

Multi-Industry Digitalization and Technological Governance in the AI Era, 345-368. IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-1681-9.ch016>.

4. Wu, Y., Liu, X., Morris, K., Lu, S., Wu, H. (2024). *An Exploratory Study of Body Measurement Prediction Using Machine Learning and 3D Body Scans*. Clothing and Textiles Research Journal, 43. <https://doi.org/10.1177/0887302X241257914>.

5. ДСТУ EN ISO 7250-2:2022. Основні вимірювання людського тіла для технологічного проектування. Частина 2. Статистичні підсумки вимірювань тіла окремих популяцій (EN ISO 7250-2:2020, IDT; ISO/TR 7250-2:2010, IDT). Київ: Держспоживстандарт України, 2022. 48 с.

6. D'Apuzzo, N. (2024). *Proceedings of 3DBODY.TECH 2024 - 15th International Conference and Exhibition on 3D Body Scanning and Processing Technologies*. <https://proc.3dbody.tech/papers2024.html>.

7. Riabchykov, M., Mytsa, V., Bondarenko, M., Popova, T., Nechipor, S., Nikulina, A., Bondarenko, S. (2023). *Formation of complex 3D surfaces scans for garment CAD*. Vlakna a textile, 30(3). <https://doi.org/10.15240/tul/008/2023-3-002>.

8. Idrees, S., Gill, S., Vignali, G. (2023). *Mobile 3D body scanning applications: a review of contact-free AI body measuring solutions for apparel*. The Journal of The Textile Institute, 115, 1-12. <https://doi.org/10.1080/00405000.2023.2216099>.

9. Hoyer, W.D., Kroschke, M., Schmitt, B., Kraume, K., Shankar, V. (2022). *Transforming the Customer Experience through New Technologies*. Journal of Interactive Marketing, 51(1), 57-71. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2020.04.001>.

СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖЕВИХ ЗАСТОСУНКІВ

Пасічник О., Бабак О., Скрипник Т., Пивовар О.
Хмельницький національний університет, Україна

Анотація

Життєдіяльність людини здебільшого відбувається в межах земної поверхні, за винятком незначної частки діяльності у навколосезонному просторі та космосі, що зумовлює просторову прив'язаність більшості процесів. Унаслідок цього основна частина даних, які використовуються в різних сферах, має геопросторовий характер. Такі дані характеризуються великими обсягами, різноманітністю та складними просторовими залежностями, що ускладнює їх безпосередній аналіз. Це обумовлює необхідність застосування статистичних методів, які дають змогу впорядковувати дані, виявляти закономірності, аналізувати просторові зв'язки та зменшувати вплив похибок. Застосування статистичних підходів підвищує надійність результатів і сприяє прийняттю обґрунтованих рішень. Водночас ефективна обробка таких даних потребує використання сучасного програмного забезпечення, здатного працювати з великими масивами інформації. Найбільш доцільним у цьому випадку є використання мережеских застосунків, які забезпечують інтеграцію різних джерел даних, доступність інструментів аналізу та можливість роботи в режимі реального часу. Поєднання мережеских технологій і статистичних методів значно підвищує ефективність обробки геопросторових даних.

Ключові слова

Геопросторові дані, статистична обробка даних, мережескі застосунки

STATISTICAL PROCESSING OF GEOSPATIAL DATA USING NETWORK APPLICATIONS

Pasichnyk O., Babak O., Skrypnyk T., Pyvovar O.
Khmelnitskyi National University, Ukraine

Abstract

Human activity predominantly occurs on the Earth's surface, with only a minor portion taking place in near-Earth space or outer space, which determines the spatial localization of most processes. Consequently, the majority of data used across various fields have a geospatial nature. Such data are characterized by large volumes,

heterogeneity, and complex spatial dependencies, which complicates their direct analysis. This necessitates the application of statistical methods that allow for organizing data, identifying patterns, analyzing spatial relationships, and reducing errors. The use of statistical approaches increases the reliability of results and supports well-founded decision-making. At the same time, effective processing of these data requires modern software capable of handling large datasets. In this context, network applications are the most appropriate solution, as they provide integration of diverse data sources, accessibility of analytical tools, and real-time processing capabilities. The combination of network technologies and statistical methods significantly enhances the efficiency of geospatial data processing.

Keywords

Geospatial data, statistical data processing, network applications

Вступ

Життєдіяльність людини переважно, за виключення незначної навколоремної та космічної активності, пов'язана із земною поверхнею або у тонкому підземному прошарку. За таких обставин практично весь масив даних, що використовується людством має геопросторову прив'язку. Геопросторові дані характеризуються значним обсягом, різномірністю та наявністю просторових взаємозв'язків, що ускладнює їх безпосередній аналіз і інтерпретацію. У зв'язку з цим виникає необхідність застосування статистичної обробки, яка дозволяє структурувати дані, виявляти приховані закономірності, оцінювати просторові залежності та зменшувати вплив шуму і похибок. Статистичні методи також сприяють підвищенню достовірності результатів і формуванню обґрунтованих висновків для прийняття рішень. Водночас ефективна реалізація таких підходів потребує відповідного програмного забезпечення, здатного працювати з великими обсягами даних і забезпечувати їх актуальність. Задля забезпечення ефективної обробки та аналізу даних, інтеграції різних джерел інформації з одночасним ефективним доступом широкого кола користувачів до інструментів та результатів аналізу найбільш прийнятним рішенням у цьому контексті є мережеві застосунки.

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом дослідження є геопросторові дані, що формуються з різних джерел та обробляються у мережевому програмному середовищі. В роботі використано методи статистичного аналізу, обробки та візуалізації геопросторових даних, підходи до розробки та функціонування мережевих застосунків.

Постановка завдання

Задача дослідження полягає в обґрунтуванні підходів до ефективної статистичної обробки геопросторових даних із забезпеченням доступності інструментів та результатів аналізу шляхом використання мережевих програмних рішень.

Результати та їх обговорення

Геопросторові дані — це дані, що описують об'єкти, явища та процеси на земній поверхні з урахуванням їх просторового розташування. Вони можуть бути представлені у вигляді векторних (точки, лінії, полігони) або растрових структур (зображення, карти, супутникові знімки). Такі дані характеризуються великими обсягами, різномірністю джерел і наявністю просторових та часових залежностей. Важливою їх особливістю є прив'язка до координатної системи, що забезпечує можливість інтеграції та аналізу в геоінформаційних системах. Геопросторові дані широко застосовуються у різних сферах, зокрема в екології, міському плануванні, транспорті та моніторингу природних ресурсів.

Реалізація геоінформаційних систем як цифрових сервісів супроводжувалося зміною парадигми у картографії з традиційного підходу у (парадигма повідомлення, communication paradigm) на альтернативний підхід (аналітична парадигма, analytical paradigm) [1-8]

В рамках традиційного підходу до мап (парадигма повідомлення) мапа є кінцевим

продуктом, який повідомляє про просторовий розподіл через використання символів, класифікації тощо. Разом із тим кінцевому користувачу недоступна початкова, не класифікована інформація й відсутня можливість перегрупувати дані при зміні обставин або потреб.

Диджиталізація обумовила можливість реалізації та запровадження альтернативного підходу (аналітична парадигма, analytical paradigm), який передбачає збереження початкових атрибутивних даних з їх відображенням згідно потреб користувача за його специфікаціями. Використанням цифрових рішень дозволяє користувачу отримувати кілька класифікацій даних з відповідною візуалізацією та зручною інтерпретацією.

Зі зміною парадигми головною функцією картографічних представлень став аналіз даних, а не лише перегляд просторових розподілів. Згідно із класичною схемою виконується збір, обробка та аналіз даних для прийняття рішення через спостереження, шляхом вимірювання, опису та пояснення здійснюється передбачення із отриманням рішення.

Класична схема функцій геоінформаційних систем за Р. Томлісоном (спостереження- вимірювання-опис-пояснення-передбачення-рішення; збір даних – обробка даних – аналіз даних – прийняття рішення) наведена на рис. 1.

Особливістю геопросторових даних є їх надзвичайно складна та доволі різноманітна структура [11, 12]. Для отримання інформації у зручній та зрозумілій для користувача формі на всі етапах обробки геопросторових даних використовуються статистичні методи обробки даних.

Статистичні методи обробки даних — це сукупність підходів, що дозволяють аналізувати, узагальнювати та інтерпретувати інформацію для виявлення закономірностей і тенденцій. Вони включають описову статистику, яка характеризує основні властивості даних, а також аналітичні методи, зокрема кореляційний і регресійний аналіз. Такі методи дають змогу оцінювати залежності між змінними, виявляти аномалії та перевіряти статистичні гіпотези. Важливою їх перевагою є здатність працювати з великими обсягами даних і зменшувати вплив випадкових факторів [13-16].

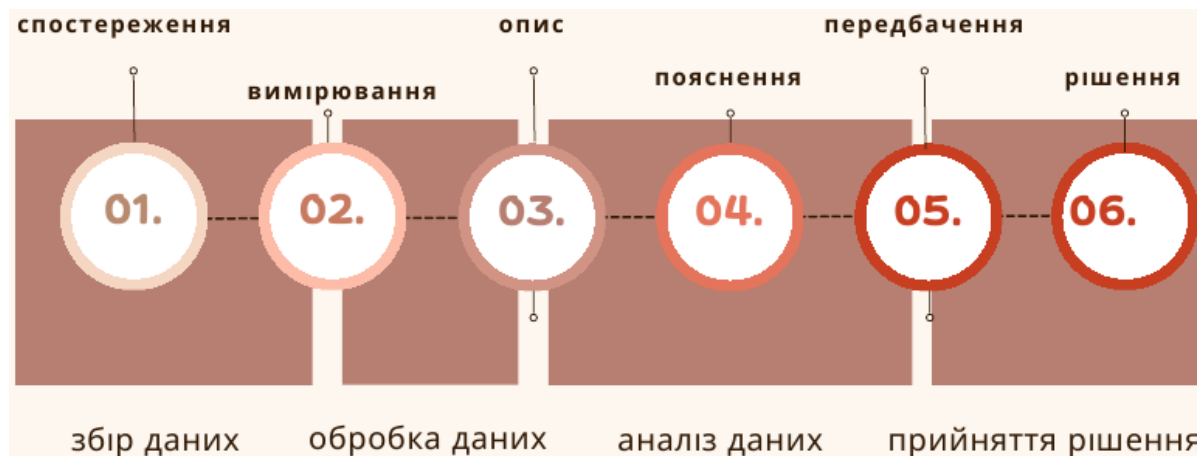


Рис.1 Класична схема функцій геоінформаційних систем за Р. Томлісоном

Для узагальнення, аналізу та представлення основних характеристик набору даних використовують сукупність статистичних показників - описові статистики використовуються. Вони дозволяють коротко описати структуру даних, їх розподіл, центральні значення та ступінь варіації без побудови складних математичних моделей (рис. 2).



Рис. 2 Описові статистики

Статистики центральної тенденції (показники положення) характеризують типове або центральне значення вибірки та включають середнє арифметичне (Mean), медіану (Median) та моду. (Mode).

Статистики розсіювання (варіації) характеризують ступінь розкиду або мінливості даних. До таких відносять розмах (Range), дисперсію (Variance), стандартне відхилення (Standard Deviation), міжквартильний розмах (Interquartile Range, IQR).

Статистики форми розподілу описують форму розподілу коефіцієнтом асиметрії (Skewness) коефіцієнтом ексцесу (Kurtosis).

Позиційні статистики визначають положення значень у впорядкованому ряді через квартилі, децилі та перцентили.

Екстремальні статистики характеризують крайні значення вибірки, а саме мінімум (Minimum) та максимум (Maximum).

Практично інструментарій аналізу геопросторових даних реалізується як відповідний програмний застосунок. При цьому слід зважати на причини невдач перших систем створюваних у 1960-ті роки як університетські експериментальні або корпоративні, що не працювали як аналітичні, надавали хибні результати, мали наднизьку швидкодію, а головне були погано спроектовані як програмні системи [9, 17].

Зазначене обумовлює можливості реалізації потужного аналітичного інструментарію для роботи з геопросторовими даними лише за умови належної програмної реалізації з урахуванням таких зауважень (рис.3).

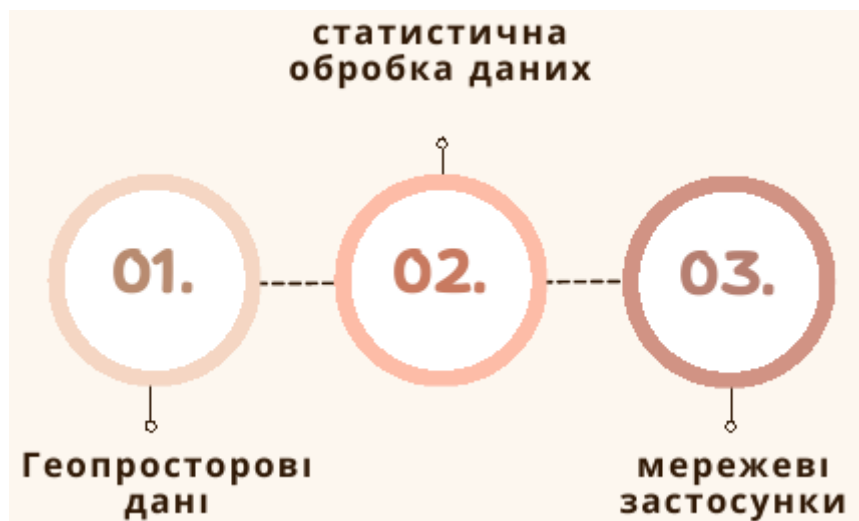


Рис.3. Статистична обробка геопросторових даних з використанням мережевих застосунків

Проектування працездатної системи передбачає вибір інструментарію, визначення об'єктів та їх відношень, вибір області досліджень та оцінку даних, а основна проблема сучасних ГІС полягає у невідповідності можливостей програмного забезпечення та потреб споживачів в даних, в аналізі, у навчанні, у визнанні. До того ж значення проектування геоінформаційних систем визначається їх високою складністю.

Геоінформаційні системи відносяться до розряду найбільш складних комерційних програмних систем. Системне проектування геоінформаційної системи розглядає взаємодію окремих людей, груп людей та апаратних засобів в середині організації з урахуванням впливу запровадження системи на людей, характер виконання ними своєї роботи та на функціонування самої організації.

Геоінформаційні системи фундаментально змінюють роботу установ що спеціалізуються на аналізі просторових даних

Одними з найважливіших чинників ефективності систем статистичної обробки геопросторових даних є їх доступність за різних сценаріїв використання. В сучасних умовах, з урахуванням розвитку техніки та технологій, найбільш раціональним є використання мережевих рішень реалізації програмних застосунків [18-23].

Мережевими застосунками є програмні системи, що функціонують через комп'ютерні мережі та забезпечують взаємодію користувачів із віддаленими ресурсами і сервісами. Вони зазвичай базуються на клієнт-серверній архітектурі та використовують веб-технології для обробки і передачі даних. Такі застосунки характеризуються доступністю з різних пристроїв, масштабованістю та можливістю оновлення в реальному часі. Важливою їх перевагою є здатність інтегрувати дані з різних джерел і забезпечувати спільну роботу користувачів, навіть за умов їх складного структурного розподілу та значної територіальної відокремленості.

Висновки

Використання мережевих застосунків у поєднанні зі статистичною обробкою значно підвищує ефективність роботи з геопросторовими даними та забезпечує зручний та оперативний доступ користувачів до інструментарію та результатам аналізу.

Література

1. Robinson A. H., Petchenik B. B. (1976). *The Nature of Maps: Essays Toward Understanding Maps and Mapping*. Chicago : University of Chicago Press, 1976.
2. Robinson A. H. et al. (1995). *Elements of Cartography*. 6th ed. New York : John Wiley & Sons, 1995.

3. MacEachren A. M. (1995). *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*. New York : Guilford Press, 1995.
4. MacEachren A. M., Kraak M.-J. (1997). *Exploratory Cartographic Visualization: Advancing the Agenda* // Computers & Geosciences. 1997. Vol. 23(4). P. 335–343.
5. DiBiase D. (1990). *Visualization in the Earth Sciences* // Earth and Mineral Sciences. 1990. Vol. 59(2). P. 13–18.
6. Kraak M.-J., Ormeling F. (2010). *Cartography: Visualization of Geospatial Data*. 3rd ed. London : Routledge, 2010.
7. Чабанюк В. С. (2021). *Атласний каркас рішень як метод відродженої модельно-пізнавальної концепції картографії* // Український географічний журнал. 2021. № 3. С. 29–38.
8. Чабанюк В., Дишлик О. (2024). *Скрізні картографії: онтологічне і лінгвістичне моделювання*. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2024.
9. Tomlinson R. F. (2007). *Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Managers*. Redlands : ESRI Press, 2007.
10. Поморцева Є. Є. (2021). *Геоінформаційні системи і бази даних* : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2021. 121 с.
11. Pasichnyk O. (2022). *Spatial data models*. Innovations and prospects of world science. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2022. 347 - 351.
12. Pasichnyk O. (2023). *Geographic data model map*. Modern research in world science. Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Lviv, Ukraine. 2023. 231 - 234.
13. Плічко А., Акбаш К., Луньова М. (2024) *Математична статистика*. Кропивницький : ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2024. 220 с.
14. Montgomery D., Jennings C., Kulahci M. (2024). *Introduction to time series analysis and forecasting*. Hoboken, NJ, USA : John Wiley & Sons, Inc., 2024. 736.
15. Горбачук В., Кушлик-Дивульська О. (2023). *Теорія ймовірностей та математична статистика*. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 351.
16. Костюк В., Мількін І., Славута О. (2023). *Статистика*. Харків. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2023. 204.
17. Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J., Rhind D. W. *Geographic Information Systems and Science*. Chichester : Wiley, 2005.
18. Поморцева Є. (2021). *Програмування геоінформаційних задач*. Харків. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2021. 121.
19. Westra E. (2020). *Python Geospatial Development: Develop Sophisticated Mapping Applications from Scratch Using Python 3 Tools for Geospatial Development*. Packt Publishing 2020.
20. Domingus J., Arundel J. (2022). *Cloud Native DevOps with Kubernetes: Building, Deploying, and Scaling Modern Applications in the Cloud*. Sebastopol: O'Reilly Media. 2022. 353.
21. Pasichnyk O. (2022). *Basics of programming for geoinformation systems*. Topical issues of modern science, society and education. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Kharkiv, Ukraine. 2022. 226 - 229.
22. Pasichnyk O. (2022). *Design of geographic information systems*. Modern research in world science. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Lviv, Ukraine. 2022. 363 - 368.
23. Pasichnyk O. (2023). *Design of workable geoinformation system*. Progressive research in the modern world. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. BoScience Publisher. Boston, USA. 2023. 232 – 235.