

גורמי אנוש במערכות שליטה ובקרה

המפקדים מסתמכים יותר ויותר על מערכות שליטה ובקרה כדי לתכנן את מהלכיהם בשדה הקרב. אולם יש לדעת שהמערכות האלה מוסרות מידע חלקי בלבד בנוגע למציאות וכי האופן שבו מבין המפקד את המידע הזה ומפרשו עלול להיות מעוות. המתכננים של מערכות שליטה ובקרה צריכים להביא בחשבון את שני הסוגים האלה של עיוותי המציאות



חייל אמריקני מפעיל מערכת שו"ב | ממשקי אדם-מערכת אינם תמיד אינטואיטיביים למשתמש ולפעמים מותירים אותו מתוסכל לאור העובדה שהם מקשים עליו לבצע את משימתו

סרן דניאל חוקר במעבדת הקרב של מחלקת אמצעי הלחימה של זרוע היבשה



מבוא

אחד האתגרים המרכזיים העומדים בפני צבאות מערביים מתקדמים הוא לשלב מערכות טכנולוגיות שתומכות בתהליכי קבלת ההחלטות של המפקד ובמודעות המצב שלו בסביבות דינמיות שמשתנות בקצב מהיר. לדוגמה: שילוב אפקטיבי של מערכת השו"ב היבשתית של צה"ל.

בעת פיתוח של טכנולוגיה שמיועדת לעזור למפקד להתמודד עם מצבים שונים שואף צה"ל לפתח ממשקי משתמש שמגבירים את המודעות למצב ואת ביצועי המפעיל. עם זאת, הכלים שמסופקים כדי להגביר את המודעות למצב אינם פשוטים וטריוויאליים, ולכן יש להתייחס אליהם כאל כלים שמגדילים את עומס העבודה המוטל על המפקד.

המאמר הזה סוקר את המאפיינים של הממשק אדם-מערכת במערכות השליטה והבקרה, את האופן שבו מבין המפקד את המידע בשדה הקרב, את האופן שבו המפקד תופס את מערכת השו"ב ואת המודל אשר מתאר כיצד תהליכי קבלת ההחלטות של האדם מושפעים מהגורמים הטכנולוגיים. לבסוף מובאים כמה כללי אצבע לאפיון ממשק אפקטיבי לקבלת החלטות טקטיות בתנאי לחץ.

המאפיינים של ממשק אדם-מערכת במערכות השליטה והבקרה

האופן שבו מגיב האדם לגירויים המופיעים במערכת השו"ב נגזר מהמודל לעיבוד מידע. המודל המעגלי הזה מתאר לנו את התהליכים המנטליים שקורים במוח האדם בזמן שהוא מעבד מידע. תרשים 1 מציג באופן מופשט את המודל הזה. למודל האנושי לעיבוד המידע יש השפעה ישירה על האופן שבו

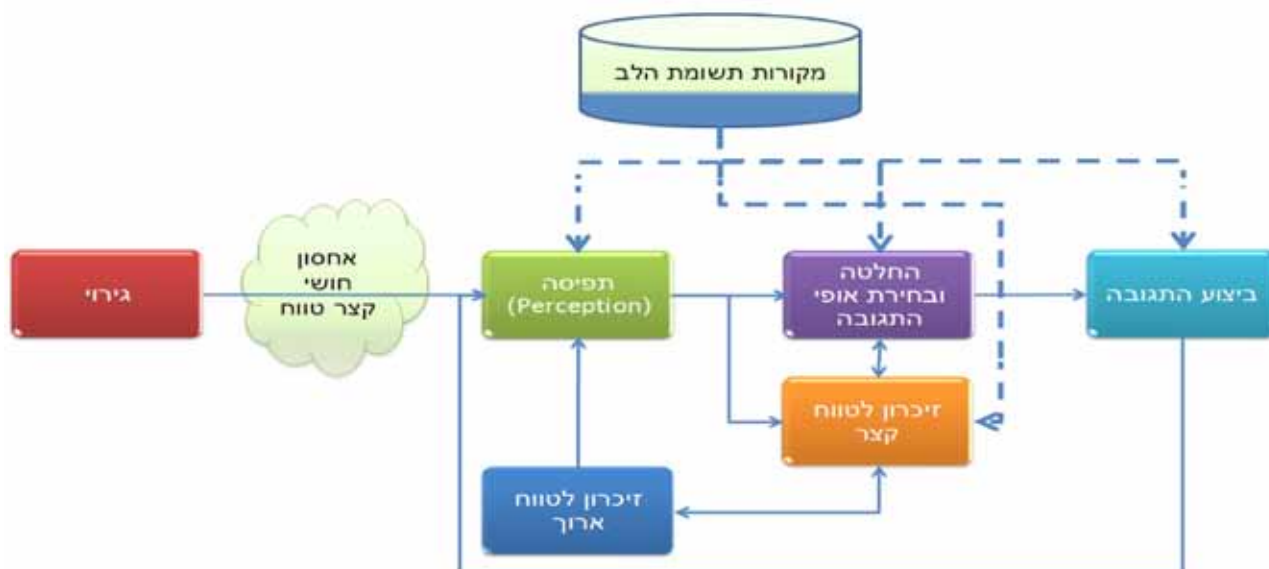
נדרש לאפיין את הממשק אדם-מערכת במערכות השו"ב. עם זאת ישנם גורמים חשובים נוספים שמשפיעים על איכות הממשק בין האדם למערכת השליטה והבקרה:

- הנדסת גורמי אנוש.²
- האיכות והניסיון של כוח האדם המשתמש במערכת.
- האיכות והכמות של האימונים הנדרשים לצורך שימוש במערכת (אלה נגזרים לפי מידת הקושי להשתמש בה).
- איכות הצוות שמאמן את המשתמשים במערכת.
- סיכוני הבריאות הנגזרים מהשימוש במערכת.
- חסינות המערכת.

ממשקי אדם-מערכת אינם תמיד אינטואיטיביים למשתמש ולפעמים מותירים אותו מתוסכל לאור העובדה שהם מקשים עליו לבצע את משימתו. לפי העקרונות לתיכון ממשקי אדם-מערכת יש לתת עדיפות עליונה לצורכי המשתמש כדי לשפר את ביצועי המערכת. לדוגמה, תפיסה ישירה,³ תפעול ישיר ומעגל פעולות שלא פוגע בתפיסה הם עקרונות בסיסיים בתכנון ממשק אפקטיבי של אדם-מערכת.⁴ כדי להגיע לתיכון (Design) אפקטיבי של המערכת ניתן להשתמש בשיטות כמו תכנון מונחה משתמש (UCD).⁵ להלן כמה כללי אצבע בתיכון מערכות שליטה ובקרה אשר ישפיעו לחיוב על הממשק אדם-מערכת של המערכות האלה:

- **נראות של מצב המערכת:** המערכת תעדכן באופן רציף את המפקד בנוגע לסטטוס הנוכחי שלה ותיתן משוב בזמן סביר מהרגע שבו משתנה הסטטוס.
- **התאמה בין המערכת לעולם המציאות:** המערכת נדרשת לתת למפקד משוב בשפתו שלו ובמונחים שנהירים לו. כמו כן על המערכת להציג את המידע באופן לוגי וטבעי.
- **עקביות וסטנדרטיות:** אסור שלמפקד יהיו תהיות בנוגע

תרשים 1 | מודל אנושי לעיבוד מידע¹





מרכז שליטה של צבא ארה"ב | הצלחתה של מערכת מידע להגדיל את היכולות של מקבל ההחלטות תלויה באינטגרציה בין הקוגניציה האנושית לבין היכולות הטכנולוגיות

לאלמנטים הרלוונטיים למשימה. התהליך מתחיל כאשר המפקד נתקל בבטייה (שהיא גירוי חיצוני בלשון הפסיכולוגים). הקוגניציה שלו מפרשת את הגירוי לפי סכמות שקיימות במוחו באמצעות מודלים מנטליים ומשווה את המידע שהגיע אליו למצבים שבהם נתקל בעבר. בתהליך של חיפוש ההיגיון בתמונה המנטלית שמוצגת לו מעריך המפקד את האופציות העומדות בפניו ואז בוחר באחת מדרכי הפעולה האפשריות. לאחר זמן ניכר צובר המפקד ניסיון, דהיינו לרשותו עומד רפרטואר של מודלים מנטליים.⁸ אולם למפקד יש משאבים קוגניטיביים מוגבלים שמונעים ממנו לעבד כמויות גדולות של מידע. מפקדים עשויים להיכנע להטעויות שנוצרות מפירוש לא מדויק שלהם את הסביבה. ההטעויות האלה עלולות לגרום למקבל ההחלטות לסטות מהאובייקטיביות שלו ולטעות בשיקול הדעת.

פעולות קוגניטיביות מסוימות (לדוגמה, שימוש בזיכרון לטווח קצר) דורשות משאבים קוגניטיביים מוגבלים. אולם פעולות קוגניטיביות אחרות (לדוגמה, זיהוי דפוסים) עשויות לדרוש משאבים קוגניטיביים גדולים מאוד. לבני אדם ישנה יכולת טובה מאוד לזהות דפוסים מתוך מידע רב, ללמוד אותם ולהסיק מהם מסקנות. לפיכך מורכבות המידע היא לא בעיה, כל עוד המידע שמוצג הוא בעל משמעות קוהרנטית ומבנה מסודר.⁹ מי שמאפיינים מערכות שו"ב נדרשים להבין כי כדי שהטכנולוגיות של מערכות המידע ישפרו את האפקטיביות של כלל ביצועי המערכת ושל המפקד חייב המידע להיות מוצג באופן שינצל את היכולות האנושיות לזהות בקלות דפוסים שונים.

"אינטגרציה קוגניטיבית"¹⁰ של המפקדים ושל המטה שלהם שואבת מידע ממקורות רבים ומשלבת אותם בכל מיני דרכים כדי ליצור תמונה שלמה של שדה הקרב.¹¹ במילים אחרות: תהליך האינטגרציה הקוגניטיבית עוזר למפקד להבין את שדה הקרב והוא קורה לעיתים תכופות תוך כדי תהליך השליטה והבקרה. הממד הפיזי¹² וממד המידע¹³ הם שמספקים את התשתית לאיסוף ולאינטגרציה של מידע.¹⁴ תרשים 2 מציג מודל קונספטואלי של

לשמות, למצבים ולפעולות. לצורך כך יש לשמור על עקביות ועל סטנדרטיות בכלל המערכת.

- **מניעת שגיאות:** תיכון זהיר עשוי למנוע מראש בעיות.
- **הקטנת הצורך של המפקד להשתמש בזיכרונות:** יש להפחית את השימוש בזיכרון המפקד באמצעות הפיכת האובייקטים, הפעולות והאפשרויות לנראים. המפקד לא נדרש לזכור מידע. ההדרכה בנוגע לשימוש במערכת חייבת להיות זמינה ויעילה.
- **שימוש גמיש ואפקטיבי:** יש לאפשר למפקדים המומחים להשתמש במערכת באופן יעיל ומהיר יותר (לדוגמה, באמצעות הגדרה של מקשי קיצור דרך).
- **תיכון אסתטי ומינימליסטי:** אסור שיוצג מידע שאינו רלוונטי. כל פיסת מידע שאינה רלוונטית במידה מספקת מתמודדת על הקשב של המפקד מול פיסות מידע רלוונטיות.
- **שליטה חופשית של המפקד:** יש לאפשר למפקד לעשות "ביטול פעולה" (undo) ו"ביצוע מחדש" (redo).

האופן שבו מבין המפקד את המידע בשדה הקרב

הבנת המידע בשדה הקרב מאפשרת למפקד לייצר תמונה ויזואלית של הכוחות השונים שבשדה הקרב. התמונה הזאת מאפשרת לו לעשות את הפעולות הבאות:

- לעשות הערכה מדויקת יותר של השפעת הסביבה על המבצע.
- לזהות את המצב האופרטיבי העדכני של הכוחות השונים.
- ליצור דרכי פעולה אפשריות שמביאות בחשבון את היתרונות של כוחותינו ואת החסרונות של האויב.
- להכווין כוחות להשגת משימות שונות.⁶

הצלחתה של מערכת מידע להגדיל את היכולות של מקבל ההחלטות תלויה באינטגרציה בין הקוגניציה האנושית לבין היכולות הטכנולוגיות.⁷ המפתח לאינטגרציה הזאת הוא ההבנה של היכולות הקוגניטיביות האנושיות ושל המגבלות שיש למערכות המידע. החשיבה האנושית היא תהליך של חיפוש היגיון ושל יצירת מודעות

לאפשר למפקד לחזות באופן מדויק כיצד ישפיעו אירועים שונים על מטרות, על יעדים ועל מצבים עתידיים. במילים אחרות: תפיסה מוצלחת צריכה להקנות למפקד מודעות מצב (Situation Awareness) - עליו לתפוס את כל האלמנטים שקיימים בחלל ובזמן ולהבין את המשמעות שלהם ואת ההשפעה שיש להם על המצבים בעתיד הקרוב.

מודעות מצב, כפי שתוארה קודם לכן, היא למעשה הבנה של המצב הנוכחי, ובכלל זה ידיעה מדויקת - ובזמן - של הכוחות האויבים והידידותיים שפועלים בזירה. המצבים החשובים ביותר למקבל החלטות הם אלה שמשתנים באופן תדיר ואלה שהמפקד אחראי לעיצובם. תהליך הערכת המצב של המפקד מורכב משלושה שלבים שונים של מודעות מצב.¹⁵ תרשים 3 מציג את שלושת השלבים האלה.

היכולת להצליח בשלבים הגבוהים יותר של מודעות המצב תלויה במידת הידע שיש למפקד על האירועים שקורים בשלבים הנמוכים יותר. לדוגמה, מפקד עשוי לזהות סטייה מהתכנון בפעולה של כוח כלשהו בשדה הקרב, להבין כיצד הסטייה הזאת עלולה לסכן את השגת המטרות שלו, להבין כיצד ומתי עלול להתרחש מגע בין כוחות האויב לכוחותיו ולבסוף לחזות מה תהיה התוצאה. יש להדגיש שקבלת החלטות מדויקות אינה נסמכת רק על רמת המודעות של המפקד למצב. ישנה אפשרות שהמפקד יקבל החלטות מוטעות בנוגע לדרך הפעולה הנדרשת על אף שיש לו מודעות מצב מצוינת. הסיבה לכך יכולה להיות ניסיונו המועט בהתמודדות עם המצב שמולו הוא עומד. עם זאת ייתכן גם מצב הפוך, שבו מפקד שמודעות המצב שלו היא חלקית בלבד מצליח לקבל החלטה נכונה בשל הניסיון רב שיש לו במצבים מהסוג שמולו הוא עומד. המסקנה העולה מכך היא שמפקד חייב להבין את דרישות המשימה ללא שום קשר למודעות המצב שלו. צה"ל שואף לפתח ממשקי משתמש שמגבירים את מודעות המצב של המפעיל ואת ביצועיו. אולם הכלים שמסופקים כדי להגביר את מודעות המצב אינם פשוטים וטריטוריאליים, ולכן יש לראות בהם כלים שדווקא מגדילים את עומס העבודה על המפקד.¹⁶ הגברת עומס העבודה עשויה להסיט משאבים קוגניטיביים מהמאמץ



האינטגרציה בין הממדים אלה. האינטגרציה הזאת היא שיוצרת את מערכת השו"ב.

המודל הקונספטואלי הזה מתממש, למשל, כאשר יחידות טקטיות מצוותות למשימות בממד הפיזי ומתארות פעולות של אויבים ושל ידידים בממד המידע (במערכת השו"ב). במצב הזה מעריכים המפקד וצוותו את המשמעויות של הפעולות האלה ומנתחים את האפקט הפוטנציאלי של תגובותיהם. ההחלטות בהקשר הזה נגזרות מהממד הקוגניטיבי.

אינטגרציה של מידע אשר נאסף ממגוון של חיישנים ושל מקורות מידע אחרים מסייעת למפקד בקבלת ההחלטות. הסיוע למפקד עשוי לבוא לידי ביטוי בכמה אופנים:

- מערכת השו"ב, שמיועדת להקל על המפקד, מציגה לו את המידע הרלוונטי ביותר ומסתירה ממנו "רעשים".
- מערכת השו"ב עשויה להציג את שדה הקרב באופן ויזואלי, מובנה ופשוט כך שכל דרגי השדה יכלו להשתמש במערכת לצורכיהם.
- מערכות להיתוך מידע אשר עושות אינטגרציה של המידע חוסכות למפקד את הצורך לעשות בעצמו את היתוך המידע הזה ומותירות לו יותר משאבים קוגניטיביים לקבלת החלטות.

כיצד תופס המפקד את מערכות השו"ב

תהליך תפיסה מוצלח של מערכת השו"ב בסביבה דינמית צריך



לכן לפני שמפתח מערכת השו"ב ניגש לפיתוחה, הוא נדרש להבין את הקשרים שבין המרכיבים הטכנולוגיים של מערכת השו"ב לבין גורמי האנוש שמפעילים אותה. מודל דינמי של קוגניציה קבועה משתמש בשיטות שונות לאיסוף מידע באמצעות מערכת השו"ב כדי לסייע לביצועי המערכת אדם-מכונה. איור 4 מביא תיאור סכמטי של המודל.

היבטים טכנולוגיים של המודל הדינמי של קוגניציה קבועה

אליפסה 1 בתרשים 4 מתארת את כל האלמנטים שקיימים בסביבה. הצורות השונות והצבעים שבעדשה מייצגים את המידע בנוגע לאלמנטים השונים שבשדה הקרב. אליפסה 1 היא למעשה המציאות ובלשון מציירי התרשים: "המציאות כפי שאלוהים רואה אותה".²⁰

אליפסה 2 מתארת את יחידות המידע שאותן גילו החיישנים בשדה הקרב. האליפסה הזאת כוללת רק חלק מהמידע שמופיע באליפסה 1, מכיוון שגם החיישנים המתקדמים ביותר אינם יכולים לגלות את כל הנמצא.

אליפסה 3 מייצגת את המידע שמופיע על צג המפקד. מדובר בחלק מהנתונים שמופיעים באליפסה 2 בשל אי-הדיוקים שיוצרים החיישנים שבשדה הקרב או בשל היתוך פריטי מידע שונים.

היבטים אנושיים של המודל הדינמי של קוגניציה קבועה

במודל ישנן שלוש עדשות (A, B, C) שמתארות כיצד מעבד המפקד את המידע.²¹ לעיתים קולט המפקד את המידע ומבין אותו.

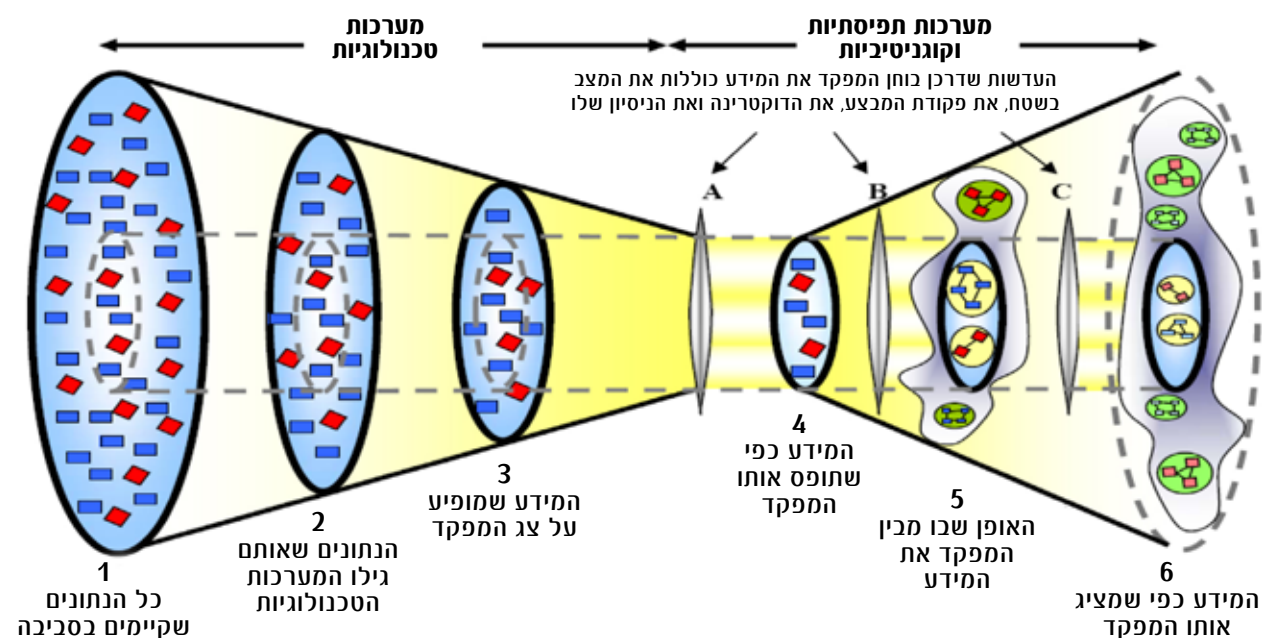
לשמור על מודעות המצב. לעומת זאת ממשק שאופיין היטב יכול להוריד את עומס העבודה ובו בזמן להגדיל את מודעות המצב. לממשקי המשתמש ישנה חשיבות רבה בגלל התלות הגוברת של האדם במחשב ובכלים האוטומטיים. אם רוצים להגביר את האפקטיביות של ממשק המשתמש בסיוע למפקד להבין את שדה הקרב, לשמור על מודעות המצב ולקבל ההחלטות, יש להטמיע מודל שכולל חשיבה הן על המפקד והן על המכונה. מודל מצוין שעוזר להבין את החשיבות של הקשר בין המפקד למערכת השו"ב הוא מודל דינמי של קוגניציה קבועה.¹⁷

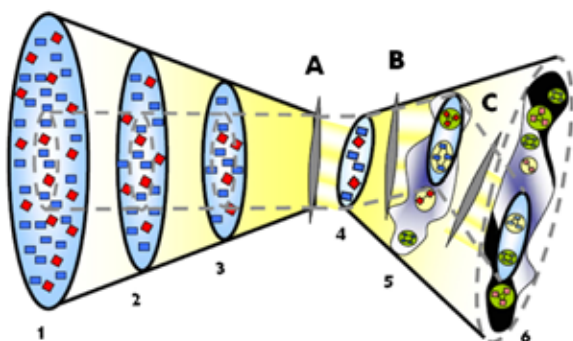
מודל דינמי של קוגניציה קבועה

לעיתים יש צורך לשנות את האופן שבו משתמשים בטכנולוגיה (ולא את הטכנולוגיה עצמה) כדי להפוך את השימוש בטכנולוגיה ליותר אפקטיבי. אחד האתגרים המרכזיים העומדים בפני צבאות מערביים מתקדמים הוא לשלב מערכות טכנולוגיות שתומכות בתהליכי קבלת ההחלטות של המפקד ובמודעות המצב שלו בסביבות דינמיות מאוד.

מודל דינמי של קוגניציה קבועה עוסק באינטגרציה של המשתמש ושל המערכת במבצעים טקטיים ומתאר כיצד תהליכי קבלת ההחלטות של האדם מושפעים מהגורמים הטכנולוגיים. במודל הזה משולבים התיאוריה של קבלת החלטות טבעית¹⁸ ומודל קונספטואלי להפעלת טכנולוגיה, והוא מספק תמונה יציבה על ביצועי המערכת.¹⁹ מודל דינמי של קוגניציה קבועה מביא בחשבון לא רק את המאפיינים של המשתמש הבודד אלא גם את העיצוב של ממשק המשתמש שמשפיע על מודעות המצב ועל קבלת ההחלטות - בעיקר באמצעות הצגת הסביבה בצורה מדויקת יותר.

תרשים 4 | מודל דינמי של קוגניציה קבועה





תרשים 5 | סטיות בעדשות שמביאות לעיוותים בתפיסה ובהכנה של המפקד

הנדרשים לתכנון יעיל של ממשק שו"ב אשר ישפר את הביצועים הכלליים של המערכת באמצעות תמיכה ביכולות המשתמש האנושי ובמגבלותיו.

אפיון ממשק אפקטיבי לקבלת החלטות טקטיות בתנאי לחץ

בעקבות מספר רב של אירועים שליליים שקרו בצי של ארה"ב החליטו ראשיו לערוך מחקר מקיף על קבלת החלטות טקטיות בתנאי לחץ. אלה היו מטרות המחקר:²²

- הגדרת הבעיות בתחום קבלת החלטות שמולן ניצבות היחידות הטקטיות של הצי האמריקני (למשל, ספינות).

- פיתוח מדדים שיבחנו את איכות ההחלטות הטקטיות שמתקבלות.

- איסוף מידע אמפירי שישפוך אור על ההשפעה שיש לחץ על קבלת ההחלטות.

- פיתוח עקרונות לתמיכה בהחלטות, להצגת מידע ולתכנון מערכות אימון שיאפשרו לדמות את סוגי הלחצים שבפניהם עומדים המפקדים.

מהמחקר שנערך עולה כי לצורך יצירת ממשק אפקטיבי וסביבה אשר תאפשר פיתוח של ממשק כזה (שמטרתו, כאמור, לאפשר קבלת החלטות טובה יותר בתנאי לחץ) יש לנקוט את הצעדים הבאים:

- **הגדרה ומדידה של משימות שבהן יש לקבל החלטות קריטיות.** כדי להעריך טכנולוגיה חדשה שמפותחת חשוב לספק תרחישים מציאותיים. לפיכך יש להגדיר משימות מבצעיות, להקים מעבדות שבהן ניתן לבחון את המשימות האלה, לפתח כלי למדידת ביצועים ולפתח יכולות וידע רלוונטיים לתהליכי קבלת החלטות בסביבות האופרטיביות האלה.

- **בחינת אפקט הלחץ על קבלת ההחלטות.** מטרת המשימה הזאת היא להבין כיצד לחץ קרב משפיע על קבלת ההחלטות הטקטיות. לפני שמעריכים את הטכנולוגיה שמשמשת לתמיכה בקבלת החלטות יש להבין כיצד הביצועים יורדים במצבי לחץ שונים. את הבחינה של אפקט הלחץ יש לעשות על כמה גורמי לחץ

באופן מעוות. המצב הזה מתואר בתרשים 5 באמצעות העדשות שנוטות הצידה.

בהתאם למודל, עדשה A מפנה את תשומת הלב של המפקד לגירוי ויזואלי או שמיעתי שמגיע מאלפיסה 3. אלפיסה 4 מייצגת את המידע שקלט המפקד, והוא מועט יותר מזה המוצג באלפיסה 3. מעבר המידע בעדשה A הוא בעצם תהליך תפיסתי של קלט אקטיבי או פסיבי. הקלט הוא אקטיבי כאשר המפקד דורש את המידע, והוא פסיבי כאשר הקלט מועבר ללא בקשת המפקד. גורמים סובייקטיביים רבים (כמו המטרות האופרטיביות, המיומנות של המפקד, ניסיונו ועוד) גורמים לתפיסה צרה של המידע. במילים אחרות: המפקד מתמקד בחלק קטן מהמידע שמגיע אליו.

אלפיסה 5 מייצגת את האופן שבו מבין המפקד את המידע, ואלפיסה 6 מייצגת את האופן שבו מציג המפקד לפקודיו את תוכניותיו על סמך המידע שקלט ועיבד. עדשות B ו-C מסננות את המידע באופן שהמפקד רואה רק את הדברים שאליהם מיקד מלכתחילה את תשומת ליבו. אלפיסה 5 מייצגת את ההחלטות שקיבל המפקד ואשר מבוססות על האופן שבו עובד ושונה המידע בעדשה B. אלפיסה 6 מתארת את התחזיות של המפקד בנוגע להתפתחות האירועים ואת תוכניותיו. ניתן לראות שהצורות האמורפיות באלפיסות 5 ו-6 מייצגות תרגומים שונים של המידע. מערכות השו"ב מציגות אפוא בפני כל המפקדים מידע זהה, אך המסקנה המרכזית שעולה מהתהליך שתואר כאן היא שכל מפקד עשוי לפרש את המידע באופן שונה, להסיק ממנו תחזיות שונות ולגבש לפיו תוכניות אחרות.

ההשפעות הטכנולוגיות של המודל הדינמי של קוגניציה קבועה על קבלת ההחלטות ועל מודעות המצב

המודל הדינמי של קוגניציה קבועה אינו חד-כיווני אלא כולל גם משוב של המפקד שמשפיע על המידע שזורם אליו בהמשך. במילים אחרות: מודעות מצב וקבלת החלטות הן תהליכים מחזוריים שמתפתחים במעגל של תפיסה-פעולה-תגובה אשר מוצג בין אלפיסה 2 לאלפיסה 5. הבנה של המידע מאפשרת למפקד לעשות חיזויים בנוגע לעתיד. המפקד עשוי למקם מחדש סנסורים שונים שבשדה הקרב כדי לאשר או לדחות את ההערכות שלו. המידע הנוסף שנאסף באמצעות הסנסורים נע מאלפיסה 2 ועד אלפיסה 6. מתן האפשרות למפקד לתת משוב היא אחד השיקולים המרכזיים בתכנון ובעיצוב של ממשקי שו"ב.

המידע באלפיסה 3 (שמוצג על הצג של המפקד) צריך להיות עקבי כדי שהמפקד יוכל למקד מספיק משאבים קוגניטיביים (אלפיסה 4) כדי להבין את המשמעות של המידע (באלפיסה 5). מידע מרומז שמעביר הממשק נדרש להיות בולט דיו כדי לסייע למפקד לקבוע כיצד עשויים האירועים להתפתח (אלפיסה 6). המידע שמוצג בממשק חייב להיות מוצק דיו כך שהמפקד יוכל לזהות נקודות של אי-ודאות באמצעות שינויים בסינון המידע. כל השיקולים והאתגרים שהוצגו בפרק הזה קובעים את התנאים

לדוגמה, ולשם כך יש לקבוע אילו גורמי לחץ דומים ככל האפשר למה שקורה בפועל בקרב. כמו כן יש לבחון כיצד ניתן לכמת את גורמי הלחץ ולדרג אותם.

● **פיתוח של עקרונות תומכי החלטה ופיתוח אב-טיפוס ניסיוני.** פיתוח של מערכת תומכת החלטה צריך להיות מונחה על פי מודלים קוגניטיביים של קבלת החלטות. המודלים האלה צריכים להתמקד במשימות שקשורות לזיהוי מצב ולניהול תגובות טקטיות.

● **פיתוח של עקרונות לאימונים ולסימולציה.** יש לפתח מגוון של אסטרטגיות אימונים המתאימות גם לצוותים וגם ליחידים אשר יאפשרו בטווח הארוך למזער את אפקט הלחץ על המפקדים. תוצרי הפיתוח יהיו אסטרטגיות, עקרונות ואב-טיפוס למערכות אימון שבאמצעותן ניתן יהיה לאמן מפקדים ולוחמים לתפקד היטב בתנאי לחץ. המערכות האלה יאמנו את המפקדים ואת הלוחמים להיות מצבי לחץ ולשפר את יכולתם להתמודד עם שינויים בתקופות לחוצות מאוד.

● **עקרונות הפיתוח של ממשק משתמש.** יש לפתח ממשק משתמש-מערכת שממקסם את האפקטיביות של העוזרים לקבלת החלטות טקטיות בתנאי לחץ. ואלה הם תוצרי הפיתוח הנדרשים: עקרונות לטיפול באיומים, עקרונות ליצירת דרכי פעולה אפשריות, עקרונות לטיפול במידע שיש בו קונפליקטים, ניהול תגובות וכללי ביצוע לפעולות שונות.

● **אינטגרציה של אימון ושל אסטרטגיות תומכות החלטה.** מטרת המשימה הזאת היא לפתח עקרונות להטמעת אסטרטגיות אימונים למערכות תומכות החלטה.

סיכום

כדי שמערכות השו"ב ייתנו תרומה מבצעית משמעותית לצבא המשתמש בהן עליהן להתאים באופן מלא לצרכיו של המשתמש ולהתחשב בהנדסת גורמי האנוש של המערכת. כמו כן על המשתמש במערכת השו"ב מוטלת החובה להכיר את המגבלות שלה, כך שבבואו להשתמש בה יעשה זאת באופן אפקטיבי.

הערות

1. Bruce W. Tuckman, Dennis A. Abry & Dennis R. Smith, **Learning and Motivation Strategies: Your Guide to Success**, Prentice Hall PTR, 2008
2. הנדסת גורמי אנוש (Human Factors Engineering) - האינטראקציה בין המשתמש למערכת ולסביבת העבודה.
3. תפיסה (Perception) - האופן שבו תופס המשתמש את הגירוי המועבר באמצעות התצוגה. הגדרה נוספת: תפיסה היא תהליך אקטיבי של הסקת מסקנות שבו המשתמש מרכיב מציאות מנתונים גולמיים שאותם אוספים החושים.
4. Kevin B. Bennett, Michael Payne and Brett Walters, "An Evaluation of a 'Time Tunnel' Display Format for the Presentation of Temporal Information", **Human Factors**, 47 no. 2, 2005, p. 342
5. תיכון מונחה משתמש (User Centered Design) הוא מונח רחב אשר מתאר תהליכי תיכון של ממשקי אדם-מערכת שבהם למשתמש הקצה יש השפעה רבה על תיכון המערכת. C. Abras, D. Maloney-Krichmar, J. Preece, "User-Centered Design" In W. Bainbridge, **Encyclopedia of**

Human-Computer Interaction, Sage Publications, Thousand Oaks, 2004

6. Daniel S. Hall, Lawrence G. Shattuck, Kevin B. Bennett, "Evaluation of an Ecological Interface Designed for Military Command and Control", **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 54th Annual Meeting**, 2010
7. Derek W. Read, **The Abbott and Costello Effect: Who's on What, and What's Where When? A Human-Centered Method to Investigate Network Centric Warfare Systems**, Master's Thesis, Naval Postgraduate School, Monterey, California, 2007
8. John Garstka & David S. Alberts, **Network Centric Operations Conceptual Framework**, Vienna, VA, Evidence Based Research, Inc., 2004
9. J. Rasmussen, "A Taxonomy for Analysis of Cognitive Work", **Conference Record for IEEE Fifth Conference on Human Factors and Power Plants**, 7 (11), 1992, pp. 41-50
10. אינטגרציה קוגניטיבית (Cognitive Integration) היא שילוב בין תהליכים קוגניטיביים שקורים אצל המשתמש לבין מאפיינים ואירועים שקורים בסביבתו. השילוב הזה מאפשר לעשות פעילויות קוגניטיביות שאחרת לא ניתן היה לעשות. Richard Menary, **Cognitive Integration: Mind and Cognition Unbounded**, Palgrave Macmillan, Basingstoke, 2007
11. Lawrence G. Shattuck, J. M. Graham, J. L. Merlo & S. Hah, "Cognitive Integration: A Study of How Decision Makers Construct Understanding in Evolving Contexts", **Human Factors Engineering Society, 2000, Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting**, 44 (1), pp. 116-119
12. הממד הפיזי (Physical Domain) הוא הממד המסורתי של שדה הקרב. זהו הממד שבו פועלות הפלטפורמות של שדה הקרב ורשתות התקשורת שביניהן.
13. ממד המידע (Information Domain) הוא הממד שבו המידע נוצר, מסווג ומופץ. כמו כן זהו הממד שבו מתנהל השו"ב, ופקודות המפקד מועברות לדרגי השטח.
14. Garstka & Alberts, **ibid.**
15. Mica R. Endsley, "Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems", **Human Factors**, 37 (1), 1995, p. 32
16. Mica R. Endsley & Daniel J. Garland, **Situation Awareness: Analysis and Measurement**, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, 2000
17. מודל דינמי של קוגניציה קבועה [DMSC - Dynamic Model of Situated Cognition] ממחיש את הקשר בין מערכות טכנולוגיות לבין תהליכים קוגניטיביים ותפיסתיים של המשתמש.
18. קבלת החלטות טבעית (NDM - Naturalistic Decision Making) היא אמצעי ללמוד כיצד אנשים מקבלים החלטות בפועל וממלאים משימות מורכבות מהבחינה הקוגניטיבית במצבים תובעניים. הכוונה היא למצבים שבהם יש לפעול בלחץ זמן ובאירודאות, שבהם המטרות אינן ברורות, הסיכונים גבוהים, הארגון שבמסגרתו פועלים מטיל מגבלות רבות, המציאות משתנה במהירות והניסיון אינו תמיד רב.
19. Lawrence G. Shattuck, Nita Lewis Miller & Gregory A. Miller, "Using the Dynamic Model of Situated Cognition to Assess Network Centric Warfare in Field Settings", **12th International Command and Control Research and Technology Symposium, "Adapting C2 to the 21st Century"**, www.dodccrp.org/events/12th_ICCRTS/CD/html/papers/166.pdf
20. שם
21. Derek W. Read, **Ibid.**
22. S. Collyer, G. Malecki, **Tactical Decision Making Under Stress: History and Overview**, American Psychologists Association, Washington, DC, 1998