Разработка распределенной системы онлайн-судьи

Артём Башкирев

07 Ноября 2023

Содержание

1 Введение

1.1 Мотивация

Нынешние платформы для проведения соревнований по спортивному программированию, также используемые для вступительных экзаменов, могут уходить в простой в периоды высокой пользовательской нагрузки, что приводит к значительным прерываниям пользователей и потенциально влияет на достоверность оценок. Такие сбои могут привести к потере времени на соревновании, усилению беспокойства и упущенным возможностям для участников.

1.2 Цели и задачи

Цель 1: Разработать систему онлайн-судьи.
Задачи:

- Определить техническую архитектуру системы, включая конкретные технологии, которые будут использоваться.
- Разработать и внедрить различные компоненты системы.
- Провести интеграцию различных компонентов в целостную систему и протестировать в различных условиях.

Цель 2: Оценить производительность и масштабируемость системы.
Задачи:

- Разработать способы измерения производительности и масштабируемости.
- Провести эксперименты по сравнению производительности с существующими системами онлайн-судейства.
- Проанализировать результаты экспериментов и определить области для улучшения.

1.3 Целевая аудитория

Пользователи

- Получают преимущества от бесперебойной работы и быстрого получения результатов.
- Организаторы получают повышенную надежность и поддержку большого количества участников.

Разработчики и администраторы

- Ценители технологий с открытым исходным кодом, модульной архитектуры и распределенных технологий.
- Используют хорошо документированный код и ресурсы для легкого развертывания и настройки.

2 Техническая архитектура

2.1 Обзор проектирования системы

Подход к микросервисам:
Veritas использует архитектуру микросервисов, в которой отдельные службы выполняют отдельные функции:

- **Служба судьи:** Получает материалы, проверяет их формат, выбирает подходящий контейнер и инициирует распределенное выполнение.
- **Служба прогонщиков:** Выполняет тестовые примеры в изолированных контейнерах и генерирует вердикты.
- **Агрегатор вердиктов:** Собирает вердикты от прогонщиков, выполняет дополнительный анализ и сохраняет окончательные результаты.
- **Сервис пользовательского интерфейса:** Взаимодействует с пользователями, обрабатывает аутентификацию, отображает статус отправки и предоставляет обратную связь.
- **Сервис управления данными:** Управляет доступом и взаимодействием с распределенными базами данных (Redis, PostgreSQL, MongoDB).

Каждый сервис работает независимо, взаимодействуя с другими через определенные API. Это позволяет обеспечить:

- **Масштабируемость:** Отдельные сервисы можно масштабировать горизонтально, добавляя новые экземпляры в зависимости от спроса.
- **Управляемость:** Маленькие, сфокусированные сервисы легче разрабатывать, тестировать и обновлять.
- **Устойчивость к сбоям:** Сбои в работе сервисов изолированы, что минимизирует влияние на всю систему.

Механизмы связи: Veritas использует различные механизмы связи в зависимости от контекста:

- **RESTful API:** Используется для обмена структурированными данными между службами, например для получения представлений или хранения вердиктов.
- **Websockets:** Смогут обеспечить двунаправленную связь между клиентами и сервером в реальном времени, предоставляя оперативные обновления статуса подачи.
- **Redis Pub/Sub:** Обеспечивает асинхронную передачу вердиктов между сервисами: прогонщик публикует вердикт по завершении работы, а агрегатор вердиктов подписывается на его получение.

Эти механизмы обеспечивают эффективную и масштабируемую связь в распределенной системе.
Дополнительные соображения:

- **Обнаружение сервисов:** Механизмы Kubernetes могут быть использованы для динамического распределенного исполнения сервисов.
- **Управление конфигурацией:** Такие инструменты, как Ansible, позволяют управлять конфигурацией распределенных сервисов.
- **Логгинг и мониторинг:** Распределенные сервисы протоколирования, такие как Atlassian Statuspage, обеспечивают централизованное понимание поведения системы и потенциальных проблем.

2.2 Контайнеризация

Система предполагает использование контайнеров. Это обеспечивает:

- **Согласованность:** Тесты и код выполняются на любой системе, независимо её расположения.
- **Изоляцию:** Потенциально деструктивный для системы прогонщика код предполагает невозможность выхода за пределы песочницы.
- **Скорость:** Предварительно созданные образы контайнеров исключают длительную сборку и направлены на быстрое получение результатов.

2.2.1 Выделенный реестр контайнеров

Предполагаемый Container Registry для Docker предполагает автоматическую сборку и обновления образов с инструментами CI/CD. Ключевыми в представимом решении станут системы контроля версий утилит сборки и языков программирования внутри контайнеров чтобы обеспечить честность соревнований.

3 Взаимосвязь архитектуры

3.1 Мониторинг

3.2 Обзор пути обработки решений

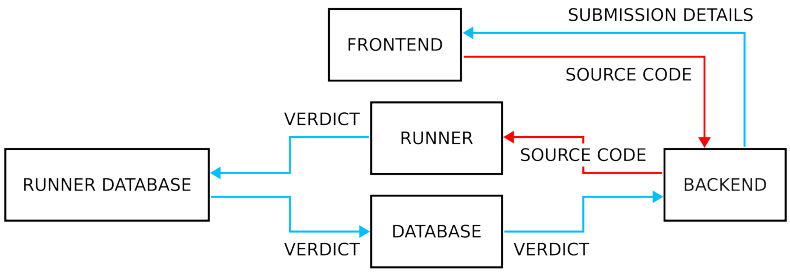

Рис. 1: Путь обработки решения

3.2.1 Выбор контайнера и распределенное выполнение

3.2.2 Выполнение тестов и возврат вердиктов

3.2.3 Агрегация и хранение вердиктов

3.2.4 Трейсинг в реальном времени

4 Оценка

4.1 Ожидаемые преимущества

4.2 План дальнейшего развития

5 Заключение

5.1 Вывод

Система в своей начальной форме в виде версии 0.0.1 является примером того, как можно исследовать новые концепции. Хотя она еще не охватывает весь спектр предполагаемых функций, эта начальная итерация служит пилотным исследованием распределенных систем судейства кода. В контексте академического проекта Veritas способствовал получению обширного опыта, углубляясь в тонкости распределенных архитектур, контейнеризации и потенциала проверки на основе искусственного интеллекта. На этом начальном этапе мы познакомились с многогранными проблемами распределенных систем, в частности с вопросами, связанными с масштабируемостью, надежностью и производительностью. Благодаря тщательному исследованию и практической реализации мы получили бесценные знания о потенциальных решениях и сложной симфонии распределенной системы. Хотя некоторые функции, такие как специальные реестры контейнеров и связь в реальном времени, не могут быть полностью реализованы в этом первоначальном прототипе, они остаются важными ориентирами, определяющими нашу будущую дорожную карту развития.

6 Приложение

6.1 Литература

- Gaurav Sen - System Design: Online Judge for coding contests

Список иллюстраций