

עבודת מחקר לקבלת תואר דוקטור לפילוסופיה
מוגשת למועצה המדעית של
מכון ויצמן למדע, רחובות-ישראל

פיתוח והערכת תכנית לימודים במדעי המחשב: "סוגי נתונים מופשטים" ככלי לייצוג ידע ופתרון בעיות בסביבת פרולוג"

מוגש על ידי:

ברוריה הברמן

מאי 1998

סיוון תשנ"ח

תקציר

עבודת המחקר המוצגת בחיבור זה, כוללת פיתוח, הפעלה והערכה של פרקי לימוד שמטרתם הוראת סוגי נתונים מופשטים (abstract data types) בסביבת פרולוג. פרקי הלימוד משובצים בתכנית הלימודים "מדעי המחשב – תכנות לוגי", המהווה יחידת לימוד שלישית בתכנית לימודים חדשה במדעי המחשב, ובתכנית הלימודים "מבוא לבינה מלאכותית ומערכות מומחות", המהווה אחת מארבע התמחויות במגמת טכנולוגיות מידע.

אוכלוסית התלמידים הלומדים "סוגי נתונים מופשטים" בהתאם לפרקי הלימוד שפותחו, כוללת ארבע קבוצות הנבדלות זו מזו ברמת החשיפה לסוגי נתונים מופשטים, הן ברמת הצגת המושג והן ברמת השימוש בהם ככלי לפיתוח מערכת ממוחשבת = תלמידים מתחילים ותלמידים מתקדמים – תלמידים מתמחים ברמת יסוד, תלמידים מתמחים ברמה מתקדמת ולתלמידים מומחים.

המושג "סוג נתונים מופשט" מוצג בהתאם ל"מודל הוראה גמיש" שפותח במסגרת העבודה תוך התחשבות באוכלוסיית היעד, מסגרת לימוד הנושא, רמת החשיפה למושג, מטרות, ושיקולים דידקטיים. המושג מוצג בשלוש רמות – רמת האיפיון (specification) ורמת השימוש (usage) – לכלל התלמידים לומדים להשתמש ב"קופסה שחורה" (black box) המייצגת סוג נתונים מופשט לפיתוח תכניות מחשב המתארות תחום ידע או בעיה נתונה. תלמידים משתמשים בסוגי נתונים מופשטים לפיתוח פרויקטים (מערכות ממוחשבות בהיקפים שונים וברמות שונות) במסגרת לימוד היחידות השונות.

המכלול ההוראתי שפותח בנסגרת העבודה כולל:

- פרקי לימוד בנושא "סוגי נתונים מופשטים" המותאמים לתלמידים מתחילים ותלמידים הלומדים את הנושא ברמה מתקדמת.
- פרקים במדריך למורה המתייחסים להוראת "סוגי נתונים מופשטים" לאוכלוסית תלמידים מתחילים.
- קבצים המגדירים "קופסאות שחורות" המייצגות סוגי נתונים מופשטים.

הנושא "סוגי נתונים מופשטים" נלמד במהלך השנים תשנ"א – תשנ"ח (1998-1991) בבתי ספר במסלול העיוני ובמסלול הטכנולוגי. המורים שלימדו את הנושא עברו הכשרה מתאימה במסגרת השתלמויות וסדנאות.

עבודת הפיתוח לוותה במחקר הערכה שאיפשר פיתוח חומרי הלמידה בשיטת העידון ההדרגתי כתלות במשוב מהשטח. המחקר מתייחס להיבטים קוגניטיביים הקשורים לשימוש בסוגי נתונים מופשטים ככלי לייצוג ידע ולפתרון בעיות בסביבת פרולוג, הישגי תלמידים ועמדותיהם כלפי סוגי נתונים מופשטים. המחקר נערך בשתי רמות: רמת התוצר – התייחסות לתכנית מחשב (או מערכת ממוחשבת) המשמשת לפתרון בעיה ורמת התהליך – התייחסות לתהליך פיתוח התוצר.

מטרות המחקר המרכזיות היו:

- לבדוק האם וכיצד תלמידים משתמשים בסוגי נתונים מופשטים לתיאור בעיה.
- כיצד שימוש בסוגי נתונים מופשטים בא לידי ביטוי ברמת תהליך התוצר ומהי השפעת השימוש בהם על איכות התוצר.
- כיצד שימוש בסוגי נתונים מופשטים בא לידי ביטוי ברמת תהליך של פתרון בעיות וייצוג ידע על ידי תלמידים.
- לבדוק באיזה אופן תופסים תלמידים את המושג "קופסה שחורה".
- לבדוק כיצד רמת החשיפה ל"סוגי נתונים מופשטים" משפיע על אופן השימוש בהם ככלי לפתרון בעיות ולייצוג ידע.

במחקר השתתפו תלמידים אשר למדו את הנושא "סוגי נתונים מופשטים" בסביבת פרולוג.

המחקר מבוסס על שילוב של שיטות הערכה איכותיות וכמותיות. תחילתו של המחקר היה במחקר אתנוגרפי מקדים אשר התבסס על תצפיות פסיביות ואיפשר זיהוי ראשוני של תופעות הקשורות לשימוש בסוגי נתונים מופשטים. המחקר המקדים היווה תשתית למחקר איכותי יזום ומאורגן שנערך הן ברמת התהליך והן ברמת התוצר. ברמת התהליך אורגנו סדנאות של פיתוח פרוייקטים בצוותא ונערך מעקב אחר תלמידים בודדים שעסקו בפיתוח פרוייקט אישי. ברמת התוצר הועברו שאלונים דיאגנוסטיים פתוחים שמטרתם לאפשר סיווג תופעות של שימוש בסוגי נתונים מופשטים. לצורך כך בוצע ניתוח איכותי וכמותי של תשובות התלמידים ונערכו ראיונות עם תלמידים שנתבקשו לנמק ולהסביר את תשובותיהם. כמו כן נערך ניתוח של תיקי עבודות של תלמידים שפיתחו פרוייקטים אישיים. בנוסף הועברו שאלוני עמדות ונערכו ראיונות עם תלמידים במטרה לברר את עמדותיהם כלפי "סוגי נתונים מופשטים".

ממצאי המחקר מעידים על כך שמודל ההוראה הגמיש להצגת המושג "סוגי נתונים מופשטים" שפותח בעבודה זו, איפשר הצגת המושג, כמושג במדעי המחשב וככלי לייצוג ידע ופתרון בעיות לאוכלוסית תלמידי תיכון ברמות שונות ובמסגרות שונות. ממצאי מחקר ההערכה מראים שסוגי נתונים מופשטים שינשו עבור תלמידים רבים כ"מארגן על" של תהליך פיתוח תכניות מחשב ותרמו לתהליך פיתוח מובנה ומסודר. השימוש בסוגי נתונים מופשטים שחרר את התלמידים מעיסוק בפרטים טכניים ברמת המימוש, איפשר עקיפת קשיים מושגים, ונתן לתלמידים הזדמנות לעסוק בפתרון בעיות מעניינות ומורכבות, להתרכז בניחות והבנת בעיות, בתכנון דרך הפתרון ולעסוק בהצרנה פשוטה תוך שימוש ב"קופסאות שחורות".

המחקר שבדק את תפיסת המושג "סוג נתונים מופשט" על ידי התלמידים והשימוש בו הלכה למעשה הראה כי תלמידים סגלו לעצמם שיטות שונות של שימוש בסוגי נתונים מופשטים וב"קופסאות שחורות" המציגות אותם לפיתוח תכניות הפותרות בעיה, אם בהתאם למודל ההוראה ואם בשיטות אחרות. חלק מהשיטות תואמות את מודל ההוראה ומעידות על תפיסה נכונה של המושג "סוג נתונים מופשט" כמושג במדעי המחשב, וחלקן מעידות על תפיסות שאינן תואמות את מהות המושג כפי שהוא מוגדר בדיסציפלינה. חיבור זה מתאר בפירוט סקירה וניתוח התפיסות השונות של המושג שנתגלו אצל תלמידים.

המחקר העלה שרמת חשיפה גבוהה לסוגי נתונים מופשטים אינה מבטיחה בהכרח שימוש בהם ברמת התאמה גבוהה למודל ההוראה. מתברר שתלמידים (המתמחים ברמה מתקדמת) גילו התנהגות חריגה בהקשר של שימוש ב"קופסאות שחורות" המייצגות סוגי נתונים מופשטים בזמן שנחשפו באופן אינטנסיבי לרמת המימוש שלהן. תלמידים אלו למדו תחילה, כמו שאר עמיתיהם, כיצד להשתמש ב"קופסאות שחורות" בלי להכיר את אופן בנייתן, ובהמשך לימודיהם נחשפו באופן אינטנסיבי, מעמיק וממושך לאופן בנייתן. מתברר שחשיפת רובד הצרנת המתארים הכלליים המוגדרים ב"קופסאות השחורות" פגמה זמנית במיומנויות השימוש של תלמידים אלו בסוגי נתונים מופשטים. יחד עם זאת אצל תלמידים שהמשיכו לימודיהם בנושא (תלמידים מומחים) רמת השימוש השתפרה ואף עלתה על רמת השימוש של תלמידי הקבוצות האחרות. המחקר העלה גם שבאוכלוסית תלמידים מתחילים ניכרת תרומת השימוש בסוגי נתונים מופשטים לפיתוח תוצרים נכונים, בעוד שבאוכלוסית תלמידים מתקדמים לא נמצאה תלות כזאת.

עמדות התלמידים כלפי הנושא "סוגי נתונים מופשטים" היו חיוביות ורובם ציינו את תרומת השימוש בסוגי נתונים מופשטים לתהליך פיתוח של מערכת ממוחשבת.

לאור ממצאי המחקר ניתן להסיק שהתכנית הופעלה בהצלחה. מודל ההוראה שפותח מתאים להוראת הנושא "סוגי נתונים מופשטים" לתלמידי תיכון כמושג מרכזי במדעי המחשב ומקנה לתלמידים את היכולת להשתמש בו ככלי לייצוג ידע ולפתרון בעיות בסביבת פרולוג.