Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
Кафедра “Прикладная математика”

Отчет по лабораторной лаботе 3

“Алгоритмы и сруктуры данных”

Студент группы № 5030102/20002

ФИО Двас Павел Григорьевич

Выполнил (дата) 15.11.2023

Оглавление

Постановка задачи

На шахматной доске размером N*N найти кратчайший путь ходами коня из поля A в поле B.

Описание алгоритма

Для описания алгоритма требуется пояснить как работает поиск в ширину и очереди

Алгоритм BFS (Breadth-First Search) представляет собой метод обхода графа или дерева, начиная с заданной вершины и пошагово расширяя поиск на ближайшие соседние вершины перед переходом к более отдаленным. Он использует очередь для хранения вершин, которые нужно посетить. На первом шаге начальная вершина добавляется в очередь, а затем извлекается. Затем все непосещенные соседние вершины добавляются в очередь. Этот процесс повторяется, пока не будут посещены все вершины графа.

Очередь - это структура данных, представляющая собой упорядоченную коллекцию элементов, в которой элементы добавляются в конец (enqueue) и извлекаются из начала (dequeue). Для реализации BFS используется очередь, чтобы следовать принципу "первым пришел, первым ушел" (First In, First Out, FIFO). Это означает, что вершины обрабатываются в порядке, в котором они были добавлены в очередь, что и обеспечивает пошаговое расширение поиска от начальной вершины к ближайшим соседям перед переходом к более отдаленным.

Представим очередь в качестве структуры

```
typedef struct
{
  int x;
  int y;
} Point;
```

```
typedef struct
{
  Point point;
  int dist;
} QueueNode;
```

```
typedef struct
{
  QueueNode *arr;
  int front;
  int rear;
  int size;
 } Queue;
```

Где int x, y – координаты точки, int dist – пройденное расстояние, QueueNode *arr – упорядоченная коллекция элементов, int front, rear – «номера» первого и последнего элемента, int size – размер очереди

Добавление элемента

Для добавления нового узла необходимо:

1. Записать новое значение
2. Сдвинуть «указатели» на начало и конец очереди

Удаление элемента

Для удаления элемента из очереди необходимо:

1. Сдвинуть «указатели» на начало и конец очереди
2. Вернуть удаляемое значение

Текст программы

main.c:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>

#define N 1000

typedef struct
{
  int x;
  int y;
} Point;

typedef struct
{
  Point point;
  int dist;
} QueueNode;

typedef struct
{
  QueueNode *arr;
  int front;
  int rear;
  int size;
} Queue;

Queue * QueueStart( int size )
{
  Queue *queue = (Queue *)malloc(sizeof(Queue));

  queue->size = size;
  queue->front = queue->rear = -1;
  queue->arr = (QueueNode *)malloc(queue->size * sizeof(QueueNode));
```

```
  return queue;
}

void Enqueue( Queue *queue, QueueNode data )
{
  queue->arr[++queue->rear] = data;

  if (queue->front == -1)
    queue->front++;
}

QueueNode Dequeue( Queue *queue )
{
  QueueNode data = queue->arr[queue->front];

  if (queue->front == queue->rear)
    queue->front = queue->rear = -1;
  else
    queue->front++;
  return data;
}

int IsValid( int x, int y )
{
  return x >= 0 && x < N && y >= 0 && y < N;
}

int moves[8][2] = {{2, 1}, {1, 2}, {-1, 2}, {-2, 1}, {-2, -1}, {-1, -2}, {1, -2}, {2,
-1}};

void ShortestPath( Point Start, Point End )
{
  int **visited;
  int **distance;
  int i, j;
  Point **prev;
  Queue *queue;
  QueueNode qn;

  if ((visited = malloc(N * sizeof(int *))) == NULL)
  {
    printf("Mem error");
    return;
  }

  for (i = 0; i < N; i++)
    if ((visited[i] = malloc(N * sizeof(int))) == NULL)
    {
      printf("Mem error");
      return;
    }

  if ((distance = malloc(N * sizeof(int *))) == NULL)
  {
    printf("Mem error");
    return;
  }

  for (i = 0; i < N; i++)
    if ((distance[i] = malloc(N * sizeof(int))) == NULL)
    {
```

```
      printf("Mem error");
      return;
    }

  if ((prev = malloc(N * sizeof(Point *))) == NULL)
  {
    printf("Mem error");
    return;
  }

  for (i = 0; i < N; i++)
    if ((prev[i] = malloc(N * sizeof(Point))) == NULL)
    {
      printf("Mem error");
      return;
    }

  for (i = 0; i < N; i++)
    for (j = 0; j < N; j++)
    {
      visited[i][j] = 0;
      distance[i][j] = 0;
      prev[i][j].x = -1;
      prev[i][j].y = -1;
    }

  queue = QueueStart(N * N);
  qn.point = Start;
  qn.dist = 0;
  Enqueue(queue, qn);
  visited[Start.x][Start.y] = 1;

  while (queue->front != -1)
  {
    QueueNode current = Dequeue(queue);

    for (i = 0; i < 8; i++)
    {
      int next_x = current.point.x + moves[i][0];
      int next_y = current.point.y + moves[i][1];

      if (IsValid(next_x, next_y) && !visited[next_x][next_y])
      {
        visited[next_x][next_y] = 1;
        distance[next_x][next_y] = current.dist + 1;
        prev[next_x][next_y] = current.point;

        qn.point.x = next_x;
        qn.point.y = next_y;
        qn.dist = current.dist + 1;
        Enqueue(queue, qn);

        if (next_x == End.x && next_y == End.y)
        {
          Point *path;
          int length = distance[next_x][next_y];
          int index = length;

          path = malloc(N * N * sizeof(Point));

          while (!(prev[next_x][next_y].x == -1 && prev[next_x][next_y].y == -1))
```

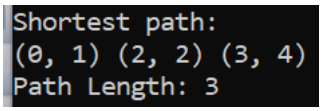
```
            {
              Point temp;

              path[--index] = prev[next_x][next_y];
              temp = prev[next_x][next_y];
              next_x = temp.x;
              next_y = temp.y;
            }

            printf("Shortest path:\n");
            path[length].x = End.x;
            path[length].y = End.y;
            for (i = 0; i <= length; i++)
              printf("(%d, %d) ", path[i].x, path[i].y);

            printf("\nPath Length: %d\n", length + 1);
            free(path);
            for (i = 0; i < N; i++)
            {
              free(prev[i]);
              free(visited[i]);
              free(distance[i]);
            }
            free(prev);
            free(visited);
            free(distance);
            free(queue->arr);
            return;
          }
        }
      }
    }

  for (i = 0; i < N; i++)
  {
    free(prev[i]);
    free(visited[i]);
    free(distance[i]);
  }
  free(prev);
  free(visited);
  free(queue->arr);
  free(distance);
  printf("No path\n");
}

int main() {
  Point start = {414, 999};
  Point end = {959, 576};

  ShortestPath(start, end);

  _getch();
  return 0;
}
```

Описание тестирования

Для тестирования данной программы производился ее неоднократный запуск с вводом конкретных данных, при котором проверялось:

1) Стабильность работы программы при одинаковых входных данных;
2) Отсутствие “падений” и “зависаний”;
3) Корректное выполнение всех заявленных процедур;
4) Корректное завершение программы;

Пример тестирования:



При проведении тестирования такого рода никаких проблем обнаружено не было, что позволяет судить о корректности работы программы в целом.