

Сравнительный анализ протоколов OGC для визуализации и передачи геопространственных данных

Вихляев Дмитрий Романович

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В данной статье рассматриваются протоколы Open Geospatial Consortium (OGC), обеспечивающие визуализацию и передачу геопространственных данных в веб-ориентированных геоинформационных системах (ГИС). В работе систематизированы ключевые стандарты OGC, включая WMS, WMTS, WFS, WCS, а также современные API-ориентированные спецификации. Результаты исследования формируют критериальную основу для проектирования архитектуры веб-ГИС и выбора стандартов OGC при реализации систем мониторинга, публичных геосервисов и отраслевых решений, работающих с большими массивами пространственных данных.

Ключевые слова: OGC, ГИС, геопространственные данные.

Comparative analysis of OGC protocols for visualization and transmission of geospatial data

Vikhlyayev Dmitry Romanovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

This article discusses the Open Geospatial Consortium (OGC) protocols that provide visualization and transmission of geospatial data in web-based geographic information systems (GIS). The paper systematizes the key OGC standards, including WMS, WMTS, WFS, WCS, as well as modern API-oriented specifications. The results of the study form the criteria basis for the design of the web GIS architecture and the selection of OGC standards in the implementation of monitoring systems, public geoservices and industry solutions working with large amounts of spatial data.

Keywords: OGC, GIS, geospatial data.

1 Введение

1.1 Актуальность

Современные геоинформационные системы всё чаще функционируют в условиях распределённых вычислительных сред, высокой пользовательской нагрузки и необходимости интеграции разнородных источников пространственных данных. Веб-ориентированные ГИС предъявляют

принципиально иные требования к производительности, масштабируемости и интерактивности по сравнению с классическими настольными ГИС. Несмотря на широкое распространение стандартов Open Geospatial Consortium (OGC), на практике наблюдается неоднозначность в выборе конкретных протоколов для решения задач визуализации, анализа и передачи геопространственных данных. Использование неподходящего протокола, например, WMS вместо WMTS или WFS вместо векторных тайлов приводит к избыточной нагрузке на сервер, низкой отзывчивости интерфейса и архитектурным ограничениям системы.

1.2 Обзор исследований

В.В.Гайдамако привёл референсную модель представления данных и среды веб-сервисов распределенных измерений на основе стандартов OGC [1]. В исследовании Н.В.Мавь представлены открытые стандарты OGC для сетевого распространения геоданных [2]. В.А.Железняков применил международные стандарты OGC WMS И WFS для формирования, обмена и предоставления пространственных данных [3]. В работе С.В.Сомова и В.О.Бычкова представлен анализ структуры реляционной базы данных ГИС международного стандарта OGC-06-104r4 [4]. В.А.Быков представил основные предназначения WMS и WFS сервисов и история их развития [5]. В своём исследовании В.Комоско, С.Серебряков продемонстрировали организацию пространственных данных на основе стандартов и свободно распространяемых программных продуктов [6]. А.Г.Титов применил обработку пространственных данных в системе веб-сервисов для статистического анализа и визуализации региональных климатических изменений [7].

1.3 Цель исследования

Цель исследования – провести сравнительный анализ основных протоколов OGC, используемых для предоставления картографических и геопространственных данных.

2 Материалы и методы

В работе описываются основные протоколы поддерживаемые стандартом OGC. Используются диаграммы описывающие архитектуру взаимодействия, потоков данных и нагрузочные характеристики.

3 Результаты и обсуждения

Стандарт Open Geospatial Consortium предназначен для согласованной работы геопространственных данных и сервисов в распределённых информационных системах. Благодаря разделению функций между сторонами сервера и клиента можно разделить и установить общие правила доступа к пространственным данным, картам и результатам обработки. Каждый протокол охватывает собственный уровень представления информации,

например, отображения карт или передачи исходных векторных и растровых данных для проведения анализа (рис. 1).

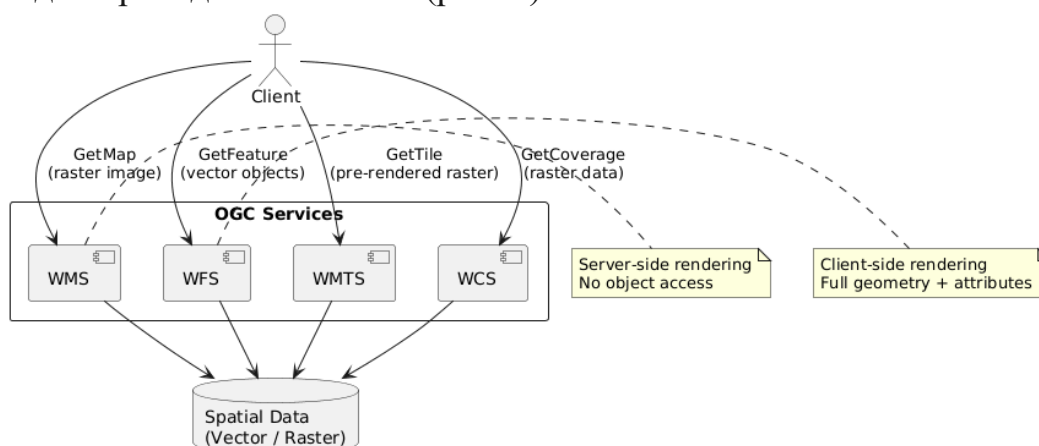


Рис. 1. Сравнение потоков данных протоколов OGC

К числу первых стандартов OGC относится Web Map Service (WMS), он широко используется для передачи картографических изображений по сети. В рамках этого протокола вся визуализация выполняется на сервере. Клиент формирует запрос с указанием области, проекции, масштаба, слоёв и стилей, а в ответ получает готовое растровое изображение, чаще всего используются форматы PNG или JPEG. Принцип функционирования WMS основан на сервероцентричной модели визуализации, при которой сервер выполняет рендеринг картографического изображения на основе параметров, заданных клиентом. Благодаря этому обеспечивается единое и контролируемое отображение карт. Сервероцентричная модель приводит к высокой вычислительной нагрузке, поскольку каждое изображение формируется заново. Отсутствие тайловой структуры усложняет кэширование, а работа исключительно с растровыми изображениями исключает взаимодействие с отдельными объектами карты (рис. 2).

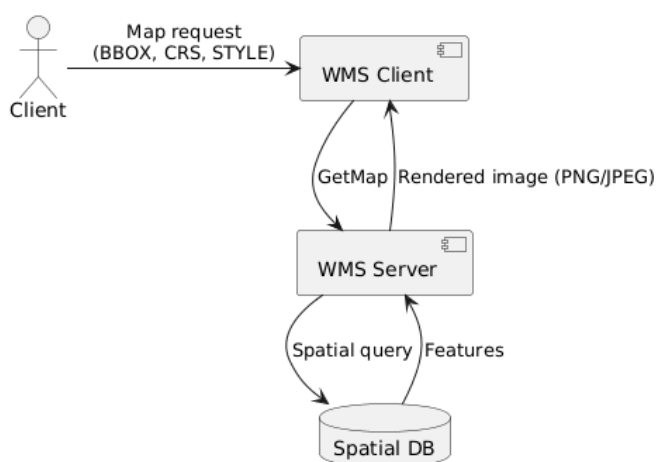


Рис. 2. Сервероцентричная модель визуализации WMS

Впоследствии развития WMS, для повышения производительности картографических сервисов появился протокол Web Map Tile Service (WMTS).

Передача данных осуществляется в виде заранее подготовленных тайлов, организованных по уровням масштаба. Метод хорошо подходит для веб-карт и мобильных приложений, где требуется быстрый отклик и работа с большим числом пользователей. Использование тайлов позволяет значительно сократить время отклика сервера и уменьшить вычислительные затраты, поскольку сервер не выполняет рендеринг для каждого запроса, а лишь отдаёт уже подготовленные изображения. WMTS также как и WMS остаётся сервисом передачи растровых данных. Клиент не имеет доступа к данным геометрии и атрибутам пространственных объектов, поэтому возможность устанавливать динамические стили элементов, ограничены. WMTS использует фиксированные системы координат, наиболее распространённой из которых является Web Mercator (EPSG:3857) (рис.3).

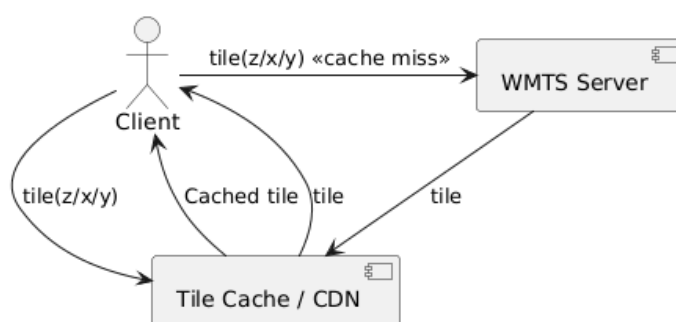


Рис. 3. Тайловая модель доставки карт WMTS

Помимо передачи растровых данных об объектах, можно также передавать векторные данные в стандартизированных форматах. В таком случае на стороне клиента самостоятельно выполняется отображение, фильтрацию и анализ, что увеличивает гибкость и предоставляет полный контроль, но в то же время добавляет накладные расходы на клиентские приложения. Протокол Web Feature Service (WFS) ориентирован на передачу самих пространственных объектов вместе с их атрибутами. Это подходит для решения аналитических задач, редактирования и интеграции данных. Поддержка транзакционных операций позволяет использовать WFS в распределённых системах ведения геоданных. Основной проблемой остаётся объём передаваемой информации. При большом количестве объектов возрастает нагрузка на сеть и время отклика, что ограничивает применение WFS в интерактивных пользовательских картах (рис. 4).

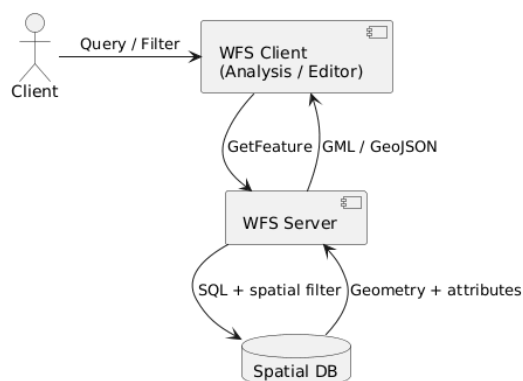


Рис. 4. Объектно-ориентированная передача данных WFS

Для передачи растровых покрытий в виде исходных числовых значений используется Web Coverage Service (WCS). Формат подходит для данных, описывающих непрерывные поля, например рельеф, температуру или спутниковые наблюдения. В отличие от сервисов, предназначенных для визуализации, в данном случае сохраняются исходное разрешение и диапазоны значений. Клиент может запрашивать фрагменты данных и выполнять последующую обработку, что делает WCS востребованным в научных и прикладных расчётах. Одновременно высокая сложность и большие объёмы данных требуют специализированных инструментов и значительных вычислительных ресурсов, поэтому сервис не предназначен для использования в пользовательских интерфейсах (рис. 5).

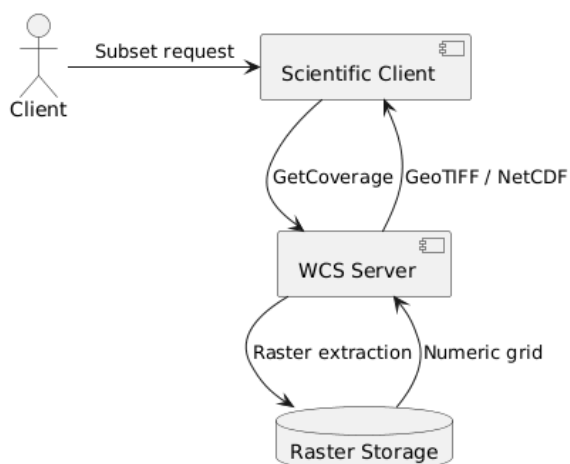


Рис. 5. Передача числовых покрытий WCS

Существует подход обеспечивающий поиск и управление метаданными геопространственных ресурсов. Протокол Catalogue Service for the Web (CSW) используется для обнаружения наборов данных и сервисов без передачи самих пространственных данных. Механизм хорошо показывает себя в распределённых инфраструктурах, где необходимо организовать доступ к разным источникам информации. Поиск может выполняться по тематике, пространственному охвату и ключевым словам,

после чего пользователь получает ссылки на соответствующие сервисы OGC (рис. 6).

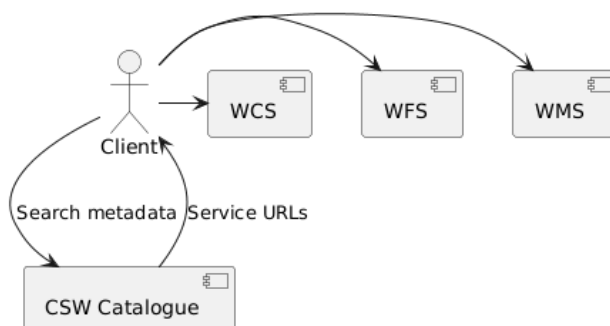


Рис. 6. Каталогизация и обнаружение CSW

Web Processing Service (WPS) применяется для удалённого выполнения операций пространственного анализа. Сервер предоставляет набор алгоритмов, которые могут быть вызваны клиентом через стандартный интерфейс, а результатом работы становятся данные или ресурсы, пригодные для дальнейшего использования.

Перенос вычислений на сервер позволяет централизовать обработку и повторно использовать алгоритмы. Однако сложность спецификации и различия в реализациях сдерживают широкое применение WPS в веб-приложениях, ориентированных на массового пользователя (рис. 7).

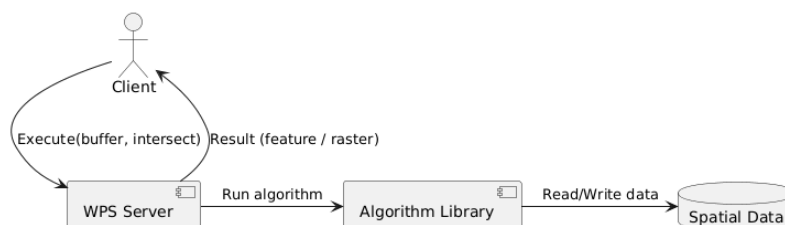


Рис. 7. Удалённая геообработка WPS

Протоколы образуют иерархию сервисов, отражающую эволюцию геоинформационных систем от сервероцентричных моделей к распределённым и клиент-ориентированным архитектурам, при этом оставаясь функционально совместимыми и стандартизированными в области геопространственных данных.

4 Вывод

Протоколы OGC образуют многоуровневую архитектуру, в которой каждый стандарт решает определённый класс задач. WMS и WMTS ориентированы на визуализацию и распространение картографических изображений, WFS и WCS на передачу данных для анализа, CSW на каталогизацию ресурсов, а WPS на обработку геоданных. Их совместное использование позволяет создавать масштабируемые и функционально совместимые геоинформационные системы.

Библиографический список

1. Гайдамако В.В. Референсная модель представления данных и среды веб-сервисов распределенных измерений на основе стандартов OGC // Проблемы автоматизации и управления. 2022. № 1 (43). С. 104-113.
2. Мавь Н.В. Открытые стандарты OGC для сетевого распространения геоданных // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. 2011. № 11. С. 31-35.
3. Железняков В.А. Применение международных стандартов OGC WMS И WFS для формирования, обмена и предоставления пространственных данных // Инженерные изыскания. 2011. № 9. С. 76-78.
4. Сомов С.В., Бычков В.О. Обзор стандартов OPENGIS. OGC - 06-104R4 // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2014. № 1. С. 100-103.
5. Быков В.А. Предназначение и развитие сервисов WMS и WFS в геоинформационных системах // В сборнике: Геоинформационные системы в управлении. Сборник трудов научно-практического семинара. Министерство образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет, Научно-образовательный центр «Геоинформационные системы», Кафедра «Международные отношения и зарубежное регионоведение». 2017. С. 3-9.
6. Комоско В., Серебряков С. Организация пространственных данных на основе стандартов и свободно распространяемых программных продуктов // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 1. № 2. С. 77-85.
7. Титов А.Г. Архитектура системы веб-сервисов обработки пространственных данных для статистического анализа и визуализации региональных климатических изменений // В сборнике: CITES 2017. Международная молодежная школа и конференция по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде. 2017. С. 145-148.