Лучшие идеи применения ДЗЗ

ФЕСЕНКО ЕКАТЕРИНА ВЛАДИМИРОВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ

ВВЕДЕНИЕ

Векторизация является преобразованием растровых изображений в векторные.

Векторные объекты используются для высокоуровневого анализа в задачах распознавания образов, поэтому векторизация важна как базовый этап решения задач разного рода. Векторизация как раздел компьютерного зрения на сегодняшний день является областью, актуальной для исследований, поскольку существующие методы не позволяют получить достаточно качественный результат данного преобразования одновременно с высокой производительностью и, следовательно, должны быть усовершенствованы.

Задача автоматизации процесса векторизации предполагает кусочно-линейную аппроксимацию массива граничных точек антропогенных объектов, для которых характерны прямые линии. Следовательно, становится актуальной задача предварительного разделения образов природных и искусственных объектов.

Существует большое количество признаков, по которым возможно отнести объект к какому-либо классу – количественные характеристики цветовых параметров, текстур. Однако при разделении снимков, полученных с космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ) они не являются информативными. Потому для автоматизации процесса векторизации предлагается использовать фрактальную геометрию.

В работе проводится исследование возможности использования фрактальной размерности в качестве критерия для определения принадлежности объекта к перечисленным классам.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ОБРАЗОВ

На сегодняшний день существует множество методов для автоматической векторизации, среди которых полиномиальные методы, методы, использующие графовые структуры.

В работе для предварительного разделения образов используется обход точек путем выращивания регионов. Данный метод предполагает выбор начальной точки обхода и направления движения из восьми возможных путем проверки заданного условия.

Исходными данными являлись аэрофотоснимки сверхвысокого пространственного разрешения (рис. 1.1)

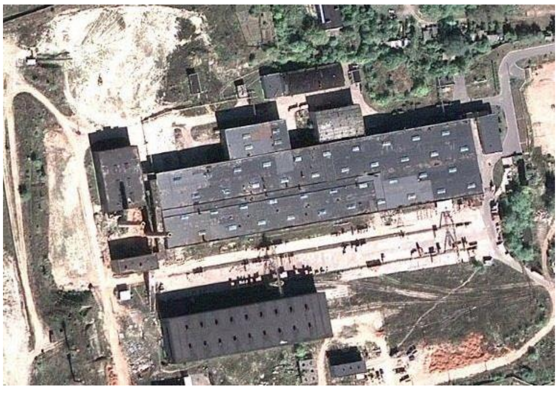

Рисунок 1.1 – Исходный аэрофотоснимок

В данном случае значения цветовых характеристик модели RGB не позволяют разделить антропогенные объекты и объекты живой природы, потому был осуществлен переход к цветовой модели HSV.

Система HSV представляет цвет как совокупность параметров: H (Hue)– тон или оттенок, S(Saturation) – насыщенность, V(Volume) – яркость.

Тон представляет собой конкретный оттенок цвета, отличный от других : красный, зеленый, голубой. Варьируется в пределах 0 – 360°, однако иногда приводится к диапазону 0 -100 или 0 -1.

Насыщенность цвета характеризует его относительную интенсивность (чистоту). Варьируется в пределах 0 -100 или 0 -1, чем больше этот параметр, тем «чище» цвет.

Яркость цвета показывает величину черного оттенка, добавленного к цвету, что делает его более темным, задается в пределах 0 -100 и 0-1. Цветовое пространство HSV хорошо согласуется с моделью восприятия цвета человеком, так как больше соответствует природе цвета.

В работе было проведено выращивание регионов при использовании порогов яркости и тона. Установлен порог, значения меньше которого относят пиксель изображения к классу объекта, а больше которого – не относят (листинг 1.1)

Листинг 1.1 – Векторизация при использовании порогов

```
if ((Math.Abs(H1 - H2) > porog) || (Math.Abs(V1 - V2)>porogV))
{ X_Right = i - 1;
break;}
X_Right = i;
```

В результате был получен массив граничных точек антропогенного объекта, который был математически описан.

Математическая модель — математическое представление реальности, один из вариантов модели, как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе.

Прямые и кривые линии можно рассматривать как простейшие элементы более крупных структур таких, как прямоугольники, треугольники, окружности и пятна произвольной формы. Эти структуры затем можно описать и проанализировать с помощью характеристик их формы: метрических, топологических и аналитических.

Метрические характеристики изображения основаны на измерении расстояния между точками на его плоскости. Расстояние - это вещественная функция $d\left[(x_i, y_i), (x_j, y_j)\right]$ двух точек (x_i,y_i) и (x_j,y_j), обладающая следующими свойствами:

$$d\left[(x_i, y_i), (x_j, y_j)\right] \geq 0$$

$$d\left[(x_i, y_i), (x_j, y_j)\right] = d\left[(x_j, y_j), (x_i, y_i)\right]$$

$$d\left[(x_i, y_i), (x_j, y_j)\right] + d\left[(x_j, y_j), (x_k, y_k)\right] \geq d\left[(x_i, y_i), (x_k, y_k)\right]$$

Большинство обычных метрик, встречающихся в задачах анализа изображений, имеет следующий вид:

евклидово расстояние $d_E = \sqrt{\left[(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2\right]}$;

абсолютное расстояние $d_M = \left|x_i - x_j\right| + \left|y_i - y_j\right|$

Установив метрику, можно разработать различные метрические характеристики изображения. Среди наиболее важных - длина периметра *P* и площадь объекта *A*.

Топологические характеристики формы - это свойства, инвариантные по отношению к преобразованию. Связные компоненты изображения могут содержать дыры или ещё так называемые озера**.** Количество дыр не изменяется при топологическом отображении.

Фундаментальное соотношение между количеством связных компонент C и числом дыр H на фигуре, называемое числом Эйлера, имеет вид $E = C - H$. Число Эйлера - также топологическое свойство, поскольку C и H - топологические свойства.

Аналитические характеристики формы - это математические описания, которые дают несколько иное ее представление. Для того, чтобы эти описания оказались полезными, они должны быть проще, чем исходное представление формы в виде массива значений дискретных отчетов. Периметр произвольной замкнутой кривой можно представить через совокупность текущих значений кривизны в каждой его точке.

В данной работе характеристикой формы служила функция изменения длины радиус-вектора. Для создания алгоритма, инвариантного к аффинным преобразованиям, радиус-вектор строился из центра тяжести фигуры (листинг 1.2).

Листинг 1.2 – Расчет точки центра тяжести

```
S += ((poi[i + 1].X - poi[i].X) * (poi[i + 1].Y + poi[i].Y)) / (2);
Xct += ((poi[i].Y - poi[i + 1].Y) * ((poi[i].X) * (poi[i].X) + poi[i].X * poi[i + 1].X + (poi[i + 1].X) * (poi[i + 1].X)));
Yct += ((poi[i].X - poi[i + 1].X) * ((poi[i].Y) * (poi[i].Y) + poi[i].Y * poi[i + 1].Y + (poi[i + 1].Y) * (poi[i + 1].Y)));
Xct /= (6*S);
Yct/= (6*S);
if (S<0) Yct  = Math.Abs(Yct);
gr.DrawEllipse(pen, Xct, Yct, 4, 4);
double[] MasRV = new double [poi.Count];
for (int i = 0; i < poi.Count; i++)
{MasRV[i] = (Math.Sqrt((double)(Xct - poi[i].X) * (Xct - poi[i].X) + (double)(Yct - poi[i].Y)));
if (MasRV[i] < 0)
{MasRV[i] = (Math.Sqrt((double)(Xct - poi[i].X) * (Xct - poi[i].X) + (double)(Yct - poi[i].Y))); }}
string rv = MasRV.ToString();
GR.chart1.Series.Add(rv);
GR.chart1.Series[rv].ChartType = SeriesChartType.Line;
GR.chart1.Series[rv].Color = System.Drawing.Color.BlueViolet;
Series serRV = GR.chart1.Series[rv];
for (int i = 0; i < poi.Count; i++)
{serRV.Points.AddXY(i, MasRV[i]); }
```

На рис.1.3 представлено изменение длин радиус-векторов в пределах одного объекта.

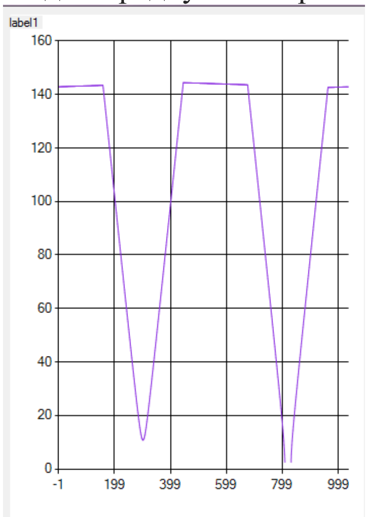

Рисунок 1.3 – Изменение длины радиус-вектора

Таким образом, был получен одномерный сигнал, с которым проводится дальнейшая обработка.

ФРАКТАЛЬНАЯ РАЗМЕРНОСТЬ

Фрактал – это структура, которая в каком-то смысле подобна целому.

К фрактальным объектам относится геометрия траекторий частиц, линий тока, волн, береговые линии, ландшафты, острова, реки, ледники, зерна в скалистых породах, геометрическая структура кристаллов, молекул химических веществ, облака, кроны деревьев, снежинки, система альвеол человека или животных.

Традиционно все объекты окружающего мира на интуитивном уровне описываются человеком при помощи геометрии Эвклида – прямыми, окружностями, сферами, тетраэдрами. Однако не всегда это дает необходимый результат.

В последнее время получила широкое распространение разработанная математиками нетрадиционная геометрия, названная фрактальной.

В настоящее время понятие фрактальной размерности применимо при исследовании изменения цен и распределений заработной платы, статистики ошибок при вызовах на телефонных станциях, частоты слов в печатных текстах, однородности заполнения формы, контуров объектов.

При решении задачи прогнозирования с помощью ГИС-технологий развития инфраструктуры населенных пунктов, которые специализируются на туристических услугах, фрактальная размерность – показатель оптимальности.

В данном случае фрактал рассматривается как множество точек, вложенных в пространство Эвклида. При этом топологическая размерность этого множества увеличивается на единицу, т.е. прямая с точки зрения фрактальной геометрии имеет 2 измерения вместо одного, а текстура в этом случае трехмерна.

Фрактальная размерность определяет, насколько плотно и равномерно точки полученного множества заполняют Эвклидово пространство.

Для этого полученный одномерный сигнал был описан при помощи квадратов разного размера – от 3х3 до 18х18. В каждом случае было рассчитано количество квадратов, необходимое для данной операции.

Листинг 1.3 – Описание одномерного сигнала

```
for (int win = 3; win < 20; win ++ )
{ for (int i = 0; i < poi.Count - win; i+=i1)
{ for (int j = 1; j < win; j++)
{ if (Math.Abs(poi[i].Y - poi[i + j].Y) > win)
{ i1 = j;
break; }
i1 = j;  }
kvadr++; }
List_kvadr.Add(Math.Log(kvadr));
kvadr = 0;}
GR.chart2.Series.Add("Квадрат");
GR.chart2.Series["Квадрат"].ChartType = SeriesChartType.Point;
GR.chart2.Series["Квадрат"].Color = System.Drawing.Color.Red;
Series serKV = GR.chart2.Series["Квадрат"];
for (int j = 3; j < 18; j++)
{serKV.Points.AddXY(Math.Log(1d/j), Math.Log(List_kvadr[j-3]));}
```

Полученные значения представлены на рис.2.1.

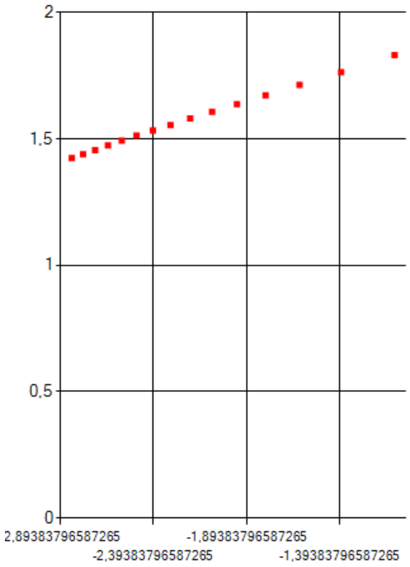

Рисунок 2.1 – Описание одномерного сигнала

Для аппроксимации этих данных был использован метод наименьших квадратов (МНК) - математический метод, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомых переменных (листинг 2.1).

Листинг 2.1 – Аппроксимация точек при использовании МНК

```
S1 += j - 3;
S2 += Math.Log(1d / j);
S3 += Math.Log(1d / j);
S4 += Math.Log(1d / j) * Math.Log(1d / j);
S5 += Math.Log(List_kvadr[j - 3]);
S6 += Math.Log(1d / j) * Math.Log(List_kvadr[j - 3]);
D = S1 * S4 - S2 * S3;
D1 = S5 * S4 - S2 * S6;
D2 = S1 * S6 - S5 * S3;
a = D1 / D;
b = D2 / D;
GR.chart2.Series.Add("Аппроксимация Квадрат");
GR.chart2.Series["Аппроксимация Квадрат"].ChartType = SeriesChartType.Line;
GR.chart2.Series["Аппроксимация Квадрат"].Color = System.Drawing.Color.Blue;
Series serApp = GR.chart2.Series["Аппроксимация Квадрат"];
serApp.Points.AddXY(Math.Log(1d / 18), Math.Log(List_kvadr[14]));
serApp.Points.AddXY(Math.Log(1d/3), Math.Log(List_kvadr[0]));
```

Таким образом была получена кривая, описывающая распределение фрактальной размерности антропогенного и природного объекта (рис. 2.2).

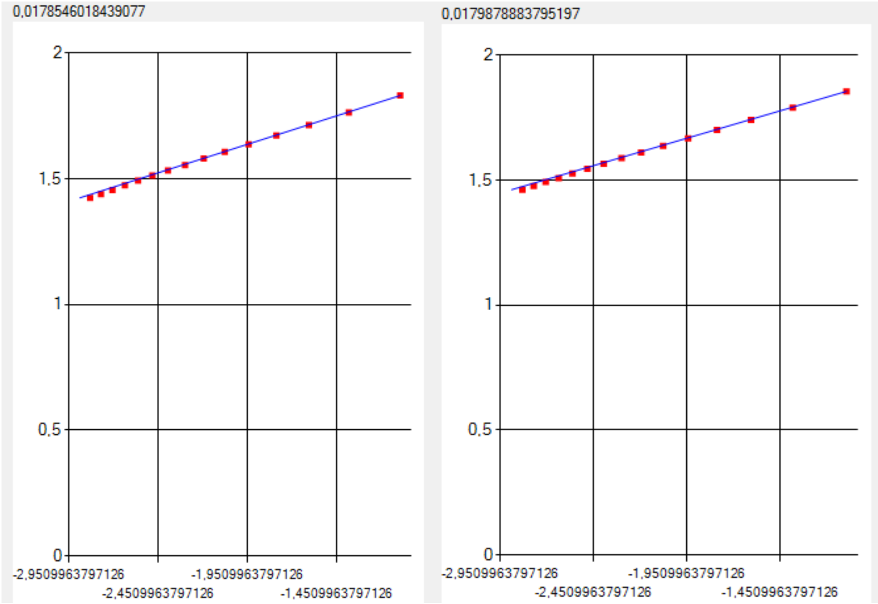

Рисунок 2.2 – Результаты исследования

ВЫВОДЫ

В работе проводится исследование возможности использования показателя фрактальной размерности в качестве критерия для определения принадлежности объекта классам природных и антропогенных объектов для решения задач обработки данных ДЗЗ.

При выполнении проекта были решены следующие частные задачи: предварительное разделение образов, расчет показателя фрактальной размерности, построение кривых распределения.

В результате работы создан программный модуль автоматического расчета фрактальной размерности объекта на снимках, включающий следующие блоки:

- автоматической векторизации;
- описания формы с использованием зависимости измерения длинны радиус-вектора;
- получение фрактальной размерности объекта.

Разработанный программный модуль может быть использован для получения статистических данных при исследовании возможности использования показателя фрактальной размерности для идентификации антропогенных объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Федер Е. Фракталы [Текст]/Е.Федер; пер. с англ. Ю.А.Данилова, А.Шукурова - Москва: Мир, 1991. - 254 с.
2 Кроновер Р. М., Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории [Текст]/ Р.М. Кроновер; пер. с англ. Т.Э. Кренкеля, А.Л. Соловейчик - Москва: Постмаркет, 2000. – 352 с.
3 Розенфельд А., Распознавание и обработка изображений с помощью вычислительных машин [Текст]/А. Розенфельд; пер. с англ. - Москва:Мир, 1972. - 230 с.
4 Обработка и отображение информации в растровых графических системах. Минск: ИТК АН БССР, 1989. 180 с.
5 Костюк Ю.Л. Графовые модели цветных растровых изображений высокого разрешения [Текст]/ Костюк Ю.Л., Новиков Ю.Л - Вестник ТГУ. 2002. № 275, апрель. С.153–160.