



**המכללה לביטחון לאומי**

**מחזור מ"ז 2019-2020**

ציון סופי 88

**עבודת גמר בקורס העולם הדיגיטלי למקבלי החלטות**

**בנושא**

**AI בניהול תמונת שמיים**

**ד"ר דני רז**

**מגיש:**

אביעד אטיה

**הקדמה**

מדינת ישראל חשופה לקשת איומים נרחב בתווך האווירי. מגוון האיומים רחב הן בגודל המטרות, אופיין, זמן התגובה להתמודדות איתם אבל גם במערכות השונות שמגלות את האיומים. עבודה זו תעסוק ברעיון להטמעת בינה מלאכותית ברבדים שונים הקשורים לסנסורי תמונת השמים השונים לטיוב ומיקסום התוצר המתקבל. מבנה העבודה: האתגר הקיים כיום, מהות ההצעה ויתרונותיה, אתגרי קליטת המערכת לארגון וסיכום. המגבלה המרכזית של העבודה טמון בסוגיות אבטחת מידע והקושי לפרט על האתגרים והיכולות המתקבלות משילוב בינה מלאכותית.

**תיאור האתגר הקיים**

האחריות בצה"ל על בניית תמונת אווירית מוטל על כתפיו של מערך הבקרה בחיל האוויר. עד שנות התשעים האתגר המרכזי היה גילוי מטוסי קרב של האויב. אל מול אתגר זה נבנה השלד המרכזי של סנסורי הגילוי ואורגנה הסמכות והאחריות בחיל האוויר. משנות התשעים וביתר שאת בשנות האלפיים הצטרפו לאיומים גם איומים בליסטיים מהגובה הגבוה עד לקסאמים. למשפחת האיומים האווירים הצטרפו כטב"מים ורחפנים.

**רמת הסנסור הבודד** – היכולת המופקת מכל סנסור בודד תלויה מאוד באיכותו וניסיונו של הנגד המופקד על תפקודו. חלק מהמכ"מים הינם OBSOLETE ללא תמיכה בעברית ועיתים ללא תמיכה יותר בעולם. האחזקות המבוצעות כיום והטיפולים מבוצעים עפ"י רוטינה מוגדרת ולא עפ"י צורך. מטרת בינה מלאכותית ברמת הסנסור הבודד הינה לבנות מאגר ידע רחב ומעמיק שיאפשר מעבר **לתחזוקה ניבויית[[1]](#footnote-1) ולתחזוקה מרשמית** – כזו היודעת להגיד כמה שמן/חשמל צריך כל רכיב לתפקוד מותאם מצב. מעבר שכזה יגדיל את התפוקה המבצעית (פחות שעות השבתה מיותרת למערכת) ויחסוך כסף רב (הגדלת אורך חיי רכיבים). מעבר לכך, בינה מלאכותית תאפשר יעילות בהקצאת האנרגיה של המכ"מ הבודד לטיוב התוצר המבצעי המתקבל ממנו.

**תיאום בין הסנסורים-** שדרת הגילוי אל מול האיומים השונים מורכבת ממגוון מכ"מים, חלקם חופפים ביכולות גילוי לאיומים, חלקם ייעודים, חלקם חדשים יחסית וחלקם קרובים להיות OBSOLETE. המערכות הללו כיום בנויות כמגדל בבל – אחריות ארגונית שונה על המערכות, חפיפה חלקית בין יכולות, קישוריות חלקית בין מערכות, תחזוקה שונה, תוצרים שונים וקושי רב בטיוב הנתונים והמעטפת הניתנת.

הטמעת בינה מלאכותית ברובד זה תאפשר בבסיסה מיצוי נכון של מידע מתקבל (לדוגמא מידע על מטרות איטיות המתקבלות במערכות גילוי בליסטיות יועברו למערכות המחפשות כלי טיס). התוצר המשמעותי יותר הינו יכולת הקצאת אנרגיה בין מערכות כך פערי גילוי יצומצמו, יתרונות יחסיים של כל מכ"מ (תלוי מטרה ומיקום גיאוגרפי) יבואו לידי ביטוי ובנוסף המערכת תדע לפצות אוטומטית במקרה של נפילת מערכת (יזום-לצרכי אחזקה או בהפתעה לדוגמא פגיעת טיל במכ"מ).

**תוצר מבצעי – תמונת שמיים-** לאחר המיצוי המתקבל ברמת הסנסור הבודד ובעבודת כלל הסנסורים כמערכת אורגנית אנו עוברים למהות המבצעית. תמונת השמים הינה תמונת המטרות האוויריות בכל רגע נתון. קושי מרכזי במערכת הינו היכולת לזהות מהי מטרה ומהי הפרעה ולהפעיל את הכוח האווירי אל מול המטרות. כיום, מערכת זו נשענת על יכולתו של אדם בודד – ניסיונו, מצבו הנפשי, רמת הקשב שלו והמיומנות שלו הם אילו שיקבעו האם אלמנט בתמונת השמיים יזוהה ואחר מכן האם יוגדר כמטרה או הפרעה.

מערכת בינה מלאכותית שתיושם ברובד זה תאפשר למשתמש המבצעי להגדיר מטרת אמת או הפרעה (לפי כמות ההפרעות שנתגלו באזור זה, לאור נתוני רוח, לאור כמות סנסורים ואמינותם וכו'). המערכת תוכל לאפשר דיוק גבוה יותר בנתוני המטוסים בשמים ובכך לאפשר טיסה בטוחה יותר ובספיקה גבוהה יותר.

**אתגרי קליטת המערכת**

ברמה הטכנולוגית קיימים מספר אתגרים:

1. היכולת לייצר שפה משותפת עבור המכ"מים והרשתות השונות שאינן מבית היוצר של חברה אחת.
2. מערכת מרכזית המנהלת את כלל המידע לתמונת שמיים והקצאת מטרות הינה מערכת רגישה מאוד וחייבת לעמוד בסטנדרט גבוה ביותר של הגנת סייבר.
3. הבטחת רציפות תפקודית מבצעית- הן ביכולת הגיבוי והן ביכולת לעבוד אוטונומית במקרה של נפילת מערכת או התקפת סייבר.
4. יכולת עדכון קלה שתאפשר קליטת מערכות חדשות או התאמת לעדכוני גרסא של מערכות קיימות.

ברמה הארגונית-מבנית האתגר המרכזי הוא לייצר היררכיה צה"לית המסדירה את כלל הסנסורים תחת ארגון אחד האחראי על התפוקה המבצעית, איכות התוצר, התחזוקה הנדרשת ובניין הכוח למערכות אילו. זהו אתגר חוצה זרועות שידרוש שינויים משמעותיים בעלי נגזרת שניה ושלישית. כיום האחריות מוטלת בחלקה על מערך הבקרה, חלקה על מערך הגנ"א וחלקה על גורמים נוספים בצה"ל. המשתמש המבצעי המוביל כיום הינו מערך הבקרה, עם זאת המערך הינו "רזה" למשימה זו. שינוי ארגוני יהיה חייב להגיע עם שינוי ארגוני משמעותי.

אתגר מבצעי נוסף הינו בניית יכולת טכנולוגית והכשרת אנשים שידעו כיצד להנחות, לתחזק ולקדם מערכת בינה מלאכותית. הכשרת טכנאי המכ"מ בקצה גם היא תשתנה מעיסוק שברובו טכני טהור לעיסוק מתקדם יותר בעבודה דרך מחשב.

**האתגר המשמעותי** ביותר שעולה במערכת מסוג זה הינה רמת האמינות והעצמאות שניתן למערכת – **היכן בחוג משולב האדם ולצורך מה**. ההתמודדות עם איום זה יצטרך להתבצע בהדרגה, בשלב הראשון המערכת תספק התרעות למשתמש המבצעי, בשלב השני היא תיתן המלצה לפעולה ובשלב השלישי נוכל לשלב אותה בפעולות אוטומטיות. השלבים יתנו למשתמש המבצעי זמן לבחון ולתקן את המערכת אבל חשוב מזה לבנות אמון במערכת. אופן מימוש השלבים יהיה שונה בין הרבדים השונים – קל יותר להכניס AI לרמת הסנסור הבודד מאשר לזיהוי אוטומטי בתמונת שמיים.

הכנסת בינה מלאכותית מביאה איתה תובנות מפתיעות ועמוקות שלא צפינו. גם במקרה זה קיימת סבירות גבוהה שהתובנות ישפיעו עמוקות על אופן ניהול הקרב האווירי – איחוד מקצועות, הגדלת הספקי טיסה במרחב, יכולת הקצאת מטרות ברשת, הקטנת חתימה למערכות נשק, ניהול מערכות כטמ"מ לצד כלים מאוישים בסינרגיה ועוד ועוד.

לצד היתרונות הגלומים בהכנסת בינה מלאכותית קיימים בוודאי סיכונים רבים שלא מיפיתי או שלא הבנתי. לשם כך תכנון המהלך ידרוש הקמת צוות אדום טכנו-מבצעי. צוות זה יורכב מאנשי טכנולוגיה, אנשי מחקר, אנשי סייבר ומשתמשים מבצעיים – מטרתם תהיה לאתר נקודות חולשה, חסרונות וסיכונים. אל מול עבודתם נדרש להתאים את המענה הנכון – ארגונית, תו"לית או טכנולוגית. במידה וימצא סיכון/איום חמור ללא מענה כלל המהלך ידרש להבחן בשנית.

**סיכום**

העידן הטכנולוגי מביא עימה בשורה אדירה בפיתוחים חדשניים. לצד זאת, הטכנולוגיה יודעת גם להעצים טכנולוגיות קיימות ובכך מאפשרת לארגון לנהל תהליך מתקדם של קליטת טכנולוגיות חדשות לצד העצמת הקיים. AI מאפשרת מיצוי איכותי של הקיים לצד סביבה פתוחה לקליטת טכנולוגיות חדשות.

בעידן הנוכחי, בו תקציב הביטחון אינו ברור נדרש בעיניי לחזק את "המוח" של המערכת בעדיפות על פיתוח "הברזלים" של המערכת. קיימות מערכות מתקדמות מאוד שאינן קרובות למיקסום היכולת. מעבר לכך הבינה המלאכותית תוכל להוביל אותנו להבנה טובה יותר ומדויקת יותר של הפערים הקיימים כך שבניין הכוח המסורתי (רכישה ופיתוח סנסורים) יהיה מותאם יותר לצרכים הקיימים.

1. מלשון ניבוי = נבואה. רעיון הלקוח מאופן העבודה של GE ומפורט בספרו של תומס פרידמן – "תודה שאיחרת" [↑](#footnote-ref-1)