



צונאמי של טכנולוגיות חדשות בשדה הקרב

רון רייס

מבט מבס"א, מס' 2,357, 7 בדצמבר 2025

תקציר: הכנס השנתי לטכנולוגיה צבאית של RUSI הציג תמונה מקיפה של המהפכה הטכנולוגית המתרחשת בצבא בריטניה ובצבאות נוספים באירופה, לנוכח האיום הרוסי, ולנוכח לקחי המלחמה באוקראינה. בניין הכוח העתידי מתבסס על מעבר חד ממערכות מבוססות חומרה למערכות מבוססות בינה מלאכותית ואוטונומיה, והיעד האסטרטגי הוא שעד שנת 2035 מרבית הפלטפורמות הלוחמות יהיו בלתי מאוישות. לצד השקעות עתק ופיתוח תוכניות דגל כגון Digital Targeting Web, Recce-Strike, Loyal Wingman ו-PANORAMA, זוהו גם חסמים מרכזיים: ביורוקרטיה מעכבת ("עמק המוות" של החדשנות), פערים בין AI אזרחי לבין דרישות שדה הקרב, ואתגרים משפטיים ואתיים בשילוב מערכות אוטונומיות. בכנס הודגשו הלקחים ממלחמת אוקראינה בניתוח הצבאי האירופי, אך גם נחשף היעדר בולט של למידה מהזירה המזרח-תיכונית. המסקנה היא שבריטניה נמצאת בעיצומו של שינוי תפיסתי ומבצעי עמוק, אך הצלחת המהלך תלויה ביכולת לצמצם חסמים, להאיץ חדשנות ולתרגם יכולות טכנולוגיות מתקדמות לכוח צבאי אפקטיבי בזמן קצר.

רשמים מקצועיים מכנס RUSI בלונדון על עתיד פיתוחי האמל"ח בבריטניה (2025)

העשור הנוכחי מאופיין בשינוי עמוק באופייה של הלחימה המודרנית. אירופה, ובריטניה בתוכה, ניצבות שוב נוכח איומים קונבנציונליים רחבי-היקף, תוך הבנה כי עימות עתידי עם רוסיה - ישיר או עקיף - אינו עוד תרחיש תיאורטי אלא אפשרות ממשית. מציאות זו מביאה להיערכות מחודשת של צבאות אירופה, בדגש על בניין כוח מבוסס בינה מלאכותית (AI), אוטונומיה, קישוריות מתקדמת ויכולות דיגיטליות רב-ממדיות.

במרכזם של תהליכים אלה עומד מסמך ה-Strategic Defense Review (SDR) הבריטי, אשר מגדיר עלייה דרמטית בהשקעות, בשינוי בתפיסת הכוח, ובחזון ברור שבו חלק משמעותי מהכוח הלוחם יהיה בלתי-מאויש ומבוסס תוכנה. השינוי המובנה מגדיר יעד שאפתני לשנת 2035 לפיו בריטניה **תכפיל את תקציב הביטחון**, ותשנה מן היסוד את מבנה צבאה.

כנס RUSI השנתי לטכנולוגיה צבאית, שנערך באוקטובר בלונדון, התמקד בתהליך זה והציג תמונה ברורה של מהפכה טכנולוגית ולא של אבולוציה מדורגת. הדוברים הבכירים תיארו את התהליך כצונאמי שישטוף את שדה הקרב בשנים הקרובות.

1. שינוי פרדיגמה: התקדמות מהירה למינוף AI ופלטפורמות אוטונומית

עולם הטכנולוגיה הצבאית מתקדם כבר עשרות שנים בצעדים קטנים, אבלוציוניים. בהתאם גם ההשקעה בו כמעט לא גדלה, ובעשור השני של האלף אף קטנה ריאלית. כול זה השתנה דרמטית בשלוש השנים האחרונות. התקציבים באירופה ובריטניה בפרט, גדלים במעל 10% בשנה, הטכנולוגיה הצבאית צפויה לזנק בעקבות מהפכת הדיגיטיזציה וה-AI של אחותה הגדולה האזרחית.

הכנס הציג תמונה אחידה: בינה מלאכותית אינה עוד כלי מסייע, אלא מרכיב ליבה בבניית הכוח העתידי. השימושים העיקריים של בינה מלאכותית הם בעיבוד מודיעין מהיר בהיקפים גדולים; היתוך מידע בזמן אמת ממגוון סנסורים; סיווג מטרות וסגירת מעגל תקיפה; סיוע בקבלת החלטות ברמת הטקטית והמערכה; ניווט אוטונומי ללא GPS וניהול מערכי אש מורכבים.

לדברי הנואם המרכזי בכנס, בתוך שנים בודדות יהפוך ה-AI לכלי מכפיל כוח מבצעי, ולכלי העיקרי לשיפור קטלניות ושרידות הכוח. מסמך ה-SDR הנ"ל קובע יעד תקדימי: 20% מהפלטפורמות יהיו מאוישות; 40% לא מאוישות; ו-40% לא מאוישות תוקפות. המשמעות היא שרוב הכוח המבצעי יופעל מרחוק או באופן אוטונומי, דבר שישנה את מבנה הגדודים, את שרשרת הפיקוד, את האימונים ואת תפיסת ההפעלה.

2. השפעת המלחמה באוקראינה - שיעור באימוץ מהיר

המלחמה באוקראינה מהווה מקור ידע מרכזי לשינויים המתוכננים באירופה. הכנס הקדיש לכך חלק נכבד מזמנו, תוך זיהוי להיטי טכנולוגיה שהשפיעו על הלחימה.

א. חימושים זולים וחכמים

אחד הלקחים הבולטים הוא חשיבותם של חימושים זעירים וזולים, בעיקר של רחפני FPV לחדירה ולפגיעה מדויקת; רחפני-ים מסוג Sea Baby לתקיפת כלי שיט רוסים; ורחפנים עם יכולת נשיאה ותקיפה משופרת. המשותף לכל האמצעים הללו הוא עלות נמוכה וקטלניות גבוהה, מה שמאלץ חשיבה מחודשת על מודלים של הגנה והתקפה.

ב. היתוך מידע רב-ערוצי

לוחמת האוקראינים הדגימה כיצד עיבוד נתוני סנסורים בזמן אמת יכול לייצר תמונה מבצעית איכותית שמעלה קצב תגובה וקטלניות. מערכות AI בוחנות וידאו מרחפנים; איכוניים; תנועה של עמודי שריון; שידורי RF; ונתוני קרקע, והתוצאה היא מודעות מצבית טקטית משופרת באופן מהותי.

ג. רוסיה כיריב טכנולוגי מתקדם

הכנס תיאר את רוסיה כמדינה יעילה בחיקוי ואימוץ טכנולוגיות צבאיות. התקדמותה של רוסיה בולטת בנושאים כמו: יכולות לוחמת הספקטרום (EW); שיבוש תקשורת ו-GPS; תקיפות נחיל של אלפי כטב"מים; ובינה מלאכותית בסיסית לעיבוד מידע. רוסיה אמנם מפגרת אחרי המערב בפיתוח, אך היא יעילה מאוד ביישום מהיר בשדה הקרב.

3. פרויקטי פיתוח בריטיים - מהחזון למערכות בביצוע

אחד הממצאים המרשימים בכנס הוא שהבריטים נמצאים כבר בשלב ביצוע של פרויקטי AI מסיביים.

Digital Targeting Web - רשת דיגיטלית מבוססת AI המקשרת סנסורים, תצפיות ואמצעי תקיפה. המטרה: קיצור זמן תקיפה משעות לדקות; היקף תקציבי: מעל £1 מיליארד; יעד: 2027

Recce-Strike / ASGARD - מערכת לסגירת מעגל תקיפה ארוך טווח המבוססת על AI לסיווג מטרות. השראה: מערכות המוכיחות יכולתן באוקראינה; יתרון: יכולת תקיפה מהירה ומדויקת.

SCEPTER תשתית AI למערכות C2 שמתאימה עצמה למגוון תחומים: ראייה ממוחשבת; עיבוד תמונה; תמיכה בהחלטות; קישוריות לסנסורים ואפקטורים; ייחודה של המערכת בכך שהיא מקודמת בעיקר על-ידי חברות קטנות ובינוניות *deliberate strategy* על מנת למנוע מונופולזציה של התעשיות הגדולות.

Loyal Wingman - מ"ט קרב אוטונומי המלווה מטוסי קרב מאוישים כחלק מתוכנית **Tempest**. כשיר למשימות: תקיפה; EW; סיור; ופיתיון. הוא מהווה נדבך בבניית מטוס דור 6.

THESEUS מערכת לוגיסטיקה אוטונומית: רחפנים ו-UGV שמספקים תחמושת וציוד לחזית. יתרונות: הורדת סיכון מחיילים; עמידות ללא GPS; רציפות לוגיסטית בתנאי לחימה קשים.

SPOT / V60 רובוטים ארבע-רגליים מבוססי AI למשימות: ניווט בתווך עירוני; סיור; חדירה למרחבים מסוכנים; נשיאת חיישנים ותקשורת

PANORAMA מערכת AI ליצירת תמונת מצב מתואמת למפקדות טקטיות. יכולות: זיהוי תנועות שריון; ניטור פרצות בקו; תחזיות מבצעיות; וקבלת החלטות מבוססת מידע המערכת מדגימה את הפוטנציאל של שילוב AI ברמת המערכה.

4. האתגרים ליישום המהפכה

בצדק רב עסק הכנס לא רק בחזון/בצורך לשלוב טכנולוגיות מהפכניות בשדה בקרב אלא גם באתגרים המשמעותיים ביישום. בפרט ביכולת של התהליכים והארגונים הקיימים, שלא הצטיינו בעבר ברמת החדשנות שלהם, ליישם את המהפכה הטכנולוגית הנדרשת. הזמן המהיר ליישום הוא קריטי, התחושה היא שהעימות המשמעותי הבא קרוב ושהברית סין-רוסיה (ואפילו איראן) מתקדמת במהירות לאותם כיוונים.

בין דוברים רבים בכנס הייתה הסכמה שלא מספיק רק להשקיע הרבה כסף ולא מספיק שקיימת טכנולוגיה מאפשרת "מהמדף" (כמו LLM). ע"מ להפוך הכסף והטכנולוגיות הנ"ל לאמ"ח אפקטיבי שיביא ליתרונות מכריעים בשדה הקרב נדרש להשקיע ולשפר גם:

- תהליכי תכנון ואפיון מערכתיים, מולטי דיספלינריים שיהפכו פריצות דרך טכנולוגיות למרכיבים במערך לחימה חדשני.
- תו"ל חדש שמתייחס בין השאר לאופן השילוב בלחימה בין אדם/השולט למכונה האוטונומית.
- טיפול במחסומים ארגוניים ותהליכים הקיימים במשרדי הבטחון, בצבאות ובתעשיות הביטחוניות המסורתיות שעלולות לעכב ואפילו לעצור כליל פרויקטי חדשנות כנ"ל.

האתגרים העיקריים שתוארו ונדונו הם:

א. "עמק המוות" של החדשנות הצבאית

התופעה שתוארה כבולמת את החדשנות (Innovation) הצבאית בכלל, ובבריטניה בפרט, היא "עמק המוות" ("Valley of Death") של ההמצאות הטובות (Invention). תופעה זו גורמת לרעיון טוב, מגובה בטכנולוגיה קיימת או - לא להגיע לשדה הקרב - או להגיע תוך שש שנים במקום תוך שנה, ולעלות X6 במקום X. הכשל הראשוני הוא לרוב באתגר הפיכת הטכנולוגיה למוצר שישתלב במערכות לחימה קיימות ויתאים להפעלה בשדה הקרב. סלע נגף נוסף הוא הביורוקרטיה, גולציה והשמרנות של MOD, גופי הרכש והצבא. התעשיות הביטחוניות הגדולות, ה- Incumbent של השוק, משקיעות אנרגיה רבה על מנת להגן על נתח השוק שלהן ועל המשך קיומן של המערכות הקיימות והמיושנות שלהן ובכך בולמות כניסת חדשנות ומעבר הצבא לדור הבא.

אחת הדרכים להבנת המושג "עמק המוות" הוא להשוות לתופעה ההפוכה בעולם החדשנות האזרחית. עולם ש"מעיק" סטרטאפ חדשני לוולואציות של מיליארדים תוך שנים מעטות. דוגמה לשוני הוא בתהליך הסינון של רעיונות. בעולם הצבאי אם יש עשרה רעיונות טכנולוגיים לפתרון בעיה בשדה הקרב, תהיה ועדת אמל"ח שתבחר באחד, מקסימום שניים מהם להמשך יישום. באותו רגע הוועדה שעמסה אג'נדות ופקידים "הרגה" שמונה רעיונות שאולי אחד מהם הוא הנכון. בעולם האזרחי חלק גדול מהרעיונות יהפוך לסטרטאפים שיקבלו מימון ראשוני ממשקיעי הון סיכון, ומי שימשיך הלאה ויתפתח יהיה הרעיון שהצליח/חדר לשוק.

"עמק המוות" לא רק הורג רעיונות טובים ו/או מעכב אותם בשנים רבות, הוא גם מבריא משקיעי הון סיכון שיכלו להיות עוד קטליזטור של חדשנות צבאית.

ג. מגבלות AI לשדה הקרב

אתגר נוסף שדובר עליו הוא אי-התאמת טכנולוגית AI האזרחית הקיימת, לאימוץ מידי לשדה הקרב. הוזכרו פערים כמו יכולת חיבור ל- Context ("Contextual AI") שמגיע מסנסורים שונים ב-RT, הצורך ב-Explainability, מיעוט דאטה מזירות לחימה, ותהליכי Assurance ייעודיים.

ד. משפט, אתיקה והסדרת אוטונומיה

מושב בעניין אתיקה בכנס הדגיש את המתח בין הגישה האופרטיבית אשר משמרת את האדם בקצה השרשרת, לבין המשפטנים המזהירים מפני מערכות שיהיו "מעבר לשליטת האדם". המשפטנים דורשים להיות חלק מהפיתוח מלכתחילה - דרישה שעלולה לעכב חדשנות ולהפוך תהליכים למסורבלים.

5. זוויות חסרות: היעדר לקחים מהמזרח התיכון

אחת התובנות המעניינות מהכנס היא מה שלא נאמר. לצד העיסוק הרב באוקראינה, כמעט לא הוזכרו לקחים מהמלחמה במזרח התיכון. זאת למרות החשיבות של חלק מהלקחים לאירופה / UK. לדוגמה: לוחמת טילים מדויקים; הגנה רב-שכבתית; לחימה מול אויבים היברידיים; התמודדות עם מאות שיגורים ביום; שימוש נרחב בכטב"מי תקיפה וירוט. היעדר זה עשוי לנבוע מהבדלים באיום הייחוס או משיקולים פוליטיים, אך הוא מהווה פער אמיתי בהבנה מלוא האתגר העתידי.

6. מסקנות

- **בריטניה נמצאת בעיצומה של מהפכה צבאית אמיתית, ולא בשדרוג נקודתי.**

- **התקציבים הנוכחיים והפרויקטים שיצאו לדרך מצביעים על שינוי ארוך טווח.**
- **ה-AI יעמוד במרכז שדה הקרב הבריטי בשנים הקרובות, מעיבוד מידע ועד סגירת מעגל תקיפה.**
- **הכוח הבריטי יהפוך לכוח שבו רוב הפלטפורמות אינן מאוישות, דבר שישנה מן היסוד את מבנה הצבא הבריטי, את ההכשרה ואת תהליכי הפיקוד.**
- **החסם המרכזי אינו טכנולוגי אלא ארגוני, ובראשו "עמק המוות" של החדשנות.**
- **רוסיה וסין משמשות מנוע מאיץ להתעצמות הבריטית, בשל קצב ההתקדמות שלהן בתחומי EW ואוטונומיה.**
- **היעדר למידה מהזירה המזרח-תיכונית משאיר חורים בתוכנית הבריטית בעיקר בתחום הטילים, ההגנה אווירית ורב-זירתיות.**
- **עתיד בניית הכוח יקבע לפי יכולתם של הבריטים לאמץ תהליכי חדשנות גמישים, להפחית ביורוקרטיה ולהגביר שיתוף פעולה עם תעשיות קטנות ואזרחיות.**
- **השלכות הכנס חורגות מעבר לבריטניה והן משקפות תהליך רחב באירופה כולה לקראת עימות פוטנציאלי מול ציר רוסיה-סין.**

רון רייס שירת שנים רבות במגוון תפקידי ניהול ופיתוח עסקי בכירים ברפאל. תפקידו האחרון היה סמנכ"ל חטיבתי ל-M&A בחטיבת אוויר ומודיעין ברפאל. כיום מוביל החממה הביטחונית של SouthUp ושותף למחקר אקדמי על תהליכי ההתעצמות הטכנולוגית של צה"ל.