

משחקי מלחמה בעידן הבינה המלאכותית

המעבר למשחקי מלחמה מותאמי עידן אינו עוד אפשרות טכנולוגית נחמדה אלא הכרח אסטרטגי מיידי, והבדלי הגישות - הישנה והחדשה - נע בין "אולי יהיה בסדר" ל"אנחנו יודעים בדיוק". העתיד של הביטחון הלאומי תלוי ביכולת שלנו לעבור מאינטואיציה למדע, מניחושים לנתונים ומתקווה לידיעה



משחקי מלחמה על לוח השחמט. המעבר מ"כוח גס" ל"אינטליגנציה אמיתית" הוא בדיוק מה שיכול לקרות במשחקי מלחמה.
הדמיה: Adobe Fierfly

להתפצל לקבוצות, לבחור מסלולים שונים, להסיח את הדעת במטרות מזויפות ולתאם ביניהן באופן שאי אפשר לחזות מראש.

הבעיה הנוצרת אינה רק טכנית אלא גם מושגית. עולה השאלה איך אפשר לדמות מלחמה מודרנית עם כלים ישנים שתוכננו לעידן אחר לגמרי. זה כמו לנסות להסביר את האינטרנט למישהו שחי לפני מאה שנה - המושגים הבסיסיים פשוט לא קיימים.

נוסף על כך משחקי המלחמה לא תמיד עוסקים בניתוח תורפות בתוכנית או בבחינה אובייקטיבית של חלופות. במקום זאת הם משמשים קצינים בכירים כבמה לביסוס עמדתם בעזרת המשקל הפיקודי שלהם ומעמדם, ולא בגלל יתרון אמיתי של התוכנית המוצעת. משחק המלחמה הופך להצגה פוליטית פנימית במקום להיות כלי אמיתי לבחינת אפשרויות.

התאומים הדיגיטליים: המפתח לעתיד משחקי המלחמה

כאן נכנסת טכנולוגיה שעשויה לשנות את כל המשחק: "התאומים הדיגיטליים". זוהי העתקה דיגיטלית מושלמת של מערכת פיזיקלית שמתעדכנת בזמן אמת.

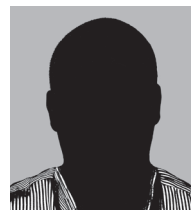
היא יכולה ליצור העתק דיגיטלי מדויק של שדה הקרב, כולל כל הכוחות, המערכות, התנאים האקלימיים ואפילו המצב

הסרט "משחקי מלחמה" מ-1983 תיאר מחשב ענקי ששולט באסטרטגיה הגרעינית האמריקנית ולומד לשחק משחקים. אף על פי שהסרט נראה אז כמדע בדיוני טהור, היום המציאות הטכנולוגית חורגת הרבה מעבר לחזון הזה. במקום מחשב אחד גדול שמנתח במשך שעות, היום קיימות מערכות מבוזרות שמקבלות החלטות תוך שניות, וכל אחת מהן מתוחכמת פי כמה מהמחשב הבדיוני של הסרט.

המלחמה המודרנית השתנתה באופן יסודי. עם טכנולוגיות אוטונומיות ומערכות בינה מלאכותית, זה כמו המעבר מפק"מן אל Call of Duty. לא רק שהגרפיקה השתפרה, כל המשחק השתנה. לכן מי שכיום מסתמך על שיטות משחקי מלחמה מ-1980 דומה למי שמנסה "לנהל מערכה מודרנית עם כלים של המאה הקודמת".¹

המציאות המשתנה: כשהטכנולוגיה מקדימה את התאוריה

הפער ההולך וגדל בין המציאות הטכנולוגית ובין כלי התכנון הצבאיים בא לידי ביטוי בצורה בולטת במשחקי המלחמה המסורתיים. דמיינו קבוצת קצינים היושבת סביב מפה גדולה, מזוהה אסימונים כחולים ואדומים. קצין יאמר "אני שולח 50 יחידות לתקוף את המטרה", וקצין אחר יענה "אני מפעיל מערכת הגנה". אבל במציאות, 50 מערכות אוטונומיות יכולות



רס"ן א', רמ"ד תרגילים לוגיסטיקה, מנהלת מטכ"לית איתמ"ר

שיכול לקרות במשחקי מלחמה. במקום לתכנת מראש את כל הכללים והתגובות, מערכות בינה מלאכותית יכולות ללמוד דפוסים מורכבים, לזהות הזדמנויות שאדם לא יבחין בהן ולהציע פתרונות יצירתיים לבעיות. דמיינו יריב מלאכותי שלא רק מגיב לפעולות שלכם, אלא לומד מהן ומשפר את עצמו בזמן אמת.

חשוב לציין שכיום מערכות צבאיות בעולם משחקי המלחמה אפילו לא מגיעות לרמה של DeepBlue המקורי. רובן עדיין מסתמכות על שיטות אנלוגיות ועל אינטואיציה אנושית. קפיצת המדרגה לטכנולוגיות מתקדמות צפויה לתת יתרון אסטרטגי לראשון שיצליח ליישמן.

עם זאת, המחקר של RAND מזהיר מפני אופטימיות יתר⁴. המעבר מעולם המשחקים הווירטואליים לעולם הצבאי האמיתי כרוך באתגרים רבים. בעוד למשחקים דיגיטליים יש כללים ברורים ויעד מוגדר, המלחמה האמיתית מלאה בעמימות, במידע חלקי ובמטרות סותרות. זה כמו ההבדל בין פתירת קובייה הונגרית לניהול משק בית - שתי המשימות מורכבות, אבל באופן שונה לגמרי.

אתגר העלויות

אם הטכנולוגיה כל כך טובה, נשאלת השאלה למה לא כולם כבר עברו למשחקי מלחמה מתקדמים. התשובה פשוטה: זה יקר. אימון מערכת בינה מלאכותית מתקדמת יכול לעלות מיליוני דולרים, והתוצאה לא מובטחת.

יתר על כן, מערכות בינה מלאכותית דורשות כמויות אדירות של נתוני אימון איכותיים. בעוד ChatGPT התאמן על כל האינטרנט (בערך), מערכת בינה מלאכותית למשחקי מלחמה צריכה להתאמן על נתונים ביטחוניים מסווגים. לפיכך לא יכול להיות "קוד פתוח" כמו ברוב הפיתוחים האזרחיים, וכל מדינה חייבת להשקיע בפיתוח עצמאי.

נוסף על כך קיים החשש מ"הקופסה השחורה". כשמערכת כזו מציעה פתרון, לא תמיד ברור איך היא הגיעה אליו. בעולם הביטחון, שבו חיי החיילים תלויים בהחלטות, קשה לקבל החלטות מחשב כפשוטה. צריך להבין איך הוא הגיע להחלטה ומהם הסיכונים הכרוכים בה.

הדרך קדימה: איך עושים זאת בפועל?

המעבר למשחקי מלחמה מתקדמים הוא תהליך מורכב שדורש תכנון מדוקדק. השלב הראשון חייב להיות דיגיטציה של כל מה שקיים היום, תוך התמקדות באיסוף מידע משלל התרגילים והאימונים הקיימים כדי להבין את אופן הפעולה וקבלת ההחלטות של מפקדים ומסגרות צה"ל. במקום לכתוב ביד "יחידה א' זה למקום ב'", המערכת תתעד אוטומטית את כל התנועות, ההחלטות והתקשורת.

השלב השני הוא בניית "חדר משחקים דיגיטלי" מתקדם. במקום שקצינים יצטרכו להגיע פיזית למקום אחד, הם יוכלו להשתתף ממקומות שונים במשחק משותף, כשכל אחד רואה את המידע הקשור לתפקידו. קצין הקשר ישמע את כל התקשורת, קצין הלוגיסטיקה יראה את מצב האספקה בזמן אמת וקצין האג"ם יקבל תמונת מצב מאוחדת מכל המקורות.

דוגמה מעשית: משחק המנהרות

דמיינו משחק מלחמה שמתמקד באיום המנהרות. במשחק

הפסיכולוגי של הלוחמים. כל הנתונים האלה מועתקים בזמן אמת למחשב עוצמתי שיכול להריץ מאות תרחישים בתוך דקות ולתת תשובות מבוססות על כל שאלה: מה יקרה אם האויב יתקוף מהכיוון הזה? מה יקרה אם המסוק הזה ייפול? מה יקרה אם הכביש הזה ייחסם?

הטכנולוגיה הזו כבר משמשת בחברות כמו טסלה לתכנון מפעלים ובחברות תעופה לתחזוקת מטוסים, אך היא עדיין חסרה במרכז התכנון הצבאי.

מהטקטי לאסטרטגי: היכולת הטלסקופית

כוחם של משחקי מלחמה מתקדמים אינו רק ברמה הטקטית. הטכנולוגיה מאפשרת ליצור יכולת "טלסקופית", מערכת שיכולה לעבור בין רמות שונות של ניתוח. אפשר לבחון איך חוליה אחת תתמודד עם איום מסוים ואיך מבצע ישפיע על כל המערך הלאומי.

אפשר להעלות שאלות כמו "אם נצא למבצע צבאי בעזה למשך חודש, איך הוא ישפיע על צריכת החשמל הארצית?" והמערכת תביא בחשבון את הספקת החשמל שתוסט לבסיסים בדרום, סגירת מפעלי תעשייה באזור בגלל מצב החירום והתקפות אפשריות על תשתיות חשמל. עבור השאלה "אם נסגור את כביש 6 למשך שבוע, איך תושפע זרימת ההספקה?" המערכת תבדוק נתבי תחבורה חלופיים, עומס על כבישים אחרים ועלויות נוספות בדלק ובזמן.

הכוח האמיתי הוא ביכולת לעבור חלק בין הרמות. לדמות החלטה אסטרטגית ומייד לראות את השפעתה ברמה הטקטית. או להבחין בבעיה טקטית מקומית ולהבין איך היא עלולה להשפיע על התמונה הכוללת.

בינה מלאכותית כמפתח לעתיד

מחקרים עדכניים בתחום יישום בינה מלאכותית במשחקי מלחמה מראים כיצד טכנולוגיה זו יכולה לשנות את פני הדימוי הצבאי². במקור האנושי של קבלת ההחלטות טמון הערך של משחק מלחמה, ולכן בינה מלאכותית לא באה להחליף אותו. היא יכולה אפוא לשדרג את עיצוב המשחק, את איכות הנתונים ואת ניתוח דפוסי החשיבה של השחקנים, וכך להעלות את הערך של משחק מלחמה ככלי ללמידה ולמחקר³. כדי להבין את הפוטנציאל, כדאי להסתכל על השינוי בעולם המשחקים. ב-1997 המחשב Deep Blue של חברת IBM הביס בשחמט את אלוף העולם גארי קספרוב, זאת באמצעות "כוח גס" - בדיקה של מיליוני מהלכים אפשריים. עשרים שנה אחר כך AlphaZero למד לשחק שחמט תוך ארבע שעות, ולא רק שהביס את כל התוכנות הקודמות, הוא המציא מהלכים שאיש לא ראה קודם לכן.

המעבר מ"כוח גס" ל"אינטליגנציה אמיתית" הוא בדיוק מה



מחשב מרכזי של חברת IBM משנות ה-60. במקום מחשב אחד גדול שמנתח במשך שעות, היום קיימות מערכות מבוזרות שמקבלות החלטות תוך שניות. צילום: נאס"א

ייגמר הדלק לגנרטורים של מערכות הקשר, או שקצב השימוש בחלקי החילוף של המערכות האוטונומיות יהיה גבוה מהצפוי בשל אבק שיפגע בחיישנים. יותר מכך, המערכת יכולה לבדוק תרחישי "מה אם" לוגיסטיים: מה יקרה אם דרך האספקה הראשית תיחסם? האם יש מספיק מלאי מופץ כדי להמשיך את המבצע? איך השינוי הזה ישפיע על זמני התגובה של יחידות אחרות? התשובות לשאלות האלה יכולות להציל לא רק זמן וכסף, אלא גם חיים.

לקחים מ"הדמיה בזמן אמת"

אחת הדוגמאות הטובות ביותר ליתרון של משחקי מלחמה מתקדמים מגיעה ממקום לא צפוי: תעשיית הקולנוע. כשיוצרי הסרט "גרוויטי" רצו לדמות תנועה במרחב, הם לא הסתפקו באנימציה רגילה. הם יצרו הדמיה מדויקת של חוקי הפיזיקה במרחב, כולל השפעת כל חלקיק על רעהו. התוצאה הייתה כל כך מדויקת שנאס"א השתמשה בחלקים מההדמיה למחקרים שלה.

אם מיישמים אותו עיקרון על שדה קרב אמיתי, במקום לנחש איך תנועת כוח אחד תשפיע על כוח אחר, המערכת מחשבת בדיוק את כל האינטראקציות: הפיזיקליות, הפסיכולוגיות והלוגיסטיות. במשחק מלחמה מסורתי, שינוי קטן בתזמון כמעט לא משפיע על התוצאה הכללית. אבל במציאות

מסורתית, שחקן "אדום" (האויב) יאמר "אני חופר מנהרה", ושחקן "כחול" (הכוח שלנו) יאמר "אני מפעיל טכנולוגיה לזיהוי מנהרות". התוצאה נקבעת על ידי שופט אנושי או זריקת קובייה.

במערכת מתקדמת עם תאומים דיגיטליים המשחק נראה אחרת לגמרי. המערכת יודעת בדיוק מה סוג האדמה, מה עומק מי התהום, איפה יש תשתיות תת-קרקעיות קיימות. היא מחשבת כמה זמן יידרש לחפירת מנהרה ברוחב מסוים מנקודה א' לנקודה ב', מהם הסיכויים שמישהו ישמע את רעש החפירה ואיך כל זה ישפיע על האספקה של היחידה.

משחק כזה יכול לחשוף בעיות שלא חשבו עליהן: האם יש מספיק מחפרים מכניים בתוך הארגון לעבודת חפירה מסיבית? האם עליית הרעש תעלה את רמת הספק של האזרחים המקומיים ותוביל לזיהוי מוקדם יותר? האם עומס העבודה הנוסף ישפיע על כשירותם של הלוחמים למשימות אחרות?

כאשר המחשב הצבאי מתנהל בזמן אמת

מנקודת המבט של הלוגיסטיקה הצבאית, השינוי במשחקי המלחמה מביא אתגרים ייחודיים. התאומים הדיגיטליים יכולים לעזור לחזות בעיות לוגיסטיות לפני שהן קורות. המערכת יכולה לזהות שאם המבצע יימשך יותר מ-72 שעות,



נחיל רחפנים. 50 מערכות אוטונומיות יכולות להתפצל לקבוצות, לבחור מסלולים שונים, להסיח את הדעת במטרות מזויפות ולתאם ביניהן באופן שאי אפשר לחזות מראש. הדמייה: Adobe Fierfly

קבלת החלטה הופכת להכרחית. התפיסה הישראלית של "איכות על פני כמות" תמיד שילבה שני מרכיבים: יתרון טכנולוגי ויצירתיות אנושית. משחקי מלחמה מבוססי בינה מלאכותית הם המשך טבעי לתפיסה זו - הם מאפשרים לצבא קטן לדמות מהלכים שצבאות גדולים מבצעים בפועל, תוך מיצוי הערך של כל מפקד ולוחם. עם זאת חשוב לזכור שהיתרון הישראלי הייחודי נבע תמיד גם מהיכולת לחשוב מחוץ לקופסה ולבצע מהלכים בלתי צפויים. לפיכך משחקי מלחמה מתקדמים צריכים לנצל את יתרונות הבינה המלאכותית - עיבוד מידע מסיבי, זיהוי דפוסים וסימולציות תרחישים מורכבים - אך לשמור מקום מרכזי לחשיבה אנושית יצירתית. האתגר הוא לפתח מערכות שמעודדות שחקנים "לשבור כללים" בצורה מושכלת, ולא להסתפק בהמלצות של המכונה. כך תישמר תפיסת "האיכות" הישראלית בעידן החדש: שילוב של טכנולוגיה מתקדמת עם החשיבה הלא שגרתית שמעניקה לצה"ל את ייחודו. התחרות כבר החלה. מדינות ברחבי העולם משקיעות מיליארדי דולרים בטכנולוגיות הדמיה ממוחשבת. המדינה שתפתח ראשונה יכולות בדיקה בזמן אמת תזכה ביתרון אסטרטגי שכמעט לא ניתן להדביק. זה כמו להיות השחקן היחיד בעולם שיכול לראות את כל הקלפים בזמן שכל האחרים מנחשים. העתיד של הביטחון הלאומי תלוי ביכולת שלנו לעבור מאינטואיציה למדע, מניחושים לנתונים ומתקווה ללידיעה. המסר של נלסון ברור: "שדה הקרב של 2030 לא יחכה שהחשיבה האנלוגית תתעדכן". ההסתגלות אינה רק אפשרות

המורכבת, השהיה של דקה אחת בהגעת יחידה אחת יכולה לגרום ל"אפקט פרפר", שרשרת אירועים שמשנה את המבצע כולו. רק מערכת שמתחשבת בכל הגורמים יכולה לזהות קשרים כאלה.

התרחיש הלאומי: משחקי מלחמה ברמה האסטרטגית

הרמה האסטרטגית של משחקי מלחמה מתקדמים מביאה אתגרים חדשים שחורגים מהתמקדות טקטית בשדה הקרב. דמיינו שמטכ"ל רוצה לבדוק איך מבצע ארוך טווח ישפיע על יכולת ההתמדה הלאומית. המערכת יכולה לדמות איך גיוס מילואים נרחב ישפיע על יכולות הכוח הקבוע, איך מלחמה ממושכת תשפיע על המורל הציבורי, ואיך עלויות המבצע יגבילו אפשרויות עתידיות.

המערכת יכולה לבדוק תרחישים אסטרטגיים כמו: "מה יקרה אם נצטרך לפעול בריזמנית בשתי זירות במשך שלושה חודשים?" או "איך פתיחת חזית שלישית תשפיע על היכולת לסיים בהצלחה את המבצעים הקיימים?". המורכבות של התכנון הביטחוני הלאומי דורשת הבנה של יחסי גומלין בין גורמים רבים: צבאיים, לוגיסטיים ופוליטיים.

סיכום

המעבר למשחקי מלחמה מותאמי עידן אינו עוד אפשרות טכנולוגית נחמדה אלא הכרח אסטרטגי מיידי, כפי שמציב נלסון את הדילמה בצורה חדשה: "תסתגל או תמות". ההבדל בין הגישה הישנה לחדשה הוא ההבדל בין "אולי יהיה בסדר" ל"אנחנו יודעים בדיוק". במציאות שבה כל טעות עולה בחיי אדם ובמיליארדי שקלים, יכולת לבדוק מאות תרחישים לפני

ההערות למאמר זה מתפרסמות בסוף הגיליון.



INTELLIGENCE FOR WARFIGHTERS: VOLUME 4 –
WARGAMES (RESEARCH REPORT RR-A1722-4).
RAND CORPORATION

ניהול פרויקטים, בניין כוח בראי הקמת וקליטת מסגרות הגנה אוויריות (עמ' 48)

- 1 אוסף של השיטות והתהליכים המומלצים,
הטרמינולוגיות וההנחיות המקובלות בסטנדרט
בתעשיית ניהול הפרויקטים על ידי הארגון הבין-
לאומי PMI
- 2 גישת ניהול פרויקטים המשמשת בדרך כלל בפיתוח
תוכנה
- 3 מושג בניהול פרויקטים המתייחס לשרשרת
פעילויות הקשורות זו בזו
- 4 מרכז דדו לחשיבה צבאית בין-תחומית (ינואר
2016). סוגיות עכשוויות באמנות המערכה בבין
הכוח – חלק א', בין הקטבים, גיליון 6
- 5 GARRETT, G.A. ET AL. (2006). US MILITARY
PROGRAM MANAGEMENT: LESSONS LEARNED
AND BEST PRACTICES. BERRETT-KOEHLER
PUBLISHERS
- 6 ADOLPH, S. (2005). ARE WE READY TO BE
UNLEASHED? A COMPARATIVE ANALYSIS
BETWEEN AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT
AND WAR FIGHTING. AGILE DEVELOPMENT
CONFERENCE (ADC '05), IEEE
- 7 פעולה החוזרת על עצמה במהלך פתרון של בעיה

האסטרטגיה הבריטית בניהול משבר סואץ 1956 (עמ' 52)

- 1 STEED, D. (2016). BRITISH STRATEGY AND
INTELLIGENCE IN THE SUEZ CRISIS, LONDON,
PG. 6
- 2 האיום הסובייטי מתאריך (5 בנובמבר)
במכתב ששלח ראש ממשלת ברית המועצות
בולגנין לראשי הממשלות של בריטניה וצרפת.
בתוך: PEEVERS, C. (2013). THE POLITICS OF
JUSTIFYING FORCE: THE SUEZ CRISIS, THE IRAQ
WAR, AND INTERNATIONAL LAW, OXFORD
ACADEMIC, PG. 141
- 3 MOREWOOD, S. (1996). APPEASEMENT FROM
STRENGTH: THE MAKING OF THE 1936 ANGLO-
EGYPTIAN TREATY OF FRIENDSHIP AND ALLIANCE,

O.C. (1999). THE PATTON TANKS: THE COLD
WAR LEARNING SERIES. IN: CAMP COLT
TO DESERT STORM, THE HISTORY OF U.S.
ARMORED FORCES, ED. GEORGE F. HOFMANN
AND DONN A. STARRY. THE UNIVERSITY PRESS
OF KENTUCKY

- 29 McMASTER (MAY 2023)
- 30 במשקל 38 טון, אם היה נקרא "טנק" זה כנראה
היה מיכל בינוני לפי רוב הקטגוריות. ראו:
SCHOGOL, J. (2022, JULY 1). WHY THE ARMY
REFUSES TO CALL ITS NEW LIGHT TANK A "LIGHT
TANK". TASK AND PURPOSE (BLOG)
- 31 הניידות הטקטית והתפעולית הנוכחית של M1A2
היא שיקול משמעותי, שכן משקל הרכב משפיע
עליהם לרעה במידה מסוימת. זו אחת הסיבות
שהצבא חוקר מה עתיד הפלטפורמה. ראו:
ARMY SCIENCE BOARD STUDY. (2019). AN
INDEPENDENT ASSESSMENT OF THE NEXT
GENERATION ARMOR/ANTI-ARMOR STRATEGY:
PHASE 1: 5TH GENERATION COMBAT VEHICLE
CONCEPT AND ANALYSIS, FISCAL YEAR 2019
STUDY. VA, PP. 64-68
- 32 IBID
- 33 האזכור היחיד שמתקרב להכרה בכך מגיע בסרט
THE TANK IS DEAD של דיב ג'ונסון: "אילו הטנקים
היו פגיעים, אז חיל רגלים שירד היה בשר"

משחקי מלחמה בעידן הבינה המלאכותית (עמ' 44)

- 1 NELSON, S. L. (2025). ADAPT OR DIE:
REDEFINING WARGAMING FOR THE AGE OF
ALGORITHMIC WARFARE. REALCLEARDEFENSE
- 2 PRYMIRENKO, V., DOUGLAS, P., LEE, A., &
CEDRIC, G. (2025). ENHANCING WARGAMING
WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE. MODERN
INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF
SECURITY AND DEFENSE
- 3 ELLISON, G., & SHEPHERD, A. (2025).
MIGHT WARGAMING BE ANOTHER INSTANCE
WHERE "ANYTHING YOU CAN DO, AI CAN DO
BETTER"? JOURNAL OF DECISION SCIENCE AND
OPTIMIZATION, 97-107
- 4 GEIST, E., FRANK, A. B., & MENTHE, L. (2024).
UNDERSTANDING THE LIMITS OF ARTIFICIAL