



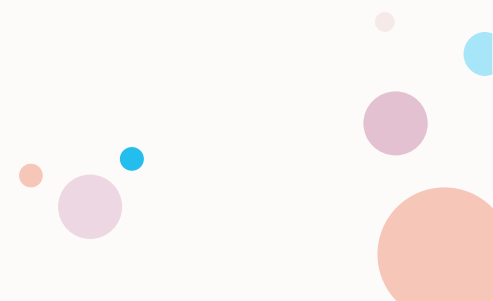
מיטל



כנס מיטל"ל ה-22
24 ביולי 2024

הערכת ביצועי חשיבה מערכתית ומידול מושגי של סטודנטים להנדסה בסביבת למידה מקוונת

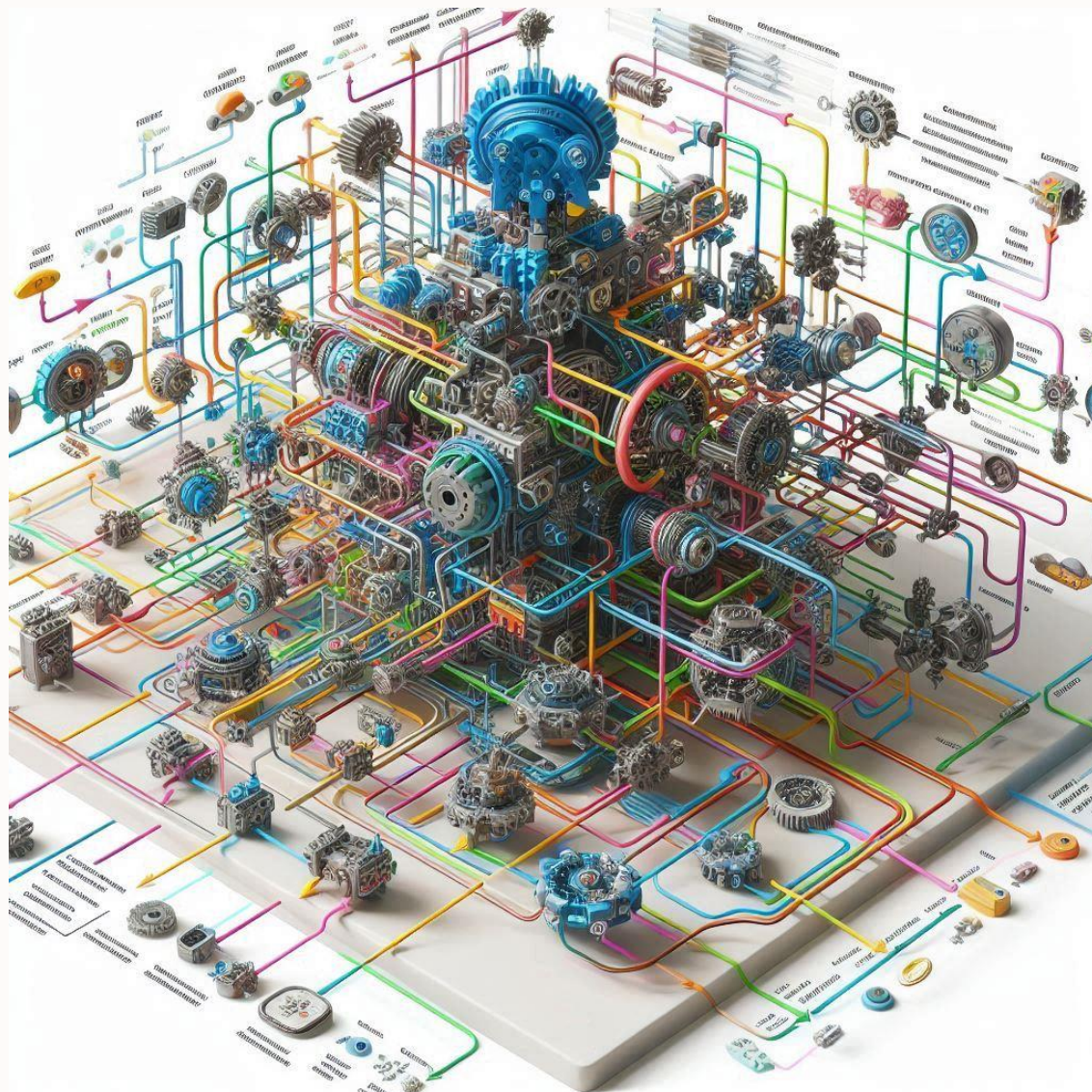
ד"ר רועי פרץ, ד"ר נטלי לוי-סוסקין, פרופ'
דב דורי, פרופ' יהודית דורי



למה חשיבה מערכתית?



למה מידול מושגי?



ביג דאטה לפי מילון אוקספורד:

“Sets of information that are too large or too complex to handle, analyse or use with standard methods”

מידול מושגי: שפה גרפית רשמית וחד משמעית המבדילה בין מושגים וקשרי גומלין שונים כדי לארגן ביעילות נתוני עֵתֶק (ביג דאטה) ומערכות מורכבות (Chen, 1976; D. Dori, 2002, 2016)

<https://opcloud-sandbox.web.app/>



? מהי ההשפעה, אם בכלל, של מודול למידה בין-תחומי מקוון על רמות מיומנות החשיבה המערכתית והמידול המושגי של סטודנטים להנדסה לתואר ראשון?

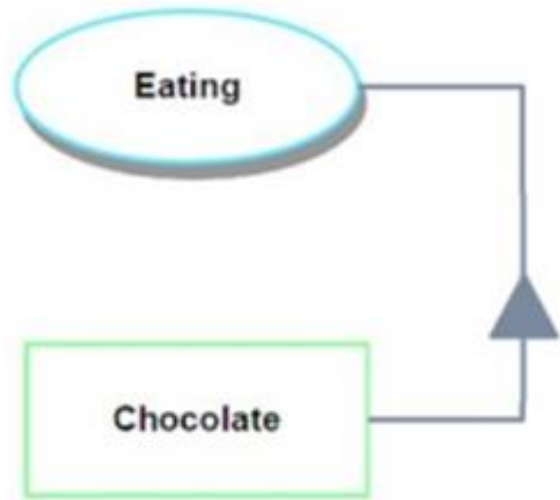
? אילו הבדלים קיימים, אם בכלל, בין ציוני חשיבה מערכתית, מידול רעיוני ושאלות מילוליות, חזותיות ומעורבות, על רקע רמות הידע הקודם של הסטודנטים?

מערך המחקר

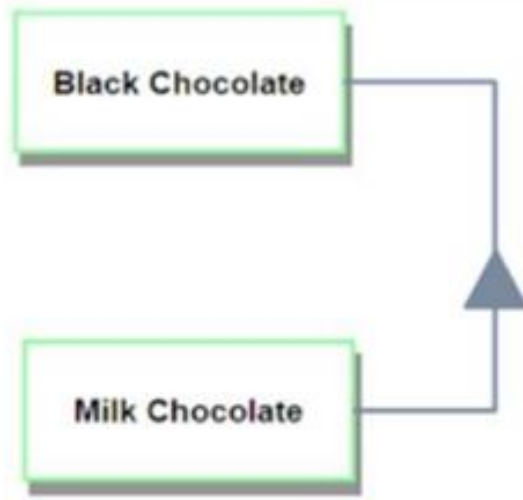
- 157 סטודנטים להנדסת תוכנה והנדסת מערכות מידע ממכלה אקדמית להנדסה, מתוכם 47 בנות
- חמש יחידות לימוד מקוונות בפלטפורמת גוגל טפסים, כל אחת מורכבת משאלון ולאחריו בוחן (Peretz et al., 2023), במסגרת קורס חובה לשנה ב' שכתרתו "ארכיטקטורת מערכות תוכנה"
- כל 90 השאלות שנכללו בחמש יחידות הלימוד סווגו לשלושה סוגים: שאלות מילוליות (37%), חזותיות (37%), ומעורבות (26%)
- ציוני החשיבה המערכתית, המידול המושגי, וסוגי השאלות נותחו כמותית ע"י תוכנת SPSS

1.1 Which of the following diagram(s) correctly describe(s) an Aggregation-Participation relation?

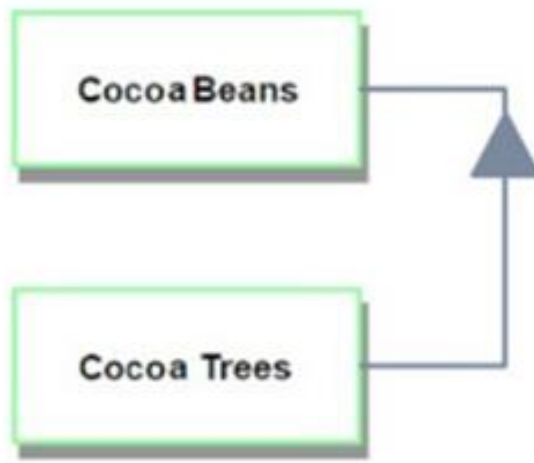
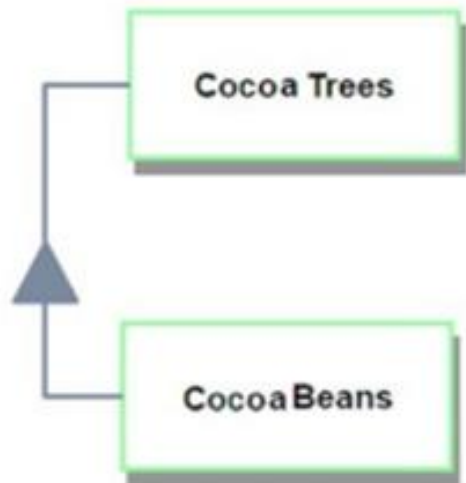
1 pt



(a)

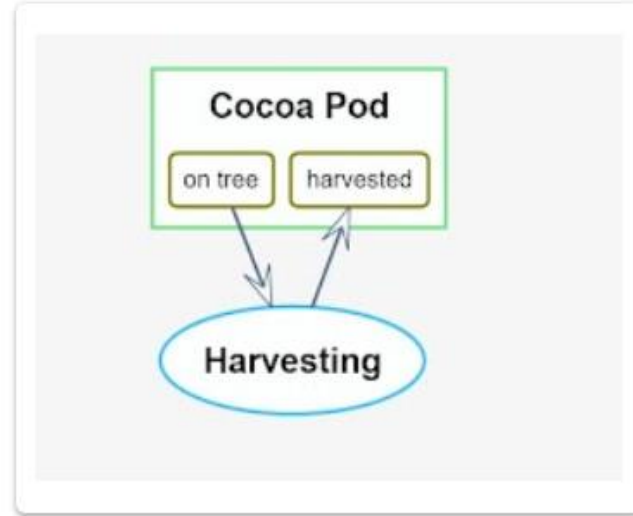


(b)

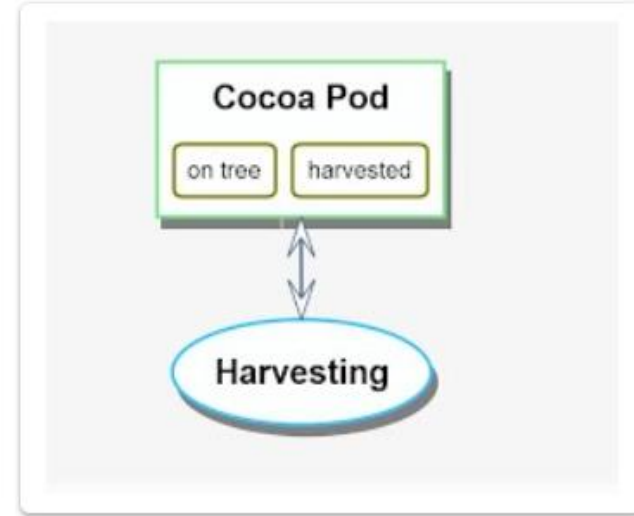


שאלה מסוג
חזותי

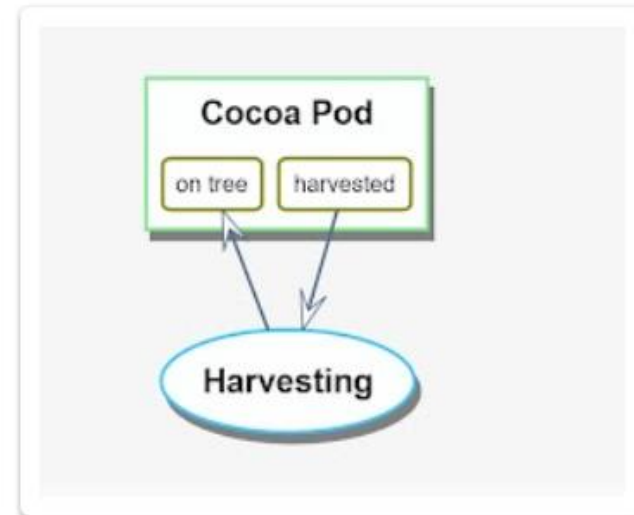
Harvesting changes **Cocoa Pod** from **on tree** to **harvested**.



Option 1



Option 2



שאלה מסוג מעורב

Olive Mills Wastewater (OMW): How to get rid of OMW in a sustainable way? Technologies for treatment

1

Olive mills wastewater (OMW) has a considerable organic load, recalcitrant in nature, with a high amount of toxicity and phytotoxicity-associated compounds (Phytotoxicity: a toxic effect by a compound or a mix of compounds on plants growth). OMW is considered as one of the most polluting among agro-food wastewater, with more than 30 million cubic meters generated annually worldwide.

Several physico-chemical, biological and combined processes are available for the treatment of OMW, resulting in considerable organic load and toxicity reduction.

Biological processes are predominant in the treatment of OMW, although other methods have recently received increasing attention.

An example of a decision node: A boolean object

2



COP (catalytic ozonation process)

3



4

Coagulation and Flocculation

Coagulation is a process in which the charged particles in wastewater are neutralized with counter ions, allowing them to get close enough to each other to aggregate. The aggregation is followed by sedimentation and sometimes even floating of agglomerated material. The whole process is often referred to as 'flocculation' - the formation of sedimentable and/or floatable flocs: a loosely clumped mass of fine particles.

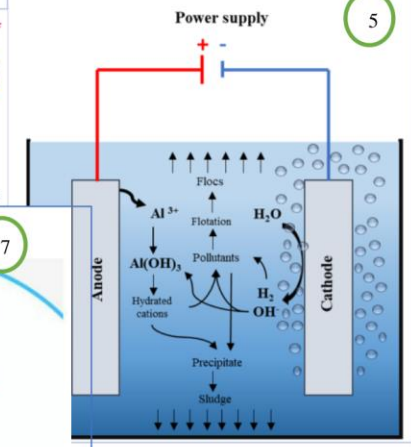
2. Please create an SD1 - first detail level in-zoomed OPD, based on the information above: The top-level OPD you have created, the description of the subprocesses, the COP video and additional relevant information specified above. Your diagram must include at least one of each of the following: AND, OR, and XOR logical operators. In addition, it must include at least one conditional link, one invocation link, and exactly one decision node. You HAVE TO MODEL this SD1 as part of the SD you have created previously in Q1.

6

Create your model in OPM, URL: <https://opcloud.systems/>. Save the diagram as a PDF file
Which of the following statements accurately describes the subprocess shown below?

Electrocoagulation

5



7



דוגמה מיחידת הלימוד החמישית והמתקדמת ביותר: טיפול בשפכי בתי בד

1. הרקע המילולי למטלה
2. תרשים OPM המלווה את המטלה
3. וידאו קצר המתאר את התהליך ההנדסי
4. רקע מילולי נוסף וממוקד יותר
5. איור המלווה את הטקסט ב-4
6. דרישת מידול
7. שאלה מסוג מעורב



ממצאי המחקר RQ1

שאלת המחקר הראשונה: מהי ההשפעה, אם בכלל, של מודול למידה בין-תחומי מקוון על רמות מיומנות החשיבה המערכתית והמידול המושגי של סטודנטים להנדסה לתואר ראשון?

1. מבחן אנובה עם מדידות חוזרות היה מובהק: $F(4,624)=93.27$, $p<0.001$, $\eta^2=0.37$ (ממוצע 75.82, סטיית תקן 14.46) ליחידה אחרונה (26.6, 83.19)
2. ביצועי המידול היו פחות עקביים ולא זוהתה מגמה ברורה, בדומה למחקר קודם (Peretz et al., 2023)



ממצאי המחקר RQ1

שאלת המחקר השנייה: אילו הבדלים קיימים, אם בכלל, בין ציוני חשיבה מערכתית, מידול מושגי ושאלות מילוליות, חזותיות ומעורבות, על רקע רמות הידע הקודם של הסטודנטים?

1. נמצאו הבדלים מובהקים בין שלושת סוגי השאלות: $F(2,1)=27.85$, $p<0.001$, $\eta^2=0.15$ partial, כאשר ממוצע השאלות החזותיות היה הגבוה ביותר, ובשאלות המעורבות – הנמוך ביותר

Question type	Mean score	Standard deviation
Textual	74.80	10.61
Visual	78.10	12.16
Mixed	68.61	11.97



ממצאי המחקר RQ2

שאלת המחקר השנייה: אילו הבדלים קיימים, אם בכלל, בין ציוני חשיבה מערכתית, מידול מושגי ושאלות מילוליות, חזותיות ומעורבות, על רקע רמות הידע הקודם של הסטודנטים?

2. בהשוואה על בסיס ידע קודם (חלוקה לשתי קבוצות לפי ציון חציוני של יחידה ראשונה – 79), התגלו הבדלים מובהקים בשלושת סוגי השאלות, כמו גם בציון חשיבה מערכתית ומידול

Variable	T-test results	Cohen's d
Textual questions	$t(155) = -1.93, p < .05$	0.31
Visual questions	$t(155) = -2.05, p < .05$	0.33
Mixed questions	$t(155) = -2.34, p < .01$	0.38
ST	$t(155) = -1.75, p < .05$	0.28
Modeling	$t(150) = -2.88, p < .01$	0.46



PEARSON CORRELATION COEFFICIENTS OF SEVEN VARIABLES ($N = 157$)

Variable	VQ	MQ	ST-pre	ST	M	RI
Textual questions (TQ)	0.50**	0.20*	0.23*	0.47**	0.20*	0.45**
Visual questions (VQ)	-	0.54**	0.26*	0.81**	0.17*	0.57**
Mixed questions (MQ)	-	-	0.20*	0.57**	0.18*	0.32**
ST-pre	-	-	-	0.19*	0.09	0.05
ST	-	-	-	-	0.18*	0.75**
Modeling (M)	-	-	-	-	-	0.05
Relative improvement (RI)	-	-	-	-	-	-

* = Correlation is significant at the .05 level (two-tailed).

** = Correlation is significant at the .01 level (two-tailed).

סיכום ממצאים עיקריים

- חשיבה מערכתית ומידול מושגי אינם אינטואיטיביים ודורשים רקע והכשרה שלא ניתן להשיג בקורס בודד
- למרכיבים חזותיים מקום חשוב בהוראת והערכת חשיבה מערכתית ומידול מושגי
- שילוב מרכיבים חזותיים ומילוליים יחדיו מהווה יתרון רק כשקיים רקע בתחום
- מידול מושגי דורש רקע והכשרה נרחבים, שכן הוא משלב ידע אונטולוגי ופרוצדורלי

מסקנות המחקר

1. למידה מבוססת מודלים מושגיים משפרת חשיבה מערכתית בכל רמת ידע קודם
2. פיתוח כישורי חשיבה מערכתית ומידול מושגי מקודם על ידי שילוב אמצעים חזותיים ומילוליים
3. שאלות הכוללות מרכיב חזותי לצד מילולי עשויות לתרום להבנה, בתנאי שקיים בסיס ידע קודם (Green & Azevedo, 2009)
4. מידול מושגי משקף חשיבה מערכתית מתקדמת המצריכה ידע פרוצדורלי וחשיבה מסדר גבוה (Peretz et al., 2023; Stave & Hopper, 2007)

השלכות מעשיות והמלצות

- ההבדלים המשמעותיים בין סוגי השאלות מדגישים את הצורך בתכנון קפדני של תהליכי למידה אסינכרוניים מקוונים בהם קיימת התערבות מינימלית של צוות ההוראה
- חשיבה מערכתית צריכה להיות משולבת בדיסציפלינות ההנדסיות השונות ולא להיות מוגבלת לקורס נפרד (Monat et al., 2022)
- יש להתחיל בהנחלת הבסיס האונטולוגי לחשיבה מערכתית ומידול מוקדם ככל האפשר, רצוי עוד בבתי הספר (Assaraf & Orion, 2005)

מגבלות המחקר

1. במחקר השתתפו אמנם 157 סטודנטים, אך ממוסד אקדמי אחד.

מחקר קודם (Peretz et al., 2023) נערך במוסד אוניברסיטאי אחר

2. ההיקף של בדיקה ידנית של מודלים מושגיים הוא מוגבל

מחקרי המשך

1. ביצוע מחקר דומה במוסדות אקדמיים אחרים כדי להגיע ליכולת

הכללה טובה יותר

2. יישום בינה מלאכותית בבדיקת מודלים במחקר (Zhai et al., 2020)

3. יישום כלים איכותניים במחקרי המשך עתידיים לאפיון הגורמים

להבדלים שנמצאו

תרומות המחקר

1. תיאורטית: המחקר חיזק את הראיות לפיהן למידה מבוססת מודלים משפרת ביעילות את החשיבה המערכתית, עם הגעה לרזולוציות גבוהות יותר מאשר מחקרים קודמים

2. מעשית: ממצאי המחקר מספקים קווים מנחים לעיצוב והתאמת תהליכי למידה מקוונים עבור סטודנטים להנדסה ומדעים מרקעים שונים

Peretz, R., Levi-Soskin, N., Dori, D., & Dori, Y. J. (2024). Assessing Engineering Students' Systems Thinking and Modeling Based on Their Online Learning. *IEEE Transactions on Education*, 67(3), 483–490.
<https://doi.org/10.1109/TE.2024.3379218>

