

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24310108

研究課題名(和文) オブジェクト指向空間解析：オブジェクト分布間の相互関係の分析

研究課題名(英文) Object-oriented spatial analysis: Analysis of the relationship between the distribution of spatial objects

研究代表者

貞広 幸雄 (Sadahiro, Yukio)

東京大学・空間情報科学研究センター・教授

研究者番号：10240722

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、様々な空間オブジェクト分布の相互関係を統一的に解析するために、オブジェクト指向空間解析の理論構築を行った。空間データ取得技術の発展に伴い、現実世界の多様な空間オブジェクトの状態を表現する、大量の時空間データが取得されるようになりつつある。空間オブジェクトは、互いに影響を与えながら分布、移動しており、分析ではオブジェクト分布間の相互関係を明示的に考慮する必要がある。そこで本研究では、オブジェクト群自体の性質・相互関係や、オブジェクトから見た空間の様態に着目し、オブジェクトの型に依存しない、どのような空間オブジェクトに対しても適用可能な汎用的解析理論を構築した。

研究成果の概要(英文)：This study developed an integrated framework of analyzing the relationship between the distributions of spatial objects. Huge spatio-temporal data can be obtained rapidly by the progress in data acquisition technique. Spatial objects are distributed and move with mutual interaction, and thus analysis inevitably needs to consider the relationship between spatial objects explicitly. This study thus developed an integrated framework of analyzing the relationship between the distributions of spatial objects, with a focus on the properties and relationship between objects. The framework does not depend on the type of spatial objects, which permits us to utilize it in a wide variety of situations without considering the type of spatial objects

研究分野：空間解析

キーワード：空間解析 GIS 汎用理論

1. 研究開始当初の背景

データ取得技術の発展に伴い、得られる空間データの量も急速に増加している。自動車や人間の移動は常時把握が可能であり、そのデータは渋滞対策や歩行行動の分析などに活用されている。微気候や地形の変動なども常に監視され、自然災害に対して迅速な対応ができるように備えられている。いずれも、膨大な量の空間データを継続的に取得し、それを利活用している典型例と言える。

これまでの研究(平成 18~20, 21~23 年度科研基盤(B))に対する考察より、空間オブジェクトの種類に依存しない、オブジェクト指向空間解析という新しい着想を得た。空間オブジェクトの視点から空間を解析するという考え方は、従来の空間情報科学にはない、極めて斬新な発想である。各空間オブジェクト分布が構成する空間構造に注目することで、オブジェクト分布相互間の関係をより一般的に記述し、解析することが可能となる。

2. 研究の目的

本研究では、オブジェクト指向空間解析の理論構築を最終的な目的とし、これまでの申請者らの研究の一般化を行った。具体的には、連続空間上の点分布、平面上の軌跡分布、複数ポリゴン分布の3つに対して、従来の手法の拡張可能性を検討することにより、それらに統一的に適用できる分析理論を構築した。これらの分布については、既存手法を直接適用できないことが明らかであり、反対に、この問題を解決することで、手法の一般性を高めると同時に、理論面についてもさらに理解を深めることができる。

3. 研究の方法

本研究ではまず、連続平面上の点分布、続いて平面上の軌跡分布、複数ポリゴン分布という、3種類の空間オブジェクト分布を取り上げ、それぞれについて、分布間の相互関係を分析する手法の開発を行った。これらのオブジェクトは、個別の性質が互いに大きく異なるように敢えて選定している。それは、分析手法の開発に伴う問題をそれぞれ解決することで、全てに統一的に利用できる手法の満たすべき要件を明らかにし、分析理論の汎用性を高めるためである。その後さらに、手法を空間次元から時空間次元へと拡張する研究を実施した。時間次元は、空間次元とは大きく異なる性質を有するため、この拡張は手法の更なる一般化へとつながる。近年大量に取得されているGPSデータの分析への適用を念頭に置き、汎用性の高い時空間分析手法の開発を長期的な目標においた。

4. 研究成果

まず始めに連続平面上の点分布間の相互

関係を分析する手法については、オブジェクトの分布可能地点が無限個の連続平面のばあいについて、既に関連した手法を拡張した。

続いて、この手法を平面上の軌跡分布へと拡張した。軌跡という空間オブジェクト自体の特殊性をうまく取り扱うために、ここでは有限個の折れ線による近似で対応した。

複数ポリゴン分布間の関係については、連続平面上の点分布と同様に、空間操作によって集合の要素から空間構造を生成するという方法を採用した。但し、生成の母体と生成物がいずれも領域であり、それらを区別して分析する必要がある。この点については、通常の場合分けによって対応している。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 10 件)

- 1) Sadahiro, Y (2013): A method for comparing numerical variables defined in a region, *Computers, Environment and Urban Systems*, 41, 65-74.
- 2) Sadahiro, Y, R Lay, and T Kobayashi (2013): Trajectories of moving objects on a network: Detection of similarities, visualization of relations, and classification of trajectories, *Transactions in GIS*, 17 (1), 18-40. 1) Hong, S-Y, D O' Sullivan, and Y Sadahiro (2014): Implementing spatial segregation measures in R, *PLOS ONE*, 9 (11): e113767. doi:10.1371/journal.pone.0113767.
- 3) 貞広幸雄 (2013): 変数変換を用いた離散空間上における数値変数比較, 都市計画論文集, 48 (3), 885-890.
- 4) Sadahiro, Y and T Kobayashi (2014): Exploratory analysis of time series data: Detection of partial similarities, clustering, and visualization, *Computers, Environment and Urban Systems*, 45, 24-33.
- 5) Hong, S-Y and Y Sadahiro (2014): Measuring geographic segregation: a graph-based approach, *Journal of Geographical Systems*, 16 (2), 211-231.
- 6) Sadahiro, Y (2015): A method for analyzing the segregation between point distributions: Statistical tests and consideration of attributes, *Journal of Geographical Systems*, 17 (1), 29-60.
- 7) Sadahiro, Y and T Oguchi (2015): Evaluation of the similarity between spatial tessellations, *Environment*

- and Planning B, 42 (5), 930-950.
- 8) Wang, Y, Y Asami and Y Sadahiro (2015): A research on inference from multiple distance variables in Hedonic regression - Focus on three variables, International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering, 9(4).
 - 9) 関口達也・貞広幸雄 (2014): 時空間データを用いた食料品店の存続・閉店予測モデル, 日本建築学会計画系論文集, 696, 431-436.
 - 10) 貞広幸雄 (2015): 回帰分析において距離変数間の相関が小さい標本点配置, 都市計画論文集, 50 (3), 279-285.
- [学会発表] (計 21 件)
- 1) Sadahiro, Y. (2013): Exploratory Spatial Analysis, Paper presented at World History for Current Issues (Environmental Issues, Globalization, and Conflicts): The Second Meeting of the McGill-Tokyo Collaboration, Tokyo, Japan, October 2013.
 - 2) 関口達也・貞広幸雄 (2013): 時空間データを用いた食料品店の存続・閉店予測モデル, CSIS DAYS 2013, 柏.
 - 3) 貞広幸雄 (2013): 過去の空間情報、過去となる空間情報, 測量, 12月号, 1-2.
 - 4) 貞広幸雄・S.-Y. Hong (2013): 空間乖離構造を評価する新たな手法の提案, 地理情報システム学会平成 25 年度研究発表大会, CD-ROM, 東京.
 - 5) 貞広幸雄 (2013): 空間解析事始め, 地理情報システム学会平成 25 年度研究発表大会, CD-ROM, 東京.
 - 6) 相尚寿・貞広幸雄 (2013): 居住者属性と土地被覆情報を用いた建物用途を含む土地利用把握, 地理情報システム学会平成 25 年度研究発表大会, CD-ROM, 東京.
 - 7) 関口達也・貞広幸雄 (2013): 地域の食料品店分布を考慮した買物環境の評価指標とその分析, 地理情報システム学会平成 25 年度研究発表大会, CD-ROM, 東京.
 - 8) 貞広幸雄 (2013): 新しい世界史と空間情報解析の交点を探る, 「ユーラシアの近代と新しい世界史叙述」研究会ワークショップ, 東京.
 - 9) 貞広幸雄 (2013): 空間現象の中から、規則性を発見する研究のご紹介, GIS NEXT, 43, 79.
 - 10) 貞広幸雄 (2013): 時系列空間データの探索的解析手法, オペレーションズ・リサーチ, 58 (1), 18-23.
 - 11) Hong, S.-Y., Y. Sadahiro and S.-J. Cho (2014): Investigating the effects of activity space on the measurement of segregation using FEATHERS simulation data, Paper presented at GIScience 2014, Vienna, Austria, September 2014.
 - 12) Hong, S.-Y., D. O'Sullivan and Y. Sadahiro (2014): Introducing seg—an R package for measuring segregation, Paper presented at 9th Korea-China-Japan Joint Conference on Geography, Busan, South Korea, July 2014.
 - 13) Wang, Y., Y. Asami and Y. Sadahiro (2015): A study on inference from distance variables in Hedonic regression, Paper presented at ICSUE 2015 - XIII International Conference on Sustainable Urban Environment, Melbourne, Australia, December 2015.
 - 14) Wang, Y., Y. Asami and Y. Sadahiro (2015): A research on inference from multiple distance variables in Hedonic regression - Focus on three variables, Paper presented at ICPESS 2015 - 17th International Conference on Physical Education and Sport Science, Venice, Italy, April 2015.
 - 15) Wang, Y., Y. Asami and Y. Sadahiro (2015): A research on inference from multiple distance variables in Hedonic regression - Focus on three variables, Paper presented at ICACE 2015 - XIII International Conference on Architecture and Civil Engineering, Venice, Italy, April 2015.
 - 16) 貞広幸雄・小口高 (2014): 空間分割間の類似性を評価する手法, 地理情報システム学会平成 26 年度研究発表大会, CD-ROM, 名古屋.
 - 17) 貞広幸子・貞広幸雄 (2014): 教育ジオデモグラフィックスの試論的試み, 地理情報システム学会平成 26 年度研究発表大会, CD-ROM, 名古屋.
 - 18) 関口達也・貞広幸雄 (2014): 店舗効用に基づく商業環境の評価モデル - 充足性・安定性・店舗重要性の観点から -, 地理情報システム学会平成 26 年度研究発表大会, CD-ROM, 名古屋.
 - 19) 森岡渉・貞広幸雄・見汐翔太・小林哲郎 (2015): サッカーの試合中における守備局面の評価 - パスの可能性に着目して -, 地理情報システム学会平成 27 年度研究発表大会, CD-ROM, 東京.
 - 20) 貞広幸雄・田辺 隆人・藤井浩一 (2015): バス路線図自動作成支援システムの開発, 地理情報システム学会平成 27 年度研究発表大会, CD-ROM, 東京.
 - 21) 貞広幸雄・田辺 隆人・藤井浩一 (2015): バス路線図自動作成支援システムの開発, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2015 年秋季研究発表会アブストラク

ト集, 94-95.

5. 研究組織

(1) 研究代表者

貞広 幸雄 (SADAHIRO, Yukio)
東京大学・空間情報科学研究センター・教授
研究者番号：10240722

(2) 連携研究者

奥貫 圭一 (OKUNUKI, Keiichi)
名古屋大学・環境学研究科・准教授
研究者番号：90272369

山田 育穂 (YAMADA, Ikuho)
中央大学・人間総合理工学科・教授
研究者番号：00594756