

ІНТЕРАКТИВНІ ВЕБ-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглядається важливість поєднання тестування продуктивності з безперервним моніторингом системних ресурсів (CPU, RAM, Disk I/O, Network) для своєчасного виявлення та усунення вузьких місць у роботі серверної інфраструктури. Детально описані можливості інтерактивних веб-технологій для візуалізації й аналізу даних, а також розглянуто архітектуру та покрокову інтеграцію інструментів JMeter, Telegraf, InfluxDB та Grafana. Такий підхід сприяє більш ефективному керуванню продуктивністю, оптимізації конфігурацій та підвищенню стабільності IT-інфраструктури.

Ключові слова: моніторинг, тестування продуктивності, CPU, RAM, Disk I/O, Network, JMeter, Telegraf, InfluxDB, Grafana, інтерактивна візуалізація, IT-інфраструктура.

Abstract

This paper examines the importance of combining performance testing with continuous monitoring of system resources (CPU, RAM, Disk I/O, Network) to promptly detect and eliminate bottlenecks in server infrastructure operations. The capabilities of interactive web technologies for data visualization and analysis are described in detail, and the architecture and step-by-step integration of JMeter, Telegraf, InfluxDB, and Grafana are discussed. Such an approach contributes to more effective performance management, configuration optimization, and enhanced stability of IT infrastructure.

Keywords: monitoring, performance testing, CPU, RAM, Disk I/O, Network, JMeter, Telegraf, InfluxDB, Grafana, interactive visualization, IT infrastructure.

Вступ

Моніторинг продуктивності серверної інфраструктури є важливим аспектом для забезпечення стабільної роботи додатків та сервісів. Основні показники, такі як використання CPU, оперативної пам'яті (RAM), дискових операцій (Disk I/O) та мережевого трафіку (Network), допомагають оцінити стан системи та виявити можливі вузькі місця [1].

Поєднання моніторингу з тестуванням продуктивності (performance testing) дозволяє не лише перевіряти систему під навантаженням, а й своєчасно виявляти проблеми та оптимізувати її роботу. У цій статті ми розглянемо ключові метрики, інструменти для моніторингу та використання зв'язки JMeter + Telegraf + InfluxDB + Grafana для ефективного аналізу продуктивності [2].

Основні метрики моніторингу

Для забезпечення стабільності роботи серверної інфраструктури постійне відстеження низки фундаментальних системних параметрів відіграє першорядну роль. Серед таких параметрів особливе значення має завантаження процесора, яке відображає рівень використання обчислювальних ресурсів. Надмірне навантаження на CPU здатне відчутно знизити загальну продуктивність або навіть спричинити аварійне завершення окремих служб. Не менш важливим є контроль використання оперативної пам'яті, оскільки її нестача стимулює активне звернення до swp, що помітно уповільнює роботу серверів. Своєчасна оцінка споживання RAM, аналіз кількості відкладених операцій пам'яті та фіксація обсягу задіяного swp дають змогу завчасно запобігти небажаним наслідкам, пов'язаним із недостатністю ресурсів [3].

Поряд із цим суттєву роль відіграє продуктивність дискової підсистеми, адже саме вона визначає швидкість виконання запитів до баз даних та файлових операцій. Високий рівень операцій введення/виведення (IOPS), належний дебіт читання і запису та мінімальні черги дискозалежних завдань засвідчують здатність системи швидко обробляти великі обсяги даних. Водночас продуктивність мережевої інфраструктури визначає оперативність обміну даними, і надмірне мережеве навантаження

чи недостатня пропускна здатність можуть суттєво збільшити час відповіді на клієнтські запити. Спостереження за ключовими показниками, зокрема рівнем пропускної здатності, частотою втрачених пакетів та середнім часом відповіді (latency), дає змогу вчасно визначити потенційні «вузькі місця» та вжити відповідних заходів з оптимізації чи масштабування серверного середовища [4].

Взаємодія Performance Testing та моніторингу

Тестування продуктивності дозволяє оцінити поведінку системи під високим навантаженням. Однак без паралельного моніторингу системних ресурсів важко визначити причини можливих проблем.

Поєднання тестування й моніторингу створює умови для завчасного виявлення можливих «вузьких місць» (bottlenecks), водночас дає змогу докладно проаналізувати поведінку сервера за умов поступового зростання навантаження та своєчасно оптимізувати конфігурацію перед випуском продукту на етап релізу [3].

Інтерактивність дозволяє користувачам налаштовувати дашборди обираючи метрики для відображення, змінювати їх розташування та розмір, створювати персоналізовані представлення даних. Деталізувати дані, переглядати графіки з різним масштабом часу, вивчати деталізовану інформацію про конкретні періоди часу або сервери. Взаємодіяти з графіками, використовувати інтерактивні елементи, такі як підказки, анотації та інструменти масштабування, для глибшого аналізу даних. Отримувати сповіщення в режимі реального часу, інтегрувати системи сповіщень з веб-інтерфейсом для миттєвого реагування на критичні події [4].

Використання JMeter + Telegraf + InfluxDB + Grafana

Використання інтегрованого рішення на базі JMeter, Telegraf, InfluxDB та Grafana дає змогу створювати комплексне середовище для аналізу продуктивності та моніторингу серверних систем у режимі реального часу. JMeter, як один із найпопулярніших інструментів для тестування, дає можливість імітувати навантаження на сервери й оцінювати їхню стійкість у стресових умовах. Під час виконання тестів показники продуктивності передаються в Telegraf, який діє в ролі агента зі збору та первинної обробки метрик. Зібрані таким чином дані потрапляють до InfluxDB – спеціалізованої бази даних для часових рядів, що оптимізована під високу швидкість запису та зчитування інформації. Зрештою, Grafana надає можливість створювати інтерактивні дашборди, у яких результати відображаються у зручній для подальшого аналізу формі. Архітектурне рішення JMeter + Telegraf + InfluxDB + Grafana зображено на рисунку 1, де продемонстровано послідовне проходження метрик від тестового інструмента до системи візуалізації.

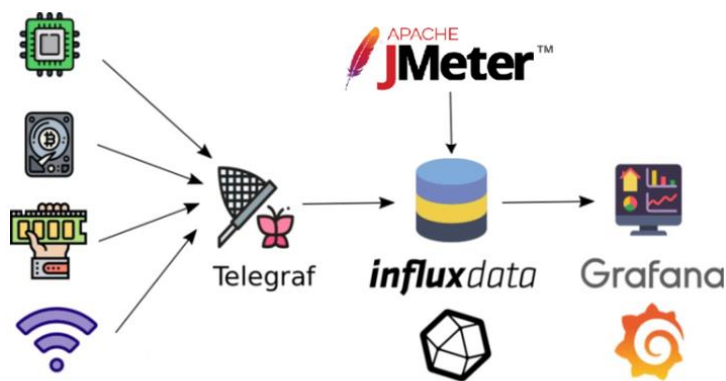


Рис. 1. Архітектурне рішення JMeter + Telegraf + InfluxDB + Grafana

Виявлення та усунення проблем

Різне зростання навантаження на CPU зазвичай свідчить про неоптимізований код, надмірні обчислення або недостатню апаратну потужність, що ускладнює обробку запитів. Методи діагностики включають профілювання застосунку та моніторинг системних метрик, а також аналіз журналів і використання інструментів на кшталт Prometheus і Grafana. Оптимізація програмного коду та багато-

поточності, балансування навантаження між кількома вузлами і розподілені обчислення дають змогу запобігти перевантаженню CPU. Витоки пам'яті проявляються у безперервному зростанні обсягу споживаної RAM навіть після спаду навантаження. Часті причини таких витоків – неправильне використання об'єктів чи кешів і відсутність механізмів очищення статичних колекцій. Діагностика передбачає аналіз heap dump, застосування профілювальників (VisualVM, Eclipse Memory Analyzer) та навантажувальне тестування за допомогою JMeter. Для усунення проблеми слід обмежувати розмір кешу, використовувати слабкі посилання та регулярно переглядати код щодо застарілих або зайвих посилань. Мережеві затримки виникають через перевантаженість мережевих каналів, великі обсяги не стиснених даних і неефективну маршрутизацію запитів. Проблеми можуть бути пов'язані як із самою інфраструктурою, так і з нераціональними патернами запитів у застосунку. Wireshark і Apache Benchmark дозволяють виявити, які саме компоненти спричиняють затримки та в якій точці мережі вони з'являються. Оптимізація полягає у впровадженні кешування, використанні CDN, модернізації обладнання та переході на сучасні протоколи (HTTP/2 або HTTP/3). Загалом комплекс заходів – від покращення алгоритмів до налаштування мережі – допомагає зберегти стабільну роботу сервера під високими навантаженнями.

Висновки

Поєднання тестування продуктивності з безперервним моніторингом системних ресурсів дає змогу вчасно виявляти та усувати потенційні «вузькі місця» у серверній інфраструктурі. Використання інтерактивних веб-технологій, таких як дашборди в Grafana, сприяє глибшому аналізу й оперативно-му прийняттю рішень завдяки візуалізації результатів у режимі реального часу. Запропоноване архітектурне рішення на базі JMeter, Telegraf, InfluxDB та Grafana охоплює усі ключові аспекти тестування й моніторингу, об'єднуючи їх у єдину інтегровану систему. Аналіз основних метрик (CPU, RAM, Disk I/O, Network) та своєчасна оптимізація конфігурацій дають змогу суттєво підвищити стабільність роботи сервісів за умов високих навантажень. Такий підхід є універсальним і придатним як для невеликих проєктів, так і для великих корпоративних середовищ. Надалі перспективним напрямом дослідження стане автоматизація аналізу зібраних даних за допомогою методів машинного навчання, що дозволить ще швидше реагувати на аномалії і підвищити надійність IT-інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О.Н. Романюк, Ю.В. Сторожук, О.О. Коваленко. Візуалізація аналітичних результатів оцінювання продуктивності програмних продуктів [Електронний ресурс] Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація–2024», Одеса, 31 жовтня-1 листопада 2024 р.: 502-505.
2. О.В. Прус, В.П. Майданюк. Ефективна візуалізація залежностей як засіб оптимізації розробки у багатопроектному середовищі [Електронний ресурс] Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної Інтернет конференції «Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ та управління», Вінниця, 20-21 листопада 2024 р.: 151-156.
3. Ю.В. Сторожук. Показники продуктивності програмного забезпечення інформаційних систем [Електронний ресурс] Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 91): матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції, (м. Тернопіль, Україна, м. Опіле, Польща, 10-11 вересня 2024 р.), с 57.
4. О.В. Прус, В.П. Майданюк. Візуалізація багатокритеріального аналізу інструментів управління монорепозиторіями [Електронний ресурс] Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація–2024», Одеса, 31 жовтня-1 листопада 2024 р.: 301-303.

Сторожук Юрій Валерійович — аспірант кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 00-23-024.stud@vntu.vn.ua

Прус Олег Вікторович — аспірант кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: oleh.prus.vntu@gmail.com