

תכנות פונקציונלי

1. כללי

תכנית הלימודים מהווה חלופה לבחירה במסגרת פרדיגמה תכנותית נוספת. היא מיועדת לתלמידי כיתה י"א, בוגרי "יסודות 1" שלומדים על פי תכנית הלימודים החדשה וייגשו לבחינת בגרות ברמה של 3 או 5 יח"ל. התכנית נלמדת במשך שנת לימודים אחת בהיקף של 3 ש"ש. התכנית מורכבת מגרעין חובה ומשעות העשרה לבחירה.

2. רציונל

תכנית הלימודים מבוססת על שני עקרונות: שימוש במחשב ובמעבדה כמנוף ללמידה ולעידוד המוטיבציה ועיגון של התכנים הפורמליים בהתנסויות אישיות וקבוצתיות.

השימוש במחשב יכול לתרום רבות להעלאת המוטיבציה של התלמידים וכן לשיפור ההבנה של התכנים הנלמדים. לפיכך, חשוב לשמור על מסגרת של 2 ש"ש במעבדה. יתר על כן, המחשב והמעבדה מאפשרים להתבסס על ההתנסויות של התלמידים, ומתוכן להצמיח את הניסוחים הפורמליים של המושגים והרעיונות הנלמדים. תהליך הלמידה הנובע מגישה כזו, מתפתח כ"עלייה בסולם ההפשטה". כל נושא מרכזי ביחידת הלימוד נפתח בהתנסויות אישיות או קבוצתיות ונמשך בדיון רפלקטיבי שבו נערכות ההכללות המתאימות ומנוסחים פורמלית החוקים, הכללים, המושגים והרעיונות העיקריים.

יחידת הלימוד ותכניה מאורגנים סביב שלוש תקופות:

בתקופה הראשונה התלמידים עוסקים בהכרה ראשונית עם הסביבה, השפה והפרדיגמה. ההוראה בתקופה זו מבוססת על דפי הנחיה לעבודה עצמית במעבדה לצורך בניית התנסויות קונקרטיות וחקירה מודרכת שלאחריהם נערכים דיונים מסכמים בכיתה. שיעורי הכיתה מיועדים לטיפול ברעיונות המרכזיים, להצגת כלים חדשים ולתרגול נוסף.

התקופה השנייה מוקדשת לרקורסיה בכלל ולעיבוד רשימות רקורסיבי בפרט. ההוראה בתקופה זו מתחילה בפיתוח חשיבה רקורסיבית, מאפיינים של ניסוח רקורסיבי והבנת המנגנון של תהליכים רקורסיביים. לאחר מכן יש מעבר לעבודה במעבדה לצורך תרגול נוסף, היכרות עם מבנים רקורסיביים מתקדמים ולעיבוד רשימות.

בתקופה השלישית התלמידים בוחרים בפרויקט אישי או קבוצתי (אחד מתוך המודלים המוצעים להם) ומבצעים אותו.

הואיל והמונח "פרויקט" יכול לקבל פירושים שונים, נבחר שהכוונה היא לתרגיל שמרכז כמה נושאים לימודיים. התרגיל עוסק בנושא מרכזי אחד שהתלמידים צריכים לעבד אותו בשיטת עבודה עצמית. פיתוח התרגיל המסכם מאפשר לתלמיד לבנות תוצר משמעותי שמאפיין את סוג הפרויקטים המקובלים בפרדיגמה. העבודה עליו מספקת גם הזדמנות ליצירת קשרים בין התכנים הנלמדים.

3. מטרות לימודיות

- התלמיד ייחשף לפרדיגמה של תכנות פונקציונלי ויכיר את ההבדלים בינה לבין הפרדיגמה הפרוצדורלית.
- התלמיד יכיר את שפת התכנות Scheme (גרסת DrScheme).

משרד החינוך
המינהל למדע וטכנולוגיה
מגמת הנדסת תוכנה

- התלמיד יוכל לכתוב תכניות בשפת Scheme תוך כדי שימוש בעיקרון של פיתוח ועידון הדרגתי.
- התלמיד יוכל לקרוא, להבין ולנפות שגיאות בתכניות הבנויות מכמה פונקציות.
- התלמיד יכיר את הכוח של פונקציות כאובייקט מסדר ראשון ויוכל להעביר פונקציות כקלט וכפלט של פונקציות אחרות.
- התלמיד ילמד וידע לשלב מבני בקרה בסיסיים בתכניותיו.
- התלמיד יכיר את המושג פרמטר ויוכל להשתמש בפרמטרים בתכניותיו.
- התלמיד יכיר את המושג רקורסיה, יוכל לעקוב אחר תהליך הביצוע של פונקציות רקורסיביות ולתכנת פונקציות רקורסיביות מסוגים שונים.
- התלמיד יוכל לייצג נתונים מורכבים, יכיר טיפוסים נתונים מופשטים ויתכנת פונקציות הכרוכות בעיבוד רשימות.
- התלמיד יתכן, יבצע, יגיש וידגים פיתוח והרצה של פרויקט תכנותי.

4. הנחיות לארגון המעבדה

- על בית הספר לדאוג לצייד את מחשביו בחומרה המתאימה.
- על בית הספר לדאוג לצייד את מחשביו בתוכנה המתאימה. שפת התכנות שתשמש להוראת התכנית היא DrScheme. היא ניתנת להורדה מרשת האינטרנט ללא תשלום. כתובת האתר להורדת התוכנה - <http://www.cs.rice.edu/CS/PLT/packages/drscheme/download.html>
- כחלק מתכנית הלימודים שפותחה בטכניון, קיימים חומרי לימוד שמטפלים בכל דרישות התכנית. חומרים אלה כוללים חוברות עבודה לתלמיד ומדריך למורה. מומלץ להצטייד גם בחומרים אלה.
- לכל תלמיד דרוש תקליטון אישי לשמירת עבודותיו.
- יש לוודא שהמורה יסביר את כללי ונוהלי הבטיחות במעבדה ויקפיד על ביצועם.
- בית הספר ידאג לתקינות הציוד. ציוד מקולקל יתוקן בתוך 48 שעות.

5. הנחיות לארגון הלימודים ההתנסותיים במעבדה

- במעבדה אין להושיב יותר מאשר שני תלמידים ליד עמדת מחשב אחת.
- התלמידים יחונכו לשמור על הציוד, הסדר והניקיון.
- שעות המעבדה הן שעות הוראה לכל דבר, והן יועברו על ידי מורה המקצוע של הכיתה. על פי תכנית הלימודים כל תלמיד ילמד מדי שבוע שעתיים של התנסות במעבדה.
- מומלץ להקצות לתלמידים שעות לעבודה עצמית במעבדה, נוסף על שעות המעבדה הרשמיות. בשעות הנוספות יעסוק התלמיד בהכנת שיעורי בית בתרגול עצמי על פי הבנתו ובהכנת התרגילים המסכמים.
- ההתנסות במעבדה כרוכה בהתייחסות לכמה מקורות מידע, ביניהם מסך המחשב, דפי העבודה והנחיות המורה. כמו כן צריכים התלמידים במהלך ההתנסות לקרוא הנחיות, לשער השערות, לכתוב מסקנות ולענות על שאלות בעל פה או בכתב. שילוב זה של מקורות ושל מיומנויות חשיבה מיועד להעשיר את ההתנסות ולבססה. במהלך השיעורים הראשונים רצוי להקדיש זמן לרכישת הרגלי עבודה בשיעורי המעבדה. חשוב להרגיל את התלמידים לקרוא היטב את ההנחיות בדפי העבודה וכן את ההנחיות או המשפטים המופיעים על מסך המחשב.
- מומלץ לתכנן את ההוראה כך שהמטרות הלימודיות יושגו על ידי רוב הכיתה בפרקי זמן קבועים. יחד עם זאת, אופי העבודה במעבדה ובמיוחד בזמן פיתוח התרגילים המסכמים מחייב גמישות של המורה במתן אפשרות לכל תלמיד להתקדם לפי הקצב שלו.

6. הנחיות לארגון חומר הלימוד במקצוע

- בהתאם לגישה המבססת את הלמידה על התנסות ופעילות במעבדה, מומלץ לארגן את חומר הלימוד בתקופה הראשונה כך שמרכב הנושאים החדשים יוצגו תחילה במהלך ההתנסות האישית במעבדה. כמו כן, מומלץ ששיעורי הכיתה יתבססו על ההתרחשויות בשיעורי המעבדה, ויהוו סיכום להתנסויות אלה. כלומר, המורה יעלה לדיון בכיתה שאלות שעלו במהלך ההתנסות במעבדה, ויאפשר לתלמידים להציג את מחשבותיהם ומסקנותיהם ביחס לנושאי המעבדה. רצוי לשוחח על נקודות קושי משותפות שנצפו במהלך שיעור המעבדה, על מקרים מעניינים ופתרונות יצירתיים, על תפיסות מוטעות שגילה המורה במהלך התבוננותו בעבודת התלמידים ועל המסקנות והתשובות שרשמו התלמידים בדפי העבודה. דיון רפלקטיבי כזה אמור להביא, לבסוף, לניסוח מסודר של המושגים הנלמדים.
- מומלץ לדאוג לכך שלכל תלמיד יהיה קלסר עבור דפי הסיכום והתרגול המחולקים בשיעורים.

7. הנחיות דידקטיות

חזרות ומבחנים הם חלק בלתי נפרד מרצף הלימודים וההוראה במקצוע. המורה יתכנן ויבצע את החזרות והמבחנים בהתאם לצרכים. המבחנים ישאפו להיות עם חומר פתוח, בהתאם למגמה בבחינות הבגרות.

הזמן הנדרש

עיוני - 40 שעות

מעשי - 50 שעות

דרישות קדם

יסודות מדעי המחשב 1

אוכלוסיית יעד

תלמידים הלומדים מדעי המחשב ברמה רגילה או מוגברת

סביבת העבודה

שפת התכנות שנבחרה להמחשת עקרונות היחידה היא DrScheme.
ניתן להוריד את התוכנה מרשת האינטרנט ללא תשלום מהאתר -

<http://www.cs.rice.edu/CS/PLT/packages/drscheme/download.html>

מטרות היחידה

להציג גישה פונקציונלית (לעומת הגישה הפרוצדורלית) לפתרון בעיות במדעי המחשב באמצעות פרדיגמה תכנותית נוספת; לערוך היכרות עם עקרונות התכנות הפונקציונלי ומימושם בסביבת DrScheme.

להקנות כלים ושיטות לייצוג ידע ופתרון בעיות שניתן לממשם באמצעות תכנות פונקציונלי; להציג טיפוסים נתונים מופשטים כמודלים לייצוג ידע ושימוש בהם לפיתוח תכנות בסביבה פונקציונלית; להציג את הכוח של פונקציות כאובייקט מסדר ראשון; לשים דגש על חשיבה רקורסיבית ופתרון בעיות רקורסיביות; להציג כלים לעיבוד רשימות.

הפרקים וחלוקת השעות המוצעת

פרקי הלימוד	עיוני	מעשי
פונקציות יסוד	3	6
הגדרת פונקציות חדשות	4	6
הוראות תנאי	2	4
חשיבה רקורסיבית	5	-
פונקציות רקורסיביות	6	13
פיתוח תכנות מורכבות	8	18
נושאי העשרה	6	3
בחנים ומבחנים	6	-
סה"כ	40	50

פרקי הלימוד

פרק 1: פונקציות יסוד (9 שעות)

מטרות הפרק

להכיר את הסביבה התכנותית, פונקציות היסוד וטיפוסי הנתונים הבסיסיים של השפה; להכיר את העקרונות של הרכבת פונקציות.

פירוט התכנים

היכרות עם סביבת העבודה DrScheme, היכרות עם הפונקציות היסודיות בשפה (פונקציות מספריות, פונקציות לוגיות, פונקציות של רשימות), ביטוי תקני בשפה, שיטת התחילית (prefix), ארגומנטים של פונקציה, היכרות עם טיפוסי הנתונים הבסיסיים - מספר, אטום, ערך בוליאני, רשימה, מבנה של רשימה, סוגי רשימות (רשימה ריקה, רשימה שטוחה), הרכבת ביטויים פונקציונליים, תהליך החישוב של ביטוי מורכב, היכרות עם הודעות שגיאה מסוגים שונים.

פרק 2: הגדרת פונקציות חדשות (10 שעות)

מטרות הפרק

ללמוד כיצד מגדירים פונקציות חדשות וכיצד משתמשים בהן לצורך עידון הדרגתי; להציג טיפוסים נתונים מופשטים כמודלים לייצוג ידע.

פירוט התכנים

הגדרת פונקציות חדשות ותרומתן להעשרת השפה, הגדרת פונקציות שמחזירות ערכים מטיפוסים שונים, פרמטרים והיכולת לכתוב בעזרתם פונקציות כלליות, פרמטר פורמלי ואקטואלי, ייצוג מידע מורכב בעזרת רשימות, הכנה לקראת פיתוח תכניות מורכבות, שקילות של פונקציות, הכרת העורך של סביבת העבודה.

פרק 3: הוראות תנאי (6 שעות)

מטרות הפרק

להכיר את הוראת התנאי והשימוש בה.

פירוט התכנים

הוראת התנאי cond, כתיבת פונקציות שמכילות הוראות תנאי, מסננת קלט, קשרים לוגיים.

פרק 4: חשיבה רקורסיבית (5 שעות)

מטרות הפרק

היכרות עם תופעות רקורסיביות והמאפיינים שלהן, תיאורים שונים לתופעות רקורסיביות, היכרות עם הגדרות וניסוחים רקורסיביים.

פרק 5: פונקציות רקורסיביות (19 שעות)

מטרות הפרק

מעבר מאלגוריתם רקורסיבי לפונקציה רקורסיבית, היכרות עם פונקציות רקורסיביות מסוגים שונים, היכרות עם תהליך החישוב הרקורסיבי, היכרות עם כלים שונים לעיבוד רשימות, היכרות עם פונקציות מסדר גבוה (מיפוי וסינון), היכרות עם רקורסיה ליניארית ורקורסיה דו-ממדית, שימוש ברקורסיה ובעיבוד רשימות כדי לבנות ממשקים לטיפוסי נתונים מופשטים.

פרק 6: פיתוח תכניות מורכבות (29 שעות)

מטרות הפרק

לאפשר לתלמידים לקבל תמונה כללית של יחידת הלימוד.

פירוט התכנים

כתיבת תכנית אינטראקטיבית הקולטת מידע מהמשתמש ומגיבה בהתאם, פיתוח תכניות מורכבות, בנייה הדרגתית של פרויקט לפי בחירת התלמיד. הפרויקט יכול להיות מתחומים שונים.

פרק 7: נושאי העשרה (9 שעות)

פירוט התכנים

הפשטת נתונים (טיפוסי נתונים מורכבים); ביטויי למדא והחזרת פונקציה כפלט של פונקציה; הפשטה לשונית (מבנה האינטרפרטר); שימושים שונים של עצים (כמו עצי משחק); בינה מלאכותית.

ספרות מקצועית

1. תכנות פונקציונלי - ספר ראשון. (1999). מגוון - מחקר ופיתוח בהוראת מדעי המחשב, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון חיפה.
2. תכנות פונקציונלי - ספר שני. (1999). מגוון - מחקר ופיתוח בהוראת מדעי המחשב, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון חיפה.
3. תכנות פונקציונלי - מדריך למורה. (1999). מגוון - מחקר ופיתוח בהוראת מדעי המחשב, המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון חיפה.

1. Abelson, H., Sussman, G.J., Sussman, J. (1996). *Structure and Interpretation of Computer Programs*. Second Edition. MIT Press.
2. Eisenberg, M., Abelson, H. (1988). *Programming in Scheme*. The Scientific Press.
3. Felleisen, M., Fidler, R.B., Flatt, M., Krishnamurti, S. (1998). *How to Design Programs*. Rice University, Houston, Texas.
4. Ferguson, I., Martin, E., Kaufman, B. (1992). *The Schemers Guide*. Schemers Inc.
5. Friedman, D.P., Felleisen, M. (1987). *The Little Lisper*. MIT Press.
6. Friedman, D.P., Felleisen, M. (1996). *The Little Schemer*. MIT Press.
7. Friedman, D.P., Felleisen, M. (1996). *The Seasoned Schemer*. MIT Press.
8. Harvey, B., Wright, M. (1993). *Simply Scheme, Introducing Computer Science*. MIT Press.