

פרק 2 – פתרון בעיות אלגוריתמיות

פרק זה עורך הכרה עם הנושא שבו נעסוק למעשה במהלך כל לימוד היחידה: פתרון בעיות אלגוריתמיות. נכיר את המושג אלגוריתם, מושג מרכזי וחשוב במדעי המחשב, שמשמעותו למעשה פתרון לבעיה, פתרון שאפשר אחר כך לתרגמו לתוכנית מחשב. לאחר מכן נערוך היכרות ראשונית עם מושג התבנית. גם תבנית היא אלגוריתם, כלומר פתרון לבעיה, אך היא יכולה גם לשמש כתת-פתרון לבעיות רבות בעלות מאפיינים משותפים.

2.1 אלגוריתמים

המושג **אלגוריתם** שנתמקד בו בפרק זה, הוא מושג מרכזי במדעי המחשב. בפרק זה נכיר ונפתח אלגוריתמים ראשוניים, אשר אינם מיועדים לביצוע במחשב. בפרק הבא ובפרקים הבאים אחריו נפתח אלגוריתמים המיועדים ליישום בתוכניות מחשב, לביצוע במחשב.

קבוצת ההוראות שבדוגמה הבאה היא אלגוריתם:

1. הריג עשר כוסות מים
2. הוסף קורט מל
3. הוסף ג'י קילו פתיים למים הרוגים
4. הכא את המים לריגה נוספת
5. כאל את הפתיים למשך 20 דקות על אש קטנה
6. סן את הפתיים

האלגוריתם שבדוגמה זו הוא מתכון לבישול חצי קילו פתיתים.

הנה דוגמה נוספת לאלגוריתם:

1. כגרי מספר שלם חיובי
2. גברי את מספר המספר
3. גרק את הגוצאה 3-2
4. כגרב את שארית הגואקה

שאלה 2.1

מהי תוצאת ביצוע האלגוריתם שלעיל עבור המספר 1977?

באופן כללי ניתן לומר כי אלגוריתם הוא מתכון אך לא דווקא לבישול:

אלגוריתם הוא מתכון לביצוע משימה. אלגוריתם מורכב תמיד מקבוצת הוראות חד-משמעיות ואפשריות לביצוע, אשר סדר ביצוען מוגדר היטב.

המילים המודגשות בהגדרה שלעיל הן שלושת המאפיינים החשובים לאלגוריתם: חד-משמעיות, אפשריות לביצוע וסדר ביצוען מוגדר היטב.

חד-משמעיות: הוראה המופיעה באלגוריתם חייבת להיות חד-משמעית. כלומר, כל ביצוע שלה צריך להסתיים תמיד באותה תוצאה. כך, למשל, ההוראה השנייה בדוגמה האחרונה, *גברי את מספר המספר*, היא חד-משמעית. לעומתה, ההוראה *גברי את מספר המספר* אינה חד-משמעית: אנשים שונים יזוזו לפיה למקומות שונים, וייתכן גם כי אותו אדם יזוז לפיה אחרת בפעמים שונות.

אפשר לבצע: הוראה באלגוריתם צריכה להיות אפשרית לביצוע, ובפרט, עליה להתאים למבצע המיועד שלה. למשל טבח יכול לבצע את ההוראה *היגא אל האטוס*. ההוראה *היגא אל האטוס*.

סדר ביצוע: סדר ביצוע הוראות האלגוריתם הוא לפי סדר הופעתן, אם לא נאמר אחרת. הביצוע של האלגוריתם מסתיים כאשר אין יותר הוראות. כאשר ביצוע של הוראה מסתיים, ממשיכים להוראה הבאה.

צורת הכתיבה שאנו כותבים בה אלגוריתמים נקראת כתיבה בפסאודו-קוד. **פסאודו-קוד** (קוד מדומה, pseudo-code) של אלגוריתם הוא ייצוג או כתיבה של האלגוריתם בדרך דמוית שפת תכנות, כלומר, במילים ובמשפטים בשפה חופשית אבל ברורה וחד-משמעית.

המונח "אלגוריתם" נגזר ככל הנראה משמו של המתמטיקאי מוחמד אל-חואריזמי, שהשתבש לאל-גואריזמי. אל-חואריזמי חי במאה ה-9 לספירה, באזור חואריזם, אשר נמצא היום באוזבקיסטן. אל-חואריזמי היה הראשון שניסח את הכללים המשמשים אותנו עד היום לביצוע ארבע פעולות החשבון הבסיסיות. במאה ה-14 החל המונח "אלגוריתם" להיות שגור בפי המתמטיקאים, ככינוי ל"מתכון מתמטי". מתכונים מתמטיים כאלו הם למשל אלגוריתם להכפלת שני מספרים ("כפל ארוך"), אלגוריתם להעלאה בחזקה של מספר אחד באחר, אלגוריתם למציאת המחלק המשותף הגדול ביותר של שני מספרים שלמים חיוביים (האלגוריתם של אוקלידס).

אנו נתמקד באלגוריתמים כפתרון לבעיות אלגוריתמיות:

בעיה אלגוריתמית היא בעיה אשר נתונות בה נקודת מוצא ומטרה ונדרש אלגוריתם שלאחר ביצועו מגיעים מנקודת המוצא אל המטרה.

כלומר, בעיה אלגוריתמית מגדירה למעשה משימה: הגעה מנקודת המוצא הנתונה אל המטרה הנתונה. אלגוריתם הפותר את הבעיה הוא מתכון לביצוע המשימה הזאת. הנה דוגמה לבעיה אלגוריתמית:

הציה 1

מטרת הבעיה ופתרונה: הצגת בעיה אלגוריתמית ראשונה, והצגת אלגוריתם לפתרונה.

שייט נמצא על גדת נהר ועמו כרוב, כבש וזאב. הוא רוצה לעבור לגדה השנייה בסירה קטנה ולהעביר את השלושה. הסירה יכולה להכיל בו-זמנית רק את השייט ועוד אחד מבין שלושת הפריטים שאיתו. השייט אינו יכול להשאיר את הזאב ואת הכבש ביחד או את הכבש ואת הכרוב ביחד ללא השגחתו. פתחו אלגוריתם שינחה את השייט כיצד להעביר את הכבש, את הזאב ואת הכרוב מהגדה האחת אל האחרת.

בעיה זו מגדירה משימה של חציית נהר באילוצים שונים. נקודת המוצא היא המצב שהשייט, הזאב, הכבש והכרוב נמצאים על גדה אחת (גדה א) של הנהר. המטרה היא המצב שהשייט, הזאב, הכבש והכרוב נמצאים על הגדה האחרת (גדה ב).

נציג אלגוריתם אשר מורה כיצד לבצע את המשימה המתוארת בבעיה. בצד הוראות האלגוריתם מוצג מעקב אחר מהלך ביצועו.

אלגוריתם לפתרון בעיה 1

גדה ב	גדה א	
	שייט, כרוב, כבש, זאב	(נקודת המוצא) ←
שייט, כבש	כרוב, זאב	1. הפלא מגדה א לגדה ב עם הכבש
כבש	שייט, כרוב, זאב	2. הפלא מגדה ב לגדה א לזב
שייט, כבש, זאב	כרוב	3. הפלא מגדה א לגדה ב עם הזאב
זאב	שייט, כרוב, כבש	4. הפלא מגדה ב לגדה א עם הכבש
שייט, כרוב, זאב	כבש	5. הפלא מגדה א לגדה ב עם הכרוב
כרוב, זאב	שייט, כבש	6. הפלא מגדה ב לגדה א לזב
שייט, כרוב, כבש, זאב		7. הפלא מגדה א לגדה ב עם הכבש

? האם זהו האלגוריתם היחיד הפותר את בעיה 1?

לא. למשל גם האלגוריתם הבא הוא פתרון לבעיה 1:

1. הפלא מגדה א לגדה ב עם הכבש
2. הפלא מגדה ב לגדה א לזב
3. הפלא מגדה א לגדה ב עם הכרוב
4. הפלא מגדה ב לגדה א עם הכבש
5. הפלא מגדה א לגדה ב עם הזאב
6. הפלא מגדה ב לגדה א לזב
7. הפלא מגדה א לגדה ב עם הכבש

שימו ♥ : במקרים רבים קיים יותר מאלגוריתם אחד הפותר בעיה אלגוריתמית נתונה.

2.2 שאלה

עקבו באמצעות טבלה מתאימה אחר מהלך ביצוע האלגוריתם הנוסף לפתרון בעיה 1.

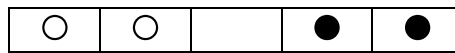
סוף פתרון בעיה 1

בעיה 1 היא בעיה ספציפית העוסקת בפריטים מסוימים (כרוב, כבש, זאב). אפשר להרחיב אותה לבעיה כללית שנתונים בה שלושה פריטים כלשהם, הנמצאים בגדה א, ויש להעבירם לגדה ב, בשמירה על האילוצים שבבעיה 1. את הבעיה הכללית אפשר לפתור באמצעות אותם אלגוריתמים שפותרים את בעיה 1, אך צריך יהיה להחליף בהם כל התייחסות ספציפית לכרוב, לכבש ולזאב ב"פריט 1", ב"פריט 2", וב"פריט 3" בהתאמה. כך אפשר יהיה להשתמש באותו אלגוריתם כדי לפתור את הבעיה עבור כל שלושה פריטים המתאימים לאילוצים. למשל, עבור כלב, חתול ועכבר, או עבור אריה, פרה וחציר. גם במקרה של כלב, חתול ועכבר, לא ניתן להשאיר את פריט 1 (כלב) ואת פריט 2 (חתול) יחד ללא השגחה, וגם לא את פריט 2 (חתול) ואת פריט 3 (עכבר). כך גם לגבי המקרה שפריט 1 הוא אריה, פריט 2 הוא פרה ופריט 3 הוא חציר.

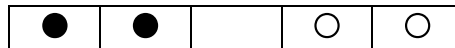
במדעי המחשב עוסקים בדרך כלל בבעיות אלגוריתמיות, אשר לכל אחת מהן אפשרויות רבות לנקודת מוצא. אלגוריתם הפותר בעיה אלגוריתמית שעבורה כמה נקודות מוצא, צריך להיות כללי ולפתור את הבעיה עבור כולן.

שאלה 2.3

על לוח בן חמש משבצות מונחות שתי אבני משחק מצבע אחד ושתי אבני משחק מצבע אחר בנקודת המוצא הבאה:



המטרה היא להביא את אבני המשחק למצב:



הפעולות המותרות הן: העברת אבן משחק למשבצת סמוכה פנויה, והקפצת אבן משחק מצבע אחד מעל לאבן משחק מצבע אחר אל משבצת פנויה.

פתחו אלגוריתם להעברת אבני המשחק מנקודת המוצא אל מצב המטרה.

שימו ♥: בבעיה זו מספר רב של אפשרויות לנקודת המוצא, כיוון שכל זוג צבעים שונים של אבני המשחק מכתוב למעשה נקודות מוצא שונות. האלגוריתם שתפתחו יתאים לכל זוג צבעים, ולכן יהיה כללי.

בפתרון בעיה 1 פיתחנו אלגוריתם, אשר בכל ביצוע שלו מבוצעות כל הוראותיו, זו אחר זו, לפי סדר הופעתן. לעתים יש צורך באלגוריתמים אשר ביצוע חלק מההוראות בהם הוא מותנה. נראה זאת בבעיה הבאה.

קצ'ה 2

מטרת הבעיה ופתרונה: הצגת אלגוריתם שיש בו הוראה לביצוע-בתנאי.

שני מקלים, מכל א ומכל ב, מכילים מספר שונה של תפוזים. סכום מספרי התפוזים בשני המכלים הוא זוגי.

פתחו אלגוריתם להעברת תפוזים בין המכלים, כך שתבצע רק העברה אחת של מספר תפוזים, ולאחר ההעברה יכילו המכלים מספר שווה של תפוזים.

שימו ♥: יש אפשרויות רבות לנקודת המוצא, כי יש אפשרויות רבות לזוגות מספרי תפוזים שונים זה מזה שסכומם זוגי.

שאלה 2.4

באלגוריתם לפתרון יהיה צריך לציין כמה תפוזים יש להעביר בין המכלים כדי שמספרי התפוזים בשני המכלים יהיו שווים. לפניכם זוגות של מספרי תפוזים. בכל זוג המספר השמאלי מציין את מספר התפוזים במכל א, והמספר הימני מציין את מספר התפוזים במכל ב. עבור כל זוג, חשבו כמה תפוזים יש להעביר מהמכל המלא יותר למכל הפחות מלא.

א. 100 160

ב. 971 935

ג. 1 1001

בעזרת התשובה לשאלה 2.4 ניתן להיווכח שמספר התפוזים להעברה הוא חצי מההפרש בין מספרי התפוזים שבמכלים. צריך לחשב מספר זה לפני ההעברה, ולכן ההוראה הראשונה

באלגוריתם לפתרון הבעיה תהיה:

יש ארבע מספרים הגורמים להעברה: גודל המספר בין המספרים
שנבחרים

אם במכל א יש יותר תפוזים, צריך לבצע את ההוראה הבאה:

העבר גורמים ממכל א למכל ב על פי המספר המוגדר

ואם במכל ב יש יותר תפוזים, צריך לבצע את ההוראה הבאה:

העבר גורמים ממכל ב למכל א על פי המספר המוגדר

❓ כיצד נבחר איזו משתי ההוראות לבצע?

בחירת ההוראה המתאימה לביצוע תיקבע על פי תנאי. התנאי המתאים הוא:

מכל א יש יותר גורמים מאשר במכל ב

אם התנאי יתקיים, תבצע ההוראה הראשונה. אחרת, תבצע ההוראה השנייה. באלגוריתם

לפתרון הבעיה ננסח את ההתניה הזאת על ידי הוראה לביצוע-בתנאי באופן הבא:

אלגוריתם לפתרון בעיה 2

1. יש ארבע מספרים הגורמים להעברה: גודל המספר בין המספרים
שנבחרים

2. אם במכל א יש יותר גורמים מאשר במכל ב

2.1. העבר גורמים ממכל א למכל ב על פי המספר המוגדר

3. אחרת

3.1. העבר גורמים ממכל ב למכל א על פי המספר המוגדר

סוף פתרון בעיה 2

ההוראה	אם ...
	.
	.
	אחרת
	.
	.
	.

היא הוראה לביצוע-בתנאי, המורה על ביצוע קבוצת הוראות אחת או קבוצת הוראות אחרת על פי תנאי.

הוראה לביצוע-בתנאי היא הוראת בקרה. הוראת בקרה היא הוראה שמשפיעה על מהלך ביצוע ההוראות באלגוריתם.

שאלה 2.5

על השולחן מונחות שלוש מעטפות בשורה, בכל מעטפה יש פתק ועליו רשום מספר. במעטפה אחת

יש פתק שעליו רשום המספר 0, ובשתי המעטפות האחרות יש פתקים שרשומים עליהם מספרים

שונים מ-0. המעטפה שבה נמצא הפתק שעליו רשום 0 איננה המעטפה האמצעית בשורה.

א. יש אינסוף אפשרויות לנקודת המוצא, כי על שניים מהפתקים רשומים מספרים כלשהם שונים

מ-0. תארו חמש אפשרויות שונות של נקודת המוצא.

ב. פתחו אלגוריתם שמטרתו היא לשים באמצע, בין שתי המעטפות האחרות, את המעטפה עם הפתק שעליו רשום 0. הפעולות שבהן יש להשתמש לביצוע המשימה הן: קריאת המספר הרשום על המעטפה, והחלפת מקומות בין מעטפות שכנות.

בפתרון בעיה 2 ראינו אלגוריתם שכלל ביצוע הוראות בתנאי. לעתים יש צורך באלגוריתמים אשר ביצוע חלק מההוראות בהם חוזר כמה פעמים. נראה זאת בבעיה הבאה.

קצ'ה 3

מטרת הבעיה ופתרונה: הצגת אלגוריתם שבו קיימת הוראה לביצוע-חוזר.

על השולחן יש קלפים המסודרים בשורה. מספר הקלפים בשורה הוא אי-זוגי, והקלף האמצעי הוא לבן. כל הקלפים משמאל לקלף הלבן הם שחורים וכל הקלפים שממימנו אדומים. נתונות גם שתי סימניות: סימניה-1 המוצבת על הקלף שבקצה השמאלי וסימניה-2 המוצבת על הקלף שבקצה הימני.

פתחו אלגוריתם אשר מסדר את שורת הקלפים מחדש כך שכל הקלפים האדומים יהיו משמאל לקלף הלבן וכל השחורים מימינו.

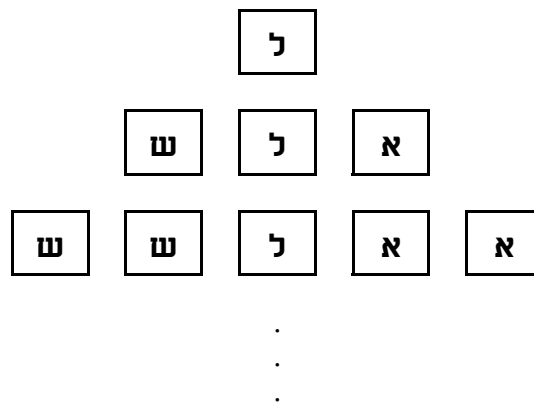
הפעולות המותרות לביצוע הן:

◆ הצבת סימניה מימין או משמאל לקלף שעליו היא מוצבת. הצבת סימניה כוללת קריאת צבע הקלף שעליו היא מוצבת.

◆ החלפה זה בזה של מקומות הקלפים שעליהם מוצבות הסימניות.

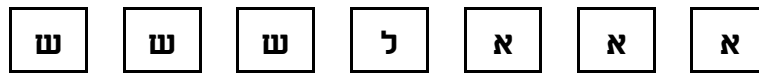
נקודת המוצא של הבעיה היא המצב שמונחות על השולחן שורת הקלפים ושתי הסימניות. המטרה היא הסידור החדש, שמוחלפים בו מקומותיהם של הקלפים האדומים ושל הקלפים השחורים.

שימו ♥: יש אינסוף אפשרויות לנקודת המוצא כי מספר הקלפים בשורה יכול להיות כל מספר אי-זוגי, למשל (א מסמן קלף אדום, ל מסמן קלף לבן ו-ש מסמן קלף שחור):



האלגוריתם המבוקש אינו צריך להיות תלוי באורך שורת הקלפים הנתונה, כלומר ביצועו צריך להשיג את המטרה לכל נקודת מוצא אפשרית.

כדי לפתח אלגוריתם לפתרון הבעיה, נחשוב תחילה על מקרה פרטי של הבעיה. נניח כי בשורה שבעה קלפים. כלומר, נקודת המוצא היא:



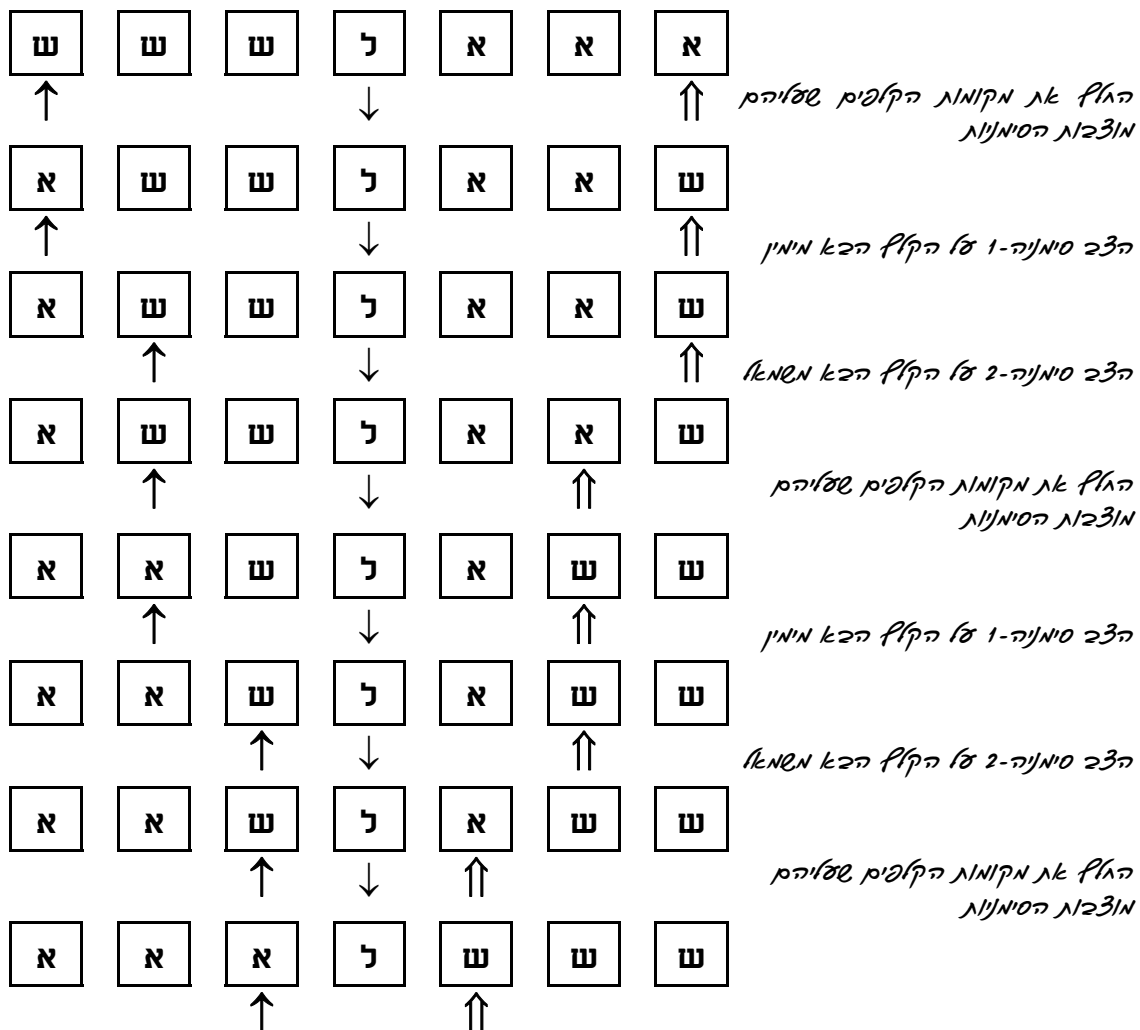
ונקודת הסיום היא:



את המקרה הפרטי הזה ניתן לפתור באופן הבא:

ראשית צריך להחליף את זוג הקלפים שבקצות השורה, ולקדם את הסימניות פנימה (כלומר, לקדם את הסימניה השמאלית מקום אחד ימינה ואת הימנית מקום אחד שמאלה). אחר כך צריך להחליף את זוג הקלפים שעליהם מצביעות הסימניות כעת, ושוב לקדם את הסימניות פנימה. לבסוף נותר להחליף את זוג הקלפים שעדיין לא הוחלפו.

הנה תיאור מפורט של אלגוריתם הפותר את המקרה הפרטי, יחד עם מעקב אחר ביצועו (סימניה-1 מסומנת בחץ דק וסימניה-2 מסומנת בחץ עבה):



פתרון המקרה הפרטי של הבעיה מלמד כי כדי להשיג את המטרה יש לבצע כמה פעמים את התת-משימה הבאה :

החלפת מקומות שהקלפים עליהם מוצבות הסימניות וקידום הסימניות פנימה

תת-משימה זו תבוצע על ידי קבוצת ההוראות הבאה :

1. האלף א מְקוּמָה הַקְּלָפִים שְׁלִישֵׁי מוֹצְבֹת הַסִּימְנִיּוֹת

2. הֲצַב סִימְנִיּה-1 עַל הַקְּלָף הַכָּא מִימִין

3. הֲצַב סִימְנִיּה-2 עַל הַקְּלָף הַכָּא מִשְׁמָלָה

האלגוריתם הדרוש צריך להורות על ביצוע-חוזר של התת-משימה (כלומר, שלוש ההוראות). מספר החזרות תלוי במספר הקלפים בשורה. מאחר שיש לכתוב אלגוריתם כללי, שיתאים לשורת קלפים בכל אורך אי-זוגי, לא יהיה זה מספיק לכתוב אלגוריתם המטפל באורך מסוים. בנוסף, אפילו אם היה ידוע מראש אורך מסוים, למשל 401, אין זה סביר שנכתוב אלגוריתם ובו כתובות שלוש ההוראות שוב ושוב 401 פעמים.

? כיצד ננסח אלגוריתם שיתאים לכל שורת קלפים באורך אי-זוגי ?

כדי לנסח את האלגוריתם המבוקש, נשתמש בהוראה לביצוע-חוזר-בתנאי, שתורה לחזור על ביצוע קבוצת שלוש ההוראות שתיארנו כל עוד מתקיים התנאי :

הקלף שְׁלִישֵׁי מוֹצְבֹת הַסִּימְנִיּוֹת אֵינָן אֶבֶן

האלגוריתם הבא פותר את הבעיה, והוא כולל הוראה לביצוע-חוזר-בתנאי :

אלגוריתם לפתרון בעיה 3

1. כַּל עַד הַקְּלָף שְׁלִישֵׁי מוֹצְבֹת הַסִּימְנִיּוֹת אֵינָן אֶבֶן כֻּבְּעָה:

1.1. האלף א מְקוּמָה הַקְּלָפִים שְׁלִישֵׁי מוֹצְבֹת הַסִּימְנִיּוֹת

1.2. הֲצַב סִימְנִיּה-1 עַל הַקְּלָף הַכָּא מִימִין

1.3. הֲצַב סִימְנִיּה-2 עַל הַקְּלָף הַכָּא מִשְׁמָלָה

סוף פתרון בעיה 3

ההוראה כַּל עַד ... כֻּבְּעָה:

.

היא הוראה לביצוע-חוזר-בתנאי, המורה לחזור על ביצוע של קבוצת הוראות כל עוד מתקיים תנאי מסוים.

בדומה להוראה לביצוע-בתנאי גם הוראה לביצוע-חוזר-בתנאי היא הוראת בקרה.

שאלה 2.6

תארו את מצבי ביצוע האלגוריתם לפתרון בעיה 3 עבור כל אחת מן האפשרויות הבאות של נקודת המוצא.

א. שורת קלפים באורך 9.

ב. שורת קלפים באורך 3.

שאלה 2.7

שנו את האלגוריתם שבפתרון בעיה 3 כך שבתום הביצוע תושג מטרה אחרת: הקלפים שמשני צידי הקלף הלבן יהיו מסודרים לסירוגין לפי צבעים (כלומר, **ש, א, ש, ... , ל, ... א, ש, א**).

2.2 תבניות

בפתרון בעיה 3 בסעיף הקודם נכלל ביצוע-חוזר של הפעולה "החלף את מקומות הקלפים שעליהם מוצבות הסימניות". פעולת ההחלפה משולבת בבדיקה חוזרת ונשנית של מקום הסימניות – "האם הן מוצבות על קלף שאינו לבן". **פעולת ההחלפה, ופעולת הבדיקה החוזרת של ערך** (במקרה זה, צבע) הן פעולות שימושיות בפתרונות של בעיות אלגוריתמיות נוספות רבות. למשל, הבעיה של מיון שורת מספרים היא בעיה אלגוריתמית, ובפתרונה ניתן להשתמש שוב ושוב בהחלפה בין מספרים סמוכים בשורה, עד אשר השורה תהיה ממוינת. גם הבעיה של חיפוש מספר מסוים בשורת מספרים היא בעיה אלגוריתמית. ניתן לפתור אותה במעבר שיטתי על פני המספרים שבשורה משמאל לימין, תוך **בדיקה חוזרת של הערך** של המספר הבא בשורה (עד מציאת המספר הרצוי או עד ההגעה לסוף השורה).

לעתים קרובות, פתרונות לבעיות אלגוריתמיות כוללים פעולות, אשר חוזרות שוב ושוב בפתרונות שונים. לכל פעולה כזו יש מבנה אלגוריתמי בסיסי המתאר אופן ביצוע של משימה מנקודת מוצא למטרה. כיוון שפעולה זו משמשת שוב ושוב בפתרונות שונים נוח לקרוא לה בשם, ולהתייחס אל המבנה האלגוריתמי שלה כאל **תבנית** אלגוריתמית לביצוע משימה. **תבניות** מורכבת מהמרכיבים הבאים:

- **שם התבנית**, המבטא בצורה מאוד תמציתית משימה לביצוע או את דרך ביצועה (למשל החלפת ערכים).
- **נקודת מוצא**, המציינת את המצב התחילי הנתון של המשימה לביצוע.
- **מטרה**, המתארת את המצב הסופי, את הפלט הדרוש, או את הערך שיש להחזיר בתום הביצוע.
- **אלגוריתם**, המתאר מתכון לביצוע המשימה. האלגוריתם הוא לב התבנית.

מחקרים שונים בתחום הוראת מדעי המחשב מצביעים על כך שפותרים מנוסים של בעיות אלגוריתמיות שומרים בזיכרונם פתרונות קודמים על פי התבנית שבבסיסם. בבואם לפתור בעיה אלגוריתמית הם מסוגלים לזהות קשר בינה ובין בעיות אחרות שכבר פתרו, על פי התבניות שמשמשות בפתרון הבעיות. משום כך, השימוש בתבניות מסייע לתהליך הפיתוח של אלגוריתמים. לכן בספר הלימוד אנו נתייחס גם לתבניות, נציג אותן ונדון בהן.

ספר הלימוד משלב תבניות בצורה מודרגת. כבר בפרק הבא מוצגות תבניות ראשונות, ובפרקים שאחריו מוצגות עוד ועוד תבניות בהתאם לבעיות האלגוריתמיות שבהם. כל פרק שנוספות בו תבניות חדשות, הן מוצגות בסוף הפרק, מודגמות, מתורגלות, ומקושרות לבעיות אלגוריתמיות שהוצגו בפרק. לפעמים תבנית חדשה אף מוצגת כסעיף של פרק. לעתים מורחב בפרק חדש המבט על תבנית שכבר הוצגה בפרק קודם.

הרחבה בנושא התבניות ושאלות שבפתרון יש שימוש בתבניות ניתן למצוא באתר הספר ברשת האינטרנט.

סיכום

בפרק זה הכרנו את המושגים **אלגוריתם** ו**בעיה אלגוריתמית**.

אלגוריתם הוא מתכון לביצוע משימה, המורכב מקבוצת הוראות חד-משמעיות ואפשריות לביצוע אשר סדר ביצוען מוגדר היטב.

בעיה אלגוריתמית היא בעיה שבה מתוארות נקודת מוצא ומטרה המגדירות משימה, ונדרש אלגוריתם הפותר את המשימה, כלומר מגיע מנקודת המוצא אל המטרה.

בבעיות אלגוריתמיות ייתכנו אפשרויות רבות, לפעמים אינסוף, לנקודת המוצא.

בפרק זה ובפרקים הבאים אנו משתמשים ב**פסאודו-קוד** לתיבת אלגוריתמים, כלומר, במילים ובמשפטים בשפה חופשית אך ברורה וחד-משמעית.

סדר ביצוע ההוראות של אלגוריתם הוא על פי סדר הופעתן, אם לא נאמר אחרת.

כאשר יש צורך להתנות ביצוע של הוראות בקיום תנאי מסוים, האלגוריתם יכול **הוראה לביצוע-בתנאי (אם... אגרא...)**.

כאשר יש צורך בביצוע-חוזר של הוראות, האלגוריתם יכול **הוראה לביצוע-חוזר (כ... 3/8... 338...)**.

הוראה לביצוע-בתנאי והוראה לביצוע-חוזר הן **הוראות בקרה** המנחות את אופן הביצוע של הוראות האלגוריתם.

שאלות נוספות

1. בצעו את האלגוריתם הבא ותארו את מהלך ביצועו. מהי התוצאה המוכרזת בסוף הביצוע?

1. הכפול 2-2 אג שג האוצר

2. הוסף 5 אגזאה

3. הכפול אג הנוצאה 2-50

4. הוסף אג זילך (כמספר שג) אגזאה

5. הגסר 250 מן הנוצאה

6. גזק 2-100 אג הנוצאה

7. הכרז על הנוצאה

2. על השולחן מונחים שלושה קלפים בשורה. על כל קלף רשום מספר. נתון האלגוריתם הבא:

1. השווה אג המספר שג הקלף השמאלי למספר שג הקלף האמצעי

2. אס המספר שג הקלף השמאלי גזול מהמספר שג הקלף האמצעי

2.1. הגזף אג מקומותיהם

3. השווה אג המספר שג הקלף האמצעי הנוכחי למספר שג הקלף הימני

4. אס המספר שג הקלף האמצעי הנוכחי גזול מהמספר שג הקלף הימני

4.1. הגזף אג מקומותיהם

א. תארו את מהלך ביצוע האלגוריתם עבור נקודת המוצא הבאה:

24

2

15

ב. תארו את מהלך ביצוע האלגוריתם עבור נקודת המוצא הבאה:

13 24 2

ג. תארו את מהלך ביצוע האלגוריתם עבור נקודת המוצא הבאה:

13 2 15

ד. מהי הבעיה האלגוריתמית שהאלגוריתם פותר?

ה. שנו את האלגוריתם כך שישגי את המטרה הבאה: הקלף שרשום עליו המספר הקטן ביותר יהיה בקצה הימני של שורת הקלפים.

3. מפעל מסמן כל מוצר שלו בסימן המורכב מאות גדולה באלף-בית האנגלי ומספרה. כלומר סדרת הסימנים של המפעל היא הסדרה $A_0, A_1, \dots, A_9, B_0, B_1, \dots, Z_0, \dots, Z_9$ הוא הסימן הראשון בסדרה ו- Z_9 הוא הסימן האחרון בסדרה.

א. מהם הסימנים שעוקבים לסימנים A_1, B_9, Z_0 ?

ב. פתחו אלגוריתם לקריאת סימן שאינו הסימן האחרון בסדרה ולכתיבת הסימן הבא אחריו. הפעולות המותרות הן: קריאת סימן (המורכב מאות ומספרה), כתיבת אות, כתיבת ספרה.

4. בכיתת תלמידים יש ילד אחד ששערו ג'ינג'י וילדים רבים שצבע שערם אינו ג'ינג'י. התלמידים מסודרים בטור. הילד הג'ינג'י אינו עומד בראש הטור.

פתחו אלגוריתם אשר מטרתו היא שהילד הג'ינג'י יעמוד בראש הטור.

הפעולות המותרות הן: עמידה מול התלמיד שבראש הטור, התקדמות לתלמיד הבא בטור, החלפת מקומות בין התלמיד שאתה עומד מולו ובין התלמיד שבראש הטור.

5. על השולחן מונחים קלפים שחורים ואדומים בשורה. בשורה שלושה קלפים לפחות. הקלפים השחורים נמצאים משמאל לקלפים האדומים, וידוע כי מספר הקלפים האדומים קטן ממספר הקלפים השחורים.

נתונות שתי סימניות: סימניה-1 המוצבת על הקלף שבקצה השמאלי, וסימניה-2 המוצבת על הקלף שבקצה הימני.

הפעולות המותרות הן: הצבת סימניה מימין או משמאל לקלף שעליו היא מוצבת, והחלפה של מקומות הקלפים שעליהם מוצבות הסימניות זה בזה.

א. ציינו שלוש אפשרויות שונות לשורת הקלפים.

ב. נתון האלגוריתם הבא אשר מטרתו היא שכל הקלפים האדומים יהיו משמאל לכל הקלפים השחורים. השלימו את האלגוריתם:

1. כא 3/8 _____ 2/3 :

1.1. האלף אג מקומות הקלפים שצביהם מוצבוג הסימניות

1.2. הצב סומניה-1 על הקלף הכא מימין

1.3. הצב סומניה-2 על הקלף הכא משמאל