



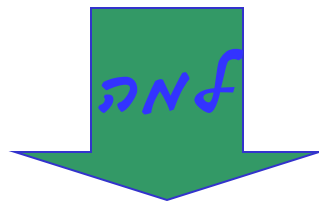
הוראת מדעי המחשב - מפגש בין תרבויות תכנות

יפעת בן-דוד קוליקנט

מכון ויצמן למדע

פרולוג : מחקר על התפתחות ידע בחמ"מ

- תלמידים פיתחו ידע לא שלם :
 - הבנה חלקית של מושגים כגון תכנית נכונה, מודל חישוב.
 - שליטה חלקית בפעולות טיפוסים לתיאום (כגון סמפור).
 - מושגים מרכזיים נמצאו "זנוחים".



חלק מהידע נמצא שימושי - ידע התלמידים

שיפור הקורס בהתאם

– הדגשת/הבהרת המושגים.

– "שכנוע" לשימושיות:

פיתוח סט משימות שיצריך
את התלמידים להעמיק את
הבנתם.

הנחת עבודה: התלמיד
ירכוש את הידע הנדרש
לפתרון המשימות.

בדיקה חוזרת
מגלה: עדיין
ידע לא שלם.
שיפור קל.

איך קובעים מה נדרש? איך
מחליטים שהשיאה פתורה?

שינוי פוקוס : פרקטיקה

האם איש
המקצוע
מאדאי החשב
היה נהג
באופן דומה?

מי כן
מתאפיין
בהתנהלות
דומה?

למידה כהליך של
התמקצעות, כניסה לעולם
המקצוע (עשייה מקצועית,
ידע, ערכים, פרקטיקה).

מהם הפעילויות שתלמיד
מבצע במהלך ביצוע
משימות? מהם השיקולים
המנחים תלמיד? כיצד
ניגשים תלמידים לקורס?
למדעי המחשב בכלל?



בעיית הכספומט

בכספומט שטרות של 20 ש"ח ו- 50 ש"ח.

פתח אלגוריתם עבור כספומט, המחשב עבור סכום נתון (בעשרות שלמות) את מספר שטרות ה- 50 וה- 20, כך שמספר השטרות יהיה מינימלי.

אסטרטגית הפתרון הנפוצה

130

140

$$130:50 = 2(30)$$

$$140:50 = 2(40)$$

$$30:20 = 1(10)$$

$$40:20 = 2$$

חשב את מספר שטרות ה-50 המקסימלי הנכנס בסכום.

את מה שנותר, חלק ל-20.

אם עדיין נותר, אזי..

אם עדיין נותר, אזי..



3	הצג כפלט (אי אפשר)
3	עגל את הסכום (כלפי מטה או מעלה)
2	התעלם
5	פרוט שטר של 50 וחלק את הסכום ל- 20 / אחר נכון
4	אחר (שגוי)
17	סה"כ

למה החלטת לעגל?

ת: כי זה האלגוריתם הכי פשוט.

מ: אבל זה לא פותר את השאלה.

ת: למה לא? ביקשתם לתת לו כסף. הלקוח מבסוט,
על חשבון הבנק.

מ: נראה לך שהבנק היה מקבל את ההצעה הזו שלך?

ת: לא, אבל אני לא בבנק, אני כאן.



איך ידעת שהתכנית שלך נכונה?

תוכנית פשוטה. ידעתי מה צריך לעשות ועשיתי...
בעיקרון, אתה פשוט צריך להריץ הרבה פעמים עם
כל מיני מספרים ואז רוב הסיכויים שתעלה על
השגיאות שלך.



מה זה, שאלה של מזל?
כן. יש פה אלמנט של מזל.
איך תבחר את המספרים?
נבחר הרבה. כל מיני.

איך ידעת שהתכנית נכונה?



- בחרתי שני מספרים אקראית ובדקתי.

- תוצאת החלוקה ל-50 יכולה להיות:

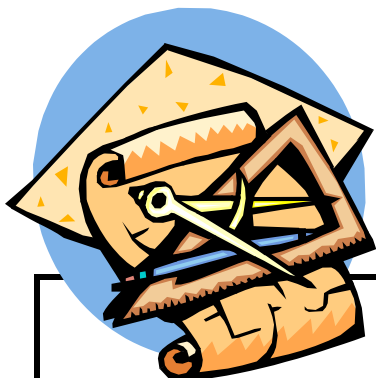
- או 0,20,40 שמתחלקת ל-20 ללא שארית.

- או 10 ו-30, ואז שפורטים 50 מקבלים 60 או 80 וזה

- מתחלק ל-2 ללא שארית.

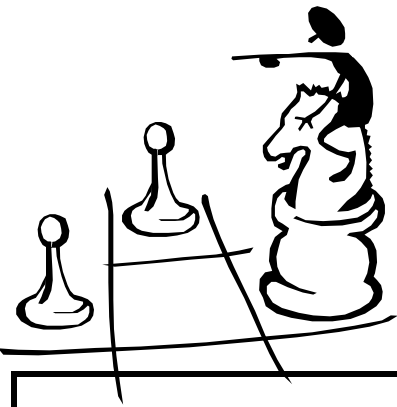
לדעת מדעי המחשב

- ה"לב" של מדעי המחשב הוא פתרון בעיות כך שפתרון יוכל להתבצע אפקטיבית על המחשב הדיגיטלי. (Hoare, 1989).
- מקצוען בתחום מנתח בקפדנות את הבעיה, מתכנן ביצירתיות ביקורתית פתרון, בוחן אותו בקפדנות, מיישם ובוחר בקפדנות.



דוגמא : ניתוח בעיה

<p>לזהות, להציג ולענות על שאלות להפריד בין עיקר לטפל לחלק לתת בעיות ונתח את הקשר ביניהן לזהות את מצב המוצא ומצב היעד של הבעיה לאפיין את הנתונים לבעיה</p>	<p>פעולות</p>
<p>תחום התוכן של הבעיה סימונים מקובלים לוגיקה הכרת סביבת העבודה</p>	<p>ידע</p>
<p>יושרה לחקור עד הסוף, קפדנות</p>	<p>תכונה</p>



דוגמא: תכנון

פעולות	בחינת הכלליות, בחינת היעילות בחינת כל החלטה קטנה בהקשר לקונטקסט הכללי
ידע	מודל החישוב, תבניות פתרון מוכרות, שיטות ייצוג פורמלי מוכרות, גישה פורמלית לפתרון
תכונה	הנאה מאתגר, יכולת ורצון לעבוד תחת אילוצים ידועים, יצירתיות ודמיון, ביקורתיות, הערכת פתרון אלגנטי, פתיחות לרעיונות אחרים, נטייה לחפש שגיאות, קפדנות.

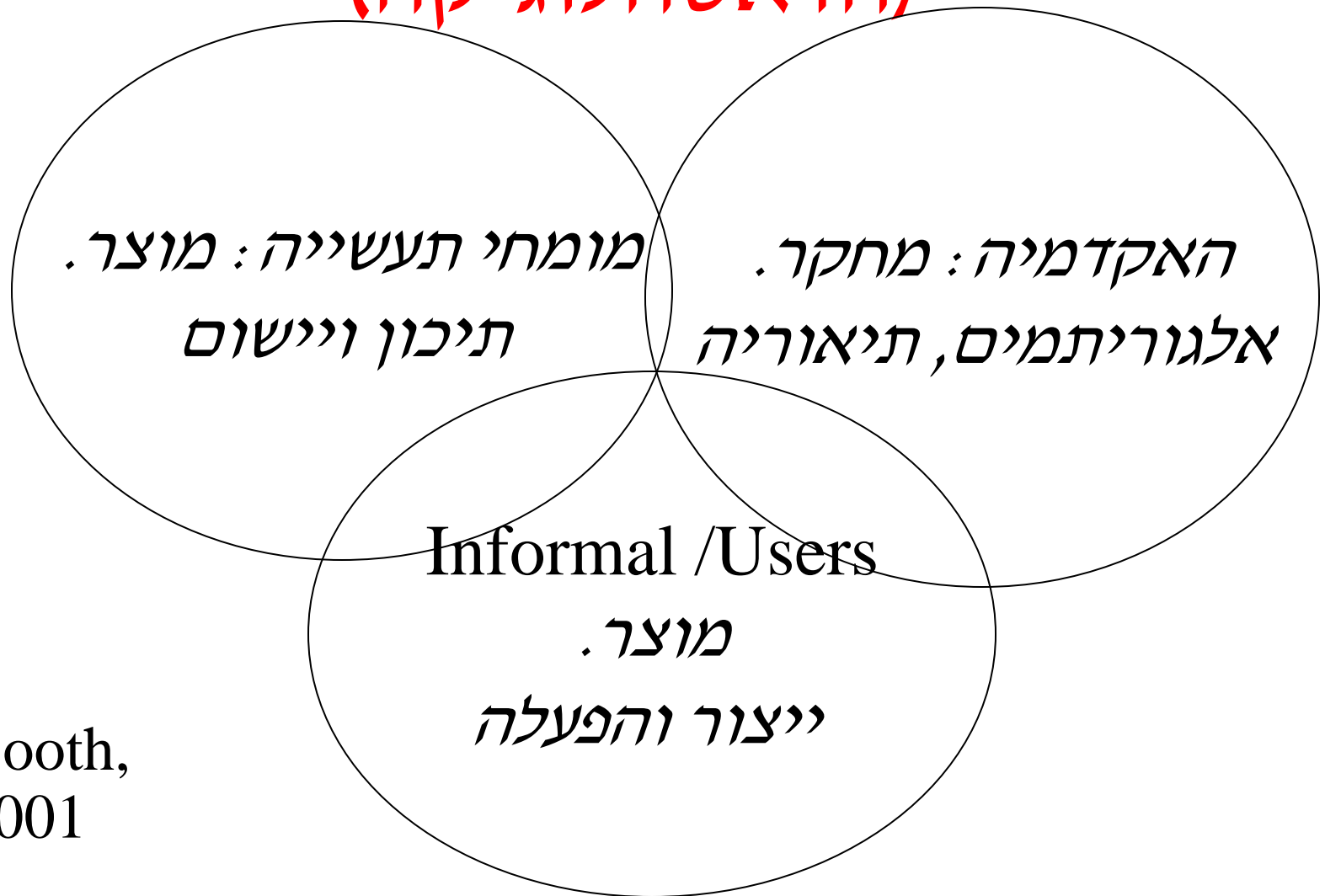
דוגמא : תקשורת

הסבר כיצד התכנית עובדת הצדק החלטות	פעולות
שיטות תיעוד שיטות הצדקה פורמילות ולא פורמליות	ידע
מודעות לחשיבות התיעוד פתיחות לביקורת הערכת חשיבות החלפת הדיעות	תכונות

הוראת מדעי מחשב בתיכון

- מטרה: הקניית העקרונות המדעיים של התחום, מיומנויות פתרון בעיות, אתגר אינטלקטואלי.
- המצב הנוכחי בהוראת מדעי המחשב: התנגשות (clash) בין תרבויות.
 - למה התנגשות?
 - איך נפתור?
 - הדגמה מהוראת "חישוב מקבילי ומבוזר".

תרבויות/קהילות התכנות (הדאטה לוגיקה)



Booth,
2001

ה users וה informal

Users

מניפולציות של
מערכות
ממוחשבות מבלי
להיכנס/להבין
את המבנה
שמתחתן
(התכנה/חומר).

מה משותף ?

“living on the
interface level”

(Turkle, 1999).

עבודה מול ה MMI

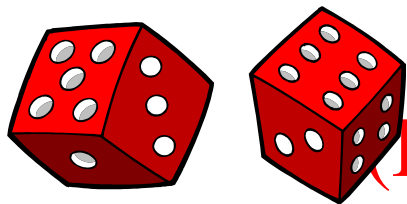
Informals

חובבים המייצרים
מוצרים כגון אתרי
אינטרנט. העניין
שלהם סובב סביב ה
artifact המיידית.



שאלות נפוצות

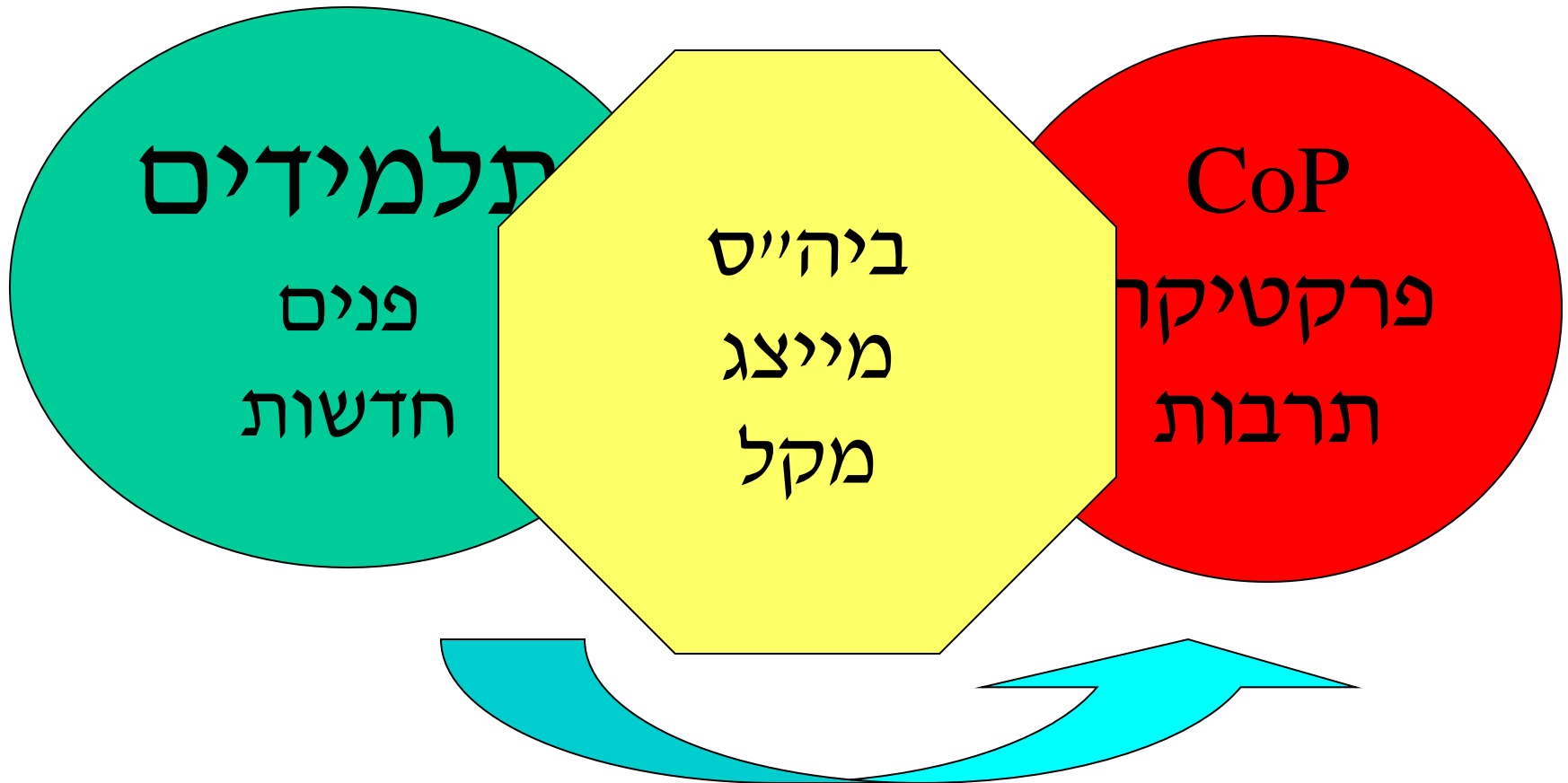
- למה לא מלמדים C?
- למה המחשבים מיושנים?
- הבן שלי כל היום במחשב.. מה זאת אומרת הוא לא מצליח לכתוב תכנית?
- עשיתי מה שהוא ביקש.. למה המחשב עשה לי ככה?
- התוכנית שלי לא מצליחה. יש בעיה במחשב? בפסקל? בפרולוג?



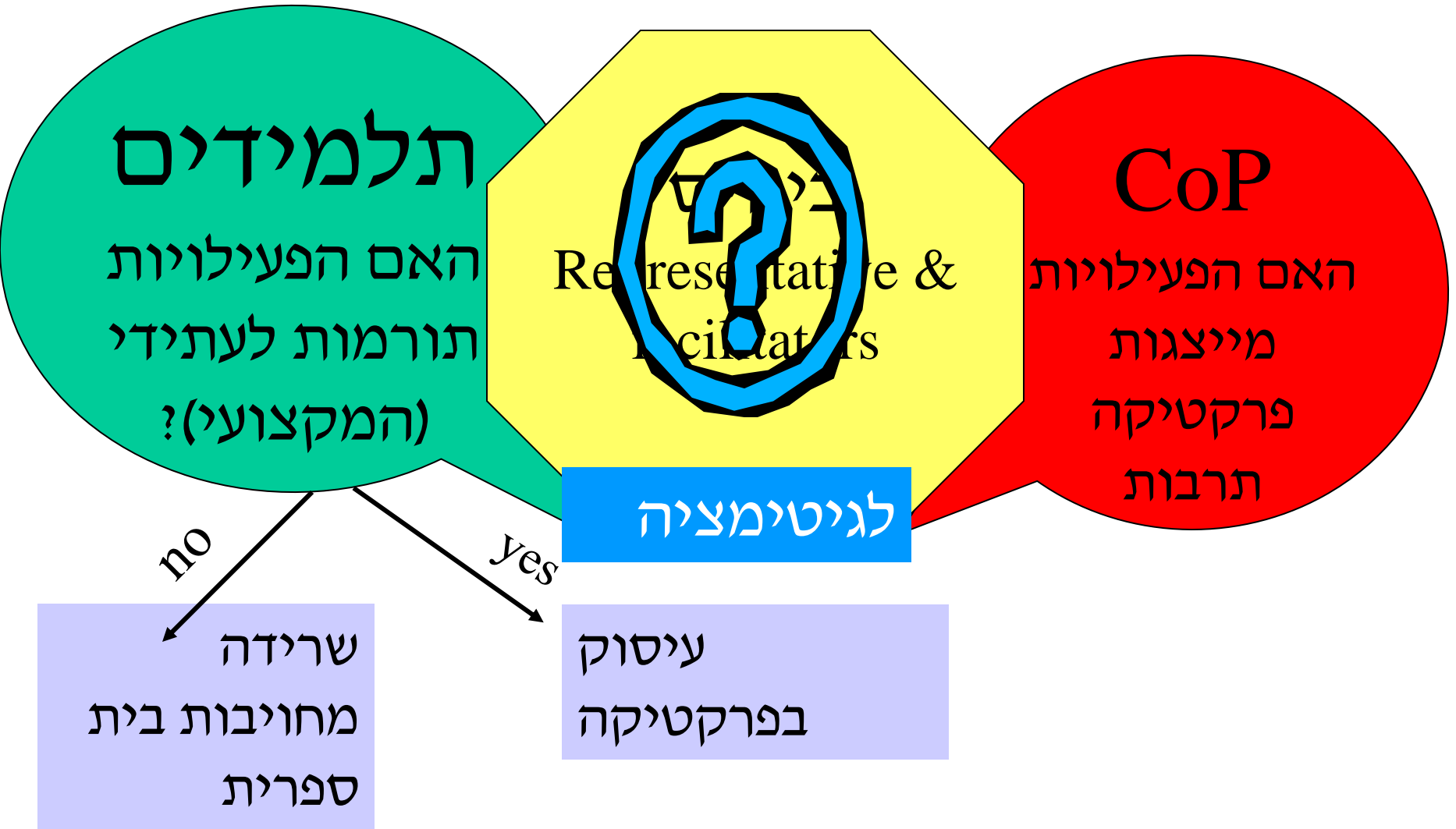
בית הספר (Brousseau, 1997)

- סיטואציות דידקטיות = משחק בתוך הסביבה (milieu).
- מורה, תלמיד = שחקנים.
- למידה = עיבוד (elaborate) אסטרטגיות על מנת לנצח או לשרוד את הmilieu.
- חוזה דידקטי: לא חתום, בין המורה לתלמידים:
 - מורה מפשט בעיה לשאלות שתלמיד יכול לענות בקצרה.
 - תלמיד עונה לשאלות.
- מימוש חוזה דידקטי מונע השגת מטרות הmilieu.

למידה/הוראה וקהילת המקצוע



לגיטימציה



למה קלאש ?

תלמידים

שייכים לקהילת ה users ול-
informal

מורים/סביבת ההוראה

נציגי הקהילה האקדמית

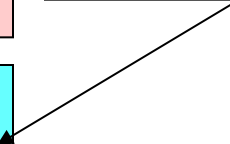
תופסים את עצמם כוותיקים
בדאטה לוגיקה

תופסים את התלמידים כ-
newcomers לקהילה.

ציפיות בהתאם לתרבות ועניין
בטכנולוגיות חדשות ומוצרים
"נוצצים".

דגש על העקרונות המדעיים,
טכנולוגיה פשוטה בדרך כלל

אין לגיטימציה לסיטואציות
הדידקטיות, כמועילות לעתיד
המקצועי-דאטה לוגי!





הקלאש ייפתר כש..

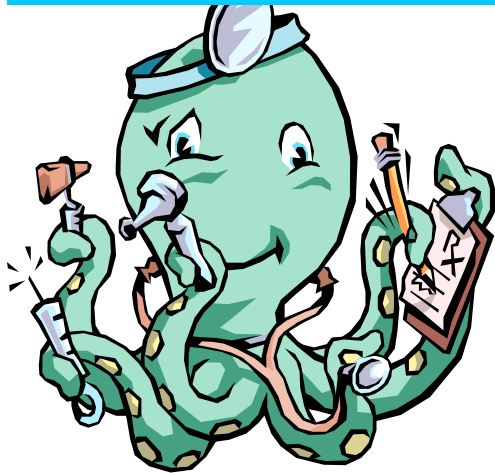
•תכנון סיטואציות דידקטיות באופן בו :

- תרבות היעד נראית אטרקטיבית יותר לתלמיד.
- הפעילויות אותנטיות ויאפשרו/ידרשו פרקטיקה במקצוע.
- מבט אל העתיד ואל הווה המקצועי בהקשר לפעילויות הלימודיות. הסבר הפעילויות הלימודיות כסימולציה למקור (האקדמי).
- המורה כמומחה חונך (לא ננצל סמכות בית-ספרית).

המקצוע חישוב מקבילי

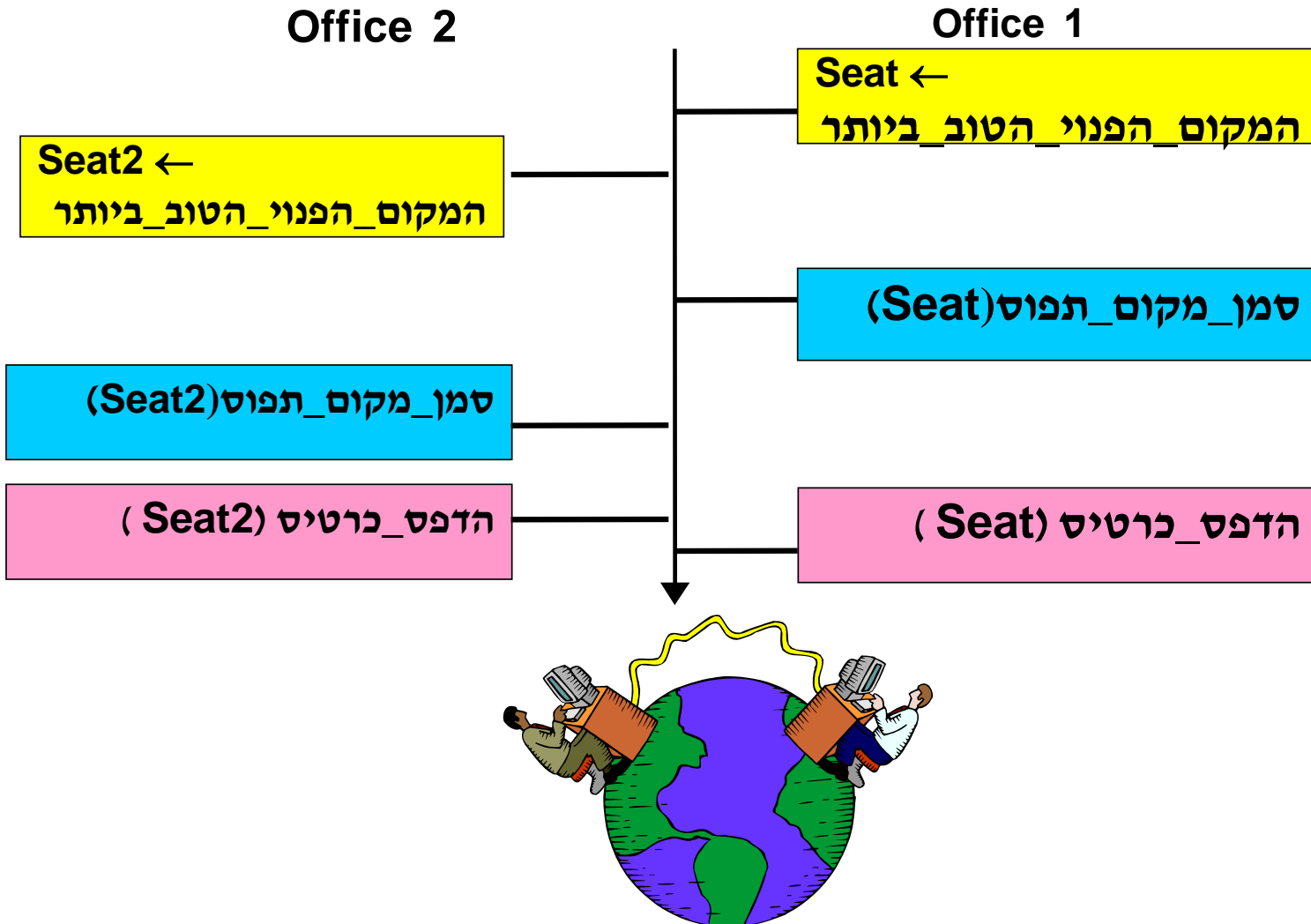
הצגת ופתרון בעיות הייחודיות לאופי הרב-ישותי של מודל החישוב.

- איך רואים במשחקי מחשב מספר ישויות שנעות במקביל על המסך?
- איך אפשר לעבוד ב- Word ובמקביל לבצע download לקבצים?



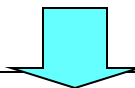
- בעיות תיאום: למשל, 4 קופות כרטיסים חייבים ל'תאם' את מלאי הכרטיסים אפקטיבית.
- מנגנון תיאום - פתרון על-ידי תיאום (בתכנית) בין פעולות הישויות (למשל עם סמפורים).

שתי קופות כרטיסים

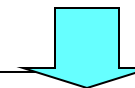


הפוטנציאל בחישוב מקבילי כנקודת כניסה/חציית גבולות תרבות

- ערך חוץ-בית-ספרי: מודל החישוב רב הישויות מספק הסבר למערכות ממוחשבות ביומיום.
- רקע נוח לתכנון milieu: ריבוי ישויות ונון דטרמיניזם.



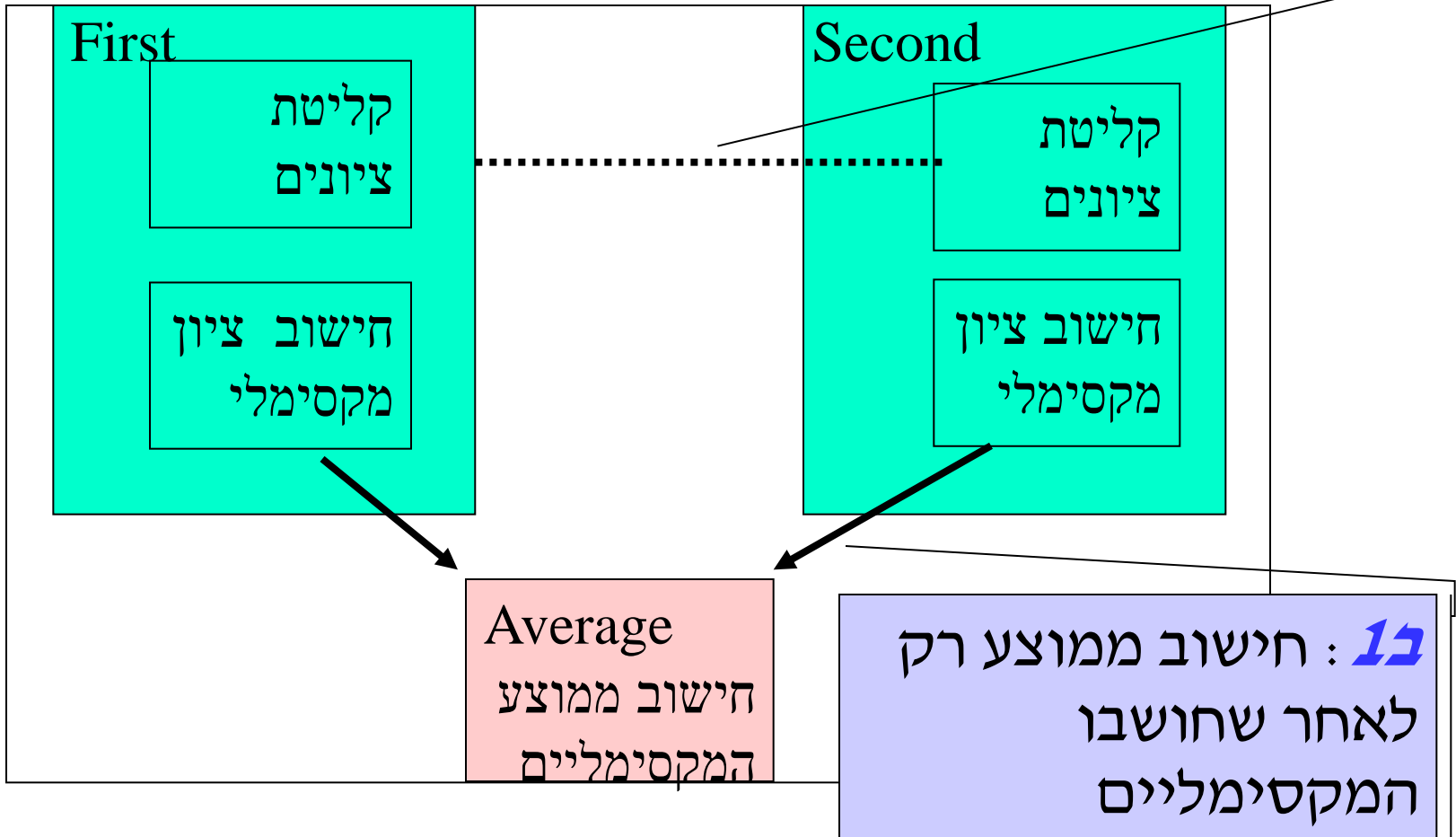
ניסוי ותעייה שטחיים
נמצאים כלא
מספקים.



משימות פשוטות יחסית דורשות
שיטות עבודה מקצועיות והבנה
עמוקה של מושגים.

משימת הציונים

25: הקלט
לא יתערבב



התכניות – בעיה 1

- כולם פתרו נכון את הבעיה הראשונה. (חישוב ממוצע לאחר חישוב מקסימום)



תכניות: בעיה 2 – הקלט מתערבב

פתרון	שנה 1		שנה 2	
	תלמידים	%	תלמידים	%
נכון	15	0%	24	78%
		83%		10%
אין	0	0%	5	16%
שגוי	3	17%	2	6%
סה"כ	18	100%	31	100%

התמלילים (או סיפורי תהליכים)

סיפור 2 –

התלמיד כ. שלא
חצה וייצר פתרון
שגוי.

כ. שייך
ל-informal.



סיפור 1 –

התלמידה י.
שחצתה תרבות
וייצרה פתרון
נכון/מוגזם.

י שייכת ל
.users

חציית הגבול: סיפורה של י.

פרולוג

- זיהוי מהיר של ב1.
- התאמת הפתרון ל-ב1 מהספר.
- תכנון נתונים לבדיקה והרצה.

C:\app\lecture\gane\cp\CP.EXE

```
type grade of first semester
type grade of second semester
-
```

Process	Status	Source	Line
->main	active	begin	42
first			
second			
average			

Variable	Process	Value	Variable	Process	Value
final		0			

על המסך מופיעות שתי הודעות
(רמז 1)

- י. פירשה את ההודעות כהנחיות להקלדת הקלט והקלידה בהתאם. (80,90,100 ו- 10,20,30).

```

C:\app\lecture\gane\cp\CP.EXE
80
90
100
final grade is : 90

Process      Status      Source      Line
->main      active      main        0
  first     inactive
  second    inactive
  average   inactive

Variable      Process      Value      Variable      Process      Value
af            first        0          m             first       100
as            first        0          final          first        90
d             second       10
a             first        20
e             second       30
f             second       80
b             first        90
c             first       100
m             first        80
              -> second

Enter/space = step,break  +/- = process  go  reset  Esc = exit  #steps:

```

הפלט שגוי (רמז
(3

הנתונים מתערבבים (רמז
(2

רמת ה interface (מסך)

- הריצה מספר פעמים.
- בדקה שאכן ב1 פתורה והתרעמה על המחשב.
- השוותה טכנית את תכניתה לשל מ, חברתה.
- יזמה אינטרקציה איתי, מדגימה ומסבירה: "זה לא הגיוני שמה שעשינו לא עובד".

Y מה זה אומר לי? שתכניסי קודם את הנתונים של הסמסטר השני ואחר כך תכניסי את הנתונים של הסמסטר הראשון.

T איך הגעת למסקנה הזאת?

Y כי הוא ביקש- תראי (מקריאה את ההודעה).

type.. Type grades of second semester. ואח"כ

T מה הוא ביקש? אני כתבתי את התכנית הזאת.

Y בסדר, המחשב, לא משנה. אני באה עכשיו אני לא מכירה אותך או את המחשב. אני באה אליו. זה מה שהוא אומר לי לעשות. נכון?

בכל השורות עד כה, הפעולות, הפירושים וההחלטות מתבססות על ה MMI – מה שרואים על מסך ההרצה

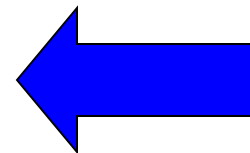
נקודת חציית הגבול

T לא, לא. את מכירה היטב. את יודעת יפה מאוד
למה הוא כתב את הדבר הזה.

Y כי הוא התחיל מפה (מצביעה על שורת ה Write
ב Second) ואחר כך עבר לפה (מצביעה על שורת
ה First-ב write).

פירוש התופעה בהתאם לקוד התוכנית ולמודל החישוב.

התעמקות בקוד דרשה הבנה של מודל החישוב (=)
(התבצעות הקוד)



הוספת הידע: התעמקות במודל

החישוב

Y אותי מטרידה שאלה אחרת. הוא הרי עושה מכל תהליך פעולה. נכון? איך זה שפתאום הוא עושה 2 בבת אחת?

T הוא לא עושה בבת אחת. הוא עשה בבת אחת?

Y הוא לא היכה שאני אגיד לו משהו. אה... פה הוא לא צריך. פה הוא כותב לבד.

T מה הוא כתב לבד?

Y פה הוא לא זקוק לי. הוא פשוט עושה את זה ואחר כך בא לו לעשות את זה פתאום (מצביעה על שורת ה first-write ב first- וב- second בהתאמה).

אפילוג

- י **עצמאית** פנתה לקוד כדי לפרש את שאר הרמזים .
- י אפינה את הבעיה ופתרה אותה ; שיח מקצועי ועניני.
- הבדיקה העצמית הייתה מקיפה ו-י נהנתה מעמלה :
- ... wait ואז אם ה[מחשב] יכנס לפה [ל first] הוא יוריד את זה ל- 0 ואז כבר גם בשני [second] אני עושה wait. ואז **אם הוא יעשה** פתאום את השני הוא נתקע, כי הwait עוצר אותו, נכון? wait על T והסמפור T הרי 1, אז אם הוא יכנס לפה [first] הוא לא יוכל להיכנס לפה [second] עכשיו כשהוא מסיים פה [first] הוא [מחשב] נותן לו אחד כי כשאני מסיימת- לא, **אבל יש בעיה**, הוא יכול לפתוח-אה, לא אני עושה לו signal (נאנחת) אבל אז הוא יכול לעשות S... וואלה, יפה, OK.

סיכום - סיפורה של י.

- י. חצתה מתרבות של user המסתמך על MMI לתרבות של מדעי המחשב, המבינה את ה MMI על פי הקוד תחתיו ומודל החישוב בו מתבצע.
- י עידנה את הבנתה על מודל החישוב.
- י פיתחה שיטות לבדיקה עצמית מתאימות.
- י ניצלה היטב את סביבת העבודה.



נשאר בשוליים : סיפורו של כ.

פרולוג

- זיהוי מהיר של ב1. התאמת הפתרון ל-ב1 מהספר. **טעות** בערכו ההתחלתי של הסמפור. תכנון נתונים והרצה. כ-ו ר הריצו כ- 9 פעמים, נתקלו בוריאציות של ההודעות:

```
final grade is : 0
```

רמז 3

```
type grade of first semester  
final grade is : 0
```

רמז 1,3



שיטת עבודה

C אה, בוא נכתוב את [הנתונים] בשורה אחת **אולי** ? [מריץ, מקליד נתון רווח] הנה זה קופץ. [ההודעה .. final מופיעה] זה לא עובד, זה קופץ. אתה רואה? אתה בטוח שאתה signal אפשר לשים רק בסוף?

R אני חושב. **תנסה**.

C בעצם זה לא חשוב. **בוא ננסה** את זה עם להוסיף wait **אם לא ייצא, ננסה** בלי wait [מוסיף wait בתחילת התהליך second, מקמפל, מריץ] הנה עכשיו זה לא קפץ.

R כן!

ניסוי וטעיה – אין ניתוח ותכנון

עמדות

<p>R : אוף..איזה פסקל.</p> <p>C : פסקל 7 היה מראה איפה הבעיה.</p>	<p>תוצר של טכנולוגיה מפגרת</p>	<p>למשימה</p>
<p>C : אם יפעת הייתה מרשה.. היינו גומרים כבר.</p>	<p>פתרון מסובך לבעיה פשוטה</p>	
<p>C : אנחנו מטומטמים.</p> <p>R : בכוונה שאלו דווקא אותנו</p> <p>C : תציעי פתרון. עוד מעט סוגרים את בית בספר.</p>	<p>תלמידים במצור</p>	<p>לעצמם</p>

אינטרקציה עם יפעת

C ... [משנה... מריץ, על המסך יוצא חישוב שגוי של הציון הסופי, ההודעה לא קופצת] יופי, יצא הממוצע, גמרנו. יפעת, גמרנו.

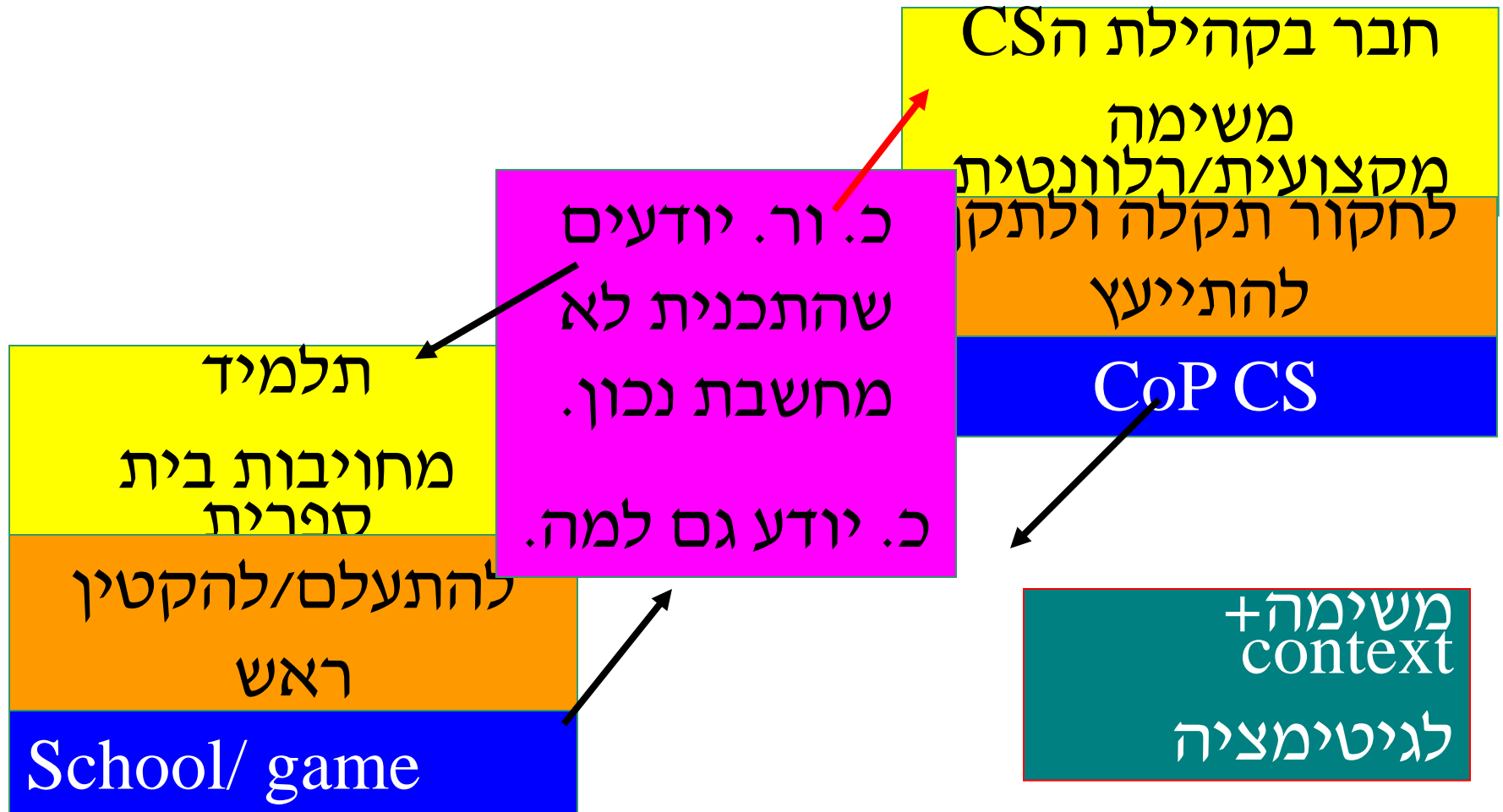
T אוקי, הריצו עבור הקלט הבא: 10,20 ו-30 לסמסטר א, 80,90,100 לסמסטר ב. המקסימומים צריכים להיות 30 ו-100 והציון הסופי $30+100$ לחלק ל-2, זה 65.

C [מוציא מחשבון] ..אה, עם המחשב?

C אבל אני לא יכול לעשות את מה שאת מבקשת, המחשב קולט את הציונים לסירוגין, הנה תראי..

היציא
הוא?

תרבות, לגיטימציה וביצועים



סיכום : סיפורו של כ

ידע במדעי המחשב :

– יש ידע על מודל החישוב,

– חסר ידע על דינמיקת הפתרון (ערכי סמפור, סטטוס תהליך).

הבחירה של כ :

- ניסוי וטעייה שטחיים. אין ניתוח ותכנון.
- כ. לא מנצל את סביבת העבודה.
- כ. בחר לתת פתרון שגוי (ב).
- מצמצם את אחריותו.

בחירה אלטרנטיבית:
השמת הידע
הנדרס !

ה milieu

ה milieu לא אפשר ל-כ
ול-ר לשרוד, אך גם לא
"פיתה" אותם לנסות
ולהתמודד. עם זאת כ.
הוסיף ידע.

ה milieu אפשר לי.
להתנסות בפרקטיקה של
CS, להעריך אותה
(במיוחד בניתוח בעיות),
ולהעמיק ידע.

לקחים

- לתכנן milieu מפתה ואותנטי יותר : מציאת בעיות אותנטיות : משחק מחשב (חייזרים, סנייק), ניהול חשבון בנק משותף, קופות קולנוע.
- מורה כמנחה מקצועי – תלמיד כמחליט אחראי.

סיכום: תכנון סיטואציה דיסקטית פורייה

- הכרת תרבות התלמיד.
- אפיון תרבות היעד.
- יצירת מפגש בו תרבות היעד היא אטרקטיבית יותר לתלמיד.

