THEN lời giải tốt nhất gán bằng lời giải tạm

RETURN lời giải tốt nhất

Function Relocate (Input& input):

Lời giải tốt nhất hiện tại bằng input.pointsOutput

FOR id trong input.pointsOutput

    Xác định vị trí id có thể chèn

    FOR các vị trí

        Tạo 1 lời giải tạm

        Relocate id đến các vị trí

        Tính toán lại tổng quãng đường của lời giải tạm

        IF lời giải tạm tốt hơn lời giải tốt nhất và thỏa mã điều kiện

        THEN lời giải tốt nhất gán bằng lời giải tạm

RETURN lời giải tốt nhất

Function Local Search (Input& input):

Lời giải toàn cục bằng input.pointsOutput

Tối ưu lời giải hiện tại bằng Swap, Relocate

lời giải tốt nhất toàn cục gán bằng lời giải cục bộ

### PHẦN 3: DỮ LIỆU VÀ KẾT QUẢ

STT	Input	Số đơn	Cap
1	Input1.csv	8	10
2	Input2.csv	10	30
3	Input3.csv	10	40
4	Input4.csv	10	50
5	Input5.csv	10	50
6	Input6.csv	10	50
7	Input7.csv	10	35.2
8	Input8.csv	10	50
9	Input9.csv	10	50
10	Input10.csv	10	67.3

*Bảng 1: Mô tả dữ liệu*

#### Input 1

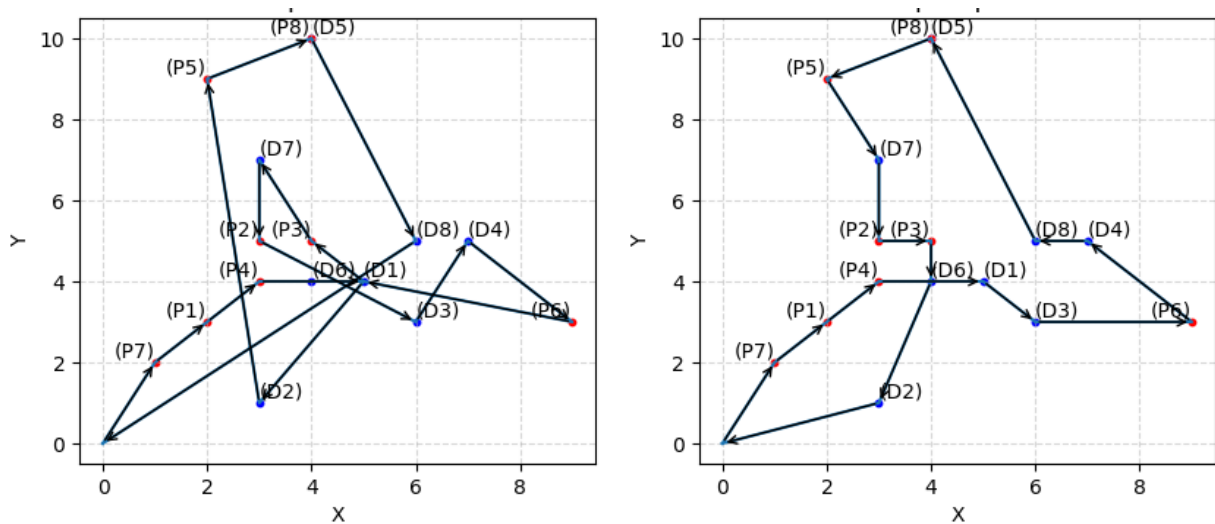
Thứ tự của đường đi

Trước khi dùng local search: P7 P1 P4 D1 P3 D7 P2 D3 D4 P6 D6 D2

P5 D5 P8 D8

Sau khi dùng local search: P7 P1 P4 D1 D3 P6 D4 D8 D5 P8 P5 D7

P2 P3 D6 D2



Hình 3: Đường đi của input 1

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	53.14	0.0024147
std	~0	0.0011449
min	53.14	0.000999
max	53.14	0.0040216

Bảng 2: Thống kê input 1 trước khi sử dụng local search

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	35.489	0.01598742
std	~0	0.00468594
min	35.489	0.0102975
max	35.489	0.0239966

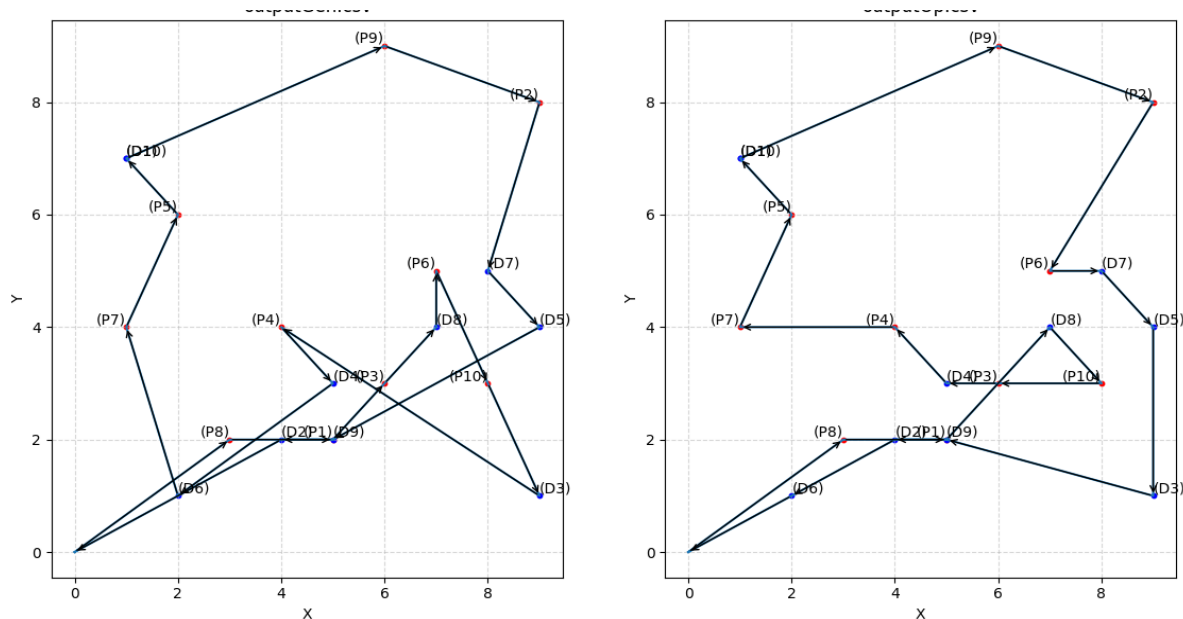
Bảng 3: Thống kê input 1 sau khi sử dụng local search

## Input 2

Thứ tự của đường đi

Trước khi dùng local search: P8 P1 P3 D8 P6 P10 D3 P4 D4 D6 P7 P5 D1 D10 P9  
P2 D7 D5 D9 D2

Sau khi dùng local search: P8 P1 D8 P10 P3 D4 P4 P7 P5 D1 D10 P9 P2 P6 D7 D5  
D3 D9 D2 D6



Hình 4: Đường đi của input 2

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	54.6376	0.0009177
std	~0	0.0002228
min	54.6376	0.0004815
max	54.6376	0.0011151

Bảng 4: Thống kê input 2 trước khi sử dụng local search

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	48.0751	0.00882342
std	~0	0.0006448
min	48.0751	0.0080155
max	48.0751	0.0098667

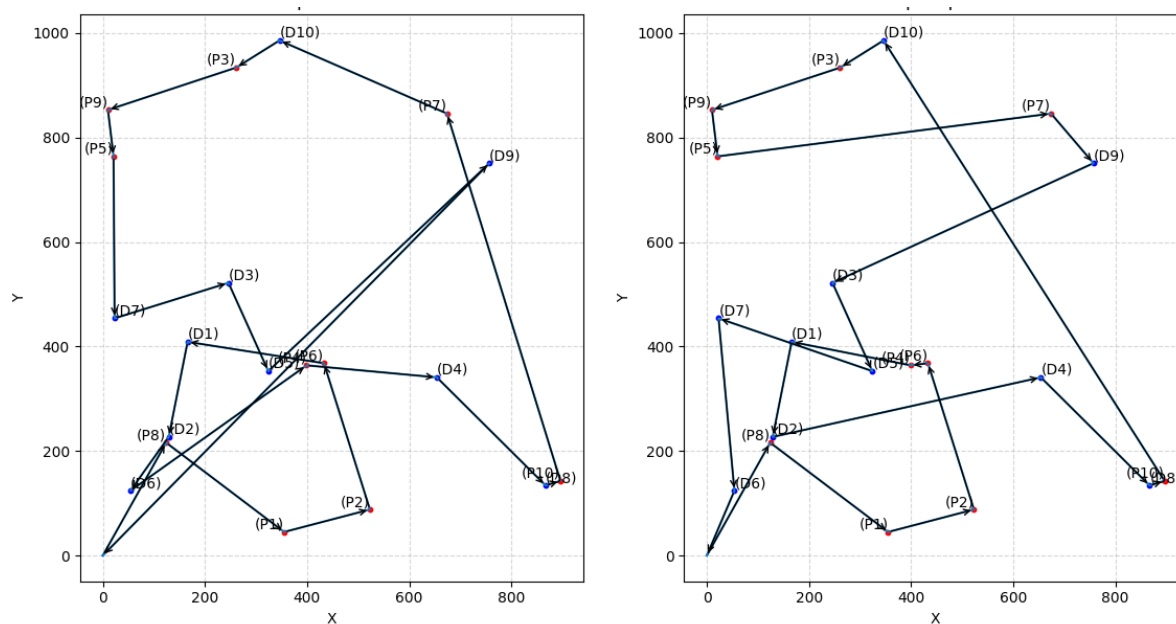
Bảng 5: Thống kê input 2 sau khi sử dụng local search

### Input 3

Thứ tự của đường đi

Trước khi dùng local search: P8 P1 P2 P6 D1 D2 D6 P4 D4 D8 P10 P7 D10 P3 P9  
P5 D7 D3 D5 D9

Sau khi dùng local search: P8 P1 P2 P6 P4 D1 D2 D4 D8 P10 D10 P3 P9 P5 P7 D9  
D3 D5 D7 D6



Hình 5: Đường đi của input 3

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	6521.58	0.00144967
std	~0	0.0003946
min	6521.58	0.0009972
max	6521.58	0.0020018

Bảng 6: Thống kê input 3 trước khi sử dụng local search

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10

mean	6100.06	0.00116312
std	~0	0.00032760
min	6100.06	0.000997
max	6100.06	0.0018183

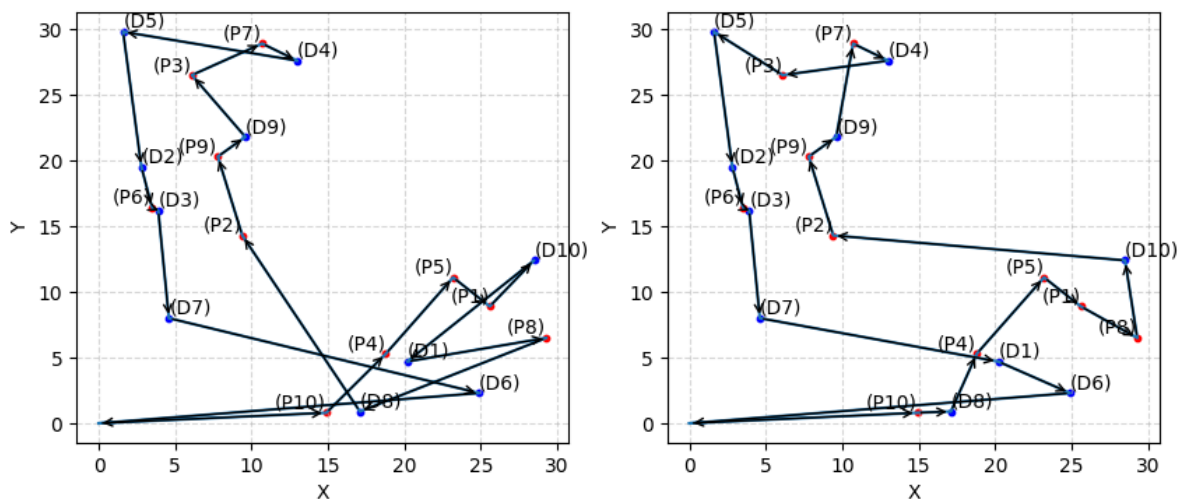
Bảng 7: Thống kê input 3 sau khi sử dụng local search

#### Input 4

Thứ tự của đường đi:

Trước khi dùng local search: P10 P4 P5 P1 D10 D1 P8 D8 P2 P9 D9 P3 P7 D4 D5  
D2 P6 D3 D7 D6

Sau khi dùng local search: P10 D8 P4 P5 P1 P8 D10 P2 P9 D9 P7 D4 P3 D5 D2 P6  
D3 D7 D1 D6



Hình 6: Đường đi của input 4

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	187.603	0.0024805
std	~0	0.001640
min	187.603	0.0009981
max	187.603	0.005447

Bảng 8: Thống kê input 4 trước khi sử dụng local search

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	161.335	0.01594274
std	~0	0.002451
min	161.335	0.0142117
max	161.335	0.0207462

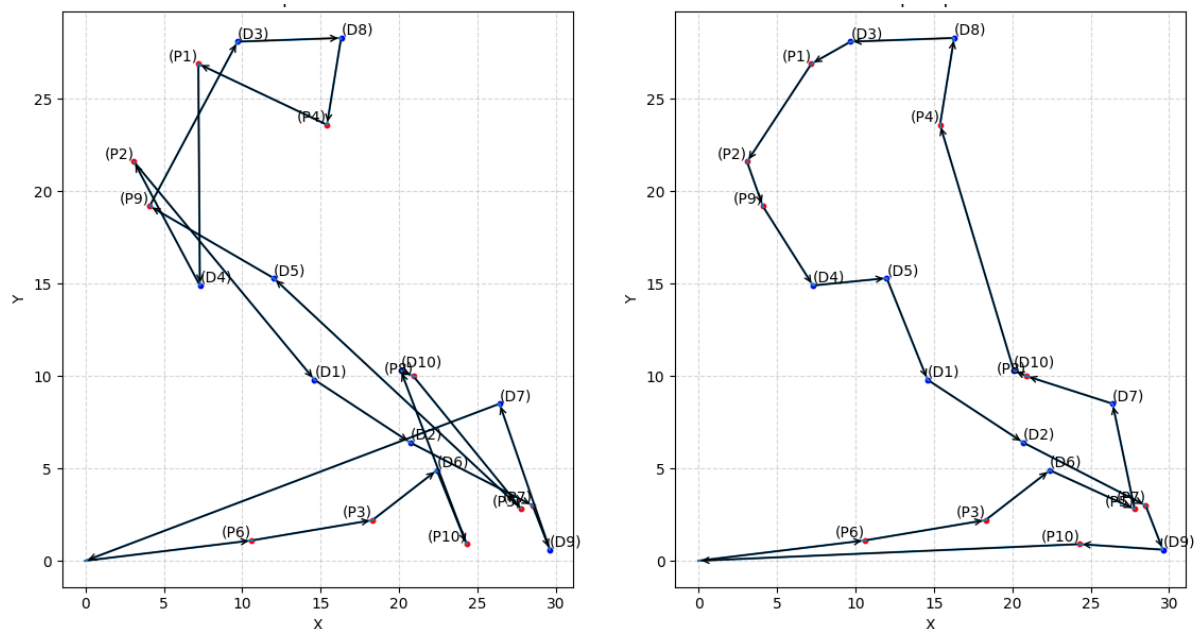
Bảng 9: Thống kê input 4 sau khi sử dụng local search

## Input 5

Thứ tự của đường đi

Trước khi dùng local search: P6 P3 D6 P10 D10 P8 P5 D5 P9 D3 D8 P4 P1 D4 P2  
D1 D2 P7 D9 D7

Sau khi dùng local search: P6 P3 D6 P5 D7 P8 D10 P4 D8 D3 P1 P2 P9 D4 D5 D1  
D2 P7 D9 P10



Hình 7: Đường đi của input 5

	Quãng đường	Thời gian
--	-------------	-----------



count	10	10
mean	199.37	0.00159476
std	~0	0.0006986
min	199.37	0.0009992
max	199.37	0.002605

*Bảng 10: Thống kê input 5 trước khi sử dụng local search*

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	143.049	0.02394228
std	~0	0.0074762
min	143.049	0.0190728
max	143.049	0.0388294

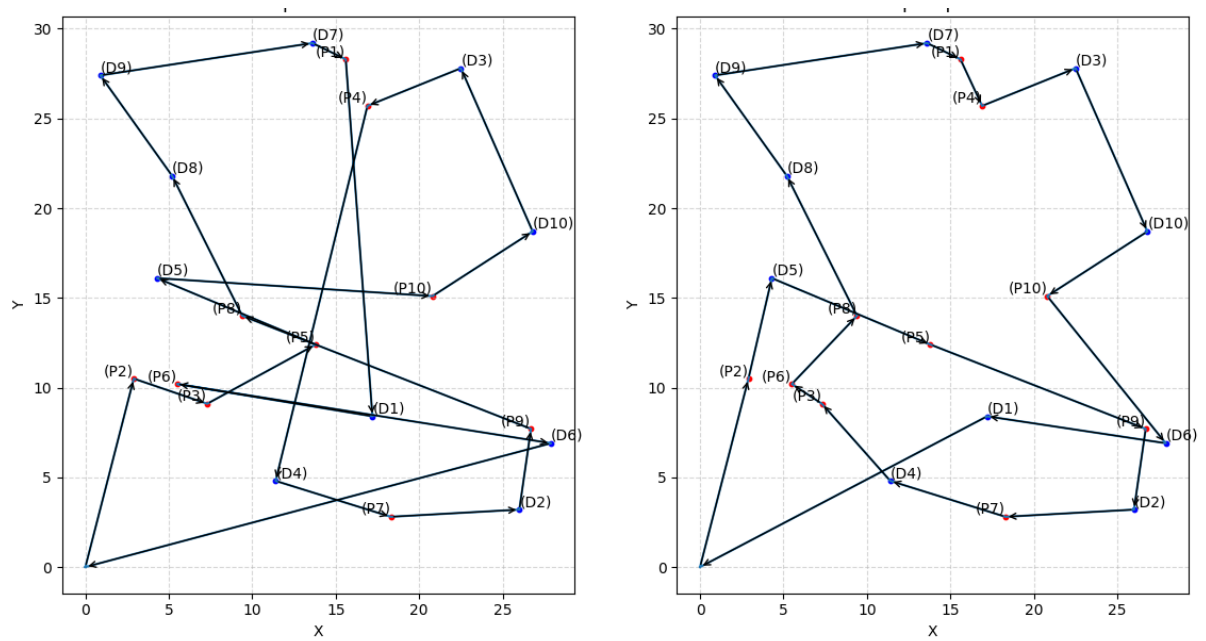
*Bảng 11: Thống kê input 5 sau khi sử dụng local search*

## Input 6

Thứ tự của đường đi

Trước khi dùng local search: P2 P3 P5 D5 P10 D10 D3 P4 D4 P7 D2 P9 P8 D8 D9  
D7 P1 D1 P6 D6

Sau khi dùng local search: P2 D5 P5 P9 D2 P7 D4 P3 P6 P8 D8 D9 D7 P1 P4 D3  
D10 P10 D6 D1



Hình 8: Đường đi của input 6

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	246.163	0.00204452
std	~0	0.0011774
min	246.163	0.0009832
max	246.163	0.0041992

Bảng 12: Thống kê input 6 trước khi sử dụng local search

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	171.217	0.0301477
std	~0	0.0108208
min	171.217	0.0185872
max	171.217	0.0442232

Bảng 13: Thống kê input 6 sau khi sử dụng local search

## Input 7

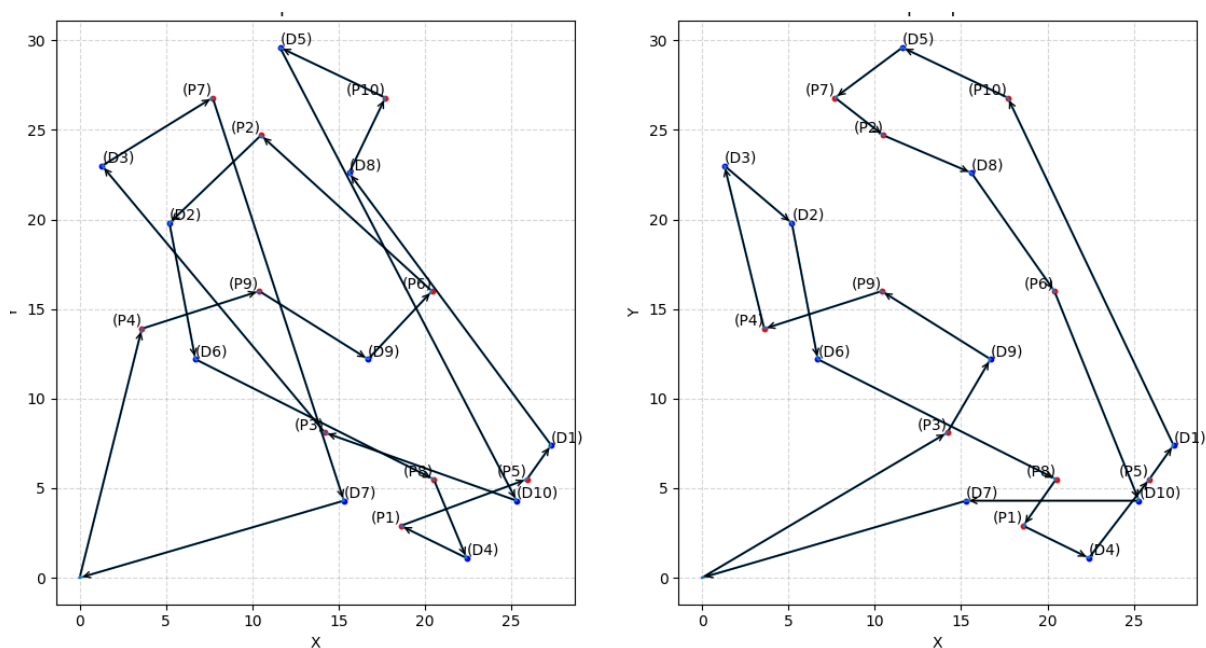
Thứ tự của đường đi

Trước khi dùng local search: P4 P9 D9 P6 P2 D2 D6 P8 D4 P1 P5 D1

D8 P10 D5 D10 P3 D3 P7 D7

Sau khi dùng local search: P3 D9 P9 P4 D3 D2 D6 P8 P1 D4 P5 D1

P10 D5 P7 P2 D8 P6 D10 D7



Hình 9: Đường đi của input 7

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	234.614	0.00077584
std	~0	0.0002497
min	234.614	0.0004097
max	234.614	0.0009979

Bảng 14: Thống kê input 7 trước khi sử dụng local search

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	177.461	0.00851704

std	$\sim 0$	0.0037607
min	177.461	0.0058208
max	177.461	0.0159492

Bảng 15: Thống kê input 7 sau khi sử dụng local search

## Input 8

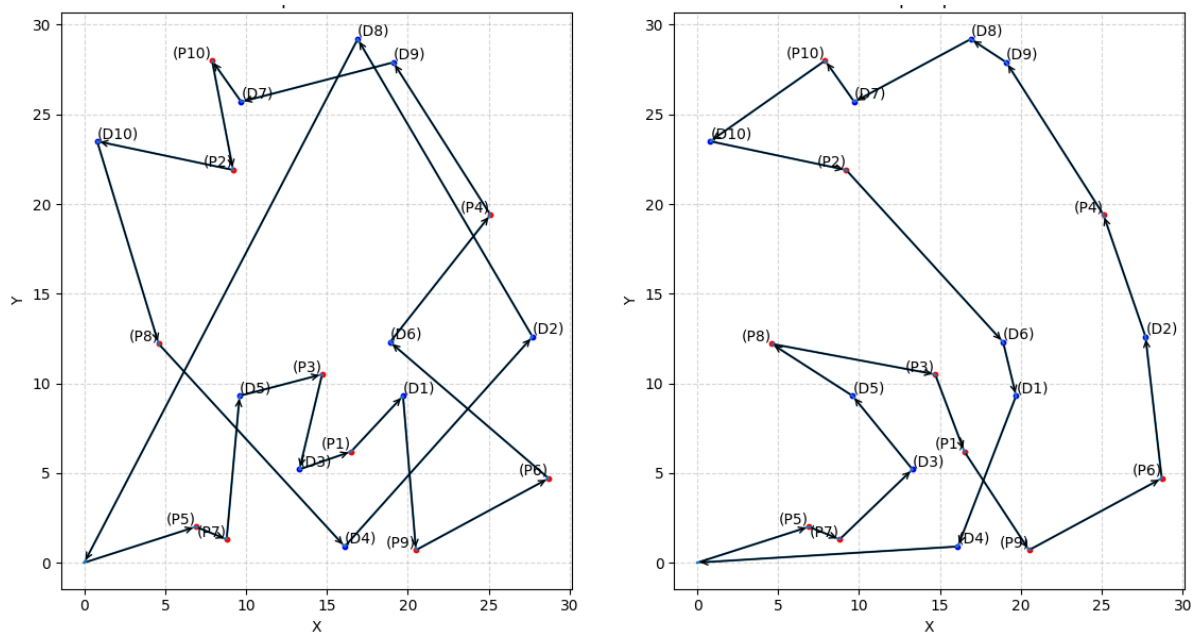
Thứ tự của đường đi

Sau khi dùng local search: P5 P7 D5 P3 D3 P1 D1 P9 P6 D6 P4 D9

D7 P10 P2 D10 P8 D4 D2 D8

Trước khi dùng local search: P5 P7 D3 D5 P8 P3 P1 P9 P6 D2 P4 D9

D8 D7 P10 D10 P2 D6 D1 D4



Hình 10: Đường đi của input 8

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	211.195	0.0007366
std	$\sim 0$	0.000242

min	211.195	0.0003584
max	211.195	0.0009966

Bảng 16: Thống kê input 8 trước khi sử dụng local search

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	155.397	0.009932
std	~0	0.000570
min	155.397	0.0094637
max	155.397	0.0110165

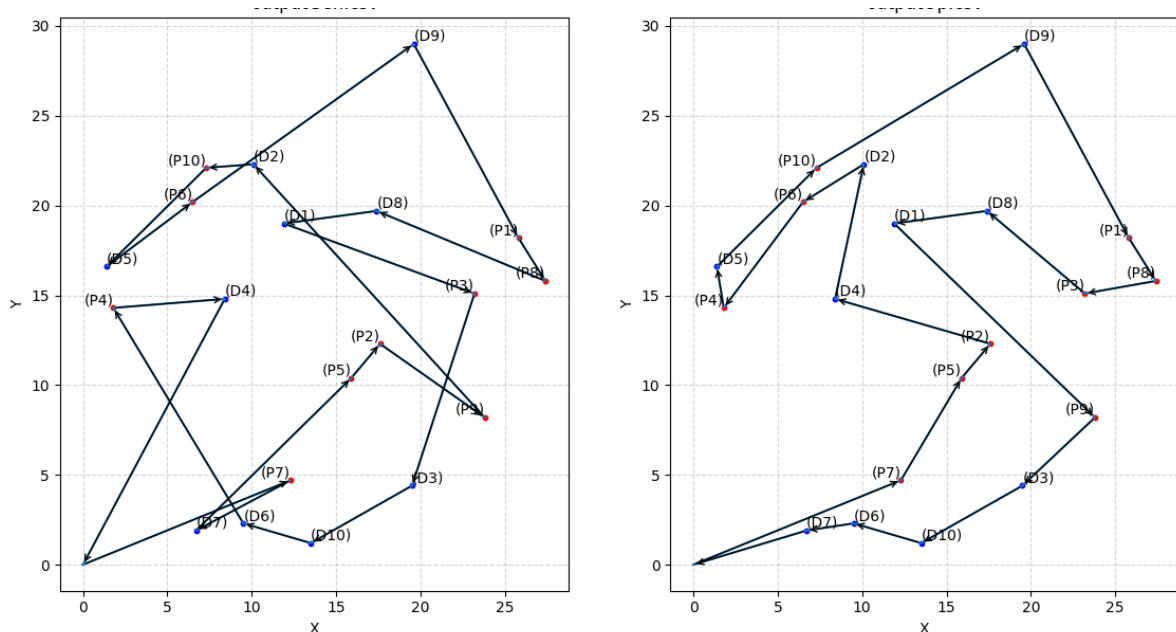
Bảng 17: Thống kê input 8 sau khi sử dụng local search

## Input 9

Thứ tự của đường đi

Trước khi dùng local search: P7 D7 P5 P2 P9 D2 P10 D5 P6 D9 P1 P8 D8 D1 P3  
D3 D10 D6 P4 D4

Sau khi dùng local search: P7 P5 P2 D4 D2 P6 P4 D5 P10 D9 P1 P8 P3 D8 D1 P9  
D3 D10 D6 D7



Hình 11: Đường đi của input 9

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	198.227	0.002994
std	~0	0.0007941
min	198.227	0.0018384
max	198.227	0.0043293

*Bảng 18: Thống kê input 9 trước khi sử dụng local search*

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	150.989	0.0166088
std	~0	0.00320986
min	150.989	0.0106573
max	150.989	0.019307

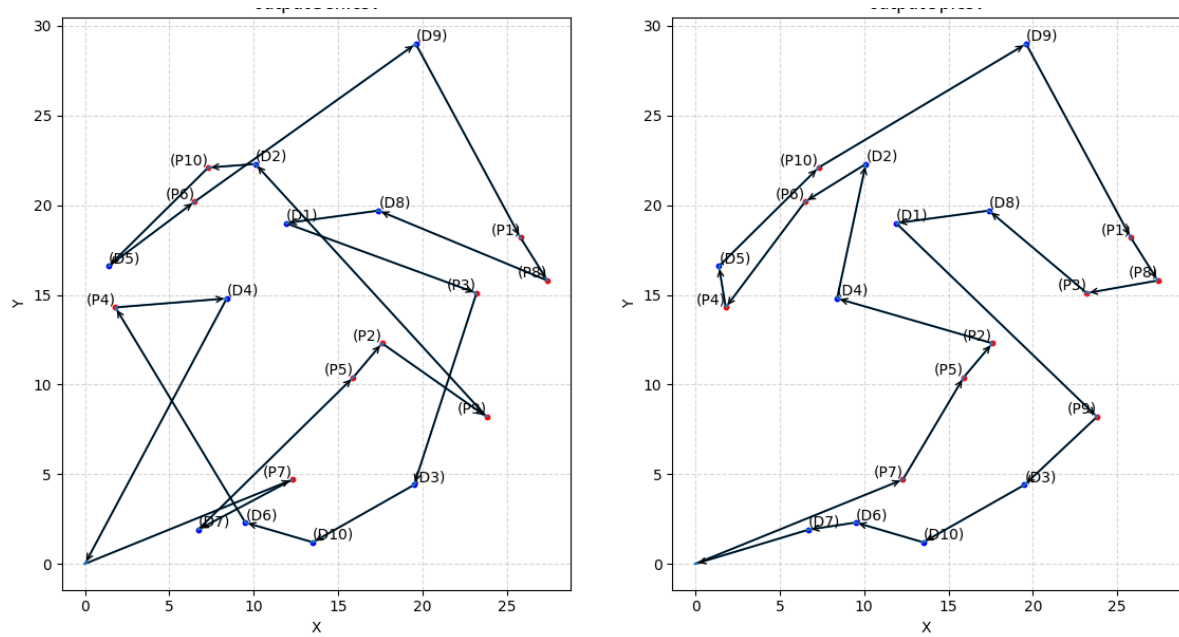
*Bảng 19: Thống kê input 9 sau khi sử dụng local search*

## Input 10

Thứ tự của đường đi

Trước khi dùng local search: P1 P10 P4 P5 D10 P8 D8 P2 D1 P9 D9 P3 P7 D4 D5  
D2 P6 D3 D7 D6

Sau khi dùng local search: P10 P1 P4 P5 D10 P8 P2 P9 D1 D9 D4 P7 P3 D5 D2 P6  
D3 D7 D6 D8



Hình 12: Đường đi của input 10

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	173.706	0.0266472
std	~0	0.0055522
min	173.706	0.0189897
max	173.706	0.0339887

Bảng 20: Thống kê input 10 trước khi sử dụng local search

	Quãng đường	Thời gian
count	10	10
mean	159.863	0.0240823
std	~0	0.0037230
min	159.863	0.0190818
max	159.863	0.0289862

Bảng 21: Thống kê input 10 sau khi sử dụng local search

## KẾT LUẬN

Trong bài báo cáo này, nhóm em đã nghiên cứu vấn đề Traveling Salesman Problem with Pickup and Delivery 2 (TSP-PD2). Đây là một biến thể của vấn đề Traveling Salesman Problem (TSP), trong đó có sự kết hợp giữa việc giao và nhận đơn hàng trong quá trình di chuyển. Nhóm em đã xem xét các phương pháp và thuật toán khác nhau để giải quyết vấn đề TSP-PD2 như tạo ra một lời giải ban đầu bằng thuật toán heuristic (nearest neighbor) và tối ưu hóa bằng thuật toán local search. Tuy nhiên, vấn đề TSP-PD2 vẫn còn nhiều thách thức và vấn đề mở để nghiên cứu trong tương lai. Các thuật toán và phương pháp hiện có vẫn cần được nâng cấp và cải tiến để đạt được hiệu suất tốt hơn trong việc giải quyết vấn đề này.

Tổng quan lại, quá trình nghiên cứu và làm việc nhóm về đề tài Traveling Salesman Problem with Pickup and Delivery 2 đã mang lại cho nhóm những kiến thức quan trọng về mô hình hóa vấn đề, các phương pháp giải quyết và cách làm việc nhóm hiệu quả... đồng thời giúp nhóm em nhận ra tầm quan trọng của thuật toán trong các ứng dụng và công nghệ hiện đại, đặc biệt là trong các dự án thực tế. Nhóm em cũng xin gửi lời cảm ơn đến thầy Nguyễn Minh Anh đã hướng dẫn và giúp đỡ để nhóm hoàn thành đề tài. Qua việc nghiên cứu đề tài và học phần Thuật toán ứng dụng, chúng em đã củng cố được kiến thức cơ bản và sẽ có thể triển khai thuật toán thực tế một cách hiệu quả, đó cũng là sự khởi đầu cho chúng em trong cuộc hành trình phát triển sau này.