

УДК 004.9:504:519.6

РАЗРАБОТКА ГИС МОДУЛЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЯХ «РОДОС»

Евдин Е.А., Трибушный Д.М., Железняк М.И.

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Киев, Украина
E-mail: yewgen@env.com.ua, dima@env.com.ua, mark@env.com.ua*

Описан ГИС модуль европейской системы поддержки принятия решений при радиационных авариях РОДОС. Модуль, используя результаты моделирующих блоков системы, позволяет отображать геопространственные данные и манипулировать картами-подложками, WMS слоями, данными измерений, и картами результатов расчетов. ГИС модуль также служит источником входных параметров моделей, интерполируя необходимые векторные и растровые данные на расчетную сетку. Значение в вычислительной ячейке рассчитывается как средневзвешенная сумма значений пикселей растра, пропорционально площади части пикселя внутри ячейки.

Ключевые слова: принятие решений, открытые коды, интерполяция, программный продукт.

ВВЕДЕНИЕ

Европейская система поддержки реагирования на радиационные аварии РОДОС разрабатывается с 1992 в рамках научных программ Европейской комиссии [1]. Эта система включает в себя математические модели и базы данных для моделирования и оценки последствий возможных радиационных аварий, а также планирования неотложных и долгосрочной контрмер. Система имеет собственную реализацию геоинформационной системы с использованием внутренних специфических типов данных, сложных конвертеров растровой и векторной информации из файлов стандартных форматов.

В 2006 году стартовал проект по созданию новой кроссплатформенной системы РОДОС с сохранением кодов ранее разработанных математических моделей и включением ряда новых [2]. Публикация представляет структуру и функциональность ГИС модуля этой системы.

ТРЕБОВАНИЯ К ГИС СИСТЕМЕ РОДОС

Перед проектированием новой системы группой пользователей РОДОС были сформулированы функциональные требования и пожелания, дополняющиеся по ходу разработки [3]. В области поддержки ГИС технологии выдвинуты следующие условия:

- Поддержка прямого импорта растровых и векторных карт в стандартных форматах, возможность агрегации результатов, конфигурации и управления слоями, поддержка различных проекций.
- Относительную легкость адаптации системы и ГИС данных под национальные и объектовые условия, как для отображения, так и для использования в качестве входных параметров для интегрированных расчетных моделей.

- Предоставление возможности доступа к результатам расчета из внешних ГИС приложений, экспорт результатов расчета моделей в гео базу данных.

ПОДХОДЫ И РЕШЕНИЯ

Перепроектированная система РОДОС написана на языке Java. Данное решение было принято в связи с тем, что программный продукт на Java представляет собой кроссплатформенное приложение, что было одним из требований к новой системе, а также содержит инструменты для построения мощного графического интерфейса и средства управления информацией. Кроме того, мировое Java сообщество предоставляет практически неограниченное количество полезных библиотек с открытым кодом при соответствующей лицензии (LGPL, BSD, MIT [4]), которые интенсивно используются для ускорения процесса разработки.

РОДОС разрабатывается как распределённая система, состоящая из следующих основных компонент: вычислительного сервера, производящего непосредственный запуск математических моделей и получение результатов расчета, клиента, для сбора входных данных, представления и визуализации результатов и управляющего сервера, отвечающего за связь остальных компонент между собой, предоставления доступа к базам данных. [2]

ГИС модуль системы РОДОС основан на библиотеке с открытым кодом GeoTools [5], предоставляющей стандартные методы для манипулирования гео пространственными данными. Наличие открытых кодов позволило адаптировать библиотеку, ускорить её быстроедействие, исправить ошибки, повысить стабильность и ликвидировать утечки памяти.

ГИС модуль системы РОДОС разделён на две части. Клиентская часть отвечает за представление данных пользователю, облегчение процесса принятия решения при аварийных ситуациях или анализа результатов модели при использовании системы в исследовательских целях. Вторая часть, расположенная на вычислительном сервере позволяет передавать обработанные ГИС данные на вход математическим моделям.

Геоинформационный модуль клиента системы РОДОС предназначен для удобного для пользователя отображения пространственно-временных и тематических данных, среди которых:

- Цифровые модели местности, использующиеся в качестве карт-подложек. В систему необходимо загрузить карты высот, категорий землепользования, почв, населения, административных регионов, населённых пунктов и дорог.
- Карты расположений интересующих пользователя объектов, таких как блоков АЭС, детекторов, метеостанций и т.д.
- Карты метеорологической и радиологической обстановки, результатов измерений и прогноза погоды.

В РОДОС можно использовать следующие источники для слоёв:

- Файлы в формате ESRI .shp или geoTIFF. Такие файлы загружаются и отображаются целиком.

- Результаты пространственного запроса к геоинформационной базе данных PostGIS/PostgreSQL. В основном, это данные, размер которых не позволяет загрузить их целиком в оперативную память.

- Результаты запроса к WMS серверу, серверу Google Maps, отправляемого при изменении видимой области, масштаба.

- Результаты расчетов моделей, данных измерений или численного прогноза погоды. В этом случае слои формируются в оперативной памяти на основе объектов, содержащих численные данные, а так же мета информацию о результате (название, источник, субстанция). Развёрнутые во времени данные можно анимировать. В ходе анимации изменяются значения атрибутов соответствующего слоя (например, при изменении значений в ячейках сетки) или ориентации пространственных объектов (например, стрелок при измерении направления ветра), не пересоздавая сам слой, что значительно улучшает быстродействие системы.

ГИС модуль имеет также минимально необходимый набор средств для работы со слоями, среди которых есть возможность изменения масштаба, прокручивания видимой области, изменения проекции, измерение расстояния по проекции, выделения объектов, просмотра атрибутивной информации, экспорта в векторный формат. Каждый слой в ГИС модуле системы РОДОС представляет собой объект определенного класса, определяющего набор операций, которые возможно проводить со слоём. Встроенный редактор стилей позволяет редактировать стили для векторных слоёв, экспортировать и импортировать их в .sld файлы. Окно ГИС модуля клиентской части представлено на Рис 1.

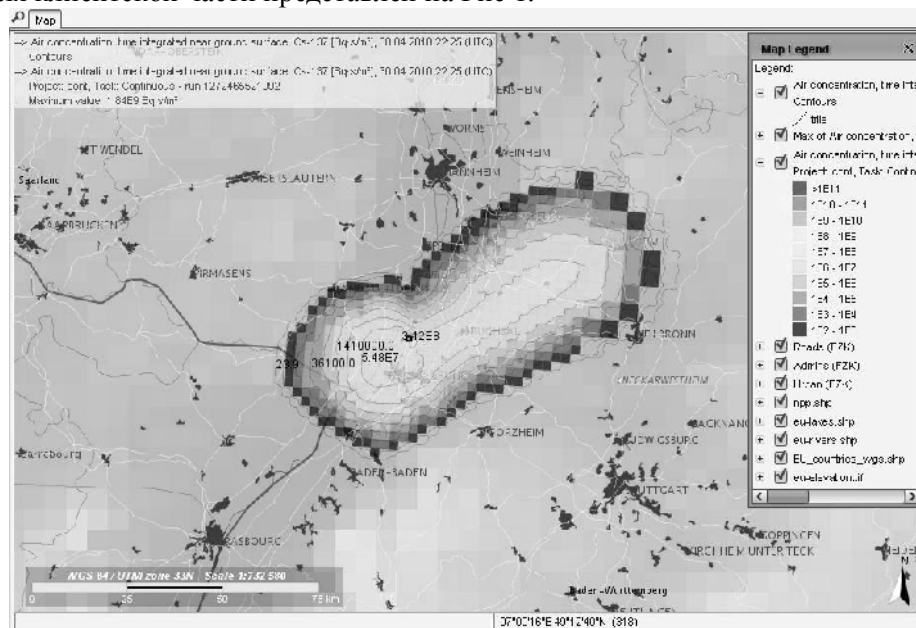


Рис. 1. Окно ГИС модуля с загруженными слоями, рассчитанным полем концентрации и построенными по нему линиями уровня.

Вычислительные модели естественным образом требуют использования географических данных, как-то карт высот, землепользования, почв, плотности населения, данных производства сельхоз продукции и т.п. Исходные карты поставляются в виде растровых (высоты, землепользование, почвы, плотность населения) или векторных данных (производство продукции по регионам).

Для преобразования геоданных во входы моделей требуется проведение интерполяции карт на расчетную сетку. Исходная система РОДОС использует простейший способ интерполяции — получение данных в центре вычислительной ячейки. Данный подход, очевидно, имеет слабые стороны: к примеру, если центр большой вычислительной ячейки попадает на гору, то значение средней высоты на всей ячейке принимается равным высоте горы, что, конечно же, неверно.

В новой системе РОДОС проводится более корректная интерполяция, при которой проводится «нарезание» сетки исходных данных (растр или полигоны) на вычислительную сетку. Значение в вычислительной ячейке рассчитывается как средневзвешенное пропорционально площади полученных «кусочков» исходной карты, составляющих выбранную ячейку. При классификации (например, карта землепользования), значение в ячейке дается классу с максимальной площадью вхождения в ячейку.

Для программной реализации процедур интерполяции использовалось несколько важных подходов по ускорению работы.

Во-первых, все растровые карты хранятся в виде несжатых tiff растров с геопривязкой. Это позволяет быстро проводить «вырезание» небольшой подобласти без необходимости зачитывания всего растра в память программы. Данный подход особенно доказывает свою эффективность при работе с детальными картами, когда размер файла составляет сотни мегабайт.

Во-вторых, для проведения быстрой «нарезки» растра относительно вычислительной ячейки и оценки площади вхождения пикселя в данную ячейку используется алгоритм Sutherland-Hodgman [6]. Как показал опыт, алгоритм пересечения «полигон-полигон» из стандартной библиотеки JTS [7] может быть очень времяемким, вплоть до 3-5 минут на проведение интерполяции при времени расчета самой модели порядка 1 минуты. При этом использование алгоритма Sutherland-Hodgman позволило сократить время интерполяции до 10-20 секунд.

Идея алгоритма Sutherland-Hodgman представлена на Рис 2. Пересечение многоугольника с квадратом проводится путем последовательного обрезания вдоль каждой из сторон пикселя.

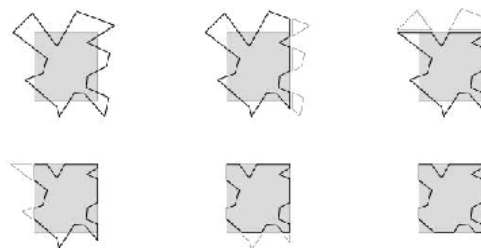


Рис. 2. Идея алгоритма Sutherland-Hodgman

В-третьих, проводится кэширование результатов вычисления интерполяции, где входным индексом является комбинация MD5 кода файла исходных данных и MD5 кода полигонов вычислительной сетки, а значением — рассчитанный массив данных.

Результаты расчетов моделей, для доступа к ним из внешних ГИС приложений, могут быть экспортированы в формат ESRI .shp, а также сохранены в геобазе данных, управляемой СУБД PostgreSQL с установленным пространственным расширением PostGIS. Эта база данных содержит таблицу с ячейками расчетных областей моделей произвольной формы. Помимо неё база содержит данные, необходимые для идентификации результата: информация о проекте и сгенерировавшей результат модели, название, единицы измерения, часовая привязка результата. Пользователь должен создать запрос к базе данных для получения пространственного поля, соответствующего желаемому выходному параметру в определённый момент времени.

ВЫВОДЫ

В системе поддержки принятия решений РОДОС на базе адаптированной библиотеки с открытыми кодами GeoTools реализован ГИС модуль, позволяющий пользователю визуализировать пространственно-временную информацию и совершать с ней простые действия, импортировать и экспортировать данные в стандартные форматы, что значительно облегчает задачу принятия решения и анализа рассчитанных результатов.

Новый метод интерполяции ГИС данных на расчетную сетку позволяет повысить точность расчета, избавиться от артефактов. Использование подходов по ускорению программной реализации интерполяции существенно сократило время проведения вычислений.

Список литературы

1. Raskob W. European approach to nuclear and radiological emergency management and rehabilitation strategies (EURANOS) / W. Raskob // Kerntechnik. – 2007. – № 72 (4). – P. 172–175.
2. Development multi-platform version of decision support system for nuclear emergency management in Europe (RODOS) on base of modern Java and GIS technologies / Ievdin Ie, Treebushny D., Kovalets I. [et al.], Зб. праць Четвертої конференції з міжнародною участю “Системи підтримки прийняття рішень: теорія і практика. СППР-2008”, червень 2008 р., Київ, С. 121-124.
3. User requirements for the re-design of RODOS in phase 2 of the EURANOS-project / F. Gering B. Gerich, T. Duranova [et al]// EURANOS project. – 2006. – EURANOS(CAT2)-TN(06)-09.
4. Open Source Licenses / [Электронный ресурс] // Open Source Initiative. – Режим доступа к журналу : <http://www.opensource.org/licenses/> - 30.04.2010.
5. GeoTools. The Open Source Java GIS Toolkit / [Электронный ресурс] // GeoTools – Режим доступа к журналу : <http://www.geotools.org/> – 30.04.2010.
6. Foley J. D. Computer Graphics: Principles and Practice in C (2nd Edition) / J. D. Foley [et al]// Addison-Wesley Professional. – 1995. – Section 3.14.1. – P. 124–127.

7. JTS Java Topology Suite / [Электронный ресурс] // Vivid Solutions, Inc. – Режим доступа к журналу : <http://www.vividsolutions.com/jts/jtshome.htm> – 30.04.2010.

Євдін Є.О. Розробка ГІС модуля європейської системи підтримки прийняття рішень при радіаційних аваріях РОДОС / Є.О. Євдін, Д.М. Трибушний, М.Й. Желєзняк // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Географія. – 2010. – Т.23 (62). – №2 – С. 66-71.

Описаний ГІС модуль європейської системи підтримки прийняття рішень при радіаційних аваріях РОДОС. Модуль, використовуючи результати моделюючих блоків системи, дозволяє відобразити геопросторовими даними та маніпулювати картами -підкладками, WMS шарами, даними вимірювань, та картами результатів розрахунків. ГІС модуль також слугує джерелом вхідних параметрів моделей, інтерполюючи необхідні векторні та растрові дані на обчислювальну сітку. Значення в обчислювальній комірці розраховується, як середньозважена сума значень пікселів растра, пропорційно площі частини пікселя в середині комірки.

Ключові слова: прийняття рішень, відкриті коди, інтерполяція, програмний продукт.

Ievdin Ye., Treebushnyi D. Zheleznyak M. Development of GIS module of European decision support system for nuclear emergencies RODOS / Ye. Ievdin, D. Treebushnyi, M. Zheleznyak // Scientific Notes of Taurida National V. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2010. – Vol. 23 (62). – №2–P. 66-71.

Described GIS module of European decision support system for nuclear emergencies RODOS. Module using results of the system modeling blocks allows presentation of geospatial data and manipulation of maps, WMS layers, measurement data and model result maps. GIS module also serves as a source for input values, performing interpolation raster and vector data to calculation grid. Values in computational cells are calculated as weighted sum of raster pixels, proportionally to the pixel area in the middle of the cell.

Keywords: decision making, open source, interpolation, software.

Поступила в редакцію 05.05.2010 г.