

## מדעי המחשב ב

### מבנה נתונים

#### דרישות קדם

ידיעה טובה ושליטה בנושאים האלה : ניתוח בעיה וניסוח פתרון באופן אלגוריתמי ; מערכים ורשומות/מחלקות ; פונקציות ופרוצדורות/פעולות, כולל העברת פרמטרים, על ידי הפניה או על ידי ערך ; רקורסיה ; לוגריתמים.

#### אוכלוסיית יעד

תלמידי רמה מוגברת במדעי המחשב שסיימו לפחות יסודות מדעי המחשב 1 ויסודות מדעי המחשב 2.

#### מטרות היחידה

- להקנות את עיקרי הגישה המערכתית.
- לפתח את החשיבה המופשטת על ידי היכולת להגדיר כלים מורכבים מאלו הבסיסיים הניתנים על ידי שפת התכנות, במיוחד על ידי הגדרת טיפוסים נתונים מופשטים.
- להכיר טיפוסים נתונים מופשטים ידועים (כגון : רשימה, מחסנית, תור, עץ בינרי) ושימוש בהם לפתרון בעיות נתונות.
- להגדיר טיפוסים נתונים מופשטים חדשים ומימושם.
- להקנות יכולת לנתח את יעילותם של אלגוריתמים ואת התכניות המממשות אותם.
- להכיר אלגוריתמים המאפשרים פעולות מתקדמות (חיפוש ומיון) על טיפוסים נתונים שונים ; לעשות בחינה השוואתית של יעילות האלגוריתמים הנלמדים ביחידה.
- להקנות יכולת לבחור טיפוסים נתונים המתאימים למימוש פתרון לבעיה, להגדיר את הטיפוסים, להעמידם לרשות המשתמש על ידי כתיבת ממשקים מתאימים ומימושם בשפת התכנות הנלמדת.

#### סביבת העבודה

שפת התכנות האפשרית ביחידה זו C# .

#### פרק 1 : מבוא ורקורסיה

#### מטרות הפרק

- להכיר הכרה ראשונית את המושג רקורסיה ככלי לפתרון בעיות.
- להכיר את היתרונות והחסרונות של כתיבה רקורסיבית.
- להציג את הרקע הכללי ליחידת הלימוד "עיצוב תכנה".
- להציג את הצורך והתועלת שבחלוקת מערכת לתת-משימות.
- להעמיק בשיטת התכנון מלמעלה למטה.
- להכין למשימה הנלווית על ידי חשיפת התלמידים למושגים הבסיסיים הדרושים לעיסוק בה.

#### פירוט התכנים

הנדסת תכנה ; תכנון מהכלל אל הפרט ; מפרט מערכת ; מודול ; ממשק ; מימוש ; הסתרת מידע ; שימוש חוזר בקוד ; ממשק למשתמש .  
מערכת תכנה : תכונות (נכונות, עמידות, יעילות, תיעוד), תחזוקה, שדרוג.

**פרק 1: רקורסיה:** קריאה רקורסיבית; בסיס הרקורסיה; תנאי עצירה; מעקב על אלגוריתמים רקורסיביים; כתיבת אלגוריתם רקורסיבי. יש להדגיש את הקשר בין הגדרות רקורסיביות (למשל, הגדרת עצרת או מספרי פיבונצ'י), לבין התכונות הרקורסיביות שלהם. יש לציין יתרונות וחסרונות של תכנות רקורסיבית, מבחינת תהליך התכנות, זמן ריצה ומקום בזיכרון.

תלמידי הרמה הרגילה ילמדו רק רקורסיה פשוטה, כגון עצרת, ולא רקורסיה כפולה כגון סדרת פיבונצ'י. התלמידים הלומדים ביחידה הרביעית ילמדו גם רקורסיה כפולה (מתנדנדת) כמו סדרת פיבונאצי.

## **פרק 2: מחסנית מטרות הפרק**

- לתרגל הגדרה של טיפוס נתונים מופשט.
- לערוך היכרות עם טיפוס הנתונים המופשט 'מחסנית' על ידי שימושים שונים.
- לתרגל את מימוש טיפוס הנתונים מחסנית.

## **פירוט התכנים**

הגדרת טיפוס הנתונים מחסנית, ערכים ופעולות; הכרת הממשק של מחסנית (ראו נספח); מימוש המחסנית על ידי מערך.

## **פרק 3: יעילות מטרות הפרק**

- להבין את המושג 'יעילות', באמצעות הכרת המדד של סיבוכיות זמן הריצה, ואת חשיבות של מדד זה.
- ללמוד מושגים בסיסיים בתחום היעילות (המקרה הגרוע ביותר).
- לאבחן שמדד טוב לסיבוכיות הזמן של אלגוריתם הוא מספר הצעדים הבסיסיים שהאלגוריתם מבצע כתלות באורך הקלט.
- להכיר את המושג 'סדר גודל' ( $O$  גדול).
- לבצע ניתוח של סיבוכיות זמן ריצה של אלגוריתם.

## **פירוט התכנים**

כיצד מודדים יעילות של אלגוריתם, מקום וזמן; ניתוח סיבוכיות זמן ריצה של אלגוריתמים; אורך קלט; צעד בסיסי; שיפור יעילותו של אלגוריתם בקבוע; סדר גודל; הכרת משפחות של סדרי גודל: לוגריתמי, לינארי, ריבועי ומעריכי; השוואת סדרי גודל שונים עבור אורכי קלט שונים; מקרה טוב, גרוע וממוצע; שיפור יעילות של אלגוריתם בסדר גודל; הבנת ההבדל בין שיפור בקבוע לעומת שיפור בסדר גודל; חיפוש סדרתי וחיפוש בינרי.

ניתוח יעילות של מיון-בועות ומיון-מיזוג (שנלמדו ביסודות מדעי המחשב 2). בכל הפרקים הבאים יש להתייחס ליעילותם של האלגוריתמים השונים בהתאם לדרכי ייצוג שונות.

## **פרק 4: רשימה / שרשרת חוליות** **מטרות הפרק**

- להכיר את טיפוס הנתונים 'רשימה'.
- להפנים את העיקרון של הסתרת מידע באמצעות היכרות עם מימושים שונים לאותו ממשק.
- להכיר את המנגנון של הקצאת זיכרון דינמית.
- לממש טיפוס נתונים מופשט באמצעות שימוש בטיפוס נתונים קיים (מחסנית ותור הממומשים בעזרת שרשרת חוליות).

### **פירוט התכנים**

כתיבת ממשק לטיפוס הנתונים שרשרת חוליות; הגדרת המושג 'מקום ברשימה'; הקצאה זיכרון דינמית; ייצוג רשימה על ידי שרשרת חוליות; מחסנית ותור כמקרים פרטיים של רשימה; מיון הכנסה.

השוואת יעילותם של אלגוריתמים שונים לפי דרכי הייצוג השונות.

## **פרק 7: עץ בינארי** **מטרות הפרק**

- להכיר את טיפוס הנתונים 'עץ בינארי' ושימושים שונים שלו.
- לתרגל את השימוש בשגרות רקורסיביות ולהעריך את יעילותן.
- להכיר מהו עץ חיפוש בינארי והשימוש בו למיון.

### **פירוט התכנים**

הכרת טיפוס הנתונים עץ בינארי: אב, אב-קדמון, אח, בן (שמאלי, ימני), גובה, מסלול, עלה, עץ, עץ בינארי מלא, צאצא, צומת, קשת, רמה, שורש, תת-עץ (שמאלי, ימני); הכרת הממשק של טיפוס הנתונים עץ בינארי (ראו נספח). סריקה בסדר סופי; סריקה בסדר תוכי; סריקה בסדר תחילי; סריקה לפי רמות; עץ חיפוש; מיון על ידי עץ חיפוש.

## **פרק 8 - שילוב והרכבה של מבני נתונים מופשטים**

- במסגרת התרגיל מומלץ לאפשר לתלמידים גישה חופשית למעבדת מחשבים גם מעבר לשעות הלימודים הרשמיות.
- כל מורה ינהל את התרגיל המסכם כראות עיניו, תוך התייחסות, קרובה ככל האפשר, למטרות הבאות:
- להתנסות בבניית מערכת תכנה (קטנה) החל משלב ניתוח הדרישות של הלקוח, האפיון והתכנון של המערכת ועד לבנייה של מערכת ממוחשבת, מובנית, העונה על הדרישות הראשוניות והניתנת לשיפורים ולהרחבה.
- לתרגול באופן מעשי טיפוסים הנתונים הנלמדים ביחידת עיצוב תכנה תוך שימוש ויישום המושגים המוצגים ביחידה והנדרשים בזמן תכנון מערכת תכנה ופיתוחה: תכנון מהכלל אל הפרט, מודולריות, הסתרת מידע, יחידת ספרייה/מחלקה, מפרט מערכת, ממשק, טיפוסים נתונים, יעילות של מימושים, תיעוד, קריאות ועוד.
- להתנסות חלקית בעבודת צוות. (העבודה על מערכת תכנה מורכבת, הכוללת יחידות עצמאיות, ממחישה את הצורך בעבודה של מספר צוותים המפתחים במקביל חלקים שונים של אותה תכנה).

## מודלים חישוביים

### אוכלוסיית יעד

תלמידים אשר למדו מדעי המחשב ברמה רגילה.

### מטרת היחידה

לערוך היכרות עם תחום תאורטי של מדעי המחשב, המתאר מכוונות חישוב באמצעות כמה מודלים ומנתח את כוחם ותכונותיהם של מודלים אלה.

### טבלת הפרקים

פרקי הלימוד
פרק 1 - תיאור מערכות ופתרון חידות
פרק 2 - אוטומט סופי דטרמיניסטי
פרק 3 - מילים ושפות פורמליות
פרק 4 - מודלים נוספים של אוטומט סופי
פרק 5 - אוטומט המחסנית
פרק 6 - כוחו ומגבלותיו של מודל אוטומט המחסנית
פרק 7 - מכוונת טיורינג

### ביבליוגרפיה

1. האונ' הפתוחה (1991), *אוטומטים ושפות פורמליות*, כרכים א' ו-ב'.
  2. הראל ד. (1991), *אלגוריתמיקה, יסודות מדעי המחשב*, האונ' הפתוחה.
  3. (1993) Barwise, Etchemendy *Turing's World, An Introduction*, CLSI Publications, *Computability Theory to*
  4. (1994) Davis, Sigal, Weyuker *Computability, Complexity*, *Languages, Fundamentals of Theoretical Computer and Science*, Academic Press
  5. (1979) Hopcroft, Ullman *Introduction to Automata*, Addison-Wesely, *Languages and Computations, Theory*
  6. היחידה מחולקת לשלושה חלקים:  
אוטומט סופי.  
אוטומט מחסנית.  
מכוונת טיורינג.
- חלק ראשון - האוטומט הסופי (פרקים 1 - 4)**  
חלק זה נוטל נתח עיקרי מהזמן המוקדש ליחידת לימוד זו. כאן מוקנים לתלמידים בהדרגה הכלים, דרכי החשיבה בתחום והמונחים המקובלים בו תוך עיסוק במשפחת השפות הרגולריות (באמצעות האוטומטים הסופיים). המודלים שמוצגים בחלק זה הם האוטומט הסופי הדטרמיניסטי, האוטומט הסופי הדטרמיניסטי הלא מלא והאוטומט הסופי הלא דטרמיניסטי.
- חלק שני - אוטומט המחסנית (פרקים 5 - 6)**  
חלק זה עוסק במשפחת השפות חופשיות ההקשר ומציג אותה באמצעות מודל אוטומט המחסנית.
- חלק שלישי - מכוונת טיורינג (פרק 7)**

חלק זה מציג מודל לתכנית מחשב - מכונת טיורינג - ונערך בו דיון על התיזה של צ'רץ' וטיורינג ועל מגבלותיו של המחשב.

### **פרק 1: תיאור מערכות ופתרון חידות**

#### **מטרת הפרק**

1. להכיר את המושגים הבסיסיים בתחום.

#### **פירוט התכנים**

תיאור גרפי של מערכות: דוגמאות ומושגים (מצב, קלט, מעבר, מצב התחלתי). פתרון חידות בעזרת תיאור גרפי: דוגמאות ומושגים (מצב מקבל, מצב מלכודת).

### **פרק 2: אוטומט סופי דטרמיניסטי**

#### **מטרות הפרק**

1. להציג מודל האוטומט הסופי הדטרמיניסטי.

2. לתרגל בניית אוטומטים.

#### **פירוט התכנים**

אוטומט סופי דטרמיניסטי; מסלול חישוב מקבל ולא מקבל; תיאור אוטומט בדרך גרפית או על-ידי פירוט מרכיביו תוך שימוש בטבלת מעברים או בפונקציית מעברים. אוטומטי ספירה, חיפוש.

### **פרק 3: מילים ושפות פורמליות**

#### **מטרות הפרק**

1. להכיר מושגים בסיסיים בתורת השפות הפורמליות.

2. לחקור את כוחו של מודל האוטומט הסופי הדטרמיניסטי ואת תכונות משפחת השפות הרגולריות.

משפחת השפות הרגולריות.

#### **פירוט התכנים**

מושגים בסיסיים: אות, א"ב, מילה, אורך מילה, המילה הריקה, שפה פורמלית. פעולות על מילים ועל שפות: שרשור, חזקה, היפוך. שפה רגולרית, שפות שאינן רגולריות, תכונות סגירות של משפחת השפות הרגולריות: דיון בסגירות לחלקיות, משלים, חיתוך ואיחוד.

### **פרק 4: מודלים נוספים של אוטומט סופי**

#### **מטרות הפרק**

1. להבין כיצד אפשר - על-ידי שינוי הגדרה קיימת של מודל חישובי - לקבל מודלים חדשים.

2. להכיר את מושג האי-דטרמיניזם ולדון בהשוואת כוחם של מודלים חישוביים.

#### **פירוט התכנים**

אוטומט סופי דטרמיניסטי לא מלא; אוטומט סופי לא דטרמיניסטי; שקילות של מודל האוטומט הסופי הדטרמיניסטי ומודל האוטומט הסופי הלא דטרמיניסטי; תכונות סגירות של משפחת השפות הרגולריות: דיון בסגירות לשרשור, היפוך ואיחוד.

### **פרק 5: אוטומט המחסנית**

#### **מטרת הפרק**

1. להכיר את מודל אוטומט המחסנית הלא דטרמיניסטי.

2. לתרגל את בניית אוטומט המחסנית.

#### **פירוט התכנים**

השימוש במחסנית כמבנה עזר, אוטומט מחסנית לא דטרמיניסטי.

### **פרק 6: כוחו ומגבלותיו של מודל אוטומט המחסנית**

#### **מטרות הפרק**

1. הכרת כוחו ומגבלותיו של מודל אוטומט המחסנית.

2. השוואת המודל החדש למודל האוטומט הסופי.

### **פירוט התכנים**

אוטומט מחסנית דטרמיניסטי ; השוואה בין כוח החישוב של אוטומט מחסנית לא דטרמיניסטי לבין אוטומט מחסנית דטרמיניסטי, משפחת השפות חופשיות ההקשר ; שפות שאינן חופשיות ההקשר ; תכונות סגירות של משפחת השפות חופשיות ההקשר : דיון בסגירות חלקיות, משלים, חיתוך, איחוד, שרשור, היפוך.

### **פרק 7: מכונת טיורינג**

#### **מטרות הפרק**

1. להציג מכונת טיורינג כמודל לתכנית מחשב.

2. להכיר את התיזה של צ'רץ' וטיורינג.

### **פירוט התכנים**

מכונת טיורינג: הגדרה, דוגמאות ותרגילים, אי-עצירה של מכונות טיורינג, מכונות טיורינג שמחשבות פונקציות, השקילות של תכנית מחשב ומכונת טיורינג, התיזה של צ'רץ' וטיורינג, בעיית העצירה.