

הבנה לא-מילולית של מספרים רב-ספרתיים

תקציר סבתא של המאמר "הבנה לא מילולית של מספרים רב ספרתיים" מאת דרור דותן, נעמה פרידמן וסטניסלס דהאן

האם אפשר להבין מספרים באופן לא-מילולי?

במקרה של מספרים חד-ספרתיים, אנחנו יודעים שהתשובה היא "כן". אנחנו יודעים שקיים במוח מנגנון שמתרגם ספרה (3) למילה ("שלוש"), ומנגנון נפרד שיודע להבין את הספרה ולתרגם אותה לתפיסה כמותית (●●●). במקרה של מספרים רב-ספרתיים, קיימים חילוקי דעות: יש הטוענים שגם כאן קיימת הפרדה דומה, ויש הטוענים שמנגנון התפיסה הכמותית לא מסוגל להתמודד עם המורכבות של מספרים רב-ספרתיים, ולכן הבנה של מספרים כאלה מחייבת תיווך מילולי. לפי גישה זו, כדי להבין מספר רב ספרתי המוח חייב קודם כל לתרגם אותו למילים.

כדי לבדוק מי מהגישות הנ"ל צודקת, ערכנו מחקר בו השתתף אדם שעבר ארוע מוחי – נקרא לו כאן יואל. בעקבות הארוע נגרמו ליואל כמה וכמה קשיים קוגניטיביים – בין השאר, בעיבוד מספרים רב-ספרתיים.

חלקכם אולי רוצים לעצור עכשיו ולשאל – "מחקר על בן אדם אחד בלבד? מה זה בכלל אומר?"

התשובה היא שגם אצל אדם בודד אנחנו יכולים לפעמים לראות דיסוציאציה: זהו מצב בו יש פגיעה במנגנון קוגניטיבי מסוים, בעוד מנגנון קוגניטיבי אחר נותר תקין. במקרה של יואל, יש לו קושי מאד ספציפי – הוא לא מצליח לקרוא בקול מספרים רב-ספרתיים, כי הארוע המוחי גרם נזק למנגנון שממיר את הספרות (34) למילות מספר ("שלושים וארבע"). לעומת זאת, יואל עדיין מצליח להבין מספרים רב-ספרתיים. משמעות הדבר היא שבמוח של יואל קיים מנגנון אחד שממיר מספרים רב-ספרתיים למילים, ומנגנון זה ניזוק ע"י הארוע המוחי, אבל מנגנוני ההבנה של מספרים רב-ספרתיים הם כנראה נפרדים, כיוון שאנחנו רואים שהארוע המוחי לא פגע בהם. במוח של יואל, תהליכי ההבנה של מספרים רב-ספרתיים הם נפרדים מהמרת מספרים למילים, כלומר הם לא-מילוליים (או לפחות, חלקם אינם מילוליים). אם אנחנו חושבים שהמוח של כל בני האדם בנוי בצורה פחות או יותר דומה – ואנחנו אכן סבורים כך – נוכל לטעון שהמסקנה הזו נכונה לא רק לגבי יואל, אלא לגבי המוח האנושי באופן כללי: ואכן, זוהי מסקנת המחקר.

ועכשיו, הפרטים. קודם כל, נראה איך גילינו שהקושי של יואל הוא בדיוק במנגנון שממיר מספרים רב-ספרתיים מספרות למילות מספר. לאחר מכן נראה שלמרות הקושי הזה, יואל עדיין מסוגל להבין מספרים רב-ספרתיים.

מה מקור הקושי של יואל בקריאת מספרים?

יואל לא מצליח לקרוא מספרים רב-ספרתיים, ואפילו לא מספרים דו-ספרתיים. מה שמעניין הוא שאין לו בעיה לזהות את הספרות: אם מציגים לו מספרים דו-ספרתיים לזמן קצר (שניה אחת) ואז מבקשים ממנו לכתוב את המספר שהוצג, הוא מצליח בקלות. אין לו גם בעיה להגיד את מילות המספר: כאשר הקראתי לו בקול מספרים דו-ספרתיים וביקשתי שיחזור אחרי, הוא עשה

זאת בקלות. בקיצור, המנגנון של קלט-ספרות עובד אצלו בסדר גמור, גם מנגנון הדיבור. מכאן אנחנו מסיקים שהקושי הוא לא באף אחד מהמנגנונים האלה אלא בתהליך שמחבר ביניהם – התהליך שממיר רצף ספרות (שכבר זוהו) לרצף מילים (לפני הגייתן).

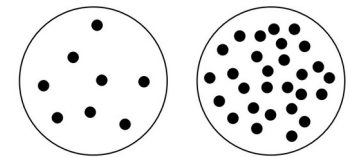
עוד דבר מעניין: כאשר הצגנו ליואל מספרים חד-ספרתיים, הוא הצליח לקרוא אותם בקלות. כלומר, הקושי שלו בא לידי ביטוי רק במספרים עם 2 ספרות או יותר. ה"באג הקוגניטיבי" שיש לו הוא לא שיבוש מוחלט של מנגנון ההמרה של ספרות למילים, אלא שיבוש רק באותו חלק שאחראי לבצע אינטגרציה בין 2 ספרות או יותר, ולהמיר אותן למילים.

האם יואל מסוגל לעבד מספרים רב-ספרתיים?

בעמוד הקודם סיפרתי שיואל מצליח להעתיק מספרים דו-ספרתיים. כבר המטלה הזו לבדה אומרת לנו שהמוח שלו מצליח להבין ולזכור את הסדר של 2 הספרות – והרי כבר זה סוג של הבנה, גם אם חלקית, של המספר הרב-ספרתי (ואם מישהו שחושב שזה טריוויאלי – [שיחשוב שוב](#). מדובר באדם עם פגיעה מוחית). אבל זה לא הכל. יואל גם הצליח לפתור תרגילי חיבור דו-ספרתיים כגון $45+7$. הוא הצליח גם להחליט, לגבי מספרים דו-ספרתיים שהוצגו לו, מי גדול ומי קטן מ-55 (ולא התבלבל גם במספרים כמו 38, בהם שינוי סדר הספרות יגרום לתשובה שגויה). שתי המטלות האלה מלמדות אותנו שלמרות הקושי לתרגם מספרים דו-ספרתיים למילים, המוח של יואל מצליח להתאים כל ספרה לתפקיד העשרוני שלה (עשרות או יחידות).

האם יואל מבין כמויות דו-ספרתיות?

בשלב הבא בדקנו האם, כאשר מציגים ליואל מספר דו-ספרתי, הוא מצליח לתרגם אותו לכמות המתאימה. קודם כל בואו נבין מה זה כמות. המונח "כמות" מתייחס לאומדן הערך (הגודל) שהמספר מייצג. לדוגמה, אם תנסו להחליט מהר (בלי לספור!) באיזה משני העיגולים בתרשים 1 יש יותר נקודות, תצטרכו לאמוד (לא לספור) את כמות הנקודות בכל עיגול. אם הכמויות מספיק שונות זו מזו, כמו המצב בתרשים 1, האומדן הלא-מדוייק יהיה מספיק כדי להגיע לתשובה הנכונה.



תרשים 1: איפה יש יותר נקודות? כדי לענות מהר יש לאמוד כמויות

השאלה שעניינה אותנו היא האם יואל מסוגל לראות מספר דו-ספרתי ולתרגם את זוג הספרות לייצוג של כמות מאוחדת, הוליסטית. אם נשתמש בדימוי של ענן הנקודות מתרשים 1, השאלה היא מה יקרה כשנציג ליואל "25": האם הוא רק יתרגם כל ספרה לכמות נפרדת, כלומר את הספרה 5 יתרגם ל"ענן" של 5 נקודות ואת הספרה 2 ל"ענן" של 20 נקודות (או 2 נקודות)? או שמא הוא מסוגל לבצע אינטגרציה של שתי הספרות ולתרגם אותן לכמות הוליסטית, "ענן" אחד של 25 נקודות?

התשובה היא שיואל מסוגל לתרגם את הספרות לכמות הוליסטית. כדי להראות זאת, הראינו לו מספרים דו-ספרתיים וביקשנו ממנו לסמן את המיקום שלהם על ציר מספרים חלק (לא מסומן). כדי לבצע את המטלה יואל חייב לתרגם את זוג הספרות לכמות המתאימה (בלי הכמות, זוג הספרות הן רק סמלים חסרי ערך, ולא מאפשרות לסמן מיקום רציף על הציר).

שימו לב גם שאפשר לבצע את המטלה הזו בלי לבנות ייצוג כמות הוליסטי: אפשר לתרגם את כל אחת משתי הספרות לכמות נפרדת, לדעת שצריך לקחת בחשבון שהכמות המיוצגת ע"י ספרת העשרות היא פי 10 מכמות היחידות, ולהתייחס לכך כאשר מסמנים את המיקום על ציר המספרים. הנקודה החשובה היא שבשיטת עבודה כזאת, המשקל היחסי של ספרת העשרות והיחידות יהיה קבוע: 5 יחידות הן תמיד אותן 5 יחידות, גם במספר 15 וגם במספר 35. כלומר, כאשר אדם משתמש באסטרטגיה כזו לביצוע המטלה, נצפה שהמרחק בין 10 ל-15 יהיה זהה למרחק בין 30 ל-35.

אצל יואל, המיפוי של ספרות למיקומים על הציר לא היה כזה. הוא השתמש בחוק מיפוי קצת שונה (לוגריתמי), שלא אסביר אותו כאן (מי שמתעניין מוזמן לקרוא את [המאמר המלא](#)). מה שחשוב הוא שהמיפוי הלוגריתמי לא שומר על יחס קבוע בין עשרות ליחידות: 5 ב-15 הוא לא כמו 5 ב-35. המסקנה היא שיואל תרגם את זוג הספרות לכמות מאוחדת, הוליסטית. יואל אולי לא יודע לבצע אינטגרציה בין הספרות של מספר דו-ספרתי כאשר צריך לקרוא אותו בקול, אבל הוא בהחלט יודע לבצע אינטגרציה ביניהן כאשר צריך לתרגם את המספר לכמות דו-ספרתית. מכאן הסקנו שמדובר בשני מנגנונים קוגניטיביים נפרדים.

אז מה למדנו מכל זה?

האם אפשר להבין מספרים באופן לא-מילולי? המקרה של יואל מלמד אותנו שהתשובה לשאלה הזו היא חיובית לא רק לגבי ספרות בודדות, אלא גם לגבי מספרים רב-ספרתיים: הוא מצליח להבין מספרים רב-ספרתיים למרות שאינו מסוגל לבנות את הייצוג המילולי שלהם.

אפשר להסתכל על השאלה הזו גם מנקודת מבט שונה מעט. במוח יש מנגנונים שונים שאחראים לעיבוד מספרים. חלקם מטפלים בספרות בודדות, ומנגנונים אחרים מטפלים באינטגרציה של ספרות. על אלה האחרונים אנו אומרים שהם אחראים להיבטים **התחביריים** של עיבוד מספרים (המילה "תחביר" כאן מתייחסת לאינטראקציה בין הספרות, כשם שהמילה "תחביר" בהקשר של שפה מתייחסת לאינטגרציה של מילים למשפטים). התפקוד של יואל במטלות שהצגתי כאן, בשילוב מחקרים קודמים שעסקו בנושאים דומים, מצביעים על כך שאין במוח מנגנון קוגניטיבי יחיד שאחראי על כל ההיבטים של "תחביר מספרים". נהפוך הוא – נראה כי ישנם כמה מנגנונים "תחביריים" נפרדים זה מזה, וכל מנגנון אחראי על פונקציה ספציפית: אחד מטפל בתרגום רצף ספרות למילות המספר המתאימות; אחד מטפל בהבנת המשמעות העשרונית של עשרות ויחידות (בתרגילי החיבור ובמטלת ההשוואה); ומנגנון שלישי מטפל בתרגום מספרים דו-ספרתיים לכמות הוליסטית.

הקליקו כאן למאמר המלא [בעברית](#) או [באנגלית](#). ובדף [הזה](#), באתר המעבדה שלנו, יש תקצירי-סבתא של מאמרים נוספים.