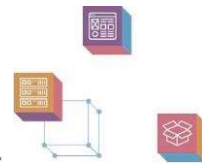


## [강의교안 이용 안내]

- 본 강의교안의 저작권은 한빛아카데미(주)에 있습니다.
- 이 자료를 무단으로 전제하거나 배포할 경우 저작권법 136조에 의거하여 최고 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처할 수 있고 이를 병과(併科)할 수도 있습니다.



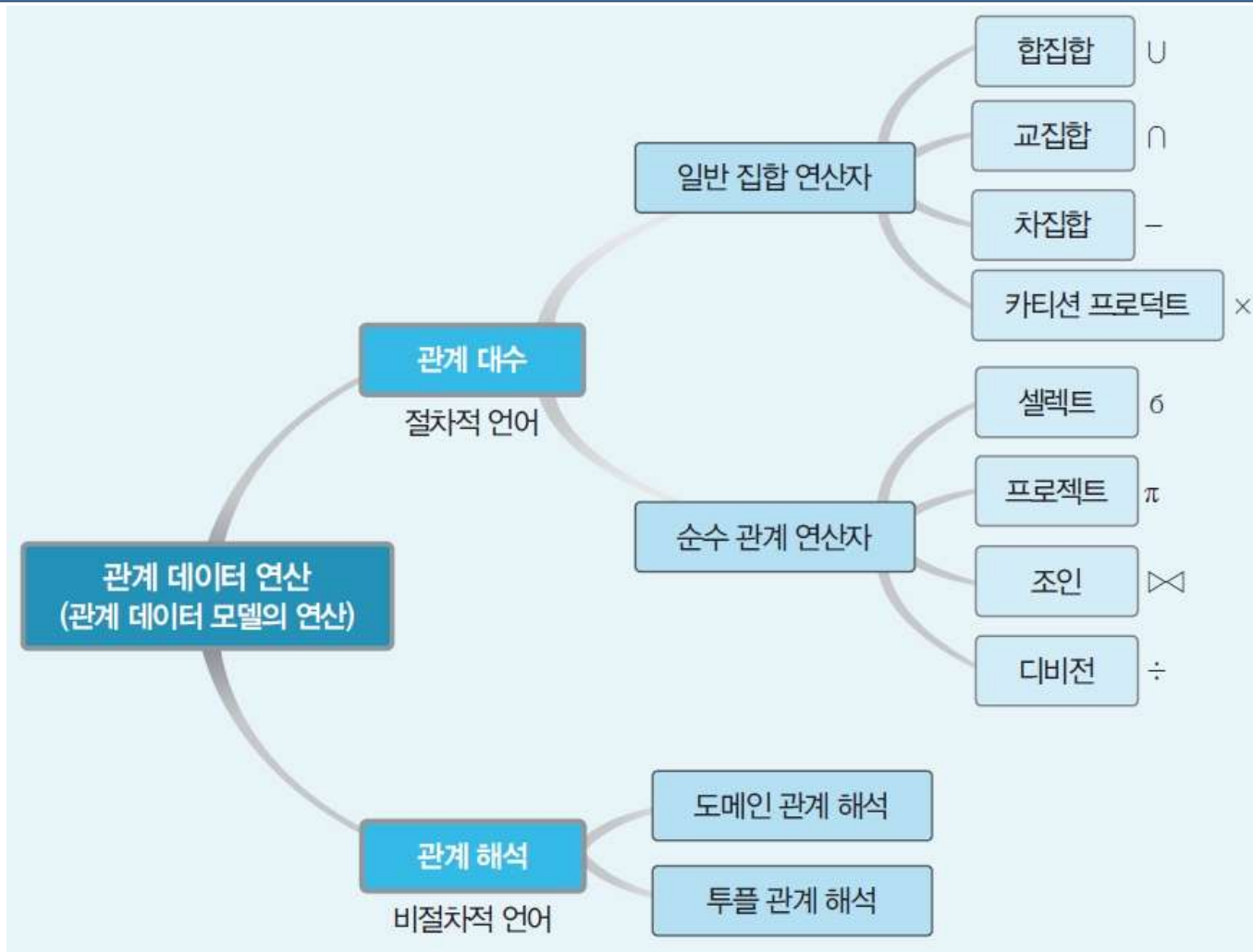
# 관계 데이터 연산

01 관계 데이터 연산의 개념

02 관계 대수

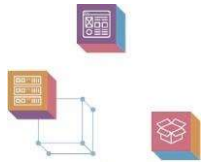
03 관계 해석

# 학습목표



- 관계 데이터 연산의 개념과 종류를 알아본다.
- 일반 집합 연산자와 순수 관계 연산자의 차이를 이해한다.
- 일반 집합 연산자와 순수 관계 연산자를 이용해 질의를 표현하는 방법을 익힌다.
- 관계 해석의 개념을 간단히 정리해본다.

# 01 관계 데이터 연산의 개념



◆ 데이터 모델 = 데이터 구조 + 연산 + 제약조건

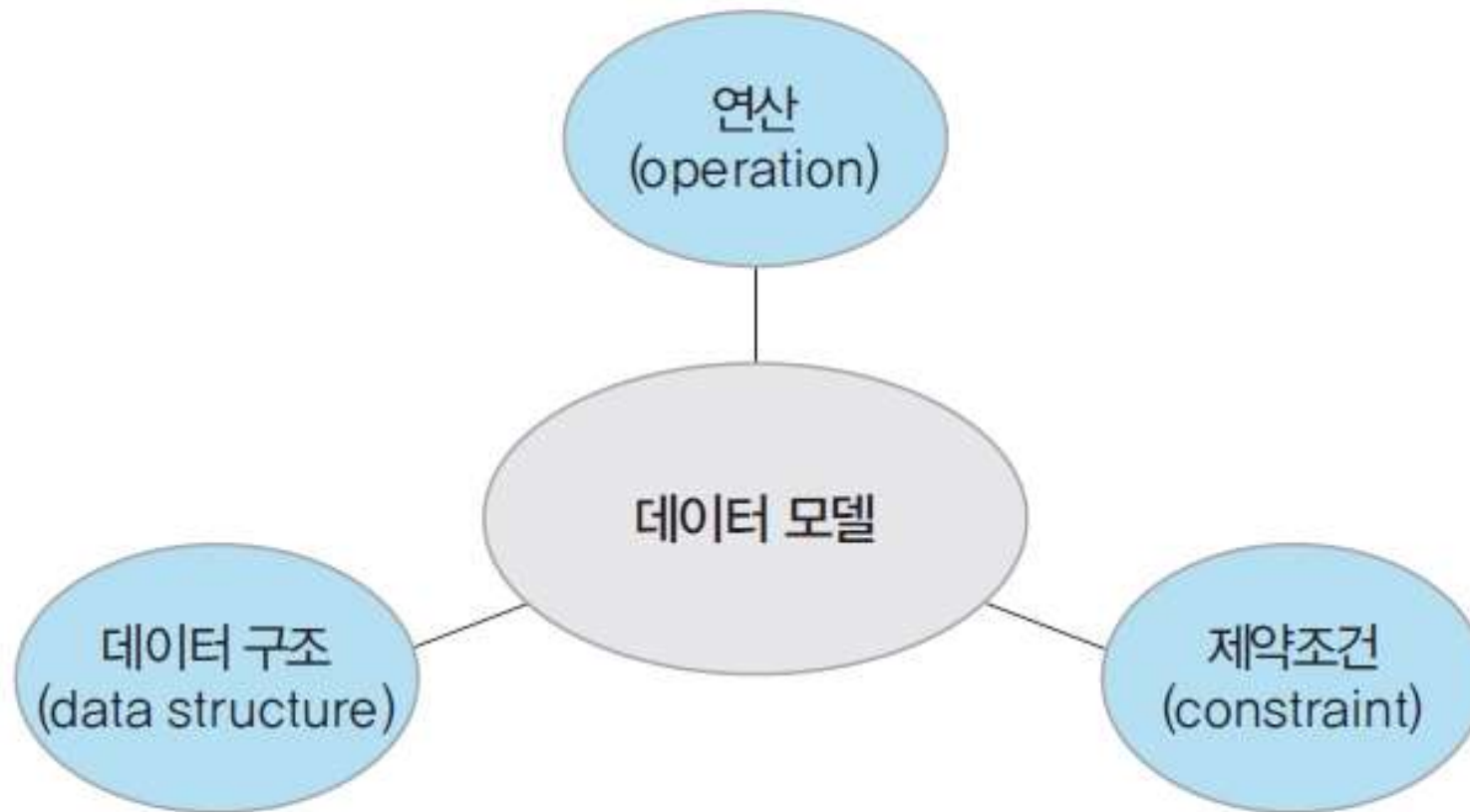


그림 6-1 데이터 모델의 구성

# 01 관계 데이터 연산의 개념



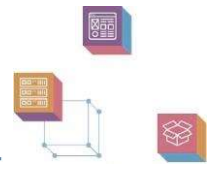
## ◆ 관계 데이터 연산(relational data operation)

- 관계 데이터 모델의 연산
- 원하는 데이터를 얻기 위해 릴레이션에 필요한 처리 요구를 수행하는 것
- 관계 대수와 관계 해석
  - 기능과 표현력 측면에서 동등한 능력



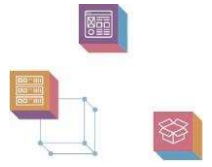
그림 6-2 관계 데이터 연산의 종류

# 01 관계 데이터 연산의 개념



## ◆ 관계 대수와 관계 해석의 역할

- 데이터 언어의 유용성을 검증하는 기준
- 관계 대수나 관계 해석으로 기술할 수 있는 모든 질의를 기술할 수 있는 데이터 언어 → 관계적으로 완전(relationally complete)하다고 판단
  - 질의(query) : 데이터에 대한 처리 요구



### ◆ 관계 대수(relational algebra)의 개념

- 절차 언어(procedural language)
  - 원하는 결과를 얻기 위해 릴레이션의 처리 과정을 순서대로 기술하는 언어
- 릴레이션을 처리하는 연산자들의 모임
  - 대표 연산자 8개
  - 일반 집합 연산자와 순수 관계 연산자로 분류
- 폐쇄 특성(closure property)
  - 피연산자도 릴레이션이고 연산의 결과도 릴레이션

## 02 관계 대수



### ◆ 관계 대수의 연산자

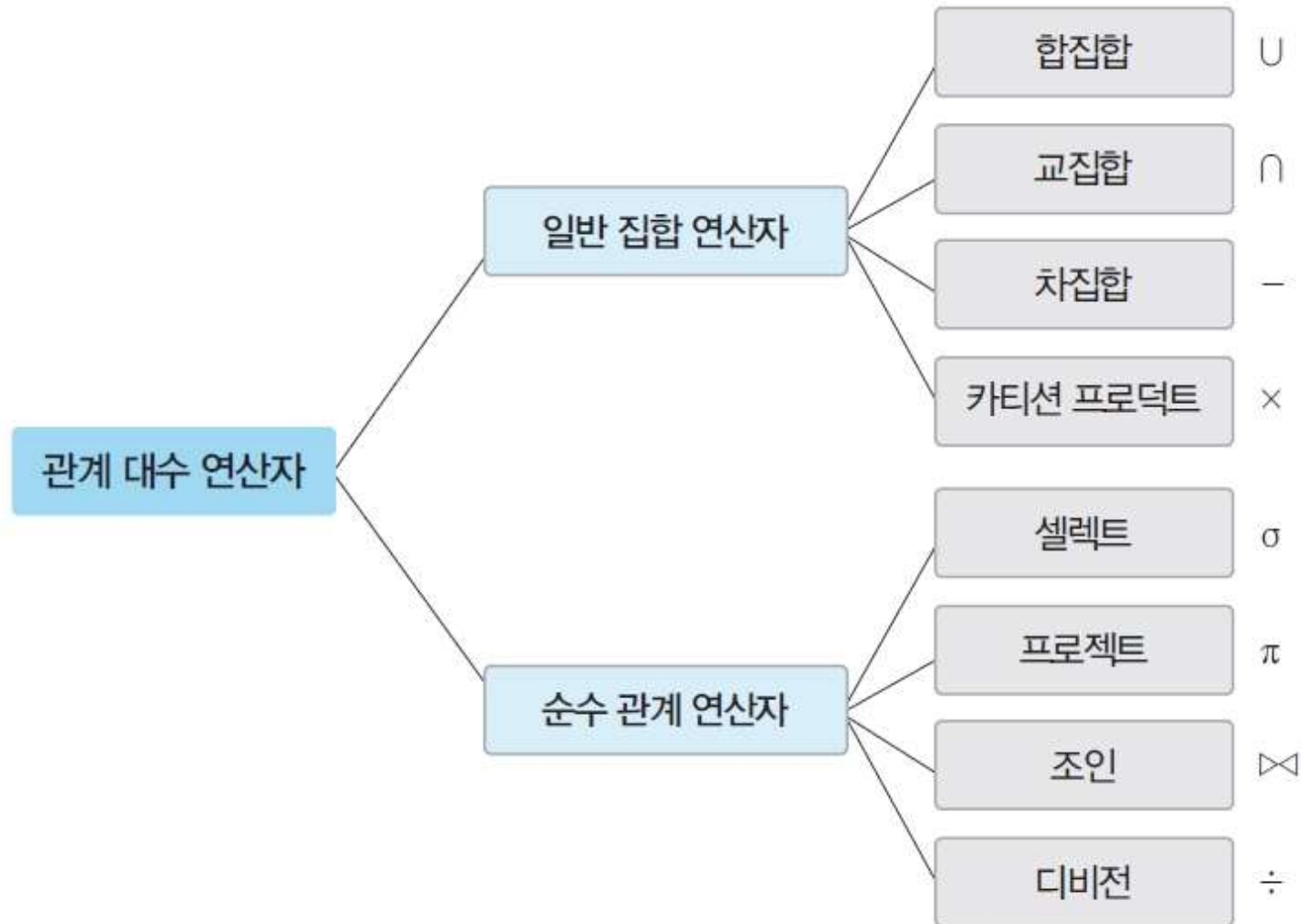
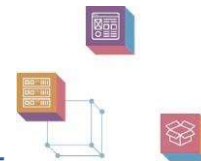


그림 6-3 관계 대수 연산자의 종류



## 02 관계 대수



### ◆ 일반 집합 연산자(set operation)

- 릴레이션이 튜플의 집합이라는 개념을 이용하는 연산자

연산자	기호	표현	의미
합집합	$\cup$	$R \cup S$	릴레이션 R과 S의 합집합을 반환
교집합	$\cap$	$R \cap S$	릴레이션 R과 S의 교집합을 반환
차집합	$-$	$R - S$	릴레이션 R과 S의 차집합을 반환
카티션 프로덕트	$\times$	$R \times S$	릴레이션 R의 각 튜플과 릴레이션 S의 각 튜플을 모두 연결하여 만든 새로운 튜플을 반환

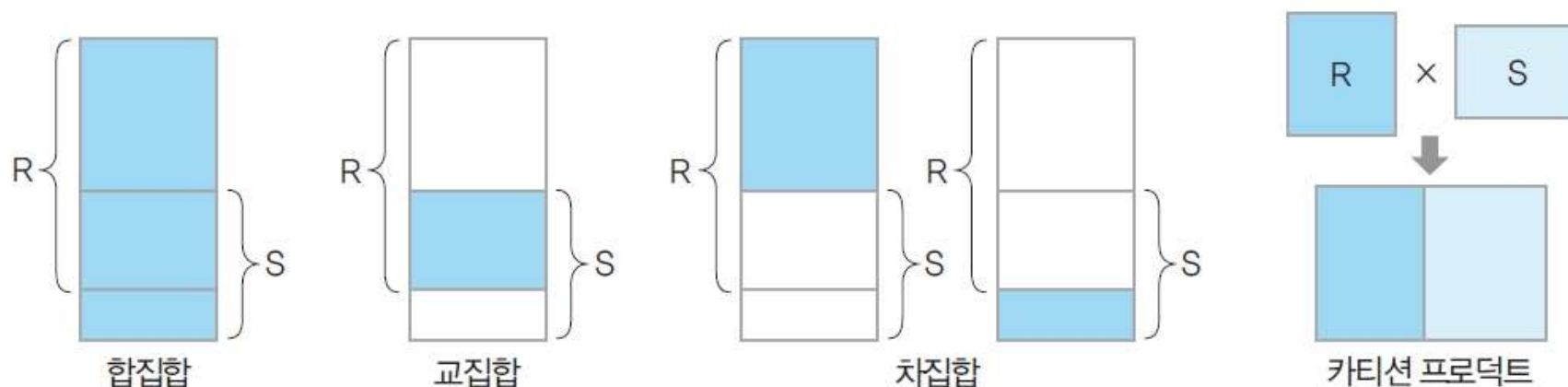
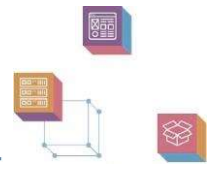


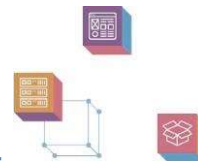
그림 6-4 일반 집합 연산자의 종류와 기능



### ◆ 일반 집합 연산자의 특성

- 피연산자가 2개 필요
  - 2개의 릴레이션을 대상으로 연산 수행
- 합집합, 교집합, 차집합은 피연산자인 두 릴레이션이 합병 가능해야 함
  - 합병 가능(union-compatible) 조건
    - 두 릴레이션의 차수가 같아야 함
    - 두 릴레이션에서 서로 대응되는 속성의 도메인이 같아야 함

## 02 관계 대수



고객 릴레이션

고객번호	고객이름	나이
INT	CHAR(20)	INT
100	정소화	20
200	김선우	35
300	고명석	24

직원 릴레이션

직원번호	직원이름	직위
INT	CHAR(20)	CHAR(20)
10	김용욱	부장
20	채광주	과장
30	김수진	대리

그림 6-6 합병이 불가능한 예

고객 릴레이션

고객번호	고객이름	나이
INT	CHAR(20)	INT
100	정소화	20
200	김선우	35
300	고명석	24

직원 릴레이션

직원번호	직원이름	나이
INT	CHAR(20)	INT
10	김용욱	40
20	채광주	32
30	김수진	28

그림 6-7 합병이 가능한 예



### ◆ 일반 집합 연산자 – 합집합(union)

- 합병 가능한 두 릴레이션 R과 S의 합집합 :  $R \cup S$ 
  - 릴레이션 R에 속하거나 릴레이션 S에 속하는 모든 튜플로 결과 릴레이션 구성
- 결과 릴레이션의 특성
  - 차수는 릴레이션 R과 S의 차수와 같음
  - 카디널리티는 릴레이션 R과 S의 카디널리티를 더한 것과 같거나 적어짐
- 교환적 특징이 있음
  - $R \cup S = S \cup R$
- 결합적 특징이 있음
  - $(R \cup S) \cup T = R \cup (S \cup T)$

## 02 관계 대수



그림 6-8 합집합 연산의 예



### ◆ 일반 집합 연산자 – 교집합(intersection)

- 합병 가능한 두 릴레이션 R과 S의 교집합 :  $R \cap S$ 
  - 릴레이션 R과 S에 공통으로 속하는 튜플로 결과 릴레이션 구성
- 결과 릴레이션의 특성
  - 차수는 릴레이션 R과 S의 차수와 같음
  - 카디널리티는 릴레이션 R과 S의 어떤 카디널리티보다 크지 않음(같거나 적음)
- 교환적 특징이 있음
  - $R \cap S = S \cap R$
- 결합적 특징이 있음
  - $(R \cap S) \cap T = R \cap (S \cap T)$

## 02 관계 대수



R

번호	이름
100	정소화
200	김선우
300	고명석

S

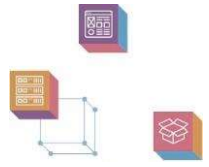
번호	이름
100	정소화
101	채광주
102	김수진

↓ 교집합 연산

$R \cap S$

번호	이름
100	정소화

그림 6-9 교집합 연산의 예



### ◆ 일반 집합 연산자 – 차집합(difference)

- 합병 가능한 두 릴레이션 R과 S의 차집합 :  $R-S$ 
  - 릴레이션 R에는 존재하지만 릴레이션 S에는 존재하지 않는 튜플로 결과 릴레이션 구성
- 결과 릴레이션의 특성
  - 차수는 릴레이션 R과 S의 차수와 같음
  - $R-S$ 의 카디널리티는 릴레이션 R의 카디널리티와 같거나 적음
  - $S-R$ 의 카디널리티는 릴레이션 S의 카디널리티와 같거나 적음
- 교환적, 결합적 특징이 없음



## 02 관계 대수



R

번호	이름
100	정소화
200	김선우
300	고명석

S

번호	이름
100	정소화
101	채광주
102	김수진

차집합 연산

R-S

번호	이름
200	김선우
300	고명석

S-R

번호	이름
101	채광주
102	김수진

그림 6-10 차집합 연산의 예



### ◆ 일반 집합 연산자 – 카티션 프로덕트(cartesian product)

- 두 릴레이션 R과 S의 카티션 프로덕트 :  $R \times S$ 
  - 릴레이션 R에 속한 각 튜플과 릴레이션 S에 속한 각 튜플을 모두 연결하여 만들어진 새로운 튜플로 결과 릴레이션을 구성
- 결과 릴레이션의 특성
  - 차수는 릴레이션 R과 S의 차수를 더한 것과 같음
  - 카디널리티는 릴레이션 R과 S의 카디널리티를 곱한 것과 같음
- 교환적 특징이 있음
  - $R \times S = S \times R$
- 결합적 특징이 있음
  - $(R \times S) \times T = R \times (S \times T)$

## 02 관계 대수



그림 6-11 카티션 프로덕트 연산의 예

## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자(relational operation)

- 릴레이션의 구조와 특성을 이용하는 연산자

연산자	기호	표현	의미
선택	$\sigma$	$\sigma_{\text{조건}}(R)$	릴레이션 R에서 조건을 만족하는 튜플들을 반환
프로젝트	$\pi$	$\pi_{\text{속성리스트}}(R)$	릴레이션 R에서 주어진 속성들의 값으로만 구성된 튜플들을 반환
조인	$\bowtie$	$R \bowtie S$	공통 속성을 이용해 릴레이션 R과 S의 튜플들을 연결하여 만든 새로운 튜플들을 반환
디비전	$\div$	$R \div S$	릴레이션 S의 모든 튜플과 관련이 있는 릴레이션 R의 튜플들을 반환

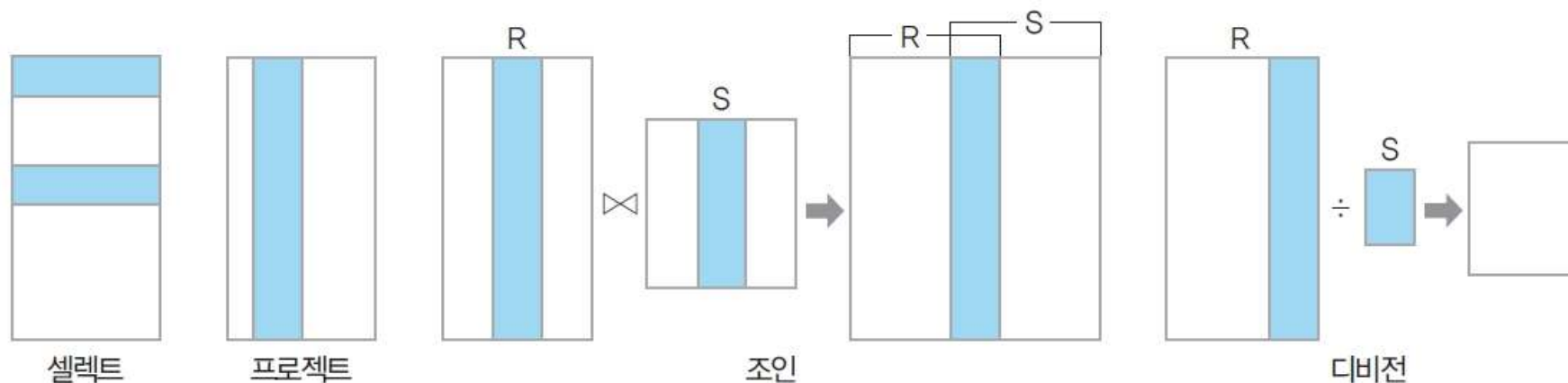


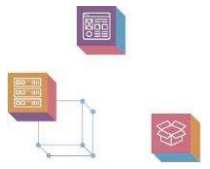
그림 6-5 순수 관계 연산자의 종류와 기능



### ◆ 순수 관계 연산자 – 선택(select)

- 릴레이션에서 조건을 만족하는 튜플만 선택하여 결과 릴레이션을 구성
  - 수평적 연산자 : 결과 릴레이션은 연산 대상 릴레이션의 수평적 부분집합
- 하나의 릴레이션을 대상으로 연산을 수행
- 수학적 표현 :  $\sigma_{\text{조건식}}$ (릴레이션)
- 데이터 언어적 표현 : 릴레이션 where 조건식
- 조건식
  - 비교식, 프레디캣(predicate)이라고도 함
  - 속성과 상수의 비교나 속성들 간의 비교로 표현
  - 비교 연산자(>, ≥, <, ≤, =, ≠)와 논리 연산자(∧, ∨, ¬)를 이용해 작성

## 02 관계 대수

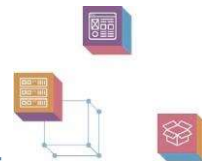


### ◆ 순수 관계 연산자 – 선택(select)

고객아이디	고객이름	나이	등급	직업	적립금
apple	김현준	20	gold	학생	1000
banana	정소화	25	vip	간호사	2500
carrot	원유선	28	gold	교사	4500
orange	정지영	22	silver	학생	0

그림 6-12 선택 연산을 적용할 릴레이션 예 : 고객 릴레이션

## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 선택(select)

#### 예제 6-1

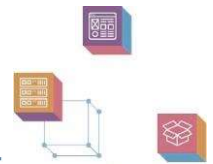
고객 릴레이션에서 등급이 gold인 튜플을 검색하시오.

▶▶  $\sigma_{\text{등급}='gold'}(\text{고객})$  또는 `고객 where 등급 = 'gold'`

결과 릴레이션

고객아이디	고객이름	나이	등급	직업	적립금
apple	김현준	20	gold	학생	1000
carrot	원유선	28	gold	교사	4500

## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 선택(select)

#### 예제 6-2

고객 릴레이션에서 등급이 gold이고, 적립금이 2000 이상인 튜플을 검색하시오.

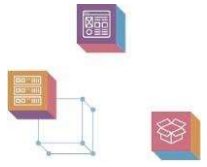
▶▶  $\sigma_{\text{등급}='gold' \wedge \text{적립금} \geq 2000}(\text{고객})$     또는    고객 where 등급 = 'gold' and 적립금  $\geq$  2000

결과 릴레이션

고객아이디	고객이름	나이	등급	직업	적립금
carrot	원유선	28	gold	교사	4500



## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 선택(select)

고객아이디	고객이름	나이	등급	직업	적립금
apple	김현준	20	gold	학생	1000
banana	정소화	25	vip	간호사	2500
carrot	원유선	28	gold	교사	4500
orange	정지영	22	silver	학생	0

등급 = 'gold'

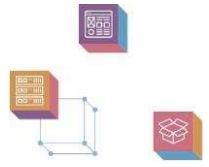
선택 연산

고객아이디	고객이름	나이	등급	직업	적립금
apple	김현준	20	gold	학생	1000
carrot	원유선	28	gold	교사	4500

그림 6-13 선택 연산의 수행 과정 : 고객 릴레이션

결과 릴레이션은 연산 대상 릴레이션의 수평적 부분집합

## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 선택

- 교환적 특징이 있음

$$\sigma_{조건식1}(\sigma_{조건식2}(\text{릴레이션})) = \sigma_{조건식2}(\sigma_{조건식1}(\text{릴레이션})) = \sigma_{조건식1 \wedge 조건식2}(\text{릴레이션})$$

<고객 릴레이션에서 등급이 gold이고, 적립금이 2000 이상인 튜플 검색>

$$\sigma_{적립금 \geq 2000}(\sigma_{등급='gold'}(\text{고객})) = \sigma_{등급='gold'}(\sigma_{적립금 \geq 2000}(\text{고객})) = \sigma_{등급='gold' \wedge 적립금 \geq 2000}(\text{고객})$$



### ◆ 순수 관계 연산자 – 프로젝트(project)

- 릴레이션에서 선택한 속성의 값으로 결과 릴레이션을 구성
  - 수직적 연산자 : 결과 릴레이션은 연산 대상 릴레이션의 수직적 부분집합
- 하나의 릴레이션을 대상으로 연산을 수행
- 수학적 표현 :  $\pi_{\text{속성리스트}}(\text{릴레이션})$
- 데이터 언어적 표현 : 릴레이션[속성리스트]

## 02 관계 대수

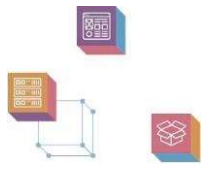


### ◆ 순수 관계 연산자 – 프로젝트

고객아이디	고객이름	나이	등급	직업	적립금
apple	김현준	20	gold	학생	1000
banana	정소화	25	vip	간호사	2500
carrot	원유선	28	gold	교사	4500
orange	정지영	22	silver	학생	0

그림 6-14 프로젝트 연산을 적용할 릴레이션 예 : 고객 릴레이션

## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 프로젝트

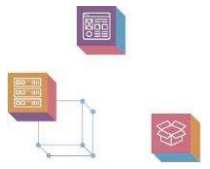
#### 예제 6-3

고객 릴레이션에서 고객이름, 등급, 적립금을 검색하시오.

▶▶  $\pi_{\text{고객이름, 등급, 적립금}}(\text{고객})$     또는    고객[고객이름, 등급, 적립금]

결과 릴레이션

고객이름	등급	적립금
정소화	gold	1000
김선우	vip	2500
고명석	gold	4500
김용욱	silver	0



### ◆ 순수 관계 연산자 – 프로젝트

#### 예제 6-4

고객 릴레이션에서 등급을 검색하시오.

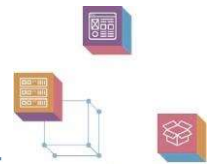
▶▶  $\pi_{\text{등급}}(\text{고객})$     또는    고객[등급]

결과 릴레이션

등급
gold
vip
silver

결과 릴레이션에서 동일한 튜플은 중복되지 않고 한 번만 나타남

## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 프로젝트

$\pi_{\text{고객이름, 등급, 적립금}}(\text{고객})$

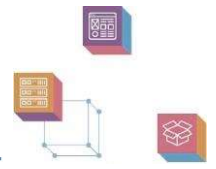
고객아이디	고객이름	나이	등급	직업	적립금
apple	김현준	20	gold	학생	1000
banana	정소화	25	vip	간호사	2500
carrot	원유선	28	gold	교사	4500
orange	정지영	22	silver	학생	0

↓ 프로젝트 연산

고객이름	등급	적립금
김현준	gold	1000
정소화	vip	2500
원유선	gold	4500
정지영	silver	0

결과 릴레이션은  
연산 대상 릴레이션의  
수직적 부분집합

그림 6-15 프로젝트 연산의 수행 과정 예 : 고객 릴레이션

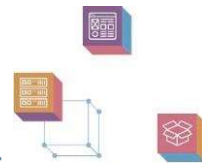


### ◆ 순수 관계 연산자 – 조인(join)

- 조인 속성을 이용해 두 릴레이션을 조합하여 결과 릴레이션을 구성
  - 조인 속성의 값이 같은 튜플만 연결하여 생성된 튜플을 결과 릴레이션에 포함
  - 조인 속성 : 두 릴레이션이 공통으로 가지고 있는 속성
- 표현법 : 릴레이션1  $\bowtie$  릴레이션2
- 동등 조인(equi-join)이라고도 함



## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 조인

고객 릴레이션

고객아이디	고객이름	나이	등급
apple	김현준	20	gold
banana	정소화	25	vip
carrot	원유선	28	gold
orange	정지영	22	silver

주문 릴레이션

주문번호	고객아이디	주문제품	수량
1001	apple	진짜우동	10
1002	carrot	맛있는파이	5
1003	banana	그대로만두	11

주문 릴레이션의 외래키

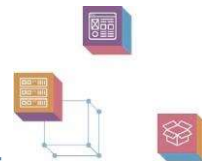
만약, 정소화 고객이 주문한  
제품을 검색하고 싶다면  
조인 연산이 필요!

[조인 속성]

고객 릴레이션의 고객아이디,  
주문 릴레이션의 고객아이디

그림 6-16 조인 연산을 적용할 예제 릴레이션들의 관계

## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 조인

고객 ⋈ 주문

고객 릴레이션

고객아이디	고객이름	나이	등급
apple	김현준	20	gold
banana	정소화	25	vip
carrot	원유선	28	gold
orange	정지영	22	silver

주문 릴레이션

주문번호	고객아이디	주문제품	수량
1001	apple	진짜우동	10
1002	carrot	맛있는파이	5
1003	banana	그대로만두	11

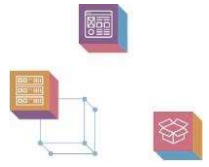
어느 릴레이션의 소속인지  
구분하기 위해  
**‘릴레이션.속성이름’**  
형식으로 표기

조인 연산

고객 ⋈ 주문

고객.고객아이디	고객이름	나이	등급	주문번호	주문.고객아이디	주문제품	수량
apple	김현준	20	gold	1001	apple	진짜우동	10
banana	정소화	25	vip	1003	banana	그대로만두	11
carrot	원유선	28	gold	1002	carrot	맛있는파이	5

그림 6-17 조인 연산의 수행 과정 예 : 고객과 주문 릴레이션



### ◆ 세타 조인(theta-join, $\theta$ -join)

- 동등 조인에 비해 더 일반화된 조인
- 주어진 조인 조건을 만족하는 두 릴레이션의 모든 튜플을 연결하여 생성된 새로운 튜플로 결과 릴레이션을 구성
- 결과 릴레이션의 차수는 두 릴레이션의 차수를 더한 것과 같음
- 표현법 : 릴레이션1  $\bowtie_{A\theta B}$  릴레이션2
  - $\theta$ 는 비교 연산자(>,  $\geq$ , <,  $\leq$ , =,  $\neq$ )를 의미

### ◆ 동등 조인(equi-join)

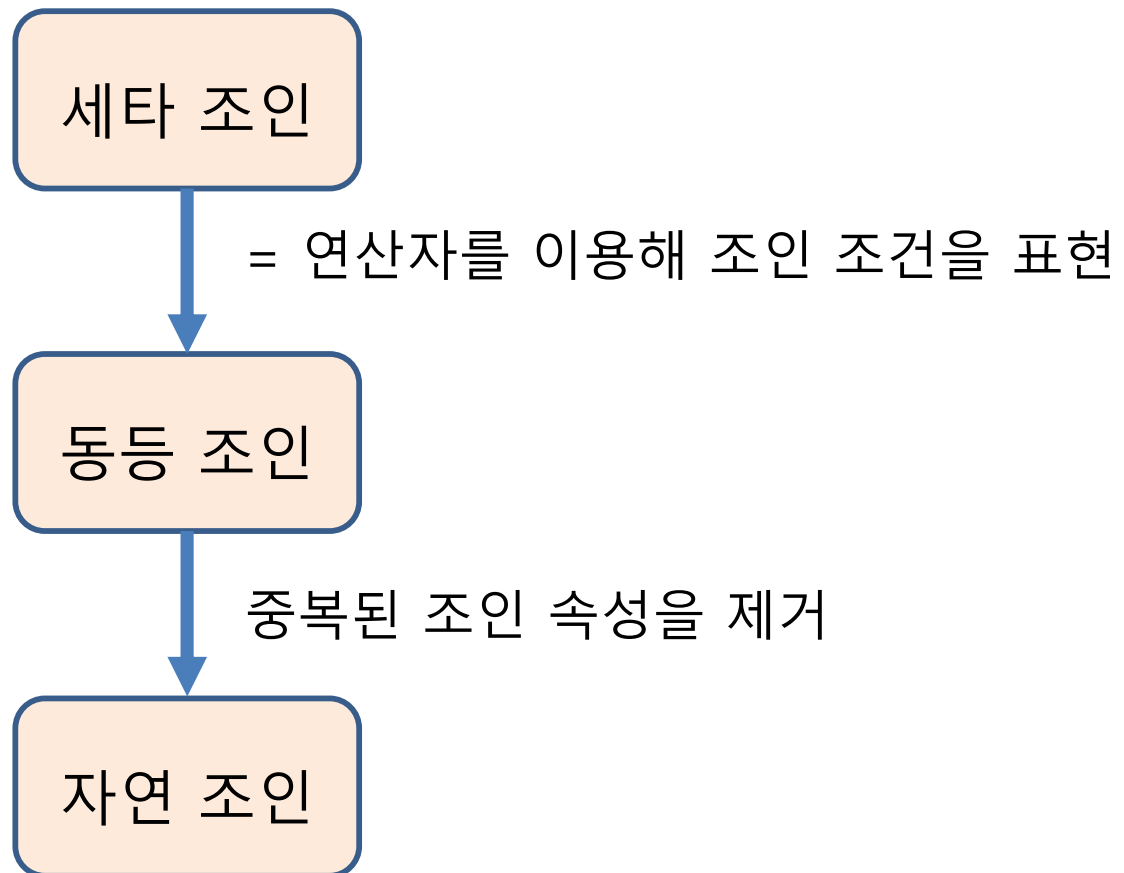
- $\theta$  연산자가 “=”인 세타 조인을 의미
- 표현법 : 릴레이션1  $\bowtie_{A=B}$  릴레이션2

예) 고객  $\bowtie_{\text{고객.고객아이디}=\text{주문.고객아이디}}$  주문

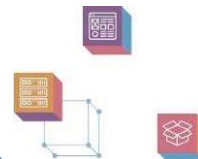


### ◆ 자연 조인(natural join)

- 동등 조인의 결과 릴레이션에서 조인 속성이 한 번만 나타나게 하는 연산
- 표현법 : 릴레이션1  $\bowtie_N$  릴레이션2



## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 조인

고객 릴레이션

고객아이디	고객이름	나이	등급
apple	김현준	20	gold
banana	정소화	25	vip
carrot	원유선	28	gold
orange	정지영	22	silver

주문 릴레이션

주문번호	고객아이디	주문제품	수량
1001	apple	진짜우동	10
1002	carrot	맛있는파이	5
1003	banana	그대로만두	11

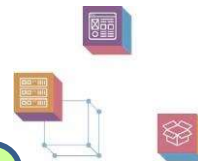
↓ 자연 조인 연산

고객  $\bowtie_N$  주문

고객아이디	고객이름	나이	등급	주문번호	주문제품	수량
apple	김현준	20	gold	1001	진짜우동	10
banana	정소화	25	vip	1003	그대로만두	11
carrot	원유선	28	gold	1002	맛있는파이	5

그림 6-18 자연 조인 연산의 예 : 고객과 주문 릴레이션

## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 조인

조인 속성이 B1과 B2로 구성됨

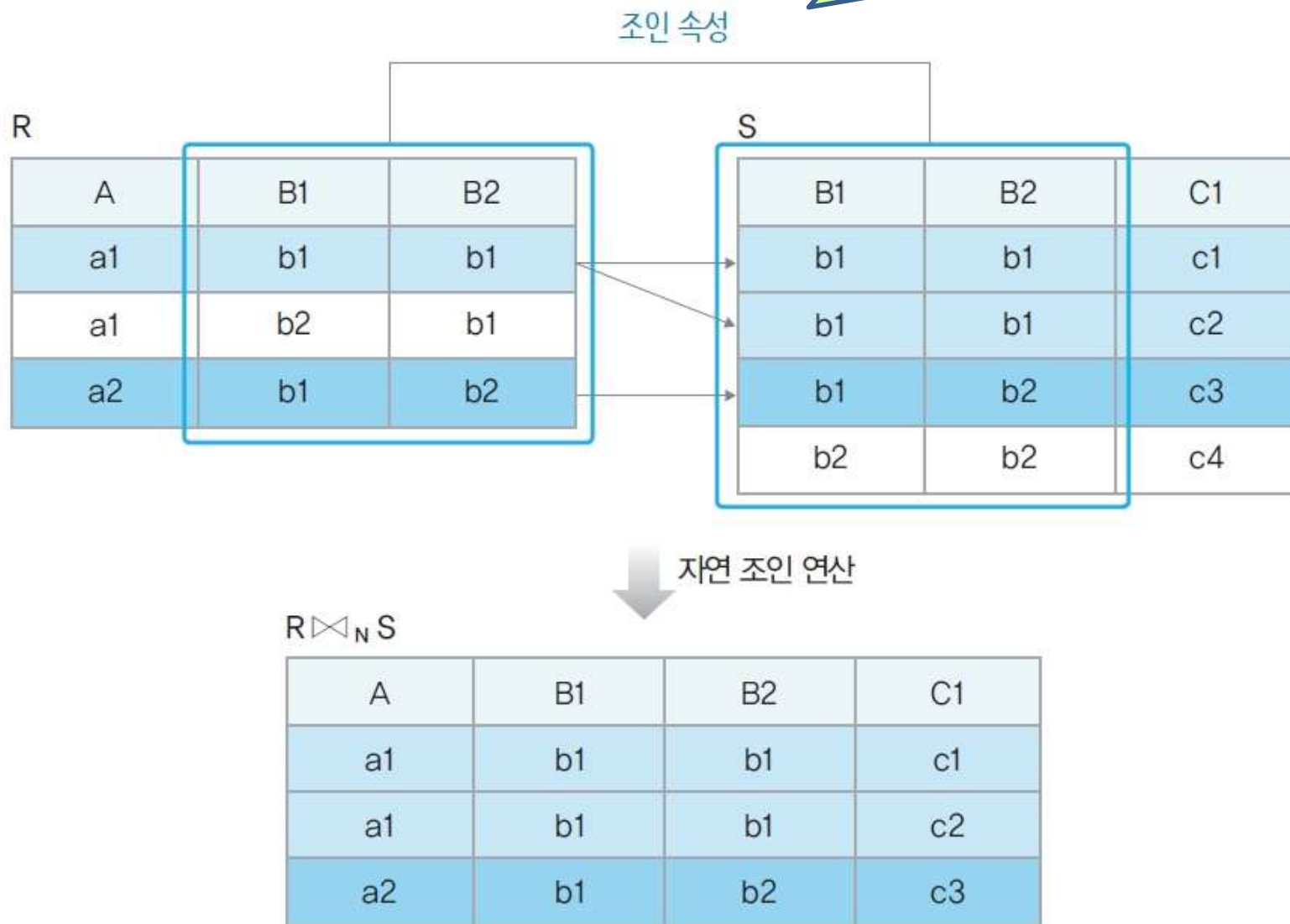
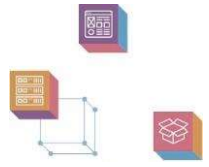


그림 6-19 2개의 속성으로 이루어진 조인 속성을 이용하는 자연 조인 연산의 예 : R과 S 릴레이션

## 02 관계 대수



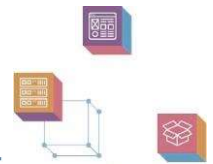
### ◆ 순수 관계 연산자 – 디비전(division)

- 표현법 : 릴레이션1  $\div$  릴레이션2
- 릴레이션2의 모든 튜플과 관련이 있는 릴레이션1의 튜플로 결과 릴레이션을 구성
  - 단, 릴레이션1이 릴레이션2의 모든 속성을 포함하고 있어야 연산이 가능함
    - 도메인이 같아야 한다는 의미

정수의 나눗셈과 유사

$$12 \div 2 = (6 \times 2) \div 2 = 6$$

## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 디비전(division)

고객 릴레이션

고객아이디	고객이름	나이	등급	직업	적립금
apple	김현준	20	gold	학생	1000
NULL	정소화	25	vip	간호사	2500
carrot	원유선	28	gold	교사	4500
NULL	정지영	22	silver	학생	0

우수등급 릴레이션

등급
gold

↓ 디비전 연산

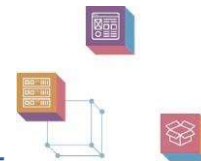
고객 ÷ 우수등급

고객아이디	고객이름	나이	직업	적립금
apple	김현준	20	학생	1000
carrot	원유선	28	교사	4500

그림 6-20 디비전 연산의 예 1 : 고객과 우수등급 릴레이션



## 02 관계 대수



### ◆ 순수 관계 연산자 – 디비전(division)

주문내역 릴레이션

주문고객	제품이름	제조업체
apple	진짜우동	한빛식품
carrot	맛있는파이	마포과자
banana	그대로만두	한빛식품
apple	그대로만두	한빛식품
carrot	그대로만두	한빛식품

제품1 릴레이션

제품이름
진짜우동
그대로만두

제품2 릴레이션

제품이름	제조업체
그대로만두	한빛식품

디비전 연산

주문내역 ÷ 제품1

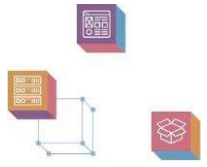
주문고객	제조업체
apple	한빛식품

주문내역 ÷ 제품2

주문고객
banana
apple
carrot

그림 6-21 디비전 연산의 예 2 : 주문내역, 제품1, 제품2 릴레이션

## 02 관계 대수



### ◆ 관계 대수를 이용한 질의 표현 예



그림 6-22 질의 표현에 사용할 예제 릴레이션들 : 고객과 주문 릴레이션

## 02 관계 대수



### ◆ 관계 대수를 이용한 질의 표현 예

#### 예제 6-5

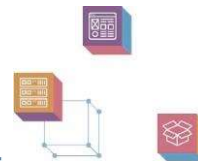
등급이 gold인 고객의 이름과 나이를 검색하시오.

▶▶  $\pi_{\text{고객이름, 나이}}(\sigma_{\text{등급='gold'}}(\text{고객}))$

결과 릴레이션

고객이름	나이
김현준	20
원유선	28

## 02 관계 대수



### ◆ 관계 대수를 이용한 질의 표현 예

#### 예제 6-6

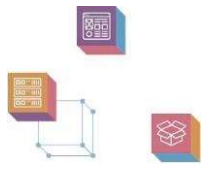
고객이름이 원유선인 고객의 등급과, 원유선 고객이 주문한 주문제품, 수량을 검색하시오.

▶▶  $\pi_{\text{등급, 주문제품, 수량}}(\sigma_{\text{고객이름='원유선'}}(\text{고객} \bowtie \text{주문}))$

결과 릴레이션

등급	주문제품	수량
gold	맛있는파이	5

## 02 관계 대수



### ◆ 관계 대수를 이용한 질의 표현 예

#### 예제 6-7

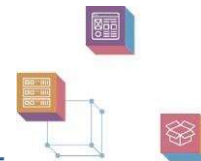
주문수량이 10개 미만인 주문 내역을 제외하고 검색하시오.

▶▶ 주문 - ( $\sigma_{\text{수량} < 10}(\text{주문})$ )

결과 릴레이션

주문번호	주문고객	주문제품	수량
1001	apple	진짜우동	10
1003	banana	그대로만두	11

## 02 관계 대수



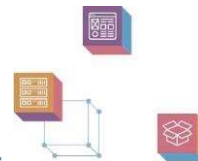
### ◆ 확장된 관계 대수 연산자

- 기본 연산자를 확장한 연산자들이 제안됨
- 예) 자연 조인 연산을 확장한 세미 조인과 외부 조인



그림 6-23 세미 조인과 외부 조인 연산을 적용할 릴레이션 예 : 고객과 주문 릴레이션

## 02 관계 대수



### ◆ 확장된 관계 대수 연산자

고객 릴레이션

고객아이디	고객이름	나이
apple	김현준	20
banana	정소화	25
carrot	원유선	28
orange	정지영	22

주문 릴레이션

주문번호	고객아이디	주문제품
1001	apple	진짜우동
1002	carrot	맛있는파이
1003	banana	그대로만두

↓ 자연 조인 연산

고객  $\bowtie_N$  주문

고객아이디	고객이름	나이	주문번호	주문제품
apple	김현준	20	1001	진짜우동
banana	정소화	25	1003	그대로만두
carrot	원유선	28	1002	맛있는파이

그림 6-24 고객과 주문 릴레이션의 자연 조인 연산

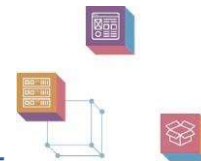


### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 세미 조인(semi-join)

- 조인 속성으로 프로젝트 연산을 수행한 릴레이션을 이용하는 조인
- 표현법 : 릴레이션1  $\bowtie$  릴레이션2
- 릴레이션2를 조인 속성으로 프로젝트 연산한 후, 릴레이션1에 자연 조인하여 결과 릴레이션을 구성
- 불필요한 속성을 미리 제거하여 조인 연산 비용을 줄이는 장점이 있음
- 교환적 특징이 없음
  - $R \bowtie S \neq S \bowtie R$



## 02 관계 대수



### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 세미 조인(semi-join)

고객 릴레이션

고객아이디	고객이름	나이
apple	김현준	20
banana	정소화	25
carrot	원유선	28
orange	정지영	22

주문 릴레이션

주문번호	고객아이디	주문제품
1001	apple	진짜우동
1002	carrot	맛있는파이
1003	banana	그대로만두

$\pi$  고객아이디(주문)

고객아이디
apple
carrot
banana

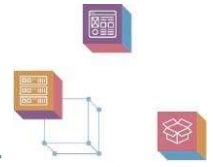
자연 조인 연산

고객  $\bowtie$  주문

고객아이디	고객이름	나이
apple	김현준	20
banana	정소화	25
carrot	원유선	28

고객 릴레이션에서  
자연 조인 연산에 참여할 수  
있는 튜플만 선택됨  
→ 주문한 적이 있는 고객의  
데이터만 검색됨

그림 6-25 고객과 주문 릴레이션의 세미 조인 연산



### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

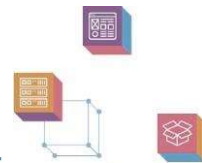
- 자연 조인 연산에서 제외되는 튜플도 결과 릴레이션에 포함시키는 조인
  - 결과 릴레이션에서 속성 값이 없는 경우는 널 값으로 처리
- 분류
  - 왼쪽(left) 외부 조인 / 오른쪽(right) 외부 조인 / 완전(full) 외부 조인
  - 모든 튜플을 결과 릴레이션으로 가져오는 릴레이션이 무엇이냐에 따라 분류
    - 자연 조인 연산에서 제외되는 튜플도 포함



### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

- 왼쪽 외부 조인
  - 표현법 : 릴레이션1  $\bowtie$  릴레이션2
  - 왼쪽에 있는 릴레이션1에 존재하는 모든 튜플을 결과 릴레이션에 포함시킴

## 02 관계 대수



### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

고객 릴레이션

고객아이디	고객이름	나이
apple	김현준	20
banana	정소화	25
carrot	원유선	28
orange	정지영	22

주문 릴레이션

주문번호	고객아이디	주문제품
1001	apple	진짜우동
1002	carrot	맛있는파이
1003	banana	그대로만두

↓ 왼쪽 외부 조인 연산

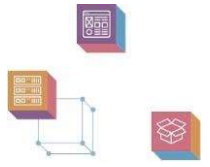
고객 ⋈ 주문

고객아이디	고객이름	나이	주문번호	주문제품
apple	김현준	20	1001	진짜우동
banana	정소화	25	1003	그대로만두
carrot	원유선	28	1002	맛있는파이
orange	정지영	22	NULL	NULL

고객 릴레이션에 있는  
모든 튜플이  
결과 릴레이션에 포함됨

그림 6-26 고객과 주문 릴레이션의 왼쪽 외부 조인 연산

## 02 관계 대수



### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

#### ■ 오른쪽 외부 조인

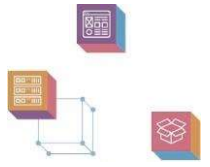
- 표현법 : 릴레이션1 ⋈ 릴레이션2
- 오른쪽에 있는 릴레이션2에 존재하는 모든 튜플을 결과 릴레이션에 포함시킴

주문 릴레이션에는 조인 연산에 참여하지 않는 튜플이 없음  
→ 자연 조인한 결과와 같음

고객 ⋈ 주문

고객아이디	고객이름	나이	주문번호	주문제품
apple	김현준	20	1001	진짜우동
banana	정소화	25	1003	그대로만두
carrot	원유선	28	1002	맛있는파이

## 02 관계 대수



### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

#### ■ 완전 외부 조인

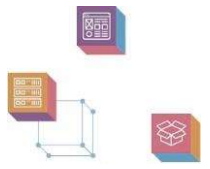
- 표현법 : 릴레이션1  $\bowtie$  릴레이션2
- 두 릴레이션에 있는 모든 튜플을 결과 릴레이션에 포함시킴

고객 릴레이션만 조인 연산에 참여하지 않는 튜플이 있음  
→ 왼쪽 외부 조인한 결과와 같음

고객  $\bowtie$  주문

고객아이디	고객이름	나이	주문번호	주문제품
apple	김현준	20	1001	진짜우동
banana	정소화	25	1003	그대로만두
carrot	원유선	28	1002	맛있는파이
orange	정지영	22	NULL	NULL

## 02 관계 대수



### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

<주문한 고객아이디는 모르는 새로운 주문 내역 투플이 주문 릴레이션에 추가된 상황>

고객 릴레이션

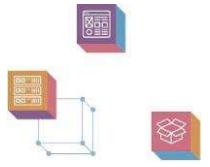
고객아이디	고객이름	나이
apple	김현준	20
banana	정소화	25
carrot	원유선	28
orange	정지영	22

주문 릴레이션

주문번호	고객아이디	주문제품
1001	apple	진짜우동
1002	carrot	맛있는파이
1003	banana	그대로만두
1004	NULL	얼큰라면

그림 6-27 세 가지 외부 조인 결과 비교 : 고객과 주문 릴레이션

## 02 관계 대수



### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

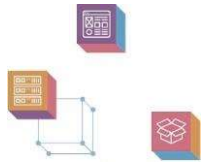
(1) 왼쪽 외부 조인 연산: 고객  $\bowtie$  주문

고객아이디	고객이름	나이	주문번호	주문제품
apple	김현준	20	1001	진짜우동
banana	정소화	25	1003	그대로만두
carrot	원유선	28	1002	맛있는파이
orange	정지영	22	NULL	NULL

주문 내역이 없는 고객에 대한 튜플도 결과 릴레이션에서 확인 가능



## 02 관계 대수



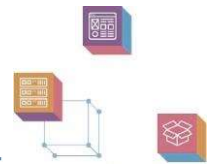
### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

(2) 오른쪽 외부 조인 연산 : 고객  $\bowtie_r$  주문

고객아이디	고객이름	나이	주문번호	주문제품
apple	김현준	20	1001	진짜우동
banana	정소화	25	1003	그대로만두
carrot	원유선	28	1002	맛있는파이
NULL	NULL	NULL	1004	얼큰라면

주문한 고객아이디를 알지 못하는 주문 내역에 대한 튜플도  
결과 릴레이션에서 확인 가능

## 02 관계 대수



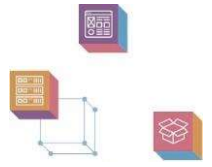
### ◆ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

(3) 완전 외부 조인 연산: 고객  $\bowtie$  주문

고객아이디	고객이름	나이	주문번호	주문제품
apple	김현준	20	1001	진짜우동
banana	정소화	25	1003	그대로만두
carrot	원유선	28	1002	맛있는파이
orange	정지영	22	NULL	NULL
NULL	NULL	NULL	1004	얼큰라면

모든 고객 튜플과 모든 주문 튜플을 결과 릴레이션에서 확인 가능

## 03 관계 해석



### ◆ 관계 해석(relational calculus)

- 처리를 원하는 데이터가 무엇인지만 기술하는 언어
  - 비절차 언어(nonprocedural language)
- 수학의 프레디킷 해석(predicate calculus)에 기반을 두고 있음
- 기능과 표현력 측면에서 관계 대수와 동등한 능력을 가짐
- 분류
  - 튜플 관계 해석(tuple relational calculus)
  - 도메인 관계 해석(domain relational calculus)



Thank You

---