

데이터베이스시스템

06. 관계데이터 구조와 제약

나 홍 석 교수



6
LESSON

관계데이터 구조와 제약

학습 목표

- 1 관계데이터 구조를 이해하고, 관계모델을 정의할 수 있다.
- 2 관계모델에서 적용되는 제약조건을 이해하고 릴레이션 설계에 적용할 수 있다.

학습 내용

1 관계 데이터 구조

2 관계 데이터 제약

Chapter 01 관계 데이터 구조

1 관계 모델 개요

1 관계 모델 특징

- ✓ 1970년 IBM 연구소의 "A Relational Model for Large Shared Data Banks" 라는 논문에서 처음으로 소개
- ✓ 수학적 릴레이션(Mathematical relation)의 개념을 사용해서 테이블의 형태로 표현
- ✓ 현재 대부분의 상업용 DBMS에서 지원
- ✓ 논리적 데이터베이스 설계의 기반 모델 (관계형 DBMS를 사용할 경우)
예) ORACLE, SQL Server, MySQL, IBM DB2 등

1 관계 모델 개요

2 관계 모델 정의

 관계 모델에서는 데이터베이스를 다음과 같이 정의

(관계형) 데이터베이스 = 릴레이션(테이블)의 집합

1 관계 모델 개요

3 릴레이션 구조

 테이블 형태로 데이터를 저장



1 관계 모델 개요

4 용어 정의

용어	정의
릴레이션(Relation)	<ul style="list-style-type: none">2차원 형태의 행과 열로 구성된 테이블
애트리뷰트(Attribute)	<ul style="list-style-type: none">릴레이션에서 최소 데이터의 단위혼자 존재할 때에는 그 의미를 가질 수 없음
튜플(Tuple)	<ul style="list-style-type: none">릴레이션의 행튜플은 속성들이 모여 구성된 것으로서, 의미를 제공(저장)하는 최소 단위
도메인(Domain)	<ul style="list-style-type: none">속성이 가질 수 있는 값의 범위 또는 값의 집합
차수(Degree)	<ul style="list-style-type: none">릴레이션에서의 속성의 개수(학생 릴레이션은 차수가 7)
카디널리티(Cardinality)	<ul style="list-style-type: none">릴레이션을 구성하는 튜플의 수

2 관계 모델 정의

1 도메인(domain D)

- ☑ 하나의 애트리뷰트가 취할 수 있는 같은 타입의 모든 원자 값(atomic value)의 집합
- ☑ 도메인의 이름과 데이터타입을 붙여서 표현하는 것이 바람직함
- ☑ 데이터베이스 설계 시 도메인에 대한 분석이 수행되어야 함



- phone_numbers : 한국에서 사용하는 10자리 전화번호의 집합
- student_names : 학생이름 { 김하늘, 남기욱, ... }
- mid_exam_score : 중간고사 점수 { 0부터 100사이의 값 }
- department_codes : 학과코드 집합 { IT, MD, BZ, ... }

2 관계 모델 정의

2 릴레이션 스키마(relation schema R)

- ✓ R : 릴레이션 이름
- ✓ A_1, A_2, \dots, A_n : 애트리뷰트
- ✓ 릴레이션의 차수(degree) : 릴레이션 스키마 R이 가지는 애트리뷰트의 수
- ✓ $\text{Dom}(A_i) = D$: 애트리뷰트 A_i 가 가질 수 있는 값은 도메인 D에 포함됨

- 릴레이션 스키마 : $R(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n)$
- 릴레이션 스키마 예
 - 학생(아이디, 이름, 성별, 주소, 휴대전화, 생년, 학과)

2 관계 모델 정의

3 튜플(tuple t)

- ✓ 릴레이션 스키마 $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ 의 인스턴스
- ✓ n 개의 값의 순서 리스트(에트리뷰트에 값이 들어간 형태)

- $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$
- v_i 는 $\text{dom}(A_i)$ 의 원소이거나 널(null) 값을 갖는다.
- 릴레이션 학생의 튜플
 - $\langle \text{'ST001'}, \text{'최현주'}, \text{'여'}, \text{'서울'}, \text{'010-1234-1234'}, \text{'1973'}, \text{'SE'} \rangle$

2 관계 모델 정의

4 릴레이션(relation r)

- ✓ 릴레이션 = 튜플 들의 집합
- ✓ 릴레이션 스키마 R의 튜플 들을 모아놓은 것

- $r = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$
- $t[A_i]$: 튜플 t에서 애트리뷰트 A_i 에 대응되는 i 번째 값

2 관계 모델 정의

5 릴레이션 r의 수학적 정의

- ☑ 릴레이션 r
: n개의 도메인 $\text{dom}(A_1), \text{dom}(A_2), \dots, \text{dom}(A_n)$ 상의 수학적 릴레이션
- ☑ R을 정의하는 도메인들의 카티션 프로덕트(cartesian product)의 부분집합

$$r \subseteq \text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n)$$

- 릴레이션 스키마 : $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
- 튜플 : $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$
- 값 : $v_i (1 \leq i \leq n)$ 는 $\text{dom}(A_i)$ 의 원소이거나 널값

2 관계 모델 정의

6

카티션 프로덕트(X)

- ☑ 연산에 참여하는 두 집합의 모든 원소들을 상대방의 원소와 연결시킨 후,
- ☑ 각 집합의 원소의 쌍을 원소로 하는 새로운 집합을 생성시키는 연산



3 릴레이션의 특징

1 릴레이션의 특징 - 요약

- 1 집합이론(Set theory)에 기초한다.
- 2 한 릴레이션에 포함된 튜플들은 모두 상이하다.
- 3 모든 애트리뷰트 값은 원자값(Atomic value)이다.
- 4 한 릴레이션을 구성하는 튜플과 애트리뷰트 사이에는 순서가 없다.

3 릴레이션의 특징

2 튜플의 유일성

- ☑ 한 릴레이션에 포함된 튜플 들은 모두 상이함
- ☑ 두 개의 똑같은 튜플은 한 릴레이션에 포함될 수 없음
- ☑ 하나의 집합에는 똑같은 원소가 중복해서 포함될 수 없음

아이디	이름	성별	주소	휴대전화	생년	학과
ST001	최현주	여	서울	010-1234-1234	1973	SE
ST001	최현주	여	서울	010-1234-1234	1973	SE
ST002	강하늘	남	서울	010-2222-2344	1990	BZ
ST003	이성민	남	서울	010-3293-9345	1978	SE
ST004	박정수	여	경기	010-8323-8342	2000	EE
ST005	홍민호	남	대전	010-2342-6547	1985	BZ

3 릴레이션의 특징

3 원자값(Atomic value)

- ☑ 모든 애트리뷰트 값은 원자값(Atomic value)이다.
- ☑ 튜플 내의 각 값은 하나(원자값)이다.
- ☑ 개념적 모델의 복합값 속성과 다중값 속성은 허용되지 않는다.

아이디	이름	성별	주소	휴대전화	생년	학과
ST001	최현주	여	서울, 경기	010-1234-1234	1973	SE
ST001	최현주	여	서울	010-1234-1234	1973	SE, BZ
ST002	강하늘	남	서울	010-2222-2344	1990	BZ
ST003	이성민	남	서울	010-3293-9345	1978	SE
ST004	박정수	여	경기	010-8323-8342	2000	EE
ST005	홍민호	남	대전	010-2342-6547	1985	BZ

3 릴레이션의 특징

4 무순서

- ☑ 한 릴레이션을 구성하는 튜플과 애트리뷰트 사이에는 순서가 없다.
- ☑ 릴레이션 스키마 = 애트리뷰트 들의 집합
- ☑ 수학적으로 집합의 원소들 사이에는 순서가 없으므로, 릴레이션 스키마에서도 애트리뷰트 들은 특정 순서를 갖지 않는다.

아이디	이름	성별	주소
ST002	강하늘	남	서울
ST003	이성민	남	서울
ST004	박정수	여	경기
ST005	홍민호	남	대전
ST001	최현주	여	서울

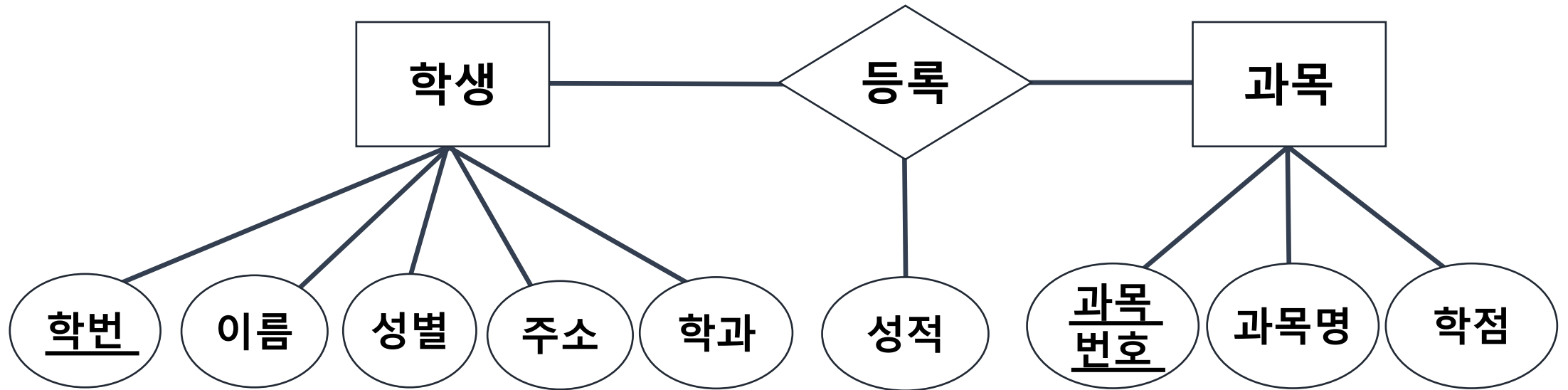
아이디	이름	성별	주소
ST001	최현주	여	서울
ST002	강하늘	남	서울
ST003	이성민	남	서울
ST004	박정수	여	경기
ST005	홍민호	남	대전

4 ER모델의 릴레이션 변환

1

변환 예제 - 학교 데이터베이스

Q 다음 ER모델을 릴레이션 구조로 변환한 결과를 생각해 보세요.



4 ER모델의 릴레이션 변환

2

릴레이션 스키마



학교 데이터베이스의 릴레이션 스키마

학생 (학번, 이름, 성별, 주소, 학과)

<u>학번</u>	이름	성별	주소	학과
-----------	----	----	----	----

과목 (과목번호, 과목명, 학점)

<u>과목번호</u>	과목명	학점
-------------	-----	----

등록 (학번, 과목번호, 성적)

<u>학번</u>	<u>과목번호</u>	성적
-----------	-------------	----

4 ER모델의 릴레이션 변환

3 릴레이션의 상태

 어느 한 시점에서의 릴레이션의 내용

학생

학번	이름	성별	주소	학과
ST001	최현주	여	서울	SE
ST002	강하늘	남	서울	BZ
ST003	이성민	남	서울	SE
ST004	박정수	여	경기	EE
ST005	홍민호	남	대전	BZ

등록

학번	과목번호	성적
ST001	SE0101	A
ST001	BZ0011	B
ST002	SE0102	B
ST002	SE0101	C
ST002	GE0011	A
ST002	SE0102	A
ST003	SE0102	C
ST003	BZ0013	D
ST004	GE0011	A

과목

과목번호	과목명	학점
SE0101	컴퓨터학 개론	3
BZ0011	경영학 원론	3
SE0102	자바언어	3
BZ0013	이비즈니스	3
GE0011	디자인씽킹	3

Chapter 02 관계 데이터 제약

1 키(key) 제약조건

1

튜플의 유일성

- ☑ 릴레이션은 집합이기 때문에, 한 릴레이션에 있는 모든 튜플들은 유일, 즉 서로 달라야 함
- ☑ 애트리뷰트를 전부 이용하면 모든 튜플을 유일하게 식별할 수 있어야 함
- ☑ 키(Key)란 모든 튜플을 유일하게 식별할 수 있는 최소한의 애트리뷰트의 집합

1 키(key) 제약조건

2 키(key)의 정의 #1

“릴레이션 스키마 $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ 의 한 애트리뷰트 집합 $K(=\{A_1, A_2, \dots, A_k\})$ 가 집합 A 의 부분 집합이면서($K \subseteq A$) 항상 다음과 같은 두 성질(유일성, 최소성)을 만족한다면 이 K 를 릴레이션 R 의 **키(Key)** 또는 **후보키(Candidate key)**라고 한다.”

1 키(key) 제약조건

2 키(key)의 정의 #2

유일성
(Uniqueness)

- 키로 표현되는 값(튜플)은 모두 다르고 유일하다.
- 릴레이션에 있는 모든 튜플에 대해 $K(=\{A_1, A_2, \dots, A_k\})$ 의 값 $\langle v_1, v_2, \dots, v_k \rangle$ 는 모두 다르고 유일하다.

최소성
(Minimality)

- 꼭 필요한 애트리뷰트로만 구성된다.
- 유일성을 가진 K 가 둘 이상의 애트리뷰트로 구성되어 있을 때 어느 한 애트리뷰트라고 제외시키는 경우에는 튜플의 유일성이 깨어진다.

1 키(key) 제약조건

2 키(key)의 정의 #3

Q 다음 릴레이션에서 키를 찾아보세요.

학생

학번	이름	성별	주소	휴대전화	학과
ST001	최현주	여	서울	010-1234-1234	SE
ST002	강하늘	남	서울	010-2222-2344	BZ
ST003	이성민	남	서울	010-3293-9345	SE
ST004	박정수	여	경기	010-8323-8342	EE
ST005	홍민호	남	대전	010-2342-6547	BZ

과목

과목번호	과목명	학점	이수구분	담당교수
SE0101	컴퓨터학 개론	3	전공	나홍석
BZ0011	경영학 원론	3	전공	박남기
SE0102	자바언어	3	전공	김수영
BZ0013	이비즈니스	3	전공	최정원
GE0011	디자인씽킹	3	교양	한성욱

등록

학번	과목번호	성적
ST001	SE0101	A
ST001	BZ0011	B
ST002	SE0102	B
ST002	SE0101	C
ST002	GE0011	A
ST002	SE0102	A
ST003	SE0102	C
ST003	BZ0013	D
ST004	GE0011	A

1 키(key) 제약조건

3 키(key)의 종류 #1

 키의 역할과 특성에 따라 다음과 같이 구분함

키	설명
후보키(Candidate key)	튜플을 유일하게 식별할 수 있는 최소의 애트리뷰트 집합
기본키(Primary key)	후보키 중 하나, 데이터베이스 설계자가 선정
대체키(Alternate key)	후보키 중 기본키를 제외한 나머지 키
슈퍼키(Super key)	후보키를 포함하는 모든 애트리뷰트의 집합
복합키(Complex key)	두 개 이상의 애트리뷰트가 합쳐져야 후보키의 역할을 하는 경우

1 키(key) 제약조건

3 키(key)의 종류 #2

학교 데이터베이스의 키 식별

키	키 식별
후보키	학생 릴레이션의 후보키 : (학번), (휴대전화) 과목 릴레이션의 후보키 : (과목번호), (과목이름) 등록 릴레이션의 후보키 : (학번, 과목번호) → 복합키
기본키	학생 릴레이션의 기본키 : (학번) 과목 릴레이션의 기본키 : (과목번호) 등록 릴레이션의 기본키 : (학번, 과목번호) → 복합키
대체키	학생 릴레이션의 대체키 : (휴대전화) 과목 릴레이션의 대체키 : (과목이름) 등록 릴레이션의 대체키 : 없음

1 키(key) 제약조건

4 외래키(Foreign Key) #1



예) 릴레이션 R에 속한 어떤 애트리뷰트(집합) A가 있다고 하자.
A의 값은 반드시 어떤 릴레이션 S의 기본키 값이어야 한다고 할 때,

- ☑ A를 릴레이션 R의 외래키(Foreign key)라고 함
- ☑ R의 외래키 A와 S의 기본키의 도메인은 같아야 함
- ☑ NULL 값을 가질 수 있음

1 키(key) 제약조건

4 외래키(Foreign Key) #2

1 등록 릴레이션의 학번 애트리뷰트

- 학생 릴레이션의 기본키인 **학번 애트리뷰트**를 참조
- 등록 릴레이션의 **외래키**가 됨

2 등록 릴레이션의 과목번호 애트리뷰트

- 과목 릴레이션의 기본키인 **과목번호 애트리뷰트**를 참조
- 등록 릴레이션의 외래키가 됨

1 키(key) 제약조건

4 외래키(Foreign Key) #3

학생

학번	이름	성별	주소	휴대전화	학과
ST001	최현주	여	서울	010-1234-1234	SE
ST002	강하늘	남	서울	010-2222-2344	BZ
ST003	이성민	남	서울	010-3293-9345	SE
ST004	박정수	여	경기	010-8323-8342	EE
ST005	홍민호	남	대전	010-2342-6547	BZ

과목

과목번호	과목명	학점	이수구분	담당교수
SE0101	컴퓨터학 개론	3	전공	나홍석
BZ0011	경영학 원론	3	전공	박남기
SE0102	자바언어	3	전공	김수영
BZ0013	이비즈니스	3	전공	최정원
GE0011	디자인씽킹	3	교양	한성욱

등록

학번	과목번호	성적
ST001	SE0101	A
ST001	BZ0011	B
ST002	SE0102	B
ST002	SE0101	C
ST002	GE0011	A
ST002	SE0102	A
ST003	SE0102	C
ST003	BZ0013	D
ST004	GE0011	A

1 키(key) 제약조건

4 외래키(Foreign Key) #4



예1)

- 교수(교수번호, 교수이름, 소속학과, 직급)
- 학과(학과번호, 학과이름, 설립년도)



예2)

- 학생(학번, 학생이름, 소속학과, 멘토번호)

1 키(key) 제약조건

4 외래키(Foreign Key) #4



예1)

- 교수(교수번호, 교수이름, 소속학과(FK), 직급)
- 학과(학과번호, 학과이름, 설립년도)



예2)

- 학생(학번, 학생이름, 소속학과(FK), 멘토번호(FK))

1 키(key) 제약조건

4 외래키(Foreign Key) #5

- ☑ 교수 릴레이션의 소속학과는 교수 릴레이션의 외래키가 되어 반드시 학과 릴레이션에 존재하는 학과번호 값 중의 하나이어야 함
- ☑ 릴레이션 R의 외래키는 R의 기본키가 될 필요는 없음
- ☑ 멘토번호의 값은 반드시 학생 릴레이션의 기본키 학번에 나타나는 값을 가져야 함
- ☑ 기본키와 외래키가 하나의 릴레이션에서 정의될 수 있음

2 무결성 제약조건

1 개체 무결성(Entity Integrity) 제약조건 #1

 **1** 개체의 인스턴스는 서로 구별되어야 함

- 릴레이션의 튜플을 **유일하게 식별**할 수 있어야 한다.(기본키)
- 기본키에 속해있는 애트리뷰트는 **널(Null) 값을 가질 수 없다.**

2 개체를 유일하기 식별하기 위해서는 임의의 식별자를 생성하기도 함

2 무결성 제약조건

1 개체 무결성(Entity Integrity) 제약조건 #2



1 기본키 값이 널 값을 갖게 된다면 튜플을 유일하게 식별할 수 없게 됨

2 데이터 정의문에서 어떤 속성이 릴레이션의 기본키인지 알려주어야 함

학번	이름	성별	주소	휴대전화	학과
ST001	최현주	여	서울	010-1234-1234	SE
ST002	강하늘	남	서울	010-2222-2344	BZ
ST003	이성민	남	NULL	010-3293-9345	SE
NULL	박정수	여	경기	010-8323-8342	EE
ST005	홍민호	남	대전	010-2342-6547	BZ

2 무결성 제약조건

1

개체 무결성(Entity Integrity) 제약조건 #3



널(NULL) 값

- 데이터베이스에서 널(NULL)은 아직 알려지지 않은(모르는) 값(unknown value)이나, 해당 없음(Inapplicable) 등의 이유로 정보 부재를 명시적으로 표시하기 위해 사용하는 특수한 데이터 값
- 릴레이션에서는 널 값을 가질 수 없는 애트리뷰트는 낫널(NOT NULL)이라는 제약 조건을 별도로 명시해서 사용
- 공백(Blank)나 영(Zero)과는 분명히 다른 개념

2 무결성 제약조건

2 참조 무결성(Referencial Integrity) 제약조건 #1

외래키를 통해 릴레이션은 참조할 수 없는 값을 가질 수 없도록 함으로써 두 릴레이션 간의 데이터 무결성을 유지하는 것

- 릴레이션은 참조할 수 없는 외래키 값을 가져서는 안 된다.
- 릴레이션 R1의 기본키 K를 참조하는 외래키 FK가 R2에 명세되어 있다면, 이 FK의 값은 반드시 R1에 나타나 있는 기본키 K의 어떤 값과 같든지 아니면 널(NULL) 값이어야 한다.

2 무결성 제약조건

2 참조 무결성(Referencial Integrity) 제약조건 #2



1 사원 릴레이션의 부서번호 속성에는 부서 릴레이션의 부서번호 속성에 없는 값은 입력할 수 없다.
(부서가 없는 경우 NULL 값으로 입력)

2 등록 릴레이션의 학번 속성에는 학생 릴레이션의 학번 속성에 없는 값은 입력할 수 없다.
(학생이 존재해야 등록이 존재)

2 무결성 제약조건

2 참조 무결성(Referencial Integrity) 제약조건 #3

☑ 외래키에 의한 참조관계에서 데이터 불일치가 발생하는 상황



예) 부서 릴레이션에서 20번 부서를 삭제하려 할 때

- 제한(restrict) : 사원릴레이션에서 참고하므로 삭제를 거절
- 연쇄(cascade) : 삭제된 부서 번호 값을 갖는 사원릴레이션 튜플도 함께 삭제
- 널 값으로 대체(nullify) : 삭제연산을 수행한 뒤 삭제된 부서 번호 값을 갖는 사원릴레이션의 튜플에서 부서번호를 NULL로 대체

2 무결성 제약조건

3 도메인 무결성(Domain Integrity) 제약조건 #1

- ☑ 해당 애트리뷰트의 값이 그 애트리뷰트가 정의한 도메인 내에서 속한 값이어야 함
- ☑ 데이터의 변경이 발생할 때 마다 DBMS에 의해서 체크됨
- ☑ SQL의 CHECK 조건으로 구현함

학번	과목번호	성적
ST001	SE0101	A
ST001	BZ0011	B
ST002	SE0102	B
ST002	SE0101	C
ST002	GE0011	90

2 무결성 제약조건

3 도메인 무결성(Domain Integrity) 제약조건 #2



예) 도메인 정의서(예)

도메인그룹	도메인명	데이터 타입	설명
번호	전화번호	VARCHAR2(13)	
	우편번호	CHAR(5)	
	비밀번호	VARCHAR2(10)	영문, 숫자, 특수문자 조합
	사원번호(PK)	NUMBER	시퀀스를 PK로 사용
금액	금액(N, 13)	NUMBER(13)	
	금액(N, 6)	NUMBER(6)	
명칭	이름	VARCHAR2(16)	
	제목	VARCHAR2(128)	
수량	주문수량	NUMBER	{0 .. 100}
여부	사용여부	CHAR(1)	{Y, N}
날짜	일자	VARCHAR2(14)	YYYYMMDD
	월	VARCHAR2(2)	MM
	년도	VARCHAR2(4)	YYYY

학습 정리

📄 관계 데이터 구조

- 릴레이션은 튜플의 집합



학습 정리



관계 데이터 제약

- 키 제약조건

- 후보키, 기본키, 대체키, 슈퍼키
- 외래키

- 무결성 제약조건

- 개체무결성 제약조건
- 참조무결성 제약조건
- 도메인무결성 제약조건

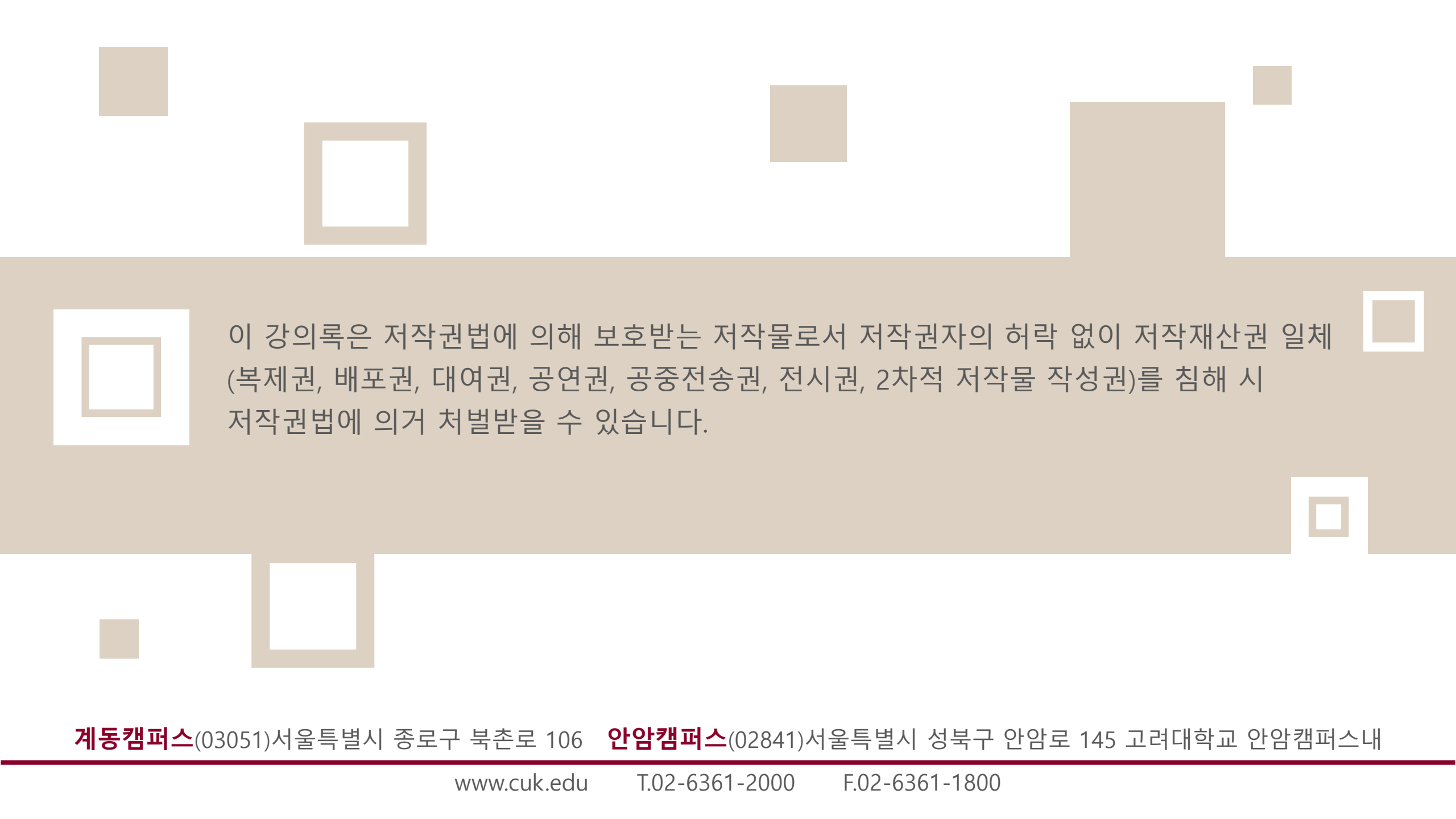
참고 문헌



데이터베이스 시스템 7판,
Ramez Elmasri , Shamkant B. Navathe
지음, 황규영 등 옮김, 홍릉과학출판사,
2018년 8월



www.wikipedia.org



이 강의록은 저작권법에 의해 보호받는 저작물로서 저작권자의 허락 없이 저작권재산권 일체 (복제권, 배포권, 대여권, 공연권, 공중전송권, 전시권, 2차적 저작물 작성권)를 침해 시 저작권법에 의거 처벌받을 수 있습니다.