

ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ ПЕРЕТВОРЕНОГО ОБ'ЄКТА ПРИ ПОЛІТОЧКОВИХ ПЕРЕТВОРЕННЯХ

Завдяки сучасним методам та технологіям геометричного моделювання людство може відтворювати складні процеси взаємодії в природі, проектувати складні системи та слідувати за ними, отримуючи можливі відстеження сценаріїв розвитку різних ситуацій та вчитись реагувати на них.

У роботі розглядається можливість обчислення площі ділянки, яка отримана після політочкових перетворень. У ході політочкових перетворень результатом роботи є набір точок, який є об'єктом перетворень, наприклад, крайка горіння лісу, або контур нафтової плями та таке інше. Зазвичай, важливим є не тільки отримати візуальне відображення цього об'єкта, а і порахувати його площу. Відображення об'єкта дозволяє швидко реагувати на ситуацію, а саме, якщо це крайка горіння лісу, то можна бачити, куди саме необхідно відправити техніку, задіяти людські ресурси, відселити жителів потенційно небезпечних зон. А якщо є можливість отримати площу крайки горіння, то можна також розрахувати збитки від стихійного лиха, обрати надійні способи запобігання втратам, як матеріальним, так людським втратам серед населення.

У даній роботі запропоновано алгоритм обчислення площі на основі отриманих точок за допомогою геолокації, що є актуальним при деформаційному моделюванні реальних надзвичайних ситуацій, та може використовуватись, наприклад, при моделюванні наслідків лісових пожеж, або різного роду забруднень повітря, водних ресурсів та інше. Розрахунки проводяться за допомогою створеного програмного забезпечення.

У роботі наводиться алгоритм розрахунку площі за геоданими з використанням триангуляції, показані сценарії взаємодії користувача з системою, проаналізовано можливість отримання достовірних даних під час користування програмою, наводяться приклади роботи програмного забезпечення. Система може бути використана при розв'язанні задач, які виникають при моделюванні за допомогою політочкових перетворень, а

також у тих сферах, де необхідно визначити площу області, яка нанесена на географічній мапі.

Ключові слова: політочкові перетворення; геолокація, площа багатокутника, триангуляція

Постановка проблеми. Під час роботи з системою політочкових перетворень користувач отримує інформацію про деформацію об'єкта у вигляді набору точок. Іноді це зона забруднення якоюсь речовиною. У цих випадках необхідно отримати площу отриманого фігури, коли є тільки геометричні координати перетвореного об'єкта. В зв'язку з цим постають такі задачі:перевести геометричні координати в географічні;надати змогу власноруч вводити координати об'єкта;отримати площу перетвореного об'єкта для подальших дій.

Аналіз останніх досліджень. У роботі [1] наводиться інформація про нанесення точок геолокації та роботу з інтерактивною мапою. Способи розрахунку площі фігури наведені у роботі [2]. Методам вирішення задачі політочкових перетворень присвячені роботи [3,4]. Розглянуті постановка задачі, способи розв'язання задачі, вводиться поняття базису та об'єкта перетворень, показані різновиди плоских політочкових перетворень, наводяться приклади їх використання, показано способи моделювання складних геометричних об'єктів на основі політочкових відображень відрізків прямих. У роботі [5] розглянуті питання підвищення точності алгоритму політочкових перетворень.

Формування цілей статті. Розробити алгоритм розрахунку площі об'єкта після політочкових перетворень, що дасть можливість застосовувати результати при виникненні надзвичайних подій.

Основна частина. При проведенні політочкових перетворень на виході отримується об'єкт перетворень у вигляді набору точок. Алгоритм політочкових перетворень був докладно описаний у попередніх публікаціях, і стисло результати при чотириточковому каркасі показано на рис. 1.

Базисом політочкових перетворень у даному випадку є чотири точки, а об'єктом є коло, задане набором точок з постійним кроком. За допомогою точок базису користувач має змогу керувати формою об'єкта. Тобто, пересуваючи точки базису можна отримувати адекватну зміну об'єкта, не доторкаючись до самого кола.

Як видно з рис. 1, при переміщенні однієї точки базису об'єкт перетворення змінив свою форму. Постає задача отримати площу зміненої фігури. Для реалізації цієї мети виникли одразу декілька проблем: перевести географічні координати в геометричні, та розробити алгоритм розрахунку площі.

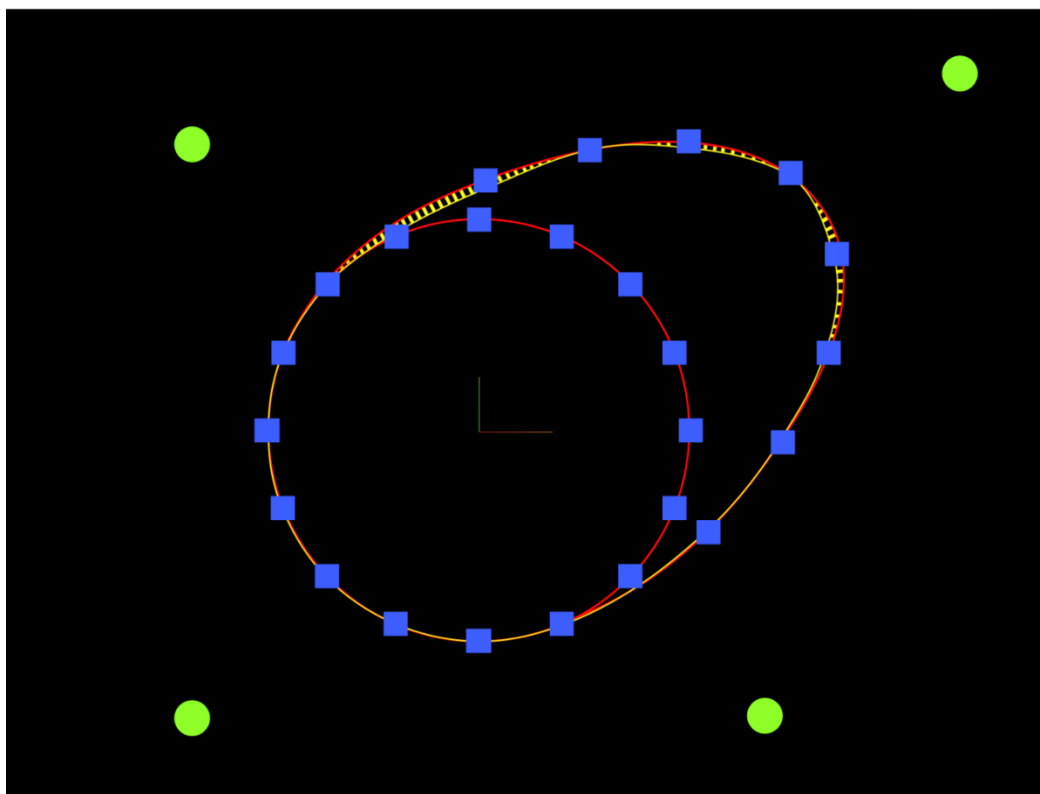


Рис. 1 Результат роботи політочкових перетворень

Після аналізу можливих переведень географічних координат у декартові було вирішено обрати синусоїдальну картографічну проекцію, зважаючи на переваги даного методу та простоту у застосуванні. На рис. 2 представлено результати роботи системи політочкових перетворень з отриманими географічними координатами.

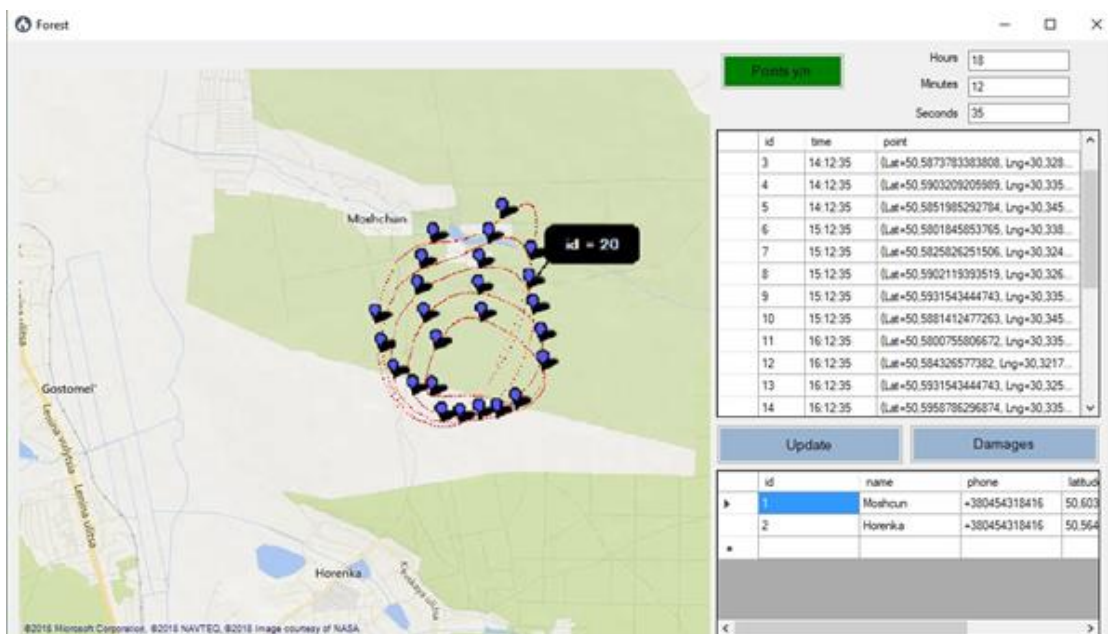


Рис. 2 Результат роботи системи політочкових перетворень з географічними координатами.

У роботі для розрахунку площі перетвореної фігури було використано метод за допомогою розділення багатокутника на трикутники, так як він є доволі простим у використанні та ефективним.

Його суть полягає в наступному: площа багатокутника дорівнює сумі площ трикутників, що формуються кожною зі сторін, сполучених з однією із точок всередині багатокутника. Для кожного трикутника це одна і та сама точка.

Таким чином формула площі багатокутника буде наступною:

$$S = \sum_{i=0}^n S_{\Delta},$$

де S – площа багатокутника, S_{Δ} – площа трикутника, n – кількість трикутників. Саме ця формула розрахунку площі була використана у програмній системі.

Візуалізація сценарію взаємодії користувача з системою відображена на діаграмі Use Case (рис. 3).

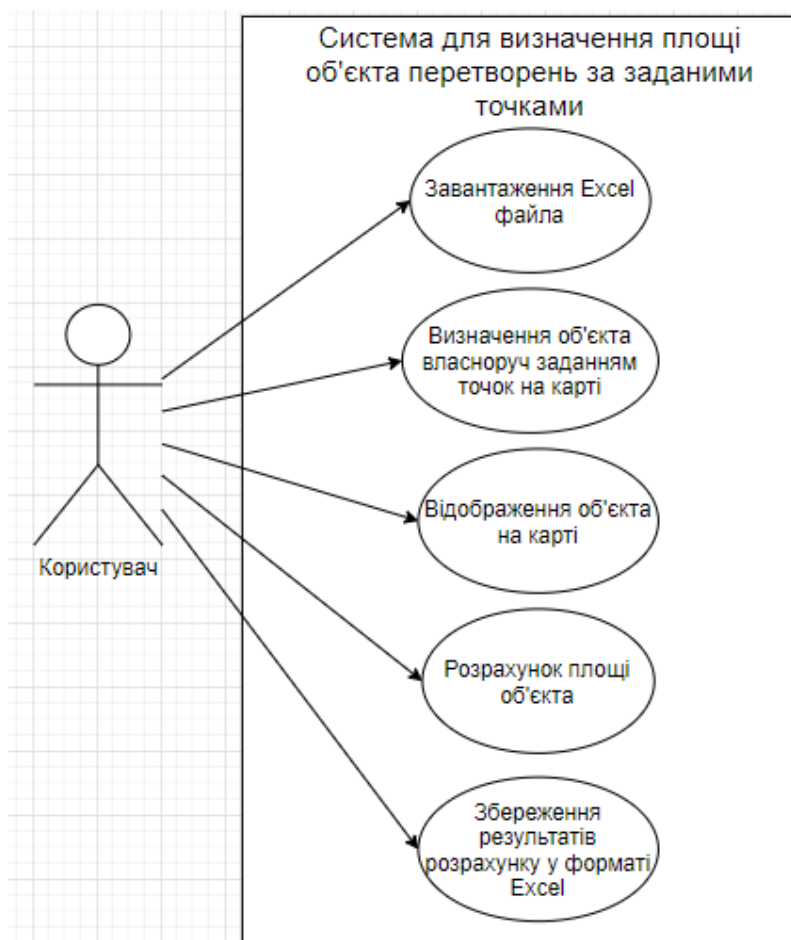


Рис. 3 Діаграма Use Case визначення площі фігури

Система дозволяє отримати площу фігури після отримання координат точок з системи політочкових перетворень. Користувач може або завантажити Excel файл, який буде містити в собі набір точок замкненого контуру, або занести точки власноруч. Кожен запис в цьому файлі має містити в собі координати широти та довготи вершин полігону.

Після завантаження полігон відображається на мапі за допомогою поліліній та маркерів, та внизу екрана після натискання кнопки «розрахувати площу», з'являється результат.

Серед функцій системи є і власноручне введення полігону. У випадку, коли людина знаходиться всередині зони стихійного лиха, то можна одразу передати координати простору і отримати площу в режимі візуального відстеження. Ця функція є досить корисною і у звичайному житті. Наприклад, коли є необхідність порахувати площу свого будинку, або дачної ділянки.

Для того щоб перевірити точність даного розрахунку площі за допомогою створеної системи було вирішено розрахувати площу міста Київ, та порівняти отримані результати з даними в офіційних джерелах.

На рис. 4 відображено полігон для розрахунку площі міста Київ та приведено результати підрахунку.

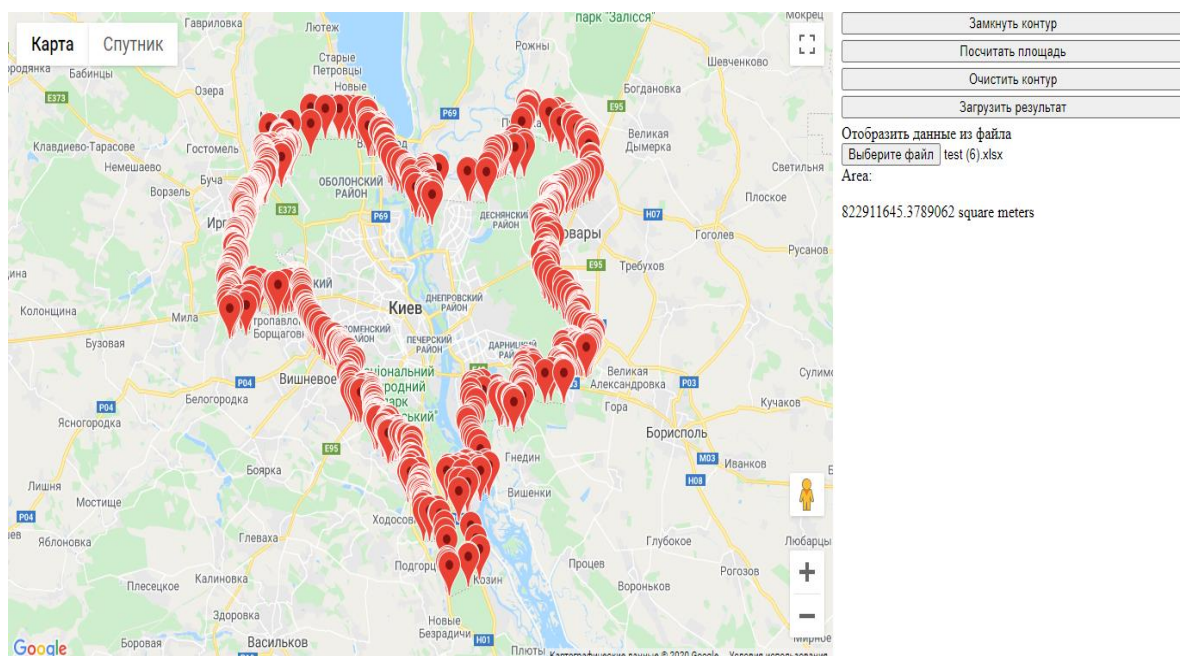


Рис.4 Розрахунок площі міста Київ

У результаті розрахунків було отримано приблизно 823 кілометри квадратних, що є дуже близьким до значень з офіційних джерел інформації.

Висновки. У статті описано алгоритм розрахунку площі за геоданими з використанням розбиття багатокутника на трикутники, проаналізовано можливість отримання даних з системи полікоординатних перетворень, та за допомогою побудови полігону власноруч, наводяться приклади роботи програмного забезпечення. Похибка отриманих результатів залежить від щільності заданих точок. Система може також

бути використана там, де необхідно визначити площу області, яка нанесена на географічній мапі.

Література

1. Map Projections – A Working Manual, U.S. Geological Survey Professional Paper 1395, By John P. Snyder, pp. 243 – 248.
2. *Johnson, Roger A.* (2007). *Advanced Euclidean Geometry*. Mineola, New York: Dover. с. 70. (треуг)
3. *Сидоренко Ю.В.* Система моделювання геометричних об'єктів за допомогою політочкових перетворень / *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. Київ : КНУБА, 2016. Вип. 92. С.118-125.
4. *Сидоренко Ю.В., Бадаєв Ю.В.* Геометричне моделювання складних об'єктів на основі політочкових відображень відрізків прямих / *Сучасні проблеми моделювання*: зб. наук. праць. Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2019. Вип.16. С.17-24.
5. *Сидоренко Ю.В., Залевська О.В.* Підвищення точності алгоритму політочкових перетворень / *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. Київ : КНУБА, 2020. Вип. 97. С.129-135.

Referenses

1. Map Projections – A Working Manual, U.S. Geological Survey Professional Paper 1395, By John P. Snyder, pp. 243 – 248.
2. *Johnson, Roger A.* (2007). *Advanced Euclidean Geometry*. Mineola, New York: Dover. с. 70 (треуг)
3. *Sydorenko Iu.V.* Sistema modelyuvannya geometrichnih ob'ektiv za dopomogoyu politochkovih peretvoren. *Prykladna geometriya ta inzhenerna grafika*. Kuiv : KNUBA, 2016. Vyp.92. PP.118-125.
4. *Sydorenko Iu.V., Badaev Yu.I.* Geometrichne modelyuvannya skladnih ob'ektiv na osnovi politochkovih vidobrajen vidrizkiv pryamih. *Suchasni problemy modelyuvannya*. Melitopol. Vid-vo MDPU im. B. Hhmelnyskogo, 2019. Vyp.16. PP. 17-24.
5. *Sydorenko Iu.V. Zalevskaya O.V.* Pidvischennya tochnosti algoritmu politochkovih peretvoren. *Prykladna geometriya ta inzhenerna grafika*. Kyiv : KNUBA, 2020. Vyp. 97. PP. 129-135.

к. т. н. , **Сидоренко Ю.В.**,

suliko3@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1953-0410

к. т. н., **Залевская О.В.**,

o.zalevska@kpi.ua, ORCID: 0000-0002-3163-1695

к. т. н., **Шалденко А.В.**,

o.shaldenko@gmail.com ORCID: 0000-0001-6730-965X

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ПРЕОБРАЗОВАННОГО ОБЪЕКТА ПРИ ПОЛИТОЧЕЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯХ

Благодаря современным методам и технологиям геометрического моделирования, человечество может воспроизводить сложные процессы взаимодействия в природе, проектировать сложные системы и следить за ними, получая возможные отслеживания сценариев развития различных ситуаций и учиться реагировать на них.

В работе рассматривается возможность вычисления площади участка, полученного после политочечных преобразований. В ходе политочечных преобразований результатом работы является набор точек, который является объектом преобразований, например, кромка горения леса, или контур нефтяного пятна и т.д. Обычно важно не только получить визуальное отображение этого объекта, но и посчитать его площадь. Отображение объекта позволяет быстро реагировать на ситуацию, а именно если это кромка горения леса, то можно видеть, куда именно необходимо отправить технику, задействовать человеческие ресурсы, отселить жителей потенциально опасных зон. А если есть возможность получить площадь кромки горения, то можно также рассчитать ущерб от стихийного бедствия, выбрать надежные способы предотвращения потерь как материальных, так и человеческих потерь среди населения.

В данной работе предложен алгоритм вычисления площади на основе полученных точек с помощью геолокации, что актуально при деформационном моделировании реальных чрезвычайных ситуаций, и может использоваться, например, при моделировании лесных пожаров, или разного рода загрязнений воздуха, водных ресурсов и прочее. Расчеты производятся с помощью созданного программного обеспечения.

В работе приводится алгоритм расчета площади по геоданным с использованием триангуляции, показаны сценарии взаимодействия пользователя с системой, проанализирована возможность получения достоверных данных при использовании программы, приводятся примеры работы программного обеспечения. Система может использоваться при решении задач, возникающих при моделировании с помощью политочечных преобразований, а также в тех сферах, где необходимо определить площадь области, нанесенной на географической карте.

Ключевые слова: политочечные преобразования; геолокация; площадь многоугольника; триангуляция.

Ph.D., **Iuliia Sydorenko**,
suliko3@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1953-0410

Ph.D., **Olha Zalevskaya**,
o.zalevska@kpi.ua, ORCID: 0000-0002-3163-1695

Ph.D., **Shaldenko O.V.**
o.shaldenko@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6730-965X

CALCULATION OF THE AREA OF THE TRANSFORMED OBJECT AT POLYPOINT TRANSFORMATIONS

Modern methods and technologies of geometric modeling allow to reproduce complex processes of interaction in nature, design and monitor complex systems, obtaining possible scenarios for different situations and learning to respond to them.

This paper considers the possibility of calculating the area of the plot, which is obtained after the polypoint transformations. In the course of polypoint transformations, the result is a set of points that are the object of transformations, such as the edge of a burning forest, or the contour of an oil slick, and so on. Usually, it is important not only to get a visual representation of this object, but also to calculate its area. The display of the object allows you to react quickly to the situation, namely, if it is the edge of a burning forest, you can see exactly where you need to send equipment, use human resources, evacuate residents of potentially dangerous areas. If it is possible to obtain the area of the burning forest edge, you can also calculate the damage from a natural disaster, choose reliable ways to prevent losses - both material and human losses among the population.

This paper proposes an algorithm for calculating the area based on the obtained points using geolocation, which is relevant in the deformation modeling of real emergencies. It can be used in modeling forest fires, various air and water pollutions, and more. The algorithm calculates the area of geodata using triangulation; it allows to see user-interactions with the system and analyzes the possibility of obtaining reliable data. This paper provides examples of software output. The system can be used to solve problems that arise when modeling with polypoint transformations, as well as when it is necessary to determine the area of an object on a map.

Key Words: polypoint transformations; geolocation; polygon area; triangulation.