

УДК 004.023

М.М. Милихин, Ю.Б. Гриценко, М.М. Рычагов

Комбинированный метод визуализации картографических данных веб-ориентированной геоинформационной системы

Рассмотрены методы визуализации геоданных, используемые при разработке веб-ориентированных геоинформационных систем. Разработан комбинированный метод визуализации картографических данных, применение которого позволит построить новую архитектуру веб-ориентированной ГИС, обладающей возможностями десктопных ГИС.

Ключевые слова: веб-технологии, геоинформационная система, методы визуализации данных.

На сегодняшний день геоинформационные системы (ГИС) являются неотъемлемой частью общественной жизни. ГИС используются для решения все большего числа задач, таких как навигация и определение местоположения в пространстве, обеспечение наглядности представления информации, анализ пространственных данных, а также в качестве инструментов поддержки принятия решений. Современный уровень развития ГИС и задачи геоинформатики во многом обусловлены тенденциями развития информационных технологий в целом. Сегодня ГИС способны не только решать задачи визуализации, наглядного представления и анализа данных, но и готовы стать основой единой интегрированной веб-ориентированной информационной системы в рамках промышленного предприятия или муниципального образования, занятых процессом эксплуатации территориально распределенных инженерных коммуникаций [1]. В рамках такой задачи среди множества существующих ГИС особый интерес представляют веб-ориентированные геоинформационные системы (веб-ГИС) [2], предоставляющие возможность обеспечения доступа к актуальным данным и аналитическим функциям современных комплексных ГИС с широкого спектра устройств.

Целью работы является разработка метода визуализации картографических данных в веб-ориентированной геоинформационной системе, позволяющего повысить уровень функциональных возможностей современных веб-ориентированных ГИС до уровня десктопных систем при сохранении всех присущих веб-системам преимуществ.

В основе веб-ГИС-систем лежит распределенная архитектура, соответствующая, как правило, многозвенной [2–5] (обычно трехзвенной [2, 5]) модели клиент-серверного программного обеспечения и позволяющая организовать доступ к геоданным и инструментам ГИС-анализа с использованием Интернет. Одним из компонентов, во многом определяющих распределение функциональных возможностей между звеньями архитектуры веб-ГИС, являются электронные карты (под электронными картами мы будем понимать картографические изображения на видеозкране компьютера как результат визуализации некоторых цифровых данных). Необходимость визуализации данных обусловлена невозможностью непосредственного восприятия человеком цифровых моделей, представляющих геоданные. Существующие на сегодняшний день способы визуализации картографических изображений в рамках веб-ориентированных ГИС предполагают реализацию функциональных возможностей визуализации данных на клиентской или серверной сторонах веб-приложения: с использованием статических или подвижных карт (классические методы), элемента canvas HTML5 [6], технологий Adobe Flash [5] и SVG [7] (альтернативные методы).

Средства статической визуализации карт служат для визуализации карты в форме изображения. Работа таких средств заключается в формировании растрового изображения карты на стороне веб-ГИС-сервера и последующей отправке его пользователю, который может просматривать его, используя средство для просмотра изображений или специализированное клиентское веб-ГИС-приложение, позволяющее организовать интерактивные взаимодействия пользователя с системой для реализации базовых функций ГИС, таких как навигация, масштабирование и выделение объектов. Основным недостатком данного подхода является необходимость запроса нового изображения текущего участка карты (и его генерация на стороне сервера) при выполнении любой операции, требующей внесения изменений в картографическое представление данных.

Подвижные карты, также известные как плиточные (тайловые) карты, используются в таких картографических веб-сервисах как Google Maps, OpenStreetMap, Yahoo Maps, Microsoft Bing Maps. В основе данного подхода лежит идея представления карты в конечном числе масштабов [5]. При этом карта в каждом масштабе разбивается на прямоугольные области, для каждой из которых генерируется отдельное изображение, благодаря чему возможно сократить время выполнения отдельных запросов клиентского приложения за счет обновления только той части карты (плитки), которая требует внесения изменений. В большинстве существующих картографических веб-приложений используются генераторы файлов и системы кэширования изображений на серверной стороне, которые обеспечивают визуализацию и нарезку карты на плитки заранее в каждом из заданных в приложении масштабов. Поскольку картографические данные становятся сложнее, и возникает потребность представления многослойных данных в различных проекциях и уровнях масштабирования, традиционные технологии веб-картографии становятся недостаточно гибкими [19].

Среди общих недостатков методов генерации изображений карт на серверной стороне веб-ГИС можно выделить необходимость передачи по сети больших объемов данных, постоянную нагрузку на вер-сервер и большую загрузку картографического веб-сервера в случае генерации статических карт, а также зависимость быстродействия веб-ГИС от скорости сетевого соединения, что может быть особенно критично в мобильных устройствах. Решением этих проблем может стать визуализация карты на клиентской стороне приложения. Стандарт разметки гипертекста HTML5 содержит элемент canvas, который может быть использован для создания таких изображений с использованием программ на языке JavaScript (EcmaScript). На сегодняшний день элемент canvas поддерживается всеми основными современными веб-браузерами [19], что делает возможным использование данной технологии в промышленном ПО. К недостаткам такого подхода можно отнести повышение требовательности к ресурсам клиентского устройства по сравнению с классическими методами визуализации и невозможность/затрудненность интеграции ГИС со сторонними источниками данных.

Рассматриваемые ниже методы генерации карты ориентированы на визуализацию карты в форме векторного изображения. К основным преимуществам таких методов можно отнести независимость изображения карты от масштаба (отсутствие необходимости обновлять карту при изменении ее масштаба) [5]. Среди основных форматов векторных карт выделим такие, как Adobe Flash [5] и SVG [7].

Технология Flash получила достаточно широкое распространение в веб-картографии. Существуют инструменты интеграции Flash-приложений с картами Google Maps и ESRI ArcGIS, а также возможности добавления на карту, сгенерированную картографическим веб-сервером, дополнительной информации [5]. К недостаткам технологии стоит отнести необходимость установки дополнительного расширения для веб-браузера и, как следствие, затрудненность ее использования на платформах с недостаточной поддержкой Flash.

Для визуализации картографических данных веб-ГИС в векторной форме может быть использована масштабируемая векторная графика (SVG). Одним из основных преимуществ использования SVG в веб-картографии является возможность балансировки распределения функциональных возможностей пространственного анализа данных между клиентом и сервером, обеспечивая, таким образом, уменьшение сетевого трафика приложения и нагрузку на веб-сервер.

В отличие от технологии Adobe Flash, SVG имеет встроенную поддержку в современных браузерах и позволяет обеспечить более тесную интеграцию с интерфейсом веб-ГИС клиента, а поддержка стилей оформления и послойной группировки объектов создает возможности управления картой и ее стилизации без выполнения дополнительных запросов к картографическому серверу [6]. Разработка дополнительных инструментов пространственного анализа в рамках такого сервера возможна с использованием расширения языка SQL SSESQ, подробное описание которого приводит Н. Huang [7].

Таким образом, использование современных технологий визуализации геоданных позволяет обеспечить распределение нагрузки между клиентской и серверной частями веб-ГИС, а комбинирование предложенных альтернативных методов визуализации с классическими может обеспечить возможность создания высокоэффективных распределенных геоинформационных систем, соответствующих промышленным стандартам представления данных. Пример такого подхода представлен на рис. 1. Предлагаемый авторами комбинированный метод визуализации данных является дальнейшим развитием методов генерации электронных карт и предполагает сочетание основных преимуществ альтернативных и классических методов визуализации, рассмотренных выше.

В основе метода лежит идея сочетания двух средств визуализации – одного в рамках ПО веб-ГИС-клиента и одного в рамках ПО веб-ГИС-сервера. Такой подход позволит, с одной стороны, обеспечить функциональные возможности интеграции локальных данных ГИС с данными сторонних поставщиков (таких как Google, OpenStreetMap или Яндекс) в сочетании с доступностью и кросс-платформенностью веб-приложения, с другой – позволит работать с системой при отсутствии интернет-соединения, что может быть особенно актуально при работе с ГИС в условиях отсутствия мобильной связи или проблем, вызванных неполадками сетевого оборудования.

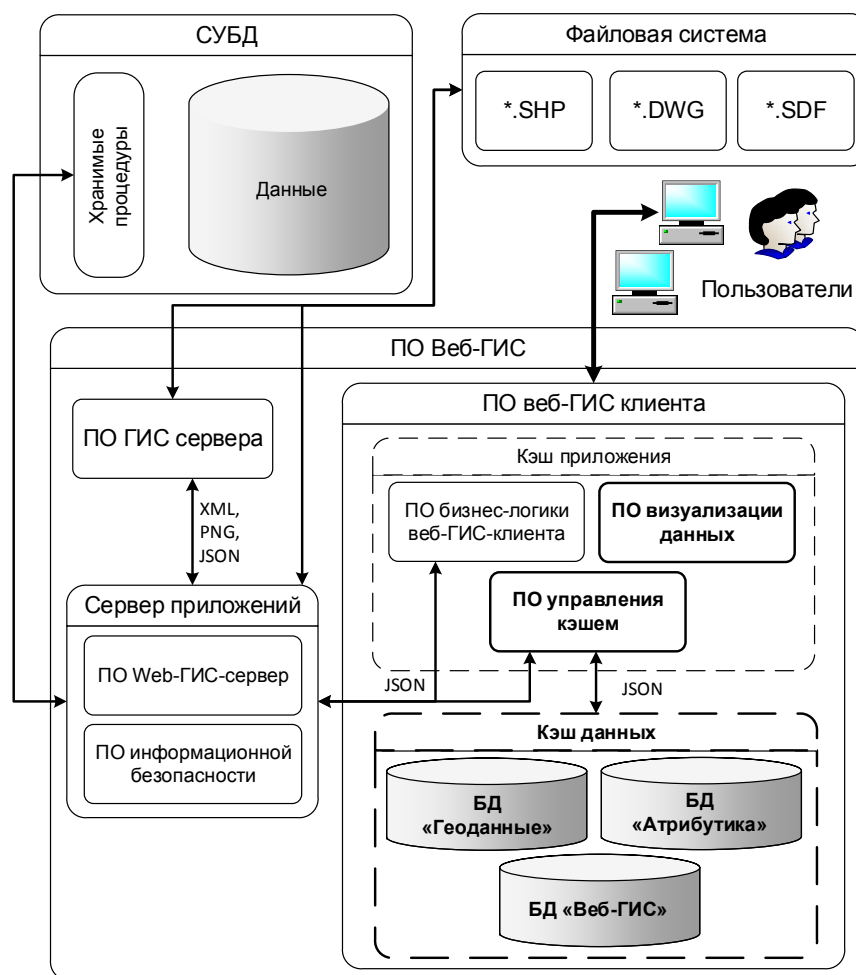


Рис. 1. Использование комбинированного метода визуализации геоданных

Благодаря кэшированию данных и приложения на стороне ПО веб-ГИС-клиента также повышается уровень надежности и отказоустойчивости системы. ПО веб-ГИС-клиента может функционировать как классическое клиентское приложение, отображающее результаты визуализации данных, полученные от веб-ГИС-сервера, а, в случае возникновения неполадок с сетевым соединением переключается в режим десктопной ГИС. В состав ПО веб-ГИС-клиента включены ПО управления кэшем, предназначенное для сохранения и обновления локальной копии приложения, и ПО визуализации данных для генерации картографического изображения. Кроме того, веб-ГИС-клиент содержит три базы данных, служащих для сохранения минимального набора данных, необходимых для функционирования системы в условиях отсутствия интернет-соединения.

Реализация предложенного подхода к организации архитектуры веб-ориентированной ГИС позволит вывести уровень функциональных возможностей современных веб-ориентированных ГИС на уровень десктопных систем при сохранении всех присущих веб-системам преимуществ. Такая система может быть использована в качестве основы интегрированной геоинформационной системы предприятия, сочетая все компоненты такой системы в рамках единого приложения. ПО веб-ГИС-клиента при этом может быть использовано для просмотра, анализа и визуализации простран-

ственно-атрибутивных данных, а СУБД, файловое хранилище и кэш данных веб-ГИС-клиента образуют хранилище данных веб-ГИС.

Литература

1. Skjelbo U. Geographic Information in Enterprise Architecture / U. Skjelbo, J.J. Jensen, L.J. Jorgensen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/informi_enterprise-architecture.pdf, свободный (дата обращения: 12.05.2014).
2. Гриценко Ю.Б. Типовые архитектурные решения геоинформационных систем ведения инженерной инфраструктуры предприятия // Ю.Б. Гриценко, О.И. Жуковский // Доклады ТУСУРа. – 2011. – № 2 (24), ч. 2. – С. 171–175.
3. Гриценко Ю.Б. Программное обеспечение организации запросов к электронному генеральному плану инженерной инфраструктуры // Сб. науч. трудов Sworld по матер. междунар. науч.-практ. конф. – 2012. – Т. 4, № 2. – С. 40–43.
4. Ballatore A. et al. A comparison of open source geospatial technologies for web mapping // International Journal of Web Engineering and Technology. – 2011. – Vol. 6, №. 4. – P. 354–374.
5. Adnan M., Singleton A., Longley P. Developing efficient web-based GIS applications [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eprints.ucl.ac.uk/19247/1/19247.pdf>, свободный (дата обращения: 09.05.2014).
6. Web GIS in practice VIII: HTML5 and the canvas element for interactive online mapping / M.N.K. Boulos et al. // International journal of health geographics. – 2010. – Vol. 9, № 1. – P. 14.
7. An SVG-based method to support spatial analysis in XML/GML/SVG-based WebGIS / Huang H. et al. // International Journal of Geographical Information Science. – 2011. – Vol. 25, № 10. – P. 561–1574.

Милихин Михайил Михайлович

Аспирант каф. автоматизации обработки информации (АОИ) ТУСУР
Тел.: +7-952-881-72-38
Эл. почта: milikhin@gmail.com

Гриценко Юрий Борисович

Канд. техн. наук, доцент каф. АОИ
Тел.: +7-952-896-03-71
Эл. почта: ubg@muma.tusur.ru

Рычагов Михаил Михайлович

Студент 2-го курса магистратуры каф. АОИ
Тел.: +7-952-806-19-12
Эл. почта: rmm@muma.tusur.ru

Milikhin M.M., Gritsenko Yu.B.

Combined geospatial data visualization method for web-based geographic information system

The paper contains the review of main spatial data visualization methods used to develop web-based geographic information systems. On the basis of the review, the authors suggest a new architectural model for web-based GIS, which is based on combined data visualization method.

Keywords: spatial data visualization, geographic information systems, web-technologies.