

# 차례

## CHAPTER 01 서론 1

- 1.1 데이터베이스 시스템의 응용 1
- 1.2 데이터베이스 시스템의 목적 5
- 1.3 데이터의 관점 7
- 1.4 데이터베이스 언어 12
- 1.5 데이터베이스 설계 16
- 1.6 데이터베이스 엔진 17
- 1.7 데이터베이스 및 응용 구조 20
- 1.8 데이터베이스 사용자와 관리자 22
- 1.9 데이터베이스 시스템의 역사 24
- 1.10 요약 27
  - 문제 29
  - 더 알아보기 31

## PART 1 ■ 관계형 언어

### CHAPTER 02 관계형 모델 소개 35

- 2.1 관계형 데이터베이스의 구조 35
- 2.2 데이터베이스 스키마 38
- 2.3 키 41
- 2.4 스키마 다이어그램 44
- 2.5 관계형 질의어 44
- 2.6 관계 대수 45
- 2.7 요약 54
  - 문제 56
  - 더 알아보기 58

### CHAPTER 03 SQL 소개 61

- 3.1 SQL 질의어의 개요 61
- 3.2 SQL 데이터 정의 62
- 3.3 SQL 질의의 기본 구조 67
- 3.4 부가적인 기본 연산 74
- 3.5 집합 연산 79
- 3.6 널 값 83
- 3.7 집계 함수 84
- 3.8 중첩 하위 질의 90
- 3.9 데이터베이스의 변경 100
- 3.10 요약 105
  - 문제 106
  - 더 알아보기 113

CHAPTER 04 중급 SQL 115

- 4.1 조인 표현식 115
- 4.2 뷰 125
- 4.3 트랜잭션 131
- 4.4 무결성 제약 조건 133
- 4.5 SQL의 데이터 타입과 스키마 141
- 4.6 SQL의 인덱스 정의 151
- 4.7 권한 152
- 4.8 요약 160
  - 문제 162
  - 더 알아보기 166

CHAPTER 05 고급 SQL 167

- 5.1 프로그래밍 언어에서 SQL 접근 167
- 5.2 함수와 프로시저 181
- 5.3 트리거 188
- 5.4 재귀 질의 195
- 5.5 고급 집계 기능 200
- 5.6 요약 211
  - 문제 212
  - 더 알아보기 216

PART 2 ■ 데이터베이스 설계

CHAPTER 06 E-R 모델을 사용한 데이터베이스 설계 221

- 6.1 설계 과정의 개요 221
- 6.2 개체-관계 모델 224
- 6.3 복합 속성 229
- 6.4 대응 카디널리티 231
- 6.5 주 키 235
- 6.6 개체 집합에서 중복 속성 제거하기 239
- 6.7 E-R 다이어그램을 관계형 스키마로 변환하기 242
- 6.8 E-R의 확장된 특성 248
- 6.9 개체-관계 설계 쟁점 256
- 6.10 데이터 모델링을 위한 대안적인 표기법 261
- 6.11 데이터베이스 설계의 다른 관점 267
- 6.12 요약 268
  - 문제 270
  - 더 알아보기 275

CHAPTER 07 관계형 데이터베이스 설계 277

- 7.1 좋은 관계형 설계의 특징 277
- 7.2 함수 종속을 사용한 분해 282
- 7.3 정규형 287
- 7.4 함수 종속 이론 293
- 7.5 함수 종속을 사용한 분해 알고리즘 302
- 7.6 다중값 종속을 이용한 분해 308

- 7.7 다른 정규형들 313
- 7.8 원자적 도메인과 제1정규형 313
- 7.9 데이터베이스 설계 절차 315
- 7.10 시간 데이터 모델링 318
- 7.11 요약 322
  - 문제 324
  - 더 읽어보기 330

## PART 3 ■ 응용 프로그램의 설계 및 개발

### CHAPTER 08 복합 데이터 타입 333

- 8.1 반구조형 데이터 333
- 8.2 객체 지향 343
- 8.3 텍스트 데이터 349
- 8.4 공간 데이터 354
- 8.5 요약 360
  - 문제 362
  - 더 읽어보기 366

### CHAPTER 09 응용 프로그램의 개발 367

- 9.1 응용 프로그램과 사용자 인터페이스 367
- 9.2 웹의 기본 369
- 9.3 서블릿 375
- 9.4 서버 측 프레임워크 대안 379
- 9.5 클라이언트 측 코드와 웹 서비스 384
- 9.6 응용 프로그램 구조 391
- 9.7 응용 프로그램 성능 396
- 9.8 응용 프로그램 보안 399
- 9.9 암호화와 응용 407
- 9.10 요약 413
  - 문제 415
  - 더 읽어보기 421

## PART 4 ■ 빅데이터 분석

### CHAPTER 10 빅데이터 425

- 10.1 동기 425
- 10.2 빅데이터 저장 시스템 430
- 10.3 맵리듀스 패러다임 440
- 10.4 맵리듀스를 넘어서: 대수 연산 450
- 10.5 스트림 데이터 455
- 10.6 그래프 데이터베이스 462
- 10.7 요약 465
  - 문제 466
  - 더 읽어보기 470

**CHAPTER 11 데이터 분석 471**

- 11.1 분석의 개요 471
- 11.2 데이터 웨어하우징 473
- 11.3 온라인 분석 처리 479
- 11.4 데이터 마이닝 491
- 11.5 요약 500
  - 문제 502
  - 더 알아보기 504

**PART 5 ■ 저장 장치 관리 및 인덱싱**

**CHAPTER 12 물리적 저장 장치 시스템 509**

- 12.1 물리적 저장 장치 매체 개요 509
- 12.2 저장 장치 인터페이스 512
- 12.3 자기 디스크 513
- 12.4 플래시 메모리 517
- 12.5 RAID 520
- 12.6 디스크 블록 접근 527
- 12.7 요약 530
  - 문제 531
  - 더 알아보기 533

**CHAPTER 13 데이터 저장 장치 구조 535**

- 13.1 데이터베이스 저장 장치 구조 535
- 13.2 파일 구성 536
- 13.3 파일에 레코드를 구성하는 방법 543
- 13.4 데이터 사전 저장소 549
- 13.5 데이터베이스 버퍼 551
- 13.6 열 지향 저장소 558
- 13.7 메인 메모리 데이터베이스의 저장 구조 562
- 13.8 요약 564
  - 문제 565
  - 더 알아보기 567

**CHAPTER 14 인덱싱 569**

- 14.1 기본 개념 569
- 14.2 순서 인덱스 571
- 14.3 B<sup>+</sup>-트리 인덱스 파일 580
- 14.4 B<sup>+</sup>-트리 확장 595
- 14.5 해시 인덱스 603
- 14.6 다중 키 접근 605
- 14.7 인덱스 생성 608
- 14.8 쓰기 최적화 인덱스 구조 609
- 14.9 비트맵 인덱스 614
- 14.10 공간 및 시간 데이터의 인덱스 616
- 14.11 요약 620
  - 문제 622
  - 더 알아보기 626

**PART 6 ■ 질의 처리와 최적화****CHAPTER 15 질의 처리 631**

- 15.1 개요 631
- 15.2 질의 비용의 측정 634
- 15.3 선택 연산 637
- 15.4 정렬 642
- 15.5 조인 연산 645
- 15.6 기타 연산 660
- 15.7 표현식의 평가 664
- 15.8 메모리에서 질의 처리 672
- 15.9 요약 674
  - 문제 676
  - 더 읽어보기 679

**CHAPTER 16 질의 최적화 681**

- 16.1 개요 681
- 16.2 관계형 표현식의 변환 685
- 16.3 결과에 대한 통계 추정 694
- 16.4 평가 계획의 선택 703
- 16.5 실제화 뷰 714
- 16.6 질의 최적화의 심화 719
- 16.7 요약 722
  - 문제 724
  - 더 읽어보기 728

**PART 7 ■ 트랜잭션 관리****CHAPTER 17 트랜잭션 731**

- 17.1 트랜잭션 개념 731
- 17.2 간단한 트랜잭션 모델 733
- 17.3 저장 장치의 구조 736
- 17.4 트랜잭션 원자성과 지속성 737
- 17.5 트랜잭션 고립성 739
- 17.6 직렬 가능성 744
- 17.7 트랜잭션 고립성과 원자성 750
- 17.8 트랜잭션 고립성 수준 751
- 17.9 고립성 수준의 구현 753
- 17.10 SQL 문장을 사용한 트랜잭션 756
- 17.11 요약 758
  - 문제 760
  - 더 읽어보기 762

**CHAPTER 18 동시성 제어 765**

- 18.1 잠금 기반의 규약 765
- 18.2 교착 상태 처리 778
- 18.3 다중 세분도 783
- 18.4 삽입 연산, 삭제 연산, 술어 읽기 786
- 18.5 타임스탬프 기반 규약 791
- 18.6 검증 기반 규약 796
- 18.7 다중 버전 기법 798
- 18.8 스냅샷 고립 801
- 18.9 실제 사용되는 약한 수준의 일관성 808
- 18.10 동시성 제어의 최신 동향 812
- 18.11 요약 822
  - 문제 826
  - 더 읽어보기 830

**CHAPTER 19 복구 시스템 833**

- 19.1 장애의 분류 833
- 19.2 저장 장치 834
- 19.3 복구와 원자성 838
- 19.4 복구 알고리즘 847
- 19.5 버퍼 관리 850
- 19.6 비휘발성 저장 장치에 손실이 발생하는 장애 854
- 19.7 원격 백업 시스템을 통한 고가용성 856
- 19.8 조기 잠금 해제와 논리적 Undo 연산 859
- 19.9 ARIES 865
- 19.10 메인 메모리 데이터베이스의 복구 871
- 19.11 요약 872
  - 문제 875
  - 더 읽어보기 878

**PART 8 ■ 병렬 및 분산 데이터베이스**

**CHAPTER 20 데이터베이스 시스템 구조 883**

- 20.1 개요 883
- 20.2 중앙집중 데이터베이스 시스템 884
- 20.3 서버 시스템 구조 885
- 20.4 병렬 시스템 892
- 20.5 분산 시스템 907
- 20.6 병렬 및 분산 시스템의 트랜잭션 처리 910
- 20.7 클라우드 기반 서비스 911
- 20.8 요약 916
  - 문제 919
  - 더 읽어보기 921

**CHAPTER 21 병렬 및 분산 데이터 저장소 923**

- 21.1 소개 923
- 21.2 데이터 분할 924
- 21.3 분할에서 치우침 처리 927
- 21.4 복제 932
- 21.5 병렬 인덱스 936
- 21.6 분산 파일 시스템 938
- 21.7 병렬 카값 저장소 941
- 21.8 요약 950
  - 문제 951
  - 더 읽어보기 954

**CHAPTER 22 병렬 및 분산 질의 처리 957**

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <b>22.1</b> 개요 957                | <b>22.7</b> 병렬 실행을 위한 질의 최적화 980 |
| <b>22.2</b> 병렬 정렬 959             | <b>22.8</b> 스트리밍 데이터의 병렬 처리 986  |
| <b>22.3</b> 병렬 조인 961             | <b>22.9</b> 분산 질의 처리 991         |
| <b>22.4</b> 기타 연산 966             | <b>22.10</b> 요약 1000             |
| <b>22.5</b> 질의 수행 계획의 병렬 평가 969   | 문제 1003                          |
| <b>22.6</b> 공유 메모리 구조에서 질의 처리 978 | 더 알아보기 1006                      |

**CHAPTER 23 병렬 및 분산 트랜잭션 처리 1009**

- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| <b>23.1</b> 분산 트랜잭션 1010            | <b>23.7</b> 조정자 선택 1054       |
| <b>23.2</b> 커밋 프로토콜 1012            | <b>23.8</b> 분산 시스템의 컨센서스 1059 |
| <b>23.3</b> 분산 데이터베이스에서 동시성 제어 1022 | <b>23.9</b> 요약 1069           |
| <b>23.4</b> 복제 1031                 | 문제 1071                       |
| <b>23.5</b> 확장된 동시성 제어 프로토콜 1039    | 더 알아보기 1074                   |
| <b>23.6</b> 약한 수준의 일관성을 위한 복제 1043  |                               |

**PART 9 ■ 고급 주제****CHAPTER 24 고급 인덱싱 기술 1079**

- |                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| <b>24.1</b> 블룸 필터 1079           | <b>24.5</b> 해시 인덱스 1093 |
| <b>24.2</b> 로그 구조 합병 트리와 변형 1080 | <b>24.6</b> 요약 1106     |
| <b>24.3</b> 비트맵 인덱스 1086         | 문제 1107                 |
| <b>24.4</b> 공간 데이터의 인덱스 1089     | 더 알아보기 1108             |

**CHAPTER 25 고급 응용 프로그램 개발 1111**

- |                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| <b>25.1</b> 성능 튜닝 1112             | <b>25.5</b> 분산 디렉터리 시스템 1141 |
| <b>25.2</b> 성능 벤치마크 1132           | <b>25.6</b> 요약 1145          |
| <b>25.3</b> 응용 프로그램 개발의 다른 사안 1135 | 문제 1146                      |
| <b>25.4</b> 표준화 1138               | 더 알아보기 1149                  |

**CHAPTER 26** 블록체인 데이터베이스 1151

- 26.1 개요 1152
- 26.2 블록체인 속성 1154
- 26.3 암호화 해시 함수를 통한 블록체인 속성 달성 1159
- 26.4 합의 1162
- 26.5 블록체인의 데이터 관리 1166
- 26.6 스마트 계약 1168
- 26.7 성능 향상 1172
- 26.8 새로운 응용 프로그램 1175
- 26.9 요약 1177
  - 문제 1179
  - 더 알아보기 1180

**PART 10** ■ **부록**

부록 A 상세한 대학교 스키마 1185

찾아보기 1195

**PART 11** ■ **ONLINE CHAPTERS**

- CHAPTER 27 Formal Relational Query Languages
- CHAPTER 28 Advanced Relational Database Design
- CHAPTER 29 Object-Based Databases
- CHAPTER 30 XML
- CHAPTER 31 Information Retrieval
- CHAPTER 32 PostgreSQL