
Spis treści

Przedmowa	13
Wprowadzenie	15
1. Architektura MySQL	19
Architektura logiczna MySQL	19
Zarządzanie połączeniami i bezpieczeństwo	20
Optymalizacja i wykonywanie zapytań	21
Kontrola współbieżności	21
Blokady odczytu (zapisu)	22
Zasięg działania blokad	23
Transakcje	24
Poziomy izolacji	26
Zakleszczenia	28
Rejestrowanie zdarzeń transakcji	29
Transakcje w MySQL	29
Mechanizm Multiversion Concurrency Control	31
Replikacja	33
Struktura plików danych	34
Silnik InnoDB	34
Obsługa dokumentu JSON	35
Zmiany w słowniku danych	36
Niepodzielne operacje typu DDL	36
Podsumowanie	36
2. Monitorowanie w świecie inżynierii niezawodności	37
Wpływ inżynierii niezawodności na zespoły administratorów baz danych	38
Definiowanie celów poziomu usługi	38
Co spowoduje zadowolenie klientów?	40

Co należy mierzyć?	41
Definiowanie SLI i SLO	41
Rozwiązania w zakresie monitorowania	42
Monitorowanie dostępności	43
Monitorowanie opóźnienia zapytania	45
Monitorowanie pod kątem błędów	45
Monitorowanie proaktywne	47
Pomiar długoterminowej wydajności działania	53
Poznanie rytmu pracy firmy	54
Efektywne śledzenie wskaźników	55
Stosowanie narzędzi monitorowania do analizy wydajności działania	55
Stosowanie SLO do przygotowania architektury danych	56
Podsumowanie	57
3. Funkcjonalność Performance Schema	58
Wprowadzenie do Performance Schema	58
Elementy instrumentu	59
Organizacja konsumenta	60
Wykorzystanie zasobów	62
Ograniczenia	62
Schemat sys	63
Poznajemy wątki	63
Konfiguracja	64
Włączanie i wyłączanie Performance Schema	65
Włączanie i wyłączanie instrumentacji	65
Włączanie i wyłączanie konsumentów	67
Dostrajanie monitorowania określonych obiektów	67
Dostrajanie monitorowania wątków	68
Dostosowywanie wielkości pamięci dla Performance Schema	69
Wartości domyślne	69
Stosowanie Performance Schema	70
Analizowanie zapytań SQL	70
Analiza wydajności działania operacji odczytu i zapisu	78
Analiza blokad metadanych	79
Analiza poziomu użycia pamięci	80
Analiza zmiennych	82
Analiza najczęściej występujących błędów	86
Analiza samej funkcjonalności Performance Schema	87
Podsumowanie	89

4. Optymalizacja systemu operacyjnego i osprzętu	90
Co ogranicza wydajność MySQL?	90
W jaki sposób wybrać procesor dla MySQL?	91
Zrównoważenie pamięci i zasobów dyskowych	91
Buforowanie, odczyt i zapis	91
Jaki zestaw roboczy jest odpowiedni dla Ciebie?	92
Napęd SSD	93
Ogólne omówienie pamięci flash	93
Mechanizm usuwania nieużytków	94
Optymalizacja wydajności macierzy RAID	94
Awaria macierzy RAID, odzyskiwanie danych i monitoring	97
Konfiguracja macierzy RAID i buforowanie	98
Konfiguracja sieciowa	101
Wybór systemu plików	103
Wybór zarządcy kolejki dyskowej	105
Przestrzeń wymiany	105
Stan systemu operacyjnego	108
Inne użyteczne narzędzia	111
Podsumowanie	112
 5. Optymalizacja konfiguracji serwera	 113
Podstawy konfiguracji MySQL	114
Składnia, zasięg oraz dynamizm	115
Trwałe zmienne systemowe	117
Efekt uboczny ustawiania zmiennych	117
Planowanie zmiany zmiennej	118
Czego nie należy robić?	119
Tworzenie pliku konfiguracyjnego MySQL	120
Konfiguracja minimalna	121
Analizowanie zmiennych stanu serwera MySQL	122
Konfiguracja poziomu użycia pamięci	123
Ilość pamięci używanej przez każde połączenie	123
Rezerwacja pamięci dla systemu operacyjnego	123
Pula buforów InnoDB	124
Bufor wątków	125
Dostrajanie zachowania operacji I/O w MySQL	126
Dziennik zdarzeń transakcji InnoDB	127
Bufor dziennika zdarzeń	127
Przestrzeń tabel InnoDB	130
Dostosowywanie innych opcji I/O	132

Dostosowywanie współbieżności MySQL	133
Ustawienia dotyczące bezpieczeństwa	134
Zaawansowane ustawienia InnoDB	137
Podsumowanie	138
6. Projektowanie schematu i zarządzanie nim	140
Wybór optymalnego rodzaju danych	141
Liczby całkowite	142
Liczby rzeczywiste	143
Ciągi tekstowe	143
Rodzaje danych dla daty i godziny	150
Bitowe rodzaje danych	151
Dane JSON	153
Wybór identyfikatorów	156
Dane specjalnego rodzaju	159
Kwestie, które trzeba wziąć pod uwagę podczas projektowania schematu w MySQL	160
Zbyt wiele kolumn	160
Zbyt wiele złączeń	160
Wszechobecne wartości typu ENUM	160
Typ ENUM w przebraniu	161
Wartość NULL	161
Zarządzanie schematem	161
Zarządzanie schematem jako część platformy przechowywania danych	162
Podsumowanie	169
7. Indeksowanie zapewniające wysoką wydajność	170
Podstawy indeksowania	171
Rodzaje indeksów	171
Zalety indeksów	176
Strategie indeksowania w celu osiągnięcia maksymalnej wydajności	177
Prefiks indeksu oraz selektywność indeksu	177
Indeksy wielokolumnowe	180
Wybór odpowiedniej kolejności kolumn	182
Indeksy klastrowane	185
Indeksy pokrywające	192
Skanowanie indeksu w celu przeprowadzenia sortowania	194
Indeksy zbędne i powielone	196
Indeksy nieużywane	200

Obsługa indeksu oraz tabeli	200
Wyszukiwanie i naprawa uszkodzeń tabeli	200
Uaktualnianie danych statystycznych indeksu	201
Ograniczanie wielkości indeksu i fragmentacji danych	203
Podsumowanie	204
8. Optymalizacja wydajności zapytań	206
Dlaczego zapytania są powolne?	206
Podstawy powolnych zapytań: optymalizacja dostępu do danych	207
Czy zapytanie bazy danych obejmuje dane, które są niepotrzebne?	208
Czy MySQL analizuje zbyt dużą ilość danych?	209
Sposoby restrukturyzacji zapytań	213
Zapytanie skomplikowane kontra wiele mniejszych	214
Podział zapytania	214
Podział złączeń	215
Podstawy wykonywania zapytań	216
Protokół klient-serwer MySQL	217
Stany zapytania	219
Proces optymalizacji zapytania	220
Silnik wykonywania zapytań	233
Zwrot klientowi wyników zapytania	234
Ograniczenia optymalizatora zapytań MySQL	234
Ograniczenia klauzuli UNION	234
Szerzenie równości	235
Wykonywanie równoległe	236
Równoczesne wykonywanie poleceń SELECT i UPDATE w tej samej tabeli	236
Optymalizacja określonego rodzaju zapytań	236
Optymalizacja zapytań COUNT()	237
Optymalizacja zapytań typu JOIN	238
Optymalizacja zapytań typu GROUP BY WITH ROLLUP	239
Optymalizacja zapytań typu LIMIT i OFFSET	239
Optymalizacja za pomocą opcji SQL_CALC_FOUND_ROWS	241
Optymalizacja klauzuli UNION	241
Podsumowanie	242
9. Replikacja	243
Ogólny opis replikacji	243
W jaki sposób działa replikacja?	245
Szczegóły kryjące się za replikacją	245
Wybór formatu replikacji	246
Globalny identyfikator transakcji	247
Zapewnienie replikacji odporności na awarie	248

Replikacja opóźniona	249
Replikacja wielowątkowa	250
Replikacja półsynchroniczna	252
Filtry replikacji	253
Poprawne działanie replikacji pomimo awarii	255
Promocja planowana	255
Promocja nieplanowana	256
Kompromisy związane z promocją	256
Topologie replikacji	257
Aktywny-pasywny	257
Aktywny-pula odczytu	258
Odradzane topologie	260
Ring	262
Administracja replikacją i jej obsługa	263
Monitorowanie replikacji	263
Pomiar opóźnienia replikacji	264
Określanie, czy serwer repliki zachowuje spójność z serwerem źródła	265
Problemy związane z replikacją i sposoby ich rozwiązywania	266
Uszkodzenie binarnego dziennika zdarzeń w źródle	267
Nieunikalne identyfikatory serwerów	267
Niezdefiniowane identyfikatory serwerów	267
Brakujące tabele tymczasowe	268
Niereplikowanie wszystkich uaktualnień	268
Ogromne opóźnienie replikacji	268
Zbyt duże pakiety w serwerze źródła	269
Brak miejsca na dysku	269
Ograniczenia replikacji	270
Podsumowanie	270
10. Kopia zapasowa i odzyskiwanie	271
Dlaczego kopia zapasowa?	272
Definiowanie wymagań procesu odzyskiwania	273
Projektowanie rozwiązania kopii zapasowej MySQL	275
Kopia zapasowa online czy offline?	276
Logiczna czy bezpośrednia kopia zapasowa?	277
Co należy umieszczać w kopii zapasowej?	280
Przyrostowa kopia zapasowa	281
Replikacja	282
Zarządzanie kopią zapasową binarnych dzienników zdarzeń i jej tworzenie	283
Narzędzia do tworzenia kopii zapasowej i przywracania z niej danych	284
MySQL Enterprise Backup	284
Percona XtraBackup	285

mysqldumper	285
mysqldump	285
Tworzenie kopii zapasowej danych	285
Tworzenie logicznej kopii zapasowej	286
Migawka systemu plików	287
Percona XtraBackup	293
Odzyskiwanie z kopii zapasowej	296
Przywracanie logicznych kopii zapasowych	297
Przywracanie bezpośrednich plików z migawki	298
Przywracanie danych za pomocą narzędzia Percona XtraBackup	299
Uruchomienie MySQL po przywróceniu bezpośrednich plików	300
Podsumowanie	301
11. Skalowalność MySQL	302
Czym jest skalowanie?	302
Obciążenie ograniczone operacjami odczytu	
kontra obciążenie ograniczone operacjami zapisu	304
Analiza obciążenia	304
Obciążenie ograniczone operacjami odczytu	305
Obciążenie ograniczone operacjami zapisu	306
Sharding funkcjonalny	306
Skalowanie obciążenia ograniczonego operacjami odczytu	307
Zarządzanie konfiguracją dla puli operacji odczytu	309
Sprawdzanie stanu puli odczytu	310
Algorytmy równoważenia obciążenia	312
Kolejkowanie	313
Skalowanie zapisu za pomocą shardingu	314
Wiele kluczy partycjonowania	317
Wykonywanie zapytań między serwerami	317
Vitess	318
ProxySQL	322
Podsumowanie	326
12. MySQL w chmurze	327
Zarządzany serwer MySQL	327
Amazon Aurora dla MySQL	328
GCP Cloud SQL	331
MySQL w maszynie wirtualnej	332
Rodzaje maszyn wirtualnych w chmurze	332
Wybór odpowiedniego typu maszyny	332
Wybór odpowiedniego typu dysku	334
Wskazówki dodatkowe	336
Podsumowanie	338

13. Zgodność i MySQL	339
Co to jest zgodność?	340
Service Organization Controls Type 2	340
Ustawa Sarbanesa-Oxleya	340
Norma bezpieczeństwa Payment Card Industry Data Security Standard	341
Ustawa Health Insurance Portability and Accountability Act	341
Program FedRAMP	341
Rozporządzenie o ochronie danych osobowych	341
Schrems II	342
Przygotowanie do kontroli zapewnienia zgodności	342
Zarządzanie kluczami tajnymi użytkownika	343
ról i danych	346
Śledzenie zmian	347
Procedury tworzenia kopii zapasowej i przywracania danych	353
Podsumowanie	355
A Uaktualnianie MySQL	357
B MySQL w Kubernetesie	363