

שני צדדים לאכס - גם על המחשב

מאת: נעמי תעיזי ונורית זהבי *
מכון ויצמן למדע, רחובות

רבות נעשה בשנים האחרונות בנושא השילוב של מחשבים ומיקרומחשבים בהוראה. החל משימוש במחשב ככלי לתרגול חומר שהוראתו נעשתה בדרכים רגילות, ועד להוראת חומר חדש. בקבוצת המתמטיקה, במחלקה להוראת המדעים, במכון ויצמן למדע, מתקיים החל מהשנה האחרונה פרויקט של שילוב מיקרומחשבים בהוראת המתמטיקה בחטיבת הביניים. הפרויקט הינו חלק מהתהליך המתמשך של פיתוח תוכנית הלימודים כולה. הלומדות שאנו בונים אמורות להשתלב בתכנית, כאשר הן מוסיפות תכנים מתמטיים חדשים ו/או תהליכי חשיבה ולמידה דינמיים הנובעים מאינטרקציה עם המחשב. אנו משתדלים להשתמש במיקרומחשב להשגת מטרות שלא ניתן לטפל בהם ביעילות בדרכים פשוטות וזולות יותר.

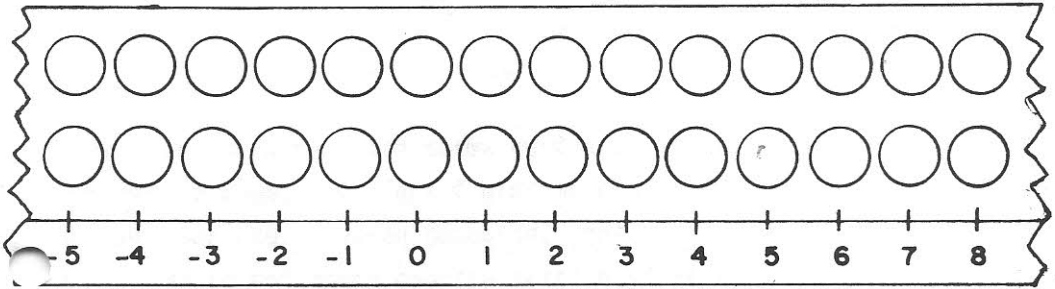
בפיתוח הלומדות במסגרת התוכנית נעזרנו במספר קריטריונים. קריטריונים אלו באים להבטיח שילוב נאות של הדידקטיקה עם הטכנולוגיה. הקריטריונים מתייחסים לתוכן המתמטי של הלומדה, לדרכי שילוב הלומדה בתוכנית הלימודים, לתהליכים הקוגניטיביים שנדרשים מהתלמיד ולמידת היעילות הספציפית של השימוש במחשב.

אחת הלומדות בנושא מספרי הזזה פותחה כמשחק מחשב, בעיקבות המשחק "שני צדדים לאפס" הקיים בתוכנית כמשחק שולחן לשני משתתפים. ההחלטה לבנות משחק מחשב זה, חוזקה על ידי ניתוח המשחק הקיים תוך התייחסות לפעילות הקוגניטיבית הנדרשת מהתלמידים מצד אחד, ולתרומה הספציפית של "טכניקות תלויות מחשב" מהצד השני. כדי להבין שיקולים אלו נצא תחילה מתאור המשחק הקיים (משחק שולחן לזוג).

*הבעת תודה:

המשחק תוכנת עבור מיקרומחשב מסוג APPLE על-ידי גיל שוורץ.
כשלבי הפיתוח עזרה המתכנתת שרה קליין.

המשחק עוסק בשלוש פעולות חשבון: חיבור, חיסור וכפל בין מספרים שלמים.
המשחק מכיל: א) לוח שעליו ציר מספרים מ -32 עד $+32$, ושני מסלולי הליכה.



ב) שני רצים.

ג) גלגל מספרים עם מחוג, עליו מסומנים המספרים השלמים החל ב -3 ועד וכולל $+3$.

אופן המשחק:

כל משחק מורכב משתי מערכות. בכל מערכת מטרת המשתתפים להגיע לאחד משני מספרים נגדיים (האחד למספר חיובי והשני לשלילי, כגון האחד ל $+17$ והשני ל -17).

בתחילת המשחק נמצאים הרצים ב 0 .

כל משתתף בתורו, לאחר שהעלה מספר בגלגל המספרים, בוחר כרצונו פעולת חשבון אחת מביין: כפל, חיבור וחסור. מטרתו להתקרב למספר שנקבע עבורו. הוא מחשב את התוצאה בין המספר עליו עומד הרץ שלו והמספר שהעלה בגלגל המספרים, ומעביר את הרץ לתוצאה. אם העלה 0 , הוא רשאי לכפול את "חברו" ולהחזירו לאפס. אסור למשתתף לעמוד על כפולה של 5 . ("העונש" חזרה ל- 0)

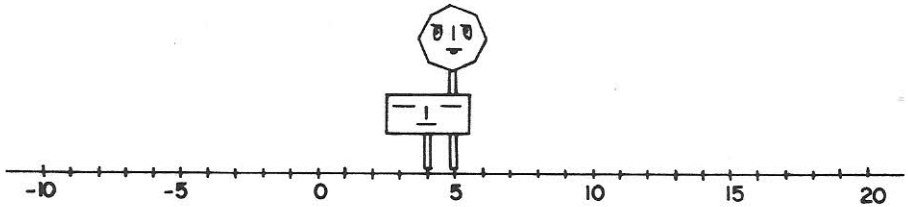
הערות לגבי המשחק:

בצד העיסוק בתרגילי חשבון במספרים שלמים, נדרשים התלמידים גם לשקול את הכדאיות של בחירת הפעולות השונות. תלמידים מתקשים, נוטים להשתמש בעיקר בחיבור וחסור. אחרים בודקים בכל תור את שלוש האפשרויות השונות על ידי חישוב התרגילים האפשריים. תלמידים טובים יכולים להפעיל שקולים כלליים בנוסף לחישובים, לשם קבלת ההחלטה.

המשחק מתאים בעיקר לזוג תלמידים אשר לפחות אחד מהם בעל הישגים טובים במתמטיקה בשל הצורך בביקורת מתמטית של המהלכים, שכן המורה אינו יכול להיות צמוד לכל אחד מהזוגות המשחקים.

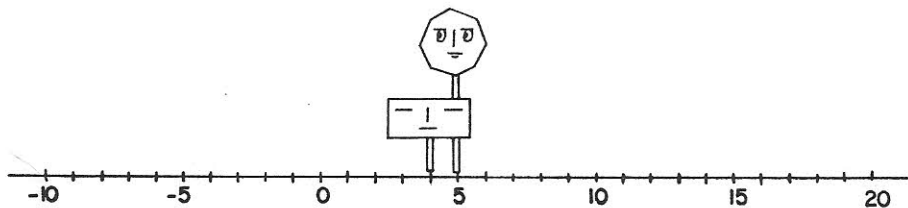
התוכן המתמטי של המשחק הוא במסגרת תכנית הלימודים בכיתה ז' והוא ניתן לשילוב בה כסיכום לנושא פעולות חשבון בפרק "מספרי הזזה".
 עיבודו של המשחק לגירסה "ממוחשבת" איפשר העשרת התהליכים הקוגניטיביים המשולבים במשחק על ידי ניצול הפוטנציאל של המיקרומחשב.
 כדי להדגים את האמור לעיל נתאר את משחק ההדרכה:

תמונה 1: הוראות המשחק

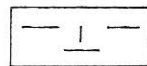


לפניך ציר מספרים. "אתה" עומד באמצע התחום וה"מחשב" עומד ב $x = 4$.
 במהלך המשחק מטרתך לדלג מעל המחשב, ולהשתדל ש"הוא" לא יוכל לדלג עליך בתורו.
 תנועה על ציר המספרים תבצע לפי תוצאת פעולת חשבון בין המספר שעליך עומדים ומספר נוסף שיופיע באקראי.
 מותר לבחור באחת מארבע פעולות החשבון, כך שהתוצאה תהיה מספר שלם בתחום הנתון על הציר.

תמונה 2: הגרלת המספרים



5 ■ $(-2) =$



4 ■ $3 =$

בחר פעולת חשבון:

אם התלמיד לוחץ על פעולת החילוק מופיעה הכתובת "התוצאה אינה מספר שלם" והוא מתבקש לבחור שוב. (במקרים בהם הוא בוחר פעולה המוציאה אותו מהתחום מופיעה כתובת מתאימה.)

אם התלמיד לוחץ על פעולת החיסור מתקבלת התמונה הבאה:

תמונה 3: התלמיד לא מדלג ולא בורח

$5 - (-2) = 7$

$4 \blacksquare 3 =$

חבל, יכולת לדלג!
נחזור למצב הקודם

אם התלמיד לוחץ על פעולת החיבור תהיה התוצאה 1:1 כי הוא ידלג מעל המחשב וזה בתורו ידלג מעליו.

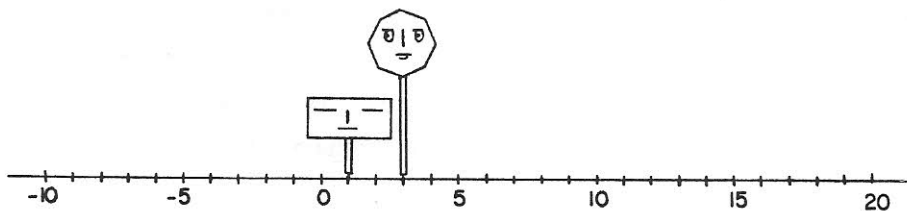
תמונה 4: התלמיד מדלג ולא בורח — שלב א'

$5 + (-2) = 3$

$4 \blacksquare 3 =$

נקודה 1

תמונה 4: התלמיד מדלג ולא בורח — שלב ב'



$$5 + (-2) = 3$$

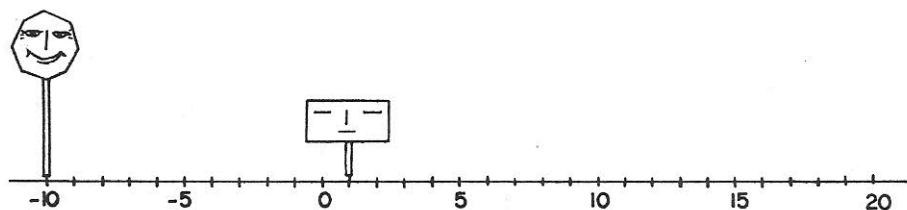
נקודה 1

$$4 - 3 = 1$$

נקודה 1

שיים לב, יכולת לדלג וגם לברוח!
נחזור למצב הקודם.

תמונה 5: התלמיד מדלג ובורח



$$5 \times (-2) = -10$$

נקודה 1

$$4 - 3 = 1$$

0 נקודות

עכשיו "פרצוף התלמיד" שעל המסך מחייך... כמובן שלא בכל מהלך ניתן לדלג וגם לברוח. הדוגמא הפותחת את משחק ההדרכה נבחרה שלא בהגרלה, אלא כך שתהיה בעלת אפשרות כזו. מכאן נמשך משחק ההדרכה כאשר המספרים מוגרלים באקראי וההערות הרשומות בתמונות 3 ו 4 מופיעות במידת הצורך. לאחר 10 מהלכים התכנית חוזרת לקטלוג המשחק. בדרך כלל, התלמיד מבין בשלב זה את הנדרש במשחק. התלמיד יכול עכשו לבחור שוב במשחק ההדרכה או באחת משתי הגירסאות: משחק יחיד נגד המחשב או משחק בין שני משתתפים.

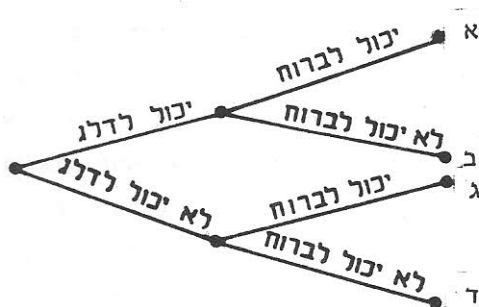
בכל משחק יש שלוש מערכות וכל מערכה מסתיימת כאשר אחד המשתתפים מבצע חמישה דילוגים (כלומר מגיע ל 5 נקודות). מנצח במשחק הוא זה שמנצח בלפחות שתי מערכות.

ציר המספרים במשחק מוגבל ל 30 יחידות, אך בכל מערכה מופיע בהגרלה תחום שונה כאשר הקצה השמאלי הוא -5, -10, -15, -20 או -25.

הפעילות הקוגניטיבית

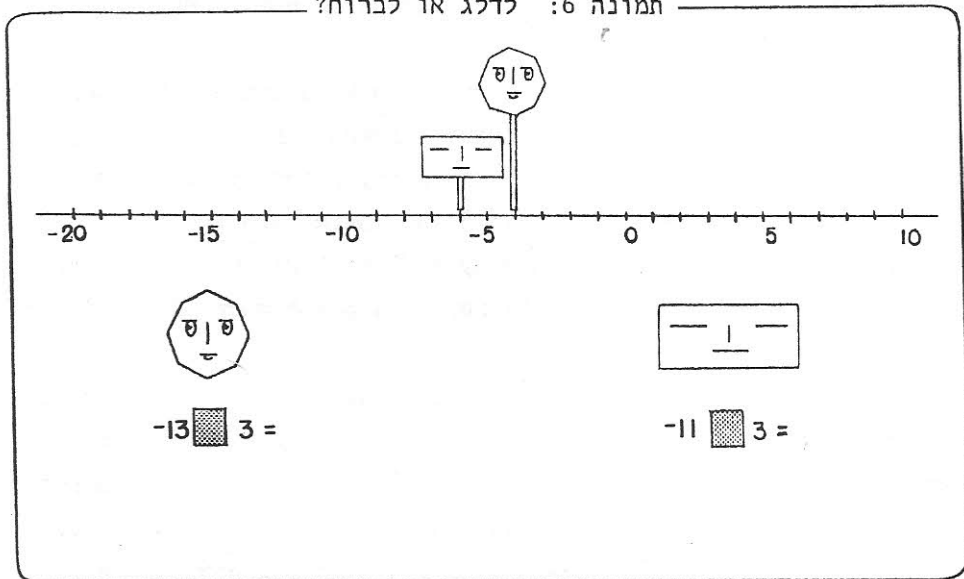
כבר במשחק השולחן, הפעילות הקוגניטיבית הנדרשת מהתלמיד רחבה וכוללת תחומים שונים, החל בידע ועד לפתרון בעיות. פעילות זו מתרחבת במשחק הממוחשב ומתחזקת בו. בעוד שבמשחק הרגיל על התלמיד לשקול כיצד להתקרב למטרה ולכן עליו להתייחס למקומו ולמספר המוגרל, הרי שבמשחק הממוחשב השיקול כפול: בו זמנית עליו להתייחס לנתונים שלו (מקומו והמספר שהוא הגריל) והנתונים של היריב (מקום היריב והמספר שהיריב הגריל), כדי להצליח לדלג ולברוח מדילוג. צירוף זה של שני שיקולים, שכל אחד מהם מורכב לכשעצמו, מעלה את רמת ההפעלה הקוגניטיבית של התלמיד לעיתים עד לחקר.

מאחר וניתן לבחור באחת מבין ארבע פעולות החשבון, יש לשקול 4×4 , כלומר 16 אפשרויות. חלקן נפסלות בשל ההגבלות למספרים שלמים בתחום הנתון, אך עדיין נשאר מספר גדול של אפשרויות אשר יש לשקול בטרם מחליטים על המהלך. תצפיות "מאחורי הכתף" של ילדים משחקים הראו כי לאחר שלב הטעויות הראשוניות (אשר לגבי רבים מסתיים כבר במשחק ההדרכה), הם מתחילים לשקול ולפסול את האפשרויות השונות. לעיתים קרובות הם שוכחים אפשרות מסוימת וקורה שזוהי אכן הבחירה המוצלחת... תגובתם היא מעין התנצלות: "דוקא את זה התעצלתי לבדוק" או "בדקתי ושכחתי". כעבור זמן מה (התלוי כמובן במשחק) רבים עוברים למערכת שיקולים עילית הממיינת את מצב המשחק לארבע הקטגוריות המתוארות בתרשים העץ הבא:



שיקולים כאלו נעשים במטרה לבדוק אם קטגוריה א קיימת. אם כן, הבחירה ברורה, והתוצאה היא 1:0 לטובת המשחק, במהלך כפול זה. ההכרעה קשה יותר במקרים האחרים. יתכן כמובן שקיימת קטגוריה ד ואז אין מנוס מלהפסיד 0:1 במהלך. יתכנו מקרים בהם קיים ב, ג או שניהם (ראה תמונה 6) במקרה האחרון התשובה אינה חד משמעית ונתונה לשיקול דעתו של המשחק, תוך לקיחת "סיכון" מחושב.

תמונה 6: לדלג או לברוח?



במצב זה אולי כדאי 0:0 ולקוות לעתיד מוצלח?

ס ל כ ו ם

ההבדלים בין משחק השולחן "ממוחשב" אינם מקריים ואף אינם נובעים רק מהעובדה שהמשחק "הממוחשב" נבנה אחר כך ובבניתו ניתן היה להתייחס לנסיון שהצטבר. מה שאיפשר לבנות משחק רחב יותר מבחינת תרומתו הקוגניטיבית והתאמתו לרמות שונות של תלמידים הם התכונות המיוחדות למחשב שמתוכם השתדלנו להפיק את המירב.

האפשרות למתן תגובה מידית על ביצוע תלמיד, מנוצלת כמובן תוך כדי המשחק. תכונה זו מאפשרת לתלמיד ללמוד תוך תיקון שגיאותיו בשיקול ובביצוע. המחשב מבצע את הפעולה שניתנה לו ולא את הפעולה עליה חשב התלמיד. ביצוע לא נכון, יתן תוצאה לא מצופה ויהווה בקורת מידית. תוך כדי כך עשוי

התלמיד לחזק את שליטתו בנושא. בעוד שבמשחק הרגיל ה"ביקורת" נעשית על ידי החבר במשחק ולא תמיד ב"אחריות" הרי שכאן מתבצעת הפעולה הנכונה ולא יתכן מצב בו שגיאה בשיקול ושגיאה בביצוע מבטלות זו את זו.

השימוש בהמחשה גרפית תוך כדי תנועה משולב אף הוא במשחק. כך ניתן חיזוק נוסף למושגי הסדר על ציר המספרים, על ידי יצירת המחשה גרפית על המסך לתנועת המתמודדים על הציר. תנועה זו שהיא במקרה זה אינטגרלית לתוכן המתמטי תורמת במידה רבה ל"חיוניות" המצופה ממשחק מחשב.

האפשרות לשנות מצבים, איפשרה החלפת ציר המספרים, ועל ידי כך, גיוון הבעיות העומדות לפני המשתתף, והתאמת הבעיות לרמת התלמיד. במשחק ליחיד נגד מחשב מופיע בשתי המערכות הראשונות ציר מספרים די "מאוזן" (מתחיל ב 10-, 15- או 20- ואורכו 30 יחידות). אם ניצח המשחק את "המחשב" בהפרשים גבוהים הוא "יגריל" במערכה השלישית תחום מוטה יותר: 25 עד 5- או 5 עד 25- שבהם המשחק נעשה קשה יותר.

במשחק ליחיד תוכנת המחשב באופן הבא: אם הוא יכול לדלג הוא מבצע זאת; במידה ויש שתי אפשרויות לדילוג הוא בוחר בזו שמביאה אותו קרוב יותר ל"תלמיד". אם אינו יכול לדלג, הוא אינו מתרחק כי אם מתקרב ככל האפשר. התנהגות כזו אינה נראית כל כך "נבונה", אבל מסייעת במידת מה להפיג את תחושת ההתגמדות שיש לתלמידים בפני המחשב. בנוסף לכך היא עוזרת במקצת לתלמיד לנצח במשחק, אשר אינו קל כלל ועיקר. פיצוי מה על ה"עוול" שנעשה למחשב, מושג בהגרלה לא מאוזנת של המספרים המוגרלים עבורו ועבור המשחק. גם זו היא דרך לשנות את רמת הקושי של המשחק לפי הצורך. למען ההגינות, בגירסת המשחק לשני מתמודדים ההגרלה מאוזנת.

כך, תוך לקיחת הרעיון המקורי של המשחק הקיים, עם שילוב של מזל, אסטרטגיות ושימוש בתכונות המיוחדות למחשב, ניתן היה לפתח משחק בעל עוצמה רבה יותר מן המשחק המקורי, אשר בנוי בתוך התוכנית ומדגישה היבטים קוגניטיביים נוספים.

המשחק מלהיב תלמידים ברמות ובגילים שונים. צפיה בלוח התוצאות בסיכום משחק בן שלוש מערכות נגד ה"מחשב" מראה שיפור בתוצאה. מחקר מבוקר לגבי מידת התרומה של המשחק ייערך באמצעות "הקלטה ממוחשבת" של הצעדים שהתלמידים מבצעים, וניתוחם לאחר מכן בידי החוקרים.

שבבים עלון למורי המתמטיקה - תיק מס' 23