【原著論文】

地図表現が施設選択行動に与える影響 — 犯罪分布地図の表現方法

中島亮一・貞広幸雄

Perception of Maps Representing a Surface Distribution Generated from a Point Distribution

Ryoichi NAKASHIMA and Yukio SADAHIRO

Abstract: Spatial smoothing is one of the spatial operations in GIS. It makes spatial information vague and ambiguous to some extent, in order to hide the exact location or attribute of spatial objects. Since spatial smoothing is a kind of conversion of spatial data, use of visualized spatial data also changes with spatial smoothing. The degree of smoothing affects the way and result of map use. Though this has been widely recognized in cartography and GIS, few studies have been done in the literature. To fill the gap of the research, this paper analyzes the effect of spatial smoothing in map use. The experiment is performed on the focus to a facility choice on a map. The observed data are used to build and estimate a stochastic model representing the hotel choice behavior. The model serves for not only explaining the choice behavior of a hotel but also discussing it in relation to the degree of spatial smoothing.

Keywords: 地図知覚 (map perception), 犯罪マップ (crime map), 平滑化 (spatial smoothing)

1. はじめに

地理情報システム (GIS) において点データは最も基本的なデータ形式の1つである。点データによって、様々な種類の施設や活動、そして抽象的な概念を地図上に示すことができる (Longley *et al.*, 1999)。

点データはGIS上では点シンボルとして表現され、それによって地図利用者はその点の正確な位置を把握することができる。しかしながら、実際には主に事象の地域的な広がりを見せるだけでよいという場合がありうる。また、その特殊な例として地図利用者に対して、点の正確な位置を隠すべき場合もありうる。たとえば、国勢調査では個人レベルでデータ収集がされるが、個人のプライバシー保護のために地区単位で集計したものが公開される。同様に、疫

学の地図では、病気が発症した場所を正確に特定されないようにコロプレス地図が使われる。また、犯罪の発生はその地域の地価を下げるため、犯罪発生分布も濃淡図に変換して示される場合が多い。

地図利用者から点データの空間的集計方法はいくつか提案されている (Bailey and Gatrell, 1995)。よく利用される方法としては、調査地域や行政上の単位、正方形の格子などの単位に点を集計するというものが挙げられる。この場合、空間集計単位内に存在する点の数がその単位の属性として表現される。コロプレス地図は総数データの典型的な表現手法である。

その他、点分布を平滑化して表現するという方法が挙げられる。平滑化の手法としては、移動平均法やカーネル法 (Silverman 1986, Scott, 1992) などがある。空間的集計によってコロプレス地図ができ、空間的平滑化によって連続的な濃淡図ができる。

これらの方法において、もとの点の位置情報をど

中島：〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1
東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻
Department of Urban Engineering, University of Tokyo
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, JAPAN
Tel: 03-5841-6259
E-mail: nakashima@ua.t.u-tokyo.ac.jp

図1 点データの可視化

(a) 点シンボル (b) 空間的集計 (c) 空間的平滑化

の程度残すかは地図製作者が決定することができる。空間集計単位や平滑化の度を大きくすると、点の位置を曖昧に示す地図ができる。逆に、小さい空間集計単位や平滑化の度を用いると、詳細な地図ができる。ただし詳細な地図は正確な点の位置を把握しやすいものであるため、犯罪分布地図などにおいてはしばしば犯罪危険地域の住民に不当な不利益を与えることがある。

空間的な集計や平滑化は地図利用の方法や結果に大きな影響を与える (Monmonier, 1991; MacEachren, 1995; Leitner and Buttenfield, 2000; Aerts *et al.*, 2003)。たとえば犯罪パターン分析においては、正確な犯罪発生地点が示された地図は、分布の局地的なパターン発見に適しているかもしれない。一方で、データが集計されたり平滑化されたりした地図の場合、分布の大域的な構造を発見するのに適しているかもしれない。このように、空間集計単位や平滑化の度目の選択は非常に重要な問題である。

このことはGISや地図学において広く認識されてきたことであるが、文献となっている研究事例は少ない。このような研究における隔たりを埋めるために、本研究では地図利用における空間的平滑化の影響についての分析を行う。地図における施設選択、具体的には観光都市の犯罪危険度地図における宿泊地選択に注目し、アンケートを用いた実験を行うことで研究を進めた。そして、実験結果をモデル化し、最後にモデルを用いたシミュレーションの結果から

得られる望ましい平滑化の度目の考察を行った。

2. 実験

2.1 実験用地図の作成

実験では仮定の観光都市の地図を用いた。仮定の地図の作成方法は次の通りである。まず、それぞれ20個の犯罪発生地点を含む10パターン（集中分布4パターン、分散分布4パターン、ランダム分布2パターン）の点分布図を作成した。

図2 仮定の犯罪発生分布

(a) 集中分布, (b) 分散分布, (c) ランダム分布

犯罪危険度を求めるために、犯罪発生地点のデータにカーネル関数を適用させた。 z_i を*i*番目の犯罪発生地点とする。そして犯罪発生地点の数を n とする。するとカーネル関数は次式で定義される。

$$k(\mathbf{x}) = \exp(-\alpha \|\mathbf{x} - \mathbf{z}_i\|) \quad (1)$$

ここで α は平滑化に関するパラメータである。そして地点 $\mathbf{x}$ における犯罪危険度は次式で表される。

$$c(\mathbf{x}) = \frac{1}{n} \sum_i \frac{\exp(-\alpha \|\mathbf{x} - \mathbf{z}_i\|)}{\int_{y \in S} \exp(-\alpha \|\mathbf{y} - \mathbf{z}_i\|) d\mathbf{y}} \quad (2)$$

S は地図全体の領域を示している。図3は犯罪危険度の計算方法を図示したものである。

図3 犯罪危険度の計算

黒点：犯罪発生地点
破線：それぞれのカーネル関数
実線：全ての犯罪発生地点におけるカーネル関数を合計した犯罪危険度

平滑化係数 α として、3種類の値 (0.25, 0.50, 1.00) を用いた。式(1)より、 α の値が小さくなると犯罪危険度分布は平坦になっていく。

次に犯罪危険度分布を可視化することを考える。ここでは白から黒への単色グラデーションを用いた。また、全ての地図においてそれぞれの色の占める割合が同等になるように、5段階の等量分類を採用し色分けを行った。図4は、同じ犯罪発生データに異なる α の値を適用した場合に得られる犯罪危険度分布の例である。

最後に、それぞれの地図に対して宿泊地の位置を点シンボルで記入した。宿泊地はそれぞれが位置する地点の犯罪危険度が互いに異なるような位置に配置した。また、宿泊費はその地点の犯罪危険度によって決定した。つまり、危険な地域に位置している場合、宿泊地の宿泊費を低くするという具合である。図5にその地図の例を示す。

その結果、30種類の地図 (10種類の犯罪発生分布 $\times$ 3通りの平滑化係数) が得られた。その中から平滑化係数ごとに10枚を選び、説明書き、表紙、小縮尺の地図を加えて1つのアンケートセットとした。小縮尺の地図は、宿泊地の位置とその周辺に様に分布する観光スポットを示している。これは、被験者に全ての宿泊地からの観光地へのアクセシビリティは同等であると伝えることを目的としており、それによって、被験者は宿泊地の位置と宿泊費、犯罪危険度分布のみを勘案して宿泊地選択を行うことが可能になると考えられる。

(a)

(b)

(c)

図4 異なる平滑化係数を用いて作成した犯罪危険度分布図。色の濃い部分は犯罪発生密度が高い。

図2の地図C3上で平滑化係数 α は

(a) 0.25, (b) 0.50, (c) 1.00.

犯罪危険度	宿泊費
1	A 17000円
2	B 15000円
3	C 12000円
4	D 10000円
5	E 20000円

図5 宿泊地の位置と宿泊費、犯罪危険度分布を示す地図

2. 2 実験の実施

2003年12月1日、東京大学工学部都市工学科の55人の学部生（男性46人、女性9人）を対象にして実験を行った。実験は、これらのアンケートを被験者に無作為に配布し、それぞれが与えられた地図において、最も泊まりたいと思う宿泊地を選択してもらうという形式で行った。また、被験者は実験の目的や内容について事前に知らされてはいなかった。無効な回答を削除した結果、48の有効回答を得た（有効回答率は87%）。

3. 施設選択モデル

3. 1. 様々なモデルの候補

前節の実験結果における被験者の選択行動を記述するために、多項ロジットモデルを用いる。

このモデルは、被験者が宿泊費と宿泊地の位置、犯罪危険度分布を考慮しながら宿泊地選択を行っているという仮定に基づいている。この仮定の妥当性は、あらかじめ筆者と同じ研究室の学生を対象に予備実験を行うことで、ある程度確認されている。

ここで r_i と x_i をそれぞれ宿泊地 i の宿泊費と位置とする。位置 $\mathbf{x}$ における犯罪危険度を $c(\mathbf{x})$ で表す。

このモデルは3段階で構成されている。犯罪危険度の認知、犯罪危険度の評価、宿泊地の選択である。

まず、第1段階として、地図における犯罪危険度の認知方法を考える。 $c'(\mathbf{x})$ を $\mathbf{x}$ における認知犯罪危険度とする。5段階の濃淡図を用いて犯罪危険度を示しているため、 $c'(\mathbf{x})$ は次式のように表すことができる。

$$c'(\mathbf{x}) = \begin{cases} 1 & c(\mathbf{x}) < c_1 \\ 2 & c_1 \leq c(\mathbf{x}) < c_2 \\ 3 & c_2 \leq c(\mathbf{x}) < c_3 \\ 4 & c_3 \leq c(\mathbf{x}) < c_4 \\ 5 & c_4 \leq c(\mathbf{x}) \end{cases} \quad (3)$$

この式において、 c_i は i 番目の変位値である。地図全体の領域 S における $c(\mathbf{x})$ の累積関数を $F(c)$ で表すと、

$$F(c_i) = \frac{i}{5} \quad (4)$$

となる。

犯罪危険度の認知方法のもう1つの可能性として、濃淡図の色の濃さ（明度）を用いる場合が考えられる。被験者はまず灰色の明度を認知してから危険度を評価しているためである。犯罪危険度と明度の対応は以下の表の通りである。

表1 犯罪危険度と明度の対応表

犯罪危険度	明度
1	255
2	220
3	185
4	150
5	115

明度は256階調の値を用いている。

この場合、認知犯罪危険度 $c'(\mathbf{x})$ は次のように表される。

$$c'(\mathbf{x}) = \begin{cases} 255 & c(\mathbf{x}) < c_1 \\ 220 & c_1 \leq c(\mathbf{x}) < c_2 \\ 185 & c_2 \leq c(\mathbf{x}) < c_3 \\ 150 & c_3 \leq c(\mathbf{x}) < c_4 \\ 115 & c_4 \leq c(\mathbf{x}) \end{cases} \quad (5)$$

第2段階はそれぞれの宿泊地の位置における犯罪危険度の評価である。この段階においても2種類のモデルを仮定した。 $e(\mathbf{x})$ を位置 $\mathbf{x}$ において評価された犯罪危険度とする。まず、被験者が宿泊地の位置 $\mathbf{x}$ のみの危険度を評価していると考えることができる。その場合、 $e(\mathbf{x})$ は次式で表される。

$$e(\mathbf{x}) = c'(\mathbf{x}) \quad (6)$$

もう1つの仮説として、被験者は宿泊地の位置 $\mathbf{x}$ のみだけではなく、その周辺領域も含めて犯罪危険度を評価しているということも考えられる。この場合、 $c'(\mathbf{x})$ は位置 $\mathbf{x}$ からの距離に従って重み付けをされて累積され则认为られる。

$$e(\mathbf{x}) = \int_{\mathbf{y} \in \Omega(\mathbf{x}, \eta)} \{\eta - |\mathbf{y} - \mathbf{x}|\} c'(\mathbf{y}) d\mathbf{y} \quad (7)$$

この式において、 $\Omega(\mathbf{x}, \eta)$ は位置 $\mathbf{x}$ を中心とした半径 r の円である。式より、重み付けは $\mathbf{x}$ からの距

離に従って線形に減少していき、距離が η に達したとき0となる。 $\Omega(\mathbf{x}, \eta)$ は被験者が宿泊地を選択する際に考慮に入れる犯罪危険度の領域を示していることになる。

第3段階は地図上での宿泊地選択行動の記述である。モデルは、被験者は宿泊地の位置と宿泊費、犯罪危険度分布のみを勘案し、宿泊地を選択しているという仮定に基づいている。この仮定は予備実験によりある程度妥当性が確認されている。この仮定により、被験者が宿泊地 i を選択する確率は次式で表される。

$$P_i = \frac{\exp(-\beta r_i + \gamma e(\mathbf{x}_i))}{\sum_j \exp(-\beta r_j + \gamma e(\mathbf{x}_j))} \quad (8)$$

式(8)において、 β と γ は実験結果を推定するためのパラメータである。

前記の通り、 $c'(\mathbf{x})$ 2種類、 $e(\mathbf{x})$ 2種類の計4種類

表2 モデルの候補

	$c'(\mathbf{x})$	$e(\mathbf{x})$
Model1	危険度 (数値)	局所
Model2	危険度 (数値)	領域
Model3	明度	局所
Model4	明度	領域

のモデルが仮定されている。それらをまとめたものが以下の表2である。

3. 2. モデルの評価

前節で構築したモデルの有意性をAIC (Akaike Information Criterion)によって評価した。推定されたパラメータとAICの値を以下に示す。

表3 モデルのAIC比較

	AIC	β	γ	η
Model1	1419.84	2.0478	0.863	NA
Model2	1389.42	2.9409	0.0487	D/10
Model3	1419.84	2.0478	0.0247	NA
Model4	1366.54	2.9593	0.0015	D/10

D: 地図の一辺の長さ

AICの値が小さいほどそのモデルは実験結果のデータをよく表していると言われている。よって、上記の4つのモデルの中ではModel4が最も実験結果に適合している。

モデルの一般性を検討するために、平滑化の程度ごとに分けた地図に対してモデルを構築した。そのモデルのAICは1367.58であり、これは全ての地図に対して共通のモデルを当てはめた場合よりもわずかに大きい。これより、被験者の選択行動は平滑化の程度によらず一定であるということが出来る。

また、性別による選択行動の違いの有無を検討するために、被験者を男女別に分けてモデルを構築した。構築したモデルのAICは1362.33であり、これは男女共通のモデルよりも小さい。これより、施設選択行動は地図利用者の性別によって違いがあると考えられる。また、パラメータの値より、男性は宿泊費に関心を示しており、一方で女性は犯罪危険地帯を避ける傾向があると考えられる(表4参照)。

また、残差分布を調べたところ、宿泊費の影響が過小評価されているということが判明した。そこで、多項ロジットモデルの r_i にべき関数を用いることにした。それが次式である。

$$P_i = \frac{\exp(-\beta r_i^\kappa + \gamma e(\mathbf{x}_i))}{\sum_j \exp(-\beta r_j^\kappa + \gamma e(\mathbf{x}_j))} \quad (9)$$

式(9)において、 κ は男女の被験者に対して共通に推定されたパラメータである。最尤法を用いると、 $\kappa=5.71$ の時にAIC=1276.18という結果が得られた。これは宿泊費の影響が非常に大きいということを表している。また、AICの値がこれ以上小さくなることはなかったため、以下に示す式(10)を犯罪危険度地図における宿泊地選択を示すモデルとして採用する。

$$P_i = \frac{\exp(-\beta r_i^\kappa + \gamma \int_{\mathbf{y} \in \Omega(\mathbf{x}, \eta)} \{\eta - |\mathbf{y} - \mathbf{x}_i|\} c'(\mathbf{y}) d\mathbf{y})}{\sum_j \exp(-\beta r_j^\kappa + \gamma \int_{\mathbf{y} \in \Omega(\mathbf{x}, \eta)} \{\eta - |\mathbf{y} - \mathbf{x}_j|\} c'(\mathbf{y}) d\mathbf{y})} \quad (10)$$

$c'(\mathbf{y})$ は式(5)で与えられる。また、このモデルにおけるそれぞれのパラメータの値は以下の通りである。

表4 採用されたモデルのパラメータ

	β	γ	η	κ
男性	0.0624	0.00133	$D/10$	5.71
女性	0.0558	0.00188	$D/10$	5.71

4. モデルによるシミュレーション

前節で得られたモデルを用いて、空間的平滑化の程度と施設選択行動の関係性について考える。以下のような方法で平滑化の程度の異なる地図上における施設選択行動のシミュレーションを行う。

図2のそれぞれの犯罪発生分布図に対して、平滑化のパラメータ α を0から1まで徐々に増加させながら、式(2)を用いて犯罪危険度を計算する。それぞれの α の値に対して、前節で得られたモデルを用いて被験者がそれぞれの宿泊地を選択する確率を求めた。 α が与えられた時、被験者が宿泊地 i を選択する確率を $P_i(\alpha)$ とする。

平滑化の影響を評価するために、宿泊地の選択確率を、 α を極限まで0に近づけた場合、すなわち犯罪危険度分布がほぼ一様であり被験者の選択行動に影響を与えない場合($P_i(0)$ と表現する)との比較を行う。この指標を地図影響度と呼び、次式で定義する。

$$m = \sum_i \{P_i(\alpha) - P_i(0)\}^2 \quad (11)$$

α が小さい値の場合、地図利用者は犯罪発生地点に関してほとんど情報を得られないため、宿泊地選択においては宿泊費のみを考慮する。一方で、 α の値が大きい場合は、犯罪危険度分布はもともとなった分布(犯罪発生分布)に近づいていく。そのため、地図利用者は犯罪分布に関する詳細な情報をもとに宿泊地を選択するようになる。

図6にシミュレーション結果の例を示す。

図6より、地図影響度は α とともに単調に増加し、やがてその最大値に漸近していくという変化が分かる。地図影響度は、宿泊地選択行動に対する犯罪発生の詳細な情報の効果を表している。この結果は、犯罪分布の詳細な情報が与えられた場合、宿泊地選択行動は犯罪情報がない場合と比べて異なっており、その異なる度合いが単調に増加しているということ

C4

R1

図6 地図影響度(宿泊地選択行動に対する平滑化の影響) C4, R1については図2参照。
 α が増加すると、犯罪危険度分布はもともとなった犯罪発生地点分布に近づく。

を示している。

ここで、「最適な平滑化の程度」について考える。これに関しては、まず犯罪危険度分布について考える必要がある。住居を探している人にとって、詳細な情報は安全な環境・地域を選ぶという点で望ましい。しかしながら、詳細な犯罪情報は、その場所の不動産価値を下げてしまう可能性があり、その住民にとってあまり望ましいものではない。このように、犯罪危険度分布の平滑化の程度を決める際には相反する2つの要因を考慮しなければならない。

あらゆる状況に対して適用できる最適な平滑化の程度を決定することは大変難しいが、少なくとも2つの観点から考察を行うことは可能である。

第一の観点は、 α に対する m の変曲点に焦点を当てたものである。指標 m は α が増加すると、 α の値が小さい場合には急激に増加するが、 α の値が0.2から0.4あたりになるとその増加速度は最大値に達する。その後、 m はゆっくりと増加し、最大値に漸近していく。このことは、実験とシミュレーションに用いた全ての地図で観察することができた。これより、 α の1つの望ましい値は0.2から0.4だと言うことができる。その理由は以下の通りである。もし

犯罪分布がこれよりも平滑化されたならば、施設選択行動は犯罪情報のない場合に近づいていく。その場合、詳細な情報を隠すという平滑化のプラス効果よりも、情報量を低下させるというマイナス効果のほうが大きくなってしまう。また、より詳細な情報を見せた場合、施設選択行動は最も詳細な情報を見せた場合にゆっくりと近づいていくため、詳細を見せることのプラス効果の増加はあまり望めない。

第二の観点は、犯罪情報の詳細性と宿泊費の影響を比較する方法である。これは地図影響度 m を用いることによって測定可能である。前者は m の値で表現されており、後者は m の最大値から m の現在の値を引くことによって与えられる。図6より、それらは α が0.2から0.4の値の時にほぼ同等になり、これはグラフの変曲点とほぼ一致する。よって、この実験に関する限り、 $0.2 \leq \alpha \leq 0.4$ という値は望ましい平滑化の程度だと言える。図7に $\alpha = 0.2$ の場合の犯罪危険分布の例を示す。

図7 犯罪危険度分布図 ($\alpha = 0.2$)

C4, D1, R1 の犯罪発生地点分布は図2参照。

5. おわりに

本研究は、施設選択行動に焦点を当て、空間的平滑化が地図利用に与える影響について分析を行ったものである。はじめに地図利用者の施設選択を記述するための確率モデルを構築した。そのデータを収集するための実験は、被験者に地図上にあるいくつかの選択肢から宿泊地を選択してもらうという形式で行った。そして、その実験結果を用いてモデルを推定し、AICによってその有意性を評価した。これより、全ての地図に対して同じ係数を当てはめ、さらに男女間で差異を持たせたモデルが最も当てはまりのよいモデルという結論を得た。男女の差異としては、男性は宿泊費を重視する傾向があり、女性は危険な地域を回避する傾向があるという結果が得られた。また、宿泊費の影響が大きいという結果も得られた。最終的に、モデルを用いて空間的平滑化の程度と施設選択行動の関係性についての考察を行った。具体的には、平滑化の程度の異なる犯罪地図における宿泊地の選択行動の比較を行った。その結果は次の通りである。より詳細な犯罪分布が与えられると、宿泊地選択行動は犯罪情報がない場合と比較して、より大きく異なっていく。最適な平滑化の程度についても考察を行った。その結果、最適な平滑化の程度は $0.2 \leq \alpha \leq 0.4$ であるという結論に達した。その理由としては、この値の周辺で施設選択行動が最も劇的に変化していること、また、犯罪情報の詳細さと宿泊費が施設選択行動に対して同等の影響を与えていることの2つが挙げられる。

本研究で得られたモデルは、犯罪分布情報の可視化が地図上での施設選択行動にどのような影響を与えているかを説明するのに有効である。また、このモデルは、詳細な犯罪発生分布情報を提供する場合の利点と欠点のトレードオフという観点から、望ましい平滑化の程度について議論することにも役立つだろう。しかしながら、このモデルと実験には、将来研究されるべき課題が残されている。

第一に、実験はモデルの適用範囲を広げるために、様々な設定のもとで行うべきである。本研究では、犯罪危険度地図における宿泊地選択に焦点を当てており、そのほかの要素は排除していた。モデルの適

用範囲を拡張するためには、様々な目的を設定して実験を行うことが必要であり、可能でもある。たとえば、観光スポットへのアクセシビリティなどを選択行動の要素の中に組み込むことも可能である。また、宿泊費の設定を変更することによってもその影響が変化する可能性がある。その他の方法として、宿泊地ではなく、レストランや住居などの他の施設選択について考えることも重要である。また、地図は施設選択だけではなく、ルート選択や旅行計画などにも用いられる。そのような場合においても、地図利用者は犯罪危険度を考慮しながら選択を行っているため、犯罪危険度分布の可視化との関係を議論することは重要である。

第二に、この実験においては被験者を学生に限定していたが、彼らは地図をよく利用する人間である。しかしながら、犯罪地図や観光地図を利用するのは不特定多数の人々である。一般に、地図利用法の熟知度は地図利用に影響を与えていると考えられるため、様々な被験者で実験を行い、モデル内に地図利用法の熟知度を組み込むことが必要である。また、実験でより多くの被験者（特に女性被験者数）を対象とすることで、より詳細な分析が可能になるだろう。

謝辞

岡部篤行教授（東京大学工学部都市工学科）、浅見泰司教授（東京大学空間情報科学研究センター）には、貴重なご指摘をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- Aerts, J. C. J. H., Clarke, K. C., and Keuper, A. D. (2003) Testing popular visualization techniques for representing model uncertainty. *Cartography and Geographic Information Science*, **30**, 249-261.
- Bailey, T. C. and Gatrell, A. C. (1995) *Interactive spatial data analysis*, London : Taylor & Francis.
- Leitner, M., and Buttenfield, B. P. (2000) Guidelines for the display of attribute certainty. *Cartography and Geographic Information Science*, **27**, 3-14.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., and Rhind, D. W. (1999) *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications and Management*, New York : John Wiley.
- MacEachren, A. M. (1995) *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*, New York : Guilford Press.
- Monmonier, M., (1991) *How to Lie With Maps*, Chicago : University of Chicago Press.
- Scott, D. W. (1992) *Density Estimation: Theory, Practice, and Visualization*, New York : John Wiley.
- Silverman, B. W. (1986) *Density estimation*, London : Chapman & Hall.