

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН МЕТОДОМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ СИГНАЛОВ

*В.Н. Попов, к.т.н., доцент ОИТ ИШИТР,
Е.В. Якоби, студент гр. 8ВМ02,
Томский политехнический университет
Ю.В. Волков, к.т.н., зам. директора по научной работе
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН
E-mail: evy11@tpu.ru*

Введение

Глобальные климатические изменения сказываются на развитии множества отраслей экономики от сельскохозяйственной деятельности до транспортной системы, оказывая влияние на экономические процессы в целом и являясь источником, в том числе, кризисных ситуаций [1].

По этой причине данные изменения необходимо отслеживать в оперативном режиме.

Таким образом, задача климатического районирования является актуальной. Для решения этой задачи требуется разработка новых подходов классификации климатов и различных инструментов для анализа изменений климата.

Целью данной работы является разработка web-приложения для выделения климатических зон методом кластеризации температурных сигналов.

Метод исследования температурных сигналов

По всему земному шару расположено множество метеорологических станций, регистрирующих различные климатические характеристики, в том числе температуру. Именно на основе температурных данных, с привязкой к метеостанции, на которой они были измерены, производится выделение климатических зон.

Среднемесячные температурные значения каждой станции из исходной выборки, измеренные в течение определенного временного промежутка, представляются в виде температурных сигналов. Кластеризация осуществляется по огибающим или функциям фаз температурных сигналов.

Для осуществления кластеризации температурных сигналов необходимо убрать лишнюю информацию, которую он несет в себе и которая может препятствовать образованию четких кластеров. Для этого, температурный сигнал раскладывается в частотный спектр с использованием дискретного преобразования Фурье [2]. Спектр температурного сигнала представляет собой распределение частот температурных значений и имеет одну наибольшую частоту (несущую), содержащую основную информацию о температурном сигнале.

Затем, полученный спектр подвергается фильтрации. От выбора окна фильтрации зависит то, насколько четко будут определены границы кластеров и будут ли они сформированы в принципе. Окно фильтрации спектра определяется симметрично относительно несущей частоты. Чем шире установленные границы фильтрации, тем больше информации сохраняется в сигнале после фильтрации.

Алгоритм кластеризации температурных сигналов

Для кластеризации температурных сигналов, полученных после фильтрации, используется итерационный алгоритм динамической кластеризации температурных сигналов [3]:

1. Расчет коэффициента Пирсона для определения корреляции между температурными рядами по формуле (1):

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

где \bar{x} , \bar{y} - средние значения сравниваемых рядов, x_i , y_i - i -е члены рядов.

2. Формирование групп температурных рядов на основе полученной корреляции. Группу образуют те ряды, корреляция которых не меньше заданного порогового значения.
3. Формирование новых рядов на основе вычисления средних значений соответствующих элементов рядов, образующих группу.

4. Расчет меры различия между рядами исходными (полученными на предыдущей итерации) и рядами, полученными на предыдущем шаге алгоритма. Расчет производится нахождением максимальной абсолютной разницы между элементами рядов.
5. Оценка полученной меры различия: если она превышает заданное значение отклонения, итерационный алгоритм продолжается (переход к п. 1), иначе алгоритм завершается, и полученные группы в п. 2 объявляются искомыми.

Web-приложение для выделения климатических зон

Для осуществления кластеризации необходимо предоставить файлы с температурными значениями и координатами метеостанций, а также задать 3 параметра:

1. минимальный коэффициент корреляции между температурными рядами;
2. окно фильтрации частотного спектра;
3. величину отклонения для завершения итерационного процесса.

Результат работы алгоритма представлен на рис. 1. На карте отображаются точки в соответствии с координатами метеостанций. Цвет точек определяет кластер, к которому они принадлежат. Для наглядности, кластеры отображены в виде прямоугольника, описывающего все входящие в него точки, и обозначен центр кластера в виде треугольника. По изменению положения центров кластеров можно отследить изменение выделенных климатических зон.

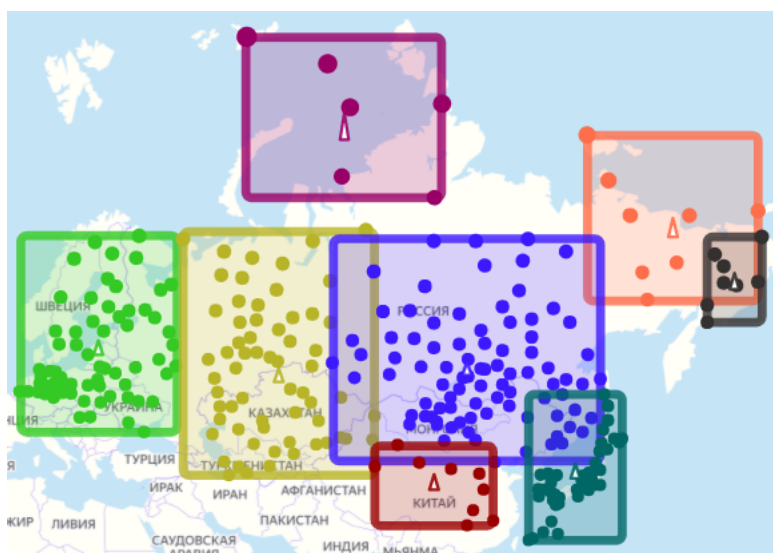


Рис. 1. Отображение температурных кластеров на карте

Для дальнейших исследований полученных данных, есть возможность получить в виде файла формата .txt такие географические характеристики кластеров, как: широта и долгота центра кластеров, максимальная и минимальная широта и долгота кластеров.

Web-приложение разрабатывалось на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring boot. Для отображения карты и объектов на ней использован API Яндекс.Карт.

Заключение

Результатом выполнения работы является web-приложение для выделения климатических зон методом кластеризации температурных сигналов. Данное приложение позволяет наглядно отобразить климатические зоны на карте. При этом, у пользователя есть возможность изменить вид карты и способ отображения групп на карте.

Список использованных источников

1. Бондаренко Л.В., Маслова О.В., Белкина А.В., Сухарева К.В. Глобальное изменение климата и его последствия. Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2018. – №6. – С. 84-93.
2. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы. Ч. II. – М.: Мир, 1988. – 359с.
3. Волков Ю.В. Оценка устойчивости алгоритма динамической кластеризации температурных сигналов // Автометрия. – 2020. – №6. – С. 27-33.