

בסיסי נתונים

תרגול בנושא אילוצים ותלויות פונקציונליות
*תוך שימוש בחומר עזר של האוניברסיטה
הפתוחה

תרגיל 1

הוכיחו את העיקרון השני של אקסיומות ארמסטרונג - כלל ההשלמה
augmentation, אם Z קבוצת תכונות ו $X \rightarrow Y$ אז גם $ZX \rightarrow ZY$. השתמשו
בהגדרה של תלות פונקציונלית.

תרגיל 1

הוכיחו את העיקרון השני של אקסיומות ארמסטרונג - כלל ההשלמה
augmentation, אם Z קבוצת תכונות ו $X \rightarrow Y$ אז גם $ZX \rightarrow ZY$. השתמשו
בהגדרה של תלות פונקציונלית.

בהינתן שתי תכונות X ו Y כך ש $X \rightarrow Y$, ובהינתן שתי n -יות t_1, t_2 , כך ש
 $t_1[X] = t_2[X]$, צריך להראות שמתקיים $t_1[ZY] = t_2[ZY]$.

נשתמש ב $ZX = Z \wedge X$

מהנתון ידוע ש

$$(1) \quad t_1[Z] = t_2[Z]$$

$$(2) \quad t_1[X] = t_2[X] \quad \text{וכן}$$

$$(3) \quad t_1[Y] = t_2[Y] \quad \text{מהתלות } X \rightarrow Y \text{ גם ש}$$

$$(4) \quad t_1[ZY] = t_2[ZY] \quad \text{מ } 1+3 \text{ נובע}$$

$$(5) \quad \text{מ הנתון ו } 4 \text{ נובע } ZX \rightarrow ZY. \text{ מ.ש.ל.}$$

תרגיל 2

הוכיחו את **כלל האיחוד** באמצעות כללי ארמסטרונג.
צריך להוכיח שאם $X \rightarrow Y$ ו- $X \rightarrow Z$ אזי $X \rightarrow YZ$.

תרגיל 2

הוכיחו את **כלל האיחוד** באמצעות כללי ארמסטרונג.

צריך להוכיח שאם $X \rightarrow Y$ ו- $X \rightarrow Z$ אזי $X \rightarrow YZ$.

נפעיל את כלל ההכללה עם קבוצת התכונות Z , על התלות הפונקציונלית $X \rightarrow Y$ ונקבל כי $ZX \rightarrow ZY$.

נפעיל את כלל ההכללה עם קבוצת התכונות X , על התלות הפונקציונלית $X \rightarrow Z$ ונקבל כי $XX \rightarrow XZ$.

נפעיל את כלל הטרנזיטיביות על 1 ו-2 ונקבל $XX \rightarrow ZY$. כלומר: $X \rightarrow ZY$

תרגיל 3

נתונות הטבלאות הבאות, מבסיס הנתונים של חנות נעליים. והתלויות הפונקציונאליות הבאות:

Shoes (catalogId, type, size, color) // מה אפשרי בקטלוג, אילו שילובים עם מספר קטלוגי, אילו מידות וצבעים אפשריים

Stores (storeId, city, cubicFt, managerId) // חנויות, מיקומם, גודלם ומי המנהל

InStore (catalogId, size, storeId) // אילו מספרים קטלוגיים ומה המידה נמצאים בחנות

storeId → managerId

catalogId → storeId

כתוב את התלויות הפונקציונאליות במילים והסבר את משמעותן.

תרגיל 3 - פתרון

Shoes (catalogId, type, size, color)

Stores (storeId, city, cubicFt, managerId)

InStore (catalogId, size, storeId)

storeId → managerId

catalogId → storeId

1. לכל חנות מנהל אחד.

2. כל מוצר קטלוגי מופיע בחנות אחת בלבד.

תרגיל 4

Shoes (catalogId, type, size, color)

Stores (storeId, city, cubicFt, managerId)

InStore (catalogId, size, storeId)

כתוב תלות פונקציונאלית לפיה בכל חנות, יש לכל מספר קטלוגי של נעל,
אך ורק מידה אחת.

תרגיל 4 - פתרון

Shoes (catalogId, type, size, color)

Stores (storeId, city, cubicFt, managerId)

InStore (catalogId, size, storeId)

כתוב תלות פונקציונאלית לפיה בכל חנות, יש לכל מספר קטלוגי של נעל,
אך ורק מידה אחת.

catalogId, storeId → size

תרגיל 5

Shoes (catalogId, type, size, color)

Stores (storeId, city, cubicFt, managerId)

InStore (catalogId, size, storeId).

חשב מפתחות קבילים עבור כל טבלה בהינתן התלויות:

catalogId, storeId \rightarrow size

storeId \rightarrow managerId

managerId \rightarrow city

storeId \rightarrow cubicFt

catalogId \rightarrow type, color

כללי אצבע לחישוב מפתחות

כדי לקצר את תהליך מציאת המפתחות אפשר להשתמש בכמה שיקולים מקדימים:

- תכונה שאינה תלויה פונקציונלית באף תכונה אחרת חייבת להיות כלולה בכל מפתח קביל. לכן יש לבדוק רק תת קבוצות המכילות אותה.
- אם מצאנו שתכונה מסויימת או קבוצת תכונות היא מפתח קביל – אין צורך לבדוק את התת-קבוצות המכילות אותה.
- אם הסגור של קבוצת תכונות X מכיל מפתח – גם X הוא מפתח.

תרגיל 5 - פתרון

Shoes (catalogId, type, size, color)

טבלה ראשונה והת"פ הרלוונטיות:

catalogId → type, color

נכלול את התכונות שאינן תלויות באף תכונה אחרת, במקרה הנ"ל size, נחשב רק תת קבוצות בהם היא קיימת.

{catalogId, size}+ = {catalogId, size, type, color} = Shoes

(אין צורך לחשב תת קבוצות המכילות את זו)

{type, size}+ = {type, size}

{type, size, color}+ = {type, size, color}

{size, color}+ = {size, color}

תרגיל 5 - פתרון

טבלה שנייה והת"פ הרלוונטיות: Stores (storeId, city, cubicFt, managerId)

storeId → managerId

managerId → city

storeId → cubicFt

התכונה היחידה שאינה תלויה היא storeId, נחשב רק תת קבוצות בהם היא קיימת.

$\{\text{storeId}\}^+ = \{\text{storeId}, \text{managerId}, \text{city}, \text{cubicFt}\} = \text{Stores}$

וכיוון שהיא מפתח קביל, אין צורך לבדוק באמת תת קבוצות שבהם היא קיימת.

מיותר לחשב הלאה, אך לצורך תרגול:

$\{\text{city}\}^+ = \{\text{city}\}$

$\{\text{cubicFt}\}^+ = \{\text{cubicFt}\}$

$\{\text{city}, \text{cubicFt}\}^+ = \{\text{city}, \text{cubicFt}\}$

$\{\text{managerId}\}^+ = \{\text{managerId}, \text{city}\}$

$\{\text{managerId}, \text{city}\}^+ = \{\text{managerId}, \text{city}\}$

$\{\text{managerId}, \text{cubicFt}\}^+ = \{\text{managerId}, \text{cubicFt}, \text{city}\}$

...

תרגיל 5 - פתרון

InStore (catalogId, size, storeId)

טבלה שלישית והת"פ הרלוונטיות:

catalogId, storeId → size

נשים לב שזו גם טבלה המקשרת בין נעל וחנות, כך שאנחנו יודעים ששניהם יהיו במפתח.

כמו כן, שניהם לא מופיעים בתלות.

{catalogId, storeId}+ = {catalogId, storeId, size} = InStore

וכיוון שהיא מפתח קביל, אין צורך לבדוק באמת תת קבוצות שבהם היא קיימת. סיימנו.

תרגיל 6

כתבו את הגדרות SQL ב DDL עבור הטבלאות שראינו.

Shoes (catalogId, type, size, color)

Stores (storeId, city, cubicFt, managerId)

InStore (catalogId, size, storeId).

תרגיל 6- פתרון

כתבו את הגדרות SQL ב DDL עבור הטבלאות שראינו.

Shoes (catalogId, type, size, color)

Stores (storeId, city, cubicFt, managerId)

InStore (catalogId, size, storeId).

```
CREATE TABLE Shoes  
(catalogId INT(8) not null,  
type char(20),  
size char(8) not null,  
color char(10) DEFAULT black,  
PRIMARY KEY (catalogId, size))
```


תרגיל 6- פתרון

כתבו את הגדרות SQL ב DDL עבור הטבלאות שראינו.

Shoes (catalogId, type, size, color)

Stores (storeId, city, cubicFt, managerId)

InStore (catalogId, size, storeId).

```
CREATE TABLE Stores
(storeId INT(8) not null,
city char(20),
cubicFt INT(8),
managerId INT(8) not null,
PRIMARY KEY (storeId))
```

תרגיל 6- פתרון

כתבו את הגדרות SQL ב DDL עבור הטבלאות שראינו.

Shoes (catalogId, type, size, color)

Stores (storeId, city, cubicFt, managerId)

InStore (catalogId, size, storeId).

```
CREATE TABLE InStore
```

```
(catalogId INT(8) not null,
```

```
size char(8),
```

```
storeId INT(8) not null,
```

```
PRIMARY KEY (catalogId,storeId),
```

```
FOREIGN KEY (catalogId, size) REFERENCES Shoes(catalogId, size),
```

```
FOREIGN KEY (storeId) REFERENCES Stores(storeId))
```

תרגיל 7

הוסיפו אילוץ שלמות, כל נעל שמופיעה בקטלוג חייבת להיות קיימת
באחת החנויות.

CREATE ASSERTION

תרגיל 7 - פתרון

הוסיפו אילוץ שלמות, כל נעל שמופיעה בקטלוג חייבת להיות קיימת באחת החנויות.

כמו לומר, לא קיימת נעל במופיע בקטלוג אבל לא קיימת באף חנות.

```
CREATE ASSERTION ShoeExists CHECK(NOT EXISTS(  
SELECT catalogId, size FROM Shoes NOT IN (  
SELECT catalogId, size FROM InStore))
```

תרגיל 8

חשבו כיסוי קנוני (מינימלי) של $F = \{XY \rightarrow Z, X \rightarrow Z\}$

כיסוי קנוני (כיסוי מינימלי) הגדרה

- באופן פורמלי: יהא F קבוצת תלויות פונקציונליות, ויהא $X \rightarrow Y$ תלות ב- F .
- תכונה $A \in X$ היא תכונה עודפת (בצד שמאל) אם אפשר להסיק מ- F את התלות $(X-A) \rightarrow Y$.
 - תכונה $B \in Y$ היא תכונה עודפת (בצד ימין) אם אפשר להסיק מקבוצת התלויות: $F = \{X \rightarrow Y\} \cup \{X \rightarrow (Y-B)\}$ את התלות $X \rightarrow Y$.
- (כלומר, אם אפשר לשחזר את התלות $X \rightarrow Y$ לאחר שמוחקים ממנה את התכונה B).

תרגיל 8- פתרון

חשבו כיסוי קנוני (מינימלי) של $F = \{XY \rightarrow Z, X \rightarrow Z\}$
נבדוק תלויות

אם X עודפת בתלות $XY \rightarrow Z$, האם ניתן להסיק מ F את $Y \rightarrow Z$? לא
אם Y עודפת בתלות $XY \rightarrow Z$, האם ניתן להסיק מ F את $\{X \rightarrow Z\}$? כן, היא
שם. כלומר נצמצם את $XY \rightarrow Z$ ל $X \rightarrow Z$
כלומר כיסוי קנוני יהיה: $F = \{X \rightarrow Z\}$

תרגיל 9

האם היחס הבא מנורמל לפי BCNF ?

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow B \}$$

תרגיל 9 - פתרון

האם היחס הבא מנורמל לפי BCNF ?

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow B \}$$

(1) נחשב מפתחות קבילים:

- A ו D חלק מכל מפתח, כי אינם תלויים באף תכונה אחרת.

- הסגור של AD:

$$\{AD\}^+ = \{AD\} + (A \rightarrow BC) = \{ABCD\} = R$$

לכן, AD מפתח, וכן חלק מכל מפתח קביל, אין סיבה לבדוק צירופים נוספים.

תרגיל 9 - פתרון

האם היחס הבא מנורמל לפי BCNF ?

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow B \}$$

(2) בהינתן ש AD מפתח, נבדוק אם יש תלויות מפירות נרמול BCNF,

כלומר תלות שאינה טריויאלית, ואינה תלויה במפתח.

$A \rightarrow BC$, A אינה מפתח, וזו לא תלות טריויאלית.

מצאנו תלות מפירה לכן היחס אינו מנורמל BCNF.

תרגיל 10

נרמל את היחס הבא לפי BCNF

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow B \}$$

תרגיל 10 - פתרון

נרמל את היחס הבא לפי BCNF

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow B \}$$

נבחר תלות מפירה כלשהיא (כמובן שיתכנו פתרונות שונים), ונפרק לפיה, למשל $D, D \rightarrow B$ לא מפתח.

$$R1 = (B, D) \quad F1 = \{ D \rightarrow B \}$$

$$R2 = (A, C, D)$$

קיבלנו פירוק בו $R1$ נמצא ב BCNF, וכן הפירוק משמר מידע, אבל, הפירוק אינו משמר תלויות. אפשר לומר שלא ניתן לפרק את היחס. (אם כי בדקנו רק אפשרות אחת לפירוק ולא את כולם).

תרגיל 11

האם היחס הנ"ל ב BCNF , אם לא, נרמלו אותו

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, A \rightarrow D \}$$

תרגיל 11 – פתרון

האם היחס הנ"ל ב BCNF , אם לא, נרמלו אותו

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, A \rightarrow D \}$$

נחשב מפתח, ונקבל ש A הוא המפתח הקביל וחלק מכל מפתח.

נבדוק אם יש תלויות מפירות, ונראה שאין. בשתי התלויות, צד שמאל הוא המפתח A.

תשובה, היחס הנ"ל כבר מנורמל לפי BCNF.

תרגיל 12

האם היחס הנ"ל ב BCNF , אם לא, נרמלו אותו

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow A \}$$

תרגיל 12 - פתרון

האם היחס הנ"ל ב BCNF , אם לא, נרמלו אותו

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow A \}$$

נחשב מפתח ונקבל D מפתח.

נבדוק תלות מפירה. התלות $D \rightarrow A$ אינה תלות מפירה.

התלות $A \rightarrow BC$ היא תלות מפירה. כלומר היחס לא ב BCNF.

נפרק לפי התלות המפירה:

$$R1 = (A \ B \ C) \quad F1 = \{ A \rightarrow BC \}$$

$$R2 = (A \ D) \quad F2 = \{ D \rightarrow A \}$$

תרגיל 12 - פתרון

האם היחס הנ"ל ב BCNF , אם לא, נרמלו אותו

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow A \}$$

המשך:

$$R1 = (A B C) \quad F1 = \{ A \rightarrow BC \}$$

$$R2 = (A D) \quad F2 = \{ D \rightarrow A \}$$

R1 נתון ב BCNF, המפתח הוא A, והתלות אינה מפירה מעצם הבנייה.

לגבי R2, חישוב מפתח יתן את D. ולכן גם פה התלות לא מפירה.

סיימנו, וקיבלנו פירוק שהוא ב BCNF, משמר מידע כמובן וגם משמר תלויות.

תרגיל 13

האם היחס הנ"ל ב 3NF, אם לא, נרמלו אותו

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow A \}$$

תרגיל 13 - פתרון

האם היחס הנ"ל ב 3NF, אם לא, נרמלו אותו

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow A \}$$

חישבנו כבר מפתח. D.

נבדוק האם כל תלות לא טריויאלית היא תלויה במפתח, או צד ימין הוא חלק ממפתח קביל.

$D \rightarrow A$ אינה מפירה, כי D מפתח.

$A \rightarrow BC$, מפירה כי A לא מפתח, ו BC אינו חלק ממפתח קביל.

תרגיל 13 - פתרון

האם היחס הנ"ל ב 3NF, אם לא, נרמלו אותו

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow A \}$$

נפרק פירוק NF3.

נתחיל מ F קנונית. במקרה הנ"ל היא כבר קנונית, אפשר לבדוק שאין תלויות לאחד, או תלויות עודפות.

נמיין את התלויות מהגדולה לקטנה, נתחיל מהגדולה: $A \rightarrow BC$

תרגיל 13 - פתרון

האם היחס הנ"ל ב 3NF, אם לא, נרמלו אותו

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow A \}$$

התלות $A \rightarrow BC$ לא חלה על אף יחס בפירוק (כי אין אף יחס), נוסיף אותה:

$$R1 = (A, B, C) \quad F1 = \{ A \rightarrow BC \}$$

התלות $D \rightarrow A$ לא חלה על היחס $R1$ (כי אין בו D), נוסיף אותה:

$$R2 = (A, D) \quad F2 = \{ D \rightarrow A \}$$

סיימנו עם התלויות, נבדוק האם יש מפתח לכל R , במקרה הנ"ל זה D, D , נמצא ב $R2$, לכן סיימנו.

תרגיל 14

נרמל את היחס הבא לפי 3NF

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow B \}$$

תרגיל 14 - פתרון

האם היחס ב NF3 אם לא, נרמל את היחס הבא לפי 3NF

$$R = (A, B, C, D)$$

$$F = \{ A \rightarrow BC, D \rightarrow B \}$$

AD מפתח, בדקנו בתרגיל קודם.

$A \rightarrow BC$ תלות מפירה, A לא מפתח, ו BC לא חלק ממפתח קביל.

ננרמל: F כבר קנונית. בידקו לבד. נמין מגדול לקטן, ונבנה:

$$R1 = (A B C) \quad F1 = \{A \rightarrow BC\}$$

נשים לב שהתלות השנייה לא חלה על R1 כי אין בו D, נוסיף אותה.

$$R2 = (D B) \quad F2 = \{D \rightarrow B\}$$

כעת נבדוק האם יש לנו מפתח ליחס R בפירוק. המפתח הוא AD, והוא לא נמצא, לכן נוסיף אותו

$$R3 = (A D)$$

קיבלנו פירוק משמר תלויות ומשמר מידע. לא היה ניתן לקבל במקרה זה פירוק BCNF.