



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

**Материалы
II Международной научно-технической
конференции
17-18 ноября 2014 г.**

Книга 2

**Омск
Издательство ОмГТУ
2014**

Секция 2

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, ЭЛЕКТРОНИКА И РАДИОТЕХНИКА

<i>К.В. Авдеева, А.О. Иванова</i> АППАРАТУРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ	140
<i>С.С. Баранова, С.В. Бирюков</i> СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВРАЩАЮЩИМСЯ СФЕРИЧЕСКИМ ДАТЧИКОМ	144
<i>К.В. Лобов, Д.В. Риттер, В.П. Кисмерешкин</i> АЛГОРИТМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	149
<i>А.И. Бондаревский</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАНДАРТОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНКИНГОВОЙ РАДИОСВЯЗИ	152
<i>А.И. Бондаревский</i> ОСОБЕННОСТИ АУТЕНТИФИКАЦИИ АБОНЕНТА В СИСТЕМАХ ТРАНКИНГОВОЙ РАДИОСВЯЗИ СТАНДАРТА TETRA	157
<i>Д.В. Риттер, В.П. Кисмерешкин</i> АНАЛИЗ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ КОРОТКОВОЛНОВЫХ ПРИЕМНЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ АНТЕННЫХ СИСТЕМ	161
<i>Р.Ю. Гошля</i> ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТЕПЛОВОЙ ПРИЁМНИК ИЗЛУЧЕНИЯ С ЧАСТОТНЫМ ВЫХОДНЫМ СИГНАЛОМ	165
<i>С. Е. Захаров, С. М. Ломов</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ БАЗИРОВАНИЯ ДЕТАЛИ В ЦЕНТРАХ КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА	169

АЛГОРИТМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Среди методов исследования геологической структуры Земли существует метод магнитотеллурического зондирования (МТЗ). Метод заключается в исследовании колебаний естественного электромагнитного поля Земли, имеющего космическое происхождение. Методы МТЗ применяются при исследовании рельефа поверхности высокоомных и низкоомных геоэлектрических горизонтов на глубинах от 1 до 30 км. При применении метода обрабатываются большие объемы данных, их хранение и обработка возможны только при применении специальных программ, поставляющихся в составе программно-аппаратных комплексов, как пример таких программ можно привести Tellan, MTSOft, Phoenix Geophysics XPR.

Целью предлагаемой разработки было предложение универсального программного компонента для визуализации и обработки данных МТЗ, который будет использоваться в составе программно-аппаратного комплекса.

Данные МТЗ представляют собой временные диаграммы горизонтальных и вертикальных компонент электрической и магнитной составляющих поля Земли. Минимальным набором диаграмм для интерпретации является следующее сочетание:

- горизонтальная компонента электрического поля – E_x ;
- вертикальная компонента электрического поля – E_y ;
- горизонтальная компонента магнитного поля – H_x ;
- вертикальная компонента магнитного поля – H_y .

Для получения данных о подповерхностной структуре Земли на глубинах 1–10 км необходимы сведения о частотах в диапазоне от 0,001 до 10 Гц. Появление необходимых для интерпретации частотных составляющих в данном диапазоне обусловлено поведением естественного поля Земли, и требует сбора данных временной длительностью от нескольких часов до 1,5 суток. Для повышения точности измерения частота оцифровки данных может быть повышена на порядок по сравнению с максимально необходимой частотой, и составляет 100 Гц. Точность оцифровки составляет 4 байта на отсчет. В результате макси-

мальное планируемое количество отсчетов в пределах одной сессии работы будет составлять порядка $4 \cdot 1,5 \text{ ч} \cdot 3600 \text{ сек} \cdot 100 \text{ Гц} = 2\,160\,000$.

Предлагаемое программное решение является средой для визуализации, выделения и обновления данных МТЗ. В качестве языка программирования выбран Visual C++ 2008, в качестве библиотеки компонентов – Microsoft Foundation Classes, дополненные Feature Pack. Данный выбор обосновывается наибольшей скоростью работы данной библиотеки по сравнению с аналогами, такими, как Windows Forms, Silverlight или WPF[1].

Задача отображения данных МТЗ с учетом их большого количества и необходимости масштабирования имеет сходство с:

- задачей отображения и масштабирования данных в геоинформационных системах (например, отображение подробных карт и планов местности);
- задачей отображения и масштабирования данных в САПР (например, чертежи высокой степени детализации в AutoCAD);
- задачей отображения и масштабирования текстур в 3D-сценах.

Эти задачи имеют общую проблему: замедление вывода графической информации на экран по причине ее высокой плотности. Эти задачи имеют сходную методику решения, заключающуюся в технологиях предварительного масштабирования с разным уровнем детализации (оригинальное название «Mipmap Level of Detail»)[2].

Отличие задачи отображения набора данных МТЗ от вышеуказанных задач заключается в том, что данные МТЗ представляют собой векторную диаграмму из последовательных значений, тогда как указанные задачи имеют в качестве исходных данных двумерные растровые или векторные структуры произвольного (не последовательного) типа.

Решение визуализационной задачи заключается в предварительном масштабировании диаграммы МТЗ по оси времени в следующем порядке:

- создается поток загрузки исходной диаграммы, который загружает ее память; эта диаграмма является нулевым уровнем детализации.
- во время работы потока загрузки исходной диаграммы создается поток предварительного масштабирования, который по мере загрузки создает в памяти уменьшенную в два раза по оси времени копию диаграммы; эта диаграмма является первым уровнем детализации;
- подобным образом поток масштабирования создает N копий диаграммы, каждая следующая из которых меньше предыдущей в два раза по оси времени;

■ поток масштабирования завершает работу на некотором уровне детализации N , количество отсчетов на котором меньше или равно текущей ширине экрана в пикселах (далее этого уровня масштабирование может быть быстро рассчитано в реальном времени).

Визуализация данных МТЗ заключается в выборе текущего уровня детализации и отображении набора отсчетов с него.

Пусть имеется диаграмма с количеством отсчетов D , которую первоначально нужно отобразить в окно шириной S пикселей, где $D \gg S$. Для этой диаграммы в процессе загрузки строится $N \geq \log_2 \frac{D}{S}$ уровней детализации.

Уровень детализации выбирается таким образом, что количество точек M , находящихся в нем, находится в диапазоне $S < M \leq 2 \cdot S$, где S – текущая ширина окна просмотра графика в пикселах. Таким образом, для визуализации диаграммы, плотность которой больше разрешения окна просмотра графика, всякий раз требуется не более чем $2 \cdot S$ отсчетов. Если требуется отобразить всю диаграмму в окно, то уровень детализации равен N .

Для визуализации отдельного участка диаграммы МТЗ шириной в K отсчетов уровень детализации определяется по формуле $M = \log_2 \frac{K}{S}$.

Как видно из описания алгоритма, он фактически производит усреднение соседних отсчетов, в результате чего на уровнях $M \rightarrow N$ диаграмма является средним арифметическим от максимальных и минимальных колебаний на уровне 0, как показано на рис. 1. Технически такое отображение имеет больше преимуществ перед прорисовкой всех существующих отсчетов, т.к. не отображаются единичные отклонения от средних значений. Однако в процессе интерпретации пользователю иногда требуется выделить и удалить резкие скачки диаграммы. В этом случае программная реализация предусматривает режим отображения огибающей минимумов-максимумов. Для этого предусмотрена отдельная процедура расчета диаграммы минимума-максимума на каждом уровне детализации. Для каждого отсчета на уровне L минимум-максимум рассчитывается как разность двух соответствующих точек на уровне $L-1$. Это замедляет вывод графика в 1,5–2 раза.

Результат применения данного метода будем сравнивать с простейшим алгоритмом вывода графической информации на окно, когда каждый отсчет графика переводится в координатное пространство окна и рисуется средствами операционной системы. Для простейшего варианта вывода время отрисовки диаграммы размером в 200000 отсчетов размерностью double на окно 1024x768

пикселей составляет порядка 7-15 секунд, в зависимости от технических характеристик компьютера. Вывод того же графика с использованием предварительного масштабирования составляет доли секунды, но перед этим время предварительного масштабирования составляет около 10-40 секунд. Также повышаются требования к памяти, для массивов предварительного масштабирования ее требуется в 2-3 раза больше. Так как наиболее важной является скорость отображения графика в процессе работы (предполагающей частые перемасштабирования графика), значительный (в 15-30 раз) выигрыш в скорости оправдывает незначительную задержку при первоначальной загрузке графика и чуть больший расход памяти.

Библиографический список

1. Мак-Дональд, М. Windows Presentation Foundation в .Net 3.5 с примерами на C# 2008 для профессионалов. 2-е издание: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 928 с.

2. Willem H. de Boer. Fast Terrain Rendering Using Geometrical MipMapping. E-mersion Project, 2000 [Электронный ресурс] // http://flipcode.com/archives/article_geomipmaps.pdf