

## סרטוני סמן ייעודיים לתמיכה בהוראת תכנות

מיקי רונן  
מכון טכנולוגי חולון  
ronen@hit.ac.il

דן כהן-וקס  
מכון טכנולוגי חולון  
mrkohen@hit.ac.il

### Dedicated Simulation Clips for Teaching Programming

**Dan Kohen-Vacs**  
Holon Institute of Technology

**Miky Ronen**  
Holon Institute of Technology

#### Abstract

The paper presents an attempt to support programming instruction to novices by dedicated simulations clips developed by the teacher and adapted to the specific needs of the course and its students. We briefly introduce the potential of simulations clips for instruction, describe the process of developing the dedicated simulations and their incorporation into the course materials and present an evaluation study performed with a class of undergraduate students using the simulations clips during one semester.

**Keywords:** Simulation clips, Programming instruction, Online teaching

#### תקציר

המאמר מציג ניסיון לספק תמיכה בהוראת תכנות למתחילים באמצעות סרטוני סמן ייעודיים המופקים על ידי המרצה והמותאמים לצרכי הקורס ולקהל היעד. המאמר סוקר בקצרה את הפוטנציאל של סרטוני הסמן להדרכה, מתאר את תהליך תכנונם והפקתם של סרטוני הסמן הייעודיים ואת אופן שילובם כאמצעי תמך בקורס ומציג מחקר הערכה אשר בוצע עם כיתת סטודנטים אשר השתמשו בסרטוני הסמן במשך סמסטר שלם.

**מילות מפתח:** סרטוני סמן, הוראת תכנות, הוראה מתוקשבת

#### מבוא

מקצוע תכנות המחשב מאתגר את הלומדים בצורך להבין מושגים חדשים ומורכבים ואת אופן שילובם בתהליך לוגי רציף (Cooper et al., 2003). אתגר הוראת התכנות מתגבר עם לומדים שאינם בעלי רקע או אוריינטציה טכנולוגית – מדעית (Bennedesen, 2003; Guzdial & Soloway, 2002) וזאת עקב חשש ראשוני לעסוק בתחום שאינו מוכר והצורך להתמודד עם ייצוגים מופשטים של תהליכים לוגיים (Andersen et al., 2003). הדגמתם הויזואלית של התהליכים הדינאמיים, מהווה אמצעי חשוב, שמאפשר ללומדים הבנת תהליכי זרימתה וריצתה של תוכנית מחשב (Ragonis & Ben-Ari, 2005). סרטון הסמן הוא אחד מאמצעי התמיכה מבוססי טכנולוגיה הניתנים לשילוב בתהליכי הוראה.

המונח סרטון סמן, מתייחס לאמצעי מולטימדיה השמור בפורמט דיגיטאלי, המסוגל ללכוד תהליכים ממשיים וחיים שבוצעו בסביבת המחשב (Lee et al., 2008). הסרטון יכול לשלב לכידת מסך, קריינות והסברים טקסטואליים. ניתוב המידע בין מגוון אמצעי המדיה שבסרטון, מאפשר לחזק את המסר, לדוגמה, חיזוק המסר המועבר באמצעות לכידת מסך המציגה פעולה כפי שהיא מבוצעת על גבי המחשב באמצעות לוח בכתוביות. כמו, כן, ניתוב משאבי המידע שבסרטון מאפשר איזון עומס קוגניטיבי, לדוגמה, שחרור מעומס טקסטואלי לטובת הסבר קריינות. ההסברים

המלווים את הסרטונים יכולים לשמש לחזרה על הנעשה בכיתה או הרחבה של רעיונות חדשים (Mark, 2004). סרטי הסמן נחלקים לסוגים שונים (Willensky, 2011):

- תצוגת תהליך בלבד. המשתמש שולט בקצב התצוגה (Show me)
- תרגול הלומד בביצוע תהליך נבחר. קידום התהליך באמצעות הזנת קליטי לומד מדוייקים. במידה והלומד טועה הוא יקבל משוב מתאים (Try Me)
- הנחיית הלומד בביצוע תהליך נבחר בעזרת נתונים המוגדרים מראש. מימוש הפונקציונאליות של היישום נעשית כאילו הלומד מתפעל את התהליך בסביבה האמיתית. במקרה הצורך, נהוג לתת ללומד משוב מתאים (Guide me)
- בחינת יכולתו של הלומד לתפעל תהליך. הלומד מחויב לתפעל את התהליך הנבחר, כאילו ביצע אותו הלכה למעשה ביישום אמיתי. תוצאת התרגול מוצגת, לפני הלומד על פי המוגדר על ידי המורה. תוצאת הפעילות יכולות להיות מועברות אל מערכת ניהול למידה חיצונית (Test me)

בקרת צפייה מתאפשרת בקרב כל סוגי הסרטונים שתוארו. הבקרה יכולה להיעשות באמצעות צפייה הדרגתית, עצירה סלקטיבית או צפייה חוזרת על מקטע קודם.

סרטון הסמן מציע יתרונות ייחודיים כאמצעי תמיכה בהוראת מקצועות טכנולוגיים- הנדסיים כמו מקצוע התכנות. הסרטון מאפשר הדגמה הדרגתית של תהליכים שמצריכים ניתוח סוגיות הנדסיות וסוגיות במדעי המחשב בפרט (Crown, 2002; Garner, 2008; Sugar et al., 2010).

מאמר זה יוזמה של מרצה להפקה ושילוב סרטוני סמן ייעודיים להוראת קורסי תכנות ומחקר הערכה מלווה שבחן את יעילותם של עזרים אלה כאמצעי תמיכה לסטודנטים.

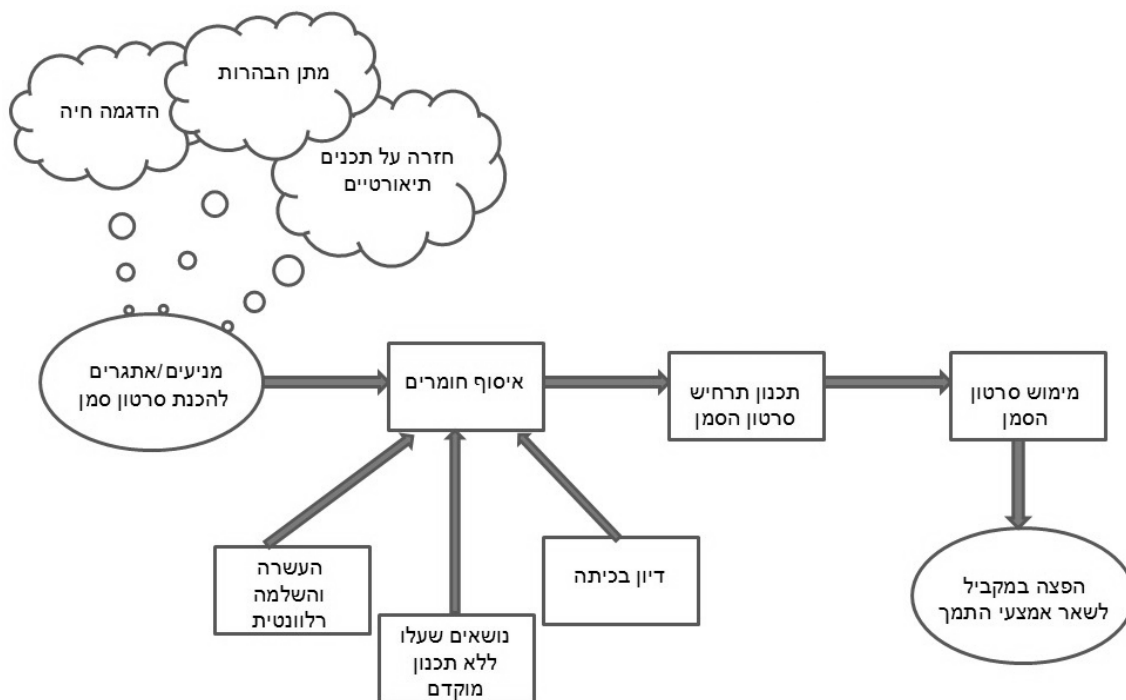
### הפקת סרטון סמן כמרכיב תומך בשיעור תכנות

רשת האינטרנט מציעה לגולשים אמצעים להדרכה בתכנות לכל שפות התכנות ובכללם מגוון גדול מאוד של סרטוני סמן להסברת תחביר, יישום התחביר בתוכנית מחשב, פתרון לבעיות נפוצות. אמצעים אלה מופקים על ידי החברות המפתחות את הטכנולוגיות וכן קהילת המשתמשים ומופצים בערוצים כמו פורטלי הדרכה, אתרי חברות ואתרים כלליים כמו YouTube. עקרונית ניתן היה להפנות את הלומדים למקורות אלה וחלקם גולשים לשם מיוזמתם. עם זאת, תוכן הסרטונים אינו בהכרח תואם לתוכניות הלימודים וכתוצאה מכך איתור התוכן הרלוונטי לשיעור כרוך במאמץ גדול הקשה במיוחד עבור מתחילים. הניסיון מלמד, שלמרות זמינותם של סרטוני הסמן, לומדים מתחילים מתקשים לנצל את משאבי הלמידה ביעילות. קושי זה, הוביל לניסיון לספק ללומדים אמצעי תמך מותאמים לצרכיהם תוך ניצול הפוטנציאל הפדגוגי של סרטוני הסמן.

תהליך הפקתו של סרטון סמן הנו רב שלבי ומתחיל מניתוח המניעים והאתגרים הכורכים בהפקה. בהמשך, מתבצע איסוף המידע והחומרים לקראת תכנונו של תרחיש הסרטון. לבסוף מתבצעת ההפקה והפצה של הסרטון ללומדים כחלק מאמצעי התמיכה בקורס (איור 1).

סרטוני הסמן יכולים להיות מכוונים למטרות הבאות:

- חזרה על מושגים ועקרונות שנלמדו במהלך השיעור תוך דגש על קשיים שעלו
- הדגמה דינאמית של תהליכים ודרכים למימוש פתרון לוגי לבעיה נתונה באמצעות תחביר התכנות
- התייחסות לסוגיות שעלו לאחר השיעור ובמהלך הכנת תרגילי הבית



איור 1: תהליך הכנתו של סרטון סמן

בשלב הבא מתבצע איסוף חומרי גלם רלוונטיים לסרטון:

- רשימת הנושאים העיקריים המופיעים בתכנון מערך השיעור
- רשימת סוגיות שעלו במהלך השיעור ושלא תוכננו מבעוד מועד
- חומרי תמיכה רלוונטיים לצורך הכנת שיעורי הבית
- חומרים העשרה נוספים

תרחיש הסרטון מתוכנן בהתאם למטרות ועל בסיס החומרים שנאספו. הבחירה להשתמש בסרטונים מסוג Show Me נובעת משיקולי עלות תועלת בהשקעת הזמן להפקת החומרים והתאמה למטרות ההוראה העיקריות: עיסוק והתמקדות בתהליכים הלוגיים והעקרונות למימושם ופחות בפרטי התחביר.

ישנן מגוון סביבות טכנולוגיות המאפשרות הפקת סרטוני סמן. מחקר זה, מבוסס על סרטונים שהופקו בסביבת Camtasia (TechSmith, 2011) המאפשרת לכידה של תהליכים, הוספת כתוביות, הוספת פס קול, חלוקת הסרט לתת-פרקים (סרטונים) וכן הפצת החומרים אל רשת האינטרנט (איור 2).



איור 2: הפקת סרטון סמן לקורס תכנות בסביבת Camtasia

התאמות החומרים לקהל יעד של "מתחילים" (שאינם מנוסים בתכנות) מחייבת תשומת לב מיוחדת. ניתן להתמודד עם האתגר על ידי:

- חלוקת הסרטון לפרקים קצרים
- איזון עומס המידע בין אמצעי המדיה שבסרטון הסמן
- תוספות תומכות להגברת מוטיבציה ואטרקטיביות

### שילוב סרטוני הסמן בהוראה

סרטוני הסמן משולבים מזה כשנה בקורסי התכנות (שנים א' עד ג') בתוכנית הלימודים לתואר ראשון ב"טכנולוגיות למערכות למידה" במכון הטכנולוגי חולון: "מבוא לבסיסי נתונים", "מבוא לתכנות", "תכנות 1" (תכנות בסיסי בסביבות צד שרת), "תכנות 2" (תכנות בסביבות צד שרת) ו"תכנות מתקדם" (נושאים מתקדמים בתכנות). קורסי התכנות מהווים חלק מרכזי ממכלול הקורסים בתואר שאחת ממטרותיהם היא הכשרה יישומית של אנשי פיתוח מערכות למידה והדרכה. עד היום הופקו למעלה משלושים וחמישה סרטוני סמן מסוג Show me המחולקים לתתי פרקים בהיקף כולל של כשתים עשרה שעות. לכל הקורסים האמורים ישנו אתר אינטרנט מלווה המכיל תוכניות קורס עם פירוט נושאים, מצגות, מטלות בית, סרטוני סמן וקבצי עבודה המשחזרים את התהליך שנעשה בסרטונים. ברוב קורסי התכנות, מוקדש מקבץ סרטוני סמן לכל אחד מהשיעורים (איור 3). מקבץ הסרטונים שבכל שיעור מתייחס להסברים בכיתה ולפריטי מטלת הבית. עד לסיום סמסטר א' תשע"ב מתוכנן שילוב מלא של סרטי סמן בכלל שיעורי התכנות שבמחלקה.

תאריך	מפגש מליאה	משימות	עד
24.2	עקרונות XML על פי תקן W3	[סרטון הדגמה]	
3.3	מחלקות ליצירת מבני XML • תרגיל כיתה	[סרטון הדגמה] [פרויקט לדוגמה]	9.3
10.3	מודל DOM ויישומיו	[סרטון הדגמה] [פרויקט לדוגמה]	16.3
17.3	מתודות לחיפוש ב-XML באמצעות Xpath	[סרטון הדגמה] [פרויקט לדוגמה]	23.3
24.3	ביצוע שינויים בעץ קיים - חלק א'	[סרטון הדגמה] [פרויקט לדוגמה]	30.3
31.3	ביצוע שינויים בעץ קיים - חלק ב'	[סרטון הדגמה] [פרויקט לדוגמה]	6.4
7.4	תרגול לקראת המבחן	[סרטון הדגמה] [פרויקט לדוגמה]	
28.4	מבחן לנושאי XML		
12.5	יישומי XML בתכנות צד שרת	תרגיל חזרה	
19.5	ניהול ושמירת קבצים		
26.5	הנחייה אישית לקראת פרויקט		
2.6	סיכום והנחיות כלליות להגשת פרויקט	פרויקט: תבנית ומחונן הערכה	

### איור 3: דוגמה לשילוב סרטוני סמן כחלק מתוכנית הקורס באתר המלווה

#### מחקר הערכה

מחקר ההערכה בחן את שילובם של סרטוני הסמן שהופקו כאמצעי תומך למידה בקורסי תכנות.

המחקר התמקד בשאלות הבאות:

- האם, כיצד ומדוע משתמשים הלומדים בסרטוני הסמן במהלך קורסי התכנות?
- מהי תרומתם היחסית הנתפסת של סרטוני הסמן כאמצעי תומך למידה ביחס למרכיבי ההוראה האחרים?
- מהי תרומתם היחסית הנתפסת של מרכיבי עיצובו של סרטון הסמן?
- מהן תגובות המשתמשים לסרטוני הסמן והצעותיהם לשיפורם?

המחקר בוצע עם מדגם שכלל 35 סטודנטים בשנה ב' בקורס תכנות ("תכנות 2"). זוהי הפעם הראשונה שהסטודנטים שנבדקו חווים את קורס התכנות בשילוב עם סרטוני סמן ייעודיים. למרות שזה אינו קורס התכנות הראשון שנלמד בתואר, רוב הסטודנטים בכתה זו (80%) אינם בעלי אוריינטציה טכנולוגית ולכן נחשבים עדיין כ"מתחילים".

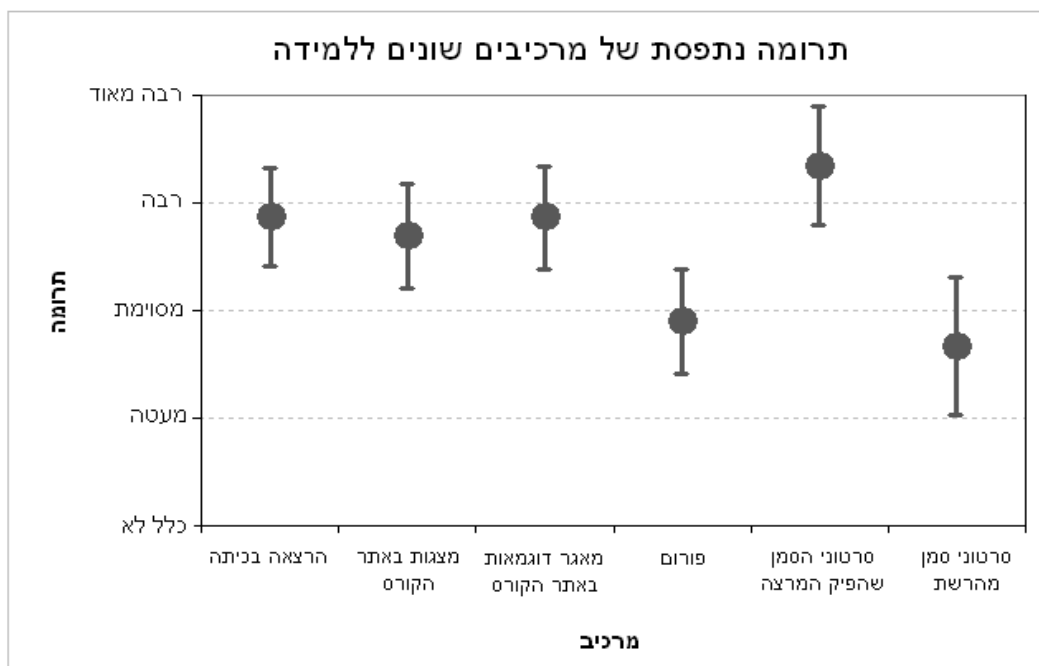
המחקר התבסס על מעקב אחרי היקף השימוש בסרטונים, על שאלון רפלקטיבי אותו מלאו הסטודנטים בתום הקורס ועל ראיונות עם מדגם סטודנטים.

#### ממצאים

השאלה הראשונה אותה בדק המחקר נוגעת להיקף ולאופן השימוש בסרטוני הסמן הייעודיים. שיעור הצפייה בסרטוני הסמן נבדק כמותית באמצעות הכלים הסטטיסטיים שמספקת מערכת ניהול הלמידה שבה הוטמעו הסרטונים. כל הלומדים הורידו את כל סרטוני הסמן הזמינים מאתר הקורס. לרוב, הסרטונים הורדו מיד לאחר חשיפתם באתר הקורס (מיד בתום השיעור).

הלומדים דווחו כי סרטוני הסמן שימשו באופן שוטף לאחר כל שיעור לשם התמודדות עם קשיים שונים בהם נתקלו במהלך השיעורים, כמו הצורך בחלוקת קשב בין הסבריו של המורה, הדגמה במסך המרכזי וניסיון לחזור על צעדי המורה במחשב האישי. בנוסף, דווחו הלומדים כי הסתייעו בסרטונים לצורך הכנת תרגילי הבית השבועיים, כחומר עזר להכנה לקראת בחינת הקורס ותמיכה במהלך הכנת פרויקט הגמר.

השאלה השנייה בחנה את מידת תרומתם הנתפסת של סרטוני הסמן הייעודיים בהשוואה לשאר מרכיבי ההוראה בקורס<sup>1</sup>. הנבדקים התבקשו לדרג את התרומה של כל אמצעי ההוראה בסולם של 1-5 מכלל לא תרם עד תרם מאוד, ובכלל זה סרטוני סמן גנריים הנגישים ברשת האינטרנט העוסקים בחומר שנלמד בקורס. הממצאים (איור 4) מצביעים על הבדל מובהק בתפיסת תרומתם של סרטוני הסמן שהפיק המרצה לבין כל אמצעי ההוראה האחרים: מצגות באתר הקורס ( $p=0.013$ ), דוגמאות באתר הקורס ( $p=0.011$ ), פורום ייעוץ ותמיכה ( $p<0.001$ ), סרטוני סמן מהרשת ( $p<0.001$ ). מעניין, ואולי מפתיע לציין כי תרומתם של סרטוני המסך הוערכה אפילו כגבוהה יותר מזו של ההרצאה ( $p=0.051$  על גבול המובהק). הנבדקים דרגו את סרטוני הסמן הגנריים כאמצעי שתרומתו היא הנמוכה ביותר מבין כלל מרכיבי הלמידה בקורס. הנבדקים נשאלו פרטנית לגבי הסיבות שבגללם בחרו להעדיף את אחד מסוגי סרטוני הסמן על פני האחר (ייעודי מול גנרי). הם דווחו כי סרטוני הסמן הגנריים מהרשת, אינם תמיד עולים בקנה אחד עם המהלך הכרונולוגי של השיעור. בנוסף, טענו הנבדקים שההיקף וכרונולוגיית ההסבר בסרטוני הסמן הייעודיים, מייצגת את סרטון הסמן הגנרי.

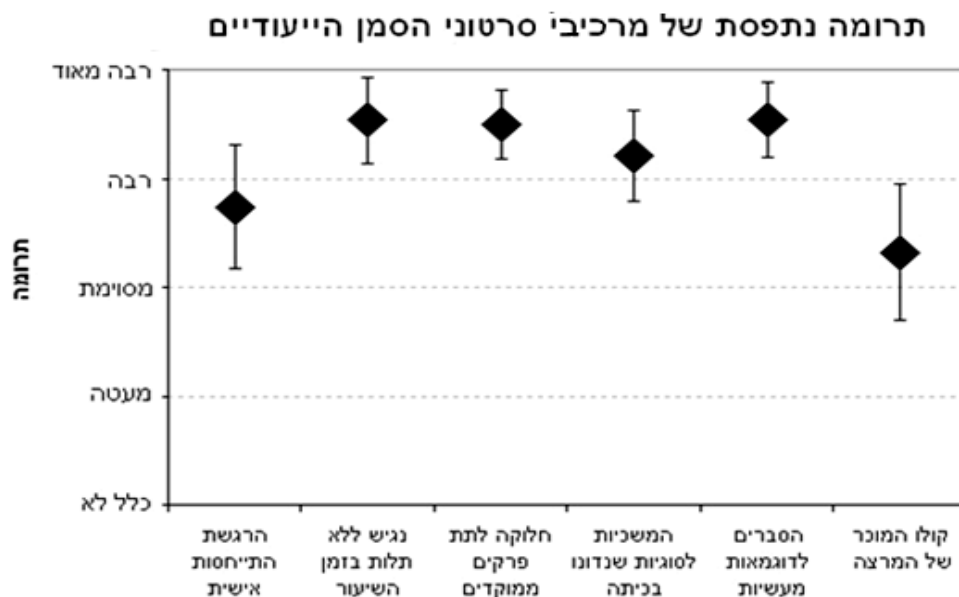


איור 4: תרומתם הנתפסת של מרכיבי הקורס ללמידה

פורום הקורס משמש כאמצעי אינטראקטיבי בו הלומד יכול לקבל סיוע ותמיכה אישית בכל עת ובזמינות גבוהה מאוד. למרות זאת, תרומתו של הפורום הקורס הוערכה כנמוכה יחסית לשאר המרכיבים. בנוסף, נבדק הקשר אפשרי בין התרומה הנתפסת לבין הניסיון הקודם בתכנות. לא נמצא הבדל מובהק במידת התרומה הנתפסת של אף אחד ממרכיבי ההוראה בין סטודנטים עם או ללא ניסיון קודם בתכנות.

השאלה השלישית עסקה במידת תרומתם הנתפסת של מרכיבי ומאפייני העיצוב השונים של סרטון הסמן הייעודי. הנבדקים התבקשו לדרג את תרומתו של כל מרכיב בסולם של 1-5 מכלל לא תרם עד תרם מאוד. הממצאים (איור 5) מצביעים מראים כי הסטודנטים ייחסו את התרומה הרבה למרכיבים המעשיים והלוגיסטיים: ההסברים לדוגמאות מעשיות, המשכיות לסוגיות שנדונו בכיתה, חלוקה לתת פרקים ממוקדים ואי תלות בזמן השיעור. בשונה מהציפיות, תרומתם של המרכיבים הנוגעים להיבטים אישיים (קולו המוכר של המרצה ותחושת יחס אישי) הוערכה כפחות משמעותית באופן מובהק מכלל ההיבטים האחרים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין דעותיהם של לומדים המנוסים בתכנות לדעותיהם של הפחות מנוסים.

1 כל שיעור במהלך הקורס הכיל את כל סוגי המרכיבים לבחירתו ושימושם של הלומד.



**איור 5: תאור תרומתם הנתפסת של מרכיבי סרטוני הסמן הייעודיים**

הסטודנטים התבקשו להציע הצעות לשיפור סרטוני הסמן שאליהם נחשפו במהלך הקורס. ההצעות עסקו בהיבטים טכניים ובאופן ארגון התוכן. הנבדקים העירו כי יש להקפיד על מיקוד אזורי הצפייה הרלוונטיים (לא לסמוך על זום אוטומטי של התוכנה) וחידוד הסאונד שבסרטון. כמו כן ציינו הנבדקים היבטי הקשורים לארגון התוכן: הצורך לחלק ולקצר (עוד יותר) את הפרקים בסרטוני הסמן והצורך לפרסם תפריט פרקים אינטראקטיבי שמאפשרת דילוג וצפייה בפרק נבחר.

### סיכום

- המאמר הציג יוזמה לשימוש בסרטוני סמן ייעודיים שפותחו על ידי המורה כעזרי הוראה לקורס תכנות. סרטוני הסמן הייעודיים כוונו למטרות הבאות:
- חזרה על תכנים תיאורטיים שנלמדו במהלך השיעור
  - הדגמה של דרכי מימוש טכניות
  - הבהרות והדגמות נוספות בסרטון הסמן בהמשך לשיעור האחרון
  - הפצת אמצעי למידה ללא תלות במימד המקום או הזמן
  - שימור יחס אישי בין המורה ללומדים

הסרטונים שולבו כחומרי עזר זמינים בהוראת הקורס במהלך כל הסמסטר. מחקר ההערכה בחן את היקף השימוש שעשו הסטודנטים בסרטוני הסמן הייעודיים ואת תרומתם הנתפסת של הסרטונים ללמידה בהשוואה לחומרי ועזרי הלמידה האחרים, כולל סרטוני סמן גנריים מרשת האינטרנט. ממעקב אחר הפעילות באתר הקורס ומעדויות הסטודנטים עולה כי הלומדים השתמשו באופן שוטף בסרטוני הסמן לאורך כל תקופת הקורס לצורך חזרה על התכנים, הכנת שיעורי הבית, הכנה לקראת הבחינה ותמיכה במהלך הכנתו של הפרויקט המסכם בקורס. תגובות הסטודנטים מצביעות על כך שסרטוני הסמן הייעודיים היו מרכיב שתרומתו הנתפסת היא הגדולה ביותר בין כלל מרכיבי התמיכה בקורס. הדבר נכון גם ללומדים המנוסה יותר בתכנות. מבחינת תרומתם הנתפסת של מרכיבי העיצוב השונים של סרטי הסמן הייעודיים, הוערכה התרומה של "יחס האישי של המרצה" כפחות משמעותית מיתר ההיבטים. חשוב לציין כי מדובר על הצהרות הסטודנטים ולא על בחינה אובייקטיבית של היבט זה. בהמשך תבחן אפשרות של שילוב סרטוני סמן מסוגים אחרים. מחקר הערכה מקיף יבוצע עם כל שלושת השנתונים (שנה א-ג) כחלק מיישום המיזם בכל הקורסים הטכנולוגיים בתוכנית.

לסיכום, סרטוני סמן על סוגיהם מציעים פוטנציאל רב לתמיכה בהוראה בתחומי תוכן הכרוכים במעקב אחר אירועים המיוצגים על מסך המחשב: הכרת אופן הפעלתן של סביבות ומערכות ממוחשבות ושליטה בתחביר ההפעלה כמו גם הבנת עקרונות ותהליכים לוגיים המיוצגים בסביבה ממוחשבת. הכלים ואמצעים להפקת סרטוני סמן כאלה זמינים לכל, והתוצרים ניתנים להפצה מיידית באמצעות מערכות ניהול הלמידה המלוות כיום את רוב הקורסים בכל המוסדות. אנו תקווה כי ממצאי מחקר זה יעודדו מרצים בתחומי תוכן רלבנטיים לעשות שימוש באמצעים טכנולוגיים זמינים אלה כדי לספק תמיכה יעילה ועשירה ללומדים.

## מקורות

- Andersen, P.B., Bennedsen J., Brandorff, S., Caspersen, M.E. & Mosegaard, J. (2003). Teaching Programming to Liberal Arts Students: a Narrative Media Approach. In ITiCSE '03: Proceedings of the 8<sup>th</sup> Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (pp. 109–113). ACM Press.
- Bennedsen, J. (2003). Teaching Java To Liberal Arts Students, Java & the Internet in the Computing Curriculum Conference Proceedings 7.
- Cooper, S., Dann, W., & Pausch, R. (2003). Teaching objects first in introductory computer science. Proceedings of the 34th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, Reno, NV, February, pp. 191-195.
- Crown, S. W. (2002). The Development and Use of Tutorial Movies using a Pen Mouse in an Engineering Problems Based Course. Paper presented at the ED -MEDIA 2002, Denver, Colorado.
- Garner, S. (2008). The Use of Screencasting and Audio to Support Student Learning. In J. Luca & E. Weippl (Eds.), Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008 (pp. 4693-4698). Chesapeake, VA: AACE.
- Greenberg, S. (2008). Embedding a design studio course in a conventional Computer Science program. P. Kotzé, W. Wong, J. Jorge, A. Dix and P. Silva (eds): Creativity and HCI: From Experience to Design in Education – Selected Contributions from HCIED 2007.
- Guzdial, M. & E. Soloway (2002). Teaching the Nin-tendo Generation to Program. *Communication of the ACM* (4), pp. 17-21.
- Jin, W. & Corbett, A. (2011). Effectiveness of cognitive apprenticeship learning (CAL) and cognitive tutors (CT) for problem solving using fundamental programming concepts. In Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE '11). ACM, New York, NY, USA, 305-310.
- Lee, M. J. W., Pradhan, S. & Dalgarno, B. (2008). The effectiveness of screencasts and cognitive tools as scaffolding for novice object-oriented programmers. *Journal of Information Technology Education*, 7, 61–80.
- Mark, S. (2004), Personalizing the Online Classroom Using Tech-Smith's Camtasia or Microsoft's Windows Media Encoder. Online Classroom. July 2004, pp. 4-5
- Panitz, M., Sung, K. & Rosenberg, R. (2010). Game Programming in CS0: A Scaffolded Approach. *J. of Computing Science in Colleges*, 26(1).
- Ragonis, N., & Ben-Ari, M. (2005). On understanding the statics and dynamics of object-oriented programs. In J. Dougherty (Ed.), Proceedings of the 36th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '05) (pp. 226-230). New York, NY: ACM.
- Salas, E. & Cannon-Bowers, J.A. (2001). The Science of Training. In: Fiske ST, Schacter DL, Zahn-Waxler C, editors. A Decade of Progress": Annual Review of Psychology. Palo Alto CA: Annual Reviews.



- Shibata, H., Kasiwagi, H., Motomura, Y. & Ohtsuki, K. (2002). A learning model of computer science education for liberal arts students. *Frontiers in Education*, 2002. FIE 2002. 32nd Annual , vol.2, no., pp. F3G-2- F3G-7 vol.2, 2002.
- Sugar, W., Brown, A., & Luterbach, K. (2010). Examining the Anatomy of a Screencast: Uncovering Common Elements and Instructional Strategies. *International Review of Research on Open and Distance Learning*, 11(3).
- TechSmith. (2011). Camtasia Product Tour. Available 3-October, 2011 from <http://www.techsmith.com/camtasia/features.asp>.
- Willensky, J. (2011). Adobe Captivate 5 — Simulations on Tap, Available 9-October, 2011 from <http://www.litmos.com/authoring-tools/adobe-captivate-5-simulations-on-tap/>