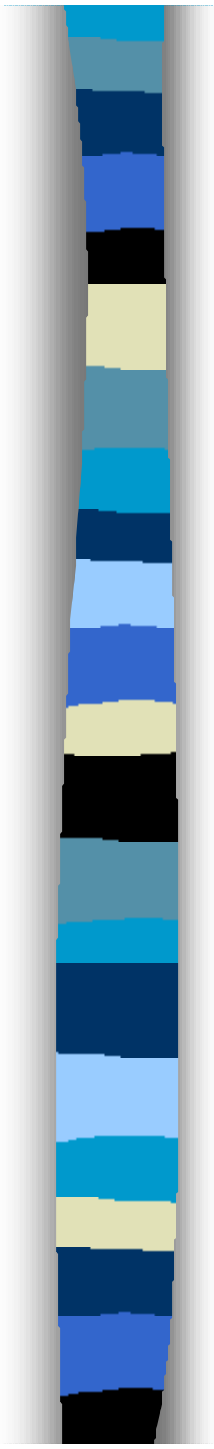


Relaatioalgebra

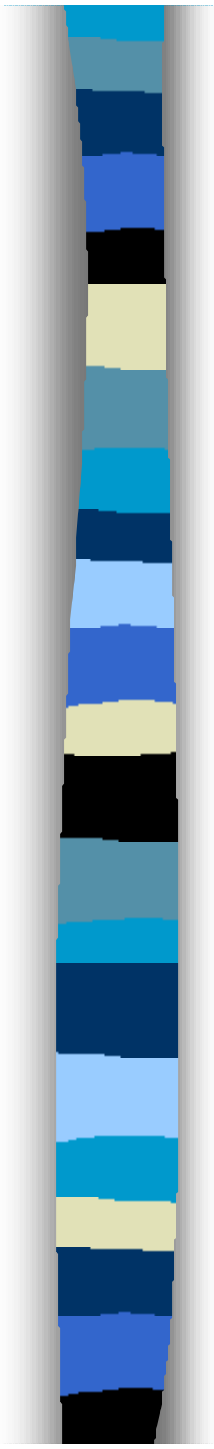
- Relaatiomalliin liittyy malli tietokannan käsittelystä
- Tietokannasta pitää pystyä hakemaan tietoa ja toisaalta tietokantaa on ylläpidettävä
- Tietokannan käsittelyn malli **relaatioalgebra** määrittelee operaatiot, joilla olemassaolevista relaatioista voidaan laskea uusia relaatioita



Relaatioalgebra

■ Kyselyt:

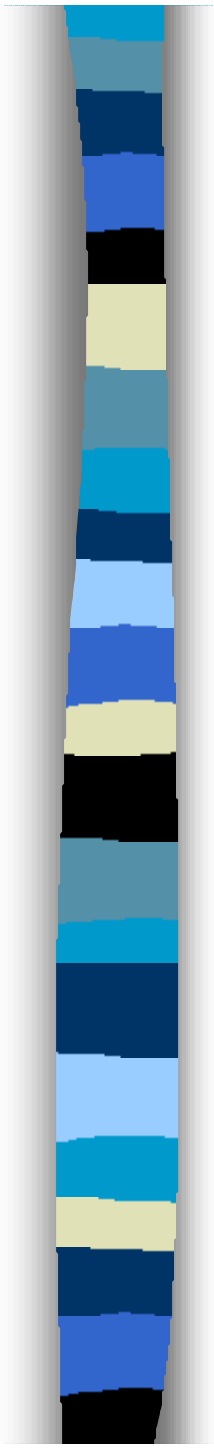
- lähtökohtana tietokannan tila joukkona relaatioita
- kyselyn tuloksena yksi relaatio
- kysely on lauseke, joka määrittelee miten lähtörelaatioista tuotetaan tulosrelaatio soveltamalla relaatioalgebran operaatioita
- vrt aritmeettinen laskukaava.
 - Lähtökohtana joukko lukuja
 - Laskukaava kertoo miten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



Relaatioalgebra

■ Ylläpito:

- Relatioalgebrassa 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*



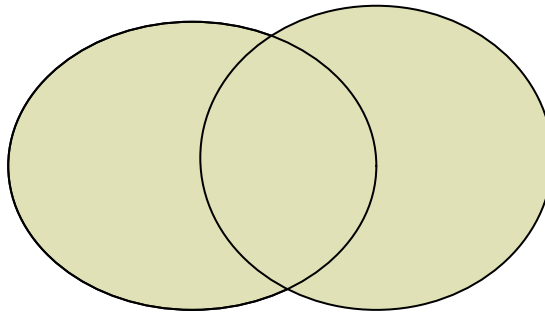
Relaatioalgebra

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

Relaatioalgebra

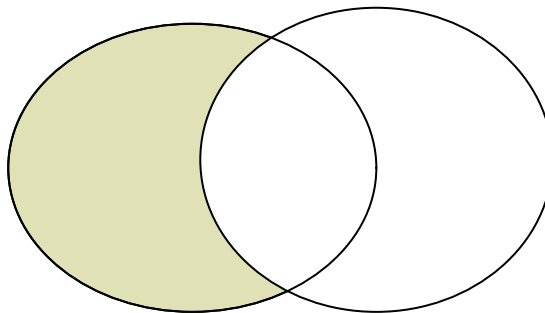
■ Yhdiste (union)

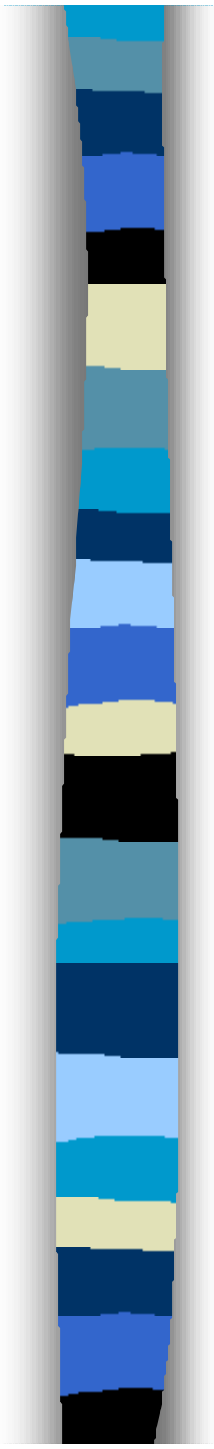
- Yhdisteen avulla muodostetaan relaatio joka sisältää kummankin yhdistettävän relaation monikot:
- $R \cup S = \{t \mid t \in R \vee t \in S\}$,
- missä R ja S ovat relaatioita ja t on relaation R tai S monikko.



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

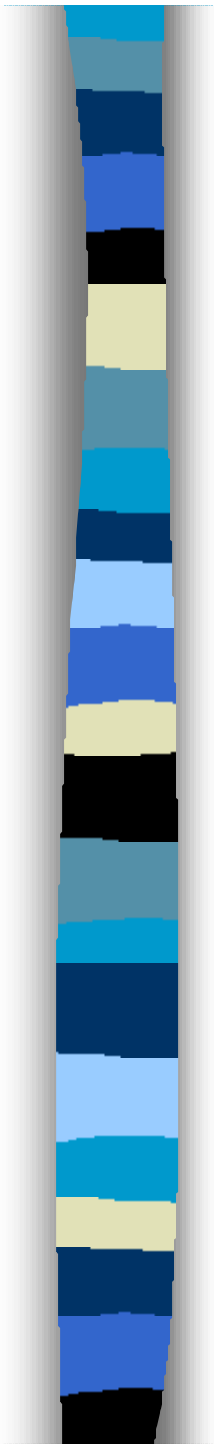
Relaatioalgebra - ristitulo (Cartesian product)

- 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

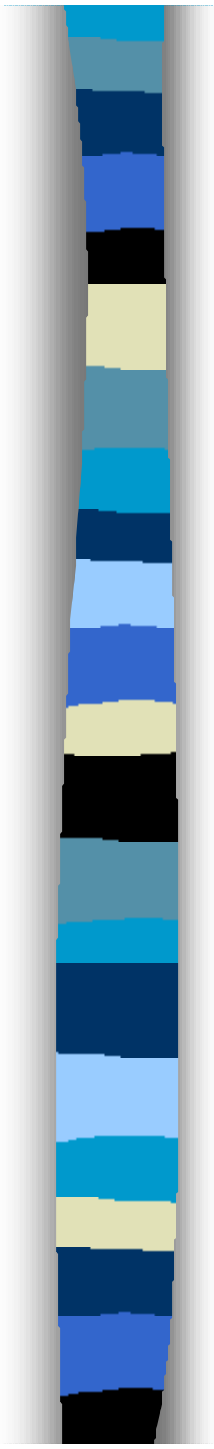
S	D	E
	3	4
	5	6
	1	3

R 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



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



Relaatioalgebra - projektio (projection)

- Projektiossa 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 - projektio

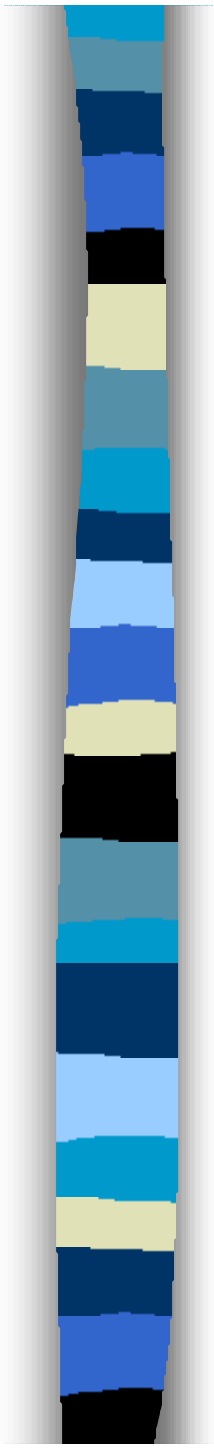
T	A	B	D	E
	1	2	3	4
	1	2	5	6
	1	2	1	3
	3	4	3	4
	3	4	5	6
	3	4	1	3

$\pi_B(T)$

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 $\geq$.

Relatioalgebra - valinta

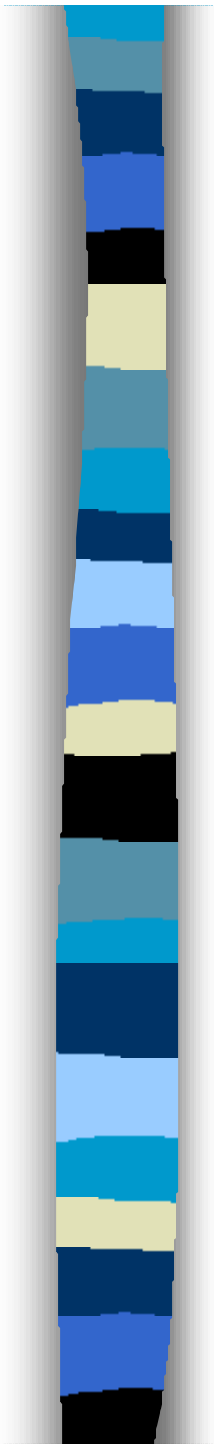
R	A	B
	1	2
	3	4

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

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

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

Tuloksena tyhjä joukko

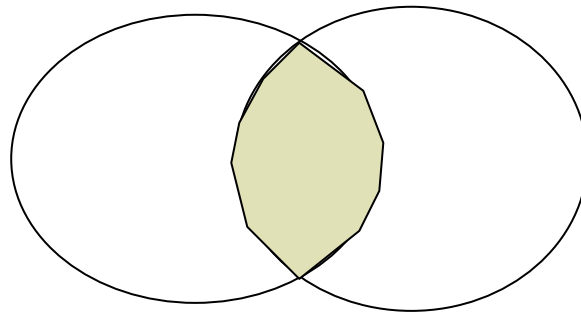


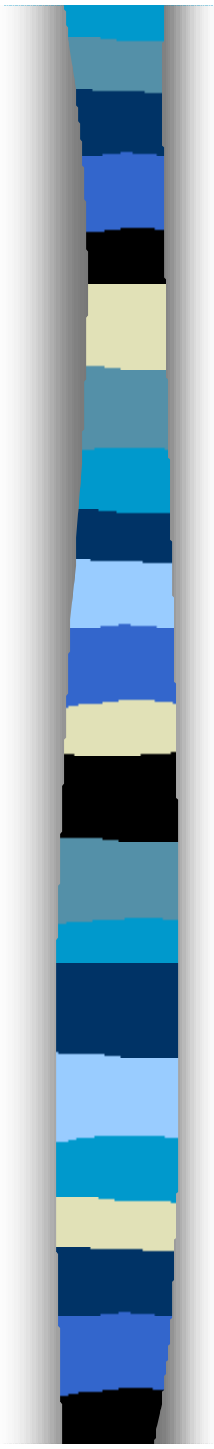
Relaatioalgebra -sijoitus

- Sijoituksella (assign) voidaan nimetä tulosrelaatio
- $S(A, B, \dots, N) := \text{lauseke.}$
- 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
- $\text{Onimet}(\text{nimi}) := \pi_{\text{Sukunimi}}(\text{Opiskelija})$

Relaatioalgebra - leikkaus

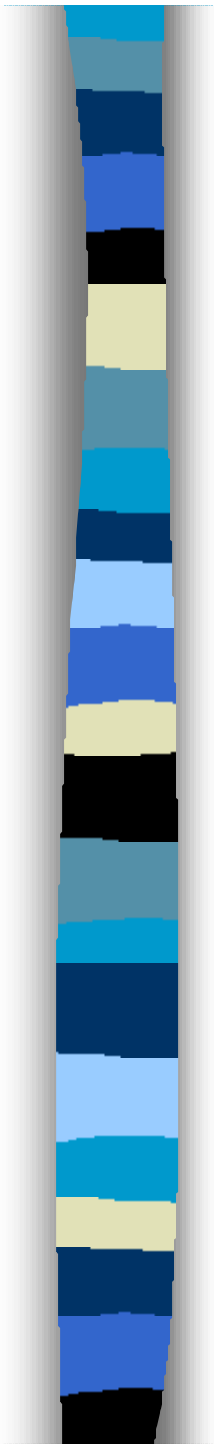
- Leikkaus on joukko-opin operaatio, jolla saadaan tulokseksi kahden joukon yhteiset alkiot. Se voidaan esittää erotus-operaation avulla.
- $R \cap S \equiv R - (R - S) \equiv S - (S - R)$





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
 - $R \bowtie_{\text{liitosehto}} S \equiv \sigma_{\text{liitosehto}}(R \times S)$
- 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

Liitos

R	A	B
	1	2
	3	4

S	D	E
	3	4
	5	6
	1	3

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

Ehto: $R.A = S.D$

Ensin ristitulo

Liitos

R	A	B
	1	2
	3	4

S	D	E
	3	4
	5	6
	1	3

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

Ehto: $R.A = S.D$

Sitten karsinta

Liitos

R	A	B
	1	2
	3	4

S	D	E
	3	4
	5	6
	1	3

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

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

Liitos

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

■ Autot, joilla ei ole omistajaa?

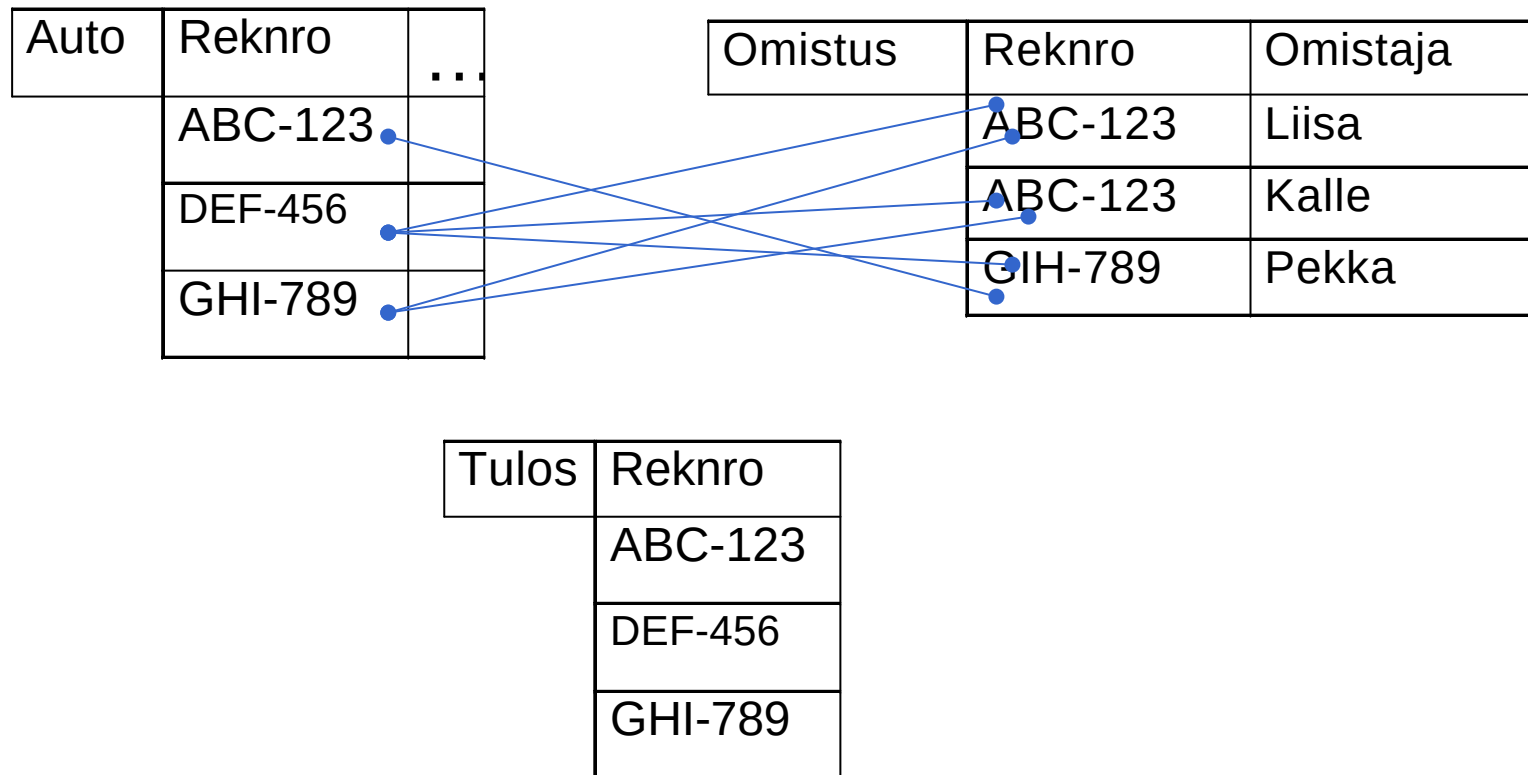
– Ei: $\pi_{\text{Auto.reknro}}(\text{Auto} | X|_{\text{Auto.Reknro} \neq \text{Omistus.Reknro}} \text{Omistus})$

$$= \pi_{\text{Auto.reknro}}(\text{Auto} \times \text{Omistus} - \text{Auto} | X|_{\text{Auto.Reknro} = \text{Omistus.Reknro}} \text{Omistus})$$

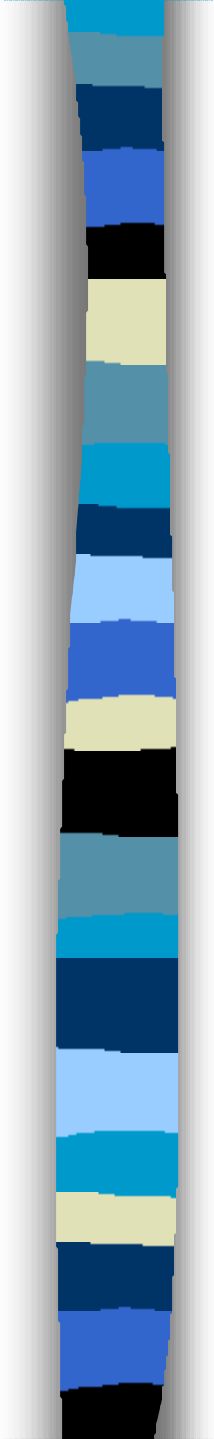
vaan

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

Liitos

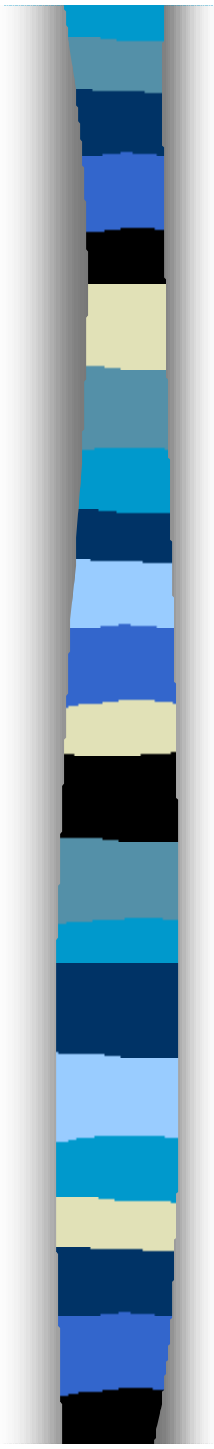


$$\pi_{\text{Auto.reknro}}(\text{Auto} \bowtie_{\text{Auto.Reknro} \neq \text{Omistus.Reknro}} \text{Omistus})$$



Luonnollinen liitos

- R^*S
- liitosehto muodostetaan automaattisesti siten, että liitosehtona vaaditaan kaikkien vastinattribuuttien yhtäsuuruutta.
 - Vastinattribuutilla tarkoitetaan tässä sellaista attribuuttia, joka esiintyy kummassakin relaatioissa.
 - 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

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

Luonnollinen liitos

■ $R(A,B,C) * S(A,D,E) =$

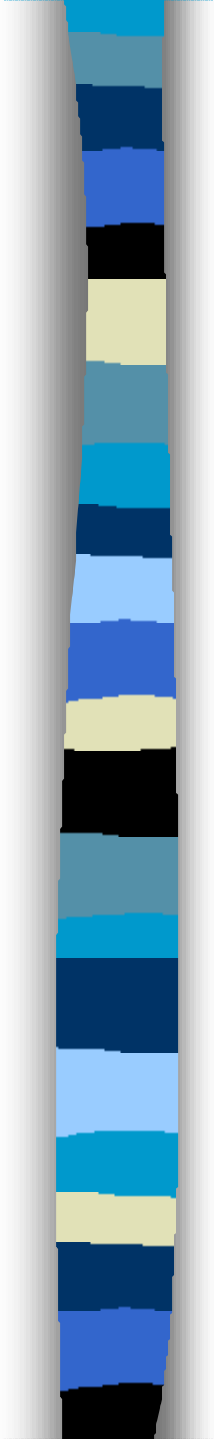
$$\pi_{A,B,C,D,E} (R|X|_{R.A=S.A} S)$$

■ $Q(A,B,C) * T(A,B,C) =$

$$\pi_{A,B,C} (Q|X|_{Q.A=T.A \text{ and } Q.B=T.B \text{ and } Q.C=T.C} T)$$

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.
 - $R \supseteq \bowtie_{\text{ehto}} S \equiv (R \bowtie_{\text{ehto}} S) \cup (R - \pi_{\text{att}(R)}(R \bowtie_{\text{ehto}} S)) \times \mathfrak{N},$
- $\text{att}(R)$ tarkoittaa kaikkia R:n attribuutteja ja $\mathfrak{N}$ on yksimonikkoinen relaatio, jonka kaavio on sama kuin relaatiolla S ja jonka jokainen arvo on tyhjäarvo.



Ulkoliitos

■ `Auto` $\supseteq$ `Omistus` | `Auto.Reknro=Omistus.Reknro`

- Kaikki autot tulevat mukaan, mutta jos autolla ei ole omistajaa tulee kyseisen auton omistustiedoiksi tyhjäarvoja.

Ulkoliitos

Auto	Reknro	...	Omistus	Reknro	Omistaja
	ABC-123			ABC-123	Liisa
	DEF-456			ABC-123	Kalle
	GHI-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