

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ СКАНЕРНОЙ СЪЁМКИ

*Кукс Даниил Фёдорович, студент 4-го курса
кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»
(Научный руководитель – Будю А.Ю., старший преподаватель)*

Рассмотрим обработку облака точек в программном продукте «Credo 3D Скан». При обработке облаков точек в первую очередь необходимо оценить структуру облака: определить плотность облака (расстояние между соседними точками в облаке), выяснить, одинакова ли плотность на всех участках, визуально оценить шероховатость поверхности. Раньше это выполнялось вручную, однако сейчас, после очередного обновления, появилась возможность оценить это автоматизированным методом: используя команду «Рассчитать локальные плотности» мы задаём радиус, в пределах которого рассчитывается количество соседей для точки. В результате точке присваивается параметр плотности, в который заносится количество её соседей на указанном радиусе. Далее используя градиентную заливку, можно визуально увидеть как изменяется плотность по облаку. (Рис. 1).

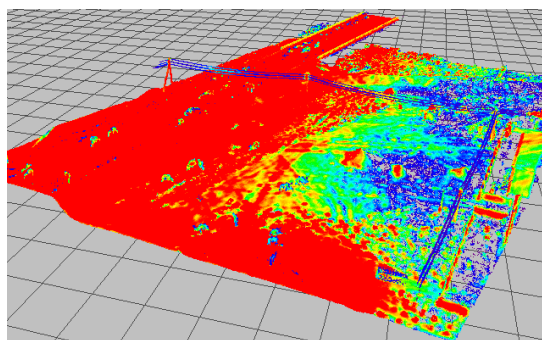


Рисунок 1 – Градиентная заливка облака по локальной плотности

Основной проблемой обработки является большое количество шумов. Они не сильно влияют на процесс дешифрирования облака, однако очень сильно мешают построить адекватную модель рельефа. Для удаления шумов в программе имеется большое количество различных команд: пороговый фильтр, фильтр движущихся объектов, фильтр изолированных точек, фильтр шумов ниже рельефа.

Пороговый фильтр позволяет разделить точки, указав верхнюю и нижнюю границы, по любой величине имеющейся в структуре точек облака, координатам (X, Y, Z), интенсивности отражения сигнала, углу сканирования, времени, а так

же параметрам полученным в результате обработки облака точек таким как: локальная плотность, относительная высота, кривизна, не рельефность. (Рис. 2).

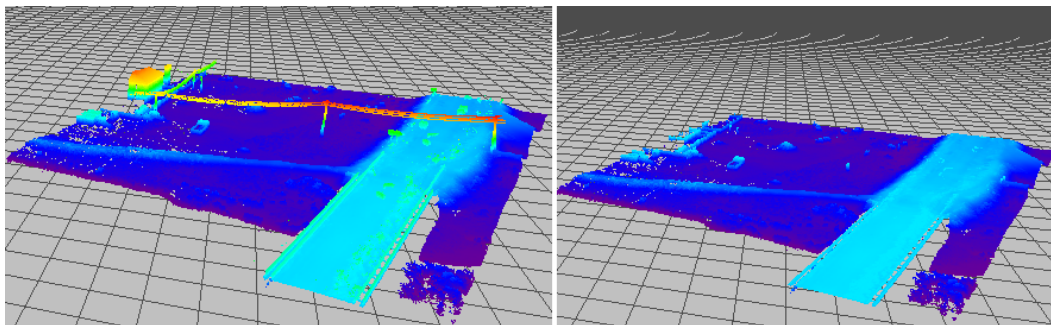


Рисунок 2 – Работа порогового фильтра

Фильтр движущихся объектов – команда позволяет фильтровать точки облака по наличию в локальных областях точек, измеренных в разное время. Таким образом, если в области имеются точки относящиеся только к одному временному промежутку(сеансу), то вся область считается шумом от движущихся объектов. (Рис. 3).

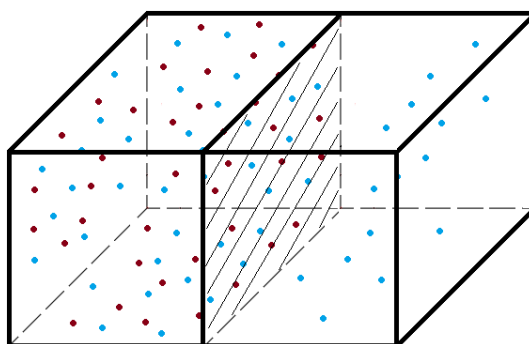


Рисунок 3 – Две соседние области, левая область имеет в себе точки относящиеся к двум временным промежуткам, правая - к одному

Фильтр изолированных точек – предназначен для фильтрации изолированных точек, которые как правило являются шумами, переотражёнными сигналами, частицами пыли, случайными движущимися объектами. Принцип работы схож с предыдущими командами, в данном случае необходимо указать радиус поиска и минимальное число соседних точек. (Рис. 4).

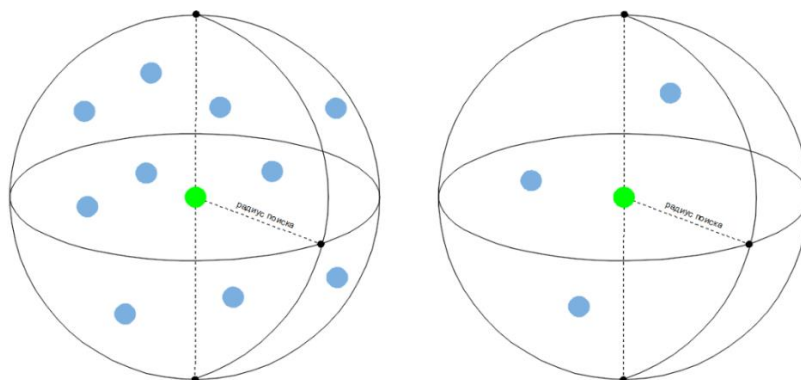


Рисунок 4 – Расчёт количества соседей

Фильтр шумов ниже рельефа – команда способна эффективно фильтровать изолированные отдельные точки шумов и небольшие кластеры точек под рельефом, в которых наибольшая плотность точек обеспечивается на рельефе и низких объектах. Существует два метода по которым может работать данная команда: эвристический и простой метод. Эвристический метод автоматически производит многоступенчатый анализ распределения точек в облаке, на основе которого определяет точки шума. Облако нарезается на множество вертикальных плоскостей, в которых анализируется изменение плотности точек, участки находящиеся ниже линии с максимальной плотностью выделяются в шум. Простой метод оценивает точки в пределах заданного размера шага сетки, если у точки облака на заданном расстоянии в плане и расстоянии по высоте отсутствуют соседи, точка считается шумом. Таким образом анализируются все точки в квадрате сетки. (Рис. 5).

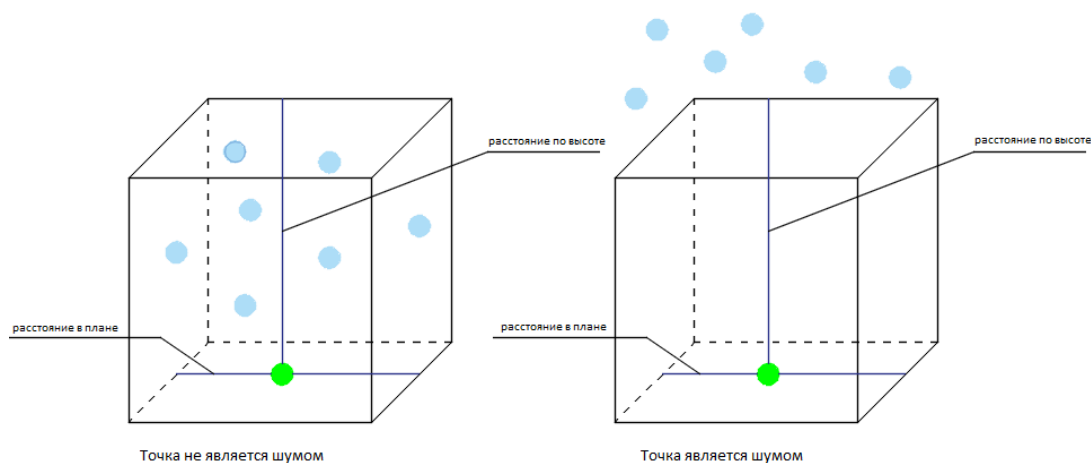


Рисунок 5 – Принцип работы алгоритма

Используя данные команды можно избавиться от основной массы шумов, отфильтрованные точки можно выделить, удалить, задать отдельный слой. Облако точек очищенное от шумов полностью готово к выделению рельефа. Рельеф выделяется тремя методами: порог уклона, размер объектов, TIN (триангуляция).

Порог уклона - указывается шаг сетки, и максимальный уклон. Алгоритм выбирает самую низкую точку в ячейке и относительно неё измеряет вертикальные углы до остальных точек ячейки; если угол превышает заданный уклон, то точка считается нерельефной. При превышении максимального уклона точка считается нерельефной. Изначально анализ производится по всему облаку, далее создаётся сетка и сгущается до указанного шага, на каждом этапе проводится анализ, в результате которого часть точек классифицируется как шум и больше не участвует в расчёте. (Рис. 6). Аналогичным образом проводятся итерационные вычисления в иных методах.

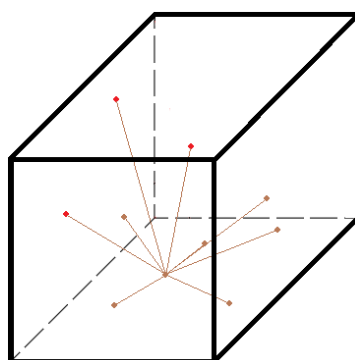


Рисунок 6 – Схема работы выделения рельефа по порогу уклона

Размер объектов. Указывается шаг сетки, и минимальная пропорция объектов (Высота/Ширина). Алгоритм оценивает относительно заданной минимальной пропорции группу точек облака для текущего шага сетки. При превышении порога отношения группа точек считается нерельефной. Далее сетка сгущается и анализ повторяется. Сгущение сетки происходит до достижения минимального шага. (Рис. 7).

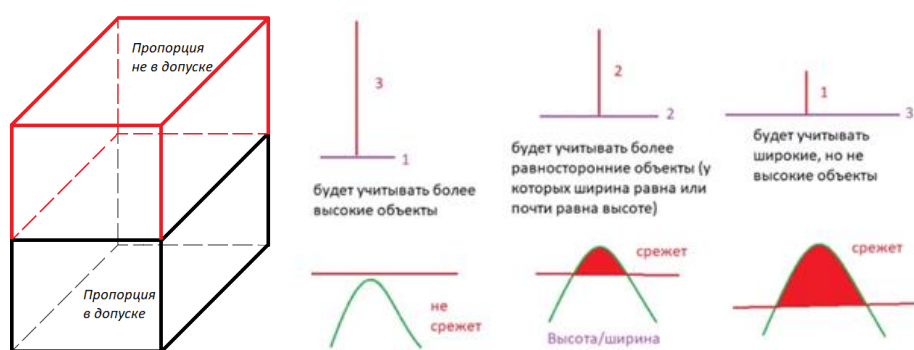


Рисунок 7 – Схема работы выделения рельефа по размеру объектов

TIN - в данном алгоритме указывается только шаг сетки. Наиболее эффективен для плотных облаков точек с растительностью, наземными коммуникациями, шумами. Алгоритм строит триангуляцию, выбирая в каждой ячейке текущего шага точку с минимальной высотой. При этом оценивается отклонение остальных точек от полученных треугольников (допуск зависит от

размера треугольника и рассчитывается автоматически). По мере сгущения сетки алгоритм повторяется до достижения минимального шага. Алгоритм не работает на облаках точек с крутыми склонами. (Рис. 8)

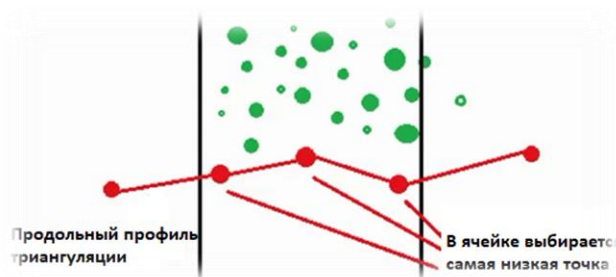


Рисунок 8 – Схема работы выделения рельефа по триангуляции (TIN)

По выделенному рельефу можно создать DEM-модель с указанным шагом, а затем проинтерполировать её чтобы убрать дыры. Полученную DEM-модель необходимо установить в качестве модели рельефа для проекта. (Рис. 9).

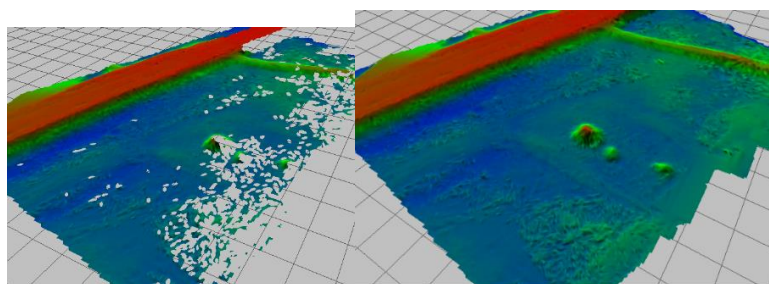


Рисунок 9 – Создание модели рельефа

В программе имеется возможность автоматически распознать ЛЭП. Для этого необходимо рассчитать высоты относительно рельефа и запустить соответствующую команду. Запустив команду нужно указать минимальную и максимальную высоты опор ЛЭП, так же можно указать коды для УЗ стоек, подкосов и проводов. При необходимости можно отключить распознавание проводов. После нажатия кнопки «Применить» программа производит процесс поиска ЛЭП, по завершению этого процесса запускается интерактив позволяющий подтвердить или опровергнуть предложенные программой опоры. Так же в процессе корректировки распознавания. Можно изменить УЗ если он не соответствует действительности для текущего распознаваемого столба. Программа поочерёдно перекидывает нас между столбами пока не будут подтверждены либо опровергнуты все объекты. (Рис. 10).

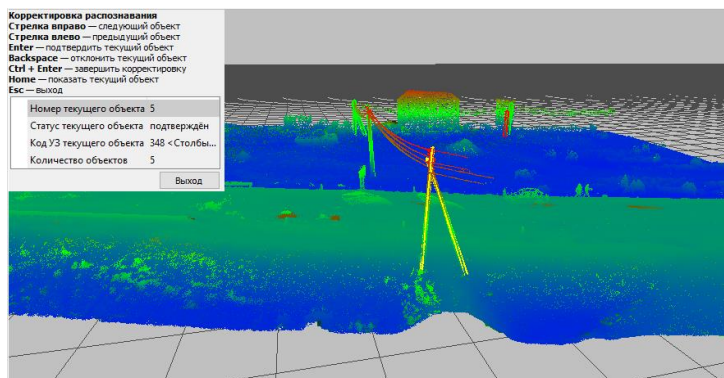


Рисунок 10 – Автоматическое распознавание ЛЭП

Так же в программе имеется широкий спектр возможностей для распознавания элементов автомобильных дорог: распознавание бровок, кюветов, бордюров, кромок проезжей части, дорожных знаков, светофоров и разметки. Последнюю можно распознать в автоматическом режиме если в структуре точек имеется параметр интенсивность. Для этого намечается ось дороги и указывается её придельная ширина. Поперёк оси производится анализ точек по их параметрам относительно друг друга (в случае с дорожной разметкой выступает параметр интенсивность). (Рис. 11).

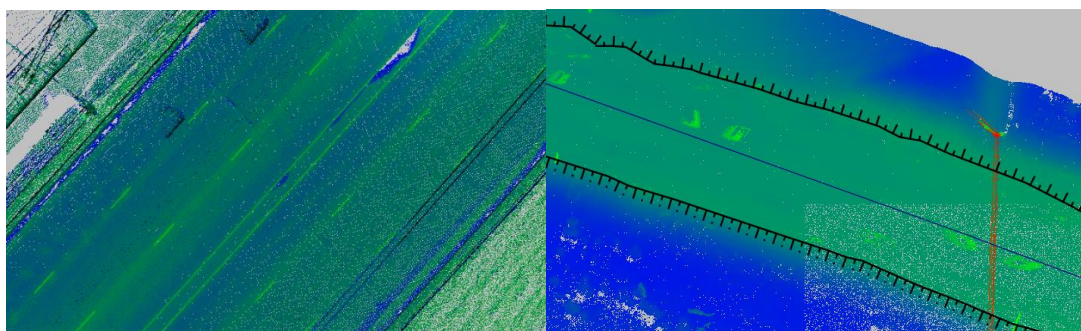


Рисунок 11 – Градиентная заливка по интенсивности слева и выделение бровок справа

Здания, заборы и прочие объекты удобно распознавать пользуясь пороговым фильтром и отсекая точки по координате Z или высоте рассчитанной относительно рельефа. (Рис. 12).

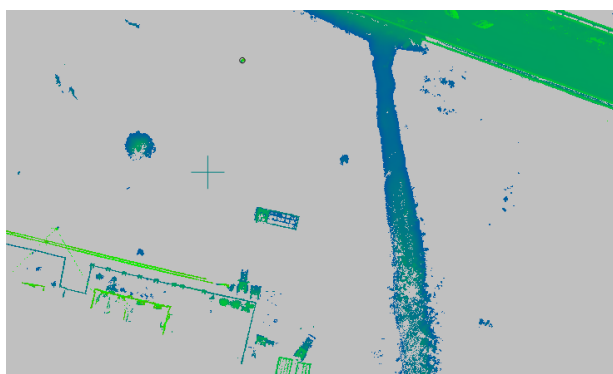


Рисунок 12 – Использование порогового фильтра при выделении контуров

Для того чтобы отрисовать горизонтали в плане, можно сгенерировать точки по созданной DEM-модели, с необходимым нам шагом, создать по ним поверхность поверхность и настроить отображение горизонталей. (Рис. 14).

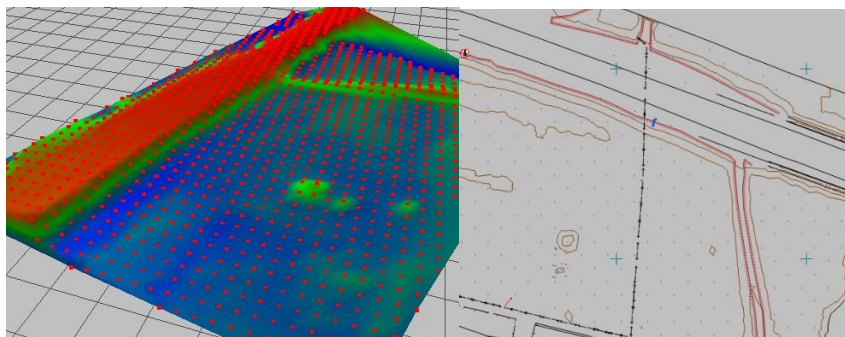


Рисунок 13 – Генерация точек по DEM-модели и отрисовка горизонталей

Вывод: с каждым годом сканерные съёмки получают всё большее и большее распространение, поскольку позволяют в значительной мере сократить полевые работы, наравне с этим развиваются и модернизируются методы дешифрирования облаков точек, разработчики ПО предлагают всё новые и новые алгоритмы автоматического распознавания объектов. Зная принципы работы алгоритмов, можно быстро и качественно осуществлять обработку и дешифрирование облаков точек.