

Мосин Сергей Александрович

аспирант

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

г. Курск, Курская область

ИСТОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА

Аннотация: в данной статье рассматривается история развития и применения в различных отраслях науки цифровых моделей местности. Рассмотрены основные методы их формирования и обработки. Описаны способы применения цифровых моделей местности.

Ключевые слова: геоинформатика, цифровая модель рельефа, картография, топографическая карта.

Изображения рельефа поверхности земли интересовали людей издавна. На картах путешественников прошлых тысячелетий формы рельефа являлись неотъемлемой составляющей ландшафта, поскольку они удобны для ориентирования на местности. Одним из первых способов отображения рельефа были перспективные знаки, показывающие горы и холмы. В 18 веке начали разрабатываться более технически сложные способы. Для прорисовки гор использовалась штриховая прорисовка и цветовое оформление. В частности, следует упомянуть топокарту Швейцарии Дюфура, выполненную теневыми штрихами (рисунок 1), и картографические произведения Имгофа, характеризующиеся сочетанием горизонталей, штрихов и светотеневой пластики [3]. Несмотря на возраст, все перечисленные способы имеют широкое распространение и в наши дни.

На самых ранних этапах развития геоинформатики и автоматизированной картографии (начало 60-х годов прошлого столетия) уже проводились первые эксперименты по созданию цифровых моделей рельефа (ЦМР) [2]. ЦМР- это средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей, рельефов) в виде трехмерных данных как совокупности высотных отметок или отметок глубины в узлах регулярной сети с образованием матрицы

высот. Одна из первых цифровых моделей рельефа была разработана и изготовлена на кафедре картографии Военно-инженерной академии в 1961 году. После этого были разработаны методы и алгоритмы решения различных задач, связанных с построением рельефа и соответствующая теоретическая база. Целый класс программных продуктов, позволяющих перейти от обычного для карт местности двумерного представления информации к трехмерному, нашел применение в современных геоинформационных системах (ГИС).



Рис. 1. Топокарта, выполненная теньвыми штрихами

Цифровое моделирование рельефа включает две группы операций: решение задач создания ЦМР и последующее использование ЦМР.

Одним из преимуществ использования ЦМР является универсальность их применения для нужд картографии. Посредством визуализации ЦМР можно отображать не только информацию об особенностях рельефа, но и о текущей метеорологической обстановке (количество осадков, температура воздуха, влажность), о населенности жилой застройки. В этом случае изменение высоты будет соответствовать увеличению количества выпавших осадков, в зависимости от района, или увеличению текущей среднесуточной температуры воздуха.

Кроме картографии ЦМР так же находят применение и в смежных отраслях науки. Сложно переоценить удобство использования ЦМР для построения маршрутов в автоматических и автоматизированных роботизированных платформах. При передвижении по пересеченной местности робот должен не только уметь объезжать препятствия, но и иметь возможность глобальной корректировки

маршрута с учетом особенностей местного рельефа (рисунок 2). Возможность самостоятельного перерасчета маршрута является стратегически важным фактором для роботов, обслуживающих нужды армии.

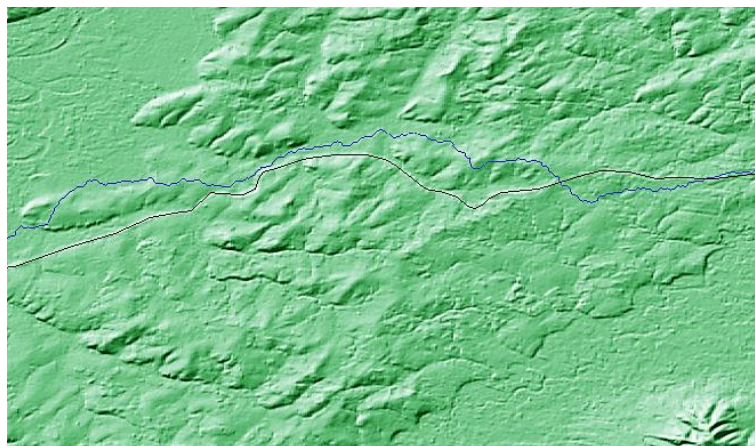


Рис. 2. Возможные маршруты, проложенные на карте высот

В системах дополненной или виртуальной реальности так же можно использовать ЦМР. При обучении на тренажерных комплексах пилотов самолетов и водителей боевой техники управлению и ориентации на незнакомой местности ЦМР используется для имитации реального ландшафта.

Цифровые модели местности являются незаменимым инструментом при стратегическом планировании крупных хозяйственных объектов и участков жилищной застройки. Визуальная модель, отображаемая с помощью компьютера, является более наглядной, чем классические картографические материалы, следовательно, позволяет добиться большей оперативности при планировании войсковых операций или работы служб МЧС.

При создании культурно-исторических моделей, для того чтобы добиться реалистичности восстанавливаемых объектов, событий, ландшафтов (в музеях, галереях, вузах) используются ЦМР. Это позволяет добиться высокой детальности восстанавливаемого объекта, позволяет более наглядно отобразить особенности его географического расположения.

Существует несколько различных методов и алгоритмов создания ЦМР [1]. Остановимся более подробно на методах построения цифровых моделей рельефа.

IDW интерполяция должна использоваться, когда набор исходных пунктов достаточно плотен, чтобы охватить степень местного поверхностного изменения, необходимого для анализа. Принцип IDW интерполяции заключается в том, что определяемый пункт оценивает линейные веса набора исходных отметок. Вес – функция от расстояния исходной точки до местоположения определяемого пункта. Чем больше расстояние до определяемого пункта, тем меньшее влияния точка имеет на вычисляемое значение отметки.

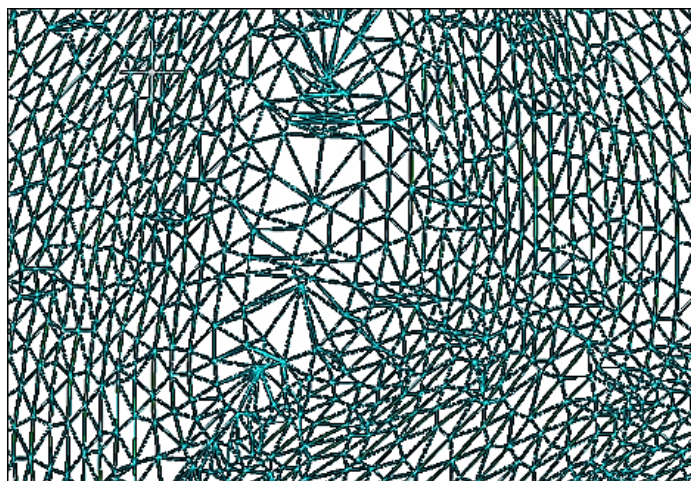


Рис. 3. Ландшафт, представленный нерегулярной сетью триангуляции

Нерегулярная сеть триангуляции (TIN) – векторная структура данных для хранения и отображения поверхностных моделей (рисунок 3). TIN делит географическую поверхность, используя набор нерегулярно размещенных пунктов данных, каждый из которых имеет x-, y-, и z-значения. Эти точки связаны гранями, которые формируют смежные треугольники без взаимных наложений. При этом создается непрерывная поверхность, которая представляет ландшафт.

Spline позволяет получить оценку значений отметок, используя математическую функцию, которая минимизирует полное поверхностное искривление. В итоге получается гладкая поверхность, которая проходит точно через исходные пункты. Использование данного метода позволяет предсказывать изображения горных хребтов и долин в данных и является лучшим способом для представления гладко изменяющихся поверхностей.

Kriging – это мощный статистический метод интерполяции. Широко используется в различных сферах научной деятельности. Использование данного

метода предполагает, что расстояния и направления между типовыми пунктами отражают пространственную корреляцию, которая используется для изображения изменений в поверхности. Этот подразумевает приближение функции к указанному числу пунктов или всех пунктов в пределах указанного радиуса, для определения значений каждой точки. Kriging часто используется в науке о почвах и геологии.

Предсказанные значения получаются из отношений в исходных точках, использующих сложную технику среднего числа взвешивания. При этом используется радиус поиска, который может быть установлен или меняться. Произведенные вычисления точек могут превышать диапазон исходных пунктов, и поверхность не проходит через них.

Имеются несколько типов Kriging. Обычный Kriging – это наиболее общий метод. Он предполагает, что не имеется никакой постоянной средней для данных. Универсальный Kriging предполагает, что наиважнейшая тенденция существует в данных и что это может быть смоделировано.

Описанные методы интерполяции имеют существенные различия и следует выбирать тот или иной метод построения в зависимости от целей моделирования. Для моделирования и детального анализа небольших участков поверхностей целесообразно использовать метод TIN интерполяции.

Список литературы

1. Басаргин А.А. Анализ методов построения цифровой модели рельефа на примере ленинского района г. Новосибирска. – Новосибирск, 2006.
2. Кошкарев А.В. Геоинформатика / А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов. – М.: Дата+, 2002.
3. Хромых В.В. Цифровые модели рельефа. – Томск, 2007.