

АЛГОРИТМ СПРОЩЕННЯ МАСИВІВ МАРШРУТНИХ ТОЧОК

Гайдаєнко О.В., к.т.н., доцент¹, Тендітна Н.В., старший викладач²

Дешко П.Ю., студент 61м³ Павлов П.А., студент 6157м⁴

Національний університет кораблебудування ім.адм Макарова¹
ХФ Національний університет кораблебудування ім.адм Макарова²

Україна, м. Миколаїв¹

Україна, м. Херсон; ^{2,3,4}

pavloleshko92@gmail.com²

Анотація. Авторами розроблений алгоритм для географічних інформаційних систем, який дозволяє зменшувати кількість елементів в маршрутах, виражених за допомогою масивів географічних точок. Операція здійснюється шляхом визначення надлишкових елементів та їх відкидання, із збереження загальної форми лінії маршруту. Описане спрощення забезпечує прискорення подальших операцій обробки та відображення даних.

Ключові слова: ГІС; алгоритм спрощення; спрощення маршрутів.

Вступ. Географічні інформаційні системи, тобто системи, призначені для збору, зберігання, маніпулювання, аналізу, управління та подання просторових чи географічних даних, в наш час використовуються практично у всіх сферах життя та господарської діяльності.

Одним із декількох основних типів даних, які обробляються в таких системах є маршрути (або «треки»), які в абсолютній більшості випадків виражаються за допомогою масивів маршрутних точок. Кожна точка має своє місцеположення на земній поверхні (або в іншій системі координат). Лінія, проведена крізь всі точки (з першої до останньої), становить лінію маршруту.

З огляду на особливості створення таких маршрутів, багато з них мають надмірну кількість елементів. Наприклад, GPS пристрої традиційно записують лінію маршруту з максимальною точністю, тобто зберігаючи всі отримані системою місцеположення.[1] Так, шлях руху автомобіля по прямій трасі може бути записаний з великою кількістю проміжних точок, але ідентична (з практичної точки зору) лінія могла би бути виражена всього двома точками - початку і кінця прямої ділянки.

Типовий маршрут може містити тисячі чи навіть сотні тисяч точок. Великі об'єми зумовлюють високі вимоги до обчислювальних ресурсів для обробки таких даних. Зокрема, відображення великого маршрута в графічний спосіб на мапі часто здійснюється на межі можливостей навіть сучасних комп'ютерних систем.[2] Саме тому є важливим надання розробникам ГІС засобів для зменшення детальності маршрутів, до задовільного для наявних завдань рівня.

Наразі, для виконання такого типу завдань зазвичай використовується алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера (також відомого як алгоритм розбиття і злиття), який дозволяє зменшити число точок кривої, апроксимованої більшою серією точок.[3] Його суттєвим недоліком є те, що коректність та ефективність роботи гарантується лише за умови неперехрещення кривою самою себе.[4] Це зумовлює суттєві труднощі при його використанні в топографічних системах.

Зазначене вище зумовлює необхідність винайдення алгоритму, придатного для використання в географічних інформаційних системах, який би дозволяв зменшувати об'єми масивів шляхом видалення надлишкових точок з маршрутів. Необхідною умовою є можливість задання користувачем точності спрощення. Розробка такого алгоритму є метою роботи.

Основна частина. Основним параметром, який зазначає користувач (або програма що використовує алгоритм) є гранична допустима відстань, на яку спрощена лінія шляху може віддалятися від будь-якої точки початкового маршруту. Це значення буде різнитися в залежності від застосування, тому воно має лишатися на розсуд користувача.

Отримавши це значення і масив точок для спрощення, система має виконати ряд ітерацій, в основі яких лежить оцінка того, наскільки кожна точка лежить в стороні від лінії між попередньою та наступною точками. Порівнявши це значення з заданим граничним, можна дійти висновку про доцільність збереження цієї точки в масиві. В той же час перша і остання точка (як початок і кінець маршруту) завжди лишаються незмінними.

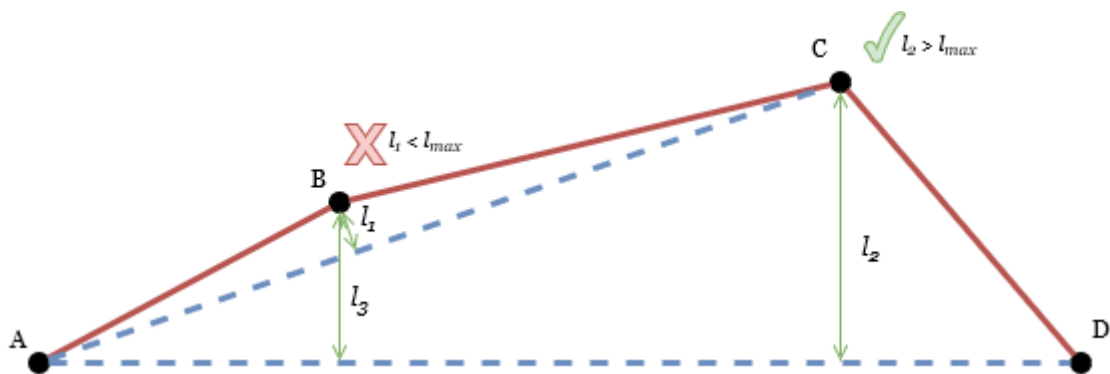


Рисунок 1 – Схематичне зображення дії алгоритму.

На рис. 1 проілюстрована робота алгоритму на прикладі короткого трека з чотирьох точок - **ABCD**. Першим кроком визначається відстань l_1 між точкою **B** (другою точкою) до лінії між точками **A** і **C** (перша і третя відповідно). Вона виявляється меншою ніж задана відстань l_{max} , тому ця точка може бути відкинута. Наступним кроком визначається відстань від точки **C** до лінії **AD** (перша і четверта точки). Ця відстань є більшою ніж l_{max} , отже точка **C** має істотне значення для формування лінії маршруту, тому вона має бути збережена. Збереження точки означає перехід до наступного кроку, а саме - ідентичних дій починаючи з наступної збереженої точки, в цьому випадку точки **C**.

Також слід зазначити необхідність збереження всіх видалених точок до кінця кожної ітерації. Так, алгоритм має пересвідчитись, що видалення наступної точки не порушує умову не лише відносно поточної точки, а й тих, що були видалені на цьому відрізку раніше.

Алгоритм може бути виражений за допомогою псевдокоду наступним чином:

```
func distance(a, b, e);
lmax;
track[];

deleted[];
i = 0;
while(i+3 <= track.length){
    l = distance(track[i], track[i+2], track[i+1])
    if(l <= lmax){
```

```

all = true;
for(ii = 0; ii<deleted.length && all == true; ii++){
    ll = distance(deleted[ii],track[i+2],track[i+1])
    if(ll > lmax) all = false;
}

if(all){
    deleted.add[track[i+1]];
    del track[i+1];
}else{
    deleted.clear();
    i++;
}
}
}else{
    deleted.clear();
    i++;
}
}
}

```

В якості функції $distance(a, b, e)$ виступає підпрограма підрахунку відстані від точки e до лінії ab . Така функція буде імплементована в різний спосіб, в залежності від особливостей застосування системи.

На рис 2. представлений приклад роботи алгоритму. В тій частині шляху, де напрям змінюється в більшій мірі, була збережена значно більша кількість точок на одиницю відстані.



Рисунок 2 – Порівняння початкового маршруту (ліворуч) зі спрощеним(праворуч).

Очікувана складність алгоритму може бути визначена як $T(n) = O(n \cdot N)$, де N це кількість видалених точок, які були розташовані в масиві одна за одною. Тому в гіршому випадку (максимальна кількість видалених точок, розташованих одна за одною) складність алгоритму становить $O(n^2)$. Такі показники є подібними до показників інших рішень, наведених вище.[3]

Висновки. Запропонований алгоритм є придатним для використання в географічних інформаційних системах та дозволяє оптимізувати різноманітні операції пов'язані зі збереження, передачею, обробкою та відображенням даних, що містять маршрути, виражені за допомогою масивів точок. Спосіб задання точності спрощення у вигляді максимально-

допустимого відхилення (відстані) апроксимації від початкової лінії є зручним та інтуїтивним, що забезпечить його коректне використання для багатьох застосунків.

СПИСОК ЛІТРАТУРИ

1. Penttinen, J., Jyrki T. (2015). The telecommunications handbook. Chichester: John Wiley.
2. Reynisson, J. Á. (2015). Performance of mobile GIS in conjunction with internet bandwidth in rural areas (Dissertation). Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hig:diva-20021>.
3. Douglas, D.H., & Peucker, T.K. (1973). Algorithms for the Reduction of the Number of Points Required to Represent a Digitized Line or its Caricature., The Canadian Cartographer 10(2), 112—122.
4. Wu, Shin-Ting, Silva, Adler C. G. da, & Márquez, Mercedes R. G.. (2004). The Douglas-peucker algorithm: sufficiency conditions for non-self-intersections. Journal of the Brazilian Computer Society, 9(3), 67-84.

ALGORITHM FOR SIMPLIFICATION OF WAY-POINTS ARRAYS

Haidaienko O.V., Tenditna N.V., Deshko P. Yu., Pavlov P.A.
Admiral Makarov National University of Shipbuilding
Ukraine, Nikolaev¹
Admiral Makarov National University of Shipbuilding HB
Ukraine, Kherson^{2,3,4}

Abstract. Authors developed an algorithm for use in geographical information systems, which allows to reduce the number of elements in routes that are expressed by arrays of geographical points. The operation is carried out by determining the redundant elements and discarding them, while maintaining the overall shape of the route line. Simplification speeds up further data processing and display operations.

Keywords: GIS; simplification algorithm; routes simplification.

АЛГОРИТМ УПРОЩЕНИЯ МАССИВОВ МАРШРУТНЫХ ТОЧЕК

Гайдаенко О.В., к.т.н., доцент¹, Тендитна Н.В., старший преподаватель²,
Дешко П.Ю. студент 6157зм³, Павлов П.А. студент 6157м⁴
Национальный университет кораблестроения им. адм Макарова
Украина, Николаев¹
ХФ Национального университета кораблестроения им. адм Макарова
Украина, Херсон^{2,3,4}.

Аннотация. Авторами разработан алгоритм для географических информационных систем, который позволяет уменьшать количество элементов в маршрутах, которые выражены с помощью массивов географических точек. Операция осуществляется путем определения избыточных элементов и их отвержение, при сохранении общей формы линии маршрута. Упрощение обеспечивает ускорение последующих операций обработки и отображения данных.

Ключевые слова: ГИС; алгоритм упрощения; упрощение маршрутов.