

ניתוח פעילות סטודנטים באתרי קורסים ככלי לניבוי הפסקת לימודים

ענת כהן

אוניברסיטת תל אביב
anatco@tauex.tau.ac.il

חגית לימור

אוניברסיטת תל אביב
hagitlimor@mail.tau.ac.il

Analysis of Students' Activity on Course Websites as a Tool for Predicting Termination of Studies

Hagit Limor

Tel Aviv University

Anat Cohen

Tel Aviv University

Abstract

This study focuses on analysis of data accumulated in the learning management system, Moodle, in order to examine whether it is possible to learn from students' activity on the course website about abandonment from a specific course or from degree studies in general. During the study different variables that define the strength of students' activities on the website were calculated, and the log files of 6 courses were analyzed. Later it had been examined whether there is a connection between the intensity of student's activity in the system, successful completion of the course and the continuation of studies in the following year. It was found that the changes in student's activity during the course study period could indicate the potential of dropping out from the course and studies in general. Namely when the data were examined on a monthly level while advancing through the semester, and "flags had been marked" for students that had been identified having a deviation from a steady activity line, it was visible that a large percentage of the students who had been marked as students with an abandonment potential did not finish the course and/or degree.

Keywords: Learning Management Systems, Learning Analytics, Web-usage mining, Course dropout prediction, network data mining.

תקציר

בעת השימוש במערכות לניהול למידה נאספים נתונים על אודות פעילות המשתמשים בהן בכל רגע נתון בקובצי לוג (Log files). קובצי הלוג מתעדים את פעילות הלומדים, ומהווים בסיס נתונים חשוב בהבנת תהליכים המתרחשים בעת הלמידה המקוונת. מחקר זה מתמקד בניתוח הנתונים הנצברים בקובצי הלוג של מערכת ניהול הלמידה, Moodle, במטרה לבחון האם ניתן להתריע מפני נטישה מלימודי קורס מסוים ומלימודי התואר בכלל באמצעות ניתוח פעילות הסטודנטים באתר הקורס. במהלך המחקר חושבו משתנים שונים המגדירים את עוצמת הפעילות של הסטודנטים באתר, ונותחו קובצי לוג של 6 קורסים אקדמיים. בהמשך נבדק הקשר בין עוצמת פעילות הסטודנט באתר הקורס לבין סיום הקורס בהצלחה ובין המשך הלימודים בשנה"ל העוקבת. מניתוח הממצאים עולה כי בחינת נתוני השימוש הכולל במערכת בסוף התקופה אינה מאפשרת להתריע על אי סיום הקורס ו/או הפסקת לימודים. אולם, כאשר בוחנים את השינויים בפעילות הסטודנט במהלך תקופת הלימודים בקורס נמצא שאכן ניתן להתריע באמצעותם על פוטנציאל נשירה מהקורס ומהלימודים

בכלל. קרי כאשר נבדקו הנתונים ברמה החודשית תוך כדי התקדמות הסמסטר, ו"סומנו דגלים" לגבי סטודנטים אשר זוהתה לגביהם התנהגות חריגה מקו פעילות יציב, הן ביחס לעצמם והן ביחס לקו הפעילות הכיתתי לאותה תקופה, ניתן היה לראות שאחוז ניכר מהסטודנטים שסומנו כסטודנטים פוטנציאלים לנטישה אכן לא סיימו את הקורס ו/או את לימודי התואר.

מילות מפתח: מערכות ניהול למידה, Learning Analytics, Web-usage mining, חיזוי נטישה מקורס, כריית נתונים ברשת.

מבוא

בשנים האחרונות הולך וגובר השימוש בטכנולוגיות שונות בתהליכי הלמידה באוניברסיטאות, ובכלל זה השימוש באתרי קורסים במסגרת מערכות ניהול למידה (LMS: Learning Management System). במערכות אלו הסטודנטים נחשפים לתוכני הלימוד, מקבלים במה לניהול פורומים ודיונים בתכנים שונים הקשורים למסגרת הקורס, וכן נדרשים לבצע משימות ומטלות שונות לכל אורך חיי הקורס. מידע רב נצבר במערכות אלו על אודות הפעילות שמבצעים הסטודנטים במערכת כגון כמות הפעולות, מועדן, תדירותן וסוג הפעילות. מידע זה מהווה בסיס נתונים נרחב ממנו ניתן ללמוד רבות על דפוסי השימוש, העדפות הסטודנטים והרגלי למידה וזאת למטרות שיפור והתייעלות במישורים רבים הן בהיבט של שיפור תהליכי ההוראה והלמידה והן בהיבט של לימוד על הלומד.

באוניברסיטת תל אביב מופעלת מערכת LMS של MOODLE, בה לכל קורס קיים אתר ומתבצעות בו פעילויות למידה ברמות שונות. סטודנטים הרשומים לקורס נדרשים להיכנס לאתר הקורס ולבצע בו משימות מגוונות, החל מצפייה בתוכני הלימוד של הקורס, דרך השתתפות בפורומים בנושאים שונים ועד הגשת מטלות, ביצוע תרגילים ואף בחנים. מבין כלל הסטודנטים הרשומים קיימים סטודנטים אשר פורשים במהלך הקורס וחלקם אף פורשים לחלוטין מהלימודים באוניברסיטה ולא משלמים את לימודי התואר. כיום אין כלי המאפשר לאתר את אותם סטודנטים בשלבים מוקדמים, לפני הנטישה בפועל. יכולת איתור סטודנטים אלו תוכל להוות בסיס לפיתוח מנגנוני סיוע מתאימים, אשר יאפשרו לאותם סטודנטים לסיים את הקורס והלימודים באופן מלא.

מחקר זה מתמקד בניתוח נתונים הנצברים במערכת ה-LMS על מנת לבחון האם ניתן להשתמש בהם ככלי ניבוי להמשך פעילותו של הסטודנט באוניברסיטה. מטרת המחקר הינה לבדוק האם באמצעות ניתוח פעילות הסטודנטים באתר הלימוד של הקורס ב-MOODLE ניתן להתריע מפני נטישה מלימודי קורס מסוים ומלימודי התואר בכלל.

רקע תאורטי

היקפי הנשירה בקורסים מקוונים עומדים על 25%-40% נושרים ובקורסים אקדמיים המתקיימים בקמפוס הם עומדים על 10%-20% (Levy, 2007, Nistor & Neubauer 2010, Park & Choi 2009). לאחרונה הוצגו מחקרים בהם מוסדות להשכלה גבוהה רותמים את המידע הנצבר בלוגים של מערכות ניהול הלמידה לזיהוי סטודנטים בעלי הישגים נמוכים ולפיתוח תוכניות התערבות.

באמצעות ניתוח קובצי יומן, שמופקים ממערכות LMS, ניתן לספק מידע פדגוגי משמעותי. באמצעות מידע זה ניתן לפתח לוח מכוונים (Customizable Dashboard) אשר מציג מידע ויזואלי על נתוני הסטודנט במקוון. Macfadyen & Dawson (2010) ביצעו ניתוח קובצי יומן כדי לפתח מערכת התראה לזיהוי סטודנטים בסיכון ולאפשר התערבות פדגוגית בזמן. החוקרים עקבו אחר הנתונים מקורס מתוקשב וזיהו 15 משתנים המציגים קשר מובהק (על בסיס מדגם) לציון הסופי של הסטודנט בקורס. המודל הציג יכולות חיזוי של הביצועים בקורס, על ידי הכללה של משתנים כמו כמות של הודעות שנשלחו במסגרת הדיונים, כמות פריטים שהועלו, הערכות שנשלחו וכד'.

המידע המופק מניתוח נתונים הנצברים בקובצי היומן על אודות פעילויות הסטודנט יכול לשמש גם ככלי לחיזוי התנהגות. Lykourantzou, Giannoukos, Nikolopoulos, Mpardis & Loumos (2009)

הציעו מודל לחיזוי נשירה המבוסס על מידע מפורט מקובצי הלוג של המערכת. החוקרים השתמשו בנתוני קובצי יומן של מערכת ה-LMS המכילים מידע מפורט על פעילות הסטודנט באתר הקורס כדי להזין שלוש טכניקות של למידת מכונה (machine learning techniques). החוקרים מצאו שמידע מפורט, המכיל את ציוני הסטודנט במהלך הבחנים בקורס, עמידה בלוחות זמנים בהגשת מטלות והפעילות שביצעו באתר הקורס, חשובים במתודולוגיית חיזוי נשירה ומגבירים את תקפות הממצאים ביחס לנתונים בסיסיים של כניסה לאתר הקורס בלבד. כמו כן מתייחסים החוקרים לממד הזמן ולמועד בקורס בו ניתן לחזות את נשירת הסטודנט, ומציעים שעל ידי שילוב משתנים קבועים ומשתנים שאינם קבועים ניתן לאתר סטודנטים אלו לפני המועד בו הם נושרים בפועל. מודל זה לא נבדק על קורסים בפורמטים שונים כדוגמת קורס מעורב או למידה מרחוק. במחקרם של Nistor & Neubauer (2010) נבדקו דפוסי התנהגות המובילים לנשירה מקורסים מקוונים. החוקרים מציעים שהואיל ובקורסים מקוונים נדרשת השתתפות פעילה של הסטודנט, ניתן למצוא דפוסי התנהגות המובילים לנשירה מהקורס. נמצאו מספר מאפיינים רלוונטיים להשפעה על הנטישה וביניהם מועד הרישום לקורס. סטודנטים אשר ביצעו רישום מוקדם מאוד או מאוחר מאוד נוטים שלא לסיים את הקורס. אינדיקטורים רלוונטיים נוספים היו פעילויות למידה העוסקות בלמידה שיתופית. עוד מציינים החוקרים כי רמת הפעילות השיתופית של הסטודנטים בשבועות הראשונים של הקורס מהווה אינדיקטור לזיהוי נשירה מהקורס.

מחקרים קודמים העוסקים בניבוי נשירה של סטודנטים בחנו קורסים מתוקשבים במלואם, ולא קורסים מעורבים המשלבים גם נוכחות בכתה, וכן ברובם ביצעו איסוף נתונים בדיעבד בסוף התקופה ולא תוך כדי התקדמות הקורס ומדידת השינויים המתרחשים במהלך התקופה. במחקר זה נבחנה יכולת הניבוי תוך התייחסות לשני היבטים אלו. קובצי לוג של מערכת MOODLE נותחו במטרה לבדוק האם סטודנטים בעלי אופי פעילות מסוים באתר הקורס, או סטודנטים שהפסיקו הפחיתו את רמת הפעילות במערכת ביחס לשאר הסטודנטים בקורס הינם סטודנטים פוטנציאליים לנטישה מהקורס או מהלימודים בכלל.

שאלות המחקר

שאלות המחקר התייחסו לבדיקת עוצמת הפעילות של הסטודנטים באתר הקורס, ולקשר שבין עוצמת פעילות זו לבין סטטוס סיום הקורס וסטטוס המשך הלימודים בשנת הלימודים העוקבת.

1. מהי עוצמת הפעילות של הסטודנטים באתרי הקורסים כפי שבאה לידי ביטוי במאפיינים כגון כמות הפעולות, היחס בין כמות הפעולות של הסטודנט לממוצע הפעילות הכיתתי וכמות הימים בהם בוצעה פעילות?
2. האם יש קשר בין עוצמת פעילות הסטודנט בקורס על רצף ציר הזמן, לבין סיום הקורס בהצלחה?
3. האם יש קשר בין עוצמת פעילות הסטודנט בקורס, בקורס על רצף ציר הזמן לבין הפסקת הלימודים בשנת הלימודים העוקבת?

מתודולוגיה

במחקר זה נותחו לוגים של 6 קורסים משנת הלימודים תשע"ב, בתחום המתמטיקה והסטטיסטיקה, אשר כללו פעילויות של 718 סטודנטים. נתוני הפעילות של כל סטודנט נותחו ונבחנו אל מול סטטוס סיום הקורס – האם סיים בהצלחה, נכשל או לא השלים חובותיו בקורס, וכן אל מול סטטוס הלימודים של הסטודנט בשנת הלימודים העוקבת תשע"ג – האם המשיך לימודיו באוניברסיטה.

מהלך ביצוע המחקר כלל 3 שלבים:

א. איסוף הנתונים

איסוף של קובצי הפעילות לקורסים הנבחרים. בקובצי הלוג כל פעולה של הסטודנט מיוצגת על ידי שם הסטודנט, כתובת IP ממנה בוצעה הפעולה, תאריך ושעת ביצוע הפעולה, סוג הפעולה (צפייה בתוכן הקורס, העלאת פריט לפורום וכד').

ב. חישוב משתנים

מהנתונים שנאספו חושבו משתנים שונים לצורך מדידת עוצמת הפעילות של הסטודנט כגון: כמות פעולות בתקופת זמן מוגדרת, היחס בין כמות הפעולות של הסטודנט לממוצע הפעולות הכיתתי באותו פרק זמן, כמות ימי הפעילות וכד'. כתוצאה מחישוב משתנים אלו נבנה מדד המייצג התראות בגין פעילות חריגה עבור כל סטודנט. במדד זה הוגדרה עבור יחידת זמן מסוימת, כמות מינימאלית של פעולות, הן ביחס לסטודנט עצמו והן ביחס לכתה, אשר גורמת ליצירת התראה.

ג. בדיקת מתאמים

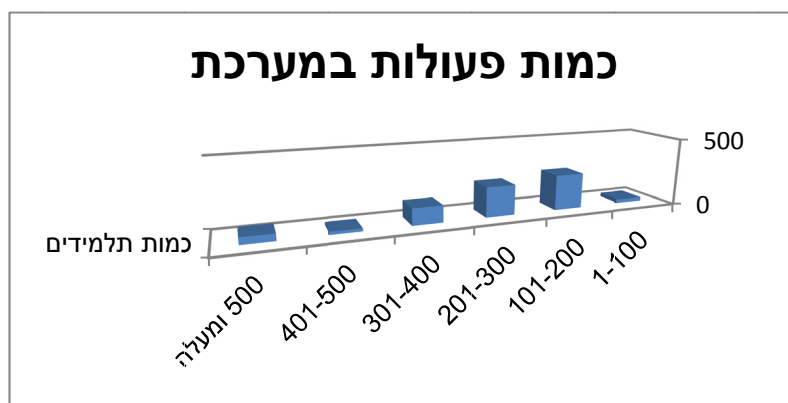
בוצעה בדיקת מתאמים בין ההתראות אשר התגלו לבין סטטוס סיום הקורס וסטטוס המשך הלימודים בשנת הלימודים העוקבת.

ממצאים

ממצאי המחקר מצביעים על קשר בין התראות שחושבו בגין פעילות חריגה לסטודנט ובין סטטוס סיום הקורס וסטטוס המשך הלימודים. קרי סטודנטים אשר כתוצאה מניתוח פעילותם נדלקו התראות בגין עוצמת פעילות נמוכה, אכן נמצאו כסטודנטים שלא סיימו את הקורס ו/או לא המשיכו את לימודיהם בשנה"ל הבאה.

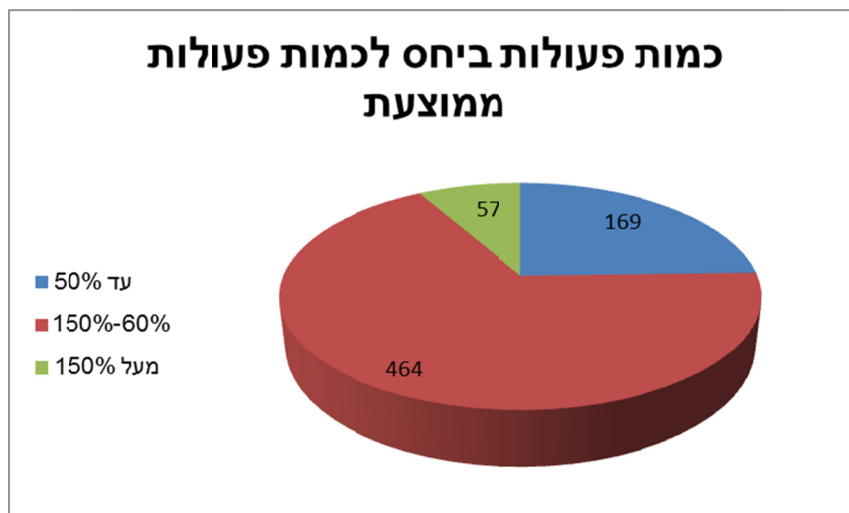
עוצמת פעילות הסטודנטים באתרי הקורסים

בבדיקת התפלגות כמות הפעולות במערכת של כלל הסטודנטים הנבדקים, ניתן לראות כי מרבית הסטודנטים מבצעים בין 100 ל-300 פעולות במהלך הקורס (איור 1).



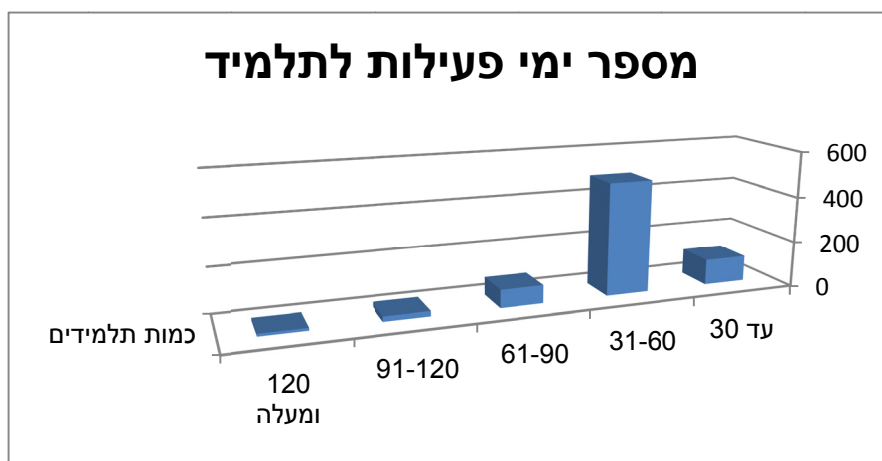
איור 1. כמות פעולות במערכת

לכל סטודנט ניתן ציון יחסי שהוא היחס בין כמות הפעולות שהוא ביצע לבין כמות הפעולות הכיתתית באותו החודש. בבדיקת התפלגות הציונים היחסיים של הסטודנטים ביחס לממוצע הפעילות הכיתתי, ניתן לראות כי מרבית הסטודנטים נעים סביב ממוצע הפעילות, קרי כמות הפעולות שלהם דומה לממוצע הפעולות הכיתתי ונמצאת בטווח של 60%-150% מכמות הפעולות הממוצעות (איור 2).



איור 2. ציון יחסי לממוצע הפעולות הכיתתי

בבדיקת התפלגות כמות ימי הפעילות לסטודנט, ניתן לראות כי מרבית הסטודנטים פעילים במערכת 30-60 ימים במהלך הסמסטר (איור 3).

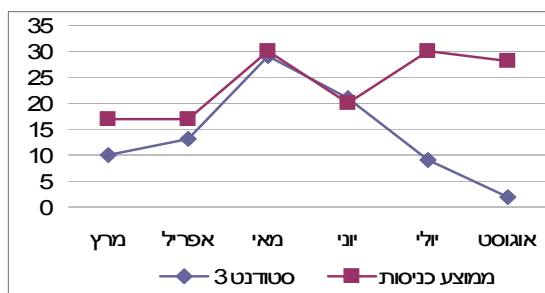


איור 3. מספר ימי פעילות לסטודנט

הקשר בין עוצמת פעילות הסטודנטים לבין סיום הקורס בהצלחה

בבדיקת המתאמים בין המשתנים המגדירים את עוצמת פעילות הסטודנט כדוגמת סה"כ כמות הפעולות של הסטודנט במערכת, סה"כ ממוצע כמות הפעולות של הסטודנט ביחס לממוצע כמות הפעולות של כלל הכיתה, סה"כ מספר הימים בהם בוצעה פעילות של הסטודנט במערכת לבין סיום הקורס בהצלחה לא נמצא קשר מובהק ($R=0.051$, $R=0.051$, $R=0.048$). כמו כן, לא נמצאו קשרים מובהקים בין המשתנים המגדירים את עוצמת פעילות הסטודנט, כמותו לעיל, לבין סיום הקורס בהצלחה ($R=0.145$, $R=0.145$, $R=0.152$).

מעבר למדדים המתארים את פעילות כלל האוכלוסייה, פותחו מדדים המייצגים התראות בגין פעילות חריגה עבור כל סטודנט. מדדים אלו מבטאים את מידת השינוי בעוצמת פעילות הסטודנט לאורך זמן, בעקבות מצבים כגון חודשים ללא פעילות כלל או חודשים עם רמת פעילות הנמוכה ביותר מ-70% מממוצע הפעילות הכיתתי באותו חודש. איור 4 מציג שינויים בעוצמת פעילות של סטודנט מסוים ביחס לממוצע עוצמת הפעילות הכיתתית.



איור 4. שינויים בעוצמת פעילות של סטודנט

קשר בין עוצמת פעילות הסטודנט בקורס על רצף ציר הזמן, לבין סיום הקורס בהצלחה
 בבדיקת המתאמים בין סיום הקורס בהצלחה ובין המשתנים המגדירים התראות לשינוי בעוצמת פעילות הסטודנט נמצא קשר חיובי חזק מובהק. טבלה 1 מציגה את הקשרים בין סיום הקורס בהצלחה לבין בין כמות ההתראות בגין אי פעילות חודשית ($R=0.533$) ובגין ממוצע פעילות נמוך ($R=0.433$).

טבלה 1. מתאמים בין התראות לשינוי בעוצמת פעילות לבין סיום הקורס בהצלחה

כמות חודשי התראה בגין ממוצע פעילות נמוך	כמות חודשי התראה בגין אי כניסה	ציון הקורס		
.433**	.533**	1	Pearson Correlation	ציון הקורס
0	0		Sig. (2-tailed)	
718	718	718	N	
.643**	1	.533**	Pearson Correlation	כמות חודשי התראה בגין אי כניסה
0	0		Sig. (2-tailed)	
718	718	718	N	
1	.643**	.433**	Pearson Correlation	כמות חודשי התראה בגין ממוצע פעילות נמוך
	0	0	Sig. (2-tailed)	
718	718	718	N	

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

קשר בין עוצמת פעילות הסטודנט בקורס, בקורס על רצף ציר הזמן לבין הפסקת הלימודים בשנת הלימודים העוקבת
 גם בבחינת הקשר שבין המשתנים המגדירים התראות לשינוי בעוצמת פעילות הסטודנט ובין סטטוס הלימודים של הסטודנט בשנה"ל העוקבת, נמצאו קשרים מובהקים. כפי שניתן לראות מטבלה 2, מתאמים חיוביים, גבוהים ומובהקים נמצאו בין סטטוס המשך הלימודים לבין כמות ההתראות בגין אי פעילות חודשית ($R=0.483$) ולבין התראות בגין ממוצע פעילות נמוך ($R=0.466$).

טבלה 2. מתאמים בין משתנים

	כמות חודשי התראה בגין ממוצע פעולות נמוך	כמות חודשי התראה בגין אי כניסה		
סטטוס לימודים	.643**	1	Pearson Correlation	כמות חודשי התראה בגין אי כניסה
	0	0	Sig. (2-tailed)	
	718	718	N	
		.643**	Pearson Correlation	כמות חודשי התראה בגין ממוצע פעולות נמוך
	0	0	Sig. (2-tailed)	
	718	718	N	
	1	.466**	Pearson Correlation	סטטוס לימודים
	0	0	Sig. (2-tailed)	
	718	718	N	
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

דיון ומסקנות

במחקר זה נותחו קובצי לוג של מערכת MOODLE במטרה לבדוק האם ניתן להצביע על סטודנטים בעלי אופי פעילות מסוים באתר הקורס כסטודנטים פוטנציאליים לנטישה. קרי, האם ניתן להצביע על סטודנטים שהפסיקו או הפחיתו את כמות הפעילויות במערכת ביחס לשאר הסטודנטים בקורס כסטודנטים פוטנציאליים לנטישה מהקורס או מהלימודים בכלל. להבדיל ממחקרים קודמים, אשר עסקו בנייתו נתונים של קורסים מתוקשבים במלואם (Macfadyen & Nistor & Neubauer, 2010; Dawson, 2010) מחקר זה ניתח פעילות סטודנטים בקורסים מעורבים בעלי אתר מלווה.

במחקר זה נמצא כי ניתן ללמוד מהלוגים על פוטנציאל לנטישה מהקורס ומהלימודים בכלל רק כאשר נבחנים השינויים בפעילות הסטודנט לאורך תקופת הלימודים בקורס. לעומת זאת, ניתוח של כלל הפעילות בסוף התקופה לא מספק מידע המאפשר יכולת ניבוי. ממצא זה תומך בממצאים קודמים לפיהם אין די בנייתו סה"כ כמות הפעילות כמדד לניבוי המשך לימודים (Lykourantzou, Giannoukos, Nikolopoulos, Mparadis, & Loumos, 2009). מממצאים אלו ניתן להסיק שתי מסקנות ראשוניות:

1. ניתוח לוגים יכול להוות כלי ניבוי לנשירת הסטודנט הן מהקורס הבודד והן מלימודי התואר בכלל, אולם בחינת הלוגים בסוף התהליך כמקשה אחת אינה מספקת.
2. יש משמעות לניתוח הנתונים על ציר הזמן ומדידת שינוי בהתנהגות.

ההסבר לממצא "שלא די בנייתו הפעילות בסוף תקופת הלימודים כמקשה אחת" ייתכן שנוצח בעובדה שבתחילת הקורס סטודנטים רבים נכנסים לאתר הקורס בתדירות גבוהה, מבצעים כמות פעולות ממוצעת ואף מעל הממוצע, ובשלבם מתקדמים יותר של הקורס, מסיבות שונות הם מפסיקים או מורידים משמעותית את היקף הפעילות, ונתון זה הוא המצביע על הפוטנציאל לאי סיום הקורס. מכאן, שאין בפעילות ממוצעת של סטודנט בכל תקופת הלימודים כדי להדליק "דגל" ולהצביע על פוטנציאל לנטישה, בעוד שבחינה של השינויים בעוצמת הפעילות וזיהוי שינויים אלו במהלך תקופת הקורס יכולה להצביע על שינוי מגמה מהותי שיש בו התראה לפוטנציאל לנטישה מהקורס.

מידע על פעילות הסטודנטים, אשר מופק בנקודות זמן שונות עם התקדמות הלימודים בקורס, יכול לשמש כלי לאיתור סטודנטים פוטנציאליים לנטישה בשלבים מוקדמים, לפני הנטישה בפועל, בעבור מספר בעלי תפקידים כדוגמת מרצה הקורס או מקבלי החלטות באוניברסיטה. הכלי מאפשר למרצה לצפות תוך כדי מהלך הקורס בנתוני השימוש של הסטודנטים באתר, לאתר סטודנטים שלא עושים שימוש במערכת, ולקבל מידע על אופי פעילות סטודנטים באתר. זאת במטרה לאפשר למרצה ליצור קשר עם סטודנטים פוטנציאליים לנטישה, להבין את הסיבות לכך ולנסות לתת להם מענה.

בנוסף הכלי יאפשר למרצה להבין את היקפי השימוש ודפוסי השימוש באתר על מנת שיוכל לשפרם. באשר למקבלי החלטות באוניברסיטה, הכלי יאפשר למקבלי ההחלטות לראות נתונים ברמה המערכתית, להציף סטודנטים הפוטנציאלים לנטישה תוך התפלגות לפי פקולטות, מרצים וסוגי קורסים, וכן לצפות בתמונה הכוללת שלהם מכלל הקורסים אליהם הם רשומים. באופן זה ניתן יהיה לגבש תוכנית התערבות לסטודנטים אשר אותרו כפוטנציאלים לנטישה מחד, וכן להפיק לקחים לגבי קורסים ומרצים מסוימים בהם נצפים אחוזי נטישה גבוהים מאידך.

מחקר זה מציג ממצאים ראשוניים על אודות איתור הלומדים הצפויים לנשור מקורס או מהמסגרת הלימודית. מחקר עתידי ירחיב את כלי הניתוח ויוסיף משתנים משמעותיים נוספים העשויים להשפיע על יכולת הניבוי ובדיקת הפוטנציאל לנטישה מהלימודים כדוגמת מאפייני הקורס ואופי הפעילות של הסטודנט באתר. ייבחנו משתנים כגון סוג הקורס – חובה או בחירה, סוגי התכנים באתר הקורס, אופי פעילות הסטודנט – אקטיבית או פאסיבית וכד', ותיבחן השפעתם על יכולת הניבוי להמשך הלימודים.

מקורות

- Carter, V. (1996). Do media influence learning. Revisiting the debate in the context of distance education. *Open Learning*, 11(1), 31-40.
- Doherty, W. (2006). An analysis of multiple factors affecting retention in Web-based community college courses. *The Internet and Higher Education*, 9(4), 245-255.
- Frankola, K. (2001). Why online learners drop out. *WORKFORCE-COSTA MESA*-, 80(10), 52-61.
- Levy, Y. (2007). Comparing dropouts and persistence in e-learning courses. *Computers & Education*, 48, 185-204
- Lykourantzou, I., Giannoukos, I., Nikolopoulos, V., Mparadis, G., & Loumos, V. (2009). Dropout prediction in e-learning courses through the combination of machine learning techniques. *Computers & Education*, 53, 950-965.
- Macfadyen, L.P., & Dawson, S. (2010). Mining LMS data to develop "early warning system" for educators: A proof of concept. *Computers & Education*, 54, 588-599.
- Nistor, N., & Neubauer, K. (2010). From participation to dropout: Quantitative participation patterns in online university courses. *Computers & Education*, 55, 663-672.
- Parker, A. (2003). Identifying predictors of academic persistence in distance education. *USDLA Journal*, 17(1), 55-62.
- Park, J.-H., & Choi, H. J. (2009). Factors Influencing Adult Learners' Decision to Drop Out or Persist in Online Learning. *Educational Technology & Society*, 12(4), 207-217.
- Xenos, M. (2004). Prediction and assessment of student behavior in open and distance education in computers using Bayesian networks. *Computers and Education*, 43(4), 345-359.