

УДК 519.254:550.34.016

ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ГРАФИКОВ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ОТ СЕЙСМОСТАНЦИИ REFTEK 130 DAS

А.Ю. Полинчук

Описан быстрый алгоритм визуализации временных данных.

Ключевые слова: электростимулирование; сейсмичность; Reftek; сейсмоакустическая эмиссия.

IMPLEMENTATION OF FAST ALGORITHMS FOR SEISMIC DATA CHART VISUALISATION REGISTERED BY REFTEK 130 DAS SEISMIC RECORDER

A.U. Polinchuk

It is described the fast visualization algorithm of temporary data.

Key words: electrical stimulation; seismicity; Reftek; seismic acoustic emission.

Введение. Представления о возможности влияния электромагнитных импульсов на сейсмогенные структуры в земной коре основаны на результатах нескольких крупномасштабных физических экспериментов с использованием МГД генератора [1], тиристорно-конденсаторных установок (в частности, работающего более 25 лет в НС РАН электроразведочного генераторного устройства ЭРГУ-600-2) [1–4]. Однако физический механизм электростимулирования сейсмичности требует дополнительных исследований. Концепция исследований исходит из принципиальной необходимости сбора данных о локальных изменениях в среде на разных расстояниях от источника электромагнитных (ЭМ) зондирований. Для этого запланировано проведение непрерывных измерений сейсмоакустической эмиссии (САЭ) на нескольких пунктах на территории Бишкекского геодинамического полигона (Северный Тянь-Шань). Один из измерительных пунктов уже оборудован (подземный бункер, где размещены приемники сигналов сейсмоакустической эмиссии (САЭ) и сейсмического шума) – установлены сейсмостанция Reftek 130 DAS и сейсмоприемник A1632, а также налажен сбор данных на сервер лаборатории МЭС НС РАН. Накопление больших объемов данных потребовало и создание удобных инструментов для доступа к ним. Создано программное обеспечение для чтения, обработки и визуализации сейсмических данных формата PASSCAL, однако в силу большого объема обрабатываемых данных, визуализация графиков гото-

выми средствами требовала большого количества времени (также происходило переполнение оперативной памяти). В связи с этим было принято решение о разработке собственных быстрых алгоритмов визуализации временных данных.

Разработка быстрого алгоритма визуализации временных данных. Объем суточных данных, полученных от сейсмостанции Reftek 130 DAS (с частотой 200 Гц и разрядностью слова 8 байт), требуемый для визуализации, составляет 131 мегабайт. На практике для встроенного класса Chart языка C# среды программирования Microsoft Visual Studio требуется памяти в несколько раз больше рассчитанной, а по времени визуализация занимает более минуты, что является неприемлемым для пользователя.

Идея создания быстрого алгоритма для отображения временных данных состоит в том, что монитор, имеющий фиксированное разрешение, способен визуализировать данные лишь в пределах своего разрешения вне зависимости от объема данных. Иными словами, современный монитор с разрешением FullHD 1920 точек по горизонтали и 1080 точек по вертикали способен отобразить не более 1920 временных точек и не более 1080 амплитуд значений данных в этих точках. Таким образом, массив входных данных необходимо разделить на заданное количество отрезков (пикселей) и в каждом таком отрезке искать максимальное и минимальное значение амплитуды сигнала (рисунок 1).

Набор минимальных и максимальных значений амплитуд представлен на графике в виде вер-

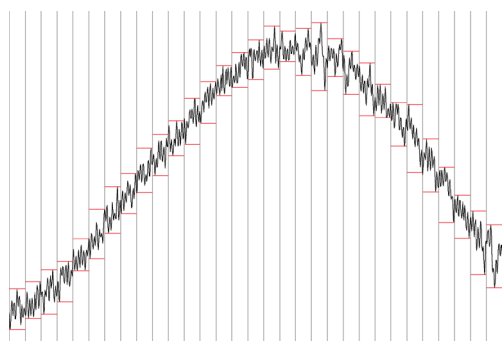


Рисунок 1 – Поиск экстремумов на интервалах

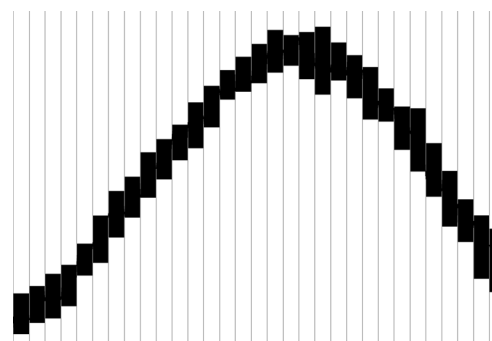


Рисунок 2 – Соединение экстремумов на каждом интервале в горизонтальные линии

тикальных линий (рисунок 2). Совокупность координат таких линий и будет являться результатом работы данного алгоритма.

Выходной массив данных можно визуализировать стандартными библиотечными функциями визуализации, однако было принято решение о разработке собственного инструмента визуализации временных данных (для этого использовалось изображение с заданным разрешением, на котором чертились вертикальные линии графика). Количество точек в пикселе по вертикали рассчитывается по формуле:

$$dY = \frac{|Y_{min}| + |Y_{max}|}{Y_{pixel}}, \quad (1)$$

где Y_{min} – минимальное значение в массиве; Y_{max} – максимальное значение в массиве; Y_{pixel} – количество пикселей по вертикали.

Положение кривой графика (пикселей) на изображении рассчитывается по формуле (2).

$$Y[i] \sim \frac{Y_{max} - array[i]}{dY}, \quad (2)$$

где $array[i]$ – i элемент входного сигнала.

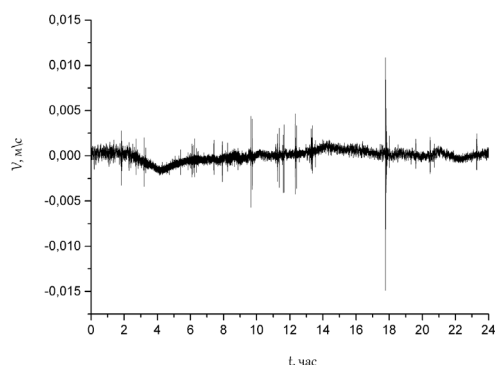


Рисунок 3 – Интервал вырезки записи волновой формы по времени: 21.03.2015 00.00.00 – 22.03.2015 00.00.00 UTC, по компоненте E с использованием разработанного алгоритма

Таким образом, внедрение предложенного алгоритма позволило на порядок сократить время и память на визуализацию временных данных. Алгоритм позволяет работать с большим объемом данных, поскольку имеет сложность $O(n)$.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИС РАН, тема № 78.

Литература

1. Сычев В.Н., Богомолов Л.М., Сычева Н.А. К вопросу о возможности влияния пусков МГД генераторов на вариации слабой сейсмичности Северного Тянь-Шаня / В.Н. Сычев, Л.М. Богомолов, Н.А. Сычева // Геодинамика и геоэкология высокогорных регионов в XXI в. Вып. 3. Москва–Бишкек, 2008. С. 172–186.
2. Сычев В.Н., Авагимов А.А., Богомолов Л.М., Зейгарник В.А., Сычева Н.А. О триггерном влиянии электромагнитных импульсов на слабую сейсмичность в связи с проблемой разрядки избыточных тектонических напряжений / В.Н. Сычев, А.А. Авагимов, Л.М. Богомолов, В.А. Зейгарник, Н.А. Сычева // Геодинамика и напряженное состояние недр Земли. Новосибирск: СО РАН, 2008. С.179–188.
3. Сычев В.Н., Богомолов Л.М., Сычева Н.А., Боровский Б.В. О синхронизации вариаций сейсмической активности на территории Северного Тянь-Шаня с режимом электромагнитных зондирований земной коры / В.Н. Сычев, Л.М. Богомолов, Н.А. Сычева, Б.В. Боровский // Геодинамика и напряженное состояние земных недр: Тр. научн. конф. Новосибирск: Ин-т горного дела СО РАН, 2010. С 83–90.
4. Сычев В.Н., Богомолов Л.М., Рыбин А.К., Сычева Н.А. Влияние электромагнитных зондирований земной коры на сейсмический режим территории Бишкекского геодинамического полигона / В.Н. Сычев, Л.М. Богомолов, А.К. Рыбин, Н.А. Сычева // Триггерные эффекты в геосистемах: матер. Всерос. сем.-совещ. / под ред. акад. В.В. Адушкина и проф. Г.Г. Качаряна М.: Геос, 2010. С. 316–326.