2.4 Relationenmodell

Das Relationenmodell wurde 1970 von Codd entwickelt. Es **repräsentiert** die **Daten einer Datenbank als eine Menge von Relationen**. Eine **Relation** können wir uns dabei **als Tabelle vorstellen**, der **Zeilen Objekte oder Beziehungen zwischen Objekten beschreiben**. Der **Tabellenkopf** heißt **Relationenschema**, die einzelnen **Spalten** werden als **Attribute** bezeichnet, die einzelnen **Zeilen als Tupel**.

Restaurant

ID	Name	PLZ
R1	Mc	3300
R2	Hw	3300
R3	Kb	3300

„Restaurant“ ist ein Relationenschema. ID, Name, PLZ ist Attribut, R1/Mc/3300 etc. sind Tupel

2.4.1 Formalisierung

Ein **Relationenschema R** ist eine **endliche Menge von Attributnamen** $\{A_1, A_2, ... A_n\}$. Zu jedem Attributnamen A_1 gibt es eine Menge D_i, $1 \leq i \leq n$, den **Wertebereich (=domain)** von A_i, der auch mit $Dom(A_i)$ bezeichnet wird.

Eine **Relation r(R)** auf einem **Relationenschema R** ist eine endliche Menge von Abbildungen $\{t_1,....,t_m\}$ von R nach D. Die Abbildungen werden **Tupel** genannt.

Bsp.: Relationenschemata für RESTAURANT und SPEISE

```
Restaurant = {rnr,name,adresse,haube,typ}
Speise     = {name,preis,rnr}
```

rnr	name	adresse	haube	typ
1	…	…	…	…
2	…	…	…	…
3	„Green Cottage“	„Kettenbrückengasse 3, 1050 Wien“	2	„chinesisch“
4	…	…	…	…

Bsp.: Domänen für das Relationenschemata RESTAURANT:

```
Dom(rnr)   = Menge aller Integer
Dom(name)  = Menge aller Namen
Dom(haube) = {k|0<=k<=4}
```

Bsp.: Die Tabelle Restaurant hat mehrere Tupel. Eines von ihnen ist t3 mit:

```
t3             = 3, "Green Cottage", "Kettenbrückengasse 3, 1050 Wien", 2,
```

```
"chinesisch"
t3(rnr)       = 3
t3(name)      = "Green Cottage"
t3(haube,typ) = 2, "chinesisch"
```

Ein Schlüssel einer Relation r(R) ist eine Teilmenge K von R, sodass für zwei verschiedene Tupel t_1 und t_2 aus r(R) immer $t_1(K)$!= $t_2(K)$ gilt und keine echte Teilmenge K' von K diese Eigenschaft hat.

Im Allgemeinen wird dabei ein Schlüssel als Primärschlüssel ausgezeichnet und in den Relationenschemata durch Unterstreichen der Schlüsselattribute gekennzeichnet.
Bsp.:

```
Restaurant = {__rnr__, name, adresse, haube, typ}
Speise     = {__name__, preis, rnr}
```

2.4.2 Operationen auf Relationen

Um Operationen auf Relationen durchführen zu können, wurde die relationale Algebra eingeführt.

2.4.2.1 Mengenoperationen

Zu den Mengenoperationen gehören:

- Durchschnitt („∩“)
- Vereinigung („∪“)
- Differenz („-“)

von Relationen, die über der gleichen Attributmenge mit derselben Anordnung (identische Reihenfolge der Attribute) definiert sind:

Bsp.: Es sind 2 Relationen r und s gegeben:

r

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c1
a2	b1	c2

s

A	B	C
a1	b2	c1
a2	b2	c1
a2	b2	c2

Gesucht sind:

- Durchschnitt (r ∩ s)
- Vereinigung (r ∪ s)
- Differenz (r - s)
- Differenz (s - r)

Lösung:

- Durchschnitt (r ∩ s)

A	**B**	**C**
a1	b2	c1

- Vereinigung (r ∪ s)

A	**B**	**C**
a1	b1	c1
a1	b2	c1
a2	b1	c2
a2	b2	c1
a2	b2	c2

- Differenz (r - s)

A	**B**	**C**
a1	b1	c1
a2	b1	c2

- Differenz (s - r)

A	**B**	**C**
a2	b2	c1
a2	b2	c2

2.4.2.2 Die Selektion ("σ")

Bei der Selektion werden Zeilen ausgewählt, die einem bestimmten Kriterium entsprechen:

$ σ_{A=a}(r) = \{ t∈r|t(A)=a \} $

Beispiele:
a) $ σ_{A=a1}(r) = ? $

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c1

b) $ σ_{A=a1}(s) = ? $

A	B	C
a1	b2	c1

Noch allgemeiner wird die Selektion, wenn wir erlauben, wohldefinierte Operatoren auf den Attributwerten auszuführen, z.B.: arithmetische Operationen auf Zahlenwerte und logische Verknüpfungen von Attributen durch „und“ („∧“), „oder“ („∨“) und Negationen („¬“).

c) $ σ_{(B=b1)∧¬(A=a1)}(r)=? $
1. Schritt:
$ σ_{(B=b1)}(r)=? $

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b1	c2

2. Schritt: $ σ_{(B=b1)∧¬(A=a1)}(r)=? $

A	B	C
a2	b1	c2

d) $ σ_{(haube > 1) ∧ ¬(typ="österreichisch" ∨ typ="international")}(Restaurant)=? $

Bsp: Relation Restaurant

rnr	name	adresse	haube	typ
1	Schnitzelhaus	Amstetten	1	österreichisch
2	Brauhof	Amstetten	3	international
3	Pizza Hollywood	Amstetten	2	italienisch

Lösung ⇒ Folgender Tupel:

3	Pizza Hollywood	Amstetten	2	italienisch

2.4.2.3 Die Projektion ("π")

Bei der Projektion werden gewisse Spalten einer Tabelle ausgewählt. Man projiziert nach einer Teilmenge der Attribute:

$π_X(r) = \{t(X)|t∈r\} für X ⊆ R $

Beispiele:

e) $ π_{A,B}(r)=? $

f) $ π_{name,adresse,haube}(Restaurant)= ?? $

name	adresse	haube
Schnitzelhaus	Amstetten	1
Brauhof	Amstetten	3
Pizza Hollywood	Amstetten	2

2.4.2.4 Der Verbund

2.4.2.4.1 Der natürliche Verbund

Der Verbundoperator verknüpft zwei Relationen über ihre gemeinsamen Attribute:

$ r ⋈ s = \{|\{R,S\}| ∃ t_r ∈ r \text{ und } ∃ t_s ∈ s:t_r =t(R) \text{ und } t_s=t(S) \} $

Der Verbundoperator ist kommutativ.

Beispiel:
Relation r

A	B
a1	b1
a2	b1
a3	b2

Relation s

B	C
b2	c1
b2	c2
b1	c3
b3	c4

Relation r ⋈ s

A	B	C
a1	b1	c3
a2	b1	c3
a3	b2	c1
a3	b2	c2

Aufgabe:

```
Restaurant  Speise
```

Lösung:

rnr	name	adresse	haube	typ	preis

Erklärung:
Der natürliche Verbund verknüpft beide Relationen über die gemeinsamen Attribute und gibt daher jene Tupel aus, bei denen sowohl der Name **name** des Restaurants und der Name **name** der Speise als auch die Restaurantnummer **rnr** des Restaurants und jene der Speise gleich sind. In unserem Fall ist das die leere Menge!

Projektionseigenschaften des Verbundoperators

Seien R und S zwei Relationenschema, $ q=r⋈s $ und $ r'=π_R(q) $, dann gilt $ r'⊆r $. Joinen wir also eine Relation r mit einer anderen und projizieren dann nach den ursprünglichen Attributen von r, so können unter Umständen Tupel verloren gehen.

Beispiel:

Relation r

A	B
a	b
a	b'

Relation s

B	C
b	c

Relation r⋈s=q

A	B	C
a	b	c

Relation $\pi_{AB}(q)=r'$

A	**B**
a	b

2.4.2.4.2 Das Kartesische Produkt

Falls $R \cap S = \{\}$,die beiden Relationenschemata also kein gemeinsames Produkt haben, so liefert die Verknüpfung r ⋈ s das Kartesische Produkt, geschrieben als r x s.

Beispiel:
Relation r

A	**B**
a1	b1
a2	b1

Relation s

C	**D**
c1	d1
c2	d1
c2	d2

Relation r x s = r ⋈ s

A	**B**	**C**	**D**
a1	b1	c1	d1
a1	b1	c2	d1
a1	b1	c2	d2
a2	b1	c1	d1
a2	b1	c2	d1
a2	b1	c2	d2

Wie wir oben gesehen haben, ist das Kartesische Produkt nur für den Fall definiert, dass $R \cap S=\{\}$. Möchte man das Kartesische Produkt von Relationen bilden, die gemeinsame Attribute haben, so müssen diese in einer der Relationen umbenannt werden. Ist etwa R = {A,B,C} und S = {A,B,D}, so benennen wir die Attribute von S um, so dass S={A',B',D} oder kennzeichnen sie durch Voranstellen des Relationennamens, also S={S.A,S.B,D}.

2.4.2.4.3 Weitere Verbundarten

Weitere Verbundarten sind:

- der Gleichverbund (equi-join)
- der Theta-Verbund (theta-join)
- der Semi-Verbund (semi-join)

- der Äußere Verbund (outer-join)

2.4.2.5 Division

Möchte man die Relation r durch s dividieren, so muss die Attributmenge von s eine Teilmenge der Attributmenge von r sein. Das Ergebnis hat die Differenz der Attributmengen als Attribute und wählt jene Tupel aus r aus, die eingeschränkt auf die Differenz der Attribute R-S für alle Tupel aus s denselben Wert haben.

Beispiel:
Relation R

A	B	C	D
a	b	c	d
a	b	e	f
b	c	e	f
e	d	c	d
a	b	d	e
e	d	e	f
a	d	e	f

Relation S

C	D
c	d
e	f

Relation R % S

A	B
a	b
e	d

Sowohl bei |a|b| als auch bei |e|d| kommen beide Tupel der Relation S, nämlich |c|d| und |e|f| vor.