

БНТУ

Научная библиотека



* 8 0 1 2 5 5 0 5 5 *

Мартин Клеппман

ВЫСОКО- НАГРУЖЕННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Программирование,
масштабирование,
поддержка



Санкт-Петербург • Москва • Минск
2022

Краткое содержание

Предисловие	14
--------------------------	----

Часть I. Основы информационных систем

Глава 1. Надежные, масштабируемые и удобные в сопровождении приложения.....	23
Глава 2. Модели данных и языки запросов.....	53
Глава 3. Подсистемы хранения и извлечение данных.....	97
Глава 4. Кодирование и эволюция.....	143

Часть II. Распределенные данные

Глава 5. Репликация	185
Глава 6. Секционирование	239
Глава 7. Транзакции.....	265
Глава 8. Проблемы распределенных систем	323
Глава 9. Согласованность и консенсус.....	375

Часть III. Производные данные

Глава 10. Пакетная обработка	449
Глава 11. Поточковая обработка.....	505
Глава 12. Будущее информационных систем	563

Оглавление

Предисловие	14
Кому стоит прочесть эту книгу	16
Что рассматривается в издании	17
Структура книги.....	18
Ссылки и дополнительная литература.....	19
Благодарности	19

Часть I. Основы информационных систем

Глава 1. Надежные, масштабируемые и удобные в сопровождении приложения.....	23
1.1. Подходы к работе над информационными системами.....	24
1.2. Надежность.....	27
Аппаратные сбои.....	28
Программные ошибки.....	29
Человеческий фактор.....	30
Насколько важна надежность.....	31
1.3. Масштабируемость	32
Описание нагрузки	32
Описание производительности	36
Как справиться с нагрузкой	42
1.4. Удобство сопровождения	43
Удобство эксплуатации.....	44
Простота: регулируем сложность	45
Возможность развития: облегчаем внесение изменений.....	47
1.5. Резюме.....	47
1.6. Библиография	48

Глава 2. Модели данных и языки запросов	53
2.1. Реляционная модель в сравнении с документоориентированной моделью	54
Рождение NoSQL	55
Объектно-реляционное несоответствие	56
Связи «многие-к-одному» и «многие-ко-многим»	59
Повторяется ли история в случае документоориентированных баз данных	62
Реляционные и документоориентированные базы данных сегодня	65
2.2. Языки запросов для данных	70
Декларативные запросы в Интернете	71
Выполнение запросов с помощью MapReduce	73
2.3. Графоподобные модели данных	76
Графы свойств	78
Язык запросов Cypher	79
Графовые запросы в SQL	81
Хранилища тройных кортежей и SPARQL	83
Фундамент: Datalog	88
2.4. Резюме	90
2.5. Библиография	92
Глава 3. Подсистемы хранения и извлечение данных	97
3.1. Базовые структуры данных БД	98
Хеш-индексы	100
SS-таблицы и LSM-деревья	104
B-деревья	108
Сравнение B- и LSM-деревьев	113
Другие индексные структуры	115
3.2. Обработка транзакций или аналитика?	120
Складирование данных	122
«Звезды» и «снежинки»: схемы для аналитики	125
3.3. Столбцовое хранилище	127
Сжатие столбцов	129
Порядок сортировки в столбцовом хранилище	131
Запись в столбцовое хранилище	132
Агрегирование: кубы данных и материализованные представления	133
3.4. Резюме	135
3.5. Библиография	136

Глава 4. Кодирование и эволюция.....	143
4.1. Форматы кодирования данных	144
Форматы, ориентированные на конкретные языки	145
JSON, XML и двоичные типы данных.....	146
Thrift и Protocol Buffers	150
Avro.....	154
Достоинства схем	160
4.2. Режимы движения данных.....	161
Поток данных через БД	162
Поток данных через сервисы: REST и RPC	164
Поток данных передачи сообщений.....	170
4.3. Резюме.....	173
4.4. Библиография	175

Часть II. Распределенные данные

Глава 5. Репликация	185
5.1. Ведущие и ведомые узлы	186
Синхронная и асинхронная репликация.....	188
Создание новых ведомых узлов	190
Перебои в обслуживании узлов	190
Реализация журналов репликации	193
5.2. Проблемы задержки репликации.....	196
Читаем свои же записи.....	197
Монотонные чтения.....	200
Согласованное префиксное чтение.....	201
Решения проблемы задержки репликации	202
5.3. Репликация с несколькими ведущими узлами	203
Сценарии использования репликации с несколькими ведущими узлами	204
Обработка конфликтов записи	207
Топологии репликации с несколькими ведущими узлами.....	212
5.4. Репликация без ведущего узла	214
Запись в базу данных при отказе одного из узлов	215
Ограничения согласованности по кворуму.....	218
Нестрогие кворумы и направленная передача.....	221
Обнаружение конкурентных операций записи	222
5.5. Резюме.....	230
5.6. Библиография	232

Глава 6. Секционирование	239
6.1. Секционирование и репликация	240
6.2. Секционирование данных типа «ключ — значение»	241
Секционирование по диапазонам значений ключа	242
Секционирование по хешу ключа	243
Асимметричные нагрузки и разгрузка горячих точек	245
6.3. Секционирование и вторичные индексы	246
Секционирование вторичных индексов по документам	247
Секционирование вторичных индексов по термам	248
6.4. Перебалансировка секций	250
Методики перебалансировки	250
Эксплуатация: автоматическая или ручная перебалансировка	254
6.5. Маршрутизация запросов	255
6.6. Резюме	259
6.7. Библиография	260
Глава 7. Транзакции	265
7.1. Неустоявшаяся концепция транзакции	267
Смысл аббревиатуры ACID	267
Однообъектные и многообъектные операции	272
7.2. Слабые уровни изоляции	277
Чтение зафиксированных данных	279
Изоляция снимков состояния и воспроизводимое чтение	282
Предотвращение потери обновлений	288
Асимметрия записи и фантомы	292
7.3. Сериализуемость	298
Последовательное выполнение	299
Двухфазная блокировка (2PL)	304
Сериализуемая изоляция снимков состояния (SSI)	308
7.4. Резюме	314
7.5. Библиография	316
Глава 8. Проблемы распределенных систем	323
8.1. Сбои и частичные отказы	324
8.2. ненадежные сети	328
Сетевые сбои на практике	329
Обнаружение сбоев	331
Время ожидания и неограниченные задержки	332
Асинхронные и синхронные сети	335

8.3. Ненадежные часы	338
Монотонные часы и часы истинного времени	339
Синхронизация часов и их точность	341
Ненадежность синхронизированных часов	343
Паузы при выполнении процессов	348
8.4. Знание, истина и ложь	353
Истина определяется большинством	353
Византийские сбои	357
Модели системы на практике	360
8.5. Резюме	364
8.6. Библиография	366
Глава 9. Согласованность и консенсус	375
9.1. Гарантии согласованности	376
9.2. Линеаризуемость	378
Что делает систему линеаризуемой	379
Опора на линеаризуемость	384
Реализация линеаризуемых систем	387
Цена линеаризуемости	390
9.3. Гарантии упорядоченности	394
Порядок и причинность	395
Упорядоченность по порядковым номерам	399
Рассылка общей последовательности	404
9.4. Распределенные транзакции и консенсус	409
Атомарная и двухфазная фиксация (2PC)	411
Распределенные транзакции на практике	417
Отказоустойчивый консенсус	422
Сервисы членства и координации	428
9.5. Резюме	432
9.6. Библиография	435
Часть III. Производные данные	
III.1. Системы записи и производные данные	446
III.2. Обзор глав	447
Глава 10. Пакетная обработка	449
10.1. Пакетная обработка средствами Unix	451
Простой анализ журнала	452
Философия Unix	454

10.2. MapReduce и распределенные файловые системы	458
Выполнение задач в MapReduce	460
Объединение и группировка на этапе свертки.....	464
Объединения на этапе отображения	470
Выходные данные пакетных потоков	473
Сравнение Hadoop и распределенных баз данных	478
10.3. За пределами MapReduce.....	482
Материализация промежуточного состояния	483
Графы и итеративная обработка	488
API и языки высокого уровня.....	491
10.4. Резюме	494
10.5. Библиография	496
Глава 11. Поточковая обработка.....	505
11.1. Передача потоков событий.....	506
Системы обмена сообщениями	507
Секционирование журналов	513
11.2. Базы данных и потоки	519
Синхронизация систем	519
Перехват изменений данных	521
Источники событий	525
Состояние, потоки и неизменяемость	528
11.3. Обработка потоков	533
Применение обработки потоков	534
Рассуждения о времени.....	538
Объединения потоков.....	543
Отказоустойчивость	547
11.4. Резюме	551
11.5. Библиография	553
Глава 12. Будущее информационных систем.....	563
12.1. Интеграция данных	564
Объединение специализированных инструментов путем сбора информации	565
Пакетная и потоковая обработка.....	569
12.2. Отделение от баз данных	574
Объединение технологий хранения данных.....	575
Проектирование приложений на основе потока данных	580
Наблюдение за производными состояниями	586

12.3. Стремление к корректности.....	594
Сквозные аргументы в базе данных.....	595
Принудительные ограничения.....	600
Своевременность и целостность.....	604
Доверяй, но проверяй.....	609
12.4. Делать что должно.....	614
Предсказательная аналитика.....	615
Конфиденциальность и отслеживание.....	619
12.5. Резюме.....	627
12.6. Библиография.....	628