

### Relaatioalgebra

- Relaatiomalliin liittyy malli tietokannan käsittelystä
- Tietokannasta pitää pystyä hakemaan tietoa ja toisaalta tietokantaa on ylläpidettävä
- Tietokannan käsittelyn malli **relaatioalgebra** määrittelee operaatiot, joilla olemassa olevista relaatioista voidaan laskea uusia relaatioita

1

### Relaatioalgebra

- Kyselyt:
  - lähtökohtana tietokannan tila joukkona relaatioita
  - kyselyn tuloksena on yksi relaatio
  - kysely on lauseke, joka määrittelee miten lähtörelaatioista tuotetaan tulosrelaatio soveltamalla relaatioalgebran operaatioita
  - vrt. aritmeettinen laskukaava:
    - Lähtökohtana joukko lukuja
    - Laskukaava kertoo miten luvuista lasketaan tulos soveltamalla laskentaoperaatioita

2

### Relaatioalgebra

- Ylläpito:
  - Relaatioalgebrassa ei varsinaisesti tarkastella tietokannan ylläpitoa
  - Voitaisiin ajatella että ylläpito palautetaan kyselyiksi
    - Lähtökohtana joukko relaatioita
    - Kyselyllä muodostetaan uusi relaatio, joka korvaa jonkin lähtöjoukkoon kuuluneen relaation
      - > tietokannan tila on siis muuttunut

3

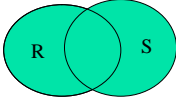
### Relaatioalgebra

- Operaatiot, joilla relaatioista voidaan muodostaa uusia relaatioita
- Perustana matematiikan joukko-oppi
- Joukko-opin perusoperaatiot
  - yhdiste, erotus, ristitulo, leikkaus
- Eriyisiä relaatioalgebran omia operaatioita
  - projektio, valinta, liitokset

4

### Relaatioalgebra

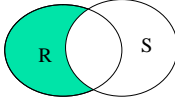
- Yhdiste (union)
  - Yhdisteen avulla muodostetaan relaatio joka sisältää kummankin yhdistettävän relaation monikot:
  - $R \cup S = \{t \mid t \in R \vee t \in S\}$ ,
  - missä R ja S ovat relaatioita ja t on relaation R tai S monikko.



5

### Relaatioalgebra - erotus (set difference)

- Erotuksessa tulosrelaatioon otetaan ne relaation monikot, jotka eivät sisälly erotettavaan relaatioon :
- $R - S = \{t \mid t \in R \wedge t \notin S\}$ .



6

### Relaatioalgebra

- Yhdiste ja erotus edellyttävät, että relaatiot ovat samarakenteisia (union compatible)
  - sama määrä attribuutteja
  - vastinpaikoilla samat arvojoukot
  - vastinpaikkoihin liitettyjen attribuuttinimien ei tarvitse olla samoja
  - ensimmäinen osapuoli nimeää tuloksen sarakkeet

7

### Relaatioalgebra - ristitulo (Cartesian product)

- Ristitulossa  $R \times S$  muodostetaan tulosrelaatioon monikoita, kokoamalla yhdeksi monikoksi arvot monikkopareista, joissa parin monikoista ensimmäinen kuuluu relaatioon R ja toinen relaatioon S. Yhdistetty monikko muodostetaan jokaisesta monikkoparista.

R	A	B
1	2	
3	4	

S	D	E
3	4	
5	6	
1	3	

R x S	A	B	D	E
1	2	3	4	
1	2	5	6	
1	2	1	3	
3	4	3	4	
3	4	5	6	
3	4	1	3	

8

### Relaatioalgebra - ristitulo

- $aste(R \times S) = aste(R) + aste(S)$
- $koko(R \times S) = koko(R) * koko(S)$ 
  - opiskelija relaatiossa 30 000 monikkoa
  - opintosuoritus relaatiossa 600 000 monikkoa
  - opiskelija x opintosuoritus: 18 000 000 000
- Samannimiset attribuutit:
  - käytetään alkuperätarkennetta
  - $R(A,B,C) \times S(B,C,D) \Rightarrow RxS(A, R.B, R.C, S.B, S.C, D)$

9

### Relaatioalgebra - projektiio (projection)

- Projektiiossa poimitaan relaatiosta annetuissa sarakkeissa esiintyvät arvot
- $\pi_{A_1, \dots, A_n}(R) = \{(a_1, \dots, a_n) \mid x \in R, \forall i=1..n: a_i = x.A_i\}$ 
  - $A_1, \dots, A_n$  ovat attribuutteja
  - $a_1, \dots, a_n$  ovat arvoja
  - $x$  on monikko
  - $x.A$  on attribuutin A arvo monikossa x
- Vaikka sama arvoyhdistelmä  $a_1, \dots, a_n$  esiintyisi useassa lähtörelaation monikossa, se tulee kuitenkin tulosrelaatioon vain kertaalleen = toistuvien arvojen (dublikaattien) karsinta

10

### Relaatioalgebra - projektiio

T	A	B	D	E
1	2	3	4	
1	2	5	6	
1	2	1	3	
3	4	3	4	
3	4	5	6	
3	4	1	3	

↓

$\pi_B(T)$	B
2	
4	

$\pi_{D,E}(T)$	D	E
3	4	
5	6	
1	3	

11

### Relaatioalgebra - valinta (selection)

- Valinnalla poimitaan ehdon täyttävät rivit
- $\sigma_{ehto}(R) = \{ x \mid x \in R \text{ ja } ehto \text{ on voimassa, kun siinä esiintyvät attribuutit korvataan niiden arvoilla monikossa } x \}$
- Ehdossa vertailtavina voivat olla attribuutit ja vakiot. Vertailuoperaattoreina tulevat kyseeseen  $=, \neq, <, >, \leq$  ja  $\geq$ .

12

### Relaatioalgebra - valinta

R	A	B
	1	2
	3	4

$\sigma_{A=1}(R)$	A	B
	1	2

$\sigma_{3>2}(R)$	A	B
	1	2
	3	4

$\sigma_{A=5}(R)$	A	B

Tuloksena tyhjä joukko

13

### Relaatioalgebra -sijoitus

- Sijoituksella (assign) voidaan nimetä tulosrelaatio
- $S(A,B,\dots,N) :=$  lauseke.
- Lausekkeen tuloksen asteen täytyy olla sama kuin vasemmalla puolella olevien attribuuttien lukumäärä
- Sijoitusta ei yleensä pidetä relaatioalgebran operaationa, mutta sitä käyttäen voidaan nimetä välituloksia ja kyselyiden laadinta helpottuu
- Onimet (nimi) :=  $\pi_{\text{Sukunimi}}$ (Opiskelija)

14

### Relaatioalgebra - leikkaus

- Leikkaus on joukko-opin operaatio, jolla saadaan tulokseksi kahden joukon yhteiset alkiot. Se voidaan esittää erotus-Operaation avulla.
- $R \cap S \equiv R - (R - S) \equiv S - (S - R)$

15

### Relaatioalgebra - loogiset lausekkeet ehdoissa

- Valintaehdoissa voidaan käyttää samanlaisia loogisia lausekkeita kuin ohjelmointikielissä, sillä niitä käyttävä valinta voidaan esittää myös yksinkertaisia valintoja ja yhdistettä, erotusta ja leikkausta käyttäen, esim.
- $\sigma_{\text{ehto1 or ehto2}}(R) \equiv \sigma_{\text{ehto1}}(R) \cup \sigma_{\text{ehto2}}(R)$  ja
- $\sigma_{\text{ehto1 and ehto2}}(R) \equiv \sigma_{\text{ehto1}}(R) \cap \sigma_{\text{ehto2}}(R)$
- $\sigma_{\text{not ehto1}}(R) \equiv R - \sigma_{\text{ehto1}}(R)$

16

### Relaatioalgebra -liitokset (join)

- Monikkoparin yhdistäminen jonkin ehdon perusteella
- Liitoksessa yhdistyy valinta ja ristitulo
  - $R \bowtie_{\text{liitosehto}} S \equiv \sigma_{\text{liitosehto}}(R \times S)$
- Yleisin liitos on yhdistää monikko ja siihen viittaava monikko
  - yhdistämisehtona on silloin ehto  $R.A=S.VA$ ,
  - missä A on R:n avain ja VA on relaatioon R viittaava viiteavain S:ssä

17

### Liitos

R	A	B	S	D	E
	1	2		3	4
	3	4		5	6
				1	3

Ehto:  $R.A=S.D$

RxS	A	B	D	E
	1	2	3	4
	1	2	5	6
	1	2	1	3
	3	4	3	4
	3	4	5	6
	3	4	1	3

Ensin ristitulo

18

**Liitos**

R	A	B
1	2	
3	4	

S	D	E
3	4	
5	6	
1	3	

Ehto: R.A=S.D

RxS	A	B	D	E
1	2	3	4	
1	2	5	6	
1	2	1	3	
3	4	3	4	
3	4	5	6	
3	4	1	3	

Sitten karsinta

RxS	A	B	D	E
1	2	3	4	
1	2	5	6	
3	4	3	4	
3	4	1	3	

19

**Liitos**

Auto(Reknro, Väri, Vmalli, Merkki)  
Omistaja(Reknro, Henkilönumero, Osoite, Nimi),

- Autoihin liitetty omistajat:
- Auto  $\bowtie$  Auto.Reknro=Omistaja.Reknro Omistaja

20

**Liitos**

R	A	B
1	2	
3	4	

S	D	E
3	4	
5	6	
1	3	

Ehto: R.A≠S.D

RxS	A	B	D	E
1	2	3	4	
1	2	5	6	
1	2	1	3	
3	4	3	4	
3	4	5	6	
3	4	1	3	

21

**Liitos**

- Auto(Reknro, Väri, Vmalli, Merkki)
- Omistaja(Reknro, Henkilönumero, Osoite, Nimi),
- Autot, joilla ei ole omistajaa?
- Ei:  $\pi_{Auto.reknro} (Auto \bowtie_{Auto.Reknro \neq Omistaja.Reknro} Omistaja)$   
 $= \pi_{Auto.reknro} (Auto \times Omistaja - Auto \bowtie_{Auto.Reknro = Omistaja.Reknro} Omistaja)$
- vaan
- $\pi_{Auto.Reknro} (Auto) - \pi_{Reknro} (Omistaja)$

22

**Liitos**

Auto	Reknro	..
ABC-123		
DEF-456		
GHI-789		

Omistus	Reknro	Omistaja
ABC-123	ABC-123	Liisa
ABC-123	ABC-123	Kalle
GHI-789	GHI-789	Pekka

Tulos	Reknro
ABC-123	
DEF-456	
GHI-789	

$\pi_{Auto.reknro} (Auto \bowtie_{Auto.Reknro \neq Omistus.Reknro} Omistus)$

23

**Luonnollinen liitos**

- R\*S
- liitosehto muodostetaan automaattisesti siten, että liitosehtona vaaditaan kaikkien vastinattribuuttien yhtäsuuruutta.
- Vastinattribuutilla tarkoitetaan tässä sellaista attribuuttia, joka esiintyy kummassakin relaatio-sa.
- Edelleen, koska jokaisella vastinattribuutilla edellytetään olevan sama arvo kummassakin yhdistettävässä monikossa, attribuutti otetaan mukaan tulosrelaatioon vain kertaalleen.

24

### Luonnollinen liitos

- Olkoot  $A_1, \dots, A_n$  R:n attribuutit, jotka eivät esiinny S:ssä ja  $C_1, \dots, C_m$  S:n attribuutit, jotka eivät esiinny R:ssä sekä  $B_1, \dots, B_k$  attribuutteja, jotka esiintyvät kummassakin relaatiokaaviossa. Tällöin

$$R * S \equiv \pi_{A_1, \dots, A_n, R.B_1, \dots, R.B_k, C_1, \dots, C_m} (R \bowtie_{R.B_1=S.B_1 \text{ and } \dots \text{ and } R.B_k=S.B_k} S)$$

25

### Luonnollinen liitos

- $R(A, B, C) * S(A, D, E) = \pi_{A, B, C, D, E} (R \bowtie_{R.A=S.A} S)$
- $Q(A, B, C) * T(A, B, C) = \pi_{A, B, C} (Q \bowtie_{Q.A=T.A \text{ and } Q.B=T.B \text{ and } Q.C=T.C} T)$

26

### Ulkoliitos (outer join)

- Ulkoliitos on yhdisteen ja liitoksen yhdistelmä, jolla saadaan mukaan tulosrelaation myös sellaiset lähtörelaation monikot, joille liitosehdon mukaisesti ei löydy yhtään paria toisesta lähtörelaatiosta.

$$R \bowtie_{\text{ehto}} S \equiv (R \bowtie_{\text{ehto}} S) \cup (R - \pi_{\text{att}(R)}(R \bowtie_{\text{ehto}} S)) \times \mathfrak{N}$$

- $\text{att}(R)$  tarkoittaa kaikkia R:n attribuutteja ja  $\mathfrak{N}$  on yksimonikoinen relaatio, jonka kaavio on sama kuin relaatiolla S ja jonka jokainen arvo on tyhjäarvo.

27

### Ulkoliitos

- $\text{Auto} \bowtie_{\text{Auto.Reknro}=\text{Omistaja.Reknro}} \text{Omistaja}$
- Kaikki autot tulevat mukaan, mutta jos autolla ei ole omistajaa tulee kyseisen auton omistustiedoiksi tyhjäarvoja.

28

### Ulkoliitos

Auto	Reknro	..
ABC-123		
DEF-456		
GHI-789		

Omistus	Reknro	Omistaja
ABC-123	ABC-123	Liisa
ABC-123	ABC-123	Kalle
GIH-789	GIH-789	Pekka

Tulos	A.Reknro	O.Reknro	Omistaja
	ABC-123	ABC-123	Liisa
	ABC-123	ABC-123	Kalle
	GIH-789	GIH-789	Pekka
	DEF-456	NULL	NULL

29