

**Relaatioalgebra**

- operaatiot, joilla relaatioista voidaan muodostaa uusia relaatioita
- joukko opin perusoperaatiot
  - yhdiste, erotus, ristitulo, leikkaus
- erityisiä relaatioalgebran operaatioita
  - projektiot, 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.

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

**Relaatioalgebra - erotus (set difference)**

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

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

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

**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
  - $R(A,B,C) \times S(B,C,D) \Rightarrow R \times S(A, R.B, R.C, S.B, S.C, D)$

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

**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) :=  $\pi_{Sukunimi}$ (Opiskelija)

**Relaatioalgebra - leikkaus**

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

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

  

$R \cap S$	A	B
3	4	

### 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
- $\sigma_{\text{ehto1 and ehto2}}(R) \equiv \sigma_{\text{ehto1}}(R) \cap \sigma_{\text{ehto2}}(R)$

### Relaatioalgebra -liitokset (join)

- Monikoiden 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	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

### 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

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

### Luonnollinen liitos

- R\*S
- liitosehto muodostetaan automaattisesti siten, että liitosehtona vaaditaan kaikkien vastinattribuuttien yhtäsuuruutta.
  - Vastinattribuutilla tarkoitetaan tässä sellaista attribuuttia, joka esiintyy kummassakin 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
- $R * S \equiv \pi_{A_1, \dots, A_n, R.B_1, \dots, R.B_k, C_1, \dots, C_m} (R \times |_{R.B_1=S.B_1 \text{ and } \dots \text{ and } R.B_k=S.B_k} S)$

**Luonnollinen liitos**

---

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

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

**Ulkoliitos**

---

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

**Kyselyt relaatioalgebralla**

---

- Kysely esitetään vastauksen muodostavana lausekkeena
- Sulkeilla voi ohjata laskentajärjestystä
- periaatteessa kyselyn optimoija voisi uudelleenjärjestellä operaatioita niin, että suoritus olisi mahdollisimman tehokas
- Lauseketta muodostettaessa kannattaa käyttää välituloksia.

**Esimerkkejä**

---

- $\text{Auto}(\text{Reknro}, \text{Väri}, \text{Vmalli}, \text{Merkki})$
- $\text{Omistus}(\text{Reknro}, \text{Henkilönumero}, \text{Osoite}, \text{Nimi})$ ,
- $\text{Katsastus}(\text{Reknro}, \text{Katsastusvuosi}, \text{KatsastusPvm}, \text{Hyväksyttiin})$ ,
- $\text{Vika}(\text{Reknro}, \text{KatsastusPvm}, \text{Vika})$

**Esimerkkejä**

- Vuosimallia 1996 olevat autot, joista on löytynyt vikoja vuoden 1999 katsastuksissa:
- S Vmalli=1996 (Auto) (vuosimallia 1996 oleva auto)
- S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus) (vuoden 1999 katsastus)
- Vika \* S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus) (vuoden 1999 katsastuksissa löytyneet viat, liitos rekisterinumeron ja katsastuspäivän perusteella)
- S Vmalli=1996 (Auto) \* (Vika \* S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus)) (vuoden 1999 katsastuksessa vuosimallin 1996 autoista löytyneet viat, liitos rekisterinumeron perusteella)
- P Reknro (S Vmalli=1996 (Auto) \* (Vika \* S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus)))

**Esimerkkejä**

Omistajan nimi ja osoite vuosimallia 1995 tai sitä vanhemmista autoista, joiden vuoden 1999 katsastusta ei ole vielä tehty

S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus) (vuoden 1999 katsastukset)

S Vmalli<=1995 (Auto) (vuosimallia 1995 tai sitä vanhempi auto)

P Reknro (Auto) - P Reknro (S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus)) (rekisterinumero autoista, joiden vuoden 1999 katsastusta ei ole tehty)

P Reknro (S Vmalli<=1995 (Auto) - P Reknro (S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus)) (rekisterinumero vuosimallia 1995 olevista tai vanhemmista autoista, joiden vuoden 1999 katsastusta ei ole tehty)

Auto \* Omistus (Omistajatiedot liitetty autoon rekisterinumeron perusteella)

Omistajan nimi ja osoite vuosimallia 1995 tai sitä vanhemmista autoista, joiden vuoden 1999 katsastusta ei ole vielä tehty

P Nimi,Osoite (Omistus \* (P Reknro (S Vmalli<=1995 (Auto) - P Reknro (S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus))))

**Esimerkkejä**

Tiedot henkilöistä, jotka omistavat yhteisen auton (tiedot myös tästä) mutta asuvat eri osoitteissa.

Omistaja

⊗ Omistaja.1.Reknro=Omistaja.2.Reknro and Omistaja.1.Henkilönrmero < Omistaja.2.Henkilönumero

Omistaja

{Samana auton omistavat henkilöparit. Tässä osapuoliin viitataan selvyuden vuoksi tarkentein 1 ja 2 [yleensä nuo jätetään pois]. Vertailuoperaattorilla '<' saadaan aikaan se, ettei sama pari tule kahdesti eri järjestyksessä, erisuuruusvertailu johtaisi tähän}

P Auto.Reknro,Omistaja.1,Nimi,Omistaja.1.Osoite,Omistaja.2.Nimi,Omistaja.2.Osoite (Auto \* (Omistaja

⊗ Omistaja.1.Reknro=Omistaja.2.Reknro and Omistaja.1.Henkilönumero<Omistaja.2.Henkilönumero and Omistaja.1.Osoite=Omistaja.2.Osoite

Omistaja))

**Esimerkkejä**

Vuoden 1996 Opel Astroissa sekä Audi A4:ssa esiintyneet yhteiset viat vuoden 1999 katsastuksissa.

S Vmalli=1996 and Merkki=Audi A4 (Auto) (vuoden 1996 mallia oleva Audi A4)

P Vika (S Vmalli=1996 and Merkki=Audi A4 (Auto) \* (Vika \* S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus))) (vuoden 1996 Audi A4 autojen viat vuoden 1999 katsastuksissa)

P Vika (S Vmalli=1996 and Merkki=Audi A4 (Auto) \* (Vika \* S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus))) ⋈

P Vika (S Vmalli=1996 and Merkki=Opel Astra (Auto) \* (Vika \* S Katsastusvuosi=1999 (Katsastus)))