

• שפת שאילתות - QL(Query Language)\DML(Data Manipulation Language)

• אלגברה רלציונית - RA - Relational Algebra

אלגברה רלציונית היא שפת שאילתות. שפות כמו SQL מתורגמות לפקודות של אלגברה רלציונית - זה הבסיס.

## הגדרה

RA מורכבת מ:

• קבוצת יחסים - set of relations

• פעולות - RA operators

את היחסים כבר הגדרנו. נשאר להגדיר פעולות.

## פעולות של אלגברה רלציונית

את כל הפעולות של אלגברה רלציונית אפשר לסווג ל-4 קטגוריות:

1. פעולות על קבוצות - set operations

• איחוד " $\cup$ " union

• חיסור " $-$ " difference

• חיתוך " $\cap$ " intersection

2. הסרת חלקים מיחס - remove parts

• היטל " $\pi$ " projection

• בחירה " $\sigma$ " selection

3. צירופים - combinations

• מכפלה קרטזית " $\times$ " Cartesian Product

שאר הצירופים הם לא פעולות בסיסיות:

• צירוף טבעי - Natural Join

• צירוף תטא -  $\Theta$  Join

• צירוף חלקי - Semi Join

4. שינוי שם - renaming

## 1. פעולות על קבוצות

### איחוד

חיתוך מבצעים בין שני יחסים מאותה סכימה -  $R1(S), R2(S)$ :

$$R = R1 \cup R2$$

$$t \in R \Leftrightarrow t \in R1 \vee t \in R2$$

דוגמה:

Deposit1			Deposit2			Deposit1∩Deposit2		
Mineral	Weight	Hard	Mineral	Weight	Hard	Mineral	Weigh	Hard
zircon	190	7.5	coecit	100	3	zircon	190	7.5
topaz	182	8	zircon	190	7.5	topaz	182	8
						coecit	100	3

### חיסור

$$R = R1 - R2$$

$$t \in R \Leftrightarrow t \in R1 \wedge t \notin R2$$

Deposit1-Deposit2			Deposit2-Deposit1		
Mineral	Weight	Hard	Mineral	Weight	Hard
topaz	182	8	coecit	100	3

### חיתוך

$$R1 \cap R2 = R1 - (R1 - R2)$$

## 2. הסרת חלקים מיחס

### הטלה

אם  $R(S)$  יחס, ו  $S' \subseteq S$ , אז הטלה של  $R$  על  $S'$  היא  $R' = \pi_{S'} R$  מוגדרת בתור בחירה של עמודות  $S'$  מתוך  $R$ .

כלומר,  $t' \in R'$  אם

$$\exists t \in R$$

$$t' = \text{restriction}_{S'}(t)$$

לדוגמה, אם יש לנו יחס Mineral, אז ניתן לקחת  $\pi_{\text{MineralDeposit1}}$ :

$\pi_{\text{MineralDeposit1}}$   
 Mineral  
 zircon  
 topaz  
 coecit

יכול להיות שבהטלה יהיו פחות שורות מאשר ביחס המקורי. למשל:

Minerals				
Mineral	Weight	Hard	Streak	Color
zircon	190	7.5	while	green
topaz	182	8	white	blue
coecit	100	3	white	white
zircon	190	7.5	white	brown
topaz	182	8	white	yellow

אם נבחר הטלה שמורידה שורות כך שיש כפילויות, נקבל פחות שורות:

$\pi_{\text{Mineral,Streak}} \text{Minerals}$

Mineral	Streak
zircon	while
topaz	white
coecit	white

$\pi \left\{ \begin{array}{l} \text{SELECT } A1, A2 \\ \text{FROM } R \end{array} \right.$  ב SQL, כותבים את ההטלה בתור

### בחירה

$$R(S)$$

אם  $c$  הוא תנאי על שורה, אז

$$\sigma_c R$$

$$t' \in \sigma_c R \Leftrightarrow t \in R \wedge c(t) = \text{true}$$

$\sigma \left\{ \begin{array}{l} \text{SELECT } * \\ \text{FROM } R \\ \text{WHERE } \dots \end{array} \right. \text{בSQL,}$   
 לדוגמה:

$\sigma_{\text{Weight} > 150 \text{ AND Hard} < 8} \text{Minerals}$

Mineral	Weight	Hard	Streak	Color
zircon	190	7.5	white	green
zircon	190	7.5	white	brown

### 3. צירופים

#### מכפלה קרטזית

$$R1(S1), R2(S2)$$

$$R = R1 \times R2 \quad R(S)$$

$$S = S1, S2$$

נסמן:

$$S1 \cap S2 = A \quad S1 \setminus S2 = B \quad S2 \setminus S1 = C$$

$$S1 = A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, \dots, B_m$$

$$S2 = A_1, A_2, \dots, A_n, C_1, \dots, C_k$$

ואז

$$S = A_1.R_1, A_2.R_2, \dots, A_n.R_1, B_1, \dots, B_m, A_1.R_2, \dots, A_n.R_2, C_1, \dots, C_k$$

כלומר משרשרים את הסכימות  $S1, S2$ , ולעמודות המשותפות מוסיפים את שם היחס.

$$t \in R \Leftrightarrow t = t_1 t_2, t_1 \in R_1, t_2 \in R_2$$

## דוגמה

Branches	
Branch	Addr
Br1	Addr1
Br2	Addr2
Br3	Addr3

נבצע צירוף עם Deposit1:

Deposit1 × Branches				
Mineral	Weight	Hard	Branch	Addr
zircon	190	7.5	Br1	Addr1
zircon	190	7.5	Br2	Addr2
zircon	190	7.5	Br3	Addr3
topaz	182	8	Br1	Addr1
topaz	182	8	Br2	Addr2
topaz	182	8	Br3	Addr3

## הערה - מספר השורות לאחר פעולות

$$|R1 \cup R2| \geq \frac{|R1|}{|R2|}$$

$$|R1 - R2| \leq |R1|$$

$$|R1 \cap R2| \leq \frac{|R1|}{|R2|}$$

$$|\pi_{S'} R| \leq |R|$$

$$|\sigma_c R| \leq |R|$$

באף אחת מהפעולות האלה אנחנו לא יכולים להגיד כמה שורות בדיוק יהיו בתוצאה, אבל במכפלה קרטזית אנחנו כן יכולים:

$$|R1 \times R2| = |R1| \cdot |R2|$$

צירוף  $\Theta$

מסמנים  $\bowtie_C$ :

$$R = R1 \bowtie_C R2$$

$$R = \sigma_C (R1 \times R2)$$

דוגמה:

Hgroup	Group
3	soft
7	hard
8	hard

Minerals  $\bowtie$   $Color = white$  Hgroup  
 OR  
 $Color = blue$

Mineral	Weight	Hard.Minerals	Streak	Color	Hard.Hgroup	Group
topaz	182	8	white	blue	3	soft
topaz	182	8	white	blue	7	hard
topaz	182	8	white	blue	8	hard
coecit	100	3	white	white	3	soft
coecit	100	3	white	white	7	hard
coecit	100	3	white	white	8	hard