

Relaatioalgebra

- Tietokantaoperaatiot
 - tiedon haku = kyselyt
 - miten määritellään haettava tieto
 - ylläpito-operaatiot
 - lisäys, poisto, muuttaminen

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
- joukko opin perusoperaatiot
 - yhdiste, erotus, ristitulo, leikkaus
- erityisiä relaatioalgebran 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.

R	A	B
1	2	
3	4	

S	D	E
3	4	
5	6	
1	3	

R ∪ S	A	B
1	2	
3	4	
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
1	2	
3	4	

S	D	E
3	4	
5	6	
1	3	

R - S	A	B
1	2	

S - R	D	E
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
	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

- $aste(R \times S) = aste(R) + aste(S)$
- $koko(R \times S) = koko(R) * koko(S)$
 - 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 - 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
- $\sigma_{ehto}(R) = \{ x \mid x \in R \text{ ja } ehto \text{ on voimassa, kun siinä esiintyvät attribuutit korvataan niiden arvoilla monikossa } x \}$
- 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) := $\pi_{\text{Sukunimi}}(\text{Opiskelija})$

Relaatioalgebra - leikkaus

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

R	A	B
	1	2
	3	4

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

Relaatioalgebra -liitokset (join)

- Monikkoparin yhdistäminen jonkin ehdon perusteella
- Liitoksessa yhdistyy valinta ja ristitulo
 - $R \bowtie X | \text{liitosehto} S \equiv \sigma_{\text{liitosehto}}(R \times S)$
- 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 relaation R viittaava viiteavain S:ssä

Liitos

R	A	B
	1	2
	3	4

S	D	E
	3	4
	5	6
	1	3

Ehto: $R.A=S.D$

$R \times S$	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

Ensimmäinen ristitulo

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

Liitos

R	A	B
1	2	
3	4	

S	D	E
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: $\pi_{Auto.rekno}(\sigma_{Auto.Rekno \neq Omistus.Rekno}(Auto \times Omistus))$

= $\pi_{Auto.rekno}(Auto \times Omistus - \sigma_{Auto.Rekno = Omistus.Rekno}(Auto \times Omistus))$

vaan

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

Liitos

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

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

Tulos	Rekno
ABC-123	
DEF-456	
GHI-789	

$\pi_{Auto.rekno}(Auto \times \sigma_{Auto.Rekno \neq Omistus.Rekno}(Auto \times Omistus))$

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

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

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

Ulkoliitos

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

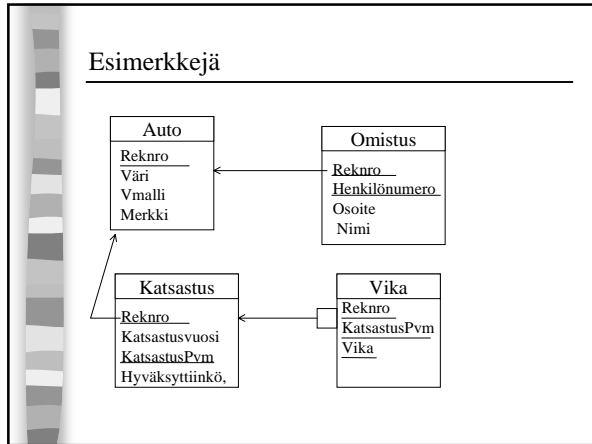
Tulos	A.Rekno	O.Rekno	Omistaja
	ABC-123	ABC-123	Liisa
	ABC-123	ABC-123	Kalle
	GIH-789	GIH-789	Pekka
	DEF-456	NULL	NULL

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.

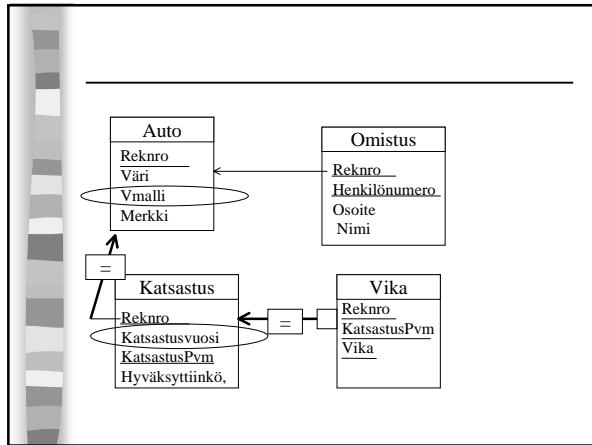
Esimerkkejä

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



Esimerkkejä

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



Esimerkkejä

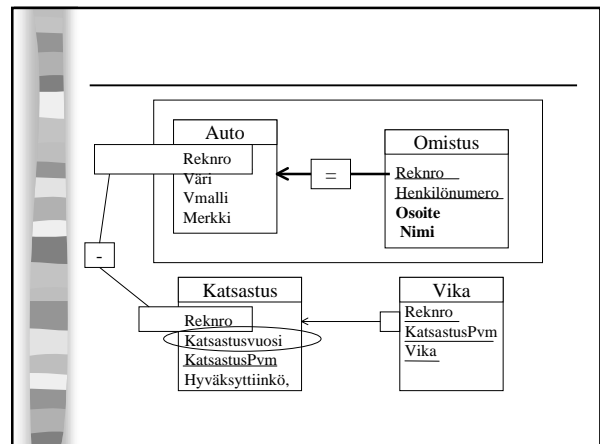
Omistajan nimi ja osoite vuosimallia 1995 tai sitä vanhemmista autoista, joiden vuoden 1999 katsastusta ei ole vielä tehty

- $\sigma_{Katsastusvuosi=1999}(\text{Katsastus})$ (vuoden 1999 katsastukset)
- $\sigma_{Vmalli \leq 1995}(\text{Auto})$ (vuosimallia 1995 tai sitä vanhempi auto)
- $\pi_{Reknro}(\text{Auto}) - \pi_{Reknro}(\sigma_{Katsastusvuosi=1999}(\text{Katsastus}))$ (rekisterinumerot autoista, joiden vuoden 1999 katsastusta ei ole tehty)
- $\pi_{Reknro}(\sigma_{Vmalli \leq 1995}(\text{Auto}) - \pi_{Reknro}(\sigma_{Katsastusvuosi=1999}(\text{Katsastus})))$ (rekisterinumerot 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

$\pi_{Nimi, Osoite}(\text{Omistus} * (\pi_{Reknro}(\sigma_{Vmalli \leq 1995}(\text{Auto})) - \pi_{Reknro}(\sigma_{Katsastusvuosi=1999}(\text{Katsastus})))$



Esimerkkejä

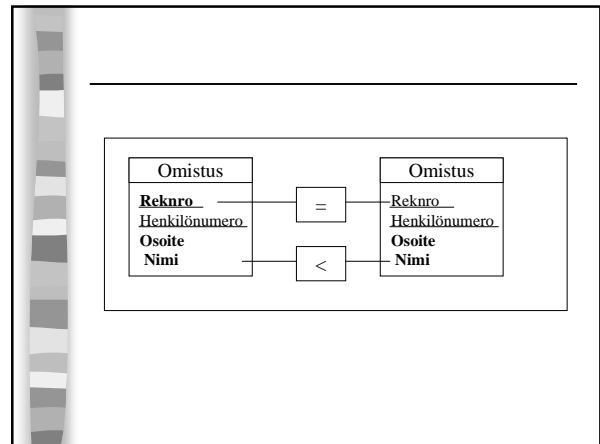
Tiedot henkilöistä, jotka omistavat yhteisen auton (tiedot myös tästä) mutta asuvat eri osoitteissa.

Omistaja

\bowtie Omistaja.1.Rekno=Omistaja.2.Rekno and
 Omistaja.1.Henkilönumero < 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}



π Omistaja1.Rekno, Omistaja.1.Nimi, Omistaja.1.Osoite, Omistaja.2.Nimi, Omistaja.2.Osoite
(Omistaja)

\bowtie Omistaja.1.Rekno=Omistaja.2.Rekno 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.

σ Vmalli=1996 and Merkki='Audi A4' (**Auto**) *
 {vuoden 1996 mallia oleva Audi A4}

π Vika (σ Vmalli=1996 and Merkki='Audi A4' (**Auto**) *
 (Vika * σ Katsastusvuosi=1999 (**Katsastus**)))
 {vuoden 1996 Audi A4 autojen viat vuoden 1999 katsastuksissa}

π Vika (σ Vmalli=1996 and Merkki='Audi A4' (**Auto**) *
 (Vika * σ Katsastusvuosi=1999 (**Katsastus**))) \cap

π Vika (σ Vmalli=1996 and Merkki='Opel Astra' (**Auto**) *
 (Vika * σ Katsastusvuosi=1999 (**Katsastus**)))

