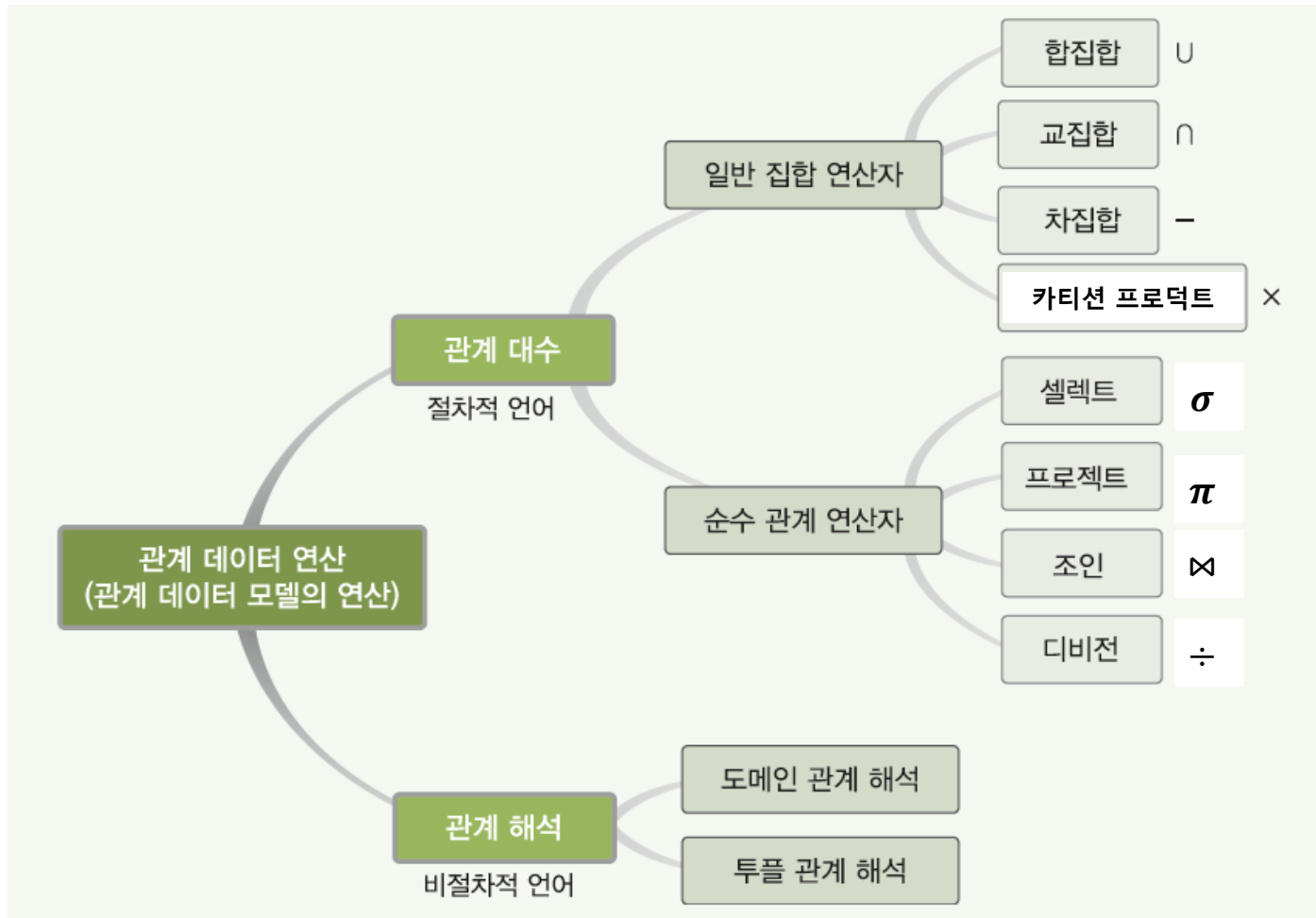


6장. 관계 데이터 연산 I

- 관계 데이터 연산의 개념
- 관계 대수
- 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

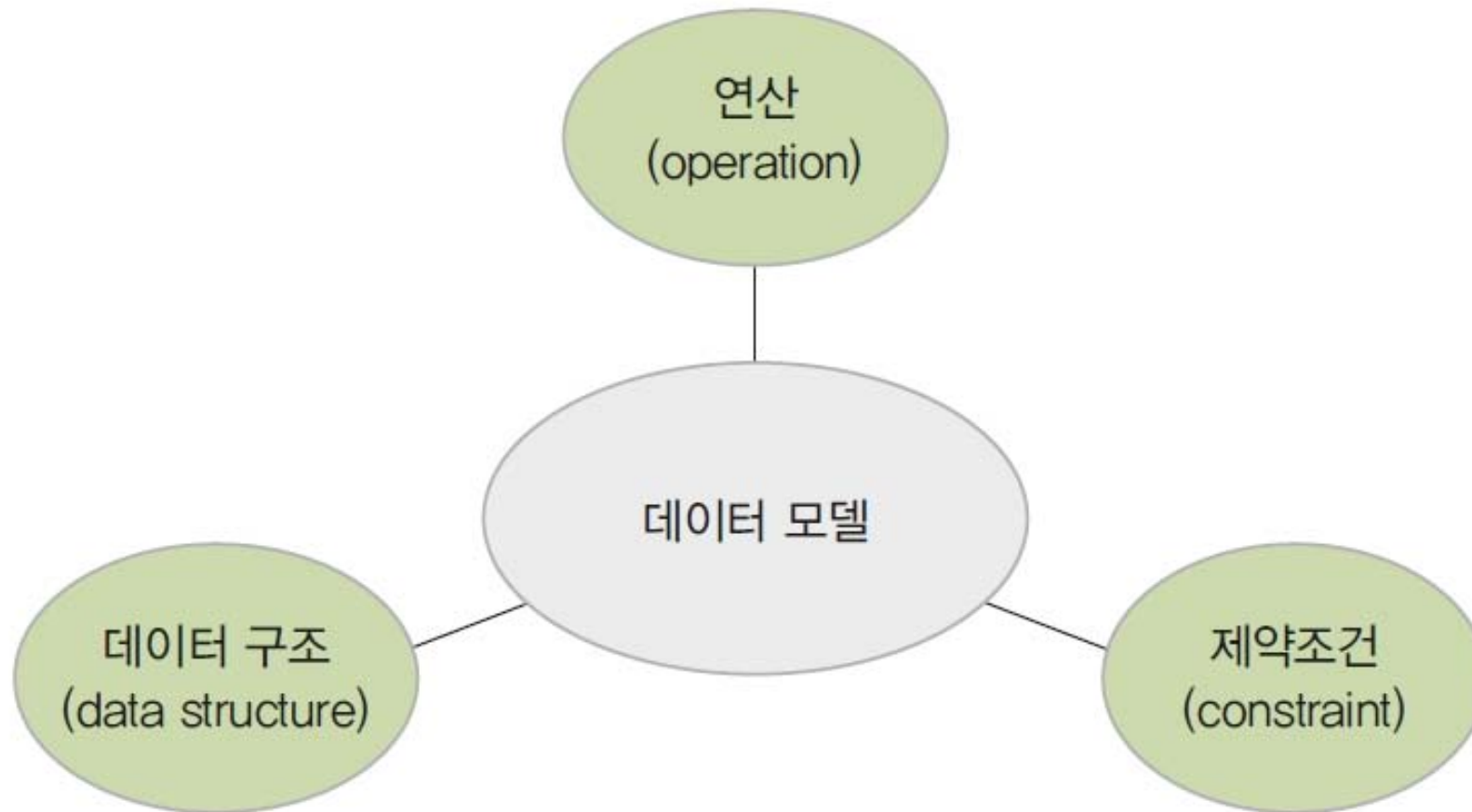


그림 6-1 데이터 모델의 구성

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 해석이 있음
 - 기능과 표현력 측면에서 능력이 동등함



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 언어를 관계적으로 완전(relationally complete)하다고 판단함
 - 질의(query) : 데이터에 대한 처리 요구

❖ 관계 대수(relational algebra)의 개념

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

02 관계 대수



그림 6-3 관계 대수 연산자의 종류

❖ 일반 집합 연산자(set operation)

- 릴레이션이 튜플의 집합이라는 개념을 이용하는 연산자

표 6-1 일반 집합 연산자의 종류

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 만들어진 새로운 튜플을 반환

02 관계 대수

❖ 일반 집합 연산자의 기능

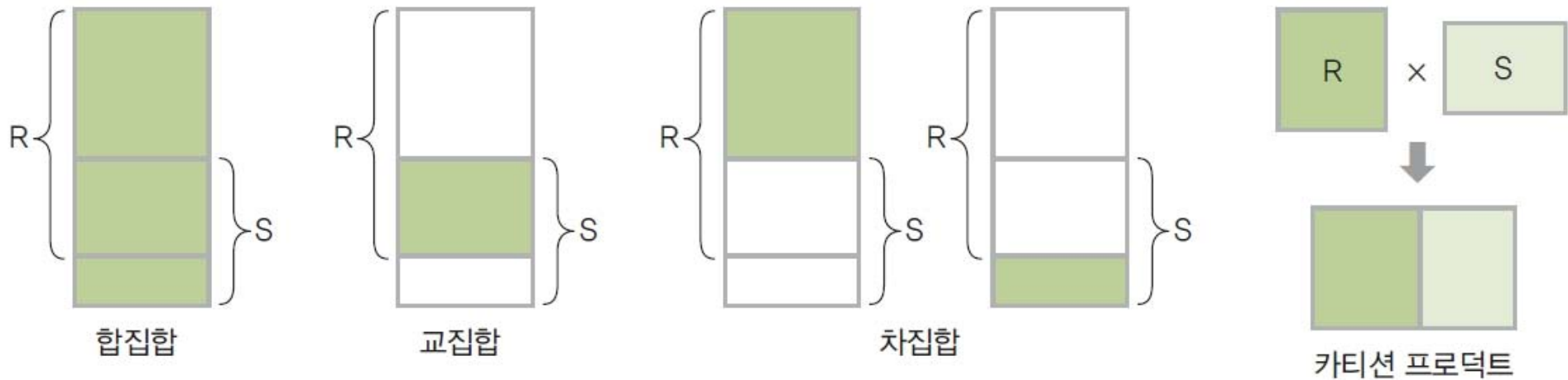


그림 6-4 일반 집합 연산자의 기능

❖ 일반 집합 연산자의 특성

- 피연산자가 두 개 필요함
 - 두 개의 릴레이션을 대상으로 연산을 수행
- 합집합, 교집합, 차집합은 피연산자인 두 릴레이션이 합병이 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

R

번호	이름
100	정소화
200	김선우
300	고명석

S

번호	이름
100	정소화
101	채광주
102	김수진



합집합 연산

RUS

번호	이름
100	정소화
200	김선우
300	고명석
101	채광주
102	김수진

그림 6-8 합집합 연산의 예

❖ 일반 집합 연산자 – 교집합(intersection)

- 합병 가능한 두 릴레이션 R과 S의 교집합 : $R \cap S$
 - 릴레이션 R과 릴레이션 S에 속하는 모든 튜플로 결과 릴레이션 구성
- 결과 릴레이션의 특성
 - 차수는 릴레이션 R과 S의 차수와 같음
 - 카디널리티는 릴레이션 R과 S의 어떤 카디널리티보다 크지 않음
- 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 존재하고 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

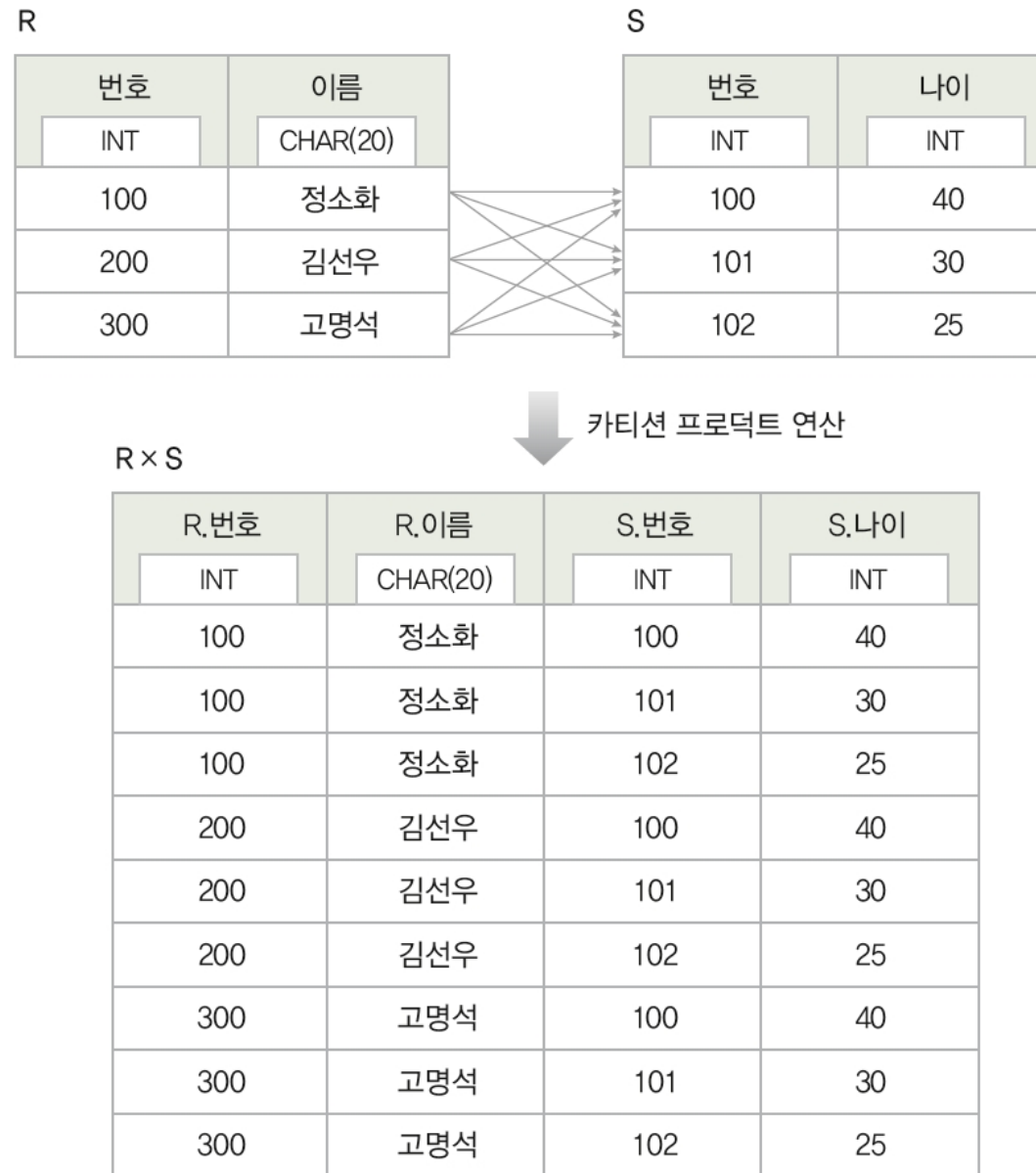


그림 6-11 카티션 프로덕트 연산의 예

6장. 관계 데이터 연산 II

- 관계 데이터 연산의 개념
- 관계 대수
- 관계 해석

❖ 순수 관계 연산자(relational operation)

- 릴레이션의 구조와 특성을 이용하는 연산자

표 6-2 순수 관계 연산자의 종류

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

02 관계 대수

❖ 순수 관계 연산자의 기능

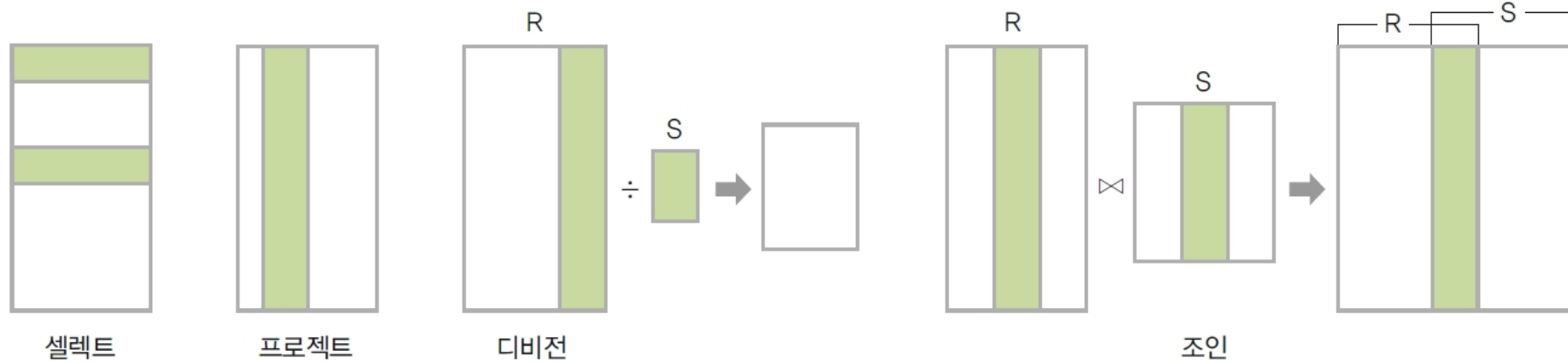


그림 6-5 순수 관계 연산자의 기능

❖ 순수 관계 연산자 – 선택(select)

- 릴레이션에서 조건을 만족하는 튜플만 선택하여 결과 릴레이션을 구성
- 하나의 릴레이션을 대상으로 연산을 수행
- 수학적 표현법 : $\sigma_{\text{조건식}}$ (릴레이션)
- 데이터 언어적 표현법 : 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

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

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

예제 6-2 고객 릴레이션에서 등급이 gold이고, 적립금이 2000이상인 튜플을 검색하시오

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

결과 릴레이션

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

02 관계 대수

❖ 순수 관계 연산자 – 선택

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 부분 집합

02 관계 대수

❖ 순수 관계 연산자 – 선택

- 교환적 특징이 있음

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

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

❖ 순수 관계 연산자 – 프로젝트(project)

- 릴레이션에서 선택한 속성의 값으로 결과 릴레이션을 구성
- 하나의 릴레이션을 대상으로 연산을 수행
- 수학적 표현법 : $\pi_{\text{속성리스트}}(\text{릴레이션})$
- 데이터 언어적 표현법 : 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 $\text{고객}[\text{고객이름, 등급, 적립금}]$

결과 릴레이션

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

02 관계 대수

❖ 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

02 관계 대수

❖ 순수 관계 연산자 – 프로젝트



결과 릴레이션은
연산 대상 릴레이션의
수직적 부분 집합

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
- 자연 조인(natural join)이라고도 함
 - 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	주문고객	주문제품	수량
1001	apple	진짜우동	10
1002	carrot	맛있는파이	5
1003	banana	그대로만두	11

주문 릴레이션의 외래키

조인 속성:
고객 릴레이션의 고객아이디,
주문 릴레이션의 주문고객

그림 6-16 조인 연산을 적용할 릴레이션 예들의 관계

02 관계 대수

❖ 순수 관계 연산자 – 조인



그림 6-17 조인 연산의 수행 과정 예 : 고객과 주문 릴레이션

02 관계 대수

❖ 순수 관계 연산자 – 조인

조인 속성

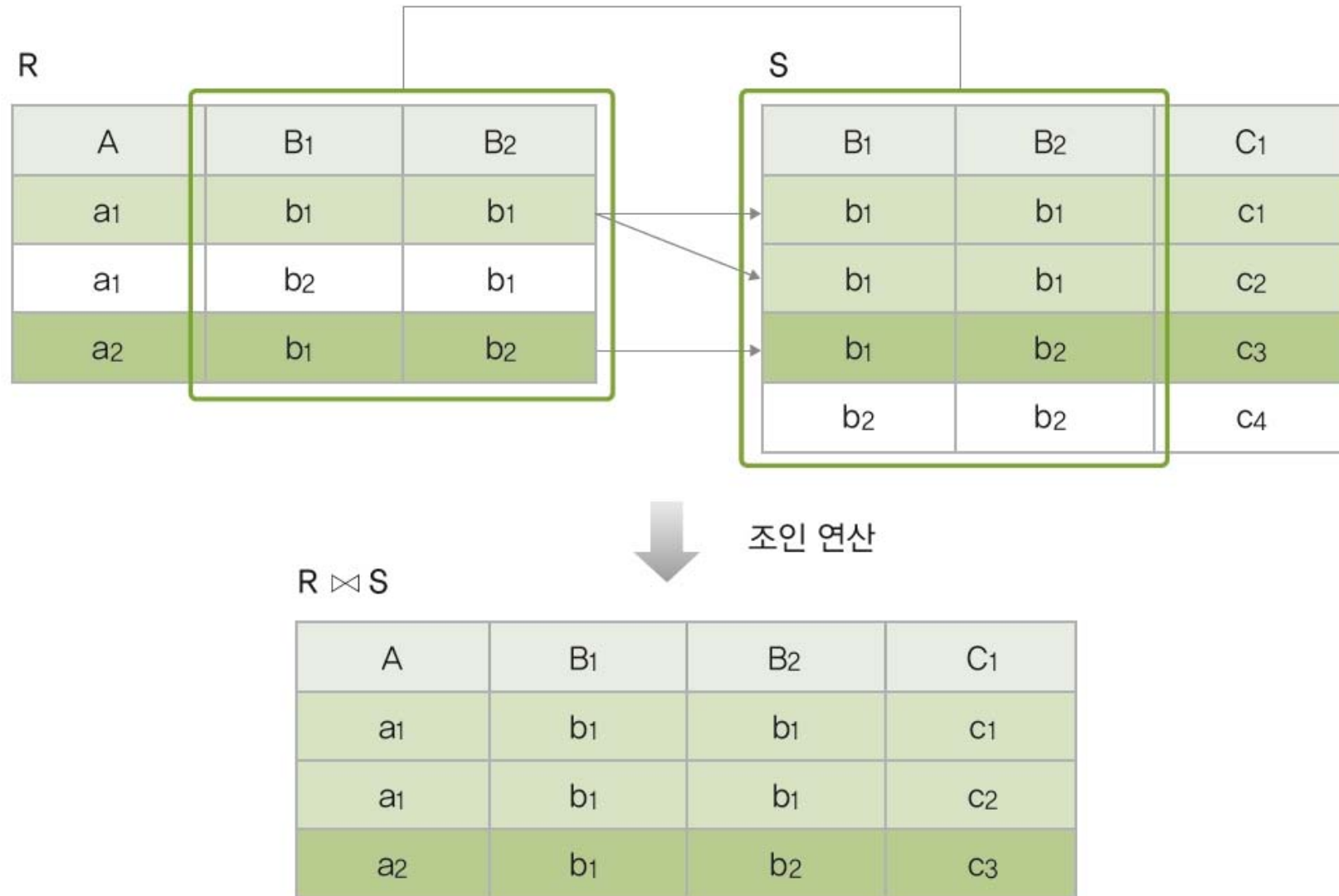


그림 6-18 두 개의 속성으로 이루어진 조인 속성을 이용하는 조인 연산의 예 : R과 S 릴레이션

❖ 세타 조인(theta join, θ -join)

- 자연 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
 - θ 는 비교 연산자(>, \geq , <, \leq , =, \neq)를 의미

❖ 동일 조인(equi-join)

- θ 연산자가 “=”인 세타 조인을 의미

02 관계 대수

❖ 동일 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	주문고객	주문제품	수량
1001	apple	진짜우동	10
1002	carrot	맛있는파이	5
1003	banana	그대로만두	11

동일 조인 연산

고객 ⋈ 고객아이디=주문고객 주문

고객아이디	고객이름	나이	등급	주문번호	주문고객	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 6-19 동일 조인 연산의 예 : 고객과 주문 릴레이션

6장. 관계 데이터 연산 III

- 관계 데이터 연산의 개념
- 관계 대수
- 관계 해석

❖ 순수 관계 연산자 – 디비전(division)

- 표현법 : 릴레이션1 ÷ 릴레이션2
- 릴레이션2의 모든 튜플과 관련이 있는 릴레이션1의 튜플로 결과 릴레이션을 구성
 - 단, 릴레이션1이 릴레이션2의 모든 속성을 포함하고 있어야 연산이 가능함

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

02 관계 대수

❖ 순수 관계 연산자 – 디비전

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	주문번호
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

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

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

주문 릴레이션의 외래키

그림 6-22 질의 표현에 사용할 예제 릴레이션들

02 관계 대수

❖ 관계 대수를 이용한 질의 표현 예

예제 6-5 등급이 gold인 고객의 이름과 나이를 검색하시오.

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

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

❖ 관계 대수를 이용한 질의 표현 예

예제 6-7 주문수량이 10개 미만인 주문 내역을 삭제하시오.

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

결과 릴레이션

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

❖ 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
 - $R \bowtie S \neq S \bowtie R$

❖ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인(outer-join)

- 자연 조인 연산에서 제외되는 모든 튜플을 결과 릴레이션에 포함시키는 조인
- 표현법 : 릴레이션1 \bowtie^+ 릴레이션2

02 관계 대수

고객 릴레이션

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

주문 릴레이션

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

조인 속성

그림 6-23 세미 조인과 외부 조인 연산을 적용할 릴레이션 예

02 관계 대수

고객 릴레이션

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

주문 릴레이션

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



자연 조인 연산

고객 ⋈ 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

02 관계 대수

❖ 확장된 관계 대수 연산자 – 세미 조인

고객 릴레이션

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

주문 릴레이션

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

π 주문고객 (주문)

주문고객
apple
carrot
banana



자연 조인 연산

고객 \bowtie 주문

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

그림 6-25 고객과 주문 릴레이션의 세미 조인 연산

02 관계 대수

❖ 확장된 관계 대수 연산자 – 외부 조인

고객 릴레이션

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

주문 릴레이션

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



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

그림 6-26 고객과 주문 릴레이션의 외부 조인 연산

❖ 관계 해석(relational calculus)

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



Thank You