

סמסטר חורף 2008

מרצה : דר' ירון קנזה
מתרגלים: מר נדב שרגאי
גב' נעמה טפר

מערכות מסדי נתונים

236363

מועד א'

(23 פברואר 2009)

הערות באדום הן תיקונים שתיקנו בזמן המבחן או לאחר מכן

מס' ת.ז.

אין צורך למלא שם אלא רק מספר זהות!

מספר השאלה	נקודות
1	20/
2	20/
3	20/
4	28/
5	12/
סה"כ	100/

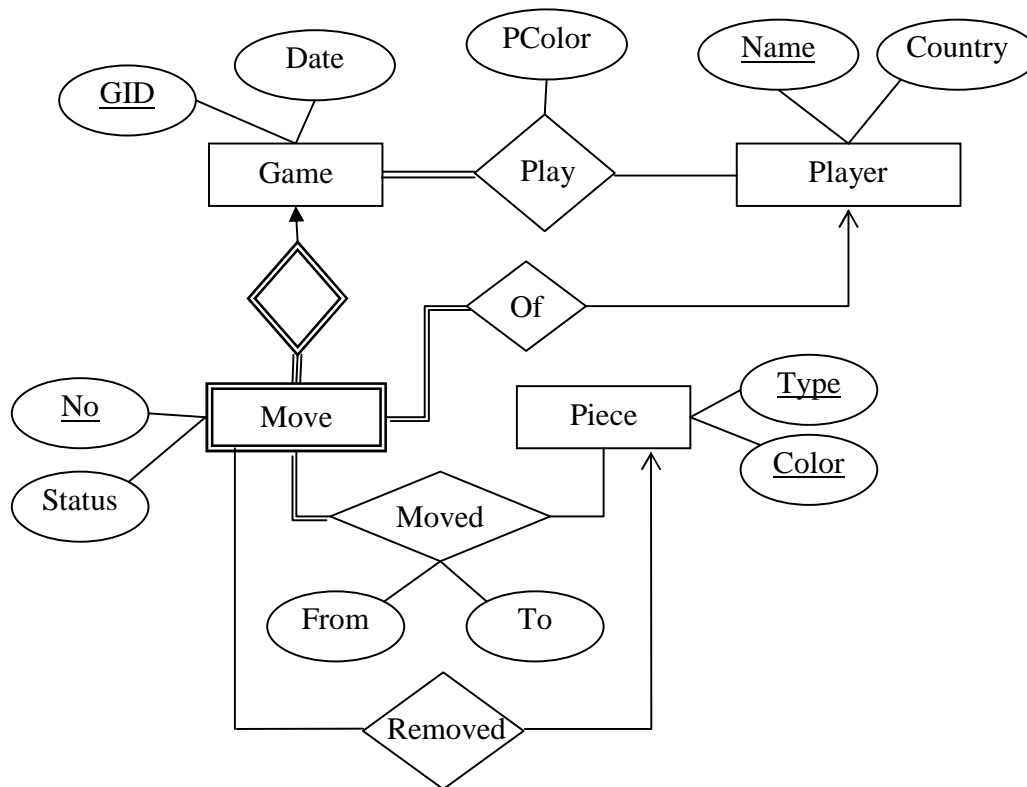
הנחיות לגבחן

1. כתבו את התשובות אך ורק בטופס הבחינה, המחברת מיועדת לטיוטה בלבד.
2. מותר להשתמש בדף נוסחאות – בגודל דף A3 או בגודל שני דפי A4.
3. אין לקבל או להעביר חומר עזר כלשהו בזמן הבחינה.
4. בבחינה חמש שאלות. יש לענות עליהן במלואן.
5. יש לנמק את התשובות בקצרה. תשובות לא מנומקות לא תתקבלנה.
6. משך הבחינה שלוש שעות. תכננו את הזמן בהתאם.
7. הבחינה כוללת 13 דפים כולל דף זה. נא לוודא שיש בידכם את כל הטופס.

בהצלחה

שאלה 1: ERD (20 נקודות)

נתונה דיאגרמת ה-ERD הבאה המתארת מידע על משחקים בטורניר שחמט.



טיפוסי ישויות:

Player – טיפוס ישויות המתאר שחקנים בתחרות. שחקן מזוהה על ידי שמו ונשמר עבורו שם המדינה שאותה הוא מייצג.

Game – טיפוס ישויות המתאר משחקים. משחק מזוהה על ידי התכונה GID ונשמר מידע על תאריך המשחק.

Move – טיפוס ישויות המייצג מהלכים במשחק, כלומר הזזת כלי ממיקום מסויים על הלוח למיקום חדש. נשמר לגבי מהלך מספרו במשחק (המהלך הראשון יהיה מספר 1, השני מספר 2, וכן הלאה) והמצב בסיום המהלך (Status), כגון שח, מט.

Piece – טיפוס ישויות המייצג את כלי המשחק. לכל כלי יש טיפוס (לדוגמה, מלך, פרש, צריח) וצבע (לבן או שחור).

טיפוסי קשרים:

Play – מתאר אלו שחקנים השתתפו בכל משחק.

Moved – מקשר מהלך עם הכלים שהוזזו במהלך.

Removed – קושר מהלך עם הכלי ש"נאכל" במהלך, במידה וישנו כזה.

Of – קושר מהלך לשחקן שביצע את המהלך.

א. רשמו את כל התלויות הפונקציונליות הנובעות מן הדיאגרמה. הקפידו שקבוצת התלויות תהיה כיסוי מינימלי.

$GID \rightarrow Date$

$Name \rightarrow Country$

$GID, Name \rightarrow PColor$

$GID, No \rightarrow Status$

$GID, No, Type, Color \rightarrow From, To$

עבור קשרים מסוג of:

$GID, NO \rightarrow Name$

עבור קשרים מסוג Removed:

$GID, No \rightarrow Type, Color$

ב. לכל אחד מן האילוצים הבאים, ציינו האם ניתן לשנות את הדיאגרמה כך שהאילוץ ייוצג בדיאגרמה. אם ניתן, הסבירו כיצד יש לשנות את הדיאגרמה כך שהאילוץ ייוצג. אחרת, הסבירו מדוע לא ניתן לייצג את האילוץ.

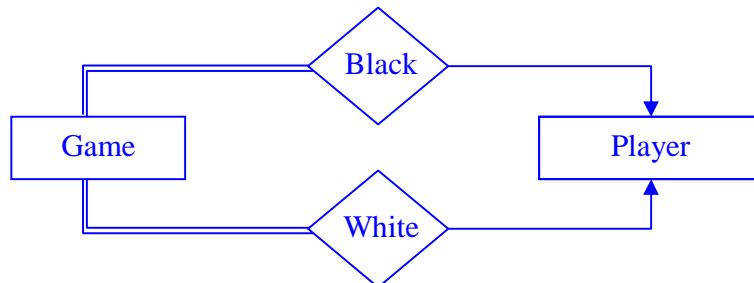
1. כל משחק קשור לשני שחקנים בדיוק.

לא ניתן להוסיף אילוץ ששני השחקנים יהיו שונים זה מזה.

פרט לכך זה ניתן למימוש.

יש לפצל את טיפוס הקשרים Play לשני טיפוסים קשרים: אחד לציון השחקן הלבן ואחד

לציון השחור.



2. אסור ששני מהלכים עוקבים יקושרו לאותו שחקן. (מהלכים עוקבים הם כאלו שההפרש בערך ה-

No שלהם הוא 1.)

לא ניתן למימוש.

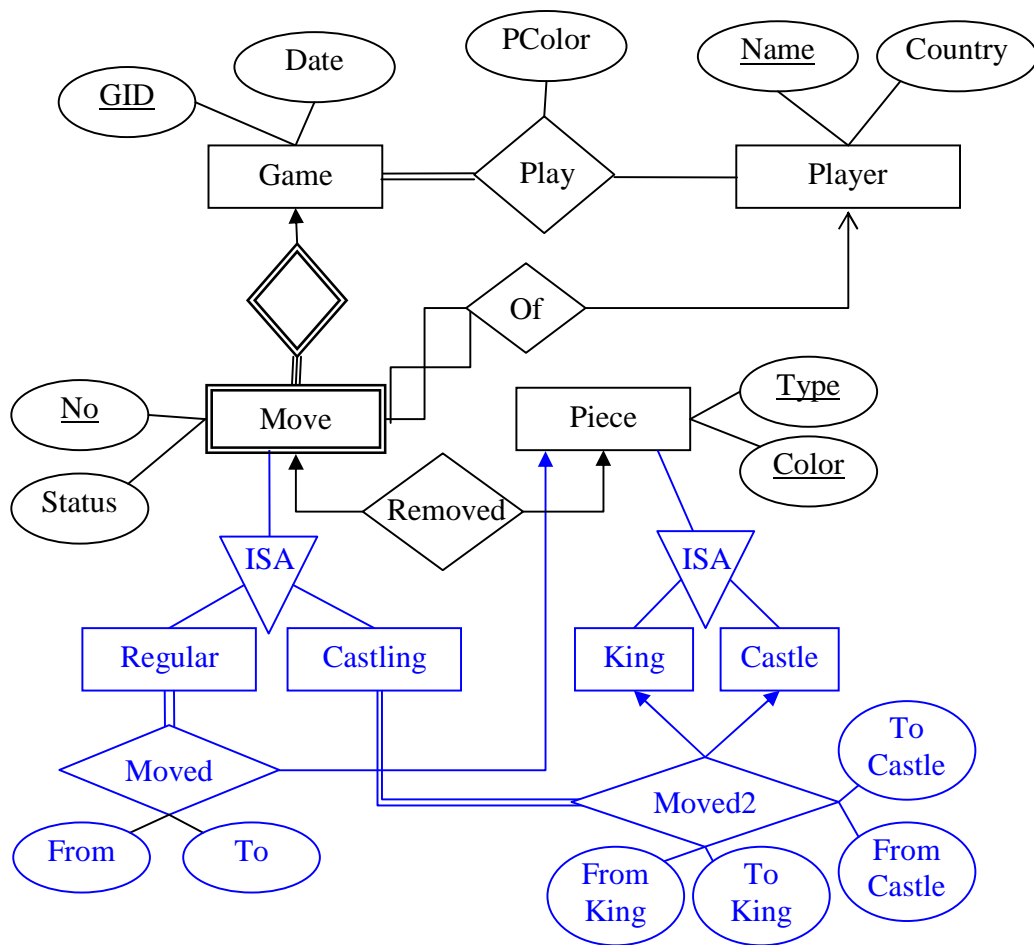
האילוץ המתואר מתייחס לערכים בתכונה No ולא קיים אילוץ המבטא זאת בדיאגרמת ה-

ER.

3. ישנם שני סוגי מהלכים: מהלך רגיל שבו מוזז כלי יחיד והצרחה שבה מוזזים שני כלים (מלך

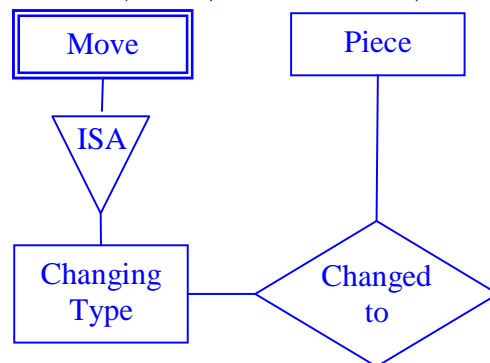
וצריח).

ניתן למימוש.



4. אסור ששחקן המשחק בצבע מסויים יבצע מהלך בכלי שצבעו שונה מהצבע שבו משחק השחקן. לא ניתן למימוש.
האילוץ מתייחס לערכים בתכונות ולא ניתן לבטא אותו במסגרת האילוצים של ERD.

5. ישנם מצבים שבהם לאחר מהלך כלי מסוג חייל עשוי לשנות את סוגו. במצב כזה, בנוסף לפרטים על תנועת החייל יש לייצג לאיזה סוג כלי החייל השתנה.
ניתן למימוש. יש להוסיף את הקשרים הבאים בנוסף לאלו הקיימים.



שאלה 2: שפות פורמליות (20 נקודות)

נתונות טבלאות היחסים הבאות:

שמות הטבלאות והתכונות שונים מה-ERD

Game(GID, Date)
 Player(Name, Country)
 Played(GID, Name, Color)
 Move(GID, No, Status, Name)
 Moved(GID, No, Type, Color, From, To)
 Removed(GID, No, Type, Color)

א. כתבו מה מחשבת השאילתה הבאה:

$\{t[Type, Color] \mid \exists u \in Moved(u[GID]=99 \wedge u[Type]=t[Type] \wedge u[Color]=t[Color] \wedge$
 $\neg \exists v \in Moved(v[GID]=99 \wedge v[Type]=u[Type] \wedge v[Color]=u[Color] \wedge \exists w \in Moved$
 $(w[No]=v[No]+1 \wedge w[To]=v[To]))\}$

כלים (סוג וצבע) כך שכלי מהסוג והצבע הזה נע במהלך משחק 99, ולא קיימת תנועה של כלי מהסוג והצבע הנדונים במהלך משחק 99 שעבורה יש תנועה למשבצת שלו במהלך שמספרו הסידורי גדול ב-1 (במשחק כלשהו).

ב. כתבו שאילתה בתחשיב היחסים DRC המוצאת את המיקום של המלכה השחורה (Black Queen) בסיום משחק מספר 99. אם לא ניתן לכתוב שאילתה כזו ב-DRC ציינו זאת והסבירו מדוע זה בלתי אפשרי.

$\{< to > \mid \exists n, f[moved(99, n, 'queen', 'black', f, to) \wedge$
 $\forall n_1, f_1, t_1(moved(99, n_1, 'queen', 'black', f_1, t_1) \rightarrow n_1 < n) \wedge$
 $\neg \exists n_2(Re\ moved(99, n_2, 'queen', 'black'))]\}$

ג. כתבו שאילתה באלגברה של יחסים (RA), המוצאת את שמות השחקנים שניצחו בכל הפעמים שבהן שיחקו בכלים בצבע הלבן. הניחו ששחקן מנצח במשחק אם קיים מהלך שלו המסתיים במצב checkmate.

השחקן ששיחק בלבן והפסיד

$L = \pi_{PName, GID}(\sigma_{color='white'}(Played)) - \pi_{PName, GID}(\sigma_{color='white' \wedge status='checkmate'}(Played \bowtie Move))$
 השאילתה הסופית:

$\pi_{PName}(Player) - \pi_{PName}(L)$

שאלה 3: SQL (20 נקודות)

השאלות הבאות מתייחסות לסכמות הנתונות בתחילת שאלה 2.
א. כתבו מה מחזירה שאילת ה-SQL הבאה.

```
SELECT DISTINCT M.PName, M.GID
FROM Move M
WHERE not exists
(SELECT *
FROM Move M1, Removed R1
WHERE M1.PName=M.PName AND
M1.GID=M.GID AND M1.GID=R1.GID
AND M1.No=R1.No AND
not exists
(SELECT *
FROM Removed R
Where R.GID=R1.GID AND R.No=R1.No+1
)
)
```

השאלתה מחזירה צמדים של שם שחקן ומשחק שבו הוא שיחק, כך שבכל פעם שהשחקן הסיר כלי של היריב, היריב הסיר כלי של החייל בתור שלאחר מכן.

ב. כתבו שאילתת SQL המוצאת מהו המשחק הארוך ביותר (בעל מספר המהלכים הגדול ביותר) ומחזירה את מספר המשחק ואת השחקנים שהשתתפו בו. אם ישנם מספר משחקים שהם בעלי מספר המהלכים הגדול ביותר, יש להחזיר את כל המשחקים האלו, אך כל משחק פעם אחת בלבד.

```
SELECT m1.GID, (
    SELECT Name
    FROM Play p
    WHERE p.GID=m1.GID AND p.PColor = 'White'
), (
    SELECT Name
    FROM Play p
    WHERE p.GID=m1.GID AND p.PColor = 'Black'
)
FROM Move m1
WHERE(
    SELECT MAX(m2.No)
    FROM Move m2
) = m1.No
```

התקבלו גם תשובות בהן לכל משחק ארוך ביותר היו שתי רשומות. אחת עבור כל שחקן.

ג. כתבו שאילתת SQL המוצאת מהו שיעור המדינות שהשחקנים מהן תמיד ניצחו, כלומר שלכל שחקניהן, בכל משחק ישנו מהלך שלהם עם מצב $status=checkmate$. על השאילתה להחזיר את היחס שבין מספר המדינות שיש להן רק ניצחונות למספר המדינות הכולל.

```
SELECT 1 - (
    SELECT COUNT(DISTINCT p1.Country)
    FROM Player p1
    WHERE EXIST (
        SELECT *
        FROM Played p2
        WHERE p2.Name = p1.Name AND NOT EXIST (
            SELECT *
            FROM Move m
            WHERE m.GID=p2.GID m.Status = 'checkmate' AND
                m.Name = p1.Name
        )
    )
    ) * 1.0 / (
    SELECT COUNT(DISTINCT Country)
    FROM Player
    )
```

שאלה 4: תכנון סכמות (28 נקודות)

א. נתון יחס r מעל סכמה $U(A,B,C)$. כתבו תוכנית datalog הבודקת האם ישנן הפרות של התלות הפונקציונלית $A \rightarrow B$ ב- r . על התוכנית לחשב פרדיקט p כך שמשמעות התוכנית תהיה $p(1)$ כאשר אין הפרה של התלות הפונקציונלית ו- $p(0)$ כאשר ישנה הפרה של התלות הפונקציונלית.

$P(0) \leftarrow r(x, y, z), r(x, w, v), y \neq w$

$P(1) \leftarrow \neg P(0)$

ב. נתונה סכמה U ונתונה קבוצה F לא ריקה של תלויות פונקציונליות מעל U . הניחו כי התלויות הפונקציונליות ב- F הן כולן מהצורה $X \rightarrow A$ כאשר A תכונה יחידה. הוכיחו או הפריכו את הטענות הבאות:

1. טענה: לכל תלות פונקציונלית לא טריוויאלית $X \rightarrow A$ ב- F קיים מפתח קביל K כך ש- $A \in K$. האם הטענה נכונה?

לא. דוגמא נגדית:

$U = \{A, B\}$

$F = \{A \rightarrow B\}$

המפתח המינימלי היחיד הוא A ו- $B \notin \{A\}$

2. טענה: לכל מפתח קביל K , קיימת תלות פונקציונלית לא טריוויאלית $X \rightarrow A$ ב- F כך ש- $A \notin K$. האם הטענה נכונה?

כן.

לא ייתכן ש- $K=U$ כי אחרת F לא מכילה אף תלות פונקציונלית לא טריוויאלית.

לפיכך, קיים $A \in U$ כך ש- $A \notin K$.

מכיוון ש- K מפתח, מתקיים $F \models K \rightarrow A$, כלומר $A \in K^+$.

לכל $B \in K^+$ מתקיים לפחות אחד מהשניים הבאים:

1. $B \in K$

2. קיים $X \rightarrow B$ ב- F כך ש- $X \in K^+$.

לכן, קיים $X \rightarrow A$ ב- F ו- $A \notin K$.

3. טענה: מספר המפתחות הקבילים הוא לכל היותר כמספר האטריבוטים ב- U . האם הטענה נכונה? לא.

נניח $U=(A,B,C,D)$

$F = \{AB \rightarrow CD, AC \rightarrow BD, AB \rightarrow CD, AD \rightarrow BC, BD \rightarrow AC, CD \rightarrow AB\}$

אז AB, AC, AD, BC, BD, CD הם 6 מפתחות קבילים בעוד שישנם רק 4 אטריבוטים.

4. תהי F_c כיסוי מינימלי של F . תהי L קבוצת כל התכונות המופיעות ב-**שמאל** של תלות פונקציונלית ב- F_c .

תהי R קבוצת כל התכונות המופיעות ב-**ימין** של תלות פונקציונלית ב- F_c .

כלומר, $R = \{A \mid \text{exists } X \rightarrow A \in F_c\}$ ו- $L = \{B \mid \text{exists } X \rightarrow A \in F_c \text{ such that } B \in X\}$.

טענה: אם $R \cap L = \emptyset$ אז קיים מפתח קביל יחיד. האם הטענה נכונה?

כן.

האטריבוטים ב- L חייבים להופיע בכל מפתח קביל.

האטריבוטים ב- R לא יהיו באף מפתח קביל.

האטריבוטים ב- $U \setminus (R \cup L)$ חייבים להופיע בכל מפתח כי שום קבוצת תכונות שלא מכילה אותם לא

גוררת אותם. לכן המפתח היחיד הוא $U \setminus R$.

ג. נתונה הסכמה $U = (A, B, C, D, E, H)$ ונתונה קבוצת התלויות

$F = \{A \rightarrow C, H \rightarrow ABC, CB \rightarrow A, AD \rightarrow E\}$

באיזו צורה נורמלית U נמצא? תנו פירוק של U שהוא משמר מידע, משמר תלויות, ונמצא בצורה

הנורמלית הגבוהה ביותר שניתן. ציינו באיזו צורה נורמלית הפירוק המוצע. פרטו את שלבי הביניים

בחישוב.

• כיסוי מינימלי: $F_c = \{A \rightarrow C, H \rightarrow A, H \rightarrow B, CB \rightarrow A, AD \rightarrow E\}$

○ יש מפתח מינימלי יחיד DH .

○ הצורה הנורמלית היא פחות מ-3NF. ניקח למשל את התלות הפונקציונלית $A \rightarrow C$. צד

ימין שלה לא מוכל במפתח קביל וצד שמאל אינו על-מפתח.

• התלות $BC \rightarrow A$ חייבת להישמר בסכמה המכילה את A, B, C (היא לא יכולה לנבוע מתלויות

אחרות). אך בכל סכמה כזאת A לא יהיה על-מפתח (כי B אינה נובעת ממנו) ולכן התלות $A \rightarrow C$

תפר את צורת ה-BCNF.

- עכשיו כשידוע לנו ש-BCNF זה לא, נשתמש באלגוריתם למציאת פירוק משמר מידע ותלויות ל-3NF וזה יהיה הפתרון שלנו.

(A,B,H) (A,B,C) (A,D,E) (D,H)

שאלה 5: XML (12 נקודות)

נתון ה-DTD הבא:

```
<!ELEMENT tournament (game*)>
<!ELEMENT game (GID, date, player, player, move*)>
<!ELEMENT player (name, country, color)>
<!ELEMENT move(no, status, piece, from, to)>
<!ELEMENT piece(type, color)>
```

כדי לפשט את הצגת ה-DTD, הניחו כי האלמנטים GID, date, name, country, color, no, status, from, to, type הם מסוג PCDATA.

א. כתבו שאילתת XPath המוצאת את שם השחקן שביצע הזזת כלי במהלך מספר 7 של משחק מספר 99. על השאילתה למצוא את השחקן על ידי השוואת הצבע שבו הוא משחק לצבע הכלי שהוזז במהלך הנדון.

`//game[GID=99]/player[color = ../move[no=7]/piece/color]/name`

ב. כתבו שאילתה ב-XQuery המחזירה את כל ההזזות של המלכה הלבנה במהלך משחק 99. על התוצאה להכיל זוגות של To, From בצורה הבאה:

```
<move><from>D1</from><to>D4</to></move>
<move><from>D4</from><to>F4</to></move>
```

ניתן להניח שהמסמך שעליו פועלים נקרא chess.xml.

מאחר ובדוגמא לא מופיע צומת המסמך ומאחר ולא ציינו מה שם צומת המסמך קיבלנו גם תשובות שלא ציינו את צומת המסמך (אף על פי ששאילתה כזו אינה חוקית)

```
<queenMoves>
  FOR $m in doc("chess.xml")//game[GID=99]/move[piece/type = "queen" AND
    piece/color = "white"]
  RETURN
    <move>{$m/from,$m/to}</move>
</queenMoves>
```