

הפקולטה למדעי המחשב

הטכניון מכון טכנולוגי לישראל

סמסטר אביב התשע"ט

פרופ' עודד שמואל'

מרצה: ליאת פטרפרינד

דביר דוקאן

ענבר קסלוי

עדן חסום

איתן אליצור

מערכות מסד נתוניםים

236363

מועד ב'

12 באוקטובר 2018

פירוט החלקים והניקוד:

חלק	נושא	ניקוד
1	תcen מסדי נתונים	
2	שאלות במודל היחסים	
3	מודלים לא יחסים	

הנחיות לנבחנים

1. כתבו את התשובות אך ורק בטופס הבדיקה ובמקום המועד להן, מחברת הטיוטה לא תיבדק.
2. כל חומר עזר הכתוב על נייר בלבד מותר בשימוש.
3. אין לקבל או להעביר חומר עזר בזמן הבדיקה.
4. יש להשתמש רק בסימנים או פונקציות שנלמדו בתרגול או בהרצאה ומופיעות בשקפים של הקורס. כל שימוש בסימן שאינו כזה מחייב הסבר מלא של משמעות הסימן.
5. משך הבדיקה הינו שלוש שעות, תכננו את הזמן בהתאם.
6. בבדיקה 6 שאלות בשלושה חלקים. נא וודאו שיש בידכם את כל הטופס.

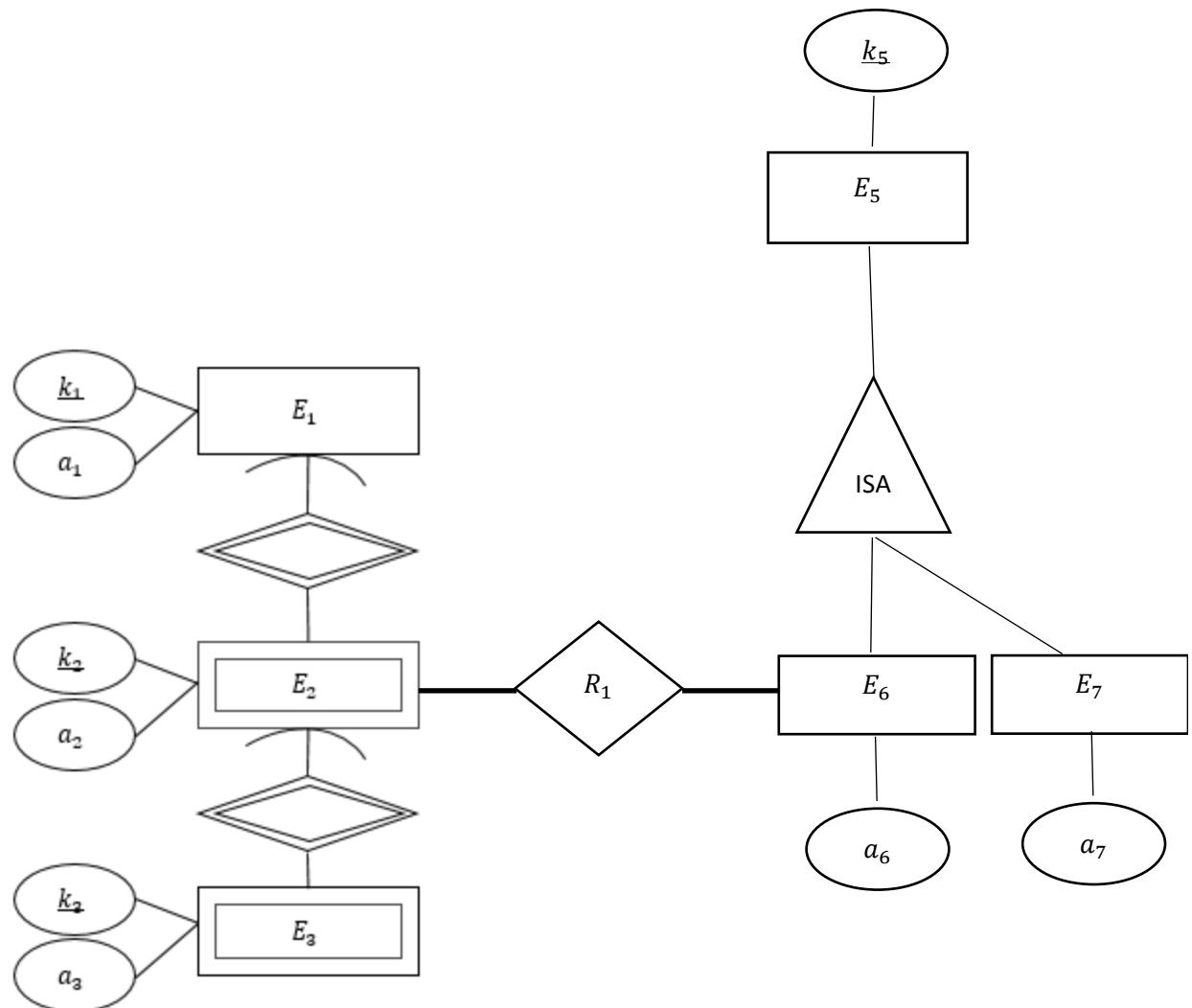
בהצלחה!

חלק 1 תכנון מסדי נתונים, 33 נק'

שאלה 1, ERD 5 נק'

ERD

לפניכם דיאגרמת ERD כר שהמפתחות מסומנים בקוו תחתון.



1. אילו אטריבואטים מהווים מפתח לרלציה המתאימה ל R_1 כפי שנלמד בהרצאה?

k₁, k₂, k₅

2. אילו אטריבואטים מהווים מפתח לרלציה המתאימה ל E_7 כפי שנלמד בהרצאה?

k₅

נסמן ב F_i את הטלילות המתאימות לטיפוי ישיות E_i , בהתאם. מצאו קבוצות אטריבוטים לא ריקות X, Y עבורן מתקיים $\pi_Y F_1 \subseteq \pi_X F_3$.

$$X = Y = \{k_1\}$$

שאלה 2 פירוקים ותליות פונקציונליות, 28 נק'

נתונה הסכמה (R, F) כך ש $R(A, B, C, D, E)$ וקבוצת התליות $\{C \rightarrow D, D \rightarrow BA, B \rightarrow C\}$.

1. (5 נק') קבעו האם הטענות הבאות נכונות או שגויות ונמקו בקצרה את תשובותיכם.
1) כל רלציה המקיים את הסכמה (R, F) מקיים את התלוות $C \rightarrow A$.

נכון, לפי תלוות ראשונה ואחרונה

- (2) קיימת רלציה המקיים את הסכמה (R, F) ולא מקיים את התלוות $B \rightarrow A$.

לא נכון, תלוות ראשונה

- (3) קיימת רלציה המקיים את הסכמה (R, F) ומקיים את התלוות $B \rightarrow C$.

נכון, אין הגבלה על תלוות נוספת

- (4) בכל רלציה המקיים את הסכמה (R, F) אין אף רשומה עם אותו ערך עבור האטריביטים A ו D .

לא בהכרח, אין הגבלה על כך בצורה קבוצה ריקה גורר משהו

2. (9 נק') קבעו האם כל אחת מהטענות הבאות נכונה או שגיאה ונמקו תשובותיכם.

- 1) (3 נק') קבוצת התליות $\{A \rightarrow B, AC \rightarrow D, D \rightarrow BA, B \rightarrow C, C \rightarrow E\}$ מהווה כיסוי מינימלי של F .

לא נכון, ישנן תלויות בצד ימין שמכילות יותר מאטריביט אחד

- (2) (3 נק') קבוצת התליות F שקופה לקבוצת התליות הבאה:

$\{A \rightarrow BE, AC \rightarrow D, D \rightarrow BA, B \rightarrow C, AC \rightarrow B\}$

$AC \rightarrow B$ ניתן להסחה מ F ולכן זה נכון

3) (3 נק') כל קבוצת תלוויות \mathbf{G} המהוות כיסוי מינימלי ל \mathbf{F} מכילה את התלוות $D \rightarrow AC$.

לא נכון, סעיף ג'

3. (5 נק') האם הקבוצה \mathbf{F} היא קבוצה מינימלית? אם כן, הסבירו מדוע. אחרת הציגו כיסוי מינימלי ל \mathbf{F} וסבירו כיצד מצאתם אותו באמצעות האלגוריתם שלמדנו.

לא, המינימליות:

$$\{A \rightarrow B, A \rightarrow D, A \rightarrow E, D \rightarrow A, B \rightarrow C\}$$

4. (9 נק') ענו על השעיפים הבאים:

1) (3 נק') כמה מפתחות keys יש לסכמה (R, F) ומהם?

A,D

2) (3 נק') האם ניתן להסיר תלוות מ \mathbf{F} כך שתתאפשר סכמה חדשה בצורה הנורמלית $BCNF$? אם כן, איזו תלוות מדובר. אם לא, הסבירו תשובתכם.

לא, לכואורה $C \rightarrow B$ היה מתאים להורדה, אך אז A מאבד את תוכנת המפתח.

3) (3 נק') האם ניתן להוסיף תלוות ל \mathbf{F} כך שתתאפשר סכמה חדשה בצורה הנורמלית $BCNF$? אם כן, איזו תלוות מדובר. אם לא, הסבירו תשובתכם.

כן, יש לדאוג ש B יהיה מפתח. ניתן על ידי $A \rightarrow B$

חלק 2 שאלות מידע רלוונטיות, 40 נק'

שאלה 3 SQL, RA, 20 נק'

בעקבות גל גיבורי הуль, החליטו ממשלה העולם להתאחד וליצור מסד נתונים שיחזק מידע הנוגע לגיבורים. בסיס הנתונים קיימות הטבלאות הבאות (מפתחות מסומנים בקו תחתון):

Heroes:

hID	hName
-----	-------

Powers:

hID	Power
-----	-------

Teams:

tID	hID
-----	-----

Friends:

hID1	hID2
------	------

- היחס **Heores** מחזיק מידע על הגיבורים
 - מס' זהות ID ייחודי ושם הגיבור **hName**.
- היחס **Powers** מחזיק מידע על כוחות הуль של הגיבורים
 - מס' הזהות ID של הגיבור וכוח **Power** בו הוא מחזיק.
- האטראיביט **ID** בטבלה **Powers** הוא מפתח זר לאטראיביט **ID** בטבלה **Heroes**.
- היחס **Teams** מחזיק מידע על צוותים של גיבורים
 - מס' זהות ID ייחודי של הצוות ומס' זהות ID של גיבור בצוות זה.
- האטראיביט **ID** בטבלה **Teams** הוא מפתח זר לאטראיביט **ID** בטבלה **Heroes**.
- היחס **Friends** מחזיק מידע על חברות בין גיבורים.
 - ניתן להנichi כי היחס **סימטרי**. לדוגמה, אם הרשימה (12,34) קיימת בטבלה אז גם הרשימה (34,12) **Friends** קיימת בטבלה.
- ניתן להנichi כי לא מופיעות רשומות מהצורה (x,x), כלומר, גיבור הוא לא חבר של עצמו.
- האטראיביט **1** ו**2** בטבלה **Friends** הוא מפתח זר לאטראיביט **ID** בטבלה **Heroes**.
- האטראיביט **2** ו**1** בטבלה **Friends** הוא מפתח זר לאטראיביט **ID** בטבלה **Heroes**.

בסעיפים הבאים הניחו כי מתקיים $\pi_{hID} Heroes = \pi_{hID} Powers$.

1. (4 נק') מה מחריצה שאלילת ה SQL הבא?

SELECT Teams.tID

FROM Teams **LEFT OUTER JOIN** Powers **ON** Teams.hID = Powers.hID

GROUP BY tID

HAVING COUNT(DISTINCT Power)=1

מזה! צוותים שלכל הגיבורים בהם יש לבדוק אותו הכוח והוא בלבד

.2 (4 נק') האם תשתנה תוצאת השאלה מהסעיף הקודם את הפקודה **LEFT OUTER JOIN** ב- **JOIN?** אם כן, נמקו כיצד ומדוע. אם לא, נמקו מדוע.

לא, בשל ההנחה כי מתקיים $\pi_{hID}Heroes = \pi_{hID}Powers$ ומזהה הגיבור בטבלה **teams** הוא מפתח זר למזהה הגיבור בטבלה **heros** לא יוצאו רשומות עם **NULL** לצד ימין של ה **Join** (שמ"ייג' את **powers**). כמובן לכל גיבור בכל צוות יש לפחות אחד.

.3 (4 נק') בסעיף זה הניחו כי כל גיבור שיר לצוות אחד לפחות. השלימו את שאלתת ה SQL הבאה במקומות המסומנים בקווים כך שתציג את מזהה כל הגיבורים שחברים במספר צוותים שהינו גדול שווה למספר הצוותים הממוצע ברם חבר גיבור. לדוגמה: אם גיבור א' חבר ב 1 צוותים, ב' ב 2 צוותים, ג' ב 3 צוותים וד' ב 4 צוותים אז השאלה תציג את המזהים של ג' ו ד' מכיוון שהם הממוצע של המספרים 1,2,3,4.

```
SELECT _____ hID _____
FROM Teams
GROUP BY _____ hID _____
HAVING COUNT(*)>=
    (SELECT AVG(TH.NumTH)
     FROM (SELECT _____ COUNT(DISTINCT tID) _____ AS NumTH
           FROM Teams
           GROUP BY hID) as TH)
```

.4 (4 נק') תארו בקצרה מה מחזירה שאלתת ה RA הבאה:
 $Powers \div \pi_{Power}Powers$

את מזהי הגיבורים שמחזיקים בכל הכוחות שמופיעים בטבלה **Powers**.

.5 (4 נק') תומן
 $Powers1 = \rho_{hID \rightarrow hID1, Power \rightarrow Power_1}(Powers)$
 $Powers2 = \rho_{hID \rightarrow hID2, Power \rightarrow Power_2}(Powers)$

תארו בקצרה מה מחזירה שאלתת ה RA הבאה:
 $(\rho_{hID \rightarrow hID1}(\pi_{hID}Heroes)) \setminus \pi_{hID1}(\sigma_{hID1 \neq hID2 \wedge Power1 = Power2}(Powers1 \times Powers2))$

את מזהה הגיבורים המחזיקים בכוחות ייחודיים.

שאלה 4 , DATALOG , RC 4 נק'

שאלה זו מתיחסת לסכמה הרלציונית של שאלה 3, להלן תזכורת:

Heroes:

hID	hName

Powers:

hID	Power

Teams:

tID	hID

Friends:

hID1	hID2

. 1. (2 נק') מה מחזירה השאילתה ה DRC הבאה?

$$\{(h_1, h_2) : \exists n_1, n_2 (Heroes(h_1, n_1) \wedge Heroes(h_2, n_2)) \wedge \forall p (Powers(h_1, p) \rightarrow Powers(h_2, p))\}$$

זוגות של מזהה גיבורים כך שכל כוח שיש לראשוון (משמאלו) יש גם לשני

. 2. (4 נק') כוח נקרא **ייחודי** אם יש בדיק גיבור אחד שמחזיק בו.

השלימו את השאילתה ה DRC הבאה ע"י הוספת קשרים לוגיים ($\rightarrow, \wedge, \vee$) וכמתים (\forall, \exists) במקומות

המסומנים בהן כך שתתחזיר את הכוחות הייחודיים.

$$\{p : \exists h [Powers(h, p) \wedge \forall h_1 (Powers(h_1, p) \rightarrow Eq(h, h_1))]\}$$

. 3. (3 נק') הוכיחו כי כל מזהה גיבור העל מופיעים ברלציה `Heroes`.

צווות נקרא **גlobeלי** אם חברים בו כל גיבור העל.

דדפול ניסה לכתוב השאילתה DRC בוליאנית שמחזירה TRUE (רשומה ריקה) אם ורק אם צווות גLOBלי. להלן השאלתה:

$$\{((\exists t \forall h [\exists n Heroes(h, n) \rightarrow Teams(t, h)])\}$$

קבעו האם השאילתה שכתב נכונה. אם לא, הסבירו מדוע ותקנו אותה.

נכונה

4. **צוות הרמוני** הוא צוות שבו יש לפחות שני גיבורים כך שכל שני גיבורים שונים בו הם חברים אחד של השני, כלומר מופיעים בRELATIONSHIP FRIENDS.

(1) (4 נק') הענק הירוק ניסה לכתוב שאלתת DRC שמחזירה את מזהה הצוותים ההרמוניים:

$$\{t: \forall h_1 \forall h_2 ((h_1 \neq h_2 \wedge Teams(t, h_1) \wedge Teams(t, h_2)) \rightarrow Friends(h_1, h_2))\}$$

קבעו האם השאלתה שכתב תלויה בתחום. אם כן, הסבירו מדוע. אם לא, תקנו אותה כך שלא תהיה תלויה בתחום וגם תחזיר את מזהה הצוותים ההרמוניים.

תלויה בתחום. תיקון:

$$\{t: \exists h_1 \exists h_2 [h_1 \neq h_2 \wedge Teams(t, h_1) \wedge Teams(t, h_2)] \wedge \forall h_1 \forall h_2 ((h_1 \neq h_2 \wedge Teams(t, h_1) \wedge Teams(t, h_2)) \rightarrow Friends(h_1, h_2))\}$$

(2) (4 נק') בסעיף זה הניחו כי ישנה רלציה ביןארית Eq שמחזיקה את הזוגות (y, x) אם ורק אם $y = x$. כתבו תכנית Datalog עם שלילה מרובדת המגדירה את הרלציה האונארית $Harmonic(t)$ שמכילה את כל מזהה הצוותים ההרמוניים ורק אוטם.

NotHarmonic(t) \leftarrow Teams(t,h1), Teams(t,h2), \neg Eq(h1,h2), \neg Friends(h1,h2)
 Harmonic(t) \leftarrow Teams(t,h), \neg NotHarmonic(t)

(3) (3 נק') שני גיבורים, לאו דואקא שונים, נחברים **קרוביים** אם מתקיימת ההגדרה הרקורסיבית הבאה: הם שניהם באותו הצוות או שלפחות אחד מהם באותו צוות עם מישחו שקרוב של השני. כתבו תכנית Datalog ללא כל שימוש בשלילה המגדירה את הרלציה הבינארית Rel המחזירה זוגות של מזהי גיבורים קרובים.

```
Rel(h1,h2) ← Teams(t,h1), Teams(t,h2)
Rel(h1,h2) ← Teams(t,h3), Rel(h1,h3), Teams(t,h2)
```

חלק 3 מודלים לא רלציוניים, 27 נק'

שאלה 5 XML, 12 נק'

נתון ה DTD הבא (כאשר a הוא אלמנט השורש) במסמך דוגמה המציג לנו.
הניחו שההפרדה לשורות היא לצורך תצוגה בלבד.

```
<?xml version="1.0" standalone="yes"?>
<!DOCTYPE a [
    <!ELEMENT a (b+)>
    <!ELEMENT b (c+, d*, e)>
    <!ELEMENT c (#PCDATA)>
    <!ELEMENT d (#PCDATA)>
    <!ELEMENT e (#PCDATA)>
    <!ATTLIST e
        xid CDATA #REQUIRED
        id ID #REQUIRED
    >
    <!ATTLIST c
        xref CDATA #IMPLIED
        ref IDREF #IMPLIED
    >
]>
<a>
    <b>
        <c ref="a1" xref="a2"> 2000 </c>
        <d> a1 </d>
        <d> a2 </d>
        <d> a3 </d>
        <d> a4 </d>
        <e id="a2" xid="a1"> </e>
    </b>
```

```
<b>
  <c ref="a2" xref="a3"> 3000 </c>
  <d> b1 </d>
  <d> b2 </d>
  <d> b3 </d>
  <e id="a1" xid="a2"> </e>
</b>
<b>
  <c ref="a1" xref="a4"> 4000 </c>
  <e id="a3" xid="a1"> </e>
</b>
</a>
```

.1 (1 נק') מה יחזיר הביטוי `[2/a/b[1]/d[2]/a]` על מסמך הדוגמה?

element d containing a2

.2 (1 נק') מה יחזיר הביטוי `d//b[//d[4]/a]` על מסמך הדוגמה?

elements d containing a1, a2, a3, a4, b1, b2, b3

.3 (2 נק') מה יחזיר הביטוי `/a/b[child::c/@xref] [position() < 3] [position() = 2][child::e/@id]/c`

על מסמך הדוגמה?

the c 3000 element

4. (2 נק') מה יחזיר הביטוי `c/[child::c/@ref] [child::d] [child::e/@id]` על מסמך הדוגמה?

the c 2000 and 3000 elements

5. (6 נק') בכל אחד מהסעיפים הבאים קבעו האם שני הביטויים הנתונים שקולים על כל מסמך שהוא המספק את ה DTD הנוכחי. אם כן, נמקו תשובתכם בקצרה. אם לא, הציגו שני מסמכים עליהם הם אינם שקולים.

1) ביטוי א': `d//c/`
ביטוי ב': `d//`

not equivalent, example – the document above is an example

2) ביטוי א': `d//b/d/`
ביטוי ב': `d//`

equivalent, both return all d elements as d must be a child of b

3) ביטוי א': `/*/.`
ביטוי ב': `/descendant-or-self::*/.`

equivalent

First, look at `/descendant-or-self::*` -- it simply returns all element nodes.

Next, look at `/*` -- it is a shorthand for `/descendant-or-self::node()/*` -- note that the 'target' must be an element because of the *.

This expression also returns all element nodes, as each element node is either a child of the root or a child of another element node.

4) ביטוי א': `//b/c[@xref]`
ביטוי ב': `//b/c[@ref]`

not equivalent

A document with the above DTD and

`<a>`
``

```

<c ref="a1" > 2000 </c>
<d> a1 </d>
<e id="a1" xid="a1"> </e>
</b>
</a>

```

שאלה 6 , RDF 7 נק'

לפניכם גרפ RDF בפורמט זהה לזה שניתן בכיתה (כל שורה בטבלה מייצגת שלשה בגרף).

ent:Israel	prop:singer	ent:Izhar
ent:Israel	prop:singer	ent:Gali
ent:Netta	prop:performer	ent:Toy
ent:Dana	prop:performer	ent:Diva
ent:Izhar	prop:performer	ent:Abanebi
ent:Gali	prop:performer	ent:Halleluya
ent:Netta	prop:performer	ent:Abanebi
ent:Netta	prop:performer	ent:Ganam_style
ent:Izhar	prop:performer	ent:Yam_balyla_yam_bayom
ent:Gali	prop:performer	ent:Valentine
ent:Dana	prop:performer	ent:Yeshnan_banot
ent:Abanebi	prop:won	1978
ent:Halleluya	prop:won	1979
ent:Diva	prop:won	1998
ent:Toy	prop:won	2018

. (3 נק') כתבו את ההשומות שמחזירה השאלתה הבאה.

```

SELECT ?singer ?song ?year {
    ent:Israel prop:singer ?singer.
    ?singer prop:performer ?song .
    OPTIONAL
    { ?song prop:won ?year}    }

```

```
?singer→ ent:Izhar ?song→ ent:Abanebi ?year→1978  
?singer→ ent:Izhar ?song→ ent: Yam_balyla_yam_bayom  
?singer→ ent:Gali ?song→ ent:Halleluya ?year→1979  
?singer→ ent:Gali ?song→ ent:Valentine
```

.2 (4 נק') כתבו את ההשומות שמחזירה השאילתת הבאה.

```
SELECT ?singer ?song {  
    ?singer prop:performer ?song  
    MINUS  
    { ?song prop:won ?year} }
```

```
?singer→ ent:Netta ?song→ ent:Ganam_style  
?singer→ ent:Dana ?song→ ent:Yam_balyla_yam_bayom  
?singer→ ent:Izhar ?song→ ent:Yeshnan_banot  
?singer→ ent:Gali ?song→ ent:Valentine
```

מקום לתשובות נוספת

שאלה: סעיף: עמוד: .

שאלה: סעיף: עמוד: .

שאלה: סעיף: עמוד: .

שאלה: סעיף: עמוד: .

שאלה: סעיף: עמוד: .