

הרצאה מס' 4

אלגברת יחסים

נמשיך ללמוד את הפעולות שהתחלנו בשיעורים הקודמים במטרה לסיים את כל 9 הפעולות.

1) בחירה σ : Select

פעולה אונרית הבוחרת מתוך יחס R את הרשומות המקיימות את הפעלת פעולת הבחירה σ ע"ג היחס R. התשובה שתתקבל תהיה יחס בעל סכימה זהה לזו של R, כאשר מספר השורות החוזרות יהיה קטן או שווה למספר השורות ב R.

2) הטלה π : Project

פעולה אונרית המציגה תכונות (עמודות) מתוך יחס R. בתוצאה המוחזרת מספר השורות יהיה זהה למספר השורות ביחס המקורי R (אלא אם כן היו שורות זהות).

3) איחוד U : Union

פעולה בינארית היוצרת יחס המכיל את כל הרשומות המופיעות לפחות באחד משני היחסים כאשר יש לוודא שמבנה היחסים אותם רוצים לאחד תואמים (compatible) ומתקיימים התנאים:
1) לשני היחסים יש את אותו מספר תכונות (אותה דרגה).
2) תחום התכונה ה I ב R1 זהה לתחום התכונה ה I ב R2 (אותו type)
3) שמות הכותרת לא חייבות להיות זהים בביצוע האיחוד.

4) הפרש $-$: Difference

פעולה בינארית שמחזירה את הרשומות שנמצאות ביחס R1 אך שאינן נמצאות ביחס R2 כאשר דרושה התאמה של כמות התכונות ושל ה-type בין התכונות.

5) מכפלה קרטזית: X

זו היא פעולה בינארית המאפשרת לשלב מידע הנמצא בשני יחסים, נקבל את כל הצירופים האפשריים בין התכונות (נחבר את מספר העמודות ונכפיל את מספר השורות בין היחסים).

6) כינוי ρ : Rename

פעולה אונרית הנותנת ליחס R את השם X.

בשיעור היום נמשיך ללמוד את הפעולות הבאות:

Ω : Intersection חיתוך (7)

$\blacktriangleleft \blacktriangleright$ Join צירוף (8)

$\frac{\circ}{\circ}$: Division חילוק (9)

בסיס הנתונים לדוגמא (מכיל 4 טבלאות שעליהן נסביר את כל הדוגמאות)

| Applicant – רשימת מועמדים לעבודה | | |
|----------------------------------|--------|-----------|
| a_id | a_name | a_address |
| 460480 | Oren | Tel-Aviv |
| 495332 | Dana | Netanya |
| 572460 | Batya | Herzeliia |
| 487725 | Shalom | Hadera |
| 552731 | Rami | Tel-Aviv |

| Jobs – רשימת משרות | |
|--------------------|------------|
| job_no | Job_name |
| 202 | Programmer |
| 223 | Garden |
| 230 | Secretary |
| 240 | Librarian |
| 242 | Teacher |

| Qualified – רשימת המקצועות להם המועמדים מתאימים | |
|---|--------|
| a_id | job_no |
| 460480 | 242 |
| 460480 | 223 |
| 495332 | 230 |
| 572460 | 230 |
| 572460 | 223 |
| 572460 | 242 |
| 487725 | 202 |
| 552731 | 242 |

| Wishes – רשימת המקצועות בהם המועמדים מעוניינים | |
|--|--------|
| a_id | job_no |
| 460480 | 223 |
| 495332 | 240 |
| 495332 | 242 |
| 572460 | 230 |
| 487725 | 202 |
| 487725 | 242 |
| 552731 | 202 |

בית הספר לתעשייה וניהול
בסיס נתונים 31-028-24

$R1 \cap R2$

7) חיתוך Intersection: \cap

פעולה בינארית היוצרת יחס המכיל את השורות המופיעות ביחס הראשון וגם ביחס השני.

הערה: שני היחסים צריכים לקיים את 3 חוקי "תאימות איחוד".

$(wishes) \cap (qualified)$

דוגמא: מה מחזירה השאילתא הבאה ?

מכיוון שהכותרות זהות לחלוטין בשני היחסים אזי ביצירת היחס החדש שמות הכותרות ישמרו.

| Wishes \cap Qualified | |
|-------------------------|---------------|
| a_id | job_no |
| 460480 | 223 |
| 572460 | 230 |
| 487725 | 202 |

פעולה מורכבת

לאור העובדה שלמדנו שמספיקות 6 הפעולות הבסיסיות על מנת לבצע את כל הפעולות באלגברה רלציונית, וזו כבר הפעולה השביעית שלמדנו, נשאלת השאלה כיצד יכולנו לממש את פעולת החיתוך ע"י שימוש בפעולות הבסיסיות ?

$$R1 \cap R2 = (R1 \cup R2) - [(R1 - R2) \cup (R2 - R1)]$$

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

*** על מנת לראות את הפתרון בצורה קלה יותר ומובנת, מומלץ לבנות דוגמא של הכדורים בתוך השקים ולנצל את העובדה שאלגברת היחסים בנויה על תורת הקבוצות.

8) שלוש פעולות לצירוף טבלאות:

$R1 \bowtie_{\theta} R2$

8.1) צירוף θ Join:

זו היא פעולה בינארית המבצעת מכפלה קרטזית בין $R1$ ל $R2$ ובוחרת רשומות המקיימות את תנאי θ .
כללים:

- (1) תנאי θ מתייחס לתכונה אחת (לפחות) ביחס $R1$ ולתכונה אחת (לפחות) ביחס $R2$.
- (2) תנאי θ יכול להכיל סימני $=$, $>$, $<$, \neq ותנאים לוגיים כגון: NOT, OR, AND.
- (3) היחס החדש שנוצר בעקבות פעולת הצירוף יכיל את התכונות של שני היחסים.

דוגמא:

Students:

| ID | Name | CourseID |
|----|-------|----------|
| 10 | Dani | 281 |
| 11 | Gilad | 320 |

Courses:

| CourseID | CourseName |
|----------|------------|
| 281 | Database |
| 320 | Algorithm |
| 450 | Algebra |

$\theta = \text{Students.CourseId} = \text{Courses.CourseID}$

Students \bowtie_{θ} Courses:

| ID | Name | CourseId | CourseID | CourseName |
|----|-------|----------|----------|------------|
| 10 | Dani | 281 | 281 | Database |
| 11 | Gilad | 320 | 320 | Algorithm |

(1) מכפלה קרטזית.

(2) בחירת שורות עם תכונות שוות בעמודה המשותפת.

ניתן לראות שהתוצאה שהייתה אמורה להכיל 6 שורות מכילה רק 2 שורות וזאת לאור העובדה שהמכפלה הקרטזית מלווה בתנאי סינון של בחירת השורות הרלוונטיות בלבד.

איזה פעולות בסיסיות יכולות לתאר את פעולת הצירוף?

- (1) מכפלה קרטזית
- (2) פעולת SELECT הבוחרת את השורות מתוך המכפלה לפני התנאי שהגדרנו.

דוגמא: נרצה לקבל את רשימת ת.ז. של המועמדים ולצידם את המקצוע של כ"א מהם, כך שהסכמה

| a_id | Job_name |
|------|----------|
| | |

הסופית (בתוצאה) תראה כך:

על מנת לקבל יחס עם הסכמה שלהלן נלך לרשימת היחסים הקיימים לנו ב DataBase ונראה באיזה טבלאות יושב לנו המידע המבוקש ← אנו זקוקים ליחס Jobs וליחס Qualified.

א) פתרון לשאלה ע"י שימוש בפעולות הבסיס:

$\Pi_{a_id, job_name} (\sigma_{Qualified.job_no = Job.job_no} (Qualified \times Jobs))$

ב) פתרון לשאלה ע"י שימוש בפעולת הצירוף:

בפתרון ע"י פקודות הבסיס נוכל לראות את 2 פעולות הבסיס אותן מייצגת פעולת צירוף הטטה:

$\Pi_{a_id, job_name} (\sigma_{Qualified.job_no = Job.job_no} (Qualified \times Jobs))$
נחליף את 2 פעולות הבסיס הנ"ל בפעולה המורכבת "צירוף טטה"

תהליך הפתרון לשאלה:

(1) ביצוע המכפלה הקרטזית בין 2 היחסים ובחירת השורות הרלוונטיות לנו בלבד (פעולת הצירוף):

הפעולה המורכבת "צירוף טטה" תירשם בפורמט הבא:

Qualified \bowtie_{θ} Jobs

כאשר תנאי ה θ מוגדר כ: $\theta = \text{Qualified.job_no} = \text{Job.job_no}$

| a_id | Qualified.job_no | Job.job_no | Job_name |
|------|------------------|------------|----------|
| | | | |

(2) ביצוע הטלה, נבחר כעת רק את התכונות הדרושות לנו מתוך היחס החדש:

$\Pi_{a_id, job_name} ((\text{Qualified} \bowtie_{\theta} \text{Jobs}))$

$\theta = \text{Qualified.job_no} = \text{Job.job_no}$

| a_id | Job_name |
|------|----------|
| | |

$$R1 \bowtie R2$$

8.2 צירוף טבעי Natural Join:

זו היא פעולה בינארית המשלבת:

- (1) מכפלה קרטזית.
- (2) בחירת הרשומות בעלי המשמעות (בעלי ערכים זהים).
- (3) ביצוע הטלה כך שלא יהיו ביחס הסופי עמודות כפולות.

הגדרה פורמלית: עבור 2 יחסים ו 2 סכמות נתונות: $S1(R1)$, $S2(R2)$, ע"י הפעלת הצירוף הטבעי נקבל:

$$R1 \bowtie R2 = \Pi_{S1 \cup S2} (\sigma_{R1.a1=R2.a1} (R1 \times R2))$$

יתבצע איחוד של
העמודה המשותפת
ב 2 היחסים

קיום תנאי השוויון
בין ערכי השורות

המחשת ההסבר בדוגמא:

R1:

| X | Y | Z |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 |

R2:

| Z | W |
|---|---|
| 3 | 7 |
| 3 | 8 |
| 2 | 1 |

$$\theta = R1.Z = R2.Z$$

R1 X R2:

| X | Y | R1.Z | R2.Z | W |
|---|---|------|------|---|
| 1 | 2 | 3 | 3 | 7 |
| 1 | 2 | 3 | 3 | 8 |
| 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 4 | 5 | 6 | 3 | 7 |
| 4 | 5 | 6 | 3 | 8 |
| 4 | 5 | 6 | 2 | 1 |

R1 \bowtie_{θ} R2:

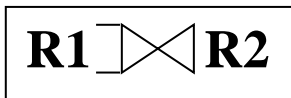
| X | Y | R1.Z | R2.Z | W |
|---|---|------|------|---|
| 1 | 2 | 3 | 3 | 7 |
| 1 | 2 | 3 | 3 | 8 |

- (1) מכפלה קרטזית.
- (2) בחירת שורות עם תכונות שוות בעמודה המשותפת.

R1 \bowtie R2:

| X | Y | Z | W |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 7 |
| 1 | 2 | 3 | 8 |

- (1) מכפלה קרטזית.
- (2) בחירת שורות עם תכונות שוות בעמודה המשותפת.
- (3) הטלת על עמודות ללא הצגת עמודות כפולות.



8.3 צירוף עם שמירת מידע: Outer Join

פעולה בינארית שנצטרך להשתמש בה כאשר אנו מעוניינים לבצע את השאילתא אבל חלק מהנתונים חסרים, וזאת ע"י שימוש בצירוף עם שמירת מידע נוכל עדיין לבצע את פעולת הצירוף **מבלי לאבד מידע** החיוני לנו.

דוגמא להמחשה:

R1:

| Name | Exam |
|------|------|
| Avi | 85 |
| Or | 73 |
| Dan | 98 |

R2:

| Name | Exercises |
|------|-----------|
| Or | 95 |
| Dan | 90 |
| Liat | 83 |

צירוף עם שמירת מידע שמאלה

R1 R2:

| Name | Exam | Exercise |
|------|------|----------|
| Avi | 85 | Null |
| Or | 73 | 95 |
| Dan | 98 | 90 |

צירוף עם שמירת מידע ימינה

R1 R2:

| Name | Exam | Exercise |
|------|------|----------|
| Or | 73 | 95 |
| Dan | 98 | 90 |
| Liat | Null | 83 |

צירוף עם שמירת מידע דו-צדדית

R1 R2:

| Name | Exam | Exercise |
|------|------|----------|
| Avi | 85 | Null |
| Or | 73 | 95 |
| Dan | 98 | 90 |
| Liat | Null | 83 |

הסבר מפורט:

- בדוגמא זו רצינו לבצע צירוף של שני היחסים כדי לקבל עבור כל סטודנט את ציוני המבחן והתרגילים שלו.
- אם היינו מבצעים צירוף רגיל אזי לאור העובדה ש-אבי ניגש למבחן אך לא הגיש תרגילים היינו מאבדים את הרשומות שלו (איבוד מידע), אך לאור העובדה ש-אבי עדיין סטודנט ונרצה לדעת את הנתונים עליו, נשתמש בצירוף עם שמירת מידע שמאלה (הרגליים לכיוון שמאל) ז"א שבעת ביצוע הצירוף אנו ניקח את **כל** השורות הקיימות ביחס R1 ואליהן נחבר את השורות המתאימות ב R2 ואם אין שורה מתאימה נרשום Null.
- ע"י ביצוע צירוף עם שמירת מידע ימינה היינו מקבלים את הרשומות של ליאת עם Null בשדה המבחן.
- קיימת האפשרות לבצע צירוף עם שמירת מידע ימינה ושמאלה (צירוף עם שמירת מידע דו-צדדית) ואז היינו מקבלים יחס עם 4 שורות הכולל גם את השורה של אבי וגם את השורה של ליאת.
- חשוב להבין שצירוף עם שמירת מידע דו-צדדית שונה מביצוע מכפלה קרטזית.