

אלף - בית בבראיל

א	ב	ב	ג	ד	ה	ו	ז	חולם חסר	י
קבוץ	ז	ח	ט	י	חיריק חסר	כ	כ	ל	מ
נ	ס	ע	פ	פ	צ	ק	ר	ש	ש
ת									

סימני-פיסוק

סימן מחיקה	,	:	:	?	!	{	}	"	"
סימן מספר	-	-	...	*	*				

0	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	100		

# צופנים בינאריים

מאת: פרופ' מ. ברקהיימר  
תרגום: אורי אמיתי ואבי זכטר

## הקדמה

שימוש בצופנים נעשה כדי להעביר הודעות שלא בדרך הרגילה. לדוגמה, בצופן מורס מיוצגות אותיות האלף-בית על-ידי שילוב של נקודות וקווים (סיגנלים ארוכים וקצרים). עובר הטלגרף מעביר הודעה על-ידי הפיכת האותיות בהודעה לצירופים מתאימים של נקודות וקווים. צופן המורס אינו נמצא בשימוש רב כיום אך הוא משמש דוגמה לצופן בינארי, כלומר הוא בנוי כולו משני סימנים בסיסיים בלבד. במאמר זה נתאר שני צופנים בינאריים הנמצאים בשימוש רב כיום.

## ברייל

השיטה הראשונה היא שיטת האלף-בית של ברייל עבור עוורים. הגירסה העברית של שיטת ברייל מוצגת בדרך השער של מאמר זה. כל אות (מספר, נקודה, סימן קריאה, וכו') מיוצגת בדרך ברייל על-ידי מלבן, אשר בתוכו נמצאות שש "נקודות". כל אחת משש הנקודות יכולה להיות בולטת מעל משטח הנייר. לדוגמה האות ה' מוצגת על-ידי מבנה



כאשר הנקודות הגסות על דף ברייל אמיתי יהיו בליטות והנקודות העדינות יהיו חלק ממשטח הנייר. הקורא העוור מעביר אצבעותיו על פני דף הברייל. הוא חש בצורת הבליטות וזה מאפשר לו לקרוא.

זהו צופן בינארי: שני הסימנים הבסיסיים הם הבליטה, או העדר בליטה, וצורת המלבן בעל ששה סימנים כאלה מייצגת אות אחת רגילה.

כמה צירופים ניתן ליצור במלבן כזה? נתבונן בנקודות המלבן בסדר מסויים. לנקודה הראשונה שתי אפשרויות: ● או •

בלי תלות בנקודה הראשונה יש גם לנקודה השנייה שתי אפשרויות; ביחד יש לנו  $2 \times 2 = 2^2$  אפשרויות:

● • ; ● ● ; • ● ; • •

עם כל אחת מארבע צורות אלה, הנקודה השלישית יכולה אף היא להיות ● או • לכן יהיו לנו  $2^2 \times 2 = 2^3$  אפשרויות לגבי 3 הנקודות, וכך הלאה. ברור אפוא שקיימות  $2^6 = 64$  אפשרויות לסידור המלבן.

קיימת בעיה קטנה: אחד מתוך 64 הצירופים אינו נותן כל מידע לקורא העוור: הוא אינו יכול להרגיש בצירוף זה. כלומר קיימות 63 אפשרויות שונות לסידור המלבן. האם די בכך? הבה נראה מהם הצרכים שלנו. עבור האלף-בית העברי אנו זקוקים ל-22 אותיות בלבד ועוד שש תנועות. לאור מכן יש להוסיף עשר ספרות של השיטה העשרונית, סימני הפסיק, המרכאות וכו'. עתה יש להוסיף את הסימנים המתמטיים הפשוטים, לפחות את אלה של שיוון ופעולות חשבון. אם לא נוסיף את האלף-בית הלטיני נשאר מוגבלים מאוד באפשרויותינו ובזאת כבר עברנו את 63 האפשרויות שלרשותנו.

במבט ראשון נראה כאילו אנו צריכים יותר מאשר שש נקודות, אולם אנחנו יכולים להיות הרבה יותר חסכוניים בשימוש בצורות. לדוגמא, אנחנו יכולים להציג את עשר הספרות העשרוניות בעזרת אותם סימני אותיות ולאחריהן יבוא סימן ברייל מיוחד. סימן זה מבהיר לקורא העוור שלפניו מספר ולא אות. (ראה דף שער). אפשר גם להשתמש בהרכבת מלבנים כדי לייצג אינפורמציה מסויימת. ראה לדוגמא, הצגת מספר 10 בכתב ברייל.

## קטע ביניים

הרבה מכשירים ומערכות סביבנו הם ביסודם בינאריים. אורות אחוריים של מכונית מהווים דוגמא נוספת למערכת הפועלת בעזרת צופן בינארי: מלבד השימוש המקובל באורות אלה, הוסיפו לאחרונה "צופן אור" והוא הפעלת שני אורות האיתות בבת אחת. צופן אור זה פירושו שהמכונית נעצרה בגלל קלקול כלשהו; במלים אחרות אלה הן אותות של אזהרה. באופן תיאורטי ניתן עם ארבעה אורות אחוריים לבנות  $2^4 - 1 = 15$  הודעות שונות.

