

Оптимальное размещение почтамтов в городе Маскат.

Леманский К.Ю., студент ВИШ РУТ МИИТ

Содержание

1	Введение	3
1.1	Цель	3
1.2	Задачи	3
1.3	Актуальность	3
1.4	Методы	3
2	Условия упрощения алгоритма	3
2.1	Фурмалировка условий упрощения алгоритма	3
2.2	Уточним первое условие	4
2.3	Уточним второе условие	4
2.4	Уточним третье условие	5
3	Входные данные	5
3.1	Поиск входных данных в открытых источниках	5
3.1.1	Центры интереса	5
3.1.2	Населенность(по регионам)	5
3.2	Область обработки входных данных	5
3.3	Методика преобразования входных данных вида векторной графики в набор точек	6
3.4	Итоговые Входные данные	8
4	Преобразование векторный графики в точечную	8
4.1	Точка	8
4.2	Лежит точка справа от отрезка?	9
4.3	Работа с выпуклой фигуры	9
4.4	Впуклый многоугольник	10
5	Алгоритм	11
5.1	Функция точки	11
6	ссылки	12

1 Введение

1.1 Цель

Целью статьи является вывод и описание методики поиска точек с наибольшим коэффициентом отправки посылок.

1.2 Задачи

Разработка алгоритма поиска коэффициентов отправки посылок, поиск точек с наибольшим коэффициентом, разработка алгоритм обработки входных данных вида: фигура на карте - количество отправок.

1.3 Актуальность

На сегодняшний день техника обработки карты содержащий данные о людях и поиска точек с наибольшим коэффициентом чего либо является весьма востребованным, поэтому методику можно применить в большом спектре задач анализа распределение городского население.

1.4 Методы

Анализ открытых источников

Визуализация

Аналитическая геометрия

ООП

2 Условия упрощения алгоритма

2.1 Формализовка условий упрощения алгоритма

Так как мы пишем программу, что бы облегчить себе задачу, будем искать куда поставить почтаamt методом перебора. Но перебор должен быть организован так, что:

1. Точек куда можно поставить почтаamt конечно, и их количество должно быть $a < n < b$ ($10^5 < n < 10^6$).
2. Для каждой точки можно определить скалярную функцию входных

данных(центры активности(далее ЦА), зоны запрета полета(далее NFZ), населенности в районе).

3. Входные данные должны быть осмысленны.

2.2 Уточним первое условие

Теперь определим a , b . Переменная a отвечает за то что бы не упростить задачу до одной точки. Я думаю a должно быть таким, что расстояние между точками меньше 100метров. Площадь Маската 3500 km^2 откуда получаем $a \approx \frac{35 \cdot 10^8}{100^2} = 35 \cdot 10^4$, а если учесть что $1/3$ маската это малонаселенные горы получаем $a \approx 10^5$. Значение b можно определить из времени выполнения программы. Дадим напрмер на алгоритм 10 минут. количество операций которое можно провести за это время можно опонять из такой программы:

```
1 import datetime
2 t = datetime.datetime.now()
3 i = 0
4 while (datetime.datetime.now() - t).seconds < 30:
5     i += 1
6 print(i * 20)
```

Вывод программы зависит от устройства на котором она запущена. У меня выдала 792801540 или примерно $8000 \cdot 10^5$ и если на одну точку брать хотя бы 800 простых операций получаем $b \approx 10^6$

Итак первое условие $10^5 < n < 10^6$

2.3 Уточним второе условие

Для начала определим еще один важный фактор. Наша программа расставляет почтамты последовательно и от наиболее загруженного к наименее загруженному, отсюда получаем ситуацию: стоит почтамт и не так далеко находится ЦА. Мы конечно хотим поставить почтамт рядом с ЦА, но тут уже стоит один. Отсюда следствие: функция должна учитывать так же уже поставленные почтамты.

2.1 функция должна опираться на уже поставленные почтамты

2.4 Уточним третье условие

Проблема в том, что точных данных по населенности у нас нет. Поэтому мы пришли к упрощению: Маскат распределен на регионы, где население распределено равномерно. Если внутри региона видно сильное разделение, то мы искусственно разделим этот регион на "подрегионы" и поделим население так, как нам покажется правильным, что бы население в "подрегионах" было \pm равномерно.

То-есть все данные должны быть проработаны на правдивость и поэтому результат программы должен быть так же осознан (должен подвергнуться критике со стороны человека)

3 Входные данные

3.1 Поиск входных данных в открытых источниках

3.1.1 Центры интереса

Поиска данных о центрах городской активности производился на сайтах (их можно найти тут:6)

3.1.2 Населенность(по регионам)

3.2 Область обработки входных данных

Как мы понимаем, люди не будут использовать почтамат если он находится в 10km от их дома. Так же очевидно, что чем дальше почтамт от их дома, тем меньше они будут им пользоваться. Я бы взял расстояние до 2km и функцию от расстояния $f(R) \sim \frac{1}{R^2}$ или даже $f(R) \sim \frac{1}{R^3}$.

Так же с ЦА. люди из ЦА пойдут к почтамту только если он очень близко, поскольку в бизнес центре или складе время-деньги, а в магазинах люди веселятся так что не готовы идти далеко в этом и смысл торговых центров. Отсюда радиус $< 500m$ а $f(R) \sim \frac{1}{R^3}$.

NFZ будут обрабатываться просто как точки, где поставить почтамты нельзя.

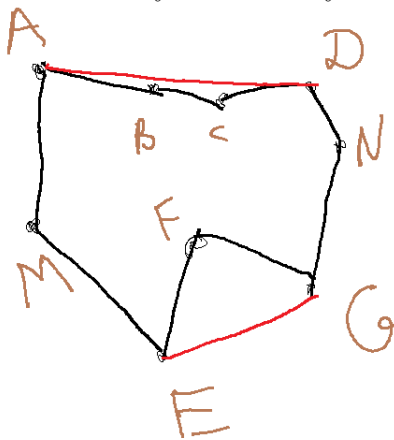
3.3 Методика преобразования входных данных вида векторной графики в набор точек

На вход алгоритм получит точки(определяющие регионы), населенность регионов, точки(определяющие ЦА), рейтинг(рейтинг ЦА который создан субъективно, но пропорционален количеству посылок, отправляемых из ЦА).

Мы хотим их привести к данным, которые проще обрабатывать. Поэтому превратим регионы в набор точек каждой из которых будет присвоено значение населенности.

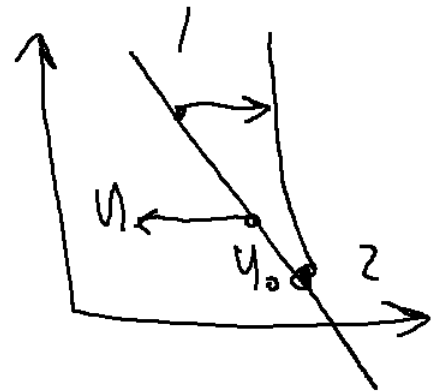
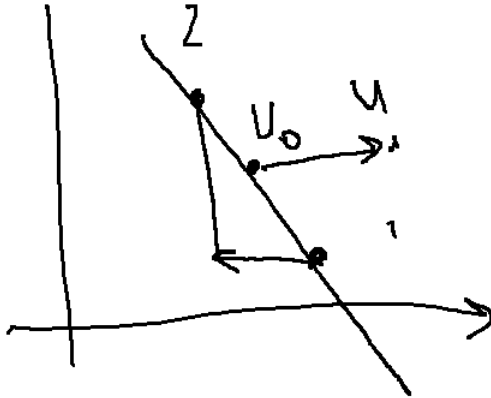
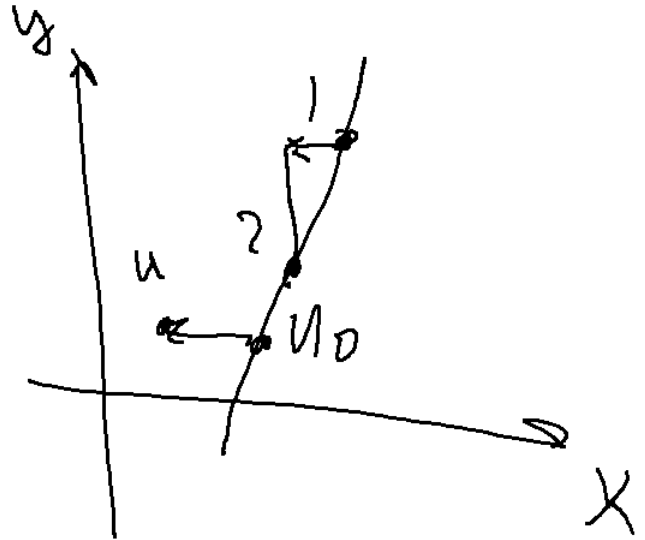
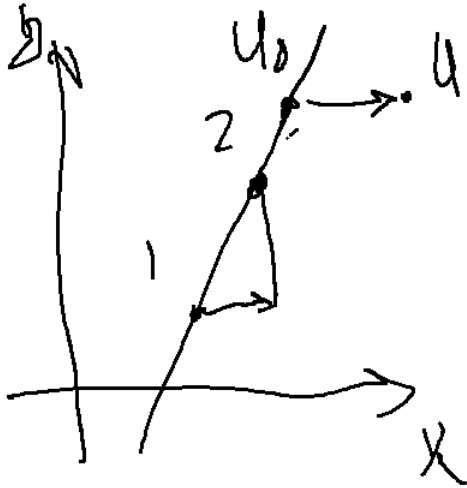
Проблема: Регионы - не всегда выпуклые многоугольники значит определить принадлежит ли точка многоугольнику нельзя просто проверив принадлежит ли точка всем полуплоскостям образованными гранями.

Решение: Изменим многоугольник вырезая вершины так, что он станет выпуклым. Получим:



в данном случае остается проверить для точки $U = (x, y)$, $U \in ADGEM \cap U \notin FEG \cap U \notin ABCD$.

Как же найти такие EFG? Как мы знаем уравнение прямой выглядит так: $\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$. Теперь как определить что точка лежит справа? Можно просто посмотреть где прямая через т U пересекает ось X например:



Подставим y от U в уравнение получим: $x_3 = \frac{(y_U - y_1)(x_2 - x_1)}{y_2 - y_1} + x_1$

тогда $U_0 = (x_3, y_U)$ тогда если $\frac{x_1 - x_2}{y_1 - y_2} > 0$ то U должна лежать правее

точки U_0 получаем по знаку $x_U - \frac{(y_U - y_1)(x_2 - x_1)}{y_2 - y_1} - x_1 \equiv x_2 - x_1$ иначе U

должна лежать левее точки U_0 получаем по знак $x_U - \frac{(y_U - y_1)(x_2 - x_1)}{y_2 - y_1} -$

$x_1 \equiv -(x_2 - x_1)$ соединяем получаем $x_U - \frac{(y_U - y_1)(x_2 - x_1)}{y_2 - y_1} - x_1 \equiv$

$$\frac{x_1 - x_2}{y_1 - y_2} \cdot (x_2 - x_1) \implies (x_U - x_1) - \frac{(y_U - y_1)(x_2 - x_1)}{y_2 - y_1} \equiv \frac{(x_2 - x_1)^2}{y_2 - y_1} \implies$$

$$(x_U - x_1)(y_2 - y_1) - (y_U - y_1)(x_2 - x_1) \equiv (x_2 - x_1)^2 \implies (x_U - x_1)(y_2 - y_1) - (y_U - y_1)(x_2 - x_1) \equiv 1 \implies (x_U - x_1)(y_2 - y_1) > (y_U - y_1)(x_2 - x_1).$$

Случай $U \in \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$ нужно рассмотреть отдельно но пусть в таком случае будем считать, что принадлежит.

3.4 Итоговые Входные данные

Итак мы упростили ввод до точек каждой из которой принадлежит ярлык ЦА или просто регион и какая то цифра характеризующая количество отправок.

4 Преобразование векторный графики в точечную

4.1 Точка

Для начала хорошо бы создать класс точка с полями x, y. Так же прописать функцию поиска расстояния и функции отрезка. Функцию отрезка можно получить вида $y = f(x)$ из ранее уже выведенной.

```
import math
class point:
    def __init__(self, x:float, y:float):
        self.x = x
        self.y = y

    def lenf(self, other):
        return math.sqrt((self.x - other.x)** 2 + (self.y - other.y)** 2)

    def equation(self, other, **printer):
        x_1, y_1 = self.x, self.y
        x_2, y_2 = other.x, other.y
        equatin = f"x * {(y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)} - {x_1 * (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)}"
        if printer:
```



```

        print(f"y = {equatin}")
    return equatin

def __hash__(self):
    return hash((self.x, self.y))

```

И для красоты добавим функции print-a.

```

def __str__(self):
    return f"({self.x}, {self.y})"

def __repr__(self):
    return f"<<{self.x}, {self.y}>>"

```

4.2 Лежит точка справа от отрезка?

Функция принисает 3 точки 2 из которых задают направленную прямую и 3-я это проверяемая точка. Все необходимые функции мы уже вывели.

```

def point_right_line(point1, point2, u) -> bool:
    return (u.x - point1.x) * (point2.y - point1.y) > (u.y - point1.y) * (point2.x - point1.x)

```

4.3 Работа с выпуклой фигуры

Проверяем лежит ли точка в выпуклой фигуре.

```

def point_in_normal_figure(pl:List[Point], u:Point):
    if len(pl) < 3: print("errore!!!! Beckend line")
    orintation_right = point_right_line(pl[0], pl[1], pl[2])
    point1 = pl[0]
    for point2 in pl[1:]:
        if orintation_right != point_right_line(point1, point2, u):
            return False
        point1 = point2
    if orintation_right != point_right_line(pl[-1], pl[0], u):

```

```

        return False
    return True

```

4.4 Впуклый многоугольник

Самое сложное определить находится внутренняя часть фигуры справа или слева. Я предлагаю способ, который возможно будет работать не всегда, но в большинстве случаев. Просто определить для каждого отрезка сколько точек лежит справа сколько слева. И так для всех и сложить. Получим два числа например r , l (r -справа l -слева). И тогда если $r > l$ то справа иначе слева.

Тогда код будет выглядеть так:

```

def orintation_righ(main_fig:List[Point]):
    r, l = 0, 0
    temp_ln = len(main_fig)
    for i in range(temp_ln):
        for j in range(temp_ln):
            if j != i and j != (i + 1) % temp_ln:
                if point_right_line(main_fig[i], main_fig[(i + 1) % temp_ln], main_fig[j]):
                    r += 1
            else:
                l += 1
    return r > l

def point_in_bad_figure(main_fig:List[Point], u:Point):
    added_fig = []
    orintation_right = orintation_righ(main_fig)
    count = 0
    i = 0
    while True:
        points = [main_fig[i], main_fig[(i + 2) % len(main_fig)], main_fig[(i + 1) % len(main_fig)]]
        if (point_right_line(points[0], points[1], points[2]) and (not orintation_right)):
            added_fig.append(points)
            count += 1
        i = (i + 1) % len(main_fig)
    return added_fig, count

```

```

        count += 1
    else:
        added_fig += [points]
        main_fig.remove(main_fig[(i + 1)% len(main_fig)])
        count = 0
    i += 1
    if count + 3 == len(main_fig):
        break
in_fig = point_in_normal_figure(main_fig, u)
for i in added_fig:
    in_fig = infig and not point_in_normal_figure(i, u)
return in_fig

```

5 Алгоритм

5.1 Функция точки

Определим эту функцию из логики того, что на нее влияет. Итак она будет зависеть от населенности района, где она стоит и от ближайших ЦА. Пусть $peple(x, y)$ это население в точки x, y , $Bcentr(x, y)$ вернет проходимость Бизнес центра в точке x, y , если там нет бизнес центра вернет 0, $Tcenter(x, y)$, $storegge(x, y)$ аналогично для торгового центра и склада. Получаем что то типо:

$$\begin{aligned}
 f(x, y) = & \left(\sum_{-R_1 < i < R_1} \sum_{-R_1 < j < R_1} \frac{k_1}{\sqrt{i^2 + j^2}^2} \cdot peple(i, j) \right) + \left(\sum_{-R_2 < i < R_2} \sum_{-R_2 < j < R_2} \frac{k_2}{\sqrt{i^2 + j^2}^3} \cdot Bcentr(i, j) \right) \\
 & + \left(\sum_{-R_2 < i < R_2} \sum_{-R_2 < j < R_2} \frac{k_3}{\sqrt{i^2 + j^2}^3} \cdot Tcenter(i, j) \right) + \left(\sum_{-R_2 < i < R_2} \sum_{-R_2 < j < R_2} \frac{k_4}{\sqrt{i^2 + j^2}^3} \cdot storegge(i, j) \right)
 \end{aligned}$$

R_1, R_2 мы договорились взять 1 km и 500m, а k_1, k_2, k_3, k_4 зависят от входных данных, они будут определены дополнительными расчетами и R определим позже. Теперь осталось дописать систему поиска точки с наибольшим значением функции и не забыть про влияние поставленных почтаматов на ставящийся.

6 ССЫЛКИ