





FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE TANGER

Année universitaire 2023-2024

PROJET DE MODULE:

Méthode d'analyse spatiale

Filière Ingénieur en Géoinformation

Analyse des points de crimes dans une ville par la méthode du voisin le plus proche

Réalisé par :

Encadré par :

DOUNIA AOULAD ALLOUCH

Mme. MINA AMHARREF

Résumé

Le présent rapport synthétise le travail effectué dans le cadre du mini-projet de module : Méthodes d'analyse spatiale, portant sur l'analyse des points de crimes dans une ville. Il vise l'application de la méthode statistique de plus proche voisin, pour déterminer les zones de distribution des crimes.

Abstract

The present report summarizes the work carried out as part of the mini-project for the module: Spatial Analysis Methods, focusing on the analysis of crime points in a city. It aims to apply the statistical method of nearest neighbor to determine the distribution zones of crimes.

Remerciement:

Mes vifs remerciements vont à **Mme Mina AMHARREF**, mon professeur pour tous ses efforts fournis, ses directives et ses conseils pertinents qui m'ont été d'un appui considérable tout au long de mon projet.

Je tiens également à remercier tout le cadre professoral de la FSTT, pour la formation de qualité qu'il nous a prodiguée.

SOMMAIRE

Résumé	2
Remerciement:	3
INTRODUCTION GENERALE :	
Chapitre01 : Présentation Générale du Projet	7
1. Introduction Erreur! Signe	et non défini.
2. Problématique	8
3. Présentation de la méthode de plus proche voisin	8
4. Conclusion	9
Chapitre02 : Application de la méthode de plus proche voisin pour l'ordre 1	10
1. Introduction:	10
2.Realisation	10
Chapitre03 : Le voisin le plus proche d'ordre K	15
1. Introduction	15
2. Représentation de script	15
Conclusion General:	23

Tables de Figures :

Figure 1:Tableau des nuages des points	8
Figure 2:Tableau des distances de chaque point	12
Figure 3:Tableau des distances minimal	13
Figure 4:Scripts représentant les différents ordres	17
Figure 5:Distances moyennes observées	18
Figure 6:Distances moyennes attendues	19
Figure 7:Test par Simulation	20

INTRODUCTION GENERALE:

La réparation spatiale des crimes joue un rôle important pour déterminer le comportement des crimes dans le milieu urbain.

C'est dans ce contexte que s'inscrit mon projet, qui consiste à analyser la distribution des crimes par la méthode de plus proche voisin .Je vais essayer de cerner les différents aspects de ce projet à travers les trois chapitres de ce présent document :

Le premier chapitre, composé de deux sections, la première présente la problématique étudiée, la seconde section décrit la méthode de plus proche voisin que nous allons utiliser.

Le deuxième chapitre présente la démarche à suivre pour la méthode de voisin le plus proche afin d'arriver à l'analyse de distribution des points.

Dans le troisième chapitre nous allons présenter la méthode du voisin le plus proche d'ordre K.

Chapitre01: Présentation Générale du Projet

1. Introduction:

Ce chapitre a pour but de situer le projet dans son contexte général. Il commence par l'explication de la problématique, ensuite nous allons présenter la méthode utilise.

2. Problématique:

Le processus de déterminer la distribution des crimes est complique à cause de répartition des points, c'est pour cela nous allons effectuer l'analyse spatial de 24 points dans une ville au milieu urbain avec une surface de 64KM2.

Pi	Xi	Yi
1	1,5	7
2	1	7
3	1,5	6,8
4	0,5	5,8
5	2,2	7,5
6	0,3	7
7	0,6	4,8
8	1,8	4,1
9	2,1	5,2
10	4,3	5,8
11	1,6	7,2
12	3,1	6,4

1.0	^ =	2.0
13	0,7	2,9
14	0,1	2,6
15	1,5	4,4
16	3,1	5,3
17	5,2	6,2
18	5,1	7,9
19	1,7	1
20	2,4	1,8
21	4,2	5
22	7	6,1
23	6,8	3,8
24	7,2	0,3

Figure 1:Tableau des nuages des points

3. Présentation de la méthode de plus proche voisin:

La méthode de plus proche voisin est une technique d'analyse spatiale utilisée pour étudier la distribution spatiale d'un ensemble de points. Le principe fondamental de cette méthode est de mesurer la proximité relative entre chaque point et son voisin le plus proche. C'est une méthode couramment utilisée dans des domaines tels que la géographie, la criminologie, etc., pour comprendre la répartition spatiale des événements ou des entités.

Les étapes de la méthode de plus proche voisin sont les suivantes :

- 1. Calculer de distance euclidienne par la formule : $Dij = \sqrt{(Xi Xj)^2 + (Yi Yj)^2}$, dans le cas de notre projet nous avons travaillé avec la distance rectiligne : Dij = (Xi Xj) + (Yi Yj) puisque il s'agit du milieu urbain.
- 2. déterminer la distance minimale observée pour chaque point i.
- 3. calculer la moyenne des distances observées au plus proches voisins do.
- 4. déterminer la distance théorique moyenne du plus proche voisin dT dans le cas d'une distribution aléatoire ; $dT = 1/2\sqrt{S/N} = 0.5/\sqrt{d}$.
- 5. calculer 1 l'indice R : R = dO / dT
- 6. tester le caractère aléatoire de la distribution par un test R
 - Si R = 0 la répartition est concentrée (groupée).
 - Si R = 1 répartition est aléatoire (pas de différence entre la distribution réelle et aléatoire).
 - Si R= 2,15 la répartition est parfaitement régulière (triangle équilatéral ; points parfaitement équidistants.
- 7. tester la signifiance de R et le caractère aléatoire par le Test de Student : La distribution est significativement concentrée si : $D0 < Dt (t * \sigma D0)$ La distribution est significativement dispersée si : $D0 > Dt + (t * \sigma D0)$

4. Conclusion:

Ce chapitre consiste déterminer le contexte de projet et expliquer le principe de la méthode de plus proche voisin que nous allons utiliser.

Chapitre02: Application de la méthode de plus prohe voisin

1. Introduction:

Ce chapitre consiste à décrire les différentes étapes à suivre pour appliquer la méthode de plus proche voisin afin d'analyser les points de crimes.

2. Réalisation :

Comme nous l'avons expliqué dans le chapitre précédent, la méthode de plus proche voisin consiste premièrement à calculer la distance entre différents points.

Le résultat trouvé est représenté dans le tableau ci-dessus :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0,5	0,2	2,2	1,2	1,2	3,1	3,2	2,4	4	0,3	2,2
2	0,5	0	0,7	1,7	1,7	0,7	2,6	3,7	2,9	4,5	0,8	2,7
3	0,2	0,7	0	2	1,4	1,4	2,9	3	2,2	3,8	0,5	2
4	2,2	1,7	2	0	3,4	1,4	1,1	3	2,2	3,8	2,5	3,2
5	1,2	1,7	1,4	3,4	0	2,4	4,3	3,8	2,4	3,8	0,9	2
6	1,2	0,7	1,4	1,4	2,4	0	2,5	4,4	3,6	5,2	1,5	3,4
7	3,1	2,6	2,9	1,1	4,3	2,5	0	1,9	1,9	4,7	3,4	4,1
8	3,2	3,7	3	3	3,8	4,4	1,9	0	1,4	4,2	3,3	3,6
9	2,4	2,9	2,2	2,2	2,4	3,6	1,9	1,4	0	2,8	2,5	2,2
10	4	4,5	3,8	3,8	3,8	5,2	4,7	4,2	2,8	0	4,1	1,8
11	0,3	0,8	0,5	2,5	0,9	1,5	3,4	3,3	2,5	4,1	0	2,3
12	2,2	2,7	2	3,2	2	3,4	4,1	3,6	2,2	1,8	2,3	0
13	4,9	4,4	4,7	3,1	6,1	4,5	2	2,3	3,7	6,5	5,2	5,9

14	5,8	5,3	5,6	3,6	7	4,6	2,7	3,2	4,6	7,4	6,1	6,8
15	2,6	3,1	2,4	2,4	3,8	3,8	1,3	0,6	1,4	4,2	2,9	3,6
16	3,3	3,8	3,1	3,1	3,1	4,5	3	2,5	1,1	1,7	3,4	1,1
17	4,5	5	4,3	5,1	4,3	5,7	6	5,5	4,1	1,3	4,6	2,3
18	4,5	5	4,7	6,7	3,3	5,7	7,6	7,1	5,7	2,9	4,2	3,5
19	6,2	6,7	6	6	7	7,4	4,9	3,2	4,6	7,4	6,3	6,8
20	6,1	6,6	5,9	5,9	5,9	7,3	4,8	2,9	3,7	5,9	6,2	5,3
21	4,7	5,2	4,5	4,5	4,5	5,9	3,8	3,3	2,3	0,9	4,8	2,5
22	6,4	6,9	6,2	6,8	6,2	7,6	7,7	7,2	5,8	3	6,5	4,2
23	8,5	9	8,3	8,3	8,3	9,7	7,2	5,3	6,1	4,5	8,6	6,3
24	12,4	12,9	12,2	12,2	12,2	13,6	11,1	9,2	10	8,4	12,5	10,2

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4,9	5,8	2,6	3,3	4,5	4,5	6,2	6,1	4,7	6,4	8,5	12,4
4,4	5,3	3,1	3,8	5	5	6,7	6,6	5,2	6,9	9	12,9
4,7	5,6	2,4	3,1	4,3	4,7	6	5,9	4,5	6,2	8,3	12,2
3,1	3,6	2,4	3,1	5,1	6,7	6	5,9	4,5	6,8	8,3	12,2
6,1	7	3,8	3,1	4,3	3,3	7	5,9	4,5	6,2	8,3	12,2
4,5	4,6	3,8	4,5	5,7	5,7	7,4	7,3	5,9	7,6	9,7	13,6
2	2,7	1,3	3	6	7,6	4,9	4,8	3,8	7,7	7,2	11,1
2,3	3,2	0,6	2,5	5,5	7,1	3,2	2,9	3,3	7,2	5,3	9,2
3,7	4,6	1,4	1,1	4,1	5,7	4,6	3,7	2,3	5,8	6,1	10
6,5	7,4	4,2	1,7	1,3	2,9	7,4	5,9	0,9	3	4,5	8,4
5,2	6,1	2,9	3,4	4,6	4,2	6,3	6,2	4,8	6,5	8,6	12,5
5,9	6,8	3,6	1,1	2,3	3,5	6,8	5,3	2,5	4,2	6,3	10,2
0	0,9	2,3	4,8	7,8	9,4	2,9	2,8	5,6	9,5	7	9,1

0,9	0	3,2	5,7	8,7	10,3	3,2	3,1	6,5	10,4	7,9	9,4
2,3	3,2	0	2,5	5,5	7,1	3,6	3,5	3,3	7,2	5,9	9,8
4,8	5,7	2,5	0	3	4,6	5,7	4,2	1,4	4,7	5,2	9,1
7,8	8,7	5,5	3	0	1,8	8,7	7,2	2,2	1,9	4	7,9
9,4	10,3	7,1	4,6	1,8	0	10,3	8,8	3,8	3,7	5,8	9,7
2,9	3,2	3,6	5,7	8,7	10,3	0	1,5	6,5	10,4	7,9	6,2
2,8	3,1	3,5	4,2	7,2	8,8	1,5	0	5	8,9	6,4	6,3
5,6	6,5	3,3	1,4	2,2	3,8	6,5	5	0	3,9	3,8	7,7
9,5	10,4	7,2	4,7	1,9	3,7	10,4	8,9	3,9	0	2,5	6
7	7,9	5,9	5,2	4	5,8	7,9	6,4	3,8	2,5	0	3,9
9,1	9,4	9,8	9,1	7,9	9,7	6,2	6,3	7,7	6	3,9	0

Figure 2:Tableau des distances de chaque point

✓ nous allons calculer maintenet la distance minimal qui separe chaque point de son voisinage,nous montrons cette operation dans le tableau ce dessous :

Point	Distance min
1	0,2
2	0,5
3	0,2
4	1,1
5	0,9
6	0,7
7	1,1
8	0,6

9	1,1
10	0,9
11	0,3
12	1,1
13	0,9
14	0,9
15	0,6
16	1,1
17	1,3
18	1,8
19	1,5
20	1,5
21	0,9
22	1,9
23	2,5
24	3,9
T31	A 77

Figure 3:Tableau des distances minimal

✓ Calculons la moyenne des distances minimales observe d0 :

$$D0=\sum Dmin(i)/N = (0.2+0.5+0.2+.....+3.9)/24 = 1.1458333$$

✓ Calculons la distance théorique moyenne :

dt=
$$1/2 * \sqrt{S}/N = 0.5 * \sqrt{D} = 0.816$$
 avec S=64Km2 et N=24

✓ Calculons le Rapport R :

$$R = d0 / dt = 1.1458 / 0.816 = 1,4033$$

Puisque R>1 alors La distribution spatiale est caractérisée par une dispersion.

✓ Application de test de student :

Calculons $dt + (t * \sigma d0)$:

On a :
$$d0 = 0.26 \text{ V } N^2 / S = 0.0866$$

Ddl=N-1=23, le risque d'erreur dans l'analyse spatial est 0.05,donc d'après la table de Student t=2.069, donc $t * \sigma$ d0=0, 9644, sachant que d0=1.1458 et dt=0.816, on déduit que d0 > dt + ($t * \sigma$ d0) alors la distribution est disperse.

Chapitre03: Le voisin le plus proche d'ordre K

1. Introduction:

Ce chapitre consiste à expliquer et présenter le script qui va permettre d'appliquer la méthode de plus proche voisin d'ordre k ainsi que la méthode de K ripley.

2. Représentation de script:

Nous avons réalisé un code dans le langage de programmation python qui demande à l'utilisateur de saisir les coordonnes des points et l'ordre K, ensuite il lui affiche la valeur de dk et la valeur de la distance moyenne observe.

Ci-dessus les scripts de code qu'on a réalisé :

```
import numpy as np

def distance_rectiligne(point1, point2):
    return abs(point1[0] - point2[0]) + abs(point1[1] - point2[1])

def trouver_keme_plus_proche_voisin(points, k):
    coordonnées = np.array(points)
    distances_k_proche_voisin_tableau = []

for i in range(len(coordonnées)):
    distances_i = []

for j in range(len(coordonnées)):
    if i != j:
        dist_ij = distance_rectiligne(coordonnées[i], coordonnées[j])
    distances_i.append((dist_ij, j + 1))
```

```
distances_i.sort()

keme_plus_proche_voisin = distances_i[k - 1]

distances_k_proche_voisin_tableau.append(keme_plus_proche_voisin)

return distances_k_proche_voisin_tableau

nombre_points = int(input("Entrez le nombre de points (N) : "))

nombre_points = int(input("Entrez le nombre de points (N) : "))

points_utilisateur = []

for i in range(nombre_points):

x_point = float(input(f"Entrez la coordonnée x du point {i + 1} : "))

y_point = float(input(f"Entrez la coordonnée y du point {i + 1} : "))

points_utilisateur.append([x_point, y_point])

while True:

ordre_k = int(input("Entrez l'ordre k (0 pour arrêter) : "))

if ordre_k == 0:

breek
```

```
Entrez le nombre de points (N) : 24

Entrez la coordonnée x du point 1 : 1.5

Entrez la coordonnée y du point 1 : 7

Entrez la coordonnée x du point 2 : 1

Entrez la coordonnée y du point 2 : 7

Entrez la coordonnée x du point 3 : 1.5

Entrez la coordonnée y du point 3 : 6.8

Entrez la coordonnée x du point 4 : 8.5
```

Figure 4:Scripts représentant les différents ordres

Nous allons essayer de présenter dans un tableau qui contient les valeurs de dk et Dk avec les 23 ordres (N-1) :

OrdreK	dk	DK
2	44.2	1.8416
3	50.9	2.120833
4	57.099	2.379
5	65.8	2.74
6	74.60	3.1083
7	80.9	3.37
8	90.39	3.766
9	95.19	3.966
10	99.399	4.1416
11	104.60	4.3583
12	108.60	4.525
13	113.99	4.7499
14	119.6	4.9833
15	126.300	5.2625
16	132.29	5.5124
17	139	5.7916
18	148.60	6.1916
19	161	6.7083
20	173.1	7.212
21	184.1	7.670
22	205.400	8.558
23	255.4	10.64

Figure 5:Distances moyennes observées

En utilisant la formule : $D0(k)=(2k\cdot k!)2K\cdot (2\cdot K)!\cdot SN$, nous allons calculer la distance moyenne attendueD0(K) :

OrdreK	D0(K)
2	0.45
3	0.57
4	0.66
5	0.75
6	0.82
7	0.89
8	0.96
9	1.02
10	1.07
11	1.13
12	1.18
13	1.23
14	1.28
15	1.32
16	1.37
17	1.41
18	1.45
19	1.49
20	1.53
21	1.57
22	1.61
23	1.64

Figure 6:Distances moyennes attendues

Test par simulation:

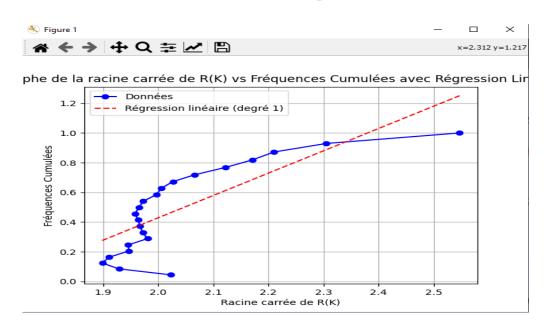
Ordre	comparaison	Interprétation
2	D(2) > D0 (2)	Régulièrement espace
3	D(3) > D0(3)	Régulièrement espace
4	D(4) > D0(4)	Régulièrement espace
5	D(5) > D0(5)	Régulièrement espace
6	D(6) > D0(6)	Régulièrement espace
7	D(7) > D0(7)	Régulièrement espace
8	D(8) > D0(8)	Régulièrement espace
9	D(9) > D0(9)	Régulièrement espace
10	D(10) > D0 (10)	Régulièrement espace
11	D(11) > D0 (12)	Régulièrement espace
12	D(12) > D0 (12)	Régulièrement espace
13	D(13) > D0 (13)	Régulièrement espace
14	D(14) > D0 (14)	Régulièrement espace
15	D(15) > D0 (15)	Régulièrement espace
16	D(16) > D0 (16)	Régulièrement espace
17	D(17) > D0 (17)	Régulièrement espace
18	D(18) > D0 (18)	Régulièrement espace
19	D(19) > D0 (19)	Régulièrement espace
20	D(20) > D0 (20)	Régulièrement espace
21	D(21) > D0 (21)	Régulièrement espace
22	D(22) > D0 (22)	Régulièrement espace
23	D(23) > D0 (23)	Régulièrement espace

Figure 7:Test par Simulation

✓ Test de Student :

On trouve que D (K) >D0(K) +($t^* \sigma$) pour tous les ordres donc la distribution est disperse.

✓ Test sur la distribution des fréquences cumulées de $\sqrt{R(K)}$:



✓ Fonction K de Ripley :

 $Kdp=S/N (N-1)*(\sum\sum Kij)$

On à le rayon maximal R=3.5 puisque la surface de la zone est 64m2, la série des différents rayons est la suivante : [0.5, 1,1.5, 2,2.5, 3,3.5]

✓ Fonction L de Besag-Riplay :

Ldp=sqrt(Kdp/pi)-dp

Ci-dessous le graphe qui représente la fonction (Ldp) en fonction de la distance avec l'intervalle de confiance:

Conclusion General:

Apres l'utilisation de la méthode de plus proche voisin, nous somme arriver à connaître que la dispersion des crimes est dispersées dans l'espace.

Ce projet m'a été vraiment bénéfique. Au cours de sa réalisation, j'ai eu l'opportunité de mettre en œuvre les différentes connaissances acquises durant le module « Méthode d'analyse spatial. »