Datenbanksysteme 2011

noch Kapitel 6:
Das Relationale Modell

Vorlesung vom 10.05.2011

Oliver Vornberger

Institut für Informatik
Universität Osnabrück

Relationenalgebra

Operanden = Relationen

Operatoren:

- σ Selektion
- π Projektion
- $\cup$ Vereinigung
- $-$ Mengendifferenz
- $\times$ Kartesisches Produkt
- ρ Umbenennung

abgeleitete Operatoren:

- $\bowtie$ Verbund
- $\cap$ Durchschnitt
- $\div$ Division

Division

R sei r-stellig, *S* sei s-stellig, **sch**(*S*) $\subseteq$ **sch**(*R*)

$R \div S := \{\, t = t_1, t_2, \ldots, t_{r\text{-}s} \mid \forall\, u \in S : tu \in R \}$

Anfangsstücke von *R*, zu denen sämtliche Verlängerungen mit Tupeln aus *S* in *R* liegen

R

M	V
m_1	v_1
m_1	v_2
m_1	v_3
m_2	v_2
m_2	v_3

$\div$

S

V
v_1
v_2

$=$

R÷S

M
m_1

Namen der Studenten, die alle 4-stündigen Vorlesungen hören:

$$\Pi_{Name}\,(\text{Studenten} \bowtie (\,\text{Hören} \div \Pi_{VorlNr}\,(\sigma_{SWS=4}(\mathit{Vorlesungen}))))$$

Ableitung der Division

(Projektion über Index statt Namen)

$T := \pi_{1,\ \ldots,\ r\text{-}s}\ (R)$	alle Anfangsstücke
$K := T \times S$	kombiniert mit allen Verlängerungen aus S
$N := K \setminus R$	davon nur solche, die nicht in R sind
$V := \pi_{1,\ \ldots,\ r - s}\ (N)$	davon die Anfangsstücke
$T \setminus V$	davon das Komplement

$$\pi_{1,\ \ldots,\ r\text{-}s}\ (R) \setminus \pi_{1,\ \ldots,\ r - s}\ ((\pi_{1,\ \ldots,\ r\text{-}s}\ (R) \times S) \setminus \mathrm{R})$$

Kreuzprodukt, Subtraktion, Projektion

R

M	V
m_1	v_1
m_1	v_2
m_1	v_3
m_2	v_2
m_2	v_3

S

V
v_1
v_2

$\pi_{\mathrm{M}}\,(R)\ \times S\ =$

M
m_1
m_2

M	V
m_1	v_1
m_1	v_2
m_2	v_1
m_2	v_2

$-\ R =$

M	V
m_2	v_1

π_{M}

M
m_2

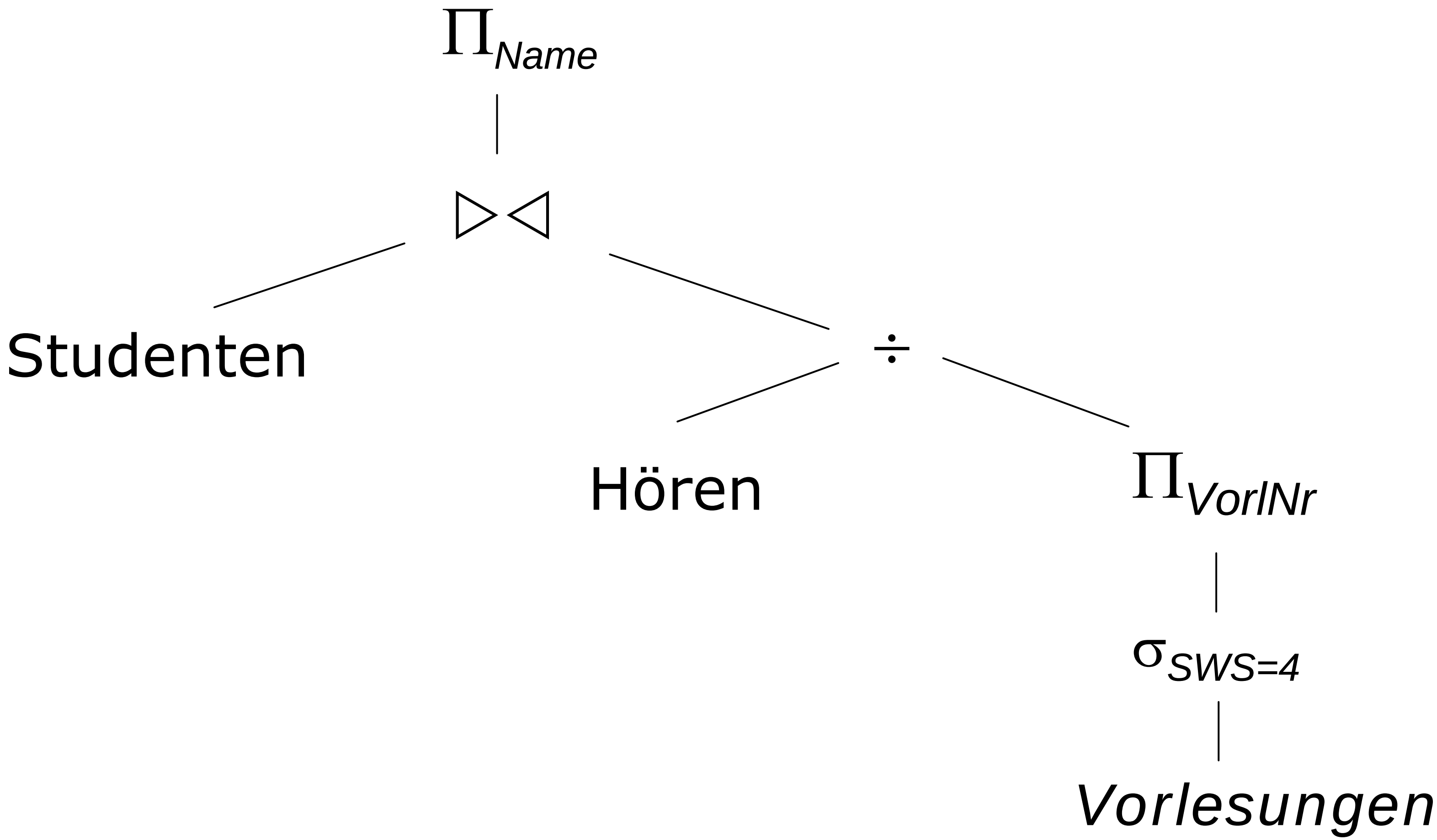
$R\ -\ \pi_{\mathrm{M}}$

M
m_1

Minimalität von σ π $\cup$ $-$ $\times$ ρ

σ	Selektion	[π $\cup$ $-$ $\times$ ρ können nicht selektieren]
π	Projektion	[σ $\cup$ $-$ $\times$ ρ können nicht projizieren]
$\cup$	Vereinigung	[σ π $-$ $\times$ ρ können nicht vereinigen]
$-$	Mengendifferenz	[σ π $\cup$ $\times$ ρ können nicht negieren]
$\times$	Kartesisches Produkt	[σ π $\cup$ $-$ ρ können nicht erweitern]
ρ	Umbenennung	[σ π $\cup$ $-$ $\times$ können nicht umbenennen]

Operatorbaum-Darstellung



Relationenkalkül

Bisher: Relationenalgebra (konstruktiv)

Jetzt: Relationenkalkül (deklarativ)

- Der relationale Tupelkalkül
  (binde freie Variable an Tupel)
- Der relationale Domänenkalkül
  (binde freie Variable an Domäne)

Der relationale Tupelkalkül

Sei t eine Tupelvariable (repräsentiert ein Tupel einer Relation)
sei P ein Prädikat unter Verwendung von $\vee \quad \wedge \quad \neg \quad \exists \quad \forall \quad \Rightarrow$
Ein Ausdruck im relationalen Tupelkalkül hat die Form

$$\{\, t \mid P(t) \,\}$$

t ist eine freie Variable, die unter Berücksichtigung des Prädikats sukzessive an die Tupel einer Relation gebunden wird

Der relationale Tupelkalkül

Alle C4-Professoren:

$$\{ p \mid p \in Professoren \land p.Rang = \text{'C4'} \}$$

Alle Professoren mit den Personalnummern ihrer Assistenten:

$$\{ [p.Name, a.PersNr] \mid p \in Professoren \land a \in Assistenten \land p.PersNr = a.Boss \}$$

Alle Studenten, die sämtliche 4-stündigen Vorlesungen hören:

$$\{ s \mid s \in Studenten \land \forall v \in Vorlesungen (v.SWS=4 \Rightarrow \exists h \in hören (h.VorlNr = v.VorlNr \land h.MatrNr = s. MatrNr)) \}$$

Tupelkalkül versus Relationenalgebra

Sicherer Ausdruck: Ergebnis ist wieder Teilmenge der Domäne.

Z.B. nicht sicher: $\{\ n \mid \neg\ (n \in \mathit{Professoren})\ \}$

Bei Beschränkung auf sichere Ausdrücke sind Tupelkalkül und Relationenalgebra gleichmächtig.

Der relationale Domänenkalkül

Seien $v_1, v_2, \ldots, v_n$ Domänenvariable (repräsent. Attributwerte)

Sei P ein Prädikat unter Verwendung von $\vee \quad \wedge \quad \neg \quad \exists \quad \forall \quad \Rightarrow$

Ein Ausdruck im relationalen Domänenkalkül hat die Form

$$\{ [v_1, v_2, \ldots, v_n] \mid P(v_1, v_2, \ldots, v_n) \}$$

$v_1, v_2, \ldots, v_n$ sind freie Domänenvariable, die sukzessive unter Berücksichtigung des Prädikats an Wertebereiche der Attribute gebunden werden.

Der relationale Domänenkalkül (Beispiel)

Alle Professorennamen mit den Personalnummern ihrer Assistenten:

$$\{ [n,a] \mid \exists\, p, r, t \ ([p, n, r, t] \in \mathit{Professoren} \ \wedge \ \exists\, v, w \ ([a, v, w, p] \in \mathit{Assistenten})) \}$$

Bei Beschränkung auf sichere Ausdrücke sind die Relationenalgebra und der relationale Domänenkalkül gleichmächtig.

QBE

Fordere Tabellenskelett an und fülle es exemplarisch:

Vorlesungen	VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon
		p._t	>3	

	Grundzüge Ethik Logik Die 3 Kritiken		

Im Domänenkalkül:

$$\{ [t] \mid \exists v, s, r \, ([v, t, s, r] \in \mathit{Vorlesungen} \wedge s > 3) \}$$

QBE Join

Liste alle Professoren, die Logik lesen:

Vorlesungen	VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon
		Logik		_otto

Professoren	PersNr	Name	Rang	Raum
	_otto	**p**._n		
		Sokrates		

QBE Condition Box

Liste alle Studenten, die in einem höheren Semester sind als Feuerbach:

Studenten	MatrNr	Name	Semester
		p._s	_a
		Feuerbach	_b

conditions
_a > _b

QBE
Gruppierung

2125	Sokrates	C4	226
2126	Russel	C4	232
2127	Kopernikus	C3	310
2133	Popper	C3	52
2134	Augustinus	C3	309
2136	Curie	C4	36
2137	Kant	C4	7

Gruppierung: **g.**

Aggregatfunktionen: **sum. avg. min. max. all.**

Liste für jede Gehaltsgruppe den Namen des Professors mit der größten Personalnummer:

Professoren	PersNr	Name	Rang	Raum
	p.max._x	**p._x**	**p.g.**	

2137	Kant	C4	
2133	Popper	C3	

QBE Gruppierung

5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
5049	Mäeutik	2	2125
4052	Logik	4	2125
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
5216	Bioethik	2	2126
5259	Der Wiener Kreis	2	2133
5022	Glaube und Wissen	2	2134
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

Liste für jeden Professor die Summe seiner Vorlesungsstunden:

Vorlesungen	VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon
			p.sum.all._x	**p.g.**

		10	2125
		8	2126
		2	2133
		2	2134
		8	2137

QBE Einfügen

Füge neuen Studenten ein:

Studenten	MatrNr	Name	Semester
i.	**4711**	**Wacker**	**5**

QBE Ändern

Setze Semesterzahl von Feuerbach auf 3:

Studenten	MatrNr	Name	Semester
		`Feuerbach`	**`u.3`**

QBE Löschen

Entferne Sokrates und seine Vorlesungen:

Professoren	PersNr	Name	Rang	Raum
d.	_**x**	Sokrates		

Vorlesungen	VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon
d.	_**y**			_**x**

hören	VorlNr	MatrNr
d.	_**y**	

SQL

Die Namen der Studenten,
die 4-stündige Vorlesungen hören
(d.h. mindestens eine):

```
select s.name
from   studenten s, hoeren h, vorlesungen v
where  s.matrnr = h.matrnr
and    h.vorlnr = v.vorlnr
and    v.sws    = 4
```

Relationaler Tupelkalkül

Die Namen der Studenten,
die jeweils alle 4-stündige Vorlesungen hören:

$$\{ \text{s.name} \mid s \in \mathit{Studenten} \wedge \forall\, v \in \mathit{Vorlesungen}$$
$$(v.\mathit{SWS}{=}4 \Rightarrow \exists h \in \mathit{h\ddot{o}ren}$$
$$(h.\mathit{VorlNr} = v.\mathit{VorlNr} \wedge h.\mathit{MatrNr} = s.\,\mathit{MatrNr})) \}$$

Äquivalenzen

$$A \Rightarrow B \qquad \neg A \vee B$$

$$\neg (A \vee B) \qquad \neg A \wedge \neg B$$

$$\forall t \in R(P(t)) \qquad \neg (\exists t \in R(\neg P(t))$$

Relationaler Tupelkalkül

Die Namen der Studenten,
die jeweils alle 4-stündigen Vorlesungen hören:

$$\{\ s.name \mid s \in Studenten \wedge \forall v \in Vorlesungen$$

$$\{\ s.name \mid s \in Studenten \wedge \neg\,(\exists\, v \in Vorlesungen$$

$$(v.SWS{=}4 \;\; \Rightarrow \;\; \exists h \in hoeren$$

$$\neg\,(v.SWS{=}4 \;\; \Rightarrow \;\; \exists h \in hoeren$$

$$\neg\,(\neg\, v.SWS{=}4 \;\vee\; \exists h \in hoeren$$

$$(\;\; v.SWS{=}4 \;\wedge\; \neg\exists h \in hoeren$$

$$(h.VorlNr = v.VorlNr \wedge h.MatrNr = s.\,MatrNr))\ \}$$

$$(h.VorlNr = v.VorlNr \wedge h.MatrNr = s.\,MatrNr))\ \}$$

SQL

Die Namen der Studenten,
die jeweils alle 4-stündige Vorlesungen hören:

$$\{ \text{s.name} \mid s \in \mathit{Studenten} \wedge \neg (\exists v \in \mathit{Vorlesungen}$$
$$(v.\mathit{SWS}{=}4 \quad \wedge \quad \neg \exists h \in \mathit{hoeren}$$
$$(h.\mathit{VorlNr} = v.\mathit{VorlNr} \wedge h.\mathit{MatrNr} = s.\ \mathit{MatrNr})) \}$$

```
select s.name from Studenten s
where  not exists
   (select * from Vorlesungen v
    where sws=4 and not exists
       (select * from hoeren h
        where h.vorlnr = v.vorlnr
          and h.matrnr = s.matrnr))
```

MySQLWorkbench