

УДК 004.65
ББК 32.972.134
Б87

Б87 Шеннон Брэдшоу, Йон Брэзил, Кристина Ходоров

MongoDB: полное руководство. Мощная и масштабируемая система управления базами данных / пер. с англ. Д. А. Беликова – М.: ДМК Пресс, 2020. – 540 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-792-3

Эта книга представляет собой исчерпывающее руководство по работе с MongoDB 4.2 – мощной документоориентированной системой управления базами данных. Авторы, внесшие личный вклад в создание и развитие MongoDB, начинают описание системы с самых азов (история создания, базовая терминология) и постепенно переходят к более сложным темам (выполнение запросов, индексация, агрегирование, транзакции, наборы реплик, управление операциями, шардинг и администрирование данных, долговечность, мониторинг и безопасность).

Читатель получит конкретные советы по написанию приложения, которое хорошо работает с MongoDB, выяснит, какие системные настройки следует учитывать при ее развертывании и как устанавливать MongoDB в Windows, OS X и Linux.

Издание предназначено для разработчиков объемных баз данных, масштабирование которых является одной из приоритетных задач.

УДК 004.65
ББК 32.972.134

Original English language edition published by O'Reilly Media, Inc. Copyright © 2020 Shannon Bradshaw and Eoin Brazil. All rights reserved. Russian-language edition copyright © 2020 by DMK Press. All rights reserved.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-1-49195-446-1 (англ.)
ISBN 978-5-97060-792-3 (рус.)

© 2020 Shannon Bradshaw and Eoin Brazil. All rights reserved.
© Оформление, перевод на русский язык, издание,
ДМК Пресс, 2020

Оглавление

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Предисловие | 16 |
| Как устроена эта книга | 16 |
| Начало работы с MongoDB | 16 |
| Разработка с MongoDB | 16 |
| Репликация | 16 |
| Шардинг | 17 |
| Администрирование приложений | 17 |
| Администрирование сервера | 17 |
| Приложения | 17 |
| Обозначения, принятые в этой книге | 17 |
| Использование примеров кода | 18 |
| Обучение в режиме онлайн | 19 |
| Предисловие от издательства | 20 |
| Отзывы и пожелания | 20 |
| Список опечаток | 20 |
| Нарушение авторских прав | 20 |
| Часть I | |
| Введение в MongoDB | 21 |
| Глава 1. Введение | 22 |
| Простота использования | 22 |
| Разработана для масштабирования | 22 |
| Богатство функций | 24 |
| ...Без ущерба для скорости | 25 |
| Философия | 25 |
| Глава 2. Начало работы | 26 |
| Документы | 26 |
| Коллекции | 27 |
| Динамические схемы | 28 |
| Именованное | 29 |
| Базы данных | 30 |
| Начало работы с MongoDB | 31 |
| Знакомство с оболочкой MongoDB | 32 |
| Запуск оболочки | 33 |
| Клиент MongoDB | 34 |
| Основные операции с оболочкой | 35 |

| | |
|--|-----------|
| Типы данных | 37 |
| Основные типы данных | 37 |
| Даты | 39 |
| Массивы | 40 |
| Вложенные документы | 40 |
| _id и ObjectId | 41 |
| Использование оболочки MongoDB | 43 |
| Советы по использованию оболочки | 44 |
| Запуск скриптов с помощью оболочки | 45 |
| Создание файла .mongorc.js | 47 |
| Настройка приглашения | 48 |
| Редактирование сложных переменных | 49 |
| Неудобные имена коллекций | 50 |
| Глава 3. Создание, обновление и удаление документов | 52 |
| Вставка документов | 52 |
| insertMany | 52 |
| Проверка вставки | 56 |
| insert | 56 |
| Удаление документов | 56 |
| drop | 58 |
| Обновление документов | 58 |
| Замена документа | 59 |
| Использование операторов обновления | 61 |
| Upsert | 72 |
| Обновление нескольких документов | 75 |
| Возврат обновленных документов | 76 |
| Глава 4. Выполнение запросов | 79 |
| Знакомство с методом find | 79 |
| Указываем, какие ключи нужно вернуть | 80 |
| Ограничения | 81 |
| Критерии запроса | 81 |
| Условные операторы | 81 |
| Запросы с оператором OR | 82 |
| \$not | 83 |
| Запросы для определенных типов | 84 |
| null | 84 |
| Регулярные выражения | 84 |
| Запросы элементов массива | 85 |
| Запросы по вложенным документам | 91 |
| Операторы \$where | 93 |
| Курсоры | 94 |
| Ограничения, пропуск и сортировка | 95 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| Избегайте больших пропусков | 97 |
| Бесконечные курсоры | 99 |

Часть II

Разработка приложения.....101

Глава 5. Индексы 102

| | |
|--|-----|
| Знакомство с индексами | 102 |
| Создание индекса | 105 |
| Знакомство с составными индексами | 108 |
| Как MongoDB выбирает индекс | 112 |
| Использование составных индексов..... | 114 |
| Как операторы с символом \$ используют индексы | 135 |
| Индексирование объектов и массивов | 147 |
| Кардинальность индекса | 150 |
| Вывод explain..... | 150 |
| Когда не стоит прибегать к индексированию | 160 |
| Типы индексов | 161 |
| Уникальные индексы | 161 |
| Частичные индексы..... | 164 |
| Управление индексами..... | 165 |
| Идентификация индексов | 166 |
| Замена индексов..... | 167 |

Глава 6. Специальные типы индексов и коллекций..... 168

| | |
|--|-----|
| Геопространственные индексы | 168 |
| Типы геопространственных запросов | 169 |
| Использование геопространственных индексов | 171 |
| Составные геопространственные индексы | 179 |
| Индексы 2d..... | 179 |
| Индексы для полнотекстового поиска | 182 |
| Создание текстового индекса | 183 |
| Поиск по тексту..... | 184 |
| Оптимизация полнотекстового поиска | 187 |
| Поиск на других языках | 188 |
| Ограниченные коллекции..... | 188 |
| Создание ограниченных коллекций | 190 |
| Настраиваемые курсоры..... | 191 |
| Индексы TTL..... | 192 |
| Хранение файлов с помощью GridFS..... | 193 |
| Начало работы с GridFS: mongofiles | 193 |
| Работа с GridFS из драйверов MongoDB..... | 194 |
| Что под капотом | 195 |

| | |
|--|------------|
| Глава 7. Знакомство с фреймворком агрегации | 198 |
| Конвейеры, этапы и настраиваемые параметры..... | 198 |
| Начало работы с этапами: знакомые операции | 200 |
| Выражения | 206 |
| \$project..... | 207 |
| \$unwind..... | 213 |
| Выражения массивов | 221 |
| Аккумуляторы | 227 |
| Использование аккумуляторов в этапах с \$project | 228 |
| Знакомство с группировкой..... | 229 |
| Поле _id в этапах \$group..... | 235 |
| Сравнение \$group и \$project..... | 238 |
| Запись результатов конвейера агрегации в коллекцию | 241 |
| Глава 8. Транзакции | 243 |
| Знакомство с транзакциями | 243 |
| Определение ACID | 244 |
| Как использовать транзакции..... | 244 |
| Настройка ограничений транзакций для вашего приложения | 249 |
| Ограничения на размер журнала операций и ограничения по времени... | 249 |
| Глава 9. Разработка приложений | 251 |
| Аспекты проектирования схем | 251 |
| Шаблоны проектирования схем | 253 |
| Нормализация и денормализация..... | 256 |
| Примеры представления данных..... | 257 |
| Кардинальность | 262 |
| Друзья, подписчики и другие неудобства..... | 262 |
| Оптимизация манипулирования данными | 265 |
| Удаление старых данных | 265 |
| Планирование баз данных и коллекций | 266 |
| Управление согласованностью..... | 267 |
| Перенос схем | 269 |
| Управление схемами | 270 |
| Когда не стоит использовать MongoDB | 270 |
| Часть III | |
| Репликация..... | 271 |
| Глава 10. Настройка набора реплик | 272 |
| Знакомство с репликацией | 272 |

| | |
|--|------------|
| Настройка набора реплик, часть 1 | 273 |
| Пара слов касательно работы в сети..... | 274 |
| Вопросы безопасности | 275 |
| Настройка набора реплик, часть 2 | 275 |
| Наблюдение за репликацией | 279 |
| Изменение настройки набора реплик..... | 285 |
| Проектирование набора | 287 |
| Как работают выборы..... | 289 |
| Параметры конфигурации членов..... | 291 |
| Приоритет | 291 |
| Скрытые члены..... | 291 |
| Арбитры | 292 |
| Построение индексов | 295 |
| Глава 11. Компоненты набора реплик | 296 |
| Синхронизация | 296 |
| Начальная синхронизация | 298 |
| Репликация | 300 |
| Работа с устареванием данных..... | 300 |
| Тактовые сигналы | 301 |
| Состояния членов | 301 |
| Выборы | 303 |
| Откаты | 304 |
| Когда откаты не работают..... | 307 |
| Глава 12. Подключение к набору реплик из своего приложения..... | 308 |
| Как ведет себя соединение типа «клиент к набору реплик» | 308 |
| Ожидание репликации при операциях записи | 311 |
| Другие параметры для "w" | 313 |
| Гарантии специализированной репликации..... | 313 |
| По одному серверу на каждый центр обработки данных..... | 313 |
| Гарантия большинства нескрытых членов..... | 315 |
| Создание других гарантий..... | 316 |
| Отправка операций чтения на вторичные узлы | 316 |
| Соображения по поводу согласованности | 317 |
| Вопросы нагрузки..... | 317 |
| Причины чтения с вторичных узлов..... | 318 |
| Глава 13. Администрирование | 320 |
| Запуск членов в автономном режиме | 320 |
| Конфигурация набора реплик..... | 321 |
| Создание набора реплик..... | 321 |

| | |
|--|-----|
| Изменение членов набора | 322 |
| Создание более крупных наборов | 323 |
| Принудительное переконфигурирование | 323 |
| Управление состоянием членов | 324 |
| Превращение первичных узлов во вторичные | 324 |
| Предотвращение выборов | 324 |
| Мониторинг репликации | 325 |
| Получение статуса | 325 |
| Визуализация графика репликации | 329 |
| Циклы репликации | 330 |
| Отключение цепочки | 331 |
| Расчет величины отставания | 331 |
| Изменение размера журнала операций | 333 |
| Построение индексов | 334 |
| Бюджетная репликация | 335 |

Часть IV

Шардинг 337

Глава 14. Знакомство с шардингом..... 338

| | |
|---|-----|
| Что такое шардинг? | 338 |
| Разбираемся с компонентами кластера | 339 |
| Настройка кластера на одной машине | 340 |

Глава 15. Конфигурирование шардинга 352

| | |
|---|-----|
| Когда использовать шардинг | 352 |
| Запуск серверов | 353 |
| Конфигурационные серверы | 353 |
| Процессы mongos | 355 |
| Добавление шарда из набора реплик | 355 |
| Добавляем емкости | 360 |
| Шардинг данных | 360 |
| Диапазоны чанков | 362 |
| Расщепление чанков | 364 |
| Балансировщик | 366 |
| Сличения | 367 |
| Потоки изменений | 368 |

Глава 16. Выбор ключа шардинга..... 369

| | |
|---|-----|
| Подводя итоги использования | 369 |
| Иллюстрация распределений | 370 |
| Монотонно возрастающие ключи | 370 |
| Случайно распределенные ключи | 373 |
| Ключи с привязкой к местоположению пользователя | 375 |

| | |
|--|------------|
| Стратегии..... | 377 |
| Хешированные ключи шардинга | 377 |
| Хешированные ключи шардинга для GridFS | 379 |
| Стратегия «пожарного шланга»..... | 380 |
| Несколько хот-спотов..... | 381 |
| Правила и рекомендации..... | 382 |
| Ограничения..... | 383 |
| Кардинальность..... | 384 |
| Управление распределением данных..... | 385 |
| Использование кластера для нескольких баз данных и коллекций | 385 |
| Ручной шардинг..... | 387 |
| Глава 17. Администрирование шардинга..... | 389 |
| Просмотр текущего состояния..... | 389 |
| Получение сводки с помощью функции sh.status() | 389 |
| Просмотр информации о конфигурации | 392 |
| Отслеживание сетевых подключений | 399 |
| Получение статистики о соединениях | 399 |
| Ограничение числа соединений..... | 407 |
| Администрирование сервера..... | 408 |
| Добавление серверов | 408 |
| Смена серверов в шарде | 409 |
| Удаление шарда | 409 |
| Балансировка данных..... | 413 |
| Балансировщик..... | 413 |
| Изменение размера чанков | 415 |
| Перемещение чанков | 416 |
| Неразделимые чанки | 418 |
| Обновление конфигураций | 421 |
| Часть V | |
| Администрирование приложений..... | 423 |
| Глава 18. Смотрим, что делает ваше приложение..... | 424 |
| Просмотр текущих операций..... | 424 |
| Поиск проблемных операций..... | 428 |
| Ложные срабатывания | 429 |
| Предотвращение фантомных операций..... | 429 |
| Использование системного профилировщика | 430 |
| Вычисление размеров | 434 |
| Документы | 434 |
| Коллекции | 434 |
| Базы данных | 440 |
| Использование утилит mongotop и mongostat | 441 |

| | |
|---|------------|
| Глава 19. Обеспечение безопасности в MongoDB | 444 |
| Аутентификация и авторизация в MongoDB | 444 |
| Механизмы аутентификации | 444 |
| Авторизация | 445 |
| Использование сертификатов x.509 для аутентификации членов и клиентов | 447 |
| Руководство по аутентификации в MongoDB и шифрованию на транспортном уровне | 450 |
| Создание центра сертификации | 450 |
| Создание и подпись сертификатов членов | 456 |
| Генерация и подписание клиентских сертификатов | 457 |
| Создание набора реплик без включенной аутентификации и авторизации | 457 |
| Создание пользователя с правами администратора | 458 |
| Перезапуск набора реплик с включенной аутентификацией и авторизацией | 459 |
| Глава 20. Долговечность | 462 |
| Долговечность на уровне членов с помощью журналирования | 462 |
| Долговечность на уровне кластера при использовании гарантии записи | 464 |
| Опции w и wtimeout для параметра writeConcern | 464 |
| Опция j (ведение журнала) для параметра writeConcern | 465 |
| Долговечность на уровне кластера при использовании гарантии чтения | 466 |
| Долговечность транзакций с использованием гарантии записи | 467 |
| Чего MongoDB не гарантирует | 468 |
| Проверка на предмет наличия повреждений | 468 |
| Часть VI | |
| Администрирование сервера | 471 |
| Глава 21. Настройка MongoDB в рабочем окружении | 472 |
| Запуск из командной строки | 472 |
| Конфигурирование на базе файлов | 477 |
| Остановка MongoDB | 478 |
| Шифрование данных | 480 |
| SSL-соединения | 481 |
| Протоколирование | 481 |
| Глава 22. Мониторинг MongoDB | 483 |
| Мониторинг использования памяти | 483 |
| Знакомство с памятью компьютера | 483 |

| | |
|---|------------|
| Отслеживание использования памяти | 484 |
| Отслеживание отказов страницы..... | 485 |
| Время ожидания ввода/вывода | 487 |
| Вычисление рабочего множества | 487 |
| Примеры рабочего множества | 488 |
| Отслеживание производительности | 489 |
| Отслеживание свободного пространства | 491 |
| Мониторинг репликации | 491 |
| Глава 23. Создание резервных копий..... | 495 |
| Методы резервного копирования..... | 495 |
| Резервное копирование сервера..... | 496 |
| Снимок файловой системы | 496 |
| Копирование файлов данных | 500 |
| Использование mongodump..... | 502 |
| Особые факторы при копировании наборов реплик | 505 |
| Особые факторы при копировании разделенного кластера | 506 |
| Резервное копирование и восстановление всего кластера | 507 |
| Резервное копирование и восстановление одного шарда | 507 |
| Глава 24. Развертывание MongoDB | 508 |
| Проектирование системы | 508 |
| Выбор носителя для хранения..... | 508 |
| Рекомендуемые уровни спецификации RAID | 509 |
| Центральный процессор | 510 |
| Операционная система | 510 |
| Объем подкачки | 511 |
| Файловая система..... | 512 |
| Виртуализация | 512 |
| Избыточное выделение памяти | 512 |
| Таинственная память..... | 513 |
| Обработка проблем ввода/вывода сетевого диска..... | 513 |
| Использование несетевых дисков..... | 514 |
| Конфигурирование настроек системы | 515 |
| Отключение архитектуры неравномерного доступа к памяти..... | 515 |
| Упреждающее чтение..... | 517 |
| Отключение ТНР | 518 |
| Выбор алгоритма планирования..... | 519 |
| Отключаем отслеживание времени доступа | 520 |
| Изменение ограничений | 520 |
| Конфигурирование сети | 522 |
| Наводим порядок в системе..... | 524 |
| Синхронизация часов | 524 |

| | |
|--|------------|
| OOM Killer | 524 |
| Отключите периодические задачи | 525 |
| Приложение А. Установка MongoDB..... | 526 |
| Выбор версии | 526 |
| Установка в Windows..... | 527 |
| Установка в качестве службы..... | 528 |
| Установка в POSIX (Linux и Mac OS X) | 528 |
| Установка из диспетчера пакетов | 529 |
| Приложение В. Внутреннее устройство MongoDB | 531 |
| BSON | 531 |
| Проводной протокол..... | 532 |
| Файлы данных..... | 532 |
| Пространства имен | 535 |
| Подсистема хранения WiredTiger | 535 |
| Об авторах | 536 |
| Об изображении на обложке..... | 537 |
| Предметный указатель | 538 |