- שפת שאילתות - QL(Query Language)\DML(Data Manipulation Language)
- אלגברה רלציונית - RA - Relational Algebra

אלגברה רלציונית היא שפת שאליתות. 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 ל4 קטגוריות:

1. פעולות על קבוצות - set operations
   - איחוד "$\cup$" union
   - חיסור "$-$" difference
   - חיתוך "$\cap$" intersection
2. הסרת חלקים מיחס - remove parts
   - היטל "π" projection
   - בחירה "σ" selection
3. צירופים - combinations
   - מכפלה קרטזית "$\times$" Cartesian Product

   שאר הצירופים הם לא פעולות בסיסיות:
   - צירוף טבעי - Natural Join
   - צירוף תטא - Θ 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

Mineral	Weight	Hard
zircon	190	7.5
topaz	182	8

Deposit2

Mineral	Weight	Hard
coecit	100	3
zircon	190	7.5

Deposit1∩Deposit2

Mineral	Weigh	Hard
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

Mineral	Weight	Hard
topaz	182	8

Deposit2-Deposit1

Mineral	Weight	Hard
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 $\pi_{\text{Mineral}}\text{Deposit1}$:

$\pi_{\text{Mineral}}\text{Deposit1}$

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

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

בחירה

$$R(S)$$

אם c הוא תנאי על שורה, אז

$$\sigma_c R$$

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

בSQL,
$$\sigma \begin{cases} \text{SELECT } * \\ \text{FROM } R \\ \text{WHERE } ... \end{cases}$$
לדוגמה:

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

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

3. צירופים

מכפלה קרטזית

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

$$R = R1 \times R2 \qquad R\,(S)$$

$$S = S1, S2$$

נסמן:

$$S1 \cap S2 = A \qquad S1 \backslash S2 = B \qquad S2 \backslash S1 = C$$

$$S1 = A_1, A_2, ...A_n, B_1, ...B_m$$

$$S2 = A_1, A_2, ...A_n, C_1, ...C_k$$

ואז

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

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

$$|R1 \cup R2| \geq \begin{matrix} |R1| \\ |R2| \end{matrix}$$

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

$$|R1 \cap R2| \leq \begin{matrix} |R1| \\ |R2| \end{matrix}$$

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

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

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 Θ

מסמנים $\bowtie_C$:

$$R = R1 \bowtie_C R2$$

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

דוגמה:

Hgroup

Hard	Group
3	soft
7	hard
8	hard

Minerals$\bowtie_{\substack{Color = while \\ OR \\ Color = blue}}$ Hgroup

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