

Задача классификации точек в непрерывном пространстве на примере распределения горожан по школам.

Владимирова Элина

29 декабря 2020 г.

1 Резюме

Была решена задача распределения по школам жителей города, состоящего из прямоугольных кварталов, по расстоянию от горожанина до школы при условии перемещения человека по дорогам. При решении использовались диаграммы Вороного.

Входные данные: размер города - длина стороны квадрата, который он из себя представляет, количество вертикальных и горизонтальных улиц, количество школ и горожан. В случайно сгенерированной карте города согласно данным построенной для набора школ диаграммы Вороного люди распределяются по школам. Результат работы программы - наглядная карта города и указание ближайшей школы и расстояния до нее для каждого горожанина.

2 Постановка задачи

Задана карта города, состоящего из равноудаленных друг от друга разделенных параллельными и перпендикулярными друг другу дорогами кварталов и содержащего известное количество школ, каждая из которых расположена на границе своего квартала и имеет вход с дороги. Также известны места проживания горожан, перемещающихся вне своего квартала только по дорогам и посещающих школы, причем каждый человек приписан к той из школ, до которой ему ближе всего идти. С использованием диаграммы Вороного необходимо выяснить, к какой из школ приписан каждый горожанин.

3 Допущения

- Город считается квадратным, кварталы, образующие улицы, - прямоугольными и по большей части одинаковыми.
- Предполагается наличие хотя бы 1 вертикальной и горизонтальной дороги.
- Все школы находятся на границе кварталов и имеют хотя бы 1 вход на дороге.
- Условие на количество школ - не менее 4. Это ограничение установлено методами, работающими с диаграммами Вороного в Python.

4 Описание решения

По заданным величинам генерируется карта города, на которой в случайном порядке расставляются школы и расселяются жители. Город наглядно представлен квадратной матрицей, размеры которой указываются

стандартным вводом и каждая ячейка которой имеет одно из следующих значений:

число	"координатные оси"города - строка [0][j] и столбец [i][0]
X	квартал
.	улица
M	горожанин
S	школа
E	вход в школу

Для набора школ с помощью методов Python строится диаграмма Вороного, на основании данных которой делается предположение о принадлежности каждого горожанина к той или иной школе - первичной ближайшей школой считается та, в ячейку Вороного которой попал горожанин, - проверяемое после на истинность посредством прогулки горожанина до школ соседних ячеек.

Функции генерации карты города, размещения на ней школ и жителей, хождения горожанина по улицам и поиска ближайшей школы в результате этого хождения, а также вывода карты города в консоль вынесены в отдельный файл manhattanSchools1.py.

5 Результаты

Программа корректно выдает ближайшую для каждого жителя из списка школу и расстояние до нее. Проверка производилась вручную на городах размеров от 5x5 до 50x50 - меньше не имеет смысла, больше не умещается в консоль при выводе. Первые тесты проводились на городе размера 20x20 с 10 школами и 5 людьми, после чего рассматривались более экстремальные случаи:

```
Enter the size of the city: 20
Enter the amount of horizontal streets: 4
Enter the amount of vertical streets: 4
How many schools is going to be in the city? 10
How many people are we going to track? 5
```

```
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
1 X X X X . X X X X . X X X X . X X X X
2 X X X X E S X X X . X X X X . X X X X
3 X X X X . X X X S E X X X X . X X X X
4 X X X X . X X X X . X X X X . X X X X
5 . . . E . . . E . E E . . . . .
6 X X X S E X X X S E S S X X . X X X X
7 X X X X . X X X X . X X X X . X X X X
8 X X X X . X X X X . X X X X . X X X X
9 X X X X . X X X X . X X X X . X X X X
10 M . E . . . . . . . . M . . .
11 X X S X . X X X X . X X X X . X X X X
12 X X X X . X X X X . X X X X . X X X X
13 X X X X . X X X X . X X X X M X X X X
14 X X S X . X X X X . X X X X . X X X X
15 . . E . . . . . M . . . . M . . .
16 X X X X . X X X X . X X X X . X X X X
17 X X X X . X X X X E S X X X . X X X X
18 X X X X E S X X X . X X X X . X X X X
19 X X X X . X X X X . X X X X . X X X X
Citizen [15, 10] is at school [17, 11]. He has 3 steps to walk.
Citizen [10, 1] is at school [11, 3]. He has 3 steps to walk.
Citizen [10, 16] is at school [6, 12]. He has 10 steps to walk.
Citizen [13, 15] is at school [17, 11]. He has 10 steps to walk.
Citizen [15, 16] is at school [17, 11]. He has 9 steps to walk.
```

```
Enter the size of the city: 20
Enter the amount of horizontal streets: 2
Enter the amount of vertical streets: 2
How many schools is going to be in the city? 4
How many people are we going to track? 10
```

```
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
1 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
2 X X X X X X X X X M X X X X X X X X X
3 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
4 X X X X X X X X X M X X X X X X X X X
5 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
6 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
7 X X X X X X X X X E S X X X X X X X X
8 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
9 X X X X X X X X S E X X X X X S X S X
10 . . . M . M M . E . . . M M . E . E .
11 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
12 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
13 X X X X X X X X X M X X X X X X X X X
14 X X X X X X X X X M X X X X X X X X X
15 X X X X X X X X X M X X X X X X X X X
16 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
17 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
18 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
19 X X X X X X X X X . X X X X X X X X X
Citizen [2, 10] is at school [7, 11]. He has 6 steps to walk.
Citizen [10, 13] is at school [9, 16]. He has 4 steps to walk.
Citizen [13, 10] is at school [9, 9]. He has 5 steps to walk.
Citizen [4, 10] is at school [7, 11]. He has 4 steps to walk.
Citizen [15, 10] is at school [9, 9]. He has 7 steps to walk.
Citizen [10, 6] is at school [9, 9]. He has 4 steps to walk.
Citizen [10, 7] is at school [9, 9]. He has 3 steps to walk.
Citizen [10, 4] is at school [9, 9]. He has 6 steps to walk.
Citizen [10, 14] is at school [9, 16]. He has 3 steps to walk.
Citizen [14, 10] is at school [9, 9]. He has 6 steps to walk.
```

Enter the size of the city: 20
Enter the amount of horizontal streets: 10
Enter the amount of vertical streets: 10
How many schools is going to be in the city? 10
How many people are we going to track? 1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	X	.	X	.	X	.	X	E	S	E	X	.	X	.	X	.	X	.	X
2	.	.	.	.	.	.	.	E	.	E	.	.	.	.	.	E	.	.	.
3	X	.	X	.	X	.	X	.	X	E	S	E	X	.	X	E	S	E	X
4	.	.	.	.	.	.	.	E	.	E	.	.	.	.	.	E	.	.	.
5	X	.	X	.	X	.	X	E	S	E	X	.	X	.	X	.	X	.	X
6	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	X	.	X	.	X	.	X	.	X	M	X	.	X	.	X	.	X	.	X
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.	.	.	.	.	.
11	X	.	X	.	X	.	X	.	X	E	S	E	X	.	X	.	X	.	X
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.	.	.	.	.	.	.
13	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X
14	.	.	E	.	.	.	.	E	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.	.
15	X	E	S	E	X	.	X	E	S	E	X	.	X	.	X	E	S	E	X
16	E	.	E	.	.	.	.	E	.	E	.	.	.	.	.	E	.	.	.
17	S	E	X	.	X	.	X	E	S	E	X	.	X	.	X	.	X	.	X
18	E	.	.	.	.	.	.	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X	.	X

Citizen [9, 10] is at school [11, 13]. He has 5 steps to walk.

Enter the size of the city: 20
Enter the amount of horizontal streets: 3
Enter the amount of vertical streets: 3
How many schools is going to be in the city? 4
How many people are we going to track? 1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	S	E	X
2	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	S	E	X	X	X	X	S	E	X
3	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
4	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
5	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
8	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
9	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
10	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
11	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	M	.	.	.	.	.	.
13	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
14	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
15	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
16	X	X	X	X	S	E	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
17	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	.	X

Citizen [12, 13] is at school [16, 5]. He has 12 steps to walk.

Города меньшего и большего размеров также обрабатываются верно для любого количества горожан и соответствующего ограничениям количества школ.

Enter the size of the city: 10
Enter the amount of horizontal streets: 4
Enter the amount of vertical streets: 4
How many schools is going to be in the city? 5
How many people are we going to track? 10

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	X	E	S	E	X	.	X	M	X
2	E	.	E	.	M	M	.	.	.
3	S	E	X	.	X	.	X	.	X
4	E	.	.	M	.	.	.	M	.
5	S	E	X	.	X	.	X	.	X
6	E	.	.	.	E	.	E	.	M
7	X	.	X	E	S	E	S	E	X
8	.	.	M	M	E	M	E	.	.
9	X	.	X	M	X	.	X	.	X

Citizen [8, 6] is at school [7, 7]. He has 2 steps to walk.
Citizen [6, 9] is at school [7, 7]. He has 3 steps to walk.
Citizen [2, 5] is at school [1, 3]. He has 3 steps to walk.
Citizen [8, 4] is at school [7, 5]. He has 2 steps to walk.
Citizen [4, 4] is at school [3, 1]. He has 4 steps to walk.
Citizen [8, 3] is at school [7, 5]. He has 3 steps to walk.
Citizen [2, 6] is at school [1, 3]. He has 4 steps to walk.
Citizen [1, 8] is at school [1, 3]. He has 7 steps to walk.
Citizen [9, 4] is at school [7, 5]. He has 3 steps to walk.
Citizen [4, 8] is at school [7, 7]. He has 4 steps to walk.

Enter the size of the city: 6
Enter the amount of horizontal streets: 2
Enter the amount of vertical streets: 3
How many schools is going to be in the city? 4
How many people are we going to track? 1

0	1	2	3	4	5
1	X	E	S	E	X
2	S	E	S	E	X
3	E	.	E	.	M
4	X	E	S	E	X
5	X	.	X	.	X

Citizen [3, 5] is at school [2, 3]. He has 3 steps to walk.

Enter the size of the city: 5
Enter the amount of horizontal streets: 2
Enter the amount of vertical streets: 2
How many schools is going to be in the city? 4
How many people are we going to track? 2

0	1	2	3	4
1	S	E	S	E
2	E	M	E	.
3	S	E	S	E
4	E	M	E	.

Citizen [4, 2] is at school [3, 3]. He has 2 steps to walk.
Citizen [2, 2] is at school [1, 1]. He has 2 steps to walk.

Enter the size of the city: 40
Enter the amount of horizontal streets: 3
Enter the amount of vertical streets: 5
How many schools is going to be in the city? 4
How many people are we going to track? 10

```

0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39
1  X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
2  X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
3  X X X X X X X E S X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
4  X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X M X X X X X X X
5  X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
6  X X X X X X X . X X X X X X X M X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
7  X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
8  X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
9  X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
10 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
11 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
12 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X S X X . X X X X X X X . X X X X X X X
13 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . E . . . . . . . . . . . . . . . . .
14 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
15 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
16 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
17 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
18 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
19 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
20 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X M X X X X X X X
21 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
22 X X X X X X X . X X X X X X X M X X X X X X X E S X X X X X X . X X X X X X X
23 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
24 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
25 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X M X X X X X X X . X X X X X X X
26 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . M . . . . . . . . . . M . . . .
27 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
28 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
29 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
30 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
31 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
32 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
33 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
34 X X X X X X X M X X X X X X X . X X X X X X X M X X X X X X X . X X X X X X X
35 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
36 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
37 X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
38 X X X X S X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X . X X X X X X X
39 . . . . E . . M . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

```

Citizen [39, 8] is at school [38, 5]. He has 4 steps to walk.
Citizen [22, 16] is at school [12, 21]. He has 15 steps to walk.
Citizen [6, 16] is at school [12, 21]. He has 13 steps to walk.
Citizen [4, 32] is at school [12, 21]. He has 21 steps to walk.
Citizen [25, 24] is at school [22, 25]. He has 4 steps to walk.
Citizen [26, 27] is at school [22, 25]. He has 8 steps to walk.
Citizen [20, 32] is at school [22, 25]. He has 19 steps to walk.
Citizen [26, 36] is at school [22, 25]. He has 17 steps to walk.
Citizen [34, 8] is at school [38, 5]. He has 9 steps to walk.
Citizen [34, 24] is at school [22, 25]. He has 13 steps to walk.