

Секция «Современные методы и технологии географических исследований»

Заполнение замкнутых локальных понижений на цифровых моделях рельефа с использованием линейной интерполяции высот

Научный руководитель – Лурье Ирина Константиновна

Энтин Андрей Львович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия

E-mail: andrei.entin.worknstudy@gmail.com

Гидрологическим анализом цифровых моделей рельефа (ЦМР) называется получение информации, связанной с распределением поверхностного стока, на основе поля высот. Для проведения гидрологического анализа ЦМР необходимо обеспечить сток из любой точки внутри модели до её границ. Этому препятствуют замкнутые локальные понижения (далее — «ямы»): группы ячеек внутри модели, высоты которых ниже, чем минимальная из высот ячеек, соседствующих с группой. Зачастую такие участки появляются в процессе создания ЦМР и не соответствуют реальным бессточным областям.

Для корректного моделирования стока требуется устранить «ямы». Чаще всего применяется заполнение — увеличение высот в пределах «ям» таким образом, что они перестают быть понижениями. Разработано несколько алгоритмов заполнения [2, 3], однако общим их недостатком является формирование относительно простой (в геометрическом смысле) поверхности на месте понижения, не учитывающей особенности исходного рельефа.

Предлагаемый подход позволяет заполнять «ямы» таким образом, что форма получаемой поверхности определяется формой понижения и рельефом исходной ЦМР. Сначала выполняется определение положений «ям». Для этого используется алгоритм поиска A^* [1]: совокупность ячеек ЦМР рассматривается как граф, вершинами которого являются центры ячеек, а рёбрами — отрезки, соединяющие центры соседних ячеек. Построение графа осуществляется по определённым правилам: исходный набор вершин включает только краевые ячейки ЦМР, затем рёбра и вершины добавляются в порядке возрастания высоты. Таким образом, сначала алгоритм проходит по днищам эрозионных форм рельефа и затем поднимается вверх по склону. Разность высот между соседними вершинами позволяет идентифицировать «ямы» и соответствующие им «точки выхода». Поведение алгоритма внутри понижений не отличается от поведения за их пределами: от «точки выхода» алгоритм спускается к локальным минимумам внутри понижения и затем «разбегается» от них в сторону границ.

Собственно заполнение понижений выполняется отдельно для каждой «ямы». Для этого используется линейная интерполяция высот между границами понижения и «точкой выхода». Интерполяция проводится не по прямой линии, а вдоль путей сложной формы на графе (это те же самые пути которые были сконструированы алгоритмом A^* на предыдущем этапе). Путь, соединяющий любую из граничных ячеек с «точкой выхода», хотя бы частично совпадает с путём, соединяющим «точку выхода» с локальным минимумом высоты внутри понижения.

Высоты на исправленной ЦМР в пределах бывшей «ямы» плавно убывают по направлению от границ понижения через бывший локальный минимум к «точке выхода». Распространение поверхностного стока на такой поверхности соответствует поведению моделируемого потока на исходной ЦМР, за исключением канала стока, связывающего локальные минимумы с «точкой выхода».

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых российских ученых — кандидатов наук МК-4829.2016.5

Источники и литература

- 1) Hart P.E., Nilsson N., Raphael B. A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths // IEEE Transactions of Systems Science and Cybernetics, Vol. SSC-4, No. 2, P. 100–107.
- 2) Jenson S.K., Domingue J.O. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 1988. Vol. 54, Issue 11, P. 1593–1600.
- 3) Wang L., Liu H. An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling // International Journal of Geographical Information Science. 2006. Vol. 20, Issue 2, P. 193–213.