

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

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

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

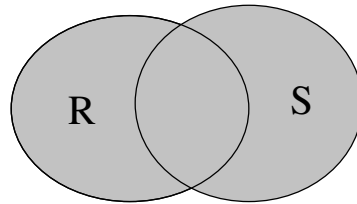
- Operaatiot, joilla relaatioista voidaan muodostaa uusia relaatioita
- Perustana matematiikan joukko-oppi
- Joukko-opin perusoperaatiot
 - yhdiste, erotus, ristitulo, leikkaus
- Erityisiä relaatioalgebran omia operaatioita
 - projektio, valinta, liitokset

4

Relaatioalgebra

- Yhdiste (union)

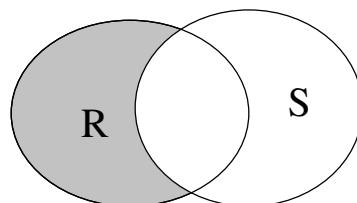
- Yhdisteen avulla muodostetaan relaatio joka sisältää kummankin yhdistettävän relaation monikot:
- $R \cup S = \{t \mid t \in R \vee t \in S\}$,
- missä R ja S ovat relaatioita ja t on relaation R tai S monikko.



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 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

8

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

9

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

10

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

11

Relaatioalgebra - valinta (selection)

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

12

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

13

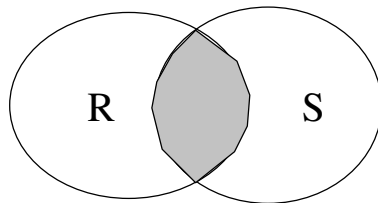
Relaatioalgebra -sijoitus

- 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
- $\text{Onimet}(\text{nimi}) := \pi_{\text{Sukunimi}}(\text{Opiskelija})$

14

Relaatioalgebra - leikkaus

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



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

17

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

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

Liitos

Auto(Reknro, Väri, Vmalli, Merkki)

Omistaja(Reknro→Auto, Henkilönumero,
Osoite, Nimi),

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

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

Liitos

- Auto(Reknro, Väri, Vmalli, Merkki)
- Omistaja(Reknro, Henkilönumero, Osoite, Nimi),
- Autot, joilla ei ole omistajaa?

$$\begin{aligned}
 & \bullet \text{ Ei: } \pi_{\text{Auto.reknro}} \left(\text{Auto} \bowtie_{\text{Auto.Reknro} \neq \text{Omistaja.Reknro}} \text{Omistaja} \right) \\
 & = \pi_{\text{Auto.reknro}} \left(\text{Auto} \times \text{Omistaja} - \text{Auto} \bowtie_{\text{Auto.Reknro} = \text{Omistaja.Reknro}} \text{Omistaja} \right)
 \end{aligned}$$

vaan

$$\pi_{\text{Auto.Reknro}}(\text{Auto}) - \pi_{\text{Reknro}}(\text{Omistaja})$$

Liitos

Auto	Reknro	..	Omistus	Reknro	Omistaja
	ABC-123	•		ABC-123	Liisa
	DEF-456	•		ABC-123	Kalle
	GHI-789	•		GHI-789	Pekka

Tulos	Reknro
	ABC-123
	DEF-456
	GHI-789

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

Luonnollinen liitos

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

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

- $\text{att}(R)$ 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

- $\text{Auto} \bowtie_{\text{Auto.Reknro=Omistaja.Reknro}} \text{Omistaja}$
 - 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