CHAPTER

08

정규화

학습목표

- 정규화의 필요성과 이상 현상을 이해한다.
- 함수 종속성의 개념과 함수 종속 다이어그램을 알아 본다.
- 기본 정규형을 이해하고 정규화를 적용해 본다.

1. 정규화와 이상 현상

- 데이터베이스 설계(database design)
  - 대량의 데이터를 데이터베이스 안에 어떻게 조직하여 구성하느냐는 중요한 문제
  - 현실 세계를 정확하고 자연스럽게 반영할 수 있도록 데이터베이스의 논리적 구조를 결정
  - 전체 데이터베이스에 대한 통합된 하나의 스키마(schema)를 정의

- 이상 현상
  - 잘못된 스키마 정의는 원하지 않는 여러 이상 현상을 발생시킴
    - SELECT문으로 검색할 경우는 아무런 이상 현상이 발생하지 않음
    - INSERT, UPDATE, DELETE문으로 데이터를 변경할 때는 3가지 이상 현상이 발생

- 정규화
  - 잘못된 스키마 정의를 바로 잡는 데이터베이스 설계 방법

1.2 이상 현상

1) 삽입 이상(insertion anomaly)
- 새 영화번호 'm006'이 상영관 '4관'에서 상영된다는 사실을 '예약' 릴레이션에 추가가정
- 불필요한 데이터를 함께 입력하지 않고서는 원하는 데이터만 입력이 불가능한 상황

2) 갱신 이상(update anomaly)
- 영화번호 'm002'인 영화의 상영관을 '3관'에서 '4관'으로 변경 가정
- 중복된 속성 값 중 일부가 수정되지 않을 경우 데이터 불일치가 발생할 수 있는 상황

3) 삭제 이상(deletion anomaly)
- 고객번호 'y001'인 고객이 영화번호 'm004'인 영화의 예약을 취소하는 경우 가정
- 삭제할 때 원하지 않는 유용한 데이터까지 함께 삭제되어 데이터 손실이 발생할 수 있는 상황

예약

고객번호	영화번호	티켓수	상영관
c001	m002	3	3관
c004	m005	2	2관
c003	m002	5	3관
c002	m001	1	1관
y001	m004	2	5관
c004	m003	1	2관
y001	m002	4	3관
c003	m001	1	1관
c004	m002	2	3관

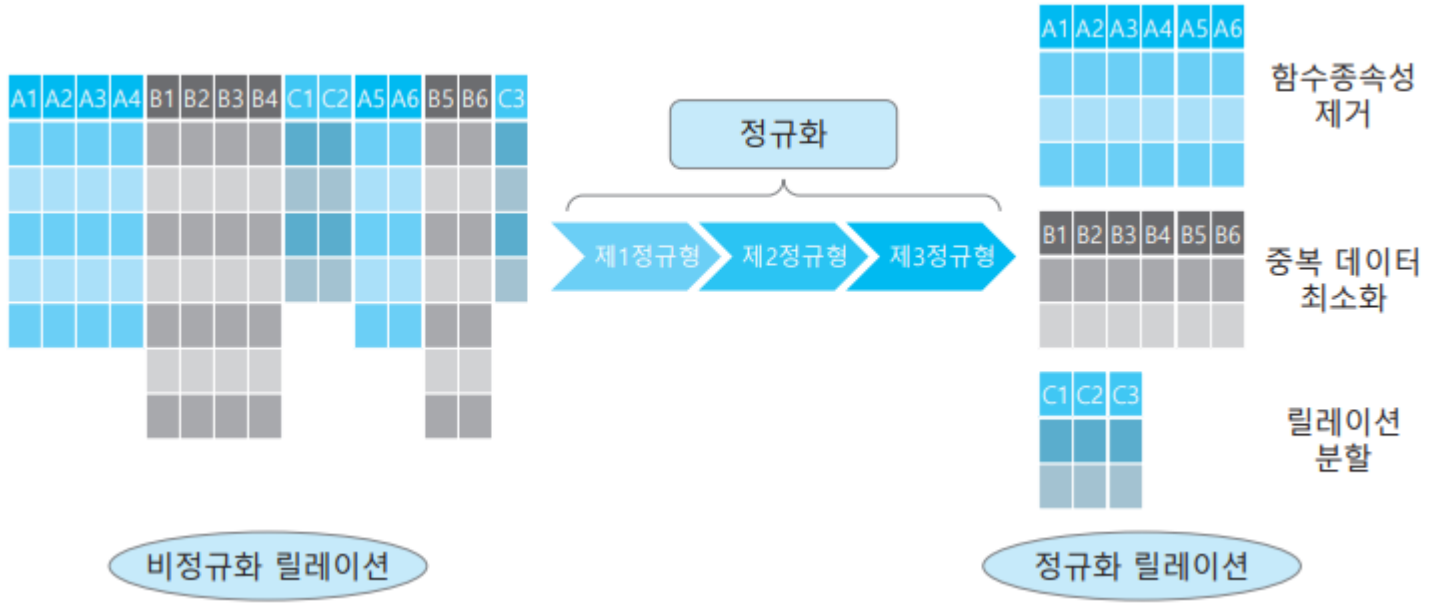
1.3 정규화의 개념

- 이상현상 발생 원인
  - 속성 사이의 많은 연관 관계를 무리하게 하나의 릴레이션으로 표현할 때 발생
    - 이를 방지하려면 속성 사이의 연관 관계 즉, 종속성(dependency)을 분석하여 하나의 릴레이션에는 하나의 종속성만 표현되도록 릴레이션을 분해하면 됨
  - 기본적으로 연관성이 높은 속성들을 하나의 릴레이션으로 구성하는 것이 바람직

- 정규화(normalization)
  - 데이터 이상 방지를 위해 중복을 감소시키는 구조로 단계적 규칙에 따라 릴레이션을 분해하는 과정
  - 잘못된 설계를 바로 잡는 과정

정규화의 개념

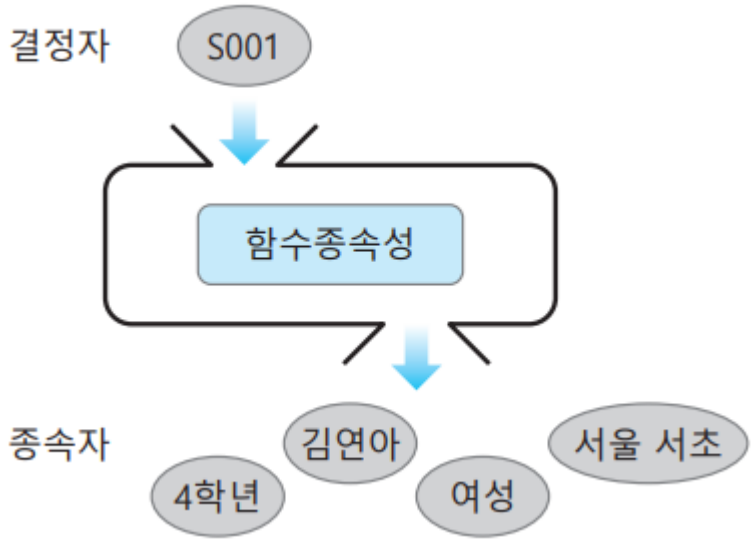
- 정규화 과정에서 이상 문제를 해결하려면 연관성이 높은 속성들로만 릴레이션을 구성해야 함
  - 릴레이션 속성 사이의 연관성을 평가하기 위한 척도가 필요 -> 함수 종속성



2. 함수 종속성

2.1 함수 종속성 정의

- 함수 종속성(FD: Functional Dependency)
  - 같은 릴레이션 안의 속성 간에 특정 속성 값이 함수적으로 다른 속성 값을 결정하는 종속 관계



함수 종속성

- 함수 종속성(FD: Functional Dependency)
  - 같은 릴레이션 안에 포함된 속성 사이의 연관성을 분석할 수 있는 척도
  - '속성1 → 속성2'로 표기
    - ✓어떤 속성2의 값이 다른 속성1의 값에 의해 결정되는 함수 종속 관계
    - ✓속성1은 속성2를 결정하는 결정자(determinant), 속성2는 속성1에 종속된 종속자(dependent)

학생_1

학번	이름	주소	학년	성별
s001	김연아	서울 서초	4	여
s002	홍길동	미정	1	남
s003	이승엽	미정	3	남
s004	이영애	경기 분당	2	여
s005	송윤아	경기 분당	4	여
s006	홍길동	서울 종로	2	남
s007	이은진	경기 과천	1	여

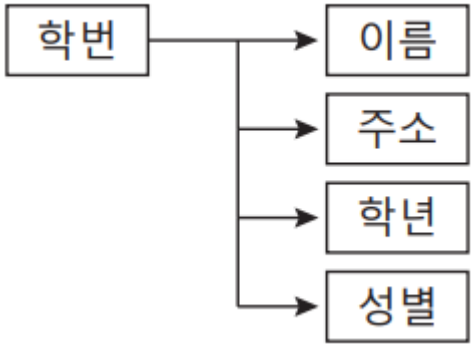
학번 → 이름
학번 → 주소
학번 → 학년
학번 → 성별

학번 → (이름, 주소, 학년, 성별)

2.2 함수 종속 다이아그램

- 함수 종속 다이아그램(FD diagram)
  - 하나의 릴레이션을 구성하는 속성들 간의 복잡한 함수 종속 관계를 이해하기 쉽도록 표현한 그림
  - 릴레이션 속성은 사각형으로, 속성 간의 함수 종속성은 화살표로 표기

- '학생_1' 릴레이션의 모든 함수 종속성을 함수 종속 다이아그램으로 표현



완전 함수 종속과 부분 함수 종속성

- 완전 함수 종속(full functional dependency)
  - 특정 속성이 결정자인 둘 이상의 전체 속성 조합에는 함수 종속이면서 결정자의 어떤 일부 속성에도 함수 종속이 아닐 때
    - 결정자인 기본키에 속한 모든 속성 값을 통해서만 기본키가 아닌 일반 속성을 결정할 수 있음
    - 보통 함수 종속은 완전 함수 종속을 의미
    - 결정자가 단일 속성이면 당연히 완전 함수 종속임

- 부분 함수 종속(partial functional dependency)
  - 특정 속성이 결정자인 둘 이상의 전체 속성 조합에도 함수 종속이면서 결정자의 일부 속성에도 함수 종속일 때
    - 결정자인 기본키에 속한 일부 속성 값을 통해서도 기본키가 아닌 일반 속성을 결정할 수 있음

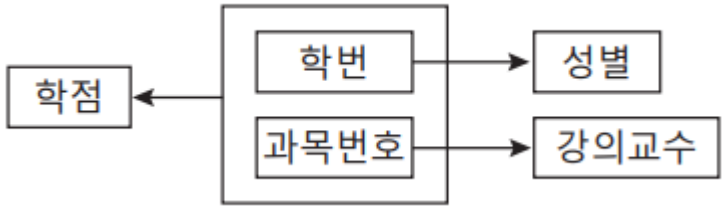
함수 종속 다이아그램의 예

- 함수 종속 다이아그램의 예(수강_1)

수강_1

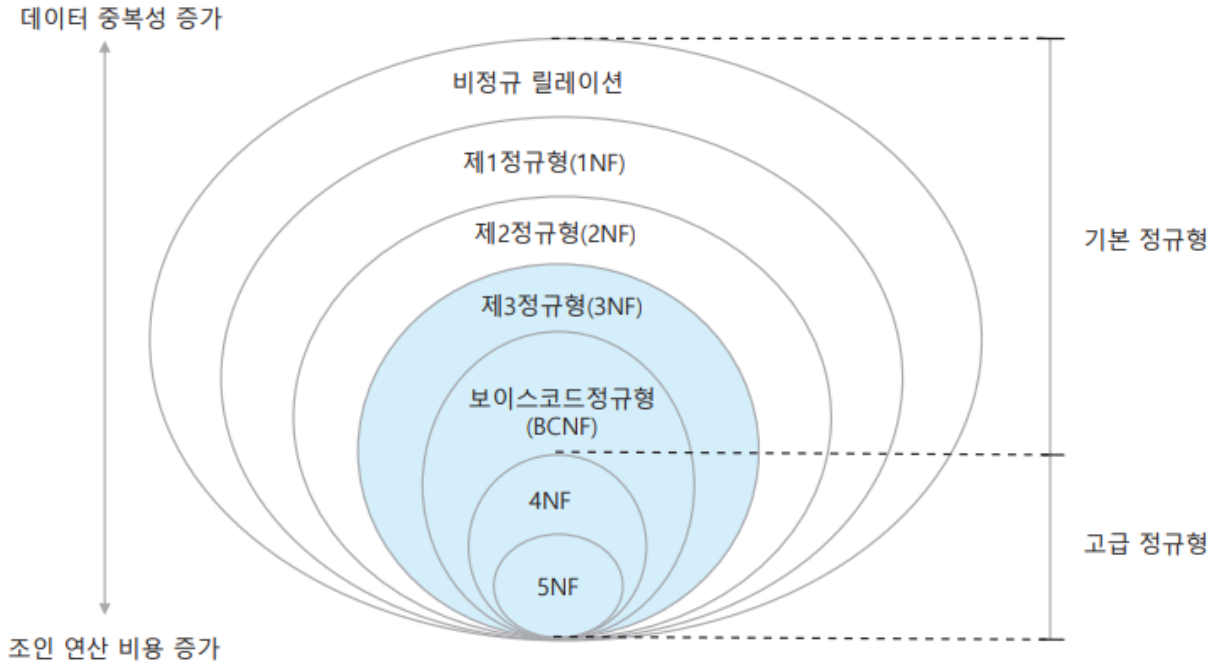
학번	과목번호	학점	성별	강의교수
s001	c002	A	여	강창욱
s004	c005	C	여	이기찬
s003	c002	B	남	강창욱
s002	c001	F	남	홍리라
s001	c004	B	여	김우영
s004	c003	A	여	박미라
s001	c005	C	여	이기찬
s003	c001	B	남	홍리라
s004	c002	A	여	강창욱

{학번, 과목번호} → (학점, 성별, 강의교수)
학번 → 성별
과목번호 → 강의교수



3. 기본 정규형

3.1 정규형의 종류



- 정규형(NF: Normal Form)
  - 정규화 과정에서 릴레이션이 만족해야 하는 특정한 함수 종속성의 충족 조건
    - 특정 정규형이 요구하는 충족 조건을 릴레이션이 만족하면 해당 수준의 정규형을 충족함을 의미함
  - 제3정규형 이상의 정규형을 충족하면 충분한 정규화가 이루어졌다고 봄
    - 보통 제3정규형 또는 보이스코드 정규형까지만 정규화를 진행

3.2 제1정규형

- 제1정규형 정의

> 제1정규형(1NF): 어떤 릴레이션 R에 속한 모든 속성의 도메인이 원자 값(atomic value)만을 갖는다면 제1정규형(First Normal Form)에 속한다.

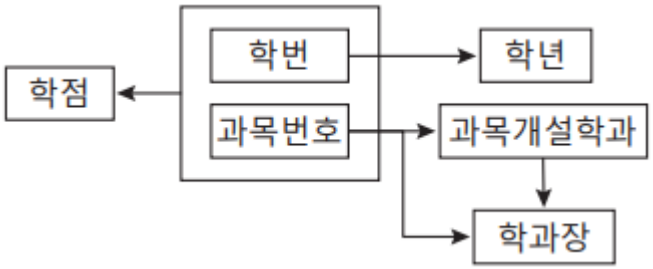
  - 정규화 대상인 릴레이션이 관계형 데이터 모델의 기본 원칙을 따르기만 한다면 당연히 제1정규형에 속함

> 학생_2(학번, 학생이름, 주소, {전화번호}, 성별) **제1정규형 (x)**
> 학생_3(학번, 학생이름, 주소, 집전화번호, 휴대폰번호, 성별) **제1정규형 (O)**

제1정규형의 문제점

수강_2

학번	과목번호	학점	학년	과목개설학과	학과장
s001	c001	A	1	컴퓨터	박유찬
s002	c001	B	3	컴퓨터	박유찬
s002	c002	C	3	경영	김철수
s003	c004	A	4	컴퓨터	박유찬
s004	c003	B	2	정보통신	강민애
s004	c003	C	2	정보통신	강민애
s002	c005	F	3	컴퓨터	박유찬



- (1-1) 삽입 이상
  - 과목번호 'c006'인 과목의 개설학과가 '통계'학과라는 사실만 따로 삽입할 수가 없음
- (1-2) 수정 이상
  - 컴퓨터학과의 학과장이 '박유찬'에서 '홍길동'으로 변경될 경우, 과목개설학과 '컴퓨터'인 모든 투플을 찾아 '학과장' 속성 값을 한꺼번에 '홍길동'으로 변경해야 함
- (1-3) 삭제 이상
  - 만약, 학번 's002' 학생이 과목번호 'c002' 과목 수강을 취소하여 이 투플을 삭제하면 'c002' 과목의 개설학과가 '경영'학과이고 학과장이 '김철수'라는 원하지 않은 정보까지 데이터베이스에서 함께 삭제됨

제1정규형의 문제점 해결

수강_3

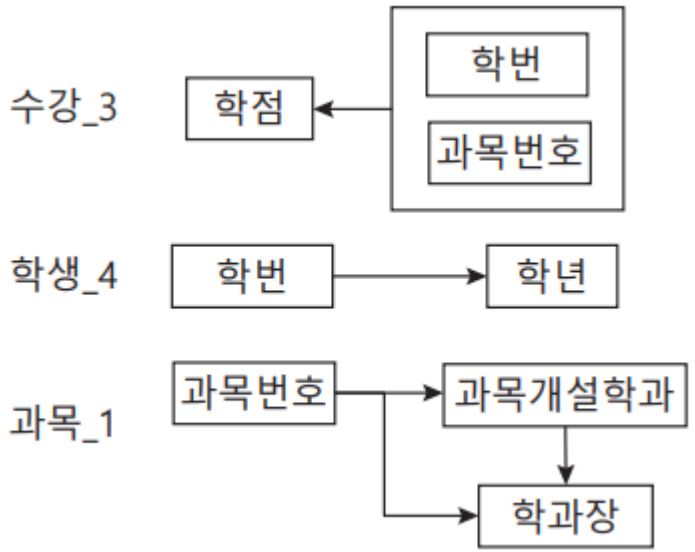
학번	과목번호	학점
s001	c001	A
s002	c001	B
s002	c002	C
s003	c004	A
s004	c003	B
s004	c003	C
s002	c005	F

학생_4

학번	학년
s001	1
s002	3
s003	4
s004	2

과목_1

과목번호	과목개설학과	학과장
c001	컴퓨터	박유찬
c002	경영	김철수
c003	정보통신	강민애
c004	컴퓨터	박유찬
c005	컴퓨터	박유찬



무손실 분해

- 무손실 분해(nonloss decomposition)
  - 정규화 과정에서 릴레이션 분해는 어떤 정보도 손실되지 않게 동등한 릴레이션들로 분해해야 함
  - 정보 손실 없이 프로젝트(project) 연산으로 무손실 분해된 릴레이션은 자연 조인(natural join) 연산에 의해 다시 분해 이전의 릴레이션으로 복원이 가능
  - 복원이 불가능하면 잘못된 분해이며 이는 올바른 정규화가 아님

- 결정자와 결정자에 종속되는 속성들을 함께 떼어내어 새로운 릴레이션을 생성할 때 결정자를 분할 전의 릴레이션에도 공통 속성으로 남겨두어야 함
  - 결정자가 이후 외래키로써 분해된 릴레이션 사이의 연관성을 유지할 수 있음

3.3 제2정규형

- 제2정규형 정의

> 제2정규형(2NF): 어떤 릴레이션 R이 제1정규형이고 기본키에 속하지 않는 모든 속성이 기본키에 완전 함수 종속이면 제2정규형(Second Normal Form)에 속한다.

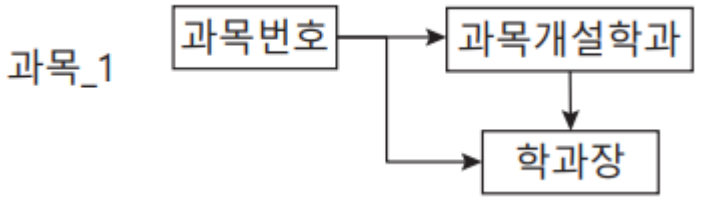
  - 제2정규형은 제1정규형을 충족하는 릴레이션의 기본키가 복합 속성일 때, 기본키의 일부 속성이 결정자인지를 검사함
  - 만약 기본키가 단일 속성이면, 모든 속성이 완전 함수 종속이므로 검사할 필요가 없이 제2정규형에 속함

학생_3(학번, 학생이름, 주소, 집전화번호, 휴대폰번호, 성별)	제2정규형 (O)
수강_2(학번, 과목번호, 학점, 학년, 과목개설학과, 학과장)	제2정규형 (X)
수강_3(학번, 과목번호, 학점)	제2정규형 (O)
학생_4(학번, 학년)	제2정규형 (O)
과목_1(과목번호, 과목개설학과, 학과장)	제2정규형 (O)

제2정규형의 문제점

과목_1

과목번호	과목개설학과	학과장
c001	컴퓨터	박유찬
c002	경영	김철수
c003	정보통신	강민애
c004	컴퓨터	박유찬
c005	컴퓨터	박유찬



- (2-1) 삽입 이상
  - 과목개설학과인 '통계'학과의 학과장이 '홍장미'라는 사실만 따로 삽입할 수가 없음
- (2-2) 수정 이상
  - 컴퓨터학과의 학과장이 '박유찬'에서 '홍길동'으로 변경될 경우, 여전히 과목개설학과 '컴퓨터'인 모든 투플을 찾아 '학과장' 속성 값을 한꺼번에 '홍길동'으로 변경해야 함
- (2-3) 삭제 이상
  - 과목번호 'c002'의 등록을 취소하여 이 투플을 삭제하면 '경영'학과의 학과장이 '김철수'라는 원하지 않은 정보까지 함께 삭제됨

제2정규형의 문제점 해결

- 제2정규형을 충족하는 '과목_1' 릴레이션에 삽입(2-1), 수정(2-2), 삭제(2-3) 이상이 발생하는 이유
  - 아직도 둘 이상의 의미적 연관성을 하나의 릴레이션으로 함께 표현했기 때문

- 이행적 함수 종속성(transitive functional dependency)
  - 기본키에 속하지 않은 일반 속성 값이 기본키에 속하지 않은 또 다른 일반 속성 값을 결정함
  - 해결방법: 이행적 종속 관계를 끊어 두 종속 관계를 각기 다른 릴레이션에 표현 즉, 2개의 릴레이션으로 분해함

과목_2

과목번호	과목개설학과
c001	컴퓨터
c002	경영
c003	정보통신
c004	컴퓨터
c005	컴퓨터

과목_3

과목개설학과	학과장
컴퓨터	박유찬
경영	김철수
정보통신	강민애

3.4 제3정규형

- 제3정규형 정의

> 제3정규형(3NF): 어떤 릴레이션 R이 제2정규형이고 기본키에 속하지 않는 모든 속성이 기본키에 이행적 함수 종속이 아니면, 제3정규형(Third Normal Form)에 속한다.

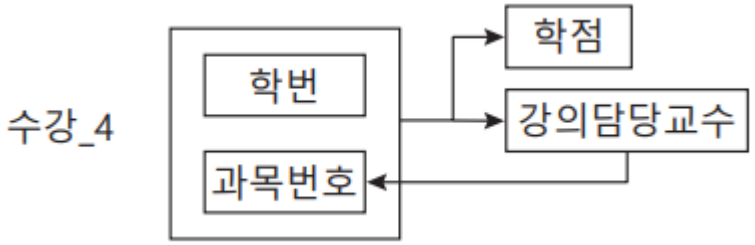
  - 제3정규형은 제2정규형을 충족하는 릴레이션의 기본키가 아닌 일반 속성이 결정자인지를 검사
  - 일반 속성이 기본키 속성이 아닌 일반 속성에 종속적일 때 제3정규형에 위배됨

수강_3(학번, 과목번호, 학점)	제3정규형 (O)
학생_4(학번, 학년)	제3정규형 (O)
과목_1(과목번호, 과목개설학과, 학과장)	제3정규형 (X)
과목_2(과목번호, 과목개설학과)	제3정규형 (O)
과목_3(과목개설학과, 학과장)	제3정규형 (O)

제3정규형의 문제점

수강_4

학번	과목번호	학점	강의담당교수
s001	c001	A	p001
s002	c001	B	p001
s002	c002	C	p002
s003	c001	A	p004
s004	c003	B	p003
s005	c003	C	p003
s004	c001	F	p001



- (3-1) 삽입 이상
  - 과목번호 'c004'의 강의담당교수가 'p005'이라는 사실만 따로 삽입할 수는 없음
- (3-2) 수정 이상
  - 강의담당교수 ‘p001’의 담당 과목번호가 ‘c005’로 변경될 경우, ‘p001’과 관련된 모든 투플을 찾아 ‘과목번호’ 속성 값을 한꺼번에 ‘c005’로 변경해야 함
- (3-3) 삭제 이상
  - 학번 ‘s002’인 학생이 교과번호 ‘c002’의 수강을 취소하여 이 투플을 삭제하면 ‘p002’ 교수가 ‘c002’ 과목을 강의한다는 정보까지 함께 삭제됨

제3정규형의 문제점 해결

- 제3정규형을 충족하는 '수강_4' 릴레이션에 삽입(3-1), 수정(3-2), 삭제(3-3) 이상이 발생
  - 원인: 기본키가 아닌 속성이 기본키 일부 속성의 결정자가 되기 때문
  - 릴레이션의 후보키가 둘 이상이고 기본키가 둘 이상의 속성 조합일 때 발생

- 이러한 문제를 해결하려면 기본키가 아닌 결정자를 분리하여 2개의 릴레이션으로 분해

수강_5

학번	강의담당교수	학점
s001	p001	A
s002	p001	B
s002	p002	C
s003	p004	A
s004	p003	B
s005	p003	C
s004	p001	F

과목_4

강의담당교수	과목번호
p001	c001
p002	c002
p004	c001
p003	c003
p001	c001

3.5 보이스코드 정규형

- 보이스코드 정규형(BCNF: Boyce Codd Normal Form)의 정의
  - 복잡한 식별자 관계에 의한 문제를 해결하기위해 제3정규형을 보완
  - “강한 제3정규형(strong 3NF)”이라고도 함

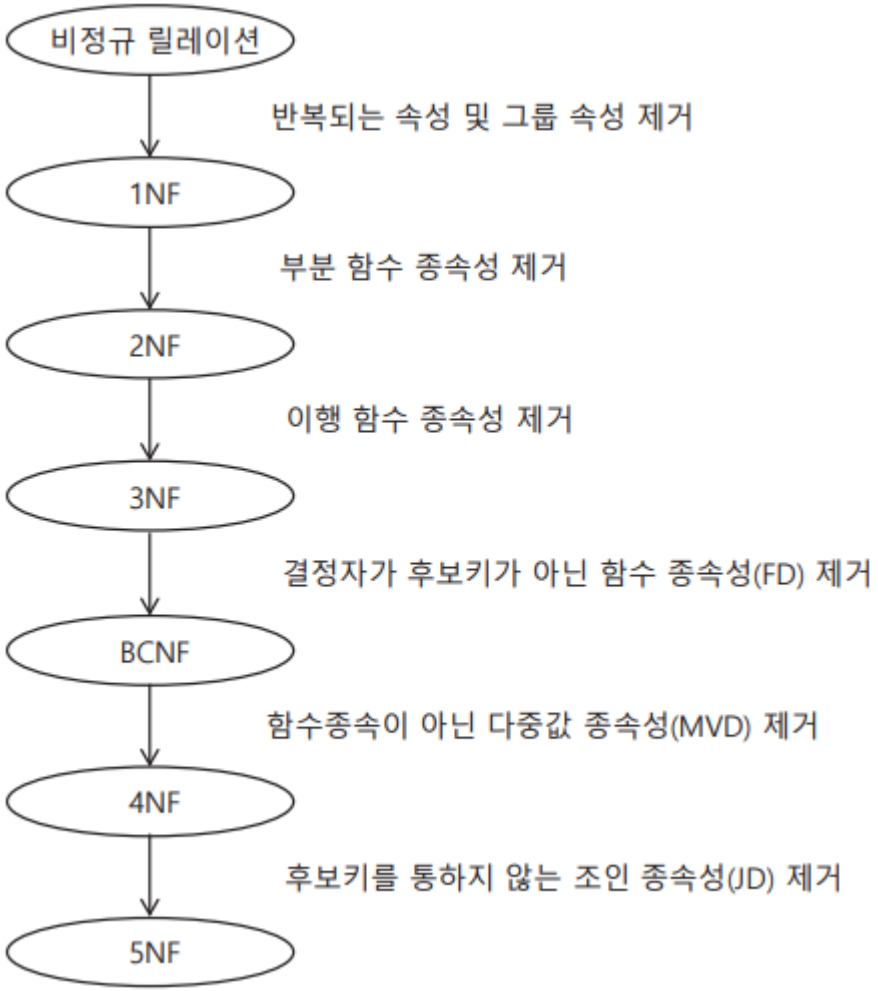
> 보이스코드 정규형(BCNF): 릴레이션 R의 모든 결정자(determinant)가 후보키(candidate key)이면 릴레이션 R은 보이스코드 정규형에 속한다.

  - 제3정규형이더라도 기본키 속성이 기본키 속성이 아닌 일반 속성에 종속적일 때 보이스코드 정규형에 위배됨
    - 모든 결정자를 후보키로 만듦 즉, 기본키가 아니면서 결정자 역할을 하는 속성과 그 결정자에 함수 종속되는 속성을 하나의 릴레이션으로 분리
    - 이때, 결정자는 원 릴레이션에도 남겨서 외래키 역할을 하도록 함

수강_3(학번, 과목번호, 학점)	제3정규형 (O) BCNF (O)
학생_4(학번, 학년)	제3정규형 (O) BCNF (O)
과목_1(과목번호, 과목개설학과, 학과장)	제3정규형 (X) BCNF (X)
과목_2(과목번호, 과목개설학과)	제3정규형 (O) BCNF (O)
과목_3(과목개설학과, 학과장)	제3정규형 (O) BCNF (O)
수강_4(학번, 과목번호, 학점, 강의담당교수)	제3정규형 (O) BCNF (X)
수강_5(학번, 강의담당교수, 학점)	제3정규형 (O) BCNF (O)
과목_4(강의담당교수, 과목번호)	제3정규형 (O) BCNF (O)

3.6 정규화의 적용

- 정규화
  - 릴레이션을 정보 표현 측면에서 동등하면서도 중복을 감소시키는 더욱 작은 릴레이션들로 무손실 분해함으로써 이상 현상을 제거하는 데이터베이스 설계의 한 방법



반정규화

- 반정규화(de-normalization)
  - 정규화의 반대 개념, '역정규화'
    - 정규화와는 반대로 보다 낮은 수준의 정규형으로 릴레이션을 통합
    - 성능 저하가 문제될 경우 분해된 릴레이션을 역으로 통합, 성능을 향상시키는 설계 방법
  - 높은 정규형을 만족하는 릴레이션 스키마가 반드시 최적이라고 할 수는 없음
    - 정규화는 데이터의 정합성과 무결성이 강화되는 장점이 있지만 반대로 릴레이션 수가 과다하게 늘어나 SQL 문장이 복잡해지고 조인 연산 등으로 실행 시간이 오래 걸릴 수도 있기 때문
    - 자주 또 다량으로 조회되는 데이터에 대해서는 역으로 데이터 중복을 허용하는 반정규화 수행가능
  - 반정규화는 다음 과정을 포함
    - 릴레이션들을 병합
    - 통계·이력 릴레이션을 추가
    - 여러 릴레이션에 같은 속성을 중복하여 추가
    - 총계·평균 같은 파생 속성을 추가
  - 반정규화는 데이터베이스 설계의 최종 단계에서 신중하게 고려