

## Relaatioalgebra

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

## Relaatioalgebra

- Kyselyt:
  - lähtökohtana tietokannan tila joukkona relaatioita
  - kyselyn tuloksena 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

## Relaatioalgebra

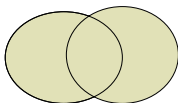
- Ylläpito:
  - Relaatioalgebrassa ei tarkastella tietokannan ylläpitoa
  - Voitaisiin ajatella että ylläpito palautetaan kyselyiksi
    - Lähtökohtana joukko relaatioita
    - Kyselyllä muodostetaan uusi relaatio, joka korvaa jonkin lähtöjoukkoon kuuluneen relaation
      - > tietokannan tila on siis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

## Relaatioalgebra

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

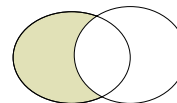
## Relaatioalgebra

- 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.



## Relaatioalgebra - erotus (set difference)

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



## 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

## 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

$R \times S$	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

## Relaatioalgebra - ristitulo

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

## 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

## 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

## Relaatioalgebra - valinta (selection)

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

## 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

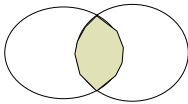
Tuloksena tyhjä joukko

## 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) :=  $\pi_{\text{Sukunimi}}(\text{Opiskelija})$

## Relaatioalgebra - leikkaus

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



## 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
- $\sigma_{\text{ehto1 and ehto2}}(R) \equiv \sigma_{\text{ehto1}}(R) \cap \sigma_{\text{ehto2}}(R)$
- $\sigma_{\text{not ehto1}}(R) \equiv R - \sigma_{\text{ehto1}}(R)$

## Relaatioalgebra -liitokset (join)

- Monikkoparin yhdistäminen jonkin ehdon perusteella
- Liitoksessa yhdistyy valinta ja ristitulo
  - $R \bowtie_S S \equiv \sigma_{\text{liitosehto}}(R \times S)$
- 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

## 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

Ensin ristitulo

## 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	

Sitten karsinta

## Liitos

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

Ehto:  $R.A \neq S.D$

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	

## Liitos

- Auto(Rekno, Väri, Vmalli, Merkki)
- Omistus(Rekno, Henkilönumero, Osoite, Nimi),

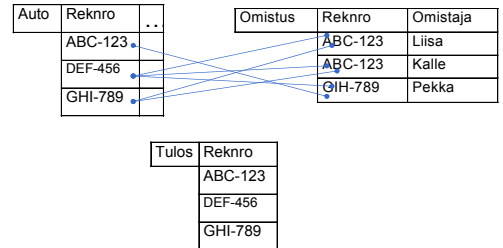
### Autot, joilla ei ole omistajaa?

- Ei:  $\pi_{\text{Auto.rekno}}(\text{Auto} \bowtie_{\text{Auto.Rekno=Omistus.Rekno}} \text{Omistus})$   
 $= \pi_{\text{Auto.rekno}}(\text{Auto} \times \text{Omistus} - \text{Auto} \bowtie_{\text{Auto.Rekno=Omistus.Rekno}} \text{Omistus})$

vaan

$$\pi_{\text{Auto.Rekno}}(\text{Auto}) - \pi_{\text{Rekno}}(\text{Omistus})$$

## Liitos



$$\pi_{\text{Auto.rekno}}(\text{Auto} \bowtie_{\text{Auto.Rekno=Omistus.Rekno}} \text{Omistus})$$

## Luonnollinen liitos

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

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

## Luonnollinen liitos

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

## 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.
  - $R \supset \langle |_{\text{ehto}} S \equiv (R \bowtie |_{\text{ehto}} S) \cup (R - \pi_{\text{att}(R)}(R \bowtie |_{\text{ehto}} S)) \times \mathcal{N}$ ,
- $\text{att}(R)$  tarkoittaa kaikkia R:n attribuutteja ja  $\mathcal{N}$  on yksimonikkoinen relaatio, jonka kaavio on sama kuin relaatiolla S ja jonka jokainen arvo on tyhjäarvo.

## Ulkoliitos

- $\text{Auto} \supset \langle |_{\text{Auto.Rekno}=\text{Omistus.Rekno}} \text{Omistus}$
- Kaikki autot tulevat mukaan, mutta jos autolla ei ole omistajaa tulee kyseisen auton omistustiedoiksi tyhjäarvoja.

## Ulkoliitos

Auto	Rekno	..	Omistus	Rekno	Omistaja
ABC-123			ABC-123	Liisa	
DEF-456			ABC-123	Kalle	
GHI-789			GIH-789	Pekka	

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