

פרויקט חלק א' – ניהול טרנזקציות

הנחיות להגשת התרגיל:

1. **תאריך הגשה – 17.06.21 בשעה 23:55**
2. הגשה לפי קובץ הקבוצות המופיע במודל ("חלוקה לקבוצות עבור הפרויקט").
3. יש להגיש קובץ ZIP שכולל מסמך pdf וקובץ python בהתאם לדרישות בהמשך המסמך. שמות כל הקבצים צריך להיות מספרי זהות של המגישים בפורמט: ID1_ID2 עבור קבוצה של שני סטודנטים ו-ID1_ID2_ID3 עבור קבוצה של שלושה סטודנטים.
4. הפתרון חייב להיות מוקלד באמצעות מעבד תמלילים.
5. את הקובץ יש להגיש דרך אתר הקורס במקום המתאים ב-moodle על ידי **אחד** מבני הזוג.
6. איחור בהגשת התרגיל יגרור קנס בגובה 20% מהציון עבור כל יום איחור (פרט למקרים חריגים כגון מילואים). במקרים אלה יש לפנות לצוות הקורס טרם הגשת התרגיל)

הקדמה:

חברת המכירות העולמית "במזון" קוראת לעזרתכם בניהול ההזמנות שמתבצעות מידי יום במגוון האתרים שברשות החברה. כל אתר אחראי על קטגורית מוצרים מסוימת, ומתחזק מידע אודות המלאי הזמין של המוצרים שבאחריותו. הנהלת החברה החליטה כי כל קבוצה מנהלת אתר אחד בדיוק, וכל אתר מנוהל על ידי קבוצה אחת.

בבעלותכם (קבוצה אחת) אתר יחיד אשר מוכר Y סוגי מוצרים מקטגוריה שהמזהה שלה הוא X . בתחילת כל יום סך כל הפריטים במלאי הוא $Z \cdot 10$ המתחלקים באופן אחיד בין המוצרים (כל מוצר מקבל את הערך השלם התחתון של $Z \cdot 10 / Y$ והמוצר שהמזהה שלו הוא 1- ראו הסבר בהמשך- משלים את סך המוצרים ל $Z \cdot 10$).

X, Y ו- Z מוגדרים באופן הבא:

X : מספר השורה של הקבוצה כפי שמתועד בקובץ "חלוקה לקבוצות עבור הפרויקט" שמופיע במודל.

Y : ערך הספרה האחרונה במספר הסטודנט הגבוה ביותר מבין חברי הצוות (אם ערך זה הוא 0 קחו את הספרה הראשונה מימין שאיננה 0) ועוד 5.

Z : ערך הספרה האחרונה במספר הסטודנט השני בגודלו מבין חברי הצוות (אם ערך זה הוא 0 קחו את הספרה הראשונה מימין שאיננה 0) ועוד 50.

לכל מוצר מזהה ייחודי ביחס לקטגורית המוצרים שבה נמצא. בהתאם, מזהי המוצרים בכל קטגוריה ממוספרים מ-1 עד Y (כולל).

לדוגמה: בקבוצה שרשומה בשורה מספר 2 של 2 סטודנטים בה סטודנט אחד עם מספר סטודנט 123456789 וסטודנט שני עם מספר סטודנט 135792460, מתקיים ש- $X=2, Y=6+5=11, Z=9+50=59$. כלומר, אתר זה מוכר 11 סוגי מוצרים (המוצר הראשון עם מזהה 1, השני עם מזהה 2 וכך הלאה) ששייכים לקטגוריה מספר 2

כאשר בתחילת כל יום סך כל הפריטים במלאי הוא 590 כאשר לכל מוצר 53 פריטים למעט המוצר עם מזהה אחד אשר מספר הפריטים ממנו הוא 60.

קונים מגיעים במהלך היום לרכוש מוצרים מאתר מסוים. כל אתר מקבל מספר הזמנות שמייצגות עסקאות, כאשר כל הזמנה (עסקה) מתארת רכישה של מגוון מוצרים מקטגוריות שונות. בהתאם, אתר שמקבל הזמנה שמבקשת לרכוש מוצרים מ-5 קטגוריות שונות ייגש למסדים של כל חמשת האתרים. הזמנה מזוהה על ידי מזהה ייחודי מבין כל ההזמנות בכל האתרים. רכישה מסתיימת בהצלחה רק במקרה ש**כל** הפריטים קיימים במלאי. כל אתר מתעד את כל המוצרים שהוזמנו מהמסד שלו. בנוסף, כל אתר מתחזק log הכולל תיעוד של הפעולות שהתבצעו בטבלאות ששייכות לו.

האתר הראשי מנהל את כלל אתרי החברה ומתעד את האחריות המוטלת על כל אתר על ידי שמירת טבלה במסד האתר הראשי, שממפה בין מזהה קטגוריה לבין שם אתר. בעזרת האתר הראשי, כל אתר יודע לאיזה מסד עליו לפנות כאשר קיימות הזמנות שמתייחסות לקטגוריות שלא בבעלות אתר זה.

תיאור המסד:

לצורך הפרויקט, לכל קבוצה מוקצה מסד נתונים (SQL Server) שמוגדר בעזרת הפרטים הבאים:

שם השרת: technionddscourse.database.windows.net

שם המסד: username

שם המשתמש: username

סיסמה: Qwerty12!

כאשר username הוא שם המשתמש שהוגדר לקבוצה ב-"חלוקה לקבוצות עבור הפרויקט" בשדה ה-Primary User. במקרה בו שם המשתמש מכיל תו מיוחד ("." או "-") יש להחליף אותו ב-"0".

בנוסף, קיים מסד עבור האתר הראשי שמיוצג על ידי username בשם dbteam (כאשר שם השרת והסיסמה זהים לפרטים לעיל).

המסד של האתר הראשי (dbteam) כולל רלציה יחידה שהוקמה מבעוד מועד במסד זה. **אין לשנות את הערכים ברלציה זו.** הרלציה מוגדרת באופן הבא - CategoriesToSites(categoryID, siteName) כאשר categoryID הוא מזהה קטגוריה מספרי (int) ו-siteName הוא שם האתר שאחראי על קטגוריית מוצרים זו, והוא מטיפוס מחרוזת באורך של לכל היותר 30 תווים. שורה עם מזהה קטגוריה 1 ושם אתר user1 מסמנת שהאתר שמוגדר על ידי username=user1 כולל מידע על המוצרים מקטגוריה 1.

המסד של כל קבוצה מייצג מסד של אתר, ועליו להכיל את הרלציות בהתאם לפירוט הבא:

ProductsInventory(productID, inventory) - רלציה שמתעדת מידע אודות מלאי המוצרים שבאחריות האתר:

productID - מזהה מוצר (int).

inventory - כמות המלאי הזמינה עבור המוצר (int). כמות המלאי הזמינה לא יכולה להיות קטנה מ-0.

ProductsOrdered(transactionID, productID, amount) - רלציה שמתעדת מידע אודות המוצרים שהוזמנו מבין המוצרים שבבעלות האתר, עבור הזמנות שבוצעו בהצלחה בלבד :
transactionID - מזהה עסקה. מחרוזת באורך של לכל היותר 30 תווים.
productID - מזהה מוצר מוזמן. מפתח זר לרלציה ProductsInventory.
amount - כמות היחידות שהוזמנה עבור המוצר (int). הכמות המוזמנת צריכה להיות גדולה/שווה ל-1.

Log(rowID, timestamp, relation, transactionID, productID, action, record) - רלציה שמתעדת את כלל הפעולות שבוצעו אל מול טבלה שייכת לאתר זה :
rowID - מזהה שורה. מספר (int) (AUTO INCREMENT).
timestamp - חותמת זמן מטיפוס datetime.
relation - הרלציה עליה בוצעה הפעולה. מחרוזת מבין הערכים - "ProductsInventory"/ "ProductsOrdered"/ "Locks". הרלציה Locks מוצגת בהמשך המסמך.
transactionID - מזהה העסקה שביצעה את הפעולה.
productID - מזהה המוצר שמשותף בביצוע הפעולה. מפתח זר לרלציה ProductsInventory.
action - סוג הפעולה. מחרוזת מבין הערכים - "insert" / "delete" / "update" / "read".
record - מתייחסים להוספת/מחיקת רשומה, בהתאמה. "update"/"read" מתייחסים לעדכון/קריאת מידע שמתועד ברשומה, בהתאמה.
record - שאילתת ה-SQL שהורצה עבור הפעולה. מחרוזת באורך של לכל היותר 2500 תווים.
ישומו לב שתיעוד הלוג מתבצע ברמת רשומה. על כן, במקרה בו השאילתה מבצעת פעולות על מספר רשומות, יש לתעד את הפעולות על כל אחת מרשומות אלו.

לצורך בקרת מקביליות, הנהלת החברה החליטה שכדי לקרוא מהי כמות המלאי הזמינה עבור מוצר עם מזהה P או לעדכן כמות זו, יש לבקש מנעול קריאה (Shared Lock) או כתיבה (Exclusive Lock) על מוצר P. מנעול קריאה על המוצר מאפשר לקרוא נתונים בלבד וכתיבה מאפשרת כתיבת נתונים בלבד (ללא קריאה). עליכם לוודא שמידע לא נקרא או נכתב לרלציה זו ללא קבלת מנעול ותיעודו בטבלת Locks שתוצג בהמשך. הנהלת החברה החליטה שאם קיים מנעול קריאה על מוצר מסוים, טרנזקציה אחרת רשאית לקבל גם היא מנעול קריאה על מוצר זה, אך לא מנעול כתיבה. אם קיים מנעול כתיבה על מוצר מסוים, טרנזקציה אחרת לא תוכל לקבל מנעול קריאה או כתיבה על אותו המוצר. אם טרנזקציה נעלה מוצר לקריאה ולא קיימת טרנזקציה אחרת שנעלה אף היא מוצר זה לקריאה, הטרנזקציה יכולה לקבל מנעול כתיבה. לאורך עבודתכם על הפרויקט, עליכם לוודא שאתם עומדים בנוהל זה. עבור שאר הרלציות, ניהול בקרת המקביליות מתבצע על ידי חברה חיצונית.

תיעוד המנעולים נשמר ברלציה הבאה: **Locks**(transactionID, productID, lockType) כאשר transactionID הוא מזהה עסקה, productID הוא מזהה המוצר שטרנזקציה נעלה (מפתח זר לרלציה ProductsInventory) ו-lockType הוא סוג המנעול (מחרוזת מבין האופציות של "read" / "write"). רשומה מתארת נעילה של אובייקט. לכן, בעת שחרור יש לוודא שהרשומה הרלוונטית נמחקת.

דרישות הפרויקט:

במסגרת הפרויקט עליכם לממש טרנזקציות לחידוש מלאי פריטים מדי יום ולביצוע הזמנות. במסגרת זו עליכם להציע אלגוריתם לסיום מוצלח של טרנזקציות של הזמנות (טיפול במצבים של commit ו-abort בלבד. אין צורך להתמודד עם נפילות). בנוסף, עליכם לתחזק מערכת לרישום של הפעולות (log) אשר בוצעו במסד הנתונים.

עליכם לממש מודול להקמת טבלאות, לעדכון מלאי וביצוע הזמנות בעזרת שימוש ב-python ו-SQL. לצורך עבודה מול מסד הנתונים, עליכם להשתמש בספריה [pyodbc](#). בנוסף למימוש, עליכם להגיש דו"ח (מסמך PDF) שמפרט את הפרוטוקולים לפיהם פעלתם (בהתאם לדרישות שמופיעות בתיאור המודולים בהמשך) ואופן המימוש של כל מודול.

להלן תיאור של כל אחד מהחלקים שעליכם לממש:

הקמת טבלאות

עליכם לממש פונקציה **create_tables()** אשר מתחברת למסד שמוקצה לקבוצה שלכם, ומקימה את הטבלאות ProductsInventory, ProductsOrdered, Log ו-Locks, בהתאם לדרישות שמפורטות בתיאור המסד.

עדכון מלאי

המוצרים שבבעלות האתר שמוקצה לקבוצה והמלאי של כל מוצר מוגדרים בהקדמה לפרויקט. בכל יום, לפני פתיחת האתר לפעילות משתמשים, נדרש לעדכן את מלאי המוצרים.

עליכם לממש פונקציה בשם **update_inventory(transactionID)** שמקבלת מזהה טרנזקציה (שמייצגת בקשה לעדכון מלאי) ומעדכנת את מלאי המוצרים בהתאם למפורט בהקדמה. במקרה שלא קיים מידע על אף מוצר, עליכם להוסיף מידע על המוצר כולל המלאי שלו.

כחלק ממודול זה, עליכם להציע (במילים, במסמך ה-PDF) פרוטוקול נעילות ולהשתמש בו במהלך הפונקציה שתממשו. שימו לב שבמקרה שנרכש מנעול, יש לוודא שיש לכך תיעוד ברציה Locks. בנוסף, יש לוודא שמנעול זה משוחרר בשלב שתואם לפרוטוקול שהצעתם והתיעוד לגבי המנעול נמחק.

בנוסף לעדכון המלאי ולניהול המנעולים, עליכם לעדכן את ה-Log של המסד של הקבוצה שלכם אודות כל הפעולות שביצעתם.

ביצוע הזמנות

ההזמנות שהוגשו לאתר נאספות לתיקייה בשם orders שנמצאת בנתיב בו נמצא קובץ ה-python שלכם. התיקייה הזו כוללת מספר קבצי csv כך שכל הזמנה מיוצגת על ידי קובץ. שם הקובץ הוא מספר הזמנה כך שמזהה ההזמנה (transactionID) הוא שרשור של שם הקובץ עם הערך "_" והמשתנה X (ראו את ההגדרה של X בתחילת המסמך). לדוגמה, אם שם קובץ הוא ABC, ו-X=2 מזהה ההזמנה הוא ABC_2. מזהה הזמנה בעל ערך קטן יותר מייצג הזמנה שהגיעה מוקדם יותר. כל קובץ כולל מידע אודות הפריטים שנדרש להזמין,

הקטגוריה אליה הם שייכים והכמות הנדרשת מכל מוצר. ניתן להניח שכל המוצרים שאתר מקבל כהזמנה אכן קיימים.

לדוגמה: הטבלה הבאה מתארת תוכן של קובץ אפשרי:

categoryID	productID	amount
1	2	4
1	3	2
5	4	6
8	1	1

הזמנה זו כוללת בקשה לרכישת 4 יחידות ממוצר 2 ששייך לקטגוריה 1, 2 יחידות ממוצר 3 ששייך לקטגוריה 1, 6 יחידות ממוצר 4 ששייך לקטגוריה 5 ויחידה אחת ממוצר 1 ששייך לקטגוריה 8.

בזמנים קבועים מראש, פונקציה בשם **manage_transactions(T)** שמקבלת כפרמטר ערך T (יוסבר בהמשך) נקראת ומבצעת את ההזמנות שהתקבלו באתר וקיימות בתיקיה. תוך כדי פעולת הפונקציה, לא מתקבלות הזמנות חדשות.

הזמנה מסתיימת בהצלחה רק אם כל הפריטים קיימים במלאי. כל אתר מעוניין להצליח לבצע כמה שיותר הזמנות. במקרה בו אתר מקבל 2 הזמנות שמבקשות את אותו המוצר, הטרנזקציה המוקדמת יותר מקבלת עדיפות בקבלתו מבין שתיהן.

במקרה שהזמנה מצליחה, יש לוודא שזה ישתקף במסד הנתונים. אחרת, יש לוודא שאם ביצעתם פעולה, היא בוטלה (undo).

כזכור, כדי לגשת לטבלת המלאים נדרש לבקש מנעול. בחלק זה, טרנזקציה צריכה לסיים את כלל פעולותיה תוך לכל היותר T שניות ולשחרר עד למועד זה את כלל המנעולים שהטרנזקציה רכשה. באחריותכם לוודא שתוך T שניות לכל היותר המנעולים משתחררים והתיעוד בטבלת Locks מתעדכן בהתאם. במקרה שהטרנזקציה לא סיימה את פעולתה תוך זמן זה, הטרנזקציה מבוטלת (abort).

עליכם לממש את הפונקציה **manage_transactions(T)**. כחלק ממודול זה, עליכם להציע (במילים, במסמך ה-PDF) פרוטוקול נעילות ואלגוריתם לסיום מוצלח של טרנזקציות של הזמנות, תוך טיפול במצבים של commit (הזמנה צלחה) ו-abort (הזמנה כשלה). המימוש שלכם צריך להיות תואם לפרוטוקול והאלגוריתם שהצעתם.

במהלך הפונקציה, עליכם לעדכן את תוכן כלל הרלציות הרלוונטיות במסדים הרלוונטיים. בנוסף, עליכם לתעד את כל הפעולות שביצעתם במסד כלשהו ב-Log שמתאים למסד זה. בסיום הפונקציה, עליכם להדפיס אילו מהעסקאות הצליחו ואילו כשלו.

בהצלחה!

צוות הקורס