

(למשל, בעיות שונות, הדורשות אינטואיציה).

מתעוררות שתי שאלות מעניינות: כיצד להגדיר את מהימנות ההמלצות של המערכת? וכיצד לבחון את המערכת על מנת לקבוע, כי היא עומדת ביעדיה?

בניגוד לתחומים אחרים, הערכות טקטיות אינן יכולות מדעית להיות מוכחות כנכונות, או כשגויות. הגדרת מבחן לנכונותן של הערכות כאלו, דומה לניסיון להגדיר, או להציע שיטה מסודרת (סיסטמטית) לבחינת יכולת ה"מחשבה האנושית". הדרישות אינן יכולות להיות מוגדרות כמותית ובאופן דטרמיניסטי. יתר על כן, כיוון שהמערכת מתבססת על היכולת, ועל הניסיון האנושי המוגבלים בה, עלולים להיות מצבים, שבהם תשגה המערכת

בהערכתה ובהמלצותיה, בדומה למפקד האנושי בתנאים דומים. האם במקרה כזה המערכת תפקדה נכון? זה נכון גם במקרים שבהם המידע המתקבל אינו מספק, או שגוי, וגורם למערכת לשגות.

הפתרון המוצע – להשתמש בגישה, שקבע אלן טיורינג כמבחן ל"בינה מלאכותית". קרי, בחינת ליכולת "מפקד עם המערכת" בהשוואה ל"מפקד בלי המערכת". לשניהם יינתנו תסריטים זהים ומידע זהה. אם ה"מפקד עם המערכת" יבצע את הערכות-המצב מהר ונכון יותר, יהיה בכך משום עדות להצלחה. בבדיקה כזו, שבה ביצועי המערכת נבחנים בהשוואה לביצועי המפעיל האנושי, ולא בהשוואה ל"אמת מוחלטת", ניתן לבחון את מהימנות התפוקות, ולהוכיח עמידה ביעדים. גישה

זו דומה, למעשה, לדרך, שבה מוערכת יכולת המפקדים – לדוגמה, קצין צעיר נבחן על-ידי קצין מנוסה יותר, בהשוואה להבנת המעריך וליכולתו. כך, בבחינה השוואתית ניתן לעקוף את הבעייתיות של מדידה מוחלטת כמותית.

סיכום

מערכות משר"ב יכולות לאפשר בזירת הקרב המודרנית יותר למאשר מיכון, ניהול מידע והצגתו הגרפית למפקד. על המערכות לשלב אלגוריתמים מתקדמים במשולב לבסיסי ידע ספרייתיים ולבסיסי ידע התנהגותיים, המבוססים על הניסיון המבצעי המצטבר. רק בדרך כזו ניתן יהיה להתמודד עם הדרישות המתפתחות ממערכות משר"ב, ולעמוד ב"חוקי הפיסיקה".



בקשר לקבועי-הזמן לפיתוח מאשר חוקי הפיסיקה. המתאימים ביותר למענה לבעיות, המוזכרות במאמר בקשר לקבועי-הזמן לפיתוח מאשר חוקי הפיסיקה.

יש להבחין בין מערכות בקרת-נשק לאמצעי-לחימה, הדורשות, בדרך כלל, קבועי-זמן קצרים ביותר, המוגדרים ל"זמן אמיתי". *** לבין מערכות משר"ב, שאינם מערכות של זמן אמיתי, שמטבען מחייבות התערבות של גורם אנוש (המפקד). תהליך המקובל למשר"ב מוגדר בשרטוט – האדם מעורב בתהליך החשיבה בשלב השוואת תמונת המצב ובשלב תכנון המשימה, הבא בעקבותיו.

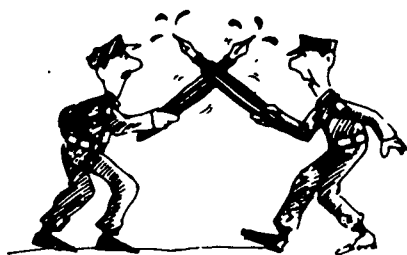
על חוקי הפיסיקה ועל מערכות משר"ב

סא"ל חיים*

במאמרו (מערכות 326 ספטמבר 1992) דן תא"ל ד"ר יצחק בן-ישראל בקשר בין חוקי הפיסיקה ובין אפיון מערכות משר"ב (C³I) ופיתוחן. לטענתו, ניתן לראות קשר בין קבועי-הזמן, לפיתוח מערכת משר"ב.

תהליכים לפיתוח מערכות עתירות-תוכנה ומערכות עתירות-ממשקי אדם-מכונה (MMI), ** כדוגמת מערכות משר"ב, מוגדרים בתחום הנדסת התוכנה, והנם התהליכים המתאימים ביותר למענה לבעיות, המוזכרות במאמר

* מפקדת קצין קשר, אלקטרוניקה ומחשבים ראשי.
** Man/ Machine Interface.
*** real time.



כמובן, גם בתהליכי משר'ב יש קבועי-זמן שונים. לדוגמה: בדרך כלל, קבועי-הזמן הנדרשים למערכות משר'ב אוויריות, קצרים בהרבה מקבועי-הזמן למשר'ב לכוחות היבשה. אין ספק, גם קבועי-הזמן לכוחות היבשה יתקצרו בעקבות פיתוח אמצעי-לחימה, המחייבים החלטות מהירות. לאור זאת, מקובל בעיני העיקרון הראשון של מערכות משר'ב, שהציע תא"ל בן-ישראל במאמרו.

פיתוח מערכות ממוכנות צריך להתבצע בלוח-זמנים קצר מספיק כדי שלמערכות יהיה שימוש, ולא יהיו "כאבן שאין לה הופכין" בסיום פיתוחן. זו בעיה ידועה בפיתוח מערכות עתירות-תוכנה, והנה נכונה לא רק למערכות משר'ב. לדוגמה, נתאר פיתוח של מערכת ממוכנת למערכת הבנקאית, המתבססת על חוקי המדינה, על חוקי הכלכלה, על זכויות האזרח ועל חובותיו. במהלך תהליך הפיתוח מבוצעת רפורמה כלכלית. האם לגבי מערכת זו (שאינה מערכת משר'ב) אין העיקרון השני, המוזכר במאמר, שולט? שינויים דראסטיים – כשינויים בתורת הלחימה, אפיונם, סיכומם והטמעתם – הנם תהליך ארוך, שאינו משתנה לעתים תכופות. זה תהליך "קשה" יותר מפיתוח מערכות למשר'ב. הדינמיות מתבטאת יותר בנוהלי עבודה, היכולים להשתנות בהתאם להחלטת המשתמש (מפקד), בהתאם לניסיונו, או בהתאם לשינויים בנוהלי עבודה, הנובעים משילוב המערכת הממוכנת למשר'ב בתהליכי עבודת המטה.

האמור לעיל מביא אותנו לעיקרון השלישי של תא"ל בן-ישראל. העיקרון הזה (הקושר את קבועי-הזמן לפיתוח המערכת לסבב ממלאי התפקידים – מפתחים ומשתמשים) יכול להביאנו למסקנה, כי אין ביכולתנו לפתח מערכות למשר'ב. זאת

משום שאפילו נדבוק במסקנות הכותב לאפיון פיתוח מערכות משר'ב, יתחלף הצרכן המשתמש במערכות משר'ב מדור ב' (כמוזכר במאמר). האם לא נאפשר לו לשנות את המערכת? לכן, החוק השלישי שלו אינו מתאים לנושא.

כאמור בהקדמה למאמרי, הנדסת התוכנה מגדירה תהליכים, המתאימים לפיתוח מערכות ממוכנות. עד לזמן האחרון היה מקובל וידוע פיתוח סדור וטורי של תוכנה. הוא כלל ניתוח, אפיון, פיתוח, הטמעה ואחזקה המערכת (פיתוח בשיטת "מפל המים" – Waterfall). לאור פיתוח מערכות, המחייבות ממשק רב עם המשתמש אופיינה שיטה חדשה, המאפשרת פיתוח לפי שלבים – פיתוח ספיראלי. בסיום כל שלב בפיתוח ספיראלי בוחן המשתמש את השלב. בשיטה זו נעשה אפיון ותכנון כולל ומפתחים את התשתית, המתאימה לכלל הפרויקט. לכן, ניתן להחליט בכל שלב על הפסקתו – לאור התאמתו לדרישות.

בשיטה זו תומכת הטכנולוגיה הקיימת היום. קיימים כלי תוכנה רבים, המבוססים על תוכנות מסחריות וסטנדרטיות, המאפשרים לבחון את היחס מכונה-משתמש. יתירה מזאת, כאשר משתמשים בכללים המתאימים של הנדסת התוכנה, מאפשרים כלי התוכנה לבצע שינויים רק בממשק אדם-מכונה במערכת בלא צורך לשנות את שאר המרכיבים בתוכנת המערכת.

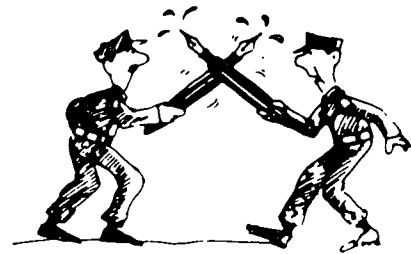
חיבור בין מערכות משר'ב אינו מסתכם בחלק התקשורתי, כפי שמציע תא"ל בן-ישראל. בדרך כלל, זה החלק הפשוט יותר. הבעיה הנה ליישם חוקים ממערכת אחת במערכת עמיתה. שילוב כזה ללא תכנון מוקדם בלתי-אפשרי, או שיצריך שינויים רבים באחת מהמערכות, או בשתיהן. מרכיב נוסף, שעלינו להתחשב בקיומו

הנו התשתית. שעליה מבוססות מערכות משר'ב. תשתית זו כוללת תקשורת, מאגרי נתונים, תשתית של ממשקי אדם-מכונה וכי"ב. פיתוח מערכות משר'ב במקביל, ולאחר מכן חיבורן זו לזו (ממשק מערכות) עלול לגרום לכך, שהתשתית, שפותחה למערכות הללו, לא יספיקו. השקעה מאוחרת בתשתית עלולה לצרוך משאבים גדולים לפיתוח – יותר מאשר תכנון כולל מוקדם ופיתוח התשתית לכלל המערכות. היבט נוסף, שעלינו להתחשב בו, הוא ההיבט התפעולי. למערכות משר'ב ביטוי מרבי במלחמה כאשר הן מופעלות בהיקף מרבי על-ידי משתמשים שונים. כאשר מפתחים מערכות משר'ב במקביל, רק ממשקים פשוטים אדם-מכונה, שיהיו אחידים לכלל המערכות, ימנעו דחייה וחוסר-רצון להשתמש במערכות הללו. ללא תכנון ופיקוח כוללים אנו עלולים ליצור ממשקי אדם-מכונה שונים, שיגרמו למשתמשים לדחות את המערכות.

היבט התחזוקה הוא יסוד נוסף בשיקולינו. תחזוקה של מערכות, הכוללות מרכיבים אחידים של חומרה ושל תוכנה קלה לעומת מגוון מערכות, שאינן אחידות. זאת, הן מהיבט הלוגיסטי והן מההיבט הכלכלי.

סקרתי כאן רק חלק מההיבטים, הכרוכים בפיתוח מערכות משר'ב. סיכום ההיבטים הללו מצביע על כך, כי הדרך הטובה ביותר לפיתוח מערכות משר'ב הנה תכנון מוקדם והקמת תשתית רחבה, שעליה יתבססו מערכות המשר'ב. במקביל, ייבחן היחס בין המשתמש למערכת במשך כל מחזור הפיתוח.* היחס הזה יובא לידי ביטוי

* ראו בעניין הזה את מאמרו של אלכסנדר איסלר, "תכ"ם", בגיליון הזה של מערכות – המערכת.



שהתפתחה לפי "צורכי השוק"; ולכן, היא מתאימה גם למערכות משר"ב. מציאת עקרונות משותפים בין פיתוח מערכות משר"ב לחוקי הפיסיקה אינה מתאימה במקרה הזה.

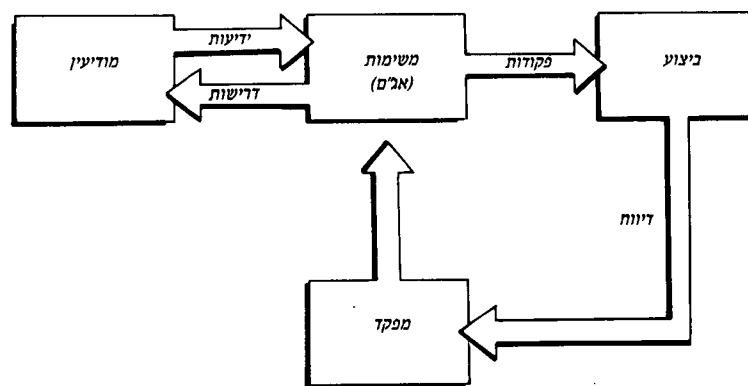
מעבר להיבטים, המצדיקים את תפיסת הפיתוח, שהוצגה במאמר – עלינו לזכור, כי מערכת משר"ב חייבת מקורות הזנה עדכניים וזמינים. ללא מקורות כאלה המערכת אינה יכולה לשמש למשר"ב. לכן, רק החיבור בין מערכות משר"ב ינצל את המערכות הממוכנות למשר"ב להגדלת העדכניות והזמינות של המידע, העומד לרשות מקבלי ההחלטות.

סיכום

הצגתי תפיסה שונה לפיתוח מערכות משר"ב מזו, שהציג ראש מר"פ במאמרו. תפיסתי מסתמכת, בעיקרה, על הנדסת תוכנה,

בתהליך הפיתוח בכמה אבני-דרך. יש לציין, כי גם במשך תקופת האחזקה (שהיא תקופת השימוש במערכת) ניתן לשנות את תפיסת התפעול בקלות רבה יחסית, אם רק נדבק בשיטה זו לפיתוח.

השוואת תמונות מצב למשימה



מגבלות המבחן המתקדם

קיים קושי מהותי להתמודד עם עיקרון ולסותרו. כמקרה פרטי מדובר בעיקרון הפיטרי, שהמחבר מזכירו תכופות, וכהגדרתו מתלבט עם השפעותיו כל ארגון גדול, לפי דרכו, ויכולתו. לקושי העקרוני הזה מצטרפים בקבוצת המפקדים האילוצים האלה – מצאי כוח-אדם בעת מסוימת, כלי איבחון בלתי-מדויקים, קשיי שיפוט במקרי ביניים (אותו תיק"ו בין "אינטליגנציה גבוהה וביצועית" בלשון המאמר). המבחן המתקדם, המוצע להערכת המפקד, מתאים לפרק זמן נדיר (ובמיוחד בעשור האחרון), ועתיד לעורר ויכוח בין כוונות וכשירות לפי דרישות המפקדה המקומית (גזרתית) לבין גיבוש פק"לים, תרגולות, או השתלמויות, שצריך לזווג

של שיפור, שהנהיגו במערכת היחידתית. משמעות עקיפת העיקרון הפיטרי הנה, כי תימצא בכך דרך למנות מפקדי שדה בכירים, מחוסני-כשל (מערכות 323).

למרות חיוניותו הרעיונית העקרונית בעירור המחשבה, מעורר המאמר כמה דעות ביקורת. לדעתי, ניתן להציג פתרון שונה לבעיה – פתרון, הדומה יותר למתכונת הקיימת, אך מחייב שינוי משמעותי בתפיסת שיתוף הפעולה והאחריות ההדדית.

הערכת הצלחת המפקד כמבחן קבוצתי

עזי קורן*

אל"מ ע' הציג לעקוף את העיקרון הפיטרי על-ידי הנהגת רמה מתקדמת של מבחנים, שעיקרה קידום מפקדים על סמך זיהוי ודאי

* קצין מטה בגדוד ח"ר מילואים.