

צה"ל והמהפכה הקיברנטית

אל"מ עמיקם

המאה ה-20 עומדת בסימן המהפכה הקיברנטית — היא מהפכת המחשב. בראשית שנות ה-50 לא יצא עדיין המחשב מתחום המעבדה, אך כיום לא ניתן כלל

ניתן היה להגיע אליהם קודם לכן, בשל מגבלות כלכליות ואילוצים פיזיים. ההתפתחויות המהירות בתחום המחשבים הביאו, תוך עשור שנים, למצב בו מתקשה כיום

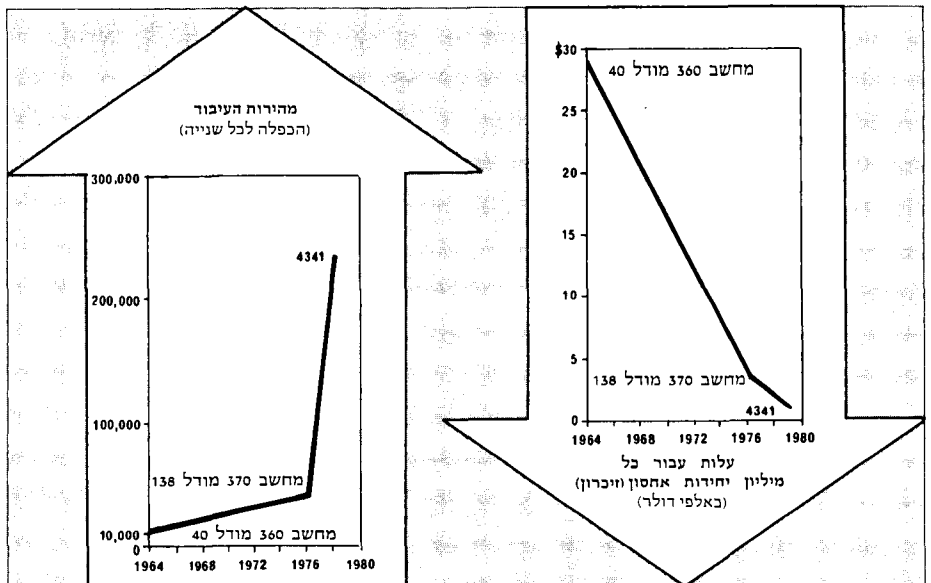
משמעותית מאוד של קהל האנשים היכולים להנות משרות המחשב. עם קהל זה ניתן למנות בין היתר את: עקרת הבית, שתוכל לבצע את קניותיה דרך המסוף הביתי; פקידת התיק אשר תחליף את ארונות הברזל ותיקי הקרטון במסך הטלוויזיה הקשור למכונת כתיבה באמצעות קופסה שחורה זעירה (בגודל חצי קופסת נעליים); המנהל, אשר יצטרך למצוא תעסוקה לכתבניות שבמשרדו, מפני שמכונת כתיבה עם קופסה אחרת תתרגם ישירות את קולו למכתב מודפס.

מערכת הבנקאות האמריקנית הייתה נאלצת להעסיק את כל 220 מיליון תושבי ארה"ב, אילו רצתה לבצע את כל הפעולות הנעשות כיום על ידה בלא להזיק למחשבים שברשותה. בארצות הברית נוסדו ונכנסו לשלבי יישום מאגרי מידע אשר יוכלו להעביר אינפורמציה עד למכשיר הטלביזיה הביתי של האזרח. מערכות אלה, המיושמות היום באופן נסיוני, יאפשרו להרחיב את השירותים הניתנים לאזרחים באמצעות מכשירי טלביזיה וטלפון, אשר ניתן יהיה להעביר דרכם הוראות ונתונים ולקבל באמצעותם מידע ממאגרי הנתונים השונים. באמצעות טכנולוגיה זו ניתן ליצור שירותים חדשים, לאזרח בתחומי החינוך ובתחומי מידע נוספים, ולשפר את הקשר בין האזרחים לרשויות ובין הרשויות לבין עצמן. מושגים חדשים מסוג דואר אלקטרוני, ספרייה אלקטרונית, מרכזיית בית הספר הממוחשב — כל אלה עשויים להביא לשידור מערכות בתחום הטכנולוגי, הכלכלי והחברתי.

פריצת דרך טכנולוגית

מחשבים זעירים, הזולים לאין ערוך ממחשב הדור הקודם, מסוגלים לבצע כיום פעילות בקצב אשר לפני כחמש שנים היה נדרש לצורך כך מחשב גדול ומסוכך. תהליך מועדף המחשב, המויל את הייצור ומורז את הפעילות, יימשך בהדרגה, ועד 1985 ניתן יהיה להגדיל פי 50 את מספר הרכיבים שניתן כיום לרכוש בשטח נתון. בשנת 1980 יכיל Chip (כארבעה מילימטרים רבועים) 100 אלף מעגלים, ואילו בשנת 1985 — מיליון.

בעבר הורכב הזיכרון ממערכת סבוכה של חוטים, אשר הולחמו באמצעות מלחימידי



תרשימים המצביעים על הירידה במחיר המחשב והעלייה במהירות החישוב

לתאר את חיי היום-יום בלעדיו. 25 אחוזים מהאוכלוסייה משולבת ותלויה כיום בעבודת המחשב, שיעור הצפוי להגיע תוך עשר שנים לכלל 70-80 אחוזים. חדירתו המעמיקה והולכת של המחשב אל תחומים שונים של חיינו אינה פוסחת אף על התחום הצבאי. רשימה זו מוקדשת לציון קוויה הכלליים של המהפכה הקיברנטית ולשימוש העתיד להיעשות בפ-רותיה במסגרת האזרחית והצבאית כאחת. בראשית דרכו הצטייר המחשב כענק בעל כוח אדיר, וכמחשבי העשוי מטרונות של מתכת, אורות מרצדים ומוצרי חשמל לרוב; ענק הנוקק לשירותים יקרים ולטיפול מצד צי שלם של מומחים בתחומי התוכנה והציור. תהליך המועדף שינה מצב זה. הירידה בגודלו הפיסי של המחשב ובמחירו, תוך העלאת מהירות החישוב של היע"ם (יחידת עיבוד מרכזית) קידמה את המחשוב לשטחים שלא

אפילו מומחה בתחום צר לעקוב אחר כל ההתפתחויות, ולהכיר היטב את כל האפשרויות, על יתרונותיהן ומגבלותיהן. היבט נוסף הקשור בשינויים המתחוללים בנושא המחשוב הוא המשקל היחסי של הנושאים השונים בתחום זה — ירידת חלקו של עיבוד הנתונים המנהלי והמדעי, לעומת ההשקעה במחשוב במערכות המכילות בתוכן מחשב, אך מטרתן העיקרית אינה מחשוב, כגון מערכות שליטה ובקרה, מערכות קשר ותקשורת ומערכות נשק מנוהלות-מחשב. ההיסטוריה של התפתחות תעשיית המחשבים מלמדת, שבערך בכל חמש שנים עולה היחס שבין תועלת/עלות פי שניים. העלאת מהירות היע"ם מתבטאת בפישוט ניכר של צורת הפנייה אל המחשב, תוך הסתמכות על מערכת תוכנה הולכת ומשתכללת. פישוט זה גורם כבר כיום ויוסיף ויגרום בעתיד להרחבה



זעירים על ידי "גורדי" פועלות. כיום מבוצעת פעולה זו במקשה אחת, כאשר המערכת מורפסת על לוח סיליקון, וחלקיקי מתכת זעיריים ממלאים את מקומם של הטרנזיסטורים (חצאי מוליכים).

בענף המחשבים נהוג היה לדבר על י.ב.מ. ושבעת הגמדים (שבע חברות גדולות אחרות לייצור מחשבים). לאחרונה צצו עשרות "גמדים" נוספים שהביאו את י.ב.מ. לתחום המיני והמיקרו-מחשבים, גורם המוביל להזולה נוספת, ומכאן להשפעות לא מבוטלות בתחומי המשק והחברה.

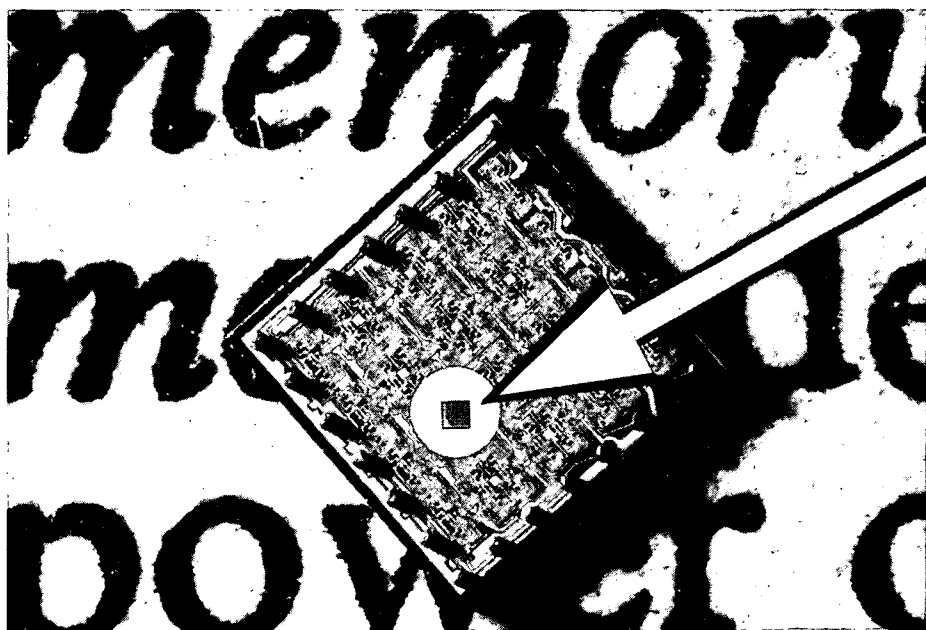
ככל שיוורד המחיר נמצאים למחשב שימושים רבים יותר. מחשבי מיקרו במחיר \$50, יאפשרו פיקוח על יעילות ניצול הדלק במכונית (ומכאן לחיסכון ניכר בדלק), פיקוח על רמזורים, פיקוח על תכנית הביטוח בהיעדר עקרת הבית, אברים

בעבר הגיבו המערכות הכלכליות על החידושים הטכנולוגיים בצורה מחזורית: שלב ראשון — פיתוח כלכלי מואץ; שלב שני — נסיגה במגמה זאת; שלב שלישי — התפתחות שפל כלכלי חמור; ושלב רביעי — התייצבות המערכת הכלכלית. מחזור כזה יכול להימשך 70-100 שנה, ויש סימנים ברורים שאנו נמצאים בעיצומו של השלב השני של המחזור, שהתחיל במהפכת המיכון.

המחשב בצבא

על מאמץ הפיתוח בתחומי המחשוב להתרכז בתחומים הבאים:

- מערכות שליטה ובקרה.
- מערכות תקשורת ורשתות מחשבים.
- התבססות גדלה והולכת על עקרונות העיבוד המבוזר.



שבב אלקטרוני (מוגדל) על רקע אותיות מדף של מילון

מלאכותיים מפותחי מחשב, וזהו טבעית אצבעות אוטומטי ועוד.

מחיר התוכנה הינו כיום (וביתר שאת יהיה בעתיד) אחד הגורמים העיקריים בקביעת מחירם של מחשבים. יש לצפות שחבילות תוכנה תחלפנה ביחידות חומרה מטיפוס המיקרו-מחשב, הבנויות לצרכים ספציפיים (חישובי-משכורת, בקרת מלאי, ריווח פיננסי וכיו"ב).

השלכות מהפכה טכנולוגית זו מזכירות לעתים את השלכות המהפכה התעשייתית, בכל הקשור לנושאי היסוד בתחומי החברה והכלכלה. הערך הכלכלי של ההתפתחויות שצוינו לעיל יתבטא בהגדלה משמעותית של התפוקה בכל תחומי הפעילות האנושית. ההיסטוריה מוכיחה שכל אימת שהושגה עלייה משמעותית בתפוקה (הודות לחידושי המדע והטכנולוגיה), לוהה הדבר בגידול האבטלה ובמשברים. מכאן יש להניח, שפיתוח ושכלול המיקרו-מחשבים יצור מצב דימיה.

ד. מעבר לבסיסי נתונים במערכות עיבוד נתונים מנהלי ומודיעיני.

התפתחות השימוש בציוד ממוכן לצרכים צבאיים יתרכז בעיקר בנושאים הבאים:

- שליטה קרבית.
- שליטה לוגיסטית.
- מחקר וניסוי.
- מידע מודיעיני.
- הדרכה ותרגילים.

הפעלת ציוד המחשבים תהיה בעיקר במסגרת מערכות הפעלות בזמן אמיתי, ואשר המחשבים בהן מהווים מרכיב אינטגרלי של המערכת הכוללת. מערכות אלה מצריכות:

- א. כוונות גבוהה של המערכת, כתוצאה מהפיכת מערכת האינפורמציה הממוכנת לחלק חשוב של משאבי הלחימה.
- ב. התאמת המערכת לעומס שיא בזמן לחימה. בניגוד ליישומים אחרים המוכרים כיום, תהיה הפעלת המערכות הממוכנות "קדחתנית" בזמן לחימה.

ג. פישוט מקסימלי של הציוד והתוכנה ואי העמסת המערכת המבצעית הפועלת בזמן אמיתי בנושאים שאינם קשורים ישירות למערכת.

בהקשר זה יש לציין, כי למערכות אלה יהיה קשור ציבור מנויים גדול אשר יתעדכנו באמצעותן וישתלבו במסגרתן בעזרת רשת תקשורת, מסופים וציוד-קצה אחר.

המיכון בשליטה הקרבית: במסגרת זאת נועד המיכון לסייע ביצירת תמונת מצב מהימנה ומעודכנת, אשר תקיף את המידע הדרוש לצורך קבלת החלטות הפיקוד לגבי הכוחות הפועלים. מערכת זו אמורה לשרת בזימנית את דרגי התכנון, השליטה הבקרה והיחידות הלוחמות, תוך סיוע ושיפור הנושאים הבאים:

- א. תהליך הדיווח ורמת אמינותו.
- ב. עידכון תמונת המצב והנתונים אצל גורמי המטה.

ג. טיפול בכמויות גדולות של מידע ובחישובים. ד. צמצום משך הזמן הדרוש לפעילויות טכניות (כגון הכנה גרפית של נתונים להצגה, סיכומים של דוחות כמותיים וכדומה).

לצורך זה תתבסס המערכת על האמצעים הבאים:

- א. תקשורת להעברת מידע מילולי וגרפי.
 - ב. ציוד תצוגה מילולי וגרפי (להצגת תרשימים, מפות, טבלאות, מלל וכיו"ב).
 - ג. עיבוד נתונים, ציוד מחשבים וציוד עזר.
- המיכון בשליטה הלוגיסטית:** תפקידו להעניק את כל השירותים הקשורים בתפעול הלוגיסטי והאחזקתי של הכוחות. שירותים אלה כוללים:
- א. נהול אפסנאי ובקרת רכש.
 - ב. ניהול תכניות העבודה והאחזקה לדרגיהן השונים, ובקרת האמצעים הדרושים לביצוען.
 - ג. פעילויות הקשורות בחישוב עלות, תמחיר, ותקציב לצורכי בקרה ותכנון מטה.
 - ד. ביקורת אמינות, ניתוח תקלות טכניות.
 - ה. תכנון מערכי בדיקה וביקורת.

המיכון במחקר וניסוי: תפקידו לתת שירותי מיכון הקשורים בפעילות המחקר המרעי וההנדסי ופעילות הניסויים למערכות נשק.

המיכון במידע המודיעיני: נועד לשמש את פעילות המודיעין, כולל מאגר מידע מסיבי, בו מתרכזות כל הידיעות הזורמות ממקורות האיסוף השונים עם אפשרות עדכון ואחזור בזמן תגובה מהיר.

המיכון בהדרכה ותרגילים: בעיקר תכניות מיכון מוכנות למשחקי מלחמה ברמות שונות (חטיבה, אוגדה, פיקוד וכדומה) ובניית מודלים לסימולציה בתחום האסטרטגי, טכני וכללי.

1. ראה: ג'ון רות. אוטומציה — שימושים והשלכות, מערכות, 1975: ג' ת' גילבר. הקיברנטיקה — מהי? מערכות, 1960: אהרון קציר. עבור המהפכה המדעית, עס'עבור, 1972.

2. להלן נתונים אחדים להמחשת תהליך המעורר: עובי שעת אדם הוא כ-50 מיקרונים, ואילו עובי של חוט במיקרו-מחשב הינו כיום כ-5 מיקרונים (1/10 עובי של שעת אדם). במעבדות י.ב.מ. כבר משתמשים בחוטים בעובי 0.08 של מיקרון (1/625 של שעת) אשר עין אדם כלל אינה מסוגלת לראותו.

3. זאת נוסף למערכות מחשבויות הבנויות בתוך וכחלק ממערכות נשק.