



Databases

질의어 - 관계대수

한국공학대학교
게임공학과
장 지 응

Contents



관계대수 연산자



관계대수의 확장

관계대수와 SQL

관계해석

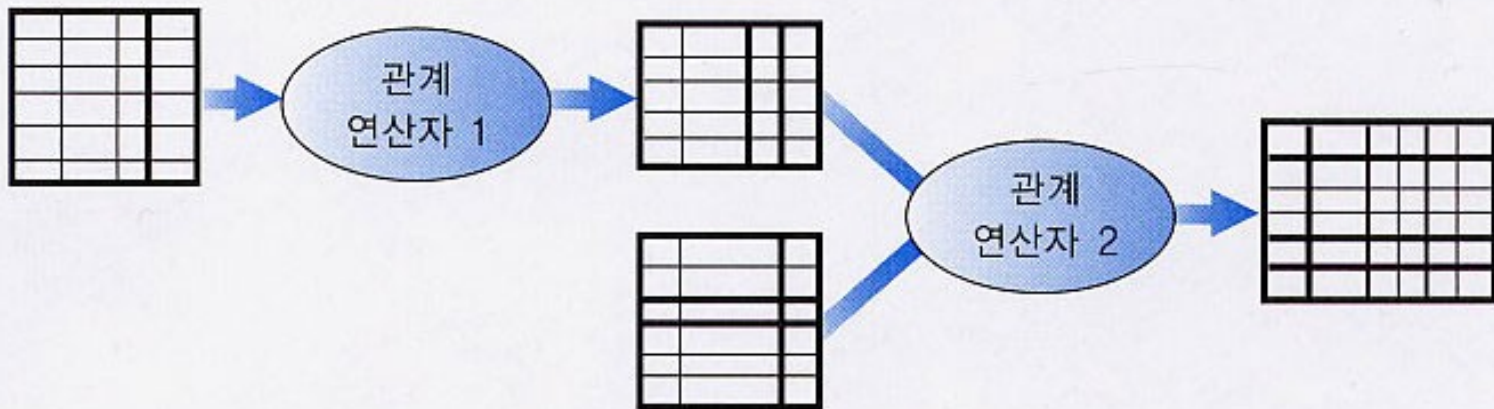
원하는 데이터만 명시하고
질의를 어떻게 수행할
것인가는 명시하지 않는
선언적인 언어

관계대수

- 절차적 언어
- SQL의 이론적인 기초

관계대수

릴레이션에 대한 연산자(관계연산자) 사용

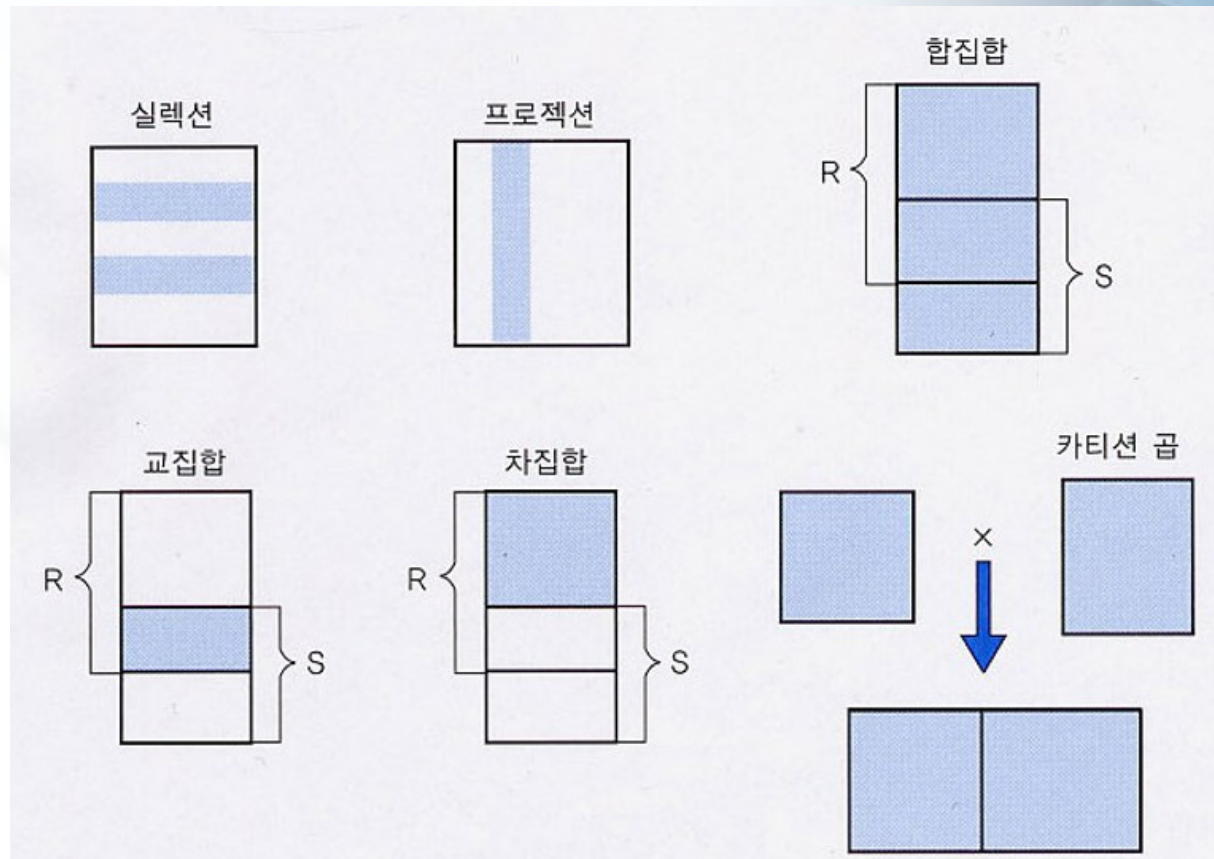


[그림 4.1] 관계 연산자

〈표 4.1〉 관계 연산자들의 종류와 표기법

분류	연산자	표기법
필수적인 연산자	실렉션(selection)	σ
	프로젝션(projection)	π
	합집합(union)	\cup
	차집합(difference)	$-$
	카티션 곱(Cartesian product)	\times
편의를 위해 유도된 연산자	교집합(intersection)	\cap
	세타 조인(theta join)	\bowtie
	동등 조인(equijoin)	\bowtie
	자연 조인(natural join)	$*$
	세미 조인(semijoin)	\ltimes
	디비전(division)	\div

연산자	표기법
선택(selection)	σ
프로젝션(projection)	π
합집합(union)	\cup
차집합(difference)	$-$
카티션 곱(Cartesian product)	\times
교집합(intersection)	\cap



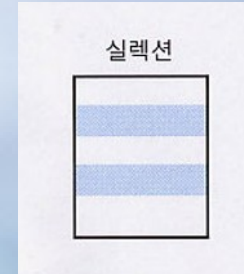
Selection

- 표기형식 : $\sigma_c(R) \rightarrow \sigma_{\text{조건문}}$ (릴레이션이름)
- $r(R)$ 에서 선택조건 c 를 만족하는 튜플들을 선택함
- 결과 릴레이션은 R 과 동일한 애트리뷰트들을 가짐

$\sigma_{\text{DNO}=3}(\text{EMPLOYEE})$

$\sigma_{\text{SALARY}>30000}(\text{EMPLOYEE})$

$\sigma_{(\text{DNO}=4 \text{ AND } \text{SALARY}>25000) \text{ OR } \text{DNO}=5}(\text{EMPLOYEE})$



예 : 실렉션

질의: EMPLOYEE 릴레이션에서 3번 부서에 소속된 사원들을 검색하라.

EMPLOYEE	EMPNO	EMPNAME	TITLE	MANAGER	SALARY	DNO
	2106	김창섭	대리	1003	2500000	2
	3426	박영권	과장	4377	3000000	1
	3011	이수민	부장	4377	4000000	3
	1003	조민희	과장	4377	3000000	2
	3427	최종철	사원	3011	1500000	3
	1365	김상원	사원	3426	1500000	1
	4377	이성래	이사	^	5000000	2

원하는
투플

$\sigma_{DNO=3} (EMPLOYEE)$

RESULT	EMPNO	EMPNAME	TITLE	MANAGER	SALARY	DNO
	3011	이수민	부장	4377	4000000	3
	3427	최종철	사원	3011	1500000	3

연습해 봅시다.



1. EMPLOYEE에서 2번 부서 소속이면서 manager의 사원번호가 4377인 사람을 검색하라.
2. EMPLOYEE에서 직급이 과장이거나 월급이 30000000원 미만인 사람을 검색하라.

EMPLOYEE	EMPNO	EMPNAME	TITLE	MANAGER	SALARY	DNO
----------	-------	---------	-------	---------	--------	-----

Projection

- 표기형식 : $\Pi_L(R) \rightarrow \Pi_{\text{에트리뷰트의 리스트 (릴레이션이름)}}$
- $r(R)$ 에서 리스트 L에 표기된 애트리뷰트만 추출함
- 결과 릴레이션에 중복이 있을 경우 삭제함

$\Pi_{\text{EMPNAME, SALARY}}(\text{EMPLOYEE})$

$\Pi_{\text{EMPNO, TITLE, DNO}}(\text{EMPLOYEE})$

프로젝션



예 : 프로젝션

질의: 모든 사원들의 직급을 검색하라.

EMPLOYEE	EMPNO	EMPNAME	TITLE	MANAGER	SALARY	DNO
	2106	김창섭	대리	1003	2500000	2
	3426	박영권	과장	4377	3000000	1
	3011	이수민	부장	4377	4000000	3
	1003	조민희	과장	4377	3000000	2
	3427	최종철	사원	3011	1500000	3
	1365	김상원	사원	3426	1500000	1
	4377	이성래	이사	^	5000000	2

$\pi_{\text{TITLE}}(\text{EMPLOYEE})$

↓

RESULT	TITLE
	대리
	과장
	부장
	과장
	사원
	사원
	이사

중복이 존재하는 릴레이션

↓

RESULT	TITLE
	대리
	과장
	부장
	사원
	이사

중복이 제거된 릴레이션

연습해 봅시다.



1. EMPLOYEE에서 모든 사원의 이름과 월급을 검색하라.
2. EMPLOYEE에서 월급이 2700000원 이상인 사원의 이름과 직급, 월급을 검색하라.
3. EMPLOYEE에서 조민희씨의 직급을 검색하라.

EMPLOYEE	EMPNO	EMPNAME	TITLE	MANAGER	SALARY	DNO
----------	-------	---------	-------	---------	--------	-----

연산 순서와 이름변경

- 다수의 연산을 결합하여 관계 대수식(질의)을 형성할 수 있음

예제: 부서 4에서 일하는 직원들의 이름과 봉급을 검색하라.

$$\Pi_{\text{FNAME,LNAME,SALARY}} (\sigma_{\text{DNO}=4} (\text{EMPLOYEE}))$$

- 각 중간 단계의 임시 릴레이션에 이름을 부여할 수도 있음

$$\text{DEPT4_EMPS} \leftarrow \sigma_{\text{DNO}=4} (\text{EMPLOYEE})$$

$$R \leftarrow \Pi_{\text{FNAME,LNAME,SALARY}} (\text{DEPT4_EMPS})$$

- 결과 릴레이션의 애트리뷰트 이름은 재명명 할 수도 있음

$$\text{DEPT4_EMPS} \leftarrow \sigma_{\text{DNO}=4} (\text{EMPLOYEE})$$

$$R(\text{FIRSTNAME}, \text{LASTNAME}, \text{SALARY}) \leftarrow \Pi_{\text{FNAME,LNAME,SALARY}} (\text{DEPT4_EMPS})$$

집합연산

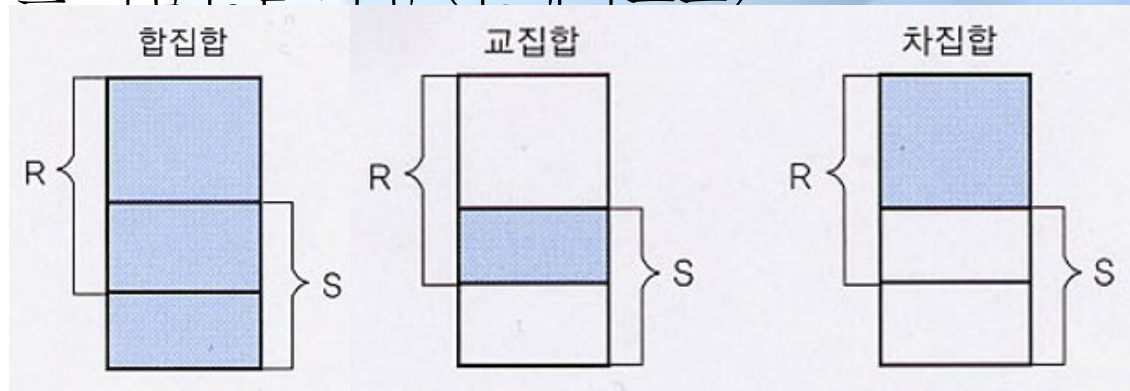
- 연산 $\cup, \cap, -$ 에서의 호환성

다시 말하면,
스키마가 동일한 두 릴레이션에 대해서만 집합연산이
가능하다는 말씀!!

$- \text{dom}(B_i)$ 이어야 함

$-$ 이 조건을 **합집합 호환성(union compatibility)**이라 부름

- 연산 $\cup, \cap, -$ 의 결과 릴레이션은 피연산자 릴레이션 R_1 과 동일한
애트리뷰트 이름들을 가짐 (관례적으로)



합집합

예 : 합집합 호환

아래의 EMPLOYEE 릴레이션 스키마와 DEPARTMENT 릴레이션 스키마는 애트리뷰트 수가 다르므로 **합집합 호환이 되지 않는다.**

EMPLOYEE (EMPNO, EMPNAME, TITLE, MANAGER, SALARY, DNO)

DEPARTMENT (DEPTNO, DEPTNAME, FLOOR)

예 : 합집합

질의: 김창섭이 속한 부서이거나 개발 부서의 부서번호를 검색하라.

EMPLOYEE	EMPNO	EMPNAME	TITLE	MANAGER	SALARY	DNO
	2106	김창섭	대리	1003	2500000	2
	3426	박영권	과장	4377	3000000	1
	3011	이수민	부장	4377	4000000	3
	1003	조민희	과장	4377	3000000	2
	3427	최종철	사원	3011	1500000	3
	1365	김상원	사원	3426	1500000	1
	4377	이성래	이사	Λ	5000000	2

$\pi_{DNO}(\sigma_{EMPNAME='김창섭'}(EMPLOYEE))$

RESULT 1	DNO
	2

DEPARTMENT

DEPTNO	DEPTNAME	FLOOR
1	영업	8
2	기획	10
3	개발	9
4	총무	7

$\pi_{DEPTNO}(\sigma_{DEPTNAME='개발'}(DEPARTMENT))$

RESULT 2	DEPTNO
	3

RESULT 3 ← RESULT 1 U RESULT 2

RESULT 3	DEPTNO
	2
	3

교집합

질의: 김창섭 또는 최종철이 속한 부서이면서 기획 부서의 부서번호를 검색하라.

EMPLOYEE	EMPNO	EMPNAME	TITLE	MANAGER	SALARY	DNO
	2106	김창섭	대리	1003	2500000	2
	3426	박영권	과장	4377	3000000	1
	3011	이수민	부장	4377	4000000	3
	1003	조민희	과장	4377	3000000	2
	3427	최종철	사원	3011	1500000	3
	1365	김상원	사원	3426	1500000	1
	4377	이성래	이사	^	5000000	2

$\pi_{DNO}(\sigma_{EMPNAME='김창섭' \text{ OR } EMPNAME='최종철'}(EMPLOYEE))$

RESULT 1

DNO
2
3

DEPARTMENT	DEPTNO	DEPTNAME	FLOOR
	1	영업	8
	2	기획	10
	3	개발	9
	4	총무	7

$\pi_{DEPTNO}(\sigma_{DEPTNAME='기획'}(DEPARTMENT))$

RESULT 2

DEPTNO
2

RESULT 3 \leftarrow RESULT 1 \cap RESULT 2

RESULT 3

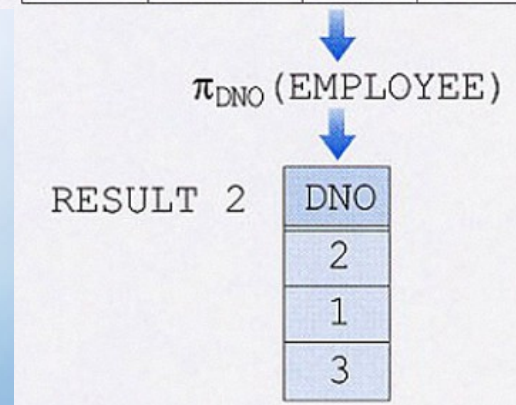
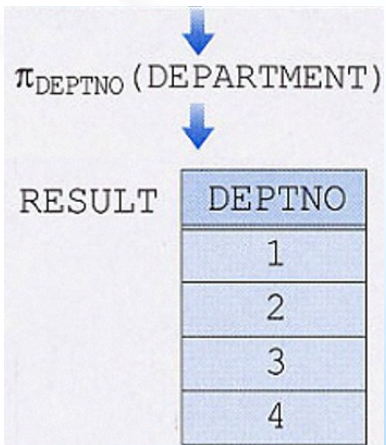
DEPTNO
2

차집합

질의: 소속된 직원이 한 명도 없는 부서의 부서번호를 검색하라.

DEPARTMENT	DEPTNO	DEPTNAME	FLOOR
	1	영업	8
	2	기획	10
	3	개발	9
	4	총무	7

EMPLOYEE	EMPNO	EMPNAME	TITLE	MANAGER	SALARY	DNO
	2106	김창섭	대리	1003	2500000	2
	3426	박영권	과장	4377	3000000	1
	3011	이수민	부장	4377	4000000	3
	1003	조민희	과장	4377	3000000	2
	3427	최종철	사원	3011	1500000	3
	1365	김상원	사원	3426	1500000	1
	4377	이성래	이사	^	5000000	2

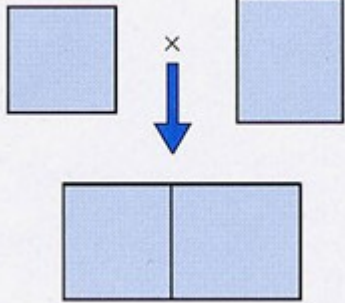


RESULT 3 ← RESULT 1 - RESULT 2

RESULT 3

DNO
4

카티션 곱



카테시안 프로덕트(곱)

- $R(A_1, A_2, \dots, A_m, B_1, B_2, \dots, B_n) \leftarrow R_1(A_1, A_2, \dots, A_m) \times R_2(B_1, B_2, \dots, B_n)$
- $t[A_1, A_2, \dots, A_m] = t_1$ 그리고 $t[B_1, B_2, \dots, B_n] = t_2$
- R_1 이 n_1 개의 튜플을, R_2 가 n_2 개의 튜플을 갖는다면, R 은 $n_1 * n_2$ 개의 튜플을 가지게 됨

예 : 카티션 곱

질의: EMPLOYEE 릴레이션과 DEPARTMENT 릴레이션의 카티션 곱을 구하라.

EMPLOYEE	<table><tr><th>EMPNO</th></tr><tr><td>2106 ①</td></tr><tr><td>3426 ②</td></tr><tr><td>3011 ③</td></tr></table>	EMPNO	2106 ①	3426 ②	3011 ③		RESULT	<table><tr><th>EMPNO</th><th>DEPTNO</th></tr><tr><td>2106 ①</td><td>a 1</td></tr><tr><td>2106 ①</td><td>b 2</td></tr><tr><td>3426 ②</td><td>a 1</td></tr><tr><td>3426 ②</td><td>b 2</td></tr><tr><td>3011 ③</td><td>a 1</td></tr><tr><td>3011 ③</td><td>b 2</td></tr></table>	EMPNO	DEPTNO	2106 ①	a 1	2106 ①	b 2	3426 ②	a 1	3426 ②	b 2	3011 ③	a 1	3011 ③	b 2
EMPNO																						
2106 ①																						
3426 ②																						
3011 ③																						
EMPNO	DEPTNO																					
2106 ①	a 1																					
2106 ①	b 2																					
3426 ②	a 1																					
3426 ②	b 2																					
3011 ③	a 1																					
3011 ③	b 2																					
DEPARTMENT	<table><tr><th>DEPTNO</th></tr><tr><td>1 a</td></tr><tr><td>2 b</td></tr></table>	DEPTNO	1 a	2 b	EMPLOYEE × DEPARTMENT																	
DEPTNO																						
1 a																						
2 b																						

연습해 봅시다.



1. 게임공학과에서 근무하는 모든 사원의 이름을 검색하라.

EMP(EMPNO, NAME, TITLE, MANAGER, SALARY, DNO)
DEPT(DEPTNO, DEPTNAME, FLOOR)

게임공학과에서 근무하는 모든 사원의 이름을 검색하라.

EMP

ENAME	...	DNO
송중기		2
아이유		1
김수현		3
수지		2

DEPT

DEPTNO	...	DNAME
1		컴공
2		젬공
3		전자

X

	ENAME	...	DNO	DEPTNO	...	DNAME
	송중기		2	1		컴공
	송중기		2	2		젬공
	송중기		2	3		전자
	아이유		1	1		컴공
	아이유		1	2		젬공
	아이유		1	3		전자
	김수현		3	1		컴공
	김수현		3	2		젬공
	김수현		3	3		전자
	수지		2	1		컴공
	수지		2	2		젬공
	수지		2	3		전자

$\sigma_{DNO=DEPTNO}$ (EMP X DEPT)

ENAME	...	DNO	DEPTNO	...	DNAME
송중기		2	2		캠공
아이유		1	1		컴공
김수현		3	3		전자
수지		2	2		캠공

관계적 완전성

- 최소한의 연산자 집합

- 지금까지 소개한 모든 연산자는 선택(SELECT), 프로젝트(PROJECT), 합집합(UNION), 차집합(SET DIFFERENCE), 카티션 프로덕트 (CARTESIAN PRODUCT) 연산들 만의 조합으로 표현할 수 있음
- 연산자 집합 $\{\sigma, \Pi, \cup, -, \times\}$ 를 관계대수 연산자의 **완전 집합**(complete set)이라 부름
- 이 연산자 집합과 동등한 모든 질의 언어들은 **관계적으로 완전하다**(relationally complete)라고 정의함

- 추가적으로 유용한 연산자들

1. 조인 연산
2. 디비전(division) 연산
3. 집단 함수(aggregate functions)와 그룹화(grouping) 연산
4. 외부 조인(OUTER JOIN)과 외부 합집합(OUTER UNION)

$$\sigma_{R1.A=R2.B} (R1 \times R2) = R1 \bowtie_{R1.A=R2.B} R2$$

조인(JOIN)

- 두 릴레이션으로부터 관련있는 튜플을 결합하여 하나의 튜플로 생성함
- 관련성의 여부를 조건으로 표시하며, 이를 조인 조건이라고 함

$T \leftarrow \text{DEPARTMENT} \bowtie_{\text{MGRSSN}=\text{SSN}} \text{EMPLOYEE}$
 $\text{RESULT} \leftarrow \Pi_{\text{DNAME}, \text{FNAME}, \text{LNAME}}(T)$

DEPARTMENT	DNAME	DNUMBER	MGRSSN	MGRSTARTDATE
	Research	5	333445555	22-MAY-78
	Administration	4	987654321	01-JAN-85
	Headquarters	1	888665555	19-JUN-71

RESULT

Research	Franklin Wong
Administration	Jennifer Wallace
Headquarters	James Borg

EMPLOYEE	FNAME	MINIT	LNAME	SSN	BDATE	ADDRESS	SEX	SALARY	SUPERSSN	DNO
	John	B	Smith	123456789	09-JAN-55	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
	Franklin	T	Wong	333445555	08-DEC-45	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
	Alicia	J	Zelaya	999887777	19-JUL-58	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
	Jennifer	S	Wallace	987654321	20-JUN-31	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
	Ramesh	K	Narayn	666884444	15-SEP-52	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
	Joyce	A	English	453453453	31-JUL-62	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
	Ahmad	V	Jabbar	987987987	29-MAR-59	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
	James	E	Borg	888665555	10-NOV-27	450 Stone, Houston, TX	M	55000	null	1

셀프조인

- 하나의 릴레이션에 대한 조인
- 예제: “모든 EMPLOYEE의 이름과 그의 SUPERVISOR의 이름을 검색하라”

$\text{SUPERVISOR}(\text{SSSN}, \text{SFN}, \text{SLN}) \leftarrow \Pi_{\text{SSN}, \text{FNAME}, \text{LNAME}}(\text{EMPLOYEE})$

$T \leftarrow \text{EMPLOYEE} \bowtie_{\text{SUPERSSN}=\text{SSSN}} \text{SUPERVISOR}$

$\text{RESULT} \leftarrow \Pi_{\text{FNAME}, \text{LNAME}, \text{SFN}, \text{SLN}}(T)$

연습문제

EMP(EMPNO, NAME, TITLE, MANAGER, SALARY, DNO)
DEPT(DEPTNO, DEPTNAME, FLOOR)

질의 : 직급이 “대리” 이면서 급여가 3000 이상인 모든 사원의 이름과 사원번호를 검색하라

$\Pi_{EMPNAME, EMPNO}(\sigma_{TITLE='대리' \text{ AND } SALARY \geq 3000} (EMP))$

질의 : “김영식” 이 속한 부서의 이름을 검색하라.

질의 : “김영식” 과 같은 부서에 속하는 모든 사원의 이름을 검색하라.

질의 : “김영식” 이 속한 부서의 이름과 해당 부서에 소속된 모든 사원의 이름을 검색하라.

관계대수의 확장

관계대수 의 한계

산술연산이 없음

집단함수가 없음

정렬이 없음

갱신연산이 없음

무조건적인 중복배제