

グリッド・サンプリングによる建物群配置評価に関する基礎的研究

寺木 彰浩, 阪田 知彦

Evaluation of Allocation of Buildings using Grid Sampling

TERAKI Akihiro, SAKATA Tomohiko

Abstract: This paper deals with a statistic method “Grid Sampling” to judge if allocation of buildings is random or not. This new method is to count mesh-points in a group of buildings. The average of them obeys central limit theorem. It is possible to apply statistic methods. First of all, theoretical model of Grid Sampling is introduced. Then, a method to judge is proposed. A case study is done for areas in Matsudo and buildings in these areas are proved to be allocated not in random.

Keywords: メッシュ (Mesh-style Data) , ポリゴン (Polygon-style Data) , 赤池情報量規準 (AIC)

1.はじめに

これまで、わが国の市街地に関する情報は、国勢調査の結果を集計したデータや細密数値情報など、メッシュ形式のサンプリングで整備が進められてきた。他にも、国土地理院が作成する数値地図5mメッシュ(標高)あるいはリモートセンシングによる画像データ等があり、今後とも同様の形式や、それに準ずる形式でデータ整備が行われ続ける可能性は極めて高い。

しかし、汎用的なデータであるが故の制約がある。個別の具体的な目的に即した分析に合わない場合がある。逆にサンプリング方法の制約条件に合わせながら、分析が行われてきた。

一方でGIS (Geographic Information System : 地理情報システム)などの技術革新により、個々の地形・地物を表現した、デジタルマッピングによる地図情報の整備が進んでいる。平成19年の地理空間情報活用推進基本法により、この動きは更に加速しており、近い将来において市街地すべてをカバーするであろう。

しかし、建物ポリゴンの特性を十分に考慮した分

寺木： 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1

千葉工業大学 工学部 建築都市環境学科

Email: teraki.akihiro@it-chiba.ac.jp

析手法は十分には確立されていない。属性に応じた色を塗った地図の視覚的な印象、あるいは、面積ベースや棟数ベースの構成比などに基づく検討が主である。整備コストに見合った結果が得られていない。

また建物ポリゴンなどのデータは最大でも20年程度の蓄積しかないため、建築活動等による市街地の変化を捉えるには不十分である。

これまで用いられてきたメッシュ形式とポリゴン形式の両方に柔軟に対応できる市街地の評価手法を開発し、それに適したサンプリング方法の検討が必要不可欠である。

本研究は、ポリゴン形式のデータを主な対象としながらも既存のメッシュ形式にも柔軟に対応可能な、市街地の特性を効率的に把握する手法の開発を主目的としている。そのうち本稿では建物群のポリゴン形式のデータから、格子点の位置の情報を網羅的に取り出す際に動的に格子を変化させる手法について、実際の市街地における建物のGISデータを用いた結果について報告する。

上述の通り、これまで市街地の特性を評価する際は、データ整備を専門とするものが汎用性を重視して整備、サンプリングまで行うデータが専ら使用されてきた。しかし、現在では、より市街地の状況を

反映したGISデータが整備されてきており、特性評価手法に合わせたサンプリングが可能となった。すなわち整備との境界線が動き、データの活用の範囲が広がっている。より積極的にサンプリングの方法そのものを特性評価に取り込むことも可能である。

この広がりに既存の関連研究は対応していない。吉川・岡部（1990）は格子点を用いたサンプリングを他のサンプリング手法と比較し、その特徴を明らかにしている。また大佛（1993）は格子点によるサンプリングにフーリエ解析を適用し、空間フィルタリングに関する一連の研究としてとりまとめた。いずれも、本課題で汎用的な目的でサンプリングされたデータの活用が主たる目的である。

複数の建物の関係をとりあげた主な研究の例を挙げる、腰塚・杉田（1983）は近接する建物を連結してメッシュ化することで join を適用し、建物群の特性について理論的に論じた。郷田（1997）は隣接する建物の間の空間に着目し、その特性について考察した。しかしながら、実データに基づき建物群の配置について実証的に論じたものは見あたらない。

本稿では次章でグリッドサンプリングに関する理論モデルを定式化し、建物が互いに独立に一様かつランダムに配置されているかどうかを検証するための方法について提案する。ついで千葉県松戸市内で標準地域メッシュによって示される4つの地区を対象に行ったケーススタディの結果について照会する。

2.理論モデルの定義

XY座標平面上に位置・形状が閉領域

$$b_k (k = 1, \dots, n)$$

で表される n 棟の建物からなる建物群を B とし、各建物の面積を $S(b_k)$ とする。

同じ座標平面上の点

$$g_{ij} = d \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i \\ j \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad \begin{cases} i, j : \text{整数} \\ -\frac{d}{2} \leq x, y < \frac{d}{2} \\ 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

からなる点群をグリッド $G_d(x, y, \theta)$ と呼ぶことにする。ただし d は隣接点との距離であり、グリッド

のサイズと呼ぶこととする。また対称性から、それぞれ x, y はグリッドの位置を、 θ はグリッドの角度を代表する。

ここで B 内で b_k が互いに独立に一様かつランダムに配置されている場合、 b_k に含まれる g_{ij} の面積あたりの個数 $N(b_{ij})$ の期待値 $\overline{N(b_{ij})}$ は

$$\overline{N(b_{ij})} = \frac{1}{d^2}$$

である（Santaló, 2002）。これは b_k の形状によらず、凸であるか非凸であるかにもよらない。したがって $\overline{N(b_{ij})} = \frac{1}{d^2}$ が成立しない場合には建物の配置は「互いに独立で一様かつランダム」ではない。

中心極限定理から $\overline{N(b_{ij})}$ は漸近的に正規分布に従う。したがってグリッドのサイズを一定に保ったまま、十分に大きい回数にわたり $G_d(x, y, \theta)$ の試行を繰り返せば、 $\overline{N(b_{ij})}$ の分布が、期待値が $\overline{N(b_{ij})} = \frac{1}{d^2}$ の正規分布で近似できるかどうかをもって、建物が互いに独立に一様かつランダムに配置されているかどうかを統計学的に検証することができる。

この手法は複数の建物を群として全体的に捉えることに特色がある。従来の、特定の建物を基準として他の建物への影響の伝搬を捉える手法や、近接する建物との相隣関係のみに着目する手法とは一線を画するものである。

またグリッドのサイズに制限がなく、指標関数的な範囲で大きさを変えることが可能である。

3. ケーススタディ

前章の理論モデルに基づき、実際の建物データを用いてケーススタディを行った。

建物ポリゴンとして、国土交通省国土地理院が整備した基盤地図情報2500の建築物の外周線データを用いた。対象地域の選定にあたっては、データの歪みなどを考慮して、平面直角座標系原点に近く、市街地の広がりがあり、建物の粗密が様々に見られる地域という視点から、千葉県松戸市を対象とすることとした（図1）。本稿では、基準地域メッシュの範囲で、建物の配置状況が異なる4つの地域を選

表1 ケーススタディ地区の諸元

メッシュ番号	53395724	53395743	53395756	53395794	松戸市全体
メッシュ面積	1,046,774.1	1,046,287.0	1,046,996.8	1,046,021.9	
建物数	1,242	3,937	2,318	3,162	148,967
建物	合計	113,815	297,545	247,708	278,512
平均	91.6	75.6	106.9	88.1	91.4
標準誤差	4.4	1.6	4.0	2.5	0.5
標準偏差	156.6	98.0	194.6	142.4	198.0
リ	分散	24,524.5	9,605.7	37,875.8	20,265.4
ゴ	尖度	188.6	65.6	232.6	325.8
ン	歪度	11.7	6.1	11.1	12.9
面	範囲	3,175.3	1,828.1	5,225.0	4,555.6
積	最小	2.3	1.0	1.0	1.0
	最大	3,177.6	1,829.1	5,226.0	4,556.7
					16,639.1

択した。

建物ポリゴンの分布を図2に、基本統計量を表1に示す。

上記の松戸市域の4地域について、それぞれ基準地域メッシュの対角を取り、この2点で決まる領域に対して、東西・南北に1000分割（地表ではそれぞれの方向に約1m程度の正方形に近い四辺形となる）し、この各分割したメッシュにおける中心点を生成した。

これにより、基本となるグリッドを生成出来たことになるが、さらにこの中心点間距離を東西・南北に10分割して生成される格子の交点に対し、グリッドを移動させた状態のデータを生成した。ここでは、基本となるものを含めて、サイズが同じグリッドを121パターン生成した。

さらにこの121パターンのグリッドに対して、各建物ポリゴンに含まれる数をカウントし、各グリッド毎に建物ポリゴンに含まれる点の面積あたりの期



図1 対象メッシュの位置

待値を計算した（図4）。

このデータを用いて、それぞれのメッシュにおける建物が互いに独立で一様かつランダムに配置されているかどうか、AICにより検定を行う。

モデルとして、建物が互いに独立で一様かつランダムに配置されている場合をModel0、そうでない場合をModel1とするとそれぞれのモデルのAICは

$$AIC\ 0 = n \left[\log 2\pi + \log \left\{ (\mu_0 - \hat{\mu})^2 + \hat{\sigma}^2 \right\} + 1 \right] + 2$$

$$AIC\ 1 = n \left[\log 2\pi + \log \hat{\sigma}^2 + 1 \right] + 4$$

であり（坂元ほか）、表2を得る。

いずれのメッシュでも AIC 1 < AIC 0 であり、建物が互いに独立で一様かつランダムに配置されてはいないことが示された。

4.まとめ

本稿では、グリッド・サンプリングにより建物群の配置を評価する手法について提案し、実市街地のデータにより、ケーススタディを行った。

参考文献

大佛俊泰（1993）都市メッシュデータ解析のための体系的空間相関分析法に関する研究. 博士論文, 東京工業大学大学院.

腰塚武志・杉田修（1983）隣棟間隔を考慮した市街地の分析. 「都市計画論文集」, 18, 37-42.

郷田桃代(1997)既成市街地における建物と空隙の立体的特性に関する研究. 「都市計画論文集」, 31, 493-498.

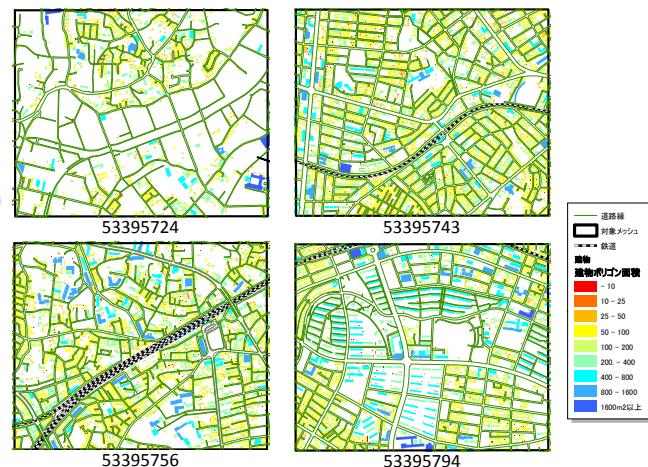


図2 対象メッシュの建物配置

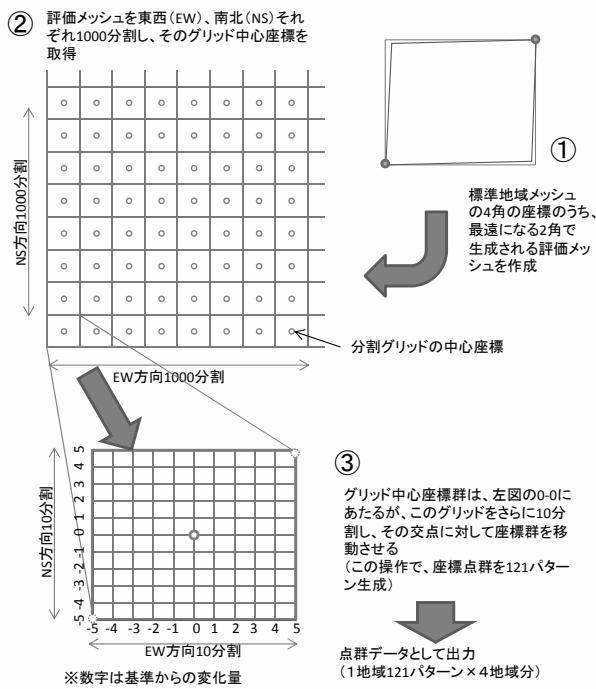


図3 サンプリングのイメージ

表2 各メッシュのAIC

	53395724	53395743	53395756	53395794
μ_0	0.95532	0.95532	0.95532	0.95532
$\hat{\mu}$	0.85646	0.95549	0.91656	0.95156
$\hat{\sigma}$	2.30E-06	6.3E-08	0.0000003	0.0000007
AIC 0	-23.62	-631.54	-122.03	-364.73
AIC 1	-459.57	-650.04	-572.18	-519.90

坂元慶行・石黒真木夫・北川源四郎 (1983) 『情報量統計学』, 共立出版.

吉川徹・岡部篤行 (1990) メッシュポイントサンプリングの理論とその適用. 「地学雑誌」, 6, 121-126.

Santaló, L. A.(2002) Integral Geometry and Geometric Probability, Cambridge University Press.

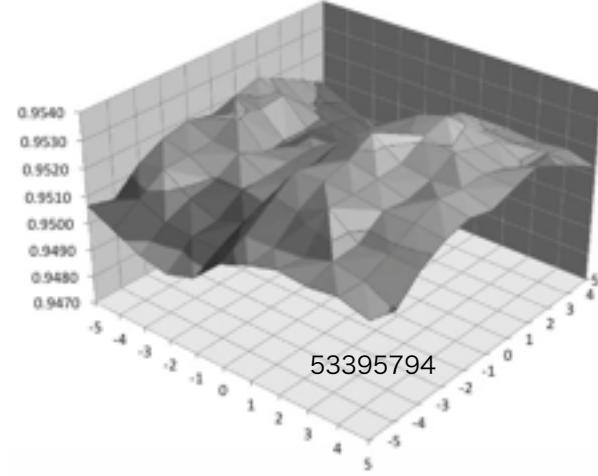
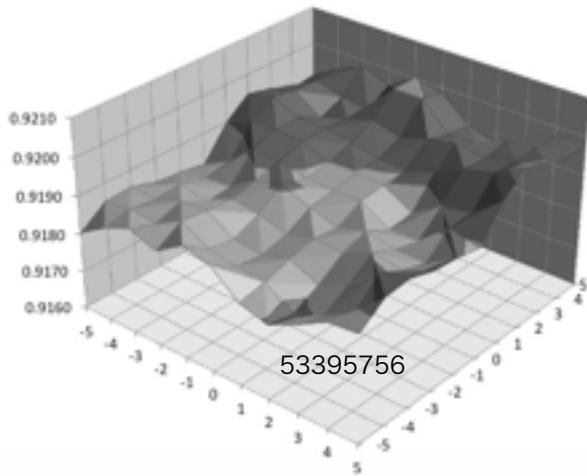
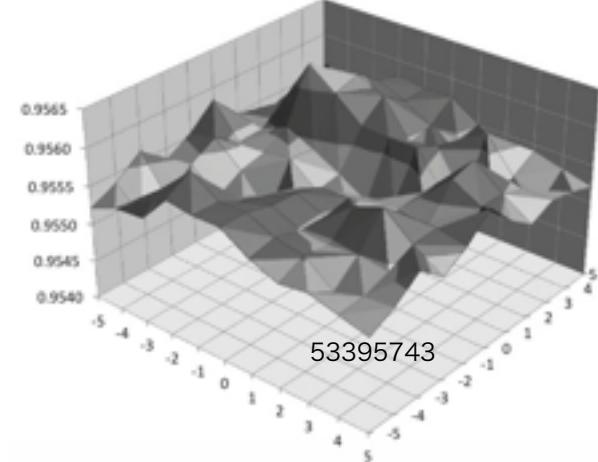
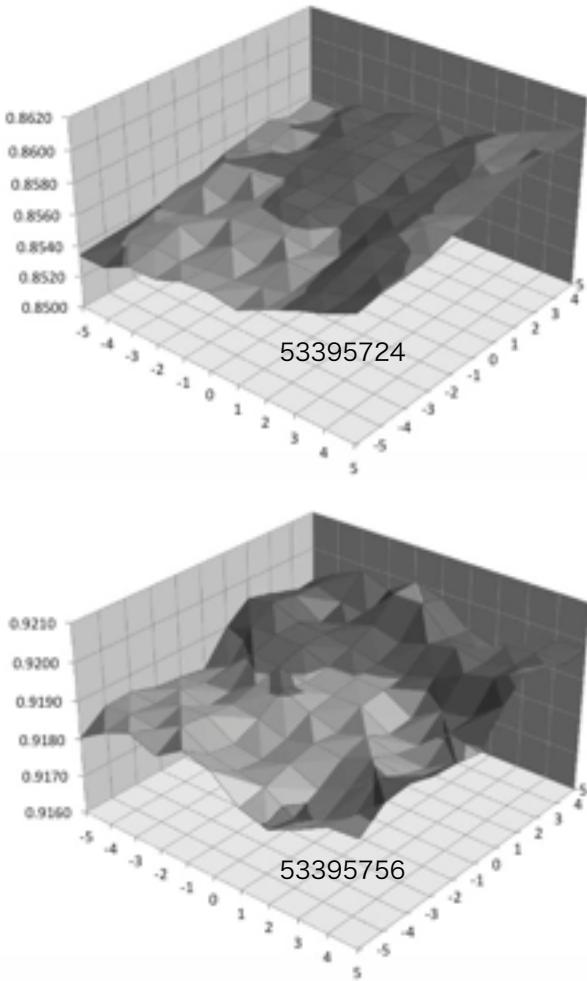


図4 各メッシュの期待値