



מכון גזית / כנס שנתי / מגזין 2022

# GAZIT22



••  
מודיעין,  
אסטרטגיה,  
טכנולוגיה -  
ומה שביניהם.



# קוראים נכבדים

לפניכם תוצר בנושא "מודיעין, אסטרטגיה, טכנולוגיה - ומה שביניהם", המסכם את הכנס השנתי של מכון "גזית" של חטיבת המחקר, שהתקיים בחודש דצמבר האחרון. המסמך נועד לחשוף אתכם, הקוראים, לעשייה הייחודית של אנשי המכון, המהווה חלק משמעותי וחדשני בעשייה הנפלאה של קהיליית המודיעין כולה.

הכנס השנתי, שנמשך כיומיים, היווה אירוע שיא בעשיית המכון, והזדמנות ללמוד על הסוגיות שבלב העשייה היומיומית שלנו מפי שורת בכירים ובכירים לשעבר במערכת הביטחון. במהלך הכנס, הצגנו את הערכת המודיעין השנתית בגרסתה הלא מסווגת, ותיארנו את המציאות כפי שאנחנו תופסים אותה - עידן בו "חוסר

היציבות הוא המרכיב היציב ביותר", עם אתגרים גוברים למדינת ישראל מול איראן והזירה הפלסטינית, כשברקע תמורות משמעותיות בסדר העולמי. אני שמח וגאה על ההזדמנות שניתנה לאמ"ן לחלוק את ההערכה עם הציבור הרחב, ועל שמכון "גזית" מאפשר לארגון להדק את הקשרים עם העולם האזרחי והאקדמיה.

אני מודה לחטיבת המחקר, למכון "גזית", לאנשי רפא"ל ולכלל משתתפי הכנס על האירוע המוצלח והמלמד, וקורא לכם להגיע לכנס השנתי הבא של המכון.

קריאה מועילה,



אלוף אהרון חליוה  
ראש אגף המודיעין



# תוכן עניינים



סדנאות מקצועיות	הבשורה הטכנולוגית של גזית	הרצאות	פתיחה
70 כלכלה התנהגותית	60 יישומים חישוביים במדעי החברה (Q/CSS) ועולם המודיעין האסטרטגי	8 הכח לעצב הרמטכ"ל, רא"ל אביב כוכבי	2 הקדמה
74 סימולציות	34 מבט מושינגטון דנה סטרול	12 מדוע העתיד נעשה פחות ודאי ד"ר מיכה גודמן	4 תוכן עניינים
78 NLP	38 הצגת מכון גזית מנכ"ל גזית, אל"מ (מיל.) דוד שטרנברג	16 כיצד טכנולוגיית החלל החדש מעצבת את גבולות ישראל מפקד 9900, תא"ל ארז אסקל	6 מכון גזית
82 מאמרים נבחרים	42 זווית הכניסה לשנת 2023 רח"ט מחקר באמ"ן, תא"ל עמית סער	20 איך לנצח בספרינט תוך כדי ריצת מרתון מנכ"ל רפאל, אלוף (מיל.) יואב הר-אבן	7 דוברים
	48 מודיעין, מגיפות ומה שביניהם ד"ר שרון אלרעי פרייס ואל"מ (מיל.) ניר סעד	22 טכנולוגיה, אסטרטגיה, מנהיגות ומה שביניהם שיח בין מפקדי 8200 בעבר ובהווה, תא"ל י' ותא"ל (מיל.) נדב צפירי	
	52 מודיעין בראי הזמן ראה"מ ושר הביטחון לשעבר, רא"ל (מיל.) אהוד ברק	26 המזרח התיכון: איומים והזדמנויות - מבט מהקוקפיט מפקד חיל האוויר לשעבר, אלוף עמיקם נורקין	
	56 סיכום הכנס ר' אמ"ן, האלוף אהרן חליוה	30 בין מודיעין למדיניות שיח בין ראש המל"ל ורח"ט מחקר באמ"ן	



**מכון גזית** הוא זרוע של חטיבת המחקר באמ"ן למחקרים מודיעיניים מתקדמים, יישומיים ועתירי דאטה. המכון הוקם בשיתוף עם חברת רפאל ומפא"ת. הוא קרוי על שם האלוף שלמה גזית ז"ל, ששירת כראש אמ"ן לאחר מלחמת יום הכיפורים, והוביל את תהליכי בנייתו מחדש אחרי המלחמה.

המכון נחנך רשמית בדצמבר 2021. המשימות שהוגדרו לו כוללות: מענה על שאלות מחקר ייעודיות; פיתוח כלים וטכנולוגיות מחקריות לטובת מערכת הביטחון וקהיליית המודיעין; והרחבת מעגל שיתופי הפעולה בקהילייה, מול האקדמיה והתעשייה.

המכון משלב בעשייתו ידע מהעולם האזרחי עם צרכים ויכולות מהעולמות הביטחוניים. המכון פועל בעזרת שילוב של חוקרים מתחומים אקדמיים שונים: מדעי החברה, מדעי הרוח ומדעים מדויקים דרך שימוש במסגרות אנליטיות ויכולות טכנולוגיות מתקדמות.

המכון חותר לחיזוק יכולות המחקר במגוון סוגיות של מודיעין אסטרטגי ובהן: יחסי-חוץ, בניין כוח צבאי ותכנון ארוך טווח, התנהגות קבוצות וציבורים, יציבות משטרים, גאו-אסטרטגיה אזורית (דמוגרפיה, חברה כלכלה ואקלים) והערכת אפקטיביות של פעולות מבצעיות ומדיניות.



**רא"ל אביב כוכבי.** ראש המטה הכללי ה-22 של צה"ל. בתפקידיו הקודמים כיהן בין היתר כסגן הרמטכ"ל, מפקד פיקוד הצפון וראש אמ"ן.



**ד"ר מיכה גודמן.** הוגה דעות, חוקר המחשבה היהודית ומחברם של שישה ספרים העוסקים בפילוסופיה יהודית ובהגות אקטואלית. בעל תואר דוקטורט למחשבת ישראל. גודמן הוא עמית מחקר במכון הרטמן וממקימי "בית פרת – המדרשה באלון". הספרים שכתב היו לרבי מכר וזכו לקוראות וקוראים רבים מכל מגזרי החברה הישראלית.



**תת-אלוף ארז אסקל.** מפקד יחידה 9900 באגף המודיעין מאז 2019. שירת כקצין המודיעין של אוגדת יהודה ושומרון וראש זירה בחטיבת המחקר. בין השנים 2005 ל-2013 מלא מגוון תפקידים בלהק מודיעין של חיל האויר.



**אלוף (מיל.) יואב הר אבן.** מנכ"ל רפאל מאז 2016. לפני כן שירת כקצין בצה"ל בדרגת אלוף. בתפקידו האחרון בצה"ל שימש כראש אגף המבצעים.



**תת-אלוף י.** מפקד יחידה 8200 באגף המודיעין. מאז 2010 כיהן במגוון תפקידים בכירים במודיעין כולל ראש חטיבת ההפעלה, קצין מודיעין פיקוד מרכז, ראש זירת צפון בחטיבת המחקר, וקצין מודיעין וסייבר ביחידה 8200.



**תת-אלוף (מיל.) נדב צפירי.** בתפקידו האחרון כיהן כמפקד יחידה 8200. כיום הוא מנכ"ל קרן השקעות הסייבר Team8 אותה ייסד ב-2015; משמש גם כנשיא חברת הגנת הסייבר קלארוטי ויו"ר משותף של חברת סולאראדג'.



**אלוף (מיל.) עמיקם נורקין.** מפקד חיל האוויר החל מ-2017 ועד אפריל 2022. קודם לכן שימש כראש אגף התכנון, ראש להק האוויר וראש להק המטה בחיל האוויר.



**ד"ר איל חולתא.** היועץ לביטחון לאומי וראש המטה לביטחון לאומי מאז 2020. כיהן במגוון תפקידים במשרד ראש הממשלה. בתפקידיו האחרונים שימש כראש אגף התכנון האסטרטגי והמדיניות וכראש אגף הטכנולוגיה. בעל תואר דוקטור בפיזיקה. בוגר תכנית "תלפיות".



**תת-אלוף עמית סער.** ראש חטיבת המחקר באגף המודיעין מאז 2020. לפני כן ביצע מספר רב של תפקידי פיקוד ומטה בחיל המודיעין, כולל קצין המודיעין של פיקוד הדרום וראש הזירה הפלסטינית בחטיבת המחקר. בעל תואר שני בפתרון סכסוכים בינלאומיים ותואר שני נוסף במדעי המדינה.



**דנה סטרול.** האחראית על תכנון המדיניות מול המזה"ת במשרד ההגנה האמריקאי. בעברה עמיתת מחקר בכירה במכון וושינגטון, חברת סגל בכירה בוועדת יחסי החוץ של הסנאט וחברת צוות במשרד למדיניות המזה"ת של שר ההגנה בפנטגון.



**ד"ר שרון אלרעי פרייס.** ראש שירותי בריאות הציבור במשרד הבריאות. רופאה מומחית ברפואה פנימית, במחלות זיהומיות, ובבריאות הציבור. קודם לכן הייתה סגנית מנהל המרכז הרפואי כרמל בחיפה.



**אל"מ (מיל) ניר סעד.** כיהן במגוון תפקידים באמ"ן. ביניהם מייסד ומפקד תכנית חבצלות, קמ"ן אוגדה וראש זירה בחטיבת המחקר. הקים ופיקד על מרכז המידע והידע הלאומי למאבק בקורונה. כיום מכהן כ-VP Operations בחברת Aidoc.



**רא"ל (מיל.) אהוד ברק.** ראש ממשלת ישראל העשירי. שימש בין היתר כשר הביטחון, כרמטכ"ל ה-14 של צה"ל וכראש אמ"ן.



**אלוף אהרון חליוה.** ראש אגף המודיעין בצה"ל. קודם לכן שימש כראש אגף המבצעים (אמ"ץ) וראש אגף הטכנולוגיה והלוגיסטיקה. פיקד על עוצבת האש וחטיבת הצנחנים.

# הכח לעצב

## כיצד מעצבים את המרחב סביבנו דרך הפעלת כוח

הרמטכ"ל, רא"ל אביב כוכבי

כדי לדבר על אסטרטגיה צריך קודם כל להגדיר אותה. אפשר לומר במידה רבה של הומור שתכנון טקטי הוא לחודש-חודשיים, תכנון אופרטיבי הוא למספר חודשים ואילו תכנון אסטרטגי הוא למחר בבוקר. המורכבות בעולם האסטרטגי גדולה, גם בגלל הטכנולוגיה שמשתנה בקצב מהיר. אני אעסוק בקשר בין מודיעין, אסטרטגיה וטכנולוגיה, בעיקר בהקשר הישראלי.

הטענה המרכזית היא שמעולם הקשר בין מודיעין לאסטרטגיה וטכנולוגיה לא היה כל כך חיוני כמו היום. החיבור הזה איננו עניין של פריבילגיה אלא של הכרח עבור מדינה שחפצה בהצלחה. הקשר בין מודיעין לאסטרטגיה ברור – לעולם מנהיגים היו צריכים מודיעין כדי לעצב את ההחלטות שלהן מהרמה הלאומית ועד הטקטית, אך החידוש הוא בשילוב שביניהן לטכנולוגיה.

ההגדרה המקובלת לאסטרטגיה היא קביעת המדיניות והגדרת האמצעים לממש אותה. אבל אסטרטגיה היא גם היכולת להשתנות – לא משנה אם מדובר בארגון עסקי, צבא או מדינה. אסטרטגיה מורכבת ממגוון רחב של כלים, אבל נחלק אותם לשניים עיקריים: המעשה המדיני והמעשה הצבאי. יש עוד כוחות וכלים בארץ גז עמו מעצבים אסטרטגיה, כמו בן. אבל אני רוצה להסב את תשומת לבכם לכך שבמציאות שלנו בשנים האחרונות האסטרטגיה מתבססת על הפעלת הכוח הצבאית והממדים של הפעילות המדינית מצטמצמים והופכים מוגבלים יותר. הדוגמא המובהקת לכך היא רצועת עזה. אם עד חודש מאי היציבות בעזה תימשך כמו שהיא, נוכל לסכם את השנתיים האחרונות כשקטות ביותר בעוטף עזה מזה שנים. זו תוצאה של אסטרטגיה, אבל המרכיב המרכזי שלה היה הפעלת כוח בשלושה אירועים עצימים

בשנים האחרונות ("חגורה שחורה", "שומר החומות", "עלות השחר"). כתוצאה מכך, לא רק שחמאס לא



מגיב אלא הוא אפילו לא שוקל להגיב לתקיפות שלנו ברצועת עזה. חמאס עמדה במבחנים רבים – סיכול אנשיה ביהודה ושומרון, מצעד הדגלים בירושלים, תקיפות לאחר כל בלון והם לא הגיבו. כלומר, הפעלת כוח עיצבה ומעצבת את המציאות ברצועת עזה. יש עוד דבר משמעותי שהשתנה ב-50 השנים האחרונות ואף יותר, מאז מלחמת העולם השנייה והוא מצוי בשינוי אדיר – הלגיטימציה להפעלת הכוח וכן הלגיטימציה לנפגעים, בצד שלך ובצד היריב. אלו השתנו עמוקות בתהליך מואץ. במלחמת העולם השנייה, בשבועיים הראשונים של הלחימה בחזית המזרחית היו 2 מיליון הרוגים והיום אף אחד לא יעלה את זה על הדעת. אנחנו נדרשים להביא הישגים צבאיים בתוך המרחב שווה הזו של מחיר נפגעים נמוך ולגיטימציה בין-לאומית ומקומית, לצד הערכים שלנו שאומרים שלא נפגע במי שלא צריך לפגוע בו. מול כל הדרישות הללו, אתה מגיע למסקנה שצריך להילחם אחרת ולהביא הישג צבאי באופן שונה כדי לממש את האסטרטגיה, תחת תנאים של שמירת לגיטימציה והימנעות ככל האפשר מנפגעים בשני הצדדים. בעבר הפעילו את הכוח הצבאי גם בלי מודיעין. מרגע שהוטל הכוח הצבאי לשדה הקרב מושג המפתח היה חיכוך. אתה מטיל לשדה הקרב כוח צבאי עם מעט מודיעין והתמרון שכדי לל תנועה ואש יוצר חיכוך ומציף את המודיעין. תוצאת הלחימה נקבעה לפי איזה צד משמיד יותר ומממש את היעדים הצבאיים שתואמים את

התוכנית האסטרטגית. בהיותי מח"ט צנחנים בדרך לכיבוש הקסבה בשכם ב"חומת מגן" לא היה לי איתור מודיעין אחד. נדרשנו פשוט להטיל את מאמצינו פנימה. כיום כאמור, ההישג שלנו נדרש להיות יותר גבוה ושמחיר הנפגעים בשני הצדדים יהיה יותר נמוך. לשם כך נדרש מודיעין. לטכנולוגיה הייתה חשיבות מכרעת גם בעבר. הפלנקס היותר מוצלח היה זה שהייתה לו חנית ארוכה

## כשאנחנו נדרשים להביא הישג גדול יותר במחיר נמוך יותר ובזמן קצר יותר, אנחנו נדרשים למשולש של אסטרטגיה, מודיעין וטכנולוגיה.

יותר ובהמשך היכולת לרתום את הטכנולוגיה לצרכים באופן המיטבי תמיד הייתה משמעותית. הקפיצה המשמעותית של הטנק הייתה בכלל בבריטניה והאנגלים מנצחים ב-1917 את הגרמנים בקרב שריון, אבל מי שלוקח את הטכנולוגיה והופך אותה לניצחון גדול הוא דווקא הגרמנים בפתיחת מלחמת העולם השנייה. לכאורה אין חידוש בכך שמי שיועד לקחת טכנולוגיה מתקדמת ולהשתמש בה למטרותיו זוכה ביתרון, אבל זו בדיוק המורכבות של ימינו – כשאנחנו

נדרשים להביא הישג גדול יותר במחיר נמוך יותר ובזמן קצר יותר, אנחנו נדרשים למשולש של אסטרטגיה, מודיעין וטכנולוגיה. זה השינוי הגדול. אחת הסיבות המרכזיות שארגון הג'האד האסלאמי רצה לסיים את מבצע "עלות השחר" לאחר 55 שעות ולא לאחר חודש הוא בזכות היכולת לסכל את ג'עברי באמצעות מודיעין מדויק, מבלי להרוג אף אזרח פלסטיני שלא צריך להיפגע, באמצע הדרך שלו בקומה ה-14. זה השילוב בין מודיעין וטכנולוגיה. זה המשיך בעוד 200 מטרות שכל אחת מקבצות לפחות פצצה אחת במשקל חצי טון, במקום הצפוף ביותר בעולם, עם מינימום נפגעים אזרחיים (יחס הפגיעה היה פחות מ-1:1, בעוד במלחמות בעולם היחס הוא קרוב ל-1:30). אם לא יכולנו להביא כמות גדולה כזו ברמת ביצוע מדויקת ומוצלחת כל כך, יכול להיות שהמוטיבציה של הג'האד האסלאמי הייתה להמשיך. ההחלטה נובעת ממאזן הישגים. דרך הדוגמא הזו אני ממחיש כמה מודיעין וטכנולוגיה משמעותיים. לו היה לנו מודיעין מצוין אבל לא היינו יכולים לסגור מעגלים ולא הייתה לנו יכולת להשמיד את מי שצריך, או להפך – אם הייתה לנו טכנולוגיה אבל לא היינו יודעים לחבר אותה למטרות, לא היינו משיגים את היעדים המדיניים שלנו. באמצעות הפעולה הזו "הדבקנו" את הג'האד האסלאמי להיגיון שבו חמאס פועל לריסון. באמצעות הפעלת כוח ייצרנו אסטרטגיה. גם חזבאללה מסתכל על האירוע וגם הוא מפיק מזה את הלקחים לגבי הפ



← אמירה אחרונה, בסופו של דבר העניין הוא אנשים, אנשים, אנשים. מי שעושה מודיעין וטכנולוגיה זה אנשים, מי שעושה מלחמה עם רוח איתנה הם אנשים. במרכז של המשולש בין מודיעין, אסטרטגיה וטכנולוגיה נמצאים האנשים.

מודיעין, אסטרטגיה, טכנולוגיה - ומה שביניהם

למודיעין וטכנולוגיה. כשאני מסתכל על צורות ההתארגנות שבנינו בשנים האחרונות - הקמנו למשל בצה"ל את מנהלת המטרות שמבוססת על בינה מלאכותית ולוקחת את כל הסנסורים המתקדמים שהיו לנו, כמעט מבלי שנצטרך לבנות יכולות חדשות. כש־חיברנו אותן ליכולות של AI זה מכפיל כוח. כמות המטרות שייצרנו בשנה אנחנו מייצרים היום בחודש או בחוד־שיים. המשמעות של זה לאסטרטגיה היא עצומה.

בזירה הצפונית, בעולם מקביל היינו יכולים להגיד שיש היום בסוריה טילי קרקע-קרקע וקרקע-אוויר ועשרות אלפי פעילי מיליציה איראנית וכוח אדיר של חזבאללה ברמת הגולן הסו־רית. הדברים הללו שהיו בחזון של קאסם סלימאני שובשו במידה רבה מאוד. 80% מהזמן הציר האווירי, הימי והיבשתי מאיראן לסוריה סגור לאור הפעילות שלנו זו אסטרטגיה. כוח צבאי בלבד, בשילוב היכולת לנהל שיח עם רוסיה שמייצרת הסכ־מה אופרטיבית בעיקרה, מאפשרים לנו להמשיך לפעול שם. מה שמרכיב את הכוח בזירה הזו הוא מודיעין מעו־לה וטכנולוגיה מעולה. היכולת לתקוף בניין בלב עיר צפופה בזירה הצפונית ולדעת באיזו קומה נמצא האמל"ח מביאים לכך שגם בניין של 7 קומות נשאר עומד אחרי הפגיעה, בעוד האמל"ח הושמד. כשאנחנו עושים דבר כזה כל שבוע זה מביא את הזי־רה הצפונית להיות במצב אסטרטגי אחר. זה משפיע רלוונטי ל"יום פקו־דה", כשניפגש במלחמת לבנון הש־לישית או "מלחמת הצפון הראשונה".

עלות כוח ומה יקרה במדינת לבנון אם ניקלע למלחמה. היכולת שלנו לדייק היכן מצויה מנהרה ומתי נמצאים בה בכירי חמאס ב"שומר החומות" היא שילוב בין מודיעין לטכנולוגיה שהביא להצלחה במערכה.

אנחנו צריכים את המודיעין האסטר־טגי, לצד המודיעין הטקטי שיגיד מתי בכיר הג'האד האסלאמי נמצא בחדר שלו בזמן אמת וכיצד להפעיל את הטכנולוגיה המתאימה לכך. הסיגינט והויזינט הן מלכות הקרב החדשות. כל מה שאפשר לעסוק ממרחק לפני כן, עדיף על פני הגעה אל השטח לסי־כול. זה מחייב שיתופי פעולה בין כלל הגורמים (אוויר, יבשה וים) וזה מחייב את המרחב הדיגיטלי כמאפשר בשדה הקרב כאשר אתה מחבר את כלל המערכות אל המ"כ בקצה זה החיבור בינו לבין האסטרטגיה, בתנאי שיש לו מודיעין וטכנולוגיה. זה מחייב עזרים דיגיטליים ואפליקציות אחידות לכולם.

עוד לא דיברנו על הגנה. במבצ־עים מול עזה היו הצלחות אדירות בהגנה. הרעיון הוא לא רק מה אתה עושה לאויב, אלא גם מה אתה מצליח שהאויב לא יעשה לך. כי בסופו של יום אתה בוחן את הפער בין מה שאתה הצלחת לעשות לבין מה שהאויב הצ־ליח. הפער הזה הוא מה שיגרום למ־נהיג בצד השני להחליט לעצור. הפער הזה מורכב מהרבה דברים שקשורים למודיעין וטכנולוגיה. כשנחליט לה־פעיל תמרון הוא יצטרך ליהנות מי־כולת השמדה גבוהה ומבוססת והוא יצטרך להיות מוגן - זה שוב חוזר

# מדוע העעתיד נעשה פחות ודאי

ד"ר מיכה גודמן

**עמנואל** קאנט הוא אחת הסיבות שאנחנו תופסים את המודרניות כזינוק לעבר האוטונומיה האנושית והריבונות העצמית. החוויה האנושית על פי קאנט חווה פעולה בזמן ובמרחב. אז איך המודרניות הגבירה את מידת השליטה שלנו על החיים שלנו? הזינוק בטכנולוגיה הג'יר את המידה שבה אנחנו שולטים על המרחב (בלשונו של תומס פרידמן מן לפני כיותר מעשור: "המרחב התכווץ") ואילו פוליטיקה מודרנית אמורה להעניק לנו שליטה על הזמן (העתיד). האדם הקדם-מודרני נשלט על ידי מזג אוויר לא צפוי והפעולה שלו נש' לטה על ידי קפריזות של שליט שאין לו גישה אליו. הפוליטיקה המודרנית נותנת אשליה של שליטה על תהליך קבלת ההחלטות והטכנולוגיה מעני' קה אשליה של שליטה על המרחב – כך נוצרה החוויה המודרנית שאנחנו הריבון על החיים שלנו.

ואולם, בעשור האחרון קרו כמה דברים שמערערים על כך שיש לנו שלי' טה על המרחב והזמן. חוקרי מזג אוויר יודעים שמעבר לטווח של כשבוע קדימה מזג האוויר בלתי ניתן לחיזוי. מזג האוויר הוא לא מערכת לינארית אלא מורכבת ולכן שינויים קטנים בתנאי הפתיחה יכולים להשפיע מש' מעותית על התנאים שלנו. אדוארד לורנס הגדיר לפי זה את מושג "אפקט הפרפר" – משק הכנפיים שיכול לייצר סופת הוריקן במקום אחר. כשאנחנו נמצאים בתוך מערכת כזו לא ניתן לחזות את העתיד. הווה אומר, אנחנו חשבנו שאירועים גדולים נגרמים



## הפוליטיקה המודרנית נותנת אשליה של שליטה על תהליך קבלת ההחלטות והטכנולוגיה מעניקה אשליה של שליטה על המרחב.

על גורמים גדולים. אבל אם אירועים גדולים נגרמים על ידי אירועים קטנים אז לא ניתן לחשב את כל האירועים הקטנים ולא נוכל לחזות את הדברים הגדולים בעתיד.

בדצמבר 2010 היה ירקן בתוניסיה שהיו לו בעיות ביורוקרטיות. הוא שרף את עצמו במרכז העיר. בעבר זה היה משפיע מאוד על הסביבה הקרובה שלו וכמעט בכלל לא על מעגלים רחוקים יותר. ככל שעובר הזמן האפקט של פעולה כזו היה דועך (כלומר, מוגבל במרחב ובזמן). העניין הוא שבמקרה הזה היו כעבור כמה שבועות מיליון אנשים בכיכר תחריר ומובארכ מודח, סוריה מתפרקת, גלי הגירה גדולים מגיעים לאירופה ועולים ימין רדיקלי ובתגובה גם שמאל רדיקלי ביבשת. הכול מתחיל מזה שמחמד בועזיזי שרף את עצמו. בעידן של פייסבוק לאירוע מקומי יש אפקט גלובאלי ואז אנחנו רואים שאפקט הפרפר עובר מהמרחב אל הזמן כאשר המערכת הפוליטית רגישה לתנאי הפתיחה ולכן היא בלתי צפויה לחלוטין. אם אירועים גדולים נגרמים על ידי אירועים קטנים שאותם לא ניתן לשקלל, לא ניתן לש'

קלל ולהבין את האירועים הגדולים. לפני 100 שנים לא היה ניתן לדעת איך ייראה מזג האוויר. אדם היה מעריך מה יהיה בעוד כמה ימים לפי מה שהיה בשנה הקודמת וכנראה לא היו טעויות דרמטיות. אבל היום בגלל שינויי אקלים יש עלייה בסופות אש, פרצי גשם קיצוניים, גלי חום ארוכים ובצורת. אלו אירועים חריגים אקלימיים שמופיעים בתדירות הולכת וגדלה. תומס פרידמן אמר שכמות הכסף שארה"ב צריכה להשקיע באירועים אקלימיים עלתה מ-20 מיליארד דולר בשנה ל-80 מיליארד תוך כמה שנים. האירועים הללו הופכים להיות חלק מהשגרה ולא חריגה מהשגרה.

גם המערכת הפוליטית מאופיינת יותר ויותר ע"י אירועי קיצון. ב-2015 אזרחי יוון יוצאים להצביע לגבי עסקת החיי' לוץ הכלכלי ומסרבים לה. גם דיוויד קמרון רצה להשתיק תנועה שקראה להיפרדות של בריטניה מהאיחוד האירופי והאזרחים בהפתעה הצביעו בעד. זמן קצר אחרי זה נבחר דונלד טראמפ לנשיא ארה"ב וזה ממחיש שהמערכת הפוליטית בלתי צפויה. בכל אירופה תנועות פוליטיות מתונות

נמחקות וזה היה נדמה לנו בלתי אפשרי שרי אבל זה הפך לנורמאלי החדש. הבלתי נתפס הוא השגרתי והנורמאלי החדש. אירועים קיצוניים נהיים אירועים שגרתיים, אירועים בלתי נתפסים נהיים אירועים רגילים.

יש הסבר לתנאי האקלים המשוגעים (גם אם יש עליו חולקים) שאומר שהמהפכה התעשייתית הובילה לכך, גם אם זו הייתה ההשלכה הלא מתוכננת של המהפכה. אני רוצה לטעון כי האירוע הפוליטי הוא השלכה לא מתוכננת של המהפכה הדיגיטלית. העולם מחובר מאי פעם ולכן אם מישהו שורף את עצמו בתוניסיה יש לזה גלים בעוד מקומות. המרכיב השני הוא שהמהפכה הדיגיטלית גם פיצלה את העולם, גם אם אף אחד לא תכנן את זה. ההשפעות הלא מתוכננות של המהפכה הדיגיטלית על המרחב הפוליטי הן המקבילה של המהפכה התעשייתית על התחממות גלובלית. המהפכה הדיגיטלית מייצרת קיטוב פוליטי והחיבור בין פיצול פוליטי בתוך חברות מצד אחד וחיבור לזירות אחרות מצד שני הופך את הזירות לנפוצות יותר.



בגלל מונופול על ידע. כיום הסכנה לדמוקרטיה היא שיש אינפלציה של ידע. האתגר הגדול הוא איך ממיינים את הידע, אבל מי שעושה את זה הוא האלגוריתם שמחליט לאיזה אינפורמציה ניחשף ולאיזה לא. האינטרס של האלגוריתם הממין הוא מה שטוב לצרכן – אבל אני לא הצרכן, אלא "תעשיית תשומת הלב" היא הצד כן. כשיש מוניטיזציה של נפט קמות הרבה חברות נפט, וכשיש מוניטיזציה של תשומת לב מפתחים יותר חברות וטכנולוגיות שמנסות להשיג תשומת לב כמה שיותר כדי להוציא כסף. הקריטריון הוא לא מה מוסרי יותר או מעניין את האדם יותר, אלא מה ישאיר את המבט שלו לאורך יותר זמן על המסך.

תודה למישהו או אתחיל לכעוס על מישהו – הכעס יהיה הרבה יותר מעניין. אנחנו הרבה יותר מתעניינים בה בעה פומבית של זעם על פני כל דבר אחר. מי שיודע את זה הוא האלגוריתם תם הממין שיתעדף לנו לצרוך זעם. לכן, כולם צורכים יותר זעם – זה רגש אנושי אבל זה מהונדס על ידי AI לא אנושי בשירות תעשיית תשומת הלב. דיאטת האינפורמציה של כל האנשים בעולם השתנתה בשנים האחרונות ויש בה מנות גדולות מדי של די-סאינפורמציה ושקרים לצד מנות גדולות של זעם. זו הגדרה טובה לקיטוב: חברה מקוטבת היא כזו שסוג מסוים של שנהא שבה מקבלת עליונות. שנהא על סטראוידים. השנהא היום בארה"ב מגיעה לשיאים של קיטוב מאז 1860 ומלחמת האזרחים. זה

מה שואב יותר תשומת לב אנושית? ניוז או פייק ניוז? אם יצא דיווח מהכנס על זה שאנשים דיברו על טכנולוגיה ומודיעין או שהרמטכ"ל דיבר על אנשים יקראו עליו פחות מאשר אם ידווח שאנשים הלכו מכות בכנס הזה. האלגוריתם יודע רק מה ימשוך תשומת לב. היכולת של אמת להיות מעניינת מוגבלת על ידי המציאות ואילו לשקר יש יכולת בלתי מוגבלת ולכן יש לו עדיפות על פני האמת. לקראת בחירות 2016 בארה"ב, מתוך 20 הידיעות הכי ויראליות רק 8 היו אמיתיות. לתת עדיפות למעניין על פני הפחות מעניין משמעו כמעט בהגדרה לתת יותר מקום לפייק ניוז. אנשים נמשכים לרגש. יש גם שוני גדול בין סוגי רגשות. אם אני אביע

טים וו (כלכלן מהרווארד) אומר שהמהפכה הדיגיטלית יצרה מצב בו תשומת הלב שלנו הפכה לסחורה. אנחנו יודעים כמה שווה חבית נפט, אבל כמה שווה תשומת לב? האירוע מתחיל במוניטיזציה של תשומת לב. כשאנחנו שמים את העיניים שלנו בפייסבוק אנחנו לא משלמים על זה, אבל זה לא בגלל האופי הפילנטרופי של בעלי פייסבוק. אם אתה מקבל מוצר בחינם, כדאי לחשוב שאולי אתה לא מקבל מוצר אלא אתה בעצמך המוצר. הארגונים הופכים לסחורי תשומת לב. פעם הייתה את האליטה שנגישה לידע והיא צוברת יותר כוח ואז ההיררכיה גדלה ויש סכנה לדמוקרטיה

יוהאן רוקסטרומ אומר שהמערכת האקלימית יוצאת מאיזון כמו מצב בו אנחנו הולכים לרופא ואנחנו מקבלים מדדים (לחץ דם, חום, כולסטרול) שאם הם גבוהים מדי או נמוכים מדי זה אומר שאנחנו חורגים מהמצב הבריא. גם במערכת האקלימית יש מספרים נמוכים או גבוהים שמוציאים מאיזון – למשל, כמות הפחמן באטמוספירה: יותר מדי-נחזור לעידן הקרח ופחות מדי-תהיה הצפה בשל המסת קרחונים. יש גורמים מאזנים – לקרחונים יש תפקיד של החזרת קרינה לחלל ואם הם ייעלמו אז כל המערכת תצא מאיזון ואותו דבר לגבי יערות הגשם. כמו שלגוף האדם יכול להיות חום, גם לכדור הארץ יש היום "חום" כי חרגנו מהמספרים.

יכול להיות שהמערכת הפוליטית יצאה מאיזון כי גם לה יש "מספרים" שצריך לשמר. אני מציע לבחון את מידת האמון ומידת ההסכמה שקיימת במדינה. כשכמות האמון במערכות המדינה גבוהה מדי כנראה שאנחנו במדינה טוטליטרית, אבל גם צניחה בכמות האמון שהכל הופך לפוליטי ולא אמין – זה יכול להביא לאנרכיה (שהיא הביצה שמצמיחה דיקטטורה כתנועת נגד). משבר האקלים הפוליטי נובע מכך שכמות מסוימת של אמון בחברה נדרשת כדי לקיים את הפלא של דמוקרטיה ליברלית. מעבר לזה צריך גם כמות מסוימת של הסכמה – כמות גבוהה מדי היא לא טובה, אבל גם כשכמות ההסכמה צונחת כלפי מטה יש לכל אזור דעות וגם "עובדות" שונות. מידה גבוהה

מאיימת על דמוקרטיה ואילו מידה נמוכה מאיימת עליה מהכיוון ההפוך. המהפכה הדיגיטלית מייצרת את המקבילה החברתית של התחממות גלובלית – היא מחברת את העולם וגם מפצלת את העולם. המרכיבים הכי בסיסיים של המציאות והכימות של המערכת הדמוקרטית בהיבטי אמון והסכמה צונחים והדמוקרטיה מאבדת את שיווי המשקל שלה. אחת התוצאות לכך היא שאירועים פוליטיים חריגים מופיעים בכמות הולכת וגדלה.

לסיכום, העולם נמצא בשני משברים: התחממות גלובלית ומשברים פוליטיים. ההשלכה של התחממות גלובלית היא שהמערכת לא ניתנת לחיזוי כי היא לא יציבה וגם החוויה של קיטוב פוליטי אומרת שתהיינה תופעות שאנחנו לא מצליחים לזהות. בחוויה האנושית יש לנו תחושה שאנחנו לא שולטים בטבע בשל אירועים חריגים של התחממות גלובלית ואילו במישור הפוליטי אנחנו מרגישים חסרי אונים גם בזמן. אנחנו נביא כך את המודרניות לקרוס לתוך עצמה עם התמודדות של התחושה שאנחנו ריבונים על המרחב ועל הזמן שלנו.

## ● ● המהפכה הדיגיטלית מייצרת את המקבילה החברתית של התחממות גלובלית – היא מחברת את העולם וגם מפצלת את העולם. ● ●



# כיצד טכנולוגיית החלל החדש מעצבת את גבולות ישראל

מפקד 9900, תא"ל ארז אסקל

**מדינת** ישראל יכולה להיות בנקודת השפעה משמעותית באמצעות החלל ויש לנו חלון הזדמנויות שנפתח בימים אלה והוא בעל פוטנציאל השפעה ל-20 השנים הבאות. בחלל יש ריק, אבל בניצול המרחב אין ריק. אם אנחנו לא נתקדם לשם אז מישהו אחר "ימלא את החלל". צה"ל כבר הבין את הפוטנציאל והוא בדרך לשם.

המהפכה התעשייתית הגיעה עם מנוע הקיטור והטלגרף. המהפכה השנייה הייתה סביב מנוע הבעירה הפנימית שהגיע לבשלות עם מטוסים וטנקים במלחמת העולם השנייה. המהפכה השלישית היא המעגל המודפס שפגשה אותנו בעיקר במלחמת המפרץ הראשונה עם היכולת לייצר מלחמה סימולטנית. המהפכה הרביעית של הדיגיטל והענן היא זו שאנחנו מצויים בה ואנחנו מתחילים להבין את משמעותיה.



**מדינת ישראל יכולה להיות בנקודת השפעה משמעותית באמצעות החלל ויש לנו חלון הזדמנויות שנפתח בימים אלה והוא בעל פוטנציאל השפעה ל-20 השנים הבאות.**

המהפכה החמישית היא בתחום "החלל החדש". כדי לטעון שזו מהפכה יש להסביר מה בין חלל חדש לבין החלל ה"ישן". ובכן, בשנים האחרונות השתנו ארבעה מרכיבים מרכזיים בתחום החלל: ב-2013 נאס"א החליטה להפסיק לשגר בעצמה וזה הביא חברות להיכנס לתחום ולפתח משגרי רב-פעמי (אילון מאסק) שמוזיל מאוד את השיגור. רכיב שני הוא שכאשר אני כבר בחלל אני מסוגל לשגר כמה לוווינים (כיום שוגרו כבר 150 בשיגור אחד). העניין השלישי הוא הסנסורים הקטנים שקשורים למהפכת הדיגי-

טציה. והרביעי הוא הענן. היום יותר זול לשגר, ניתן לשגר יותר, יש יותר סנסורים וניתן לשמר את המידע מהם במאגרי ענן. הווה אמר – החלל נהפך ליותר משתלם. כיום רוב תעשיות החלל עדיין לא ברווחיות גבוהה, אבל זה בדרך לשם. יש ירידה דרמטית בעלות של שיגור ק"ג לחלל.

בעבר נכנסו לחלל מעצמות בעלות משאבים או מדינות שהיו חייבות בגלל תחרות. כשמדינת ישראל נכנסת לחלל היא חשבה שאין לה אלטרנטיבה אחרת ולכן נכנסה לתחום. החלל החדש הופך יותר משתלם ויש הרבה אפליקציות שמתאפשרות ומשפיעות מהמרחב הזה. כיום הכמות המשמעותית של השיגורים לחלל הם בתחום המסחרי ואפילו הפרטי ולא כפי שהיה בעבר, שזה נגע בעיקר למטרות הגנה, ביטחון וטכנולוגיה מדינתית. הרבה מאוד חברות נכנסו לתחום היות שהן מייצרות אפליקציות שהחלל משמש עבורן כלי, ולא שהפלטפורמה היא הסיפור, אלא שהיישום הוא העיקר. הסיפור היקר והמשמעותי הוא היכולת לייצר אופרציה מהחלל ולא רק אפליקציה – שימוש ביכולת שלמה הוא הדבר המשמעותי (ניוט, אקלים ועוד).

העולם הבין את זה ורוב המדינות המשמעותיות הקימו ב-3 השנים האחרונות פיקודי חלל וגופי חלל שייקחו את העניין הזה קדימה. היות שיש מהפכה והיא משתלמת, אני רוצה לטעון שהיא מתאימה מאוד לישראל. כבר לא מדובר בתעשיות ענק כדי לייצר

יכולת משמעותית. זה הרבה יותר עתיר טכנולוגיה והיי-טק, שאלו הם תחומים של ישראל יש בהם יתרון בתעשיות הביטחוניות והאזרחיות. הדבר הנוסף הוא שעדיין אין רגולציה בחלל ומדינת ישראל טובה במקומות בהם אין רגולציה. בשנים הקרובות יתחילו לסדר את הרגולציה בתחום, במיוחד בתחום ה-LEO. החלל יהיה כמו עולם התעופה שיש בו הרבה רגולציה ויש לנו הזדמנות להיות במעצבים שלה. לדבר על העשור הקרוב בחלל זה כבר כמעט לא מעניין ו"סגור", אבל במבט ל-20 השנים הקרובות אפשר לדבר על כמות לוווינים בחלל, על הרגולציה ועל האפליקציות (מה ה-GPS הבא?). דברים שנראים חריגים הם בגדר אפשרויות ריאליזיות. תירות בחלל או למשל, חיפוש חניה באמצעות תמונה לוווינית? בשנים שלאחר מכן (50 שנה והלאה) נעסוק בשאלות אסטרטגיות הרבה יותר כמו כריית מינרלים מהחלל. המערכה בחלל התחילה. אם בעבר ניתן היה לשגר כלי עם אתגרים מעטים, היום יש כבר איומים בירוט, תקשורת למדינה במלחמה (אוקראינה), הסינים מציעים לספק יכולות מכ"מ דרך שידורי לוויין ועוד.

הסיפור כאן הוא לא החלל אלא האם ישראל מסוגלת להיות מעצמה ולהתחבר לתחום. להגדרה של מעצמה יש שלושה מרכיבים: שטח, משאבים והשפעה. לישראל אין שטח, ולמרות הגז אין לנו משאבים רבים. גם על ההשפעה ניתן להתווכח – עיקרה דרך בעלות ברית. אבל דווקא החלל פותח



לנו אפשרויות בכל אחד מהתחומים. למשל, נחשוב על הממד של השטח. GEO הוא נקודה בחלל שתמיד תהיה מעל המדינה ולכן יש לנו תקשורת שם בלי צורך לזוז ולהתחבר אליהם כל פעם. בגלל שזו נקודה קבועה יש עליה רגולציה ויש לך נקודת שמיים שאתה רוכש ובתוך 4 שנים אתה צריך למקם רכיב בחלקה ואם לא בנית אז לוקחים לך. יש לנו לוויינים ששייכים לנו ויש הרבה מרחבים שאף אחד לא "תקע בהם דגל". החלטה של ישראל לשים שם לוויינים זו החלטה צופה פני עתיד גם אם אנחנו לא יודעים את המימוש שלה – להחזקת שטח בחלל יש משמעות.

יש רק 10 מדינות שמסוגלות לייצר, לשגר ולהפעיל לוויינים ואנחנו ביניהן. אנחנו גם במיקום ה-14 במדינות שמחזיקות לוויינים בחלל. אנחנו מסוגלים להתחרות עם רוסיה במקום הרביעי רק בהתאם לתכניות הקיימות שלנו כיום. אנחנו נמצאים בליגה העולמית בתחום. בהשאלה מעולם האסטרטגיה

הצבאית – יש שאלה גדולה לאן להטיל את העתודה. האינטואיציה אומרת להטיל אותה למרחב החלש. אבל הספרות הצבאית מדברת על הטלה למרחבים של חוזקות. זהו מרחב כזה.

אנחנו פועלים להשגת רגולציה שתאסור לפרק לוויינים ב-LEO כי זה עלול לייצר נזק. אנחנו הגבנו לאירוע האח-

רון של חקיקה בתחום החלל באו"ם, אבל אנחנו יכולים להיות מהמעצבים של הרגולציה ולא להיות המגיבים. אם אתה שואל מי עיצב את הרגולציה של הגרעין בעולם – זה מי שהיה לו נשק גרעיני. אנחנו גם יכולים להיות משפיעים בעיצוב ולא רק תגובתיים. תפיסת הביטחון של ישראל נבנתה סביב סיפור של גבולות צרים שדור-

## הגבולות של הלוויינים שלנו עוברים מעל ברזיל, הודו וסין ואתה יכול להחליט מי יהיו השכנים שלך בכל אחד מהשיגורים וזה מאפשר לפתוח את המרחב לשיתופי פעולה וליצירת גבולות חדשים.

שים לייצר התרעה, הרתעה והכרעה כי אנחנו מסדרון צר מוקף אויבים ("וילה בג'ונגל"). אנחנו שומרים על הגבולות שלנו היטב, אבל למעשה הגבולות של הלוויינים שלנו עוברים מעל ברזיל, הודו וסין ואתה יכול להחליט מי יהיו השכנים שלך בכל אחד מהשיגורים וזה מאפשר לפתוח את המרחב לשיתופי פעולה וליצירת

גבולות חדשים. אני כמוביל תחום החלל בצה"ל מוצא את עצמי מדבר עם מדינות שלא חשבתי שיש לי איתן בכלל קשר ועניין משותף.

ועכשיו משטח לעניין המשאבים – יש בחלל אסטרואידים שכוללים כמות חומר ששווה כמויות משוגעות של כסף. הרגולציה כיום אומרת שמי שישים את הרגל שם יכול לקבל את המשאבים. יש גם טכנולוגיות מדעיות שאפשר לבדוק בחלל – עצמים מזדקנים שם יותר מהר, אפשר לבחון גבישי חלבון או תאי גזע ויש פוטנציאל מדיני רחב מעבר לשיקולי הביטחון.

יש מתח בין פעילות "כחול-לבן" לבין פנייה למיקור חוץ של חברות שיאחזו נכס עבורנו בחלל. אנחנו צריכים לקחת את התחבולה הגמישה שלנו ואת היכולת לפעול במרחב של אי וודאות ולהגיע לרמה של השפעה ברמה אחרת. סוכנות החלל הישראלית הציבה תכנית טובה מאוד וזה דורש משאבים, קשב וחינוך. יש גורמים רבים שרוצים לפעול איתנו ואפשר למתג את זה ולהשקיע במיזמים רבים. לפיכך, אנחנו נדרשים להרחיב את נקודת המבט הלאומית למרחב הזה.

# איך לנצח בספרינט תוך כדי ריצת מרתון

מנכ"ל רפאל, אלוף (מיל.) יואב הר-אבן

צריך לחבק  
ולנהל את  
הכאוס עם  
גמישות  
אסטרטגית.



**כולם** מסבירים למה חשוב שתהיה אסטרטגיה לארגון או לגוף כלשהו. זה מאפשר לבנות תכנית, לגזור תיעודף ארגוני וכן לתת משמעות לתכלית העשייה לאנשים. אבל, למרות שכולם חושבים שזה חשוב, הרבה מאוד אסטרטגיות כושלות. יש לנו המון מצגות יפות שלא ממש הגיעו לכדי מימוש במציאות. השאלה היא איך לקחת את הרעיונות ולהגדיל את אחוזי ההצלחה. לכן זה לא התהליך של הגדרת האסטרטגיה – אלא איך מוציאים אותה לפועל. אסטרטגיה כתובה לא מבטיחה שום דבר לגבי ההצלחה שלה. האתגר של ארגון הוא לקחת "להקה"

של אנשים שמסוגלים לנוע יחד. ברפאל אנחנו חיים במתח בין הימצאות בחזית הטכנולוגיה ובין ביטחון מדינת ישראל זה מאלץ חיובי שדורש מאיתנו לבחון את האסטרטגיה והמימוש כדי שנצח במלחמות. 41% מהפעילות שלנו הם מחקר ופיתוח – אין עוד חברה כזו.

עד לפני שנה וחצי הייתי מדבר על אסטרטגיה כמרתון כי הרעיון הוא להציב יעד ארוך טווח ואז להגיע עד אליו תוך כמה שנים. העניין הוא שהשינויים תופסים אותנו כל הזמן ולכן לא מספיק לרוץ מרתון – אלא נדרשים גם לרוץ ספרינטים מדי פעם.

נכנסתי לתפקיד ב-2016 ואז גיבשנו אסטרטגיה רחבה של הארגון שעדכנו כל פעם לשנה קדימה – פרטנו את האסטרטגיה לאסטרטגיות משנה-למערכים תומכים, לתפיסות ולתפישות עול ולתאור מכן הגדרנו שנה בה אנחנו עוברים משלב התפיסה למימוש. פתאום הגיע אלינו משבר הקורונה. בנסיבות כאלה אין זמן לשנות תהליך אסטרטגי ולעצור את מה שאנחנו עושים. לכן מהר מאוד עברנו לגישה של חיפוש הזדמנות. ריכזנו מאמץ והקמנו צוותים להחלטות מיידיות עם טווח תכנון של חצי שנה מול תרחישים שונים. לא הוצאנו אף עובד לחל"ת, לא פיטרנו והתוצאות העסקיות היו לא

רעות. בסוף שנת 2020 החלטנו עבור עצמנו שאנחנו חוזרים לשגרה גם אם הקורונה לא נעלמה. הספרינט השני היה משבר כוח אדם. בשנת הקורונה התפוקה הייתה גבוהה ואנשים עבדו בלי חופשות וחשבנו שאין בעיית כוח אדם. אבל דקה אחר כך התחילה ההזדמנות הגדולה בעולם להיטק. הבנו שאי אפשר לעבוד בכלים הרגילים כדי לשמר כוח אדם. זה התחיל בערך בנובמבר 2021 ותוך ארבעה חודשים כבר קיבלנו החלטות משמעותיות על הניהול שלנו עם צמצום ביוקרטיה והעצמה של שדרת הניהול וחווית העובד. היום אנחנו היום בעיצומו של ספרינט שלישי – מול משבר שרשרת האספקה ועליות המחירים של הרכיבים השונים הנדרשים. חייבים לעשות משהו אחרת כי יש פחות עובדים ויש יותר דרישה, בנוסף קיימים פחות משאבים בעולם לאור בעיות שרשרת האספקה ואנחנו מתכננים לסגור את הספרינט בקרוב עם החלטות מהירות.

בחויות האלה צברנו מספר לקחים: צריך לחבק ולנהל את הכאוס עם גמישות אסטרטגית. אנחנו אוהבים סדר, במיוחד בארגונים היררכיים אבל במציאות המשתנה הכאוס הוא חיובי ומייצר גמישות והזדמנויות. אי אפשר למשטר מחשבות וגישות בניהול, אלא נדרש למשטר בעיקר תהליכים. אי אפשר להפריט תהליכים אסטרטגיים – האסטרטגיה היא של המנכ"ל ולא של סגן שיסגור עבורו הכל. הידע קיים בארגון. אין חברת ייעוץ שתספר לך מבחוץ מה קורה אצלך, אלא רק כזו שתסדר לך מתודולוגיה של עבודה. אין חשיבות להיררכיה בבניית הצוות אלא נדרש לבחור את האנשים הנכונים שירכיבו את הצוות ולא תמיד רק מי שכפוף אליך אוזן בידע הרלוונטי.

התהליכים חייבים להיות קצרים ומהירים כי עד שאתה מסיים תהליך הוא כבר עלול להיות לא רלוונטי והוא צריך להישמר ממוקד.

מצגות וסיסמאות זה בסדר, אבל צריך לשים מדדי הצלחה ברורים ורב-שנתיים. צריך רגישות ולהיות קשובים לאנשים, אבל לנהל דברים בנחישות.

"עדיף כישלון מפואר מחלומות במגירה – מותר להעז וצריך לנסות". יש פחד ממה שיגידו על כישלון אבל זו הזדמנות לתחקר ולהמשיך הלאה חזקים יותר.

שיתוף פעולה הוא ערך חשוב והוא מכפיל כוח. צריך לטשטש גבולות גזרה.

בספרינטים אין זמן ולכן צריך תוצאות כאן ועכשיו. אפשר תמיד לעשות עוד ניתוחים, אבל אנחנו מעדיפים להגיע להישגים מהירים.





מדברים ברשתות חברתיות אחרות כמו פייסבוק ולכן רציתי שיהיה לי כדי ללמוד מה זה. במצרים הסתכלנו על מובארכ והערכנו מי יעלה אחריו, אבל אז מתחילה הטלטלה והשאלה ששאלנו היא האם מה שקרה בתוניסיה סיה יכול לקרות במצרים. חשבנו שאין סיכוי כי המשטר המצרי העריך שזה לא יקרה ובפועל התחוויר שהכל קרה מתחת לאפו, הכל התארגן בפייסבוק. כבר ידענו מה זה פייסבוק אבל לא השתמשנו בו כמקור מידע. היום מי שיש לו פייסבוק כבר לא רלוונטי ועוד שנתיים גם טיקטוק יהיה לא רלוונטי.

" בשבועות האחרונים הגיעו הרבה מאוד גורמים שמובילים חברות ענק בעולם לביקורים ב-8200. שאלה

אחת שחזרה אצל רבים היא "מה סוד הקסם של יחידה 8200?". אמרתי להם שהסוד הראשון הוא די גלוי - חוק גיוס חובה. ישראל היא המדינה היחידה שיש בה חוק גיוס משמעותי לכלל המגדרים. אבל על גבי זה התפתחה תרבות מיוחדת. בהגזמה (אך כזו שמשקפת את הרוח) ה-DNA של היחידה אומר שאם נחליט לבנות F-35 או מכונת פורד אנחנו נצליח. גם אם זה לא נכון זו התפיסה שלנו את עצמנו. המשפט שאתה כל הזמן שומע הוא שאם אתה הכי חכם בחדר אז אתה בחדר הלא נכון, כי זה משמעם ולא רלוונטי וכדאי שתביא אנשים יותר חכמים. השילוב הזה השפיע המון על הכלכלה ועל המנהיגות בישראל. אני רוצה לשאול אותך על העשור שלך מחוץ ליחידה - אני זוכר

ששאלתי אותך אחרי השחרור איך התחושה ואמרת שדי גרוע כי אתה מגדיר את עצמך דרך ההווה ואז היית "לשעבר", אבל תספר קצת על מה מחפשים כיום בחוץ?

**נדב** אני אומר למי שמשחרר כל הזמן שמה שטוב בחוץ זה שיש הרבה מאוד סגני רמטכ"ל. בצבא אתה יכול לה-תבאס שסגן הרמטכ"ל לא אישר תקציב לתוכנית שלך. בחוץ אתה יכול להתבאס אבל להמשיך אל "סגן הרמטכ"ל" הבא. 8200 היא חלק מהאורגן הזה שנקרא צה"ל וחלק ממדינת ישראל וחוק גיוס החובה הוא פלא שקיים רק כאן. אתה יכול לפנות לבני 16 ולהלהיב אותם באמצעות שיח רותם שאם הם לא יבצעו את הפעולות שלהם ייפול להם טיל על הבית.

אולי היחידה הצליחה יותר מדי ברכיב של הקשר עם צה"ל ועם החברה הישראלית. אני רוצה להפנות אליך - איך השתנתה המנהיגות בעידן הזה?

" בזמן הקורונה, תחת מפקד 8200 הקודם, התחילה התארגנות של היחידה בביה"ח שיבא. האם ייתכן שנגיע לבית חולים מבוקש בניו-יורק ונמצא שה-NSA ייצר מדיקל-אנליסטים? לא נראה לי. אתה שולח לשם אנשים והדברים הגדולים שנוצרים בעולם הם שימושים חדשים - כמעט אין תרופות חדשות אלא שימושים מרפאים של תרופות לבעיות אחרות. אני מחפש מנהיגות שיש לה עין לדברים חדשים. אני לא מחפש את אחדות הפיקוד כי את הבית שלי אני מנהל עם בת הזוג שלי ולא רק אחד מאיתנו. אני מחפש

# טכנולוגיה אסטרטגיה מנהיגות ומה שביניהם

שיח בין מפקדי 8200 בעבר ובהווה, תא"ל י' ותא"ל (מיל.) נדב צפיר

**נדב**

**אנחנו**

חיים בעולם שבו אנחנו צריכים גם לייצר את החיכוך וללמוד ממנו וגם לאמץ את הכאוס. איך אתה תופס את החיים בעידן הזה בהקשר של המתח המדובר?

"

אתחיל מסיפור - היה אירוע סיום של "מגשימים" (קורס ללימוד סייבר) ושאלתי בחור אחד מה הוא למד בשנים הללו. חשבתי שהוא יענה משהו על פייתון או סייבר. אבל הוא ענה "למדתי שאני מסוגל". שאלתי עוד מישהי בקבוצה אחרת. היא ענתה לי שאם יש משהו שהיא לא מצליחה

אז היא תוכל לפנות לחברים שיעזרו לה. השאלה שלך לקחה אותי לשם. זה משהו מיוחד על מה אפשר לעשות בתקופה הזו, ללמוד על החוויות האנושיות של מסוגלות ושותפות. כן לנו נולדנו במהפכה התעשייתית ועכשיו אנחנו במרחב ביניים של מעבר לעידן המידע ולכן זה מחייב משהו אחר. אני אעביר אליך חזרה איך אתה רואה את העידן הנוכחי?

**נדב**

כשאני הגעתי ל-8200 כסגן מפקד היחידה שאלו אותי "מתי נולדת?". אמרתי שזו שאלה לא מנומסת. אז הם שאלו אם נולדתי לפני 1973. כש-

עניתי כן אמרו לי שאני "מהגר לעולם הדיגיטלי". אני יודע מה זה להיות מהגר כי הגעתי מדרום אמריקה וזה הבהיר לי שאני לא "מקומי". כשמונית להיות מפקד היחידה הבנתי ש-8200 היא יחידה של איתור, הכשרה ואז שחרור. זה ארגון לא יעיל ועדיין מאוד אפקטיבי. הוא לא יעיל כי אתה מביא אנשים חסרי ניסיון, אתה משקיע את האנשים עם מיטב היכולות להכשיר וכשהם מגיעים למצב בו הם בעלי ניסיון אתה "מפטר" אותם. לכן, הלכתי לקורסים מתוך הבנה ששם אני אוכל להבין על הארגון ועל השינוי שעבר בחיים, כי הם "מקומיים". ראיתי שהם

אנשים שיודעים לעשות חיבורים מסוג שונה. מה שאני מחפש אצל מנהיגים זה ששליש מהזמן יגידו "ממני תראו וכן תעשו" ואילו שני-שליש מהזמן יהיו קצת יותר רועי צאן, יביטו מסביב ולא יחשבו שהם צריכים לרוץ ראשונים. מנהיגות צריכה להביא חיבורים ענקיים וכאלה שיודעים לרוץ בשני שלישי הכוח. מלבד זה, אני מחפש מנהיגות אותנטית. פעם רצינו מנהיגים מושלמים. הילדה הקטנה שלי רוצה לחשוב שאבא שלה מושלם אבל כשהיא תגדל היא תחפש אבא יותר אותנטי ויותר חשוף, אחרת זה לא יתאים לעידן. אני לא רוצה ללכת אחרי מישהו שהוא לא חשוף. אני אפנה את השאלה אליך – מה אתה מחפש בארגון שלך ומה אתה מחפש במנהיג?

נדב דיברת על המנהיגות בעולם הזה והבעיה איתה היא שזה דבר מפיחיד. המנהיגות שברירת – כשאני התגייסתי לצנחנים בשנות ה-80, מח"ט הצנחנים סיפר לנו מה לעשות לפי מה שהוא עשה והוא ידע איך תיראה המלחמה, יש בזה מנהיגות מאוד בטוחה. כשהגעתי לפקד על 8200 היה מדובר על פריצת גבולות ולא מתיחת גבולות ואתה לא יודע אם חצית את הגבול עד שעשית את זה. זה דורש תכונות אחרות של מנהיגות והתקופה הזו תאיץ את התופעה – המקסימום שאני יכול להגיד הוא שאני מציג את

נדב

# אני מחפש מנהיגים שהם אופטימיסטיים חסרי תקנה שיוכלו למכור דבר שעוד לא קיים. זה היכולת לזהות איפה יש חללים שאני חושב שהעולם הולך אליהם ומה אני יכול לעשות עכשיו שיהיה רלוונטי בעוד כמה שנים ואיך אני יכול לספר את זה למשקיעים. אני לא מחפש היום מנהיג מב-ריק ו-IQ אלא אופטימיות ואת היכולת לספר סיפור על העתיד.

הבעיות ועכשיו תגידו לי אתם איך לפתור אותן. אני מחפש מנהיגות שונה ממה שאתה מחפש – אני מחפש מנהיגים שהם אופטימיסטיים חסרי תקנה שיוכלו למכור דבר שעוד לא קיים. זה היכולת לזהות איפה יש חללים שאני חושב שהעולם הולך אליהם ומה אני יכול לעשות עכשיו שיהיה רלונטי בעוד כמה שנים ואיך אני יכול לספר את זה למשקיעים. אני לא מחפש היום מנהיג מב-ריק ו-IQ אלא אופטימיות ואת היכולת לספר סיפור על העתיד.

אני אקח את הזמן שנשאר לדבר על "ארץ חמדת אבות" שלנו ומה האחריות הצבאית שלנו. אנחנו חיים בתקופת זמן היסטורית גם מהבחינה הטכנולוגית וגם בחברה הישראלית. מה דעתך על האחריות שלנו בעידן הזה מתוך הגישה הישראלית דווקא?

נדב: אנחנו נמצאים אולי בסוף ההתחלה ואנחנו נראה בשנים הקרובות האצה פנטסטית. 2007 הייתה שנה בה התרחשו קפיצות מדרגה טכנולוגיות עם הטלפון החכם, ענן או קוד פתוח ואנחנו בפתח של עוד תקופה כזו ולכן אני לא בטוח שיהיה קשה לחזות את העתיד, אלא רק שקשה לנו לדמיין מה יכול לקרות. כבר 40 שנים מבטיחים לנו בינה מלאכותית

אבל עכשיו זה כבר קורה ואמיתי ומעבר לפינה יש גם חישוב קוונטי. חישוב קוונטי יקצר לנו את מישור הזמן – אנחנו לא יודעים מה יהיה בעתיד, אנחנו רק יודעים שטכנולוגיה מתקדמת. גם בשבתי בארה"ב הבנתי את הגודל והעוצמה של הסטארט-אפ ניישן הישראלי והתשובה שלי לשאלה "מה הייתה האחריות שלי כמפקד 8200?" היא שאין גבול לאחריות שלי. בעידן שאליו אנחנו הולכים יש עוצמה שקשורה להיותנו עם עתיק ושקשורה לגיוס חובה. 8200 לא המציאה כלום חוץ מהצמחה של מה שמגיע תחת ידיה וזה הופך את היחידה, את צה"ל ואת מדינת ישראל למוקד של השפעה גלובאלית חסרת תקדים. יש כאן עוצמה יזמית טכנולוגית מדהימה.

לא רק שעניין האקלים באחריות שלנו, אלא שיש לנו את כל הכלים לטפל בו. מותר האדם מן הבהמה הוא קוגניטיבית וכולם מדברים על מאמר מפורסם של אלן טיורינג מ-1949 בשם "האם מכונות יכולות לחשוב?". עברו 70 שנים והתשובה היא כן. אין לה רגשות וערכים והיא לא יודעת לחשוב מחוץ לקופסא, אבל המפגש בין בינה אנושית ומלאכותית מייצר קוגניטיבית על שאפשר להשתמש בה. יש פה סיפור ישראלי מאוד ייחודי ולא סתם החברות הכי גדולות בעולם מגיעות לכאן כדי ללמוד מאיתנו. אני חוזר להיותנו עם עתיק עם הסיפור על אלעזר בן דורדיא מהגמרא שהבין בסוף שהכל תלוי רק בו. בעידן הייחודי הזה נראה לי שאין הדבר תלוי אלא בנו.

נדב טיורינג הוא סוג של סמל. הסמל של אפל והתפוח עם החלק החסר הוא לא לחינם וזה רומז על טיורינג. אני מסכים עם זה שהכל תלוי בנו ואני מחובר ל"ואהבת לרעך כמוך" – זה עידן לא פשוט ולצה"ל יש אחריות יוצאת דופן בעידן הזה וכך גם לאמ"ן ול-8200 וצריך להסתכל לא רק על האויבים אלא גם על החינוך והכלכלה שלנו.



מודיעין, אסטרטגיה, טכנולוגיה - ומה שביניהם

# המזרח התיכון איומים והזדמנויות מבט מהקוקפיט

מפקד חיל האוויר לשעבר, אלוף עמיקם נורקין

**טרם** כניסה לנושא, יש לתת פרספקטיבה כללית על איפה אנחנו נמצאים, מה חיל האוויר חווה בשנים האחרונות ועל ההזדמנות בעידן בו ישראל כבר ממצה את היתרון האווירי שלה ומה הפוטנציאל קדימה.

שלושה מעגלים משפיעים עלינו: המ-עגל הראשון הוא הגלובאלי - דוגמת הפנייה האמריקאית מזרחה, דאעש ואוקראינה. המעגל השני הוא המזרח-תיכוני שהשתנה לחלוטין בעשורים האחרונים. כמפקד טייסת אני הכנתי את הטייסת שלי ללחימה עם צבא סדיר בסוריה אבל היום אנחנו נמצאים במזרח תיכון שהשתנה והתפרק (לוב, תימן, עיראק או סוריה הן

דוגמאות לכך). לשינוי הזה השפעה דרמטית על הצבא והוא שינה את כל העיסוק של צה"ל. המעגל השלישי הוא המעגל הפנימי של החברה ביש-ראל, בו לא אעסוק בהרצאה הזו. כשאני מסתכל על המזרח התיכון אני רואה את הממד האווירי - שא-נשים לעתים מפספסים. המזרח התיכון התעצם עם מערכות גילוי והגנה אווירית. האזור שלנו הוא מהצ-פופים בעולם מבחינת מערכות הגנה אווירית. המשמעות היא שצה"ל פועל באזור מסוכן. עניין שני הוא שהתר-גלנו גם לעבוד בעולם שאיננו פועל רק לבד - הקואליציה נגד דאעש הגיעה סמוך לגבולנו. גם הכוחות הרוסים הגיעו לסוריה. לכן חיל האוויר

**חשוב מאוד  
לעשות בניין  
כוח משותף בין  
זרועות האוויר  
והמודיעין.**



## חיל האוויר בונה גשרים ומאפשר למדינה לקדם את אינטרסיה מעבר להיבטים צבאיים.

נדרש לפתח מנגנונים שיאפשרו לעבוד כש-במרחב ההתעניינות שלנו פועלים כוחות נר-ספים.

עניין שלישי הוא המב"מ. לפני כ-7 שנים צה"ל התחיל לפתח את מושג ההשפעה שלי-מים קיבל את הביטוי "המערכה שבין המל-חמות", פעולה מתחת לרף המלחמה שנועדה לגרוע יכולות של אויבינו ולשפר את המצב שלנו לקראת מלחמה עתי-דית. עד כמה הדברים השתנו? אמחיש בדו-גמא- בפברואר 2018 איראן ניסתה להכניס מל"ט לגבול מדינת ישראל ואנחנו הפלנו אותו לפני שהוא חדר. בתגובה תקפנו את

הקרון שניהג את המל"ט בבסיס T4 בסוריה - מאות ק"מ מהגבול. הצד השני לא ישב בחיבוק ידיים וני-סה לשגר רקטות ואנחנו תקפנו אותו לפני שהוא שיגר. במהלך האירוע נפגע מטוס קרב ישראלי ואנח-נו בתגובה פעלנו לפגיעה בסוללת ההגנה האווירית הסורית שהושמדה. אם

הייתם אומרים לי שנה לפני כן שככה ייראה השבוע שלי הייתי חושב שאתם משוג-עים. בזכות מודיעין מדויק, יכולת טכנולוגית וכוח אווירי הגענו למצב כזה. כמה מילים על חיל האוויר ועל המודיעין. חיל האוויר הוא האוויריה היחידה במ-דינת ישראל וזה די חריג ביחס למדינות מערביות.



מכוח חוק, מפקד חיל האוויר מופקד על השמיים והוא אחראי להגן על המרחב האווירי ולאפשר לתעופה האזרחית לשגשג. הכוח האווירי השתנה משמעותית מאז קום המדינה – במבצע "מוקד" (1967) חיל האוויר לחם נגד מסלולי תעופה וטייסות. במלחמת יום הכיפורים המטרות הפכו כבר להיות ניידות והחיל התקשה להתמודד עם יכולת של מודיעין בזמן אמת. במלחמת לבנון הראשונה ("ערצב 19") המטרות היו ניידות והצבא תיקן ליקויים ממלחמת יום הכיפורים. היום אנחנו כבר נדרשים למצוא דורגלים של רקטה שנורתה לפני כמה דקות. את כל המשימות הללו צריך לבצע במקביל – מתוכנית הגרעין האיראנית ועד משגר רקטות ברצועת עזה.

הצורך הזה ייצר חיבור בין המודיעין בצה"ל לבין חיל האוויר ובאירוע הזה אנחנו חלוצים בעולם.

אנחנו מגינים על האוכלוסייה שלנו מדי יום ומספר הרקטות שנורו מאז 2011 חצה את עשרת אלפים הרקטות. בזכות יכולות טכנולוגיות מתקדמות, מודיעין שאומר מה היכולות של כל רקטה ומתי ומאיפה יירו ניתן להפעיל את מערכות ההגנה הללו ולספק הגנה ברמה טובה שמאפשרת לצה"ל לבצע מבצעים והכלכלה הישראלית לא נפגעת באופן שהייתה נפגעת בעבר.

גם בתחום המל"טים התפתח איום חדש. הם טסים גם בלילה, נמוך וב-

רמה שמאגרת גילוי. העולם קצת התעורר כי הוא רואה את המל"טים האיראנים תוקפים בקיבב אבל אנחנו מתמודדים עם האיום הזה מספר שנים והמודיעין שנדרש לכך שונה מאשר התמודדות עם טייסות ובטיסות. זה דורש מודיעין אחר וטכנולוגיה אחרת להתמודדות ולהיתוך מבצעי. לחימה בטרור בתווך אורבני היא אירוע מאתגר וברצועת עזה פיתחנו יכולת מבצעית לבצע זאת. היום מרבית המחבלים מסוכלים באש מהאוויר וזה דורש בניית מנגנונים כמו תאי מטרות, תא שליטה וסנכרון מבצעי בין מודיעין ואש. הרבה פעמים אנחנו עוצרים את התקיפה כי אנחנו מזהים אזרחים וזה התפתח בזכות החיבור הזה בין מודיעין ואש. ב-2019

הגיע מודיעין איכותי מאוד שמחובר ליכולת תקיפה שפגעה במפקד צבאי של הג'האד האסלאמי מבלי לפגוע בילדיו ששהו בחדר סמוך. בלחימה האחרונה בעזה הגענו למצב שאנחנו נופנים רחוב שלם ורק לאחר שהוא פונה אפשר להפיל את הבניין כך שיקרוס לתוך עצמו מבלי להכניס כוחות פנימה.

אנחנו חלוצים גם בחיבור של הכוח האווירי לכוח היבשה ואנחנו מצליחים לתת סיוע קרוב לאוגדות הסדירות שבצה"ל. בזכות החיבור המודיעיני והטכנולוגיה שקיימת היום ובעיקר היכולת להפוך מידע ליעד ניתן להביא הצלחות גדולות למדינת ישראל.

אנחנו לא מוכנים לקבל נוכחות איראנית ליד הגבול הישראלי ולכן רואים מדי פעם תמונות של משאיות עולות באש במעברי הגבול לסוריה וכך גם לגבי מחנות ובסיסים צבאיים או חולייה בשטח. כל אלו מצריכים שיתוף פעולה הדוק בין המודיעין לבין חיל האוויר.

מכאן אגע בכמה הזדמנויות: הצבא עוסק בשנים האחרונות בהיקף גדל בדיפלומטיה צבאית והמודיעין הוא ראש החץ שלה. הכוח האווירי שני לה כי ניתן לטוס בהרבה מקומות בעולם. בזכות זה מדינת ישראל בונה גשרים למדינות אחרות שעל גביהם ניתן לבנות גשרים שאינם צבאיים.

חיל האוויר בונה גשרים ומאפשר למדינה לקדם את אינטרסיה מעבר

להיבטים צבאיים. אנחנו בונים יחד עם האמריקנים את מערכות ההגנה האווירית שלנו, אנחנו מארחים מפגשים מהמדינות השונות ומאפשרים להם להבין את התרבות והשיקולים שלנו והקשר הזה אינטימי. גם מול הרוסים אנחנו מקיימים שיח של בטיחות כדי למנוע איום הדדי וזה

## הצבא עוסק בשנים האחרונות בהיקף גדל בדיפלומטיה צבאית והמודיעין הוא ראש החץ שלה. הכוח האווירי שני לה כי ניתן לטוס בהרבה מקומות בעולם.

מאפשר לנו לממש את התוכניות המבצעיות שלנו ודורש טיפול עם המאפיינים הייחודיים.

מטוסי האדיר מייצרים הזדמנות כי מגיעות לכאן מדינות שבעבר לא התעניינו בנו ומטוסים אלו הם מושך מרכזי לעניין של חילות אוויר. זה ממצב את מדינת ישראל כשחקן גלובאלי בתחום היכולות האוויריות, גם בעולם

של תרגילים צבאיים. אפילו הוודים הגיעו עד אלינו כדי לבצע תרגול משותף, שמעבר ליכולת הטקטית שבאימון, הם מייצרים חיבור אסטרטגי בין המדינות. ביצענו לראשונה גם תרגילי כלי טיס המאויישים מרחוק. עניין נוסף בדיפלומטיה הוא ביקור מפקד חיל האוויר של האמירויות, שהגיע לראשונה לפני שנה לישראל ומאז כבר ביקר עוד כמה פעמים.

אנחנו מסתובבים בכל המזרח התיכון עם מטוסים – אנחנו לא חפים מטעויות, אבל יש לנו עוצמה אווירית. חשוב מאוד לעשות בניין כוח משותף בין זרועות האוויר והמודיעין. כדי שתהיה סינרגיה בין המאמצים זה דורש שימור של הזהות והמקצוע המקורי, אבל צריך להכיר את האנשים לפעול יחדיו בהתאם לשדה הקרב העתידי. הטכנולוגיה שתקפוץ בזווית תלולה אינה מספיקה כי אנשים הולכים אחרי אנשים ולכן מנהיגות בעידן של עוצמה טכנולוגית היא הכרח כדי שאנשים ידעו לאן ללכת. אנחנו צריכים להתארגן אחרת – אנחנו צריכים לייצר יחידות מעורבות שיביאו את הנכסים המשותפים של הארגונים ויפעלו ביחד תוך שילוב הכוח האווירי מול עוצמת ייצור המטרות והמודיעין.



# מודיעין למדיניות

שיח בין ראש המל"ל ורח"ט מחקר באמ"ן

רח"ט מחקר

**מ**י שמסתכל על הביוגרפיה שלך רואה שאתה מתאים בדיוק לכנס. עברת לאורך הקריירה בין תחנות של טכנולוגיה, מודיעין ועכשיו אסטרוטגיה. רציתי לשאול מה למדת מה־פוזיציה הנוכחית שלך על הקשר בין המודיעין והאסטרטגיה?

ראש המל"ל

כשיושבים קרוב למקבלי ההחלטות מבינים רבדים או סוגיות שמטרידות אותם, שלא תמיד פשוט להבין אותן מהזוויות של הארגונים המודיעיניים. היו הרבה סיטואציות בהן אמרתי לעצמי שעכשיו אני מבין מה תפקיד המודיעין. בישראל יש את הפריביליגיה של תהליכי קבלת החלטות טורבים יותר, בגלל ההבנה הטובה שיש על הסביבה. אבל קיים סוג החלטות מסוים הקשור בהבנה של הקברניט את מקבל ההחלטות שנמצא מולו. זה משהו מאוד חמקמק. זאת ועוד, לעתים קיימים שיקולים שבעיניי הארגונים נראים לא ענייניים אבל בקבלת

החלטות של מנהיגים זה הבסיס של הסיפור. להבין את העניין הזה ולהבין איך להשתמש נכון במודיעין לקבלת ההחלטות הוא אחריות גדולה.

רח"ט מחקר

אני מבלה בשנה וחצי האחרונות לא מעט בפורומים עם ראש המל"ל ומאפיין שלהם הוא שיש שיח מאוד פתוח בין כלל הגופים. אשמח שתרחיב בנושא.

ראש המל"ל

אנחנו אוהבים להתייחס למודיעין ול"ידיעות הזהב" שישנו את העמדות של מקבלי ההחלטות. אבל רוב הזמן התפקיד של המודיעין הוא לאפשר למערכת להבין מה נכון לעשות. התרגום הזה דורש לנהל שיח פתוח בפורומים סגורים כדי להבין את הניואנסים של מה אנחנו עושים. הייתה לי הזכות להקים מחדש פורום שהיה קיים פעם ונקרא "הפורום הבכיר". הוא כולל את המובילים של כלל הארגונים הרלוונטיים במרחב הביטחוני-לאומי ונועד

המודיעינית הישראלית רואה במודיעין מקצוע שיש להשקיע בו. לפעמים אנחנו לוקים במקום בו אנחנו מדמים שהצד השני חושב באופן דומה אלינו ולכן לא מספיק להתמודד עם התורצה אלא אנחנו נדרשים להתמודד עם הנרטיב והחסמים שהיריב שלנו בנה. לא תמיד אנחנו מבינים את הצד השני לעומק והיכולת להבין את צורת קבלת ההחלטות של הצד השני היא מפתח ויש לנו עוד דרך לעשות.

רח"ט מחקר

אשמח אם תוכל להתייחס לסוגיה אחת בה פותחה אסטרטגיה לאומית ואיך המודיעין שיחק בה תפקיד.

ראש המל"ל

אני רוצה לדבר על אירוע שהתחלנו וסיימנו בשנה הנוכחית וזו סוגיית הסכם הגבול הימי עם לבנון. אני אשים בצד את הכותרות שניתנו על ההסכם. אני אדבר על תפקיד המודיעין עין בתוכו. צריך לומר שזו לא סוגיה ב־טחונית בהגדרה – קל יותר לדבר על תפקיד המודיעין במבצעים צבאיים ואילו כאן לא מדובר בסוגיות של מאזן צבאי אלא היבטים אסטרטגיים וככלי. זה מתחיל בהבנה של ממד הזמן והייתה חשיבות גדולה לסיים את ההסכם בגלל שאנחנו מצויים בתוך חלון הזדמנות עם רמות חופש מוגדרות והערכה שבזמן הזה ניתן לקיים את ההסכם. ב-31 באוקטובר מסיים נשיא לבנון את תפקידו והמ־

ערכת הלבנונית לא התכנסה למצוא מחליף. ההבנה אם זה העיתוי לקיים את ההסכם או דווקא לדחות אותו היא קריטית ובמקרה הזה לא מדובר רק בחזבאללה אלא במערכת פוליטית ענפה בלבנון. היכולת להבין את הצד השני ולהבין שיש תנאים להגיע להסכמה דורשת אומץ מודיעיני והבנה של מרכיב הזמן. אני חושב שזה הסכם טוב, אבל בכל מקרה היכולת להבין את דרגות החופש – מה חשוב לנו ומה חשוב לצד השני, היא קריטית כדי לבחון האם בכלל יש מרחב הסכמה. היכולת לבצע ניסוי וטעייה הושגה ברמה אינטימית. אי אפשר לסגור את ההסכם הזה בלי מודיעין אינטימי ואומץ של קבלת החלטות ואני מאוד גאה על העבודה עם כולכם בנושא הזה.

רח"ט מחקר

שני עשורים היית במוסד ועוד שנתיים כראש המל"ל. במשך 90% מהזמן עסקת באיראן. אשמח לשמוע ממך מה השתנה בבעיה האיראנית ואיך אתה רואה אותה כרגע?

ראש המל"ל

מה שהשתנה בה הוא דברים שרק הזמן יכול לטפל בהם. בשני העשורים הללו קרו הרבה דברים ואיראן לא נמצאת במקום שהיא רצתה להיות בו ב-2002. המרחק של איראן מפצצה, הגם שללא ספק היא חותרת לשם, הוא עדיין רב. חלק מהסוגיות שהיו רלוונטיות לפני עשור עדיין רלוונטיות היום – וזה אומר משהו על ההתקד־



מודיעין, אסטרטגיה, טכנולוגיה - ומה שביניהם



מות של הסוגייה. היו שאמרו לפני שני עשורים שכבר לא רלוונטי לעסוק בגרעין האיראני כי לאיראן תהיה פצצה במהרה. עברו לא מעט שנים ואנחנו עדיין לא שם. הצד השני אמנם לומד הרבה ומתקדם, אבל בקצבים אחריים. מצידו השני של המטבע איראן היום מאוד פגיעה והמחאות כיום מעידות על כך וזה יותר משמעותי מהסיטואציה ב-2009. איראן לפני חצי שנה הייתה מאוד קרובה לחזור להסכם הגרעין וחצי שנה לאחר מכן הנשיאה של נציבות האיחוד האירירי פי אומרת מעל במה שאיראן הפכה להיות בעיה גלובלית וסכנה עולמית

בתקופתך היה המימוש של הסכמי אברהם. קח אותנו לחלק שלך במסע הזה.

ראש המל"ל

זה חלק מהנה כי לרוב אנחנו מסתכלים על איומים וכאן יש הסתכלות על הזדמנויות. העיסוק שלי איפשר לי השקעה נדיבה של זמן גם במכלול של הזדמנויות ומערכת ההסכמים האזורית היא אולי המתנה הגדולה ביותר שיכולנו לקבל מהממשל האמריקני הקודם. מה שהתאפשר לנו לעשות בפרק הזמן הזה עם הסכמי סחר, הקמת פורום הנגב והעמק השותפותיות נבע מכך שאנחנו נשע-

את היכולת שלנו לספק מים לירדן. דוגמא שנייה היא מצרים אנחנו גדלנו על כך שהסכם השלום הוא קר, אבל יש איתה המון פוטנציאל וכשהיא מסתכלת על מה שקורה מסביב היא רוצה גם לקדם את יעדיה דרך שת"פ עם ישראל. העובדה שנשיא מצרים סיסי דוחף לכיוון הזה העצימה משמעותית את שיתופי הפעולה בין המדינות.

ראש מחקר

אנחנו בתקופה שיש בה די הרבה שינויים גם אצלנו לאחר הבחירות ותקופת ההתעצבות, וגם אצל חברינו באזור ובעולם. ערב כניסה לשנת

מאוד קרדיט. בעודנו מדברים הנשיא נמצא בסיור במדינות האזור. לשלוח שם ימים של לחימה בעזה יש השלכה גדולה על המציאות שבה אנחנו חיים ובפירוש האופן שבו ניהלנו את המבצע ("עלות השחר") אפשר להכיל את ההשפעות השליליות הפוטנציאליות של מבצע כזה באזור. צריך גם להבין שזה לא יקרה כמו בעבר כי מערכות היחסים שונות לחלוטין והארגונים מתנהלים בצורה אחרת ולכן צריך להיות מאוד זהירים. כמעט באותה נשימה, אנחנו נמצאים במציאות בה במרחב האזורי ממש לא מיצינו את כל העניין. מקובל להגיד שיש קשר בין

לנווט גם בהמשך היא קריטית. רח"ט מחקר בכנס משתתפת גם דנה סטרול שאחראית על היחסים עמנו בפנטגון. שי-תופי הפעולה עם ארה"ב תמיד נמצאים במוקד הביטחון הישראלי. איך אתה רואה את אופי היחסים?

ראש המל"ל

השותפות עם ארה"ב תמיד הייתה בבסיס הביטחון הלאומי ואני רוצה לשקף גישה מאוד תומכת. ראש הממשלה בנט וכן ראש הממשלה לפיד הנחו אותנו לנהל את היחסים תוך דיאלוג קונסטרוקטיבי, כאשר ברור שישנם תחומים (כמו איראן)

חיונית לביטחוננו ומדינת ישראל עומדת על כך שהיא נלחמת בעצמה ולא ביקשנו מאחרים ללחום עבורנו ועדיין יש לנו צורך חיוני ועמוק במערכת יחסים אינטימית עם ארה"ב ואני שמח על הדרך שבה היא נוהלה בשנתיים האחרונות.

ראש מחקר

בתפקידים כמו שלך יש הרבה לחץ ואחריות. ממה נהנית?

ראש המל"ל

אני חייב להודות שמאוד נהנית. זה תפקיד שהנסיבות שאפשרו לי להגיע אליו הן מיוחדות ואני מאוד שמח שהגעתי אליו. יש הרבה מאוד מה לעשות



שצריך להתאחד מולה. נוצרו נסיבות שבהן לא חוזרים להסכם הגרעין וזה רק חלק מהעניין ואנחנו נמצאים בתקופה נוחה מבחינה עיצובית. העובדה שזה קורה במצב בו איראן קרובה בכמות החומר לפצצה רק מציפה את העובדה שאנחנו נמצאים באסטרטגיה של הליכה על הסף, אבל אנחנו יודעים לנהל זאת ואני חושב שהדבר הזה אפשרי.

ראש מחקר

אחד ההיבטים הבולטים מלבד איראן

נים על עוצמה ביטחונית ומודיעינית בפרט, אבל זה חייב להישען גם על חברה חזקה וכלכלה משגשגת. השקענו הרבה מאוד זמן בנושא וזה דורש חיבור של כלל משרדי הממשלה וגם של המגזר הפרטי. ההזדמנויות נדרשות להיתרגם גם עסקית ואזרחית. אחד השיאים בכך למשל הוא ההסכם כמה המשולשת של האמירויות, ירדן וישראל על הקמת שדה סולארי ענק בירדן עם אגירה ותשתית הולכה ליש-ראל למול הרחבה של מתקן התפלה בישראל שיגדיל בצורה משמעותית

2023 לאן אתה חושב שאנחנו צריכים להפנות מבט מבחינת איומים והזדמנויות?

ראש המל"ל

הדבר המרכזי שצריך להסתכל עליו הוא הנפיצות הגדולה של המרחב הפלסטיני. אנחנו בתקופה מאוד סוערת זה זמן רב. זו מציאות יומית מבצעית קשה מאוד בהובלת צה"ל ושב"כ. הדברים שאנחנו צריכים להיות ערניים להם הם המערכת הישירה בינינו וההשפעות על הסביבה האזורית. אנחנו זוכים להרבה

מה שקורה בזירה הפלסטינית לבין מה שקורה במדינות האזור, אבל יש עוד אופנים בהם מדינות האזור תופסות את ישראל כמו ההיבט האיראני או התמודדות עם אירועים שמגיעים לאזור כמו אקלים וקורונה. האתגר של כל דרג מדיני הוא לדעת איך מנהל את הצמיחה הישראלית עשור או שניים קדימה ואיך עושים את זה במערכות מבינות היטב את היכולת לתמוך בקבלת החלטות כזו והיכולת

בהם לא ראינו עין בעין ועדיין רצינו לבנות מערכת מתואמת ככל הניתן. העובדה שביקור בידן בקיץ לווה בהצהרת ירושלים, כאשר מדינת ישראל מקבלת הצהרת תמיכה מנשיא אחת ל-20 שנה בערך, וזה קורה במשמרת שלנו היא עניין משמעותי. נשיא דמוקרטי שמתחייב כערבות לשגשוג מאפשרת הרבה מאוד לכלל תחומי השת"פ עם המערכת האמריקנית. כמוכן שהדבר הזה תלוי גם בהקשר, אבל החשיבות של ההמשכיות בנושא גדולה מאוד. המערכת האמריקנית

ובאלבום הפרטי יש הרבה מאוד רגעים משמחים שאני לוקח. יותר מכל הרגשתי אותנו כמערכת באופן בו הצלחנו לייצר שילוביות וזה מימש את המתכונת המקורית של המל"ל להוציא את מירב הפוטנציאל המשותף של כל המערכות במדינת ישראל. העובדה שהמובילים של המערכת יושבים ביחד ועסוקים במיציא הפוטנציאל ממה שיש לנו וזה גם ממשיך ומתגלגל זה מקור מרכזי לנחת רוח.

# מבט מושיינגטון

האחראית לענייני מזה"ת במשרד ההגנה האמריקני, דנה סטרול

יש לייחד מבט על ארבע סוגיות: המזרח התיכון, ההיבט הרוסי, הסיני והזדמנויות לארה"ב באזור. הפעילות האמריקנית נשענת על תפיסה של הסתכלות אינטגרטיבית והאסטרטגיה שלנו נשענת על שיתוף פעולה אזורי ויצירת מרחבים של הרתעה. ביחס למזרח התיכון, הטקסט של האסטרטגיה הלאומית שלנו מדבר על פעולה משותפת בתחום ההגנה האווירית, המרחב הימי ופעולות לחימה כדי להתמודד עם איומים אזורים.

במישור האסטרטגי זה אומר למנף קואליציה אזורית שמספרת את הביטחון הלאומי וזה אומר לסנכרן שיתוף פעולה בבניין הכוח של סייבר, אמצי לחימה ותשתיות ובין גופים שונים במערכות הביטחון במדינות, לטובת התרעה משופרת על איומים. ארה"ב בונה ארכיטקטורה אזורית של שיתוף פעולה שתשמור על היציבות האזורית.

ברמה האופרטיבית, סנטקום מקיימים אינטגרציה עם כל המדינות – בעיראק וסוריה מספקים את התשתיות לכוחות הלוחמים נגד דאעש ומוקדם יותר השנה הקמנו קבוצות הגנה בסעודיה. שר החוץ בלינקן הגיע לפורום הנגב ואנחנו מתכננים להמשיך את זה לדייג'ונג קבועים בנושאי הזדמנויות לאומיות באזור. הצהרת ירושלים של הנשיא ביידן נותנת מרחב פעולה חדש לכלל הגופים בארה"ב לפעול לשיתוף פעולה עם ישראל. הנשיא גם הדגיש את החשיבות של שיתופי הפעולה בעשורים האחרונים במזרח התיכון והוא התחייב להגנה על השלמות הטריטוריאלית של השותפות, דרך שימור סחר בין"ל וקשרים כלכליים.

בתוך כך יש לנו כמה כללים מבוססים למדיניות:

ארה"ב תתמוך בשותפות מדינות שנענות למערכת החוקים הבינלאומית.

ארה"ב לא תאפשר לכוחות זרים לפגוע בחופש התנועה באזור.

ארה"ב תפעל להפחתת מתיחות בכל מקום, תוך מתן עדיפות לדיפלומטיה.

ארה"ב תפעל לאינטגרציה מקומית, תוך התחשבות בריבונות המדינות השונות.

ארה"ב תמשיך לדאוג לזכויות אדם בכל מקום.

## ביחס למזרח התיכון, הטקסט של האסטרטגיה הלאומית שלנו מדבר על פעולה משותפת בתחום ההגנה האווירית, המרחב הימי ופעולות לחימה כדי להתמודד עם איומים אזוריים.

רוסיה מהווה איום על היציבות העולמית. במקום לנהל מדיניות בינלאומית שמכבדת את האחר, רוסיה פועלת לכך שהאווירה בעולם היא של מדינות קטנות שחוששות מתוקפנות של מדינות גדולות. אנחנו רואים שינוי בפעילות האזורית בעקבות הפלישה של רוסיה לאוקראינה. השימוש הרדיסי בכלי טיס בלתי-מאוישים איראניים היא המחשה לאיום שאיראן מציבה כבר שנים בתחום. אבל אנחנו חושבים שניתן להתמודד עם האיום הזה ע"י פעולה עם שותפות כדי לגבש תכנית של פגיעה בכלי טיס בלתי מאוישים לפני שיגיעו לשדה הקרב וכן בהגנה טקטית בשדה הקרב עצמו.

סין היא היחידה שיש לה את האמצעים והידע שמאפשרים לה לממש מדיניות של פגיעה בסדר העולמי והשימוש בכוח שהיא עושה מול טאיוואן ממחיש שהיא לא מהססת להשתמש בכך. אנחנו לא מבקשים מהשותפות שלנו לקטוע יחסים עם סין כי אנחנו מנהלים מולה יחסים בעצמנו, אבל אנחנו רוצים להזהיר את השותפות שלנו שהשקעות סיניות במדינות נראות משתלמות בטווח הזמן הקצר אבל מהוות איום עתידי מקיף.

תכנית הגרעין האיראנית, חימוש של כוחות טרור, פגיעה נגד מדינות שכנות, פגיעה בזכויות אדם בתוך איראן וכן מבצעי טרור בכל העולם מהווים נקודת איום אזורית שמקיפה כמה רבדים.

החיבור של ישראל לסנטקום מייצר פוטנציאל לקפיצת מדרגה בשיתופי הפעולה בתחומי הביטחון, האנרגיה והכלכלה באופן שיוביל ליציבות אזורית משופרת. הפעילות המשותפת נגד דאעש המחישה שאנחנו מסוגלים ביחד לפעול נגד בעיות גלובאליות ולמזער אותן.

אנחנו רוצים לנצל טכנולוגיה בצורה אפקטיבית ונעשה את זה תוך שילוב המרחב האזרחי ושותפויות עם מדינות. סנטקום הוא מוקד מרכזי לשי-

תופי הפעולה ומפקד סנטקום הגנרל מייקל קורילה רואה בישראל שותף מרכזי בשיפור הטכנולוגיה באזור. האזור פועל לממש יכולות טכנולוגיות כמו הקמת מרכז הרובוטיקה המשותף של ארצות הברית וסעודיה וישראל תמיד מהווה מוקד מרכזי לחדשנות ויזמות בתחום הטכנולוגיה המתקדמת. אנחנו ממוקדים במיקסום יכולות וארצות הברית תרתום את כל היכולות הניצבות בידה כדי להביא להצלחת האזור ושותפותיה.

השימוש הרוסי בכלי טיס מאוישים אחרונים הוא המחשה לאיום שאיראן מציבה.





# Q&A

אלי"מ (מיל.) איתי שפירא

דיברנו לא מעט הבוקר על המב"מ הישראלי. אשמח לשמוע את דעתך על הפעולה במרחב זה.

דנה

אני וכך גם הנשיא ביידן, נותנים גי' בוי מלא לפעולות הישראליות ואנחנו מקיימים שיתופי פעולה והתייעצויות מתמשכות בנוגע לדרך בה אתם מערי' כים איומים וכיצד אתם בוחרים לפעול. ישראל הציבה חדשנות בתחום של פעור' לה במרחב האפור בעידן הנוכחי ואנחנו לומדים הרבה מאוד ממשרד הביטחון הישראלי ומצה"ל, בכל הנוגע לשימוש בזמן אמת של מודיעין לטובת אופרציה.

סגן רח"ט מחקר למודיעין

הפנטגון הכריז שארה"ב תבצע "כי- מות מדויק" (right-size) של הנוכ' חות שלה באזור. נשמח לשמוע מה הכוונה במדיניות הזו ומה אמירתך בנושא?

דנה

אם לוקחים את שני העשורים האחרונים, הנוכחות האמריקנית באזור הייתה מאסיבית לטובת פעולה בעיראק ואפגניסטאן ובעשור האחרון השארנו כוחות רבים לפעולה מול דאע"ש. רק הכוחות שהיו מיועדים למשימה כזו הם אלה שעכשיו רודדו באפגניסטאן, בעוד שלמעלה מ-35 אלף חיילים אמריקנים מוצבים באזור וגם העיסוק המתמשך בעיראק וסוריה עדיין מהווה מוקד מרכזי ואיום מולו אנחנו סבורים שעדיין יש לנו תפ' קיד חשוב במענה אליו. אני חושבת שזה מספר משמעותי שמ' עיד על הגישה שלנו כלפי האזור.

# הצגת מכון גזית

מנכ"ל גזית, אל"מ (מיל.) דוד שטרנברג

לפני שנדבר על טכנולוגיה וחדשנות, צריך לזכור שאנחנו בסוף מתחילים וחוזרים לערכים. בטקס אתמול הע לנו על נס את דמותו של ראש אמ"ן לשעבר שלמה גזית ז"ל. אמרנו כי הוא סימל בעינינו ערכי ליבה של צניעות, פתיחות מחשבתית ואמפטיה לתרבות האחר. לא לחינם אנחנו נרשאים את שמו בגאון – בגלל הערכים האלה.

בשיחתו במסגרת הכנס, נדב צפירי דיבר על סוג המנהיגות שהוא מחפש. הוא אמר שהוא מחפש מנהיגים אופטימיים. כאלה שיש להם יכולת לספר סיפור, וזה בסדר גם אם אין את כל המרכיבים של הסיפור. זה מזכיר לי איך לפני כשנתיים כמה אנשים (שנמצאים פה בחדר) ניהלו שיחות לילות על החזון של מכון גזית ועכשיו קם הדבר ונהיה. באותם לילות היה הרבה מאוד כאב בטן שנקשר לסוגיה של "מודיעין אסטרטגי". אני לא נתפס

למושג הזה אלא לתחושה שלנו סביב קושי אמיתי של יכולת לעסוק באופן מיטבי בשורת "בעיות מורכבות" כאלה שנוגעות בהנחות היסוד הקנוניות שלנו, כאלה שהן בין-תחומיות, בין אם בין זירות גאוגרפיות או מחברות נושאים שונים; בעיות שהן מעבר לפינה ולא בכאן ועכשיו; בעיות "מרדעות" – שאין להן פתרון בית ספר או שהן נוגעות לזרמי עומק דמוגרפיה, חברה, כלכלה ותרבות – שאנחנו מרגישים שאנחנו לא תמיד אוחזים עד הסוף.

ד"ר מיכה גודמן אמר אתמול שאתה לא יכול ללכוד עניינים כאלה כי דברים קטנים ובלתי נשלטים גורמים לדברים הגדולים. הוא נתן כדוגמא את שרשרת האירועים שהציתה את הטלטלה (האביב הערבי) במזרח התיכון. אבל אם אני זוכר נכון, בדרך לטלטלה האזורית היו הרבה תחנות אחרי ההצתה העצמית של בועזי

איך יתנהג הצבא המצרי מול מחאות הציבור? איך הטלטלה תתנהל בהקשר גיאוגרפי ואתנו-דמוגרפי אחר של

לפני שנתיים  
היה לנו חזון  
על מקום כמו  
מכון גזית  
ועכשיו קם  
הדבר ונהיה.



סוריה? העלייה של דאעש? אני זוכר איך כחוקר קראתי ידיעות ראשונות על הארגון ולא הבנתי את המהות שלו; איך תראה התערבות של שורת מדינות זרות (ארה"ב, רוסיה, תורכיה, איראן)?

האם היינו יכולים להיות טובים יותר בתיאור של האירועים האלה? אני חושב שכן. בעוד רפרנס להרצאה של ד"ר גודמן, לא כל בעיה היא בעיה אקלימית מסוג הוריקן. וגם על בעיות אקלימיות קשות יכול להיות שאפשר לענות או שכלים חדשים יאפשרו לנו יותר בעתיד.

העניין הוא שבפרפרזה על איינשטיין אתה לא יכול לפתור את אותה בעיה באותה דרך. הפתרון לסוג הבעיות המורכבות שהזכרתי מצריך משהו מקיף יותר מטכניקה. אתה צריך שיטה, ארגון ומוצרים אחרים ולהרגיל את הצרכן האסטרטגי להשתמש בהם. ועוד דגש אחד, אנחנו מחפשים להציע פתרון שיעצים את היכולת, לא כדי להחליף את המומחים שיושבים כאן בחדר אלא לסייע להם.

דרך אחרת להעמיד את הסיפור היא כזו – אנחנו באמ"ן מאוד טובים בהטלה של טכנולוגיות מתקדמות על בעיות קונקרטיות (מציאת מחבל בודד, העברת אמל"ח או אתר חשאי למשל), אבל האם אנחנו יכולים באמצעות אותם כלים גם לתאר את היער? לדעתנו כן. בשדות אחרים כמו באקדמיה עוסקים בבעיות דומות.

הדרך שבחרנו להגשים את רעיון "הפתרון האחר" שעליו דיברתי, כדי לענות על שאלות מורכבות, הוא מכון גזית. מכון מחקר, שעובד בשגרות וב

קצב שונה מהלחץ התובעני המאפיין את הממסד המודיעיני אך מחובר אליו בטבורו. מכון שיקדם מחקרים רב-תחומיים, כי אנחנו לא מנסים להיות מומחים בתחום אחד, אך יש מיים ורלוונטיים בעיקר (לא רק) ע"אמצעים עתירי דאטה- כי זו המהפכה שמתחוללת באמ"ן, אבל גם באקדמיה ובתעשייה ובכל העולם.

לשם מה? אנחנו נענה על שאלות שמצויות במוקד סדר היום הביטחוני וננחיל באמצעותן שיטות שכולם יכולים ליהנות מהם. המכון גם יאפשר פלטפורמה לשיתופי פעולה מול האקדמיה, הסקטור הפרטי או התעשייה הביטחונית.

אז מה עשינו עד עכשיו? אנחנו קיימים רק שנה ולכן צריך לבנות קודם את הכוח. גייסנו אנשים, התחכנו עם סוגיות מודיעיניות והבנו טוב יותר מה אנחנו יודעים ומסוגלים לעשות. אנחנו גם מקדמים את התהליך של ההטמעה כדי להפוך את זה לחלק מה-DNA של הארגון. בתמהיל האנשים והעשייה אנחנו מחברים מדעים מדויקים עם מדעי החברה ומדעי הרוח וזה מה שנותן לנו את הכוח. זה מתנקז בסוף ל-30 אנשים, בגיל ממוצע של 38 (לא צעיר מדי ולא מבוגר מדי) שרבע מהם שירתו באמ"ן – כלומר, הם מבינים את השיח, אבל זה מאפשר גם פתיחות לאסכולות אחרות. כול החוקרים הם בעלי תארים מתקדמים בתחומם.

לאיזה סוג של בעיות אנחנו מתכוונים? אנחנו מכוונים לארבע משפחות ליבה: הראשונה, ניתוח והערכת

אפקטים מערכתיים- גם קינטיים וגם לא קינטיים; השנייה, אנחנו מסתכלים על מודיעין לבניין כוח ותכנון ארוך טווח. במסגרת זו אנחנו באים לתמוך בהתארגנות נוספת שקמה בשותפות בין אג"ת ואמ"ן בנושא; שלישית, אנחנו מנסים להבין דינאמיקות של התנהגות קבוצות ואוכלוסיות גם בחירום וגם בשגרה; ורביעית, אנחנו מסתכלים גם על עולמות של גאו-אסטרטגיה בעניינים כמו מים, מזון ואקלים. אני מניח שיהיו עוד סוגי בעיות שיעלו במהלך השנים הבאות בעיסוק שלנו.

● ●  
**אנחנו עוסקים  
בבעיות  
של הערכת  
אפקטים  
מערכתיים,  
מודיעין לתכנון  
ארוך טווח,  
התנהגות  
אוכלוסייה  
וגיאו-  
אסטרטגיה.**



### אז לאיפה אנחנו הולכים?

כיוון שני שאנחנו חותרים אליו הוא להרחיב את המעגל של שיתופי הפעולה. לפני חודשיים ערכנו האקתון ביחד עם המסלול המחקרי של רפאל, 9900 ומפא"ת כדי לנסות לדמיין איך נראית מערכה בחלל. השתתפו בו חמישה גופים וכ-100 אנשים. זו עוצמה מחקרית אחרת ומשמעותית. באותה מידה אנחנו רוצים להוציא יותר תוצרים בפרסומים אקדמיים כדי שהם יהיו חשופים לביקורת ויפנו לעוד אנשים. עניין שלישי הוא לקיים עוד ימי עיון כמו הסדנאות שקיימנו בכנס הזה וכבר מהם יצאו הרבה כיוונים לשיתופי פעולה.

אנחנו רואים כאן הזדמנות גדולה לשיתופי פעולה ואני מנצל את הכנס לקרוא לכל מי שמעוניין להצטרף למסע המשותף. מבטיח שיהיה מעניין.

כיוון ראשון הוא פיתוח יכולות. בתוך כך, סימנו שני וקטורים מרכזיים: הראשון הוא לקחת את הכלים של הבינה המלאכותית ולבנות מהם מה שאני קורא לו "תמ"א" - לעזור לספר סיפורים רחבים על סוגיות אסטרטגיות. זה יאפשר לנו ללמוד מה דברים וגם לבדוק הנחות יסוד ואת תקפות הטענות שלנו. אין פה כוונה להחליף את החוקר "כמספר סיפורים" אלא לעזור לו לתפוס דברים מורכבים ומבוזרים. הוקטור השני הוא של סימולציות. הרעיון שלנו במסגרתו, שאני קורא לו "דפ"א" בהמשך לכלים מקובלים בקהיליית המודיעין כמו תרחישים ומשחקי מלחמה, הוא להכניס עוצמה חישובית כדי לחזק את הניתוח העתידי - לבחון חזרתיות, עם הרבה שחקנים ולאורך זמן. זה לא משחק מלחמה שמתרחש פעם אחת בחדר דיונים בזמן תחום אלא עם הרבה מאוד משתמשים לאורך זמן במה שמאפשר למידה של העניין הזה.

איך זה בסוף מתרגם למחקרים קונקרטיים? אני אתן כמה דוגמאות. למשל, אנחנו מנסים לשים מדדים שיאפשרו לנו לזהות ויראליות של מחאות, ואיך אירועים כמו הקורונה משפיעים עליהן. עבודה אחרת שעסקנו בה היא איך לשקלל היגדים של מכוני מחקר עולמיים ביחס למה שקורה בעולם ואיך אנחנו כקהילת המודיעין הישראלית עומדים אל מולן. דוגמה שלישית, בנינו סימולציה שמרחשת תנועת אוכלוסייה במרחבים אורבניים צפופים. היא מאפשרת להבין ולתכנן מול מצבי חירום כמו אסון טבע או מלחמה. דוגמה רביעית - אנחנו רוצים למדוד יחסים בין מדינות לאורך זמן והאם יש ביניהן יחסי שותפות, תלות או תחרות.



# זווית הכניסה לשנת

# 2023

רח"ט מחקר באמ"ן, תא"ל עמית סער

## ראשית

תחילה, כמה מילים על המודיעין – הפועל תחת הציווי הבסיסי של "המוסד לבירור המציאות". מלאכה זו הולכת ונהיית יותר קשה, כי יש יותר מידע ביותר פלטפורמות והעיסוק יותר מגוון. הקושי המרכזי של המודיעין הוא כבר לא איך להשיג את המידע, אלא הדרך למצוא אותו. הכלים שהיו לנו בעבר להבין, לנתח ולסווג כבר לא מספיקים. אבל זה לא רק שיש יותר מדי מידע אלא שהוא גם יותר נגיש. כל אזרח פרטי יכול להשיג תמש בו, באופן אמין או מניפולטיבי. למודיעין, שהמטרה שלו היא להפריד בין מה שאמת ומה שמזויף, זה הופך לאירוע מסובך יותר, כאשר האמת הפכה למשהו נזיל.

ד"ר מיכה גודמן אמר במהלך הכנס שהמציאות יותר נפוצה, אבל אני טוען שזה לא באג אלא פיצ'ר – זו המציאות הקיימת שלנו. אנחנו צריכים לבנות מערכת תומכת שיוודעת לתאר

מציאות כזו. בעולם מקובל לדבר על "רב-משבר" – יש הרבה משברים שמשפיעים זה על זה. משבר אקלים משפיע על התפוקה החקלאית העולמית, שמשפיעה בתורה על אספקת מזון למזרח התיכון ומשם על ההגירה לאירופה. הבעיה היא שהעולם שצריך להתמודד עם ריבוי המשברים מאופיין על ידי קיטוב. בשנים האחרונות חוקרים התווכחו האם אנחנו בעולם רב-קוטבי או ללא קטבים. בפועל אנחנו מתחילים לחזור לעולם דו-קוטבי – של ארה"ב וסין. מצד אחד יש גוש שהאמריקנים עובדים קשה על איחוד שלו ומהצד השני יש גוש שאיננו מאוחד אבל יש לו מכנה משותף – הם נגד האמריקנים. במציאות כזו קשה יותר להישאר באמצע, למרות שיש מדינות שמנסות לעשות את זה.

אם אנחנו מתעסקים בבעיות של מחר, אז באה שנת 2022 והזכירה לנו שהבעיות של אתמול עדיין פה – הר

תעה גרעינית, מלחמה באירופה, שראות אספקה ו"גנרל חורף" חזרו. השילוב בין בעיות ישנות וחדשות מו

**המחאות באיראן נמשכות זה החודש השלישי. זו לא פעם ראשונה שיש מחאות או אלימות באיראן אבל משהו הללו אחר.**



סיף ממד חדש של חוסר יציבות. האירועים במערכת הבינ"ל מתנפצים על "השכונה שלנו" בעוצמה. המזרח התיכון פגיע יותר למשבר האקלימי, רגיש יותר למדיניות האמריקנית ותמיד הייתה בו מצוקה. אנחנו מייצרים בו גם משברים מקומיים – המזרח התיכון היום נמצא במשבר של רעיונות שהמנהיגים מנסים לייצר לציבורים שלהם. הרעיון של דמוקרטיזציה התחלף בפונדמנטליזם דתי ובהרבה מקומות חזרנו אחורה למשברים אוטוריטריים שלא מאפשרים מרווח לציבורים אבל מייצבים סדר מסוים.

ארה"ב באופן ברור מסתכלת מזרחה ומבינה היטב שהאתגר הדורי שלה הוא מול סין והיא רוצה להשקיע את רוב משאביה ומאמציה בו. זה לא אומר שהיא יוצאת מהמזרח התיכון אבל זה אומר שהיא מתעדפת אותו

אחרת ומשקיעה בו אחרת. זה גורם להרבה מדינות להסתכל עליה אחרת – המדינות האזוריות לא מוותרות על היחסים עם ארה"ב אבל מפתחות לעצמן מדיניות של "גידור סיכונים" למקרה שארה"ב תצא. זה יוצר מציאות באזור בה כולם מדברים עם כולם – הקטרי עם התורכי, התורכי עם האיראני, האיראני עם המאע"מי והמאע"מי עם הישראלי. אנחנו גם חלק מזה, אבל מדיניות הגידור תשפיע על היחסים של מדינות האזור איתנו מחשש שהן יפרו את האיזון ויחדשפו עצמן לסיכונים.

איך ישראל נתפסת באזור? ישראל נתפסת כשחקן חזק ויציב, עם יכולות כלכליות ומדעיות גבוהות וכלכלית לבעיות המחר של מדינות האזור. כשהן חושבות עם מה הן תתמודדנה בעשורים הקרובים – ישראל רלוונטית בכל תחום, מאקלים למים, לסייבר והגנה. לכן לישראל יש נכסיות גבוהה. ישראל גם נתפסת כשחקן תוקפני שלא מהסס להפעיל כוח. אם שואלים את האיראנים היא נתפסת כשחקן מאיים. הלבנונים אומרים שמרתיע

## לראשונה איראן מספקת אמל"ח מתקדם לרוסיה כדי לעזור לה במלחמה – זה אירוע משמעותי.

ומורתע. הפלסטינים יאמרו שאנחנו שחקן פגיע בזירה הבינ"ל. האיום האיראני והאופן בו אנחנו מסתכלים עליו השתנה. היום אנחנו מסתכלים על איראן כאיום ייחוס שלם וזה משנה את האופן שבו אנחנו מנתחים את איראן ובונים כוח מולה. איראן נכנסת ל-2023 בזווית שלילית עם משבר מרובע – פנימי, בינ"ל, אזורי וגם מול ישראל.

המחאות באיראן נמשכות זה החודש השלישי. זו לא פעם ראשונה שיש מחאות או אלימות באיראן אבל משהו במחאות הללו אחר. אלו מחאות ארו

כות יותר – בדרך כלל המחאות עולות מהר ודועכות מהר; אלו מחאות על מהות המשטר – ולא רק על כלכלה או פוליטיקה והמיקוד בעצם מהותו של המשטר מטריד אותו מאוד; זהות המפגינים במחאות שונה – אלו אנשי שים בגילאי 15-35 שנולדו כבר לתוך המהפכה והמשטר מבין כבר הרבה שנים שהיכולת שלו למכור את רעיון המהפכה לדור הזה מצויה במשבר; אלו מחאות אלימות מאוד שמראות שמחסום הפחד נפרץ; והמחאות הללו הן חיבור של אג'נדות שונות בין הצעירים בערים לבין המיעוטים בפריפריה. החיבור של 5 הנקודות הללו הופך את המחאות הללו למשבר מסוג אחר. המשטר כנראה יצליח לשמור את המחאות הללו, אבל גם אם הן תדעכנה למשטר האיראני יש בעיה עמוקה.

המשבר השני הוא המשבר הבינ"ל. בשנים האחרונות איראן הרגישה יחסית בנוח עם המערכת הבינלאומית והיא הרשתה לעצמה לשחק משחק נוקשה במו"מ הגרעין כי היא חשבה שהאמריקנים תמיד יהיו שם. החודשים האחרונים ייצרו להם סערה כי מגעי הגרעין נכנסו להקפאה והתחברו למחאות ולסיוע האיראני לרוסיה במלחמה באוקראינה. איראן נמצאת בשבועות האחרונים בלחץ הולך וגובר – זה לא כמו בעבר אבל אנחנו חוזרים לשפה של סנקציות רחבות.

לאיראן יש גבולות ארוכים כאשר בשום מקום אין לה חבר מעבר לג' בול. היא מרגישה שישאל קונה אחי זה בסביבה, אזרביג'אן מנצלת את הסחת הדעת הרוסית וסוגרת עליה מצפון ותורכיה שהיא התחרות האסי-טרטגית האמיתית של איראן באזור מחממת את יחסיה עם ישראל. איראן מזהה אירוע מחרף ובעייתי סביבה.

בשנים האחרונות וביתר שאת בשנה האחרונה, איראן שמה את ישראל כאיום המרכזי. המשטר המהפכני תמיד שנא את ישראל אבל ארה"ב הייתה האיום המרכזי וישראל הייתה איום לשלוחים. כיום ישראל היא יריב ישיר למדינה האיראנית – איראן היא יריב מסודר, גדול ורחוק ולכן יש לזה משמעויות.

איראן מאותגרת אבל בוודאי לא חסרת מענה מול האתגרים. היא מצוי

בה אסטרטגיה של כמה אדנים ומגי-בה על האתגרים שלה. תכנית הגר-עין האיראנית בכניסה לשנת 2023 נמצאת במצב המתקדם ביותר בו הייתה אי פעם. למעשה, השלב המור-כב ביותר בתוכנית גרעין של העשרת החומר כבר כמעט הושלם ע"י איראן. להעשיר ל-90% (רמה צבאית) זה רק עניין של החלטה ולא עניין של יכולת טכנולוגית. תכנית הגרעין רובוסטית יותר – יותר מתקנים, יותר צנטרי-פוגות ויותר צנטריפוגות מתקדמות. אבל המעבר מחומר מועשר לפצצה כרוך בעוד כמה שלבים. רוב ארגוני המודיעין בעולם מעריכים שמרגע שלאיראן יש חומר אלו שנים בודדות להגעה לפצצה.

אסטרטגיית השלוחים האיראנית אי-ננה אסטרטגיה צבאית אלא חלק מתפיסה רחבה יותר של ייצוא המה-פכה והתרחבות במרחב. יש לכך

גם משמעויות צבאיות. השילוב בין הפריצה הטכנולוגית ותעשיות הנשק של איראן יצרו לה מצב בו היא יכולה לתת לשלוחים יותר ממה שיכלה לתת בעבר. יכולות שעד לפני כמה שנים היו יכולות מעצמתיות כמו הטסה של חומר נפץ לנקודה מדויקת במרחק ניתנות היום למיליציות בתימן ובצפון אפריקה. ההשקעה הזו מגבירה את האיום עלינו ועל שותפותינו במרחב. מרגע שהיכולת של השלוחים עולה זה לא אומר שהיכולת של איראן להפעיל אותם עולה. לשלוחים יש תפיסות אחרות. הם לא בהכרח נענים לתכתי-בים איראניים. איראן היא החברה הכי טובה שלך אם אתה מיליציה באזור, אבל המדינות שאיראן הפכה אותן לחברה מכבבות ברשימה של המדי-נות הכושלות ביותר בעולם. אם אתה מדינה – הקשר עם איראן כנראה יסבך אותך מאוד.

יש עוד כמה סוגיות מחדשות שמצויות בלב האסטרטגיה האיראנית – הפנייה שלה מזרחה למשל. איראן תמיד נש-ענה על שת"פ עם רוסיה, אבל משהו דרמטי השתנה בחודשים האחרונים. לראשונה איראן מספקת אמל"ח מת-קדם לרוסיה כדי לעזור לה במלחמה – זה אירוע משמעותי. איראן מחו-שבת מאוד וברור היה להם שתהיה תגובה בינלאומית לכך אבל זו בחירה אסטרטגית עמוקה של איראן והיא צפויה לגבות מחיר על הסיוע הזה – מה המחיר? זה מה שאנחנו צריכים להבין לאורך זמן.

איראן הבינה שישראל מהווה איום מרכזי ובהדרגה היא בונה את עצמה כדי לאפשר יכולת לנהל מלחמה סימטרית עם ישראל. עבור מדינת ישראל לתכנן מערכה מול איראן זה שונה מאוד מתכנון מערכה מול חמאס ואפילו חזבאללה.

האתגר האסטרטגי הגדול השני הוא יהודה ושומרון. כאן יש מונח של "קר-נפים אפורים" שמתכתב עם המינוח של "ברבור שחור" (סבירות נמוכה, פוטנציאל נזק גבוה) קרנף אפור הוא בעיה קבועה שקיימת מול העיניים ומתישהו תתרגש עלינו. אפשר לטעון שיש טרור עונתי והכל יירגע כיש גלים כאלה במערכת – אני חושב אחרת. אני חושב שאת מה שאנחנו רואים צריך לנתח לא דרך מספר הפיגועים אלא דרך הסיבות וזו התערערות של המייצבים שאפשרו לנו לנהל את הס-כסוך במחירים נמוכים.

הרשות הפלסטינית והסטגנציה הפו-ליטית בה יצרו ריחוק בין ההנהגה לציבור. להנהגה אין יכולת לצייר נתיב שיביא אותם ליעד לאומי. במ-זרח התיכון ובכל מקום בעולם לא מוותרים על יעדים לאומיים בשביל כלכלה. הרשות מבינה שהיא תלויה

בישראל, מונהגת על יד תנועת פתח המפולגת ומתמודדת עם ארגונים חמושים רבים בשטח רווי אמצעי לחימה. מה שמעניין הוא לא מספר הצעירים שנולדו אחרי האינתיפאדה השנייה והם לא עברו את הטראומה שלה. הם בועטים בהכל – ברשות, בחמאס, הם כועסים והם רוצים לב-נות את הסיפור שלהם בטיקטוק. זו החבורה שעושה את הפיגועים בת-קופה האחרונה. במידה מסוימת זה יותר מורכב עבורנו.

אותי לא מטריד רק מי שיוורה כשצה"ל מגיע אליו אלא שאנחנו רואים שבמס-גרת מעצרים באמצע הלילה, בצירים של יהודה ושומרון עומדים צעירים וזורקים אבנים על רכבים – כמה זעם צריך שיהיה כדי לזרוק אבן על רכב ממוגן שעובר במהירות באמצע הלי-לה?

**אפשר לטעון שיש טרור עונתי והכל יירגע כיש גלים כאלה במערכת – אני חושב אחרת.**

**האתגר האסטרטגי הגדול השני הוא יהודה ושומרון.**

# GAZIT22

מודיעין, אסטרטגיה, טכנולוגיה - ומה שביניהם



נות. אבל אסד הולך ובונה את המדינה מחדש זו מדינה שמחזיקה בקושי אבל חוזרת להיות מדינה והיא שבוייה בתוך המלכוד האיראני: איראן ורוסיה לא יכולות להציל אותה כי אין להן את הכסף. אבל מי שיש לו כסף לא יבוא להציל אותה בגלל איראן ורוסיה. אסד לא מוכן לשלם את המחיר על הפעולות האיראניות בסוריה, והוא בהחלט מציב מגבלות על פעילות הציר בסוריה - אבל גם לא "יתגרש" ממנו. ועדיין אם לפני כמה שנים דיברנו על החזון של קאסם סלימאני להקים לבנון שנייה בסוריה החזון הזה מת בשטח וגם בראשים של כל מי שאחז בו פעם.

לא אוכל לדבר על כל הזירות, אבל במשך שנים היה לנו יתרון כאשר הטכנולוגיה הייתה מנת חלקן של מעצמות. העולם של היום הופך את אסטרטגיית ה"catch-up" של האויבים למאוד יעילה. משטח החיכוך באוקראינה מייצר ניסיון יעיל של שימוש בטכנולוגיות אזרחיות או בשחזור הנדסי. אוקראינה היא מחסן אמצעי לחימה גדול וגם אויבינו יכולים לשים את הידיים שלהם בתוך המחסן.

לסיכום, אנחנו נכנסים בזווית שבה יש יותר איומים מיותר זירות על ישראל ויהיו לכך שני מוקדים מרכזיים: איראן ויהודה ושומרון. אבל מול זה אנחנו במערכת אזרחית שרואה בנו גורם נכסי, רמת ההרתעה שלנו גבוהה וחוץ פש הפעולה שלנו רחב. בכנס גזית השני ב-2023 נוכל לדבר על זווית היציאה.

בשנה האחרונה כדי לתאר את לבנון. אם אתה אזרח לבנוני היום יש לך בין שעתיים לשלוש של חשמל ביום, השכר לא ירד אבל הוא שווה הרבה פחות ואין לך לאן לברוח בגלל המחיר של הדלק. אם אתה פעיל חזבאללה אתה מקבל את אותה משכורת בדור לרים מאיראן ולמעשה אתה האליטה החדשה בלבנון. לבנון היא מדינה במשבר עמוק וזה מייצר לחזבאללה מתח עמוק - היום הוא הריבון הלבנוני, אבל יש לו את הכרטיסים הכי טובים על ספינה טובעת. דברים שהוא עשה בעבר וקיבל עליהם מחיאות כפיים - היום כבר מצופה ממנו להביא לכלל האזרחים. לכן ברור למה נסראללה עט על אסדת הגז כי הוא מצא משהו שהוא יוכל להתהדר בו כמי שסיפק משהו ללבנון.

נסראללה רואה בישראל גורם מרתיע ולא רוצה מלחמה אבל הוא מבין שהדרך לפעול מול ישראל היא לייצר מאזן הרתעה של משוואות והוא נזהר מאוד מלהרחיב אותן כי הוא לא רוצה להסתבך. הוא בונה את כוחו כדי לייצר מחיר היזק וזה מבחינתנו תנאי ליציבות.

נסראללה רואה בעצמו היום מומחה גדול לישראל אבל השילוב בין ביטחון יתר שלו להערכת חסר של הכוונות שלנו הוא מסוכן עבורו וכמעט הגענו למשהו כזה סביב אסדת כריש. אני אדבר על סוריה או למעשה על כמה סוריות. סוריה של אסד שולטת על 60% מהשטח ועל 10 מיליון מתוך 26 מיליון סורים, לצד טריטוריות שכ-

חמאס רואה בכך הזדמנות גדולה - היא רוצה לשלוט בהרבה יותר מעזה ויהודה ושומרון היא הדרך לכך. חמאס לא משפיעה על השטח ביהודה ושוש מרון וכמעט לא מעורבת בפיגועים, הרבה בזכות עבודה טובה של שב"כ. מלבד סטיית תקן ב"שומר החומות" הציבור לא הולך אחרי חמאס, אבל כמו בבדיחה על האריה היא צריכה לרוץ רק יותר מהר מגורם אחד - וזו הרשות שלא נמצאת במצב טוב. הזיקות בין ירושלים ליהודה ושומרון ועזה הן גם נקודה חשובה.

דווקא ברצועת עזה אנחנו נמצאים במצב יציב ויש תנאים להאריך את האינטרוול של היציבות. יש לכך כמה סיבות: הראשונה קשורה להרתעה צבאית - שימרנו את ההרתעה בכך ששינינו את המשוואה בכך שאנחנו מגיבים בעוצמה על כל הפרה ואפילו המחשנו את זה עוד פעם במבצע "עלות השחר" מול הג'האד האסלאמי; מעבר להרתעה יצרנו גם מחיר הפסד אזרחי - השינוי הזה בו אזרחים מעזה נאבקים על הזכות לעבוד ביש"ר ראל ויש עכשיו מה להפסיד ויש גם מה להרוויח משימור השקט; מעבר לזה חמאס מבינה שבשנים הקרובות היא תרצה להשקיע ביהודה ושומרון ולכן עדיף להשקיע את המימון בעזה. פעם בכמה שנים עזה תתפרץ שוב ומה שאנחנו צריכים זה בכל מפגש לבוא יותר מוכנים ולהאריך את אינטרול השקט.

אני לא יודע כמה מילים יש בעברית לתיאור משבר אבל השתמשתי בכלול



# מוזדיעין מגפות ומה שביניהם

ד"ר שרון אלרעי פרייס ואל"מ (מיל.) ניר סעד

**אתחיל** בלשאל אותך – איך חווית את התרומה של המודיעין במאבק בקורונה?

**שרון** התרומה הייתה בשלוש רמות – ראשית, עוד ידעים עובדות מול המון מידע. יש לנו אפידמיולוגים, אבל מול כמות של מידע צריך הרבה אנשים שמגיעים עם ידע שאין לנו. שנית, הבנתי שאנחנו צריכים אנשים שיוודעים לחפש אותם בתוך מידע רב. יש בזה יתרון. שלישי, מדובר בחבורה רב-תחומית כי התחברו לשם אנשים מכל מיני תחומים מול הרבה מאוד צרכים. אנליסטים ישבו עם אנשים שמבינים בטכנולוגיה ובאפידמיולוגיה. זה לא היה קיים קודם.

**ניר** ארשה לעצמי להוסיף שאחת העוצמות של המקצוע המודיעיני הוא היכולת לתאר מציאות מורכבת. המוחים יודעים לתת תשובות מצוינות לאט ובקהיליית המודיעין אנחנו יודעים לתת תשובות מספיק טובות ומהר, עבור קבלת החלטות.

**שרון** זה השפיע בצורה משמעותית, גם בכך שיש הרבה מאוד ידע וכוח לארגון הזה שאין לו אג'נדה. הגיעו אנשים עם מיטב הידע מהעולמות שלהם והם הגיעו חסרי פניות במטרה לעזור ורק חברו לתחום מקצועי אחר. ניר: אחת הטענות כלפי המיזם הזה הייתה שעבור איש מודיעין לעסוק בקוגניציה של וירוס זה יותר קל כי אין

**אנחנו צריכים להיעזר במתודות וכלים של קהיליית המודיעין כדי לבנות את החוסן הלאומי בשגרה.**



**אנחנו סוקרים מדינות שונות שפועלות באופן דומה ואנחנו לומדים אותן. ההסתכלות הנרחבת שאנחנו מתכננים לא קיימת ולמודיעין יש כלים קריטיים עבור זה.**

עיסוק בכוננות אלא רק ביכולות.

**שרון** בעיניי זה דווקא הרבה יותר קשה. אני לא אשת מודיעין, אבל נראה לי שכשיש לך מישהו תבוני בצד השני יותר קל לזהות דפוסי פעולה שונים. וירוסים יכולים להתנהל אחרת. אנחנו נחוה מגפות שחוזרות כל הזמן והתדירות הולכת ועולה ועם שינויי האקלים זה רק יופיע יותר. אנחנו צריכים להתמודד גם עבור החוסן הלאומי של מדינת ישראל ולכן ברור לנו שאנחנו

צריכים את היכולות של המודיעין גם לעולמות של בריאות, אקלים וסיכונים לאומיים אחרים.

**ניר** ביקורת נוספת שעולה תדיר היא שעלול להיות טשטוש בעיסוק באזרחי ישראל ומעורבות בהחלטות שמשפיעות על חיי האזרח במדינת ישראל. יש שיאמרו שלא הייתה ברירה, אבל עכשיו צריך לייצר מערכת אזרחית שלא נוגעת בדבר הזה. השאלה שלי היא לא רק בהיבט הקורונה אלא מה צריך להיות תפקיד קהיליית המודיעין במגפות עתידיות?

**שרון** ברור שכשיש קטסטרופה כל הגופים הטובים במדינת ישראל צריכים להתגבש ולשלב ידיים. לאנשי מודיעין יש יכולות שאין אותן במשרד הבריאות ולהפך. כולם צריכים לעבוד ביחד. יצאנו מהפנדמיה הזו בהבנה שאנחנו צריכים את היכולות האלה באופן קבוע. ככל שהמערכות האזרחיות תהיינה טובות יותר אז הפערים שלהן באירועי קיצון יהיו יותר מצומצמים. אנחנו צריכים להיעזר במתודות וכלים של קהיליית המודיעין כדי לבנות את החוסן הלאומי בשגרה וזה יפחית את הצורך בצבא לאחר מכן. אני גם רוצה להבליט את העיסוק של מרכז המידע והידע בגיבוש קוד אתי. הנרשאים עלה למבחן אפילו באירוע קונקרטי שהתנסו בו, וראיתי שהמודיעין אכן עבד על פיו.

**ניר** אני מזדהה. בכל משבר עתידי, קהיליית המודיעין תצטרך לשים פוקוס מיוחד על ההיבט האתי ואיך

יוצאים עם תרומה למשבר ללא נזק גדול להמשך. יצרנו בסיוע מומחים קוד אתי וגם בעתיד נצטרך לעסוק בכך. כשמדברים על קוד אתי צריך אולי לדבר גם על עוד סוגיה שעלתה חזק במסגרת החוויה הזו והיא סוגיית הפייק. כולנו מכירים את הספקטרום שמתחיל באנשים שבמודע מכחישים דברים די ברורים ועד אנשים שמנתחים אחרת דברים שאנחנו חושבים. יש ספקטרום רחב ואין ספק שהוא יהיה רלוונטי גם במשברים צבאיים – האם הנזק לעורף הוא אכן כפי שקהיליית המודיעין מתארת? אני סקרן לשמוע מניסיוןך איך תקפתם את עניין ההתמודדות מול גישות שונות שיש להן השפעה רבה על ההתנהלות האזרחית.

**שרון** אני לא בטוחה שפיצחנו את העניין, אבל אנחנו בהחלט צריכים להתעסק בכך. לא הייתה לנו הובלה מכוונת של השיח הציבורי – שידרנו מסרים, העלינו קמפיילים ונתנו הסברים אבל חסר לנו שיח עם הציבור. אני יכולה לשבת במגדל השן שלי ולהגיד מה צריך לעשות, אבל במגפה הציבור צריך להיות איתנו במובן של להבין. יש במשבר אנשים שמעבירים דיסאינפורמציה גם אם הם לא מנסים בצורה מכוונת להפיץ שקרים אלא בעיקר כי אין להם מקום לשאול ולברר. אנחנו צריכים גם לנטר את הסנטימנט הציבורי כדי שנוכל לייצר את המענה לזה. אני מגיעה מעולם של רפואה פנימית ואני רגילה לדבר עם בן אדם ולענות לו על שאלות ואין לנו כאלו פלטפורמות לדבר עם הציבור.

ניר ברובד הצבאי, המערכת המוסדית הצבאית נבנתה תחת פרדיגמה מסוימת שבסופה מה שקובע הוא מערכת היחסים בין המודיעין לקברניט אבל ככל שרכיב העורף הופך משמעותי במלחמות להתנהגות הציבורית יש השפעות דרמטיות יותר על אופי הלחימה (למשל, הישמעות להנחיות פיקוד העורף סביב השאלה האם נכנסים למקלט או לא) ואני לא בטוח שיש לנו מנגנונים מוסדיים מספיק מסודרים להתמודד עם הפייק. האם יש לנו כלים מספיק טובים

כדי להתמודד עם אותם "מומחים" שאיתגרו את היכולת שלנו לאורך משבר הקורונה?

שרון אין לנו מנגנונים כאלה. מאוד בולט לי כאזרחי שצריך לצאת מהסתלות של עורף וחזית, ולהתחיל לדבר על מרחב אזרחי שאיננו עורף. העולם שלנו הוא העולם של המרחב האזרחי ואנחנו נדרשים לדבר, לנטר ולהבין איזונים על

המדינה. שינוי השיח יגביר את המרחב של המרחב האזרחי.

ניר אני רוצה לחזור למרכז הידע והקורונה. המרכז נסגר והוקם עכשיו גוף אזרחי ויכול עכשיו משהו לומר שהקורונה כבר די הסתיימה, אז למה צריך את המרכז הזה?

שרון זה ברור שכמות המגיפות תעלה ואם תהיה לנו יכולת באזרחות, לא נצטרך כל פעם להקפיץ אנשי צבא. הגוף האזרחי יאפשר לנו לזהות משברים ולעקוב אחריהם מוקדם יותר כדי לשפר את ההיערכות שלנו ולכן יכולנו לפעול עם גורמים מדינתיים למשל מול מגפת הכולרה שהצלחנו למנוע את ההגעה שלה מסוריה לכיוון הכנרת. כבר בימים הקצרים של מערך מודיעין בריאות הראינו הצלחה של הגוף הזה כדי להתמודד עם סיכונים עתידיים לבריאות הציבור.

ניר את חושבת שצריך להיות לאמ"ן חלק בתהליך הבנייה של הדבר הזה?

שרון: אני חושבת שצריך להיות חלק גדול לאמ"ן בזה. אנחנו מביאים את ההבנה על הבריאות, אבל אנחנו צריכים אנשים שמבינים את העולם של המודיעין שאנחנו לא מכירים כדי ללמד אותנו. גורמים אחרים מעולם המודיעין – כולל שב"כ, מוסד או סייבר יכולים מאוד לסייע לנו.

ניר אנחנו מתקרבים לסיום ואעביר מסר מהצד שלי – אחת השאלות שאני נשאלתי כשכבר היינו בתוך העניין של מרכז הידע היא מאיפה בא הרעיון הזה. בעיני זה לא עניין מקרי – סוגי הבעיות שזירת המודיעין הטכנולוגי בחטיבת המחקר של אמ"ן עוסקת בהן הוא שאלות שנוגעות לטווח הארוך ופחות על מה יקרה "מחר בבוקר" ולכן זה איפשר לנו לזהות את החשיבות והפוטנציאל בהתארגנות הזו. מכון גזית הוא בדיוק הסיפור שיאפשר לאמ"ן לחזק את ההסתכלות השיטתית וההדרגתית ולא להסתפק בדברים הד

חופים, כי אז אולי נצטיין בהם אבל נפספס את ההזדמנויות הגדולות או הסיכונים שמתרחשים בקבועי זמן של חודשים ושנים.

שרון החוויה של העבודה עם אנשי מרכז הידע והידע הייתה נהדרת. זה גוף שהבין את המגבלות שבחיבור אנשי מודיעין עם בריאות ועם הזמן האנשים האלה רכשו מיומנות על קורונה. האתגר שלנו עכשיו הוא לייצר מערך מודיעין בריאות מוגון, גדול וחזק שיועד לעבוד עם טכנולוגיות מתקדמות ולזהות אותות אמיתיים ולהרחיב את זה לכמה שיותר עולמות. לראות איך אנחנו נעזרים בכוחות הקיימים בקהיליית המודיעין עבור בנייה של הגוף האזרחי הזה בצורה טובה. אנחנו סוקרים מדינות שונות שפועלות באופן דומה ואנחנו לומדים אותן. ההסתכלות הנרחבת שאנחנו מתכננים לא קיימת ולמודיעין יש כלים קריטיים עבור זה. אנחנו מבינים שלא אצלנו נמצאת כל החוכמה וצריך לראות איך כל הגורמים עובדים יחד כדי להביא את התוצאה הטובה ביותר עבור מדינת ישראל.

# מודיעין בראי הזמן

ראה"מ ושר הביטחון לשעבר, רא"ל (מיל.) אהוד ברק

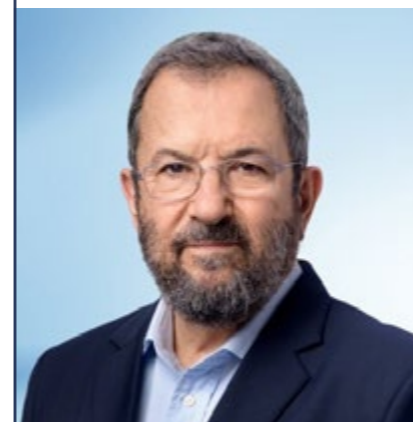
**באשר** להרצאה של ד"ר מיכה גודמן במסגרת כנס זה – זו הייתה הרצאה מרתקת ומגרה אינטלקטואלית. הוא עשה אלגוריה בין המערכת האקלימית לבין המערכת הפוליטית. עניין האקלים הוא תופעה מדעית אובייקטיבית וד"ר גודמן אומר שכשם שמערכת האקלים יוצאת מאיזון כאשר המדדים עולים או יורדים מדי, כך גם המערכת הפוליטית יוצאת מאיזון תוך ציון של מדדים כגון רמת האמון של הציבור במוסדות ורמת ההסכמה בקרב הציבור. בתוך ההצגה הכישרונית הזו מתחבא המסר שההשוואה תקפה ואני טוען שזה לא נכון. ראשית, בשל הסיבה והמסובב. המציאות של חברה אוטוקרטית יוצרת אשליה של אמון והסכמה ולא רמה גבוהה של אמון והסכמה שמייצרים אוטוקרטיה. שנית, בגלל שההסכמה איננה המדד הנכון אלא האמת. חברה אנושית מתקדמת נשענת על האמת והמבחן הוא מה קורה לאמת

ולא מה קורה להסכמה. במדינת ישראל ובמקומות אחרים בעולם האמת מותקפת בצורה שיטתית. האמת היא קריטית. מה שניצב בפנינו הוא מאבק בין תרבות האמת לבין התרבות החדשה של פייק ניוז, עובדות אלטרנטיביות ופוסט-אמת. התופעות האלה מאוד סוחפות את החברה האנושית. זה טוב במרקטינג טינג ובתעשיית הבידור וזה אפילו טוב לפוליטיקה, אבל זה לא עובד במרחבים של הישגי החברה האנושית בהיסטוריה שמבוססים על מדע בכל התחומים. על האמת הזו חייבים להיאבק. כל מי שזורע את האשליה שעומדים למבחן מדדים אחרים חוטא לאמת.

התיאור הזה גם מעמיד לכאורה בשורה אחת את כל המדינות – סין ורוסיה לצד ארה"ב ואירופה. אבל כשמנסים להשוות יש בכך עיוות. אני מכיר אנשים רבים בסין, רוסיה ואיראן שחזר

למים מתישהו להתעורר בארה"ב, אירופה או ישראל, אבל זה לא קורה להפך.

**אנחנו תמיד עושים הערכת יתר של מה שנצליח להשיג תוך שלוש שנים והערכת חסר של מה שיושג בעשור.**



ברוח הכותרת של ההרצאה שלי אע"סוק בעיקר במודיעין, אבל גם באסטרטגיה ומבט לעתיד ומעט בטכנולוגיה.

המיקוד של אמ"ן בראשית דרכו היה: ברמה האסטרטגית – מקבלי ההחלטות והכוונות, ברמה האופרטיבית יכולות היריב וההיערכות למלחמה וברמה הטקטית פעולות היריב. היו שני אירועים בולטים שעיצבו את התפיסה של המודיעין בראשית דרכו. נפילתו בשבי של אורי אילן – עניין שגרם לבן גוריון לעצור כל פעילות מודיעינית מעבר לגבול למשך 8 שנים ו"פרשת רותם", בה אמ"ן לא התריע על כניסת הצבא המצרי לסיני.

השינוי הגדול בחשיבותו ומשקלו של אמ"ן התרחש עם כניסת אלוף מאיר עמית ב-1962 לתפקיד. הוא ניער את הפעילות המבצעית והשיג תקציבים גבוהים לפיתוח יכולות טכנולוגיות להתרעה ולכן הגיע להישגים די במהירות. זו הייתה התחלה של דרך ארוכה בשילוב של העזה ופתיחות. לאורך השנים היו לאמ"ן גם לא מעט כישלונות בתחומי ההתרעה. בשנות ה-50 אמ"ן כשל בהתרעה על עסקת הנשק הצ'כית. ערב מלחמת ששת הימים הוא לא דייק בהערכתו כי מצרים לא תצא למלחמה כל עוד היא עסוקה בתימן. היא אכן לא יצאה אבל גם לא חששה לדרדר את המצב. ב-1969 אמ"ן לא העריך נכון את הפעם הכניסה הרוסית.

כמובן מעל הכל בלטה הקונספציה של 1973 שמצרים לא תעז לפתוח במלחמה כוללת נגד ישראל עד שתהיה לה יכולת פגיעה בעומק ישראל. מבלי

להפחית מאחריות אמ"ן, מדובר במשולש של מחדלים: אמ"ן התחייב פורמאלית למטה הכ"ל לשיספק התרעה של 48 שעות, הדרג המטכ"ל הניח שאין לו בעיית פער ביכולות ולכן הוא לא בנה יכולת להימודד עם מצב בו לא תהיה התרעה למלחמה והייתה תודעה שאם בכל זאת נופתע אז אולי תהיה הפתעה קשה בהתחלה

אבל אז נגיע לניצחון. גם הדרג המדיני ני דחה כל דיון באפשרות של הסדר. הוא התרשם מהביטחון העצמי שקרן אליו מהדרגים הצבאיים ולא שעה אל הסימנים הסותרים שהגיעו אליו. יותר מכל היה כשל בהבנה שיש אפשרות של מלחמה כוללת עבור מטרה מוגבלת. ב-1973 הייתה ניצחון צבאי מזהיר אבל מבחינה אסטרטגית, סאדאת השיג את מטרתו כי הוא השיג אחיזה בגדה המזרחית והוא ערער את תפיסת הביטחון של ישראל. לכן לא סתם המצרים חוגגים זאת כל שנה ואצלנו זו חוויה צורבת. מנגד, ברובד היסטורי מנהיגי המדינות הסובבות אותנו הבינו שלא ניתן להכריע את ישראל וצריך לשנות אסטרטגיה ולפנות לעבר טרור ופעולות מנגד, יכולות טילאות ועד גרעין שמולידות את האיומים של היום.



מלחמת 1982 הייתה מלחמת ברירה. היעד היה להרחיק את המחבלים מהגבול, אבל הייתה שם כוונה עמוקה יותר שאני חושב שגם ראה"מ דאז, בגין, הבין היטב. הייתה תפיסה שאנחנו נדחוק את הפלסטינים, נתכתש מול הסורים ואז נחבור לנוצרים ונמליך אותם בלבנון. הפלסטינים ילכו לירדן וישתלטו עליה וזה יסגור את עניין המדינה הפלסטינית.

האינתיפאדה הראשונה גם היא ייצגה פער מודיעיני. במלאת 20 שנה למלחמת ששת הימים העלו את פרופ' ברנרד לואיס להרצאה בכנס שנערך בצה"ל והוא אמר שיש לו שתי חידות: איך הצליחה ישראל הקטנה בששה ימים להביס שלוש מדינות ולשלוש את השטח שלה? החידה השנייה הייתה איך סיר הלחץ שישראל יצרה ביהודה ושומרון עוד לא התפוצץ?

באשר לחידה השנייה הייתה תשובה תוך פחות משבוע שזה דווקא כן התפוצץ. לעומת זאת לאינתיפאדה השנייה היו התרעות. אני כראה"מ הוריתי להיערך לעימות כולל מול הגורמים החמושים הפלסטיניים.

אם נסתכל על התמונה הכוללת, המאפיין המרכזי של המודיעין בשנים הראשונות המעצבות היה התב"ססות על גאונים שיפתרו בעיות. היו אנשים חושבים ומעמיקים שמבינים היסטוריה ותרבות. למעשה הם עסקו בחיבור של נקודות בודדות וחיוב הגיון של האויב בשיטה של educated guess. מאז 1962 ועד בערך שנת 2000 הייתה התפתחות. היכולת המבצעית אפשרה עלייה בכמות המידע, אבל בעיקר להתרעה אסטרטגית ואופרטיבית למלחמה וגם היא סבלה מסגירה הדרגתית של האופק.

השלב השלישי חל ב-20 השנים האחרונות והפך את המשוואה כולה. עברנו ממצב שאין מידע וצריך לגשש באפילה למצב שצריך להתעסק בעודף של מידע שמגיע ממקורות של סיגינט, יומינט ואוסינט. האתגר הוא לסרוק במסננת ברזולוציה נכונה את כל החומר ולהתמודד עם בסיסי נתונים ענקי היקף כמו גם לשתף פעולה עם בסיסי מידע של גופים אחרים וגם עם מוסדות אקדמיים. הושגה בדרך הזו קפיצה עצומה. במקביל, מוקדי הקשב שלנו השתנו ממצרים וירדן או צבא סוריה שלא

ממש קיים או עיראק המפורקת.

אך מה צופן לנו העתיד? אנחנו בפתחה של מהפכת ה-AI וזה מחייב שינוי עמוק. הטכנולוגיה שוברת את המחיצות בין האיסוף למחקר ואת מעגל המודיעין המוכר אלו פרדיגמות לא מעודכנות. המהפכה משנה את שני הצדדים – את האיומים מצד היריב אבל גם את כלי העבודה באמצעות

## כבר היום ובטח כשנמצה את יכולות ה-AI נוצר טשטוש עמוק ביחסי איסוף ומחקר.

תם נעשה את עבודת המודיעין. סימני ההיכר של העבודה הזו הוא הצפה ועומס קשב. החומרים יגיעו בכמויות גדולות יותר ויידרש מפעל היתוך שרק טכנולוגיות ה-AI יוכלו להתמודד איתם דרך הצפת דפוסי פעולה, מיון וקטגוריזציה של כל המודיעין. בעתיד המכונה תוכל לבצע מרכיבים משמעותיים מתהליך העיבוד. אנחנו נמצא את עצמנו כך שתחומי פעולה שלמים יעברו אוטומ-

ציה ויהיו פחות אנשים שיידרשו מהם כישורים אחרים. הקב"רות הבסיסית יכולה להתבצע טוב יותר עם מכונות. פענוח מהויזינט של תצ"א, וידיאו ומיון ותיעודף לפי כללים דינאמיים זה נושא קלאסי ל-AI ובהכללה אפשר לומר שכל דבר שהוא מומחיות ספציפית ניתן לעשות יותר טוב עם מכונה. לשמחתנו, כל מה שקשור להבנה האמיתית והעמוקה עדיין ילד בן 13 יעשה טוב יותר ממחשב.

העניין הזה עולה באזרחות. דימות רפואי נעשה עם מכונה בצורה טובה יותר מרוב הרופאים. מכות כתובות היום מוזיקה קלאסית ושירי הייטק והן עומדות במבחן טיורינג. זה מובן שתוכנות לא פותרות בעיות ללא אימון עם דאטה.

משימות קהיליות המודיעין נותרו אותן משימות – להבין מה קורה אצל היריבים ולתת תמונה למקבלי ההחלטות כדי להעניק להם יתרון על היריב. יש מקום ללדת מחדש את המשולש החיוני הזה. כבר היום ובטח כשנמצה את יכולות ה-AI, נוצר טשטוש עמוק ביחסים שבין איסוף למחקר. כאשר ניתן לנהל את השיח המודיעיני בנגישות ישירה למידע וכאשר גופי מודיעין שונים יכולים להזין מאגרים (במגבלות של סיווג) נהיה בקפיצה עצומה. עניין זה מטשטש את הצורך בגבולות שונים בין הגופים ויש פוטנציאל לשתופות והתייעלות. יש אפשרות להתמקצע בדגשים. אני חושב שזה כיוון נכון ומבטיח והוא לא סוף הדרך (דור 5, IOT,

מחשוב קוונטי).

נדרשת נכונות נפשית אצל ההנהגה להוביל דבר כזה וזה נוגע להחלטה של ראש הארגון – זה צריך לבוא מלמעלה. השינוי הכי קשה הוא בתרבות הארגונית של המבנים הישנים והתהליכים הישנים. הרבה מהפיתוחים הטכנולוגיים מראים מאבקים מתישים שנולדו דרך התנגדות עיקשת של הגופים שהיו אמורים להיות התומכים המרכזיים של פיתוח היכולות הללו (כיפת ברזל, אסופה, נשק מדויק מנגד).

המורכבות עצומה והמציאות משתנה בקצב עצום וגם הטכנולוגיות מתפתחות בקצב מהיר מאוד. אנחנו תמיד עושים הערכת יתר של מה שנצליח להשיג תוך 3 שנים והערכת חסר של מה שיושג תוך 10 שנים. הכל יוצר אי

וודאות מובנית ועמוקה ונדרשת סתגלנות וגמישות – חוקרים היום אומרים שהייתה התפתחות עצומה במוח האנושי בשתי תקופות והמחקר המודרני אומר שזה קרה בתנאי אקלים קיצוניים שהעמידו במבחן את יכולת ההסתגלות. מי שמבנה המוח שלו השתנה הוא זה ששרד.

צריך למצוא דרך בה הסדירים יוכשרו ביחד תוך כדי העבודה עצמה בין האיסוף למחקר ולשמור על קירות דקים אם בכלל. צריך להתעקש על גורמים חיצוניים כי הם מפרים מאוד. גוגל מקימה צוותים מגוונים ומכניסה גישות חריגות ואינטגרטיביות וזה מעלה את הפוריות בצורה ברורה. זה לא מהפך נטול סיכונים אבל הוא תרבותי ותפקודי והוא יכול להכניס את הגישה הנכונה.

המערכת עצמה צריכה להיות לומדת תמידית והמשקולת האמיתית של שינוי תרבותי הוא מי שהתרגל לדברים. המציאות של אנשים שמתחלפים כל הזמן היא טובה מאוד ומאפשרת כינון של שינויים בתרבות הארגונית. סוד ההצלחה של 8200 הוא לא גיוס החו"ב שהוא הכלי, אלא יצירת קבוצת איכות מובילה, חדורת דמיון בשירות ערכים שמעניקים משמעות.



# סיוכום הכנס

ר' אמ"ן, האלוף אהרן חליוה

**אני** רוצה לפתוח בדברי תודה לכל חטיבת המחקר, למכון גזית, לאנשי רפאל, ולכל הנוכחים בכנס. אני גם מזמין את כל מי שנמצא פה להעלות דברים על הכתב על מנת לעזור לנו להעשיר ולחדד את המחשבה. אמנם, אנחנו מסכמים כעת יומיים של אירוע שיא של המכון, אך העשייה האיכותית של מכון גזית היא יומיומית ושוטפת, ומשתלבת בתוך כל העשייה הנפלאה של קהיליית המודיעין. הדבר המרכזי שאני לוקח איתי מהכנס הזה, הוא חשיבותה של הטלת הספק, וההכרה בכך שאנחנו לא יודעים הכול, חרף עושר המידע. מדי יום, אנחנו מפספסים דברים, ואנחנו גם טועים, ועלינו להיות מודעים לכך. כעת, ארחיב בכמה מילים על מודיעין, אסטרטגיה וטכנולוגיה, שמלווים

**אחד האתגרים המרכזיים של המודיעין כיום הוא היכולת "לספר סיפור"**



אותנו בכנס אבל גם ביומיום. אחד האתגרים המרכזיים של המודיעין כיום הוא היכולת "לספר סיפור" – מגיעות אלינו כמויות אדירות של מידע, ממגוון מקורות וסנסורים, וככל שכמות המידע גדלה – כך גם האתגר. כיום, כל אחד שנגיש לחומר מודיעיני, ואפילו למקורות גלויים בלבד, יכול "לספר סיפור" בעצמו, וה"סיפור" של כל אחד יכול להיות שונה משל האחר. במסגרת האחריות המוטלת עלינו, אנחנו נדרשים לנסות "לספר את הסיפור", באופן מדויק כמיטב יכולתנו. ה"סיפור" שלי נשען על התמונה המודיעינית שבונים יחד אנשי מקצוע שזו המומחיות שלהם. כאשר אני מציג את תמונת המודיעין למקבלי החלטות, אני לא מייצג את "הסיפור" שלי, אלא את "הסיפור" המק-

## מכון גזית הוא דוגמה טובה לאופן בו ניתן להביא את כלל הגורמים הללו לחדר אחד, ולהפיק את המיטב מכל העולמות.

צועי שבנו אנשי אמ"ן בעמל רב. על כן, ההערכות שאני מציג לגבי העתיד או לגבי מרחבי אי-הידיעה שלנו, אינן "ניחוש" – הן מבוססות על עבודה מקצועית של אנשים מצוינים שביהודא המציאות היא עבודתם. על בסיס תמונת המציאות הזו, ועל בסיס ההערכות שלנו, אנחנו יכולים להציב לדרג המדיני ולרמטכ"ל חלופות והמלצות, בהקשר הנכון ובשקלול הבנותינו את "הצד האדום" ואת "הצד הכחול". איפה אנחנו צריכים להשתפר? אנחנו צריכים להסתייע יותר במידע הקיים במקורות הגלויים, בשיח עם האקדמיה, בשיח עם שותפים וביכולת להתייך טוב יותר את העולמות השונים. יש המון שכל בחוץ, ולא תמיד אנחנו משכילים להשתמש בו בצורה הנכונה. מכון גזית הוא דוגמה טובה לאופן בו ניתן להביא את כלל הגורמים הללו לחדר אחד, ולהפיק את המיטב מכל העולמות. אחת המגבלות שאני מזהה כיום בעולם המודיעין, היא היכולת להעריך

התנהגות של ציבורים. אנשים שואלים אותי – מה קורה במחאות באיראן, עד כה המצב של הציבור ביהודה ושומרון נפיץ, ואני מתקשה להעריך זאת. אני מציע לכולם להיות צנועים בכל הנוגע להערכות אודות התנהגות ציבורים. אני שמח שניתנה לרח"ט

מחקר הפלטפורמה להציג הערכת מודיעין לאומית, בגרסה לא מסווגת. לתפישתי, זה חלק מאחריותו כמעריך הלאומי. אני בוודאי שמח שמי שהציג אותה הוא רח"ט מחקר הנוכחי, כי אין דומה לו בכולת להציג תובנות מעמיקות ו"לספר סיפור". אסטרטגיה נגזרת מן האינ-





בהיבטים המודיעיניים, הצבאיים, הכ"לכליים והטכנולוגיים שלה. זה בולט בכל מפגשי עם מקבילים זרים. עם זאת, חרף ההרתעה והעוצמה, אין די בכך כדי להבטיח שלא נצטרך להתמודד עם הסלמות או מערכות.

המציאות העכשווית מתאפיינת בכך ש"חוסר המציאות הוא המרכיב היציב ביותר". בתוך חוסר היציבות, הדבר הכי חשוב למדינת ישראל הוא שימור היחסים האסטרטגיים עם ארה"ב; איראן תמשיך להעסיק אותנו בממדים השונים ברמה הולכת וגוברת; וצפויים לנו אתגרים בזירה הפלסטינית - יהודה ושומרון, עזה והחיברות ביניהן.

לסיום, אני מזכיר שאנחנו מציינים את שנת החמישים למלחמת יום הכיפורים, ומי שסבור שלא יכולות להיות עוד הפתעות כאלה, לא מבין את מורכבות המקצוע המודיעיני. מודה לכולם על ההשתתפות, וקורא לכם להגיע גם לכנס השנתי הבא של גזית.

טרסים והיעדים הלאומיים שלך, ומכתיבה את הפעולות הנדרשות על מנת להשיג אותם. על מנת לעצב אסטרטגיה, נדרש בירור מעמיק - מה הם האינטרסים של המדינה. התרומה של אמ"ן לעיצוב האסטרטגיה, היא בהצגת "הצד האדום", האויב, וזיהוי הסיכונים וההזדמנויות מולו. חיבור התובנות אודות האויב ל"צד הכחול", יסייע לעצב את האסטרטגיה הטובה והנכונה ביותר עבור המדינה.

אני מתחבר למה שתיאר ראש הממשלה לשעבר, אהוד ברק, לגבי הטכנולוגיה ומה שתיאר מפקד 8200 אתמול - אנחנו צריכים להתארגן אחרת. אנחנו עומדים בפני שינויים טכנולוגיים עצומים, ואנחנו בעיצומו של תהליך אסטרטגי עמוק באמ"ן, שנועד לבחון את הצעדים הנדרשים על מנת להתאים את הארגון לשיוניים. השינוי הטכנולוגי מזמן לנו הזדמנות לשיפור העשייה המודיעינית, ועלינו לנצל גם את ההזדמנות שמציב בפנינו המעבר לנגב - היכולת ליצור סביבה שתתמוך את השינויים הארגוניים.

כמה מילים על הערכת המצב. היום, כשהגעתי לכנס, ראינו את חוף הים. אנשים רבים שיחקו במטקות על החוף, ואני חשבתי שהאנשים הללו נהנים מתחושת ביטחון נהדרת, אך הביטחון הזה אינו מובן מאליו כלל. ההרתעה של מדינת ישראל ושל מערכת הביטחון מול אויבינו היא גבוהה, ומדינת ישראל נתפסת כמעצמה אזורית. היא נתפסת כעוצמתית



הבשורה הטכנולוגית של מכון גזית<sup>1</sup>

# יישומים חישוביים במדעי החברה (Q/CSS) ועולם המודיעין האסטרטגי

## 01 | יישומים חישוביים במדעי החברה - ענף בהאצה

יישומים חישוביים במדעי החברה - Quantitative / Computational Social Science (Q/CSS)

הוא ענף מדעי שחוקר תופעות התנהגות אנושית-חברתית (כגון: תודעה, סכסוכים, קבלת החלטות, שיתופי פעולה) במגוון רמות (אישית, קבוצתית, חברתית, גלובאלית) ומבוסס על גישה שלמה הכוללת תיאוריות חברתיות-תרבותיות, מודלים ומידע.<sup>2</sup> דוגמא לנושא בו עוסקים בתחום זה הוא למשל "איך ניתן לשכנע אנשים לנקוט בפעולה כמו לקחת חיסון?" מחקר כזה מנתח רשת חברתית ומזהה דרך מודל מתמטי לא טריוויאלי מי הם ה"משפיענים" בה ואיך רעיונות מפעפעים.<sup>3</sup>

בצל יכולות מתקדמות טכנולוגיות יחד עם גישה אקדמית גוברת לרב-תחומיות עולם ה-Q/CSS עומד בסימן זינוק בעשור החולף. אלפי מחקרים העושים שימוש בשיטות אלה פורסמו והעיסוק האקדמי בו בכנסים, סדנאות וקורסים ומרכזים אוניברסיטאיים ייעודיים פורח.<sup>4,5</sup>

הזרז לתשומת הלב הגוברת לענף אקדמי זה הוא ההטמעה של טכנולוגיה בחיים המודרניים היוצרת כמות מידע עצומה ונצברת על התנהגות אנושית ומכאן פתח ליכולת הבנה כמותית של מערכות מורכבות ותופעות גלובליות כמו משברים פיננסיים, מהומות אזחיות והתפשטות מגיפות.<sup>6</sup>

העיסוק בתחום הוא בעצם חיבור של ארבע משפחות של טכניקות: (1) **יכולת מידול אנליטית** (לדוגמא: דרך ענפים כמו חקר ביצועים) (2) **מודלים מתצפתים** (לדוגמא: ניתוח סדרות זמן) (3) **טכניקות חישוביות** (לדוגמא: ניתוח רשתות חברתיות או סימולציות מבוססות סוכנים) (4) **וגישות איכות-ניות** (לדוגמא: השערות מתחרות).<sup>7</sup>

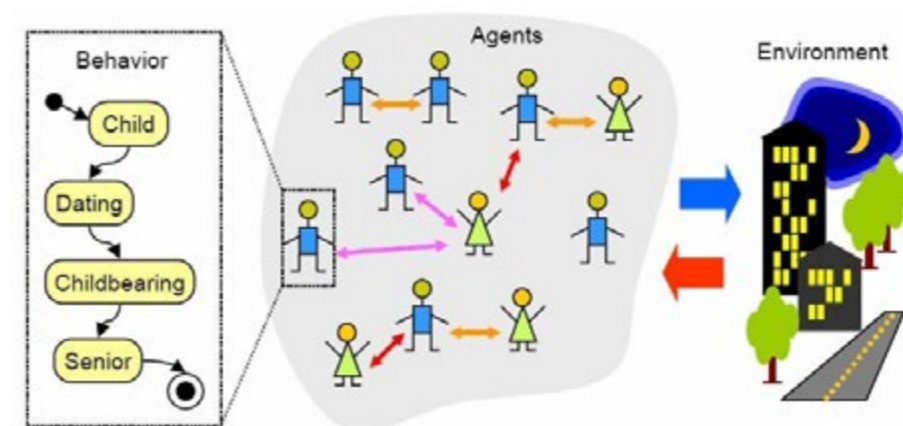
היתרונות לשימוש בכלים אלה הוא בעיקר היותם שקופים ואובייקטיביים, לצד היכולת שלהם לעכל מידע רב ולחשוף בתוכו מורכבויות א-ליניאריות. הווה אומר, מדובר בהזדמנות להתמודד עם הבעיה של ניתוח מערכות חברתיות, המאופיינות במספר שכבות אונטולוגיות<sup>8</sup> עם זיקות וקשרים בכיוונים שונים הנעים מרמות "מיקרו" (פרט) לרמות "מקרו" (מצרף) ולהיפך.<sup>9</sup>

חשוב להדגיש כי התפיסה היא שמדובר בכלים שתומכים מחקר של מומחי תוכן (Domain Experts) ולא מחליפים אותם.<sup>10</sup> אנלוגיה בה השתמש אחד המומחים בתחום כדי להסביר נקודה זו הייתה ש-CSS למדעי החברה היא כמו קרני רנטגן לרפואה - האמצי לא משנה את המטרה של הרופא.<sup>11</sup>

## 02 | האבולוציה של ה-CSS: מסי- מולציות מבוססות סוכנים לעידן נתוני העתק והבינה המלאכותית

כאשר המושג Q/CSS עלה במהלך שנות ה-90' הכוונה המרכזית בשימוש בו הייתה **למידול מבוסס סוכנים**. זאת בגלל שאנשים (סוכנים) הם נושאים מרכזיים של תיאוריות חברתיות. מדעי החברה עוסקים בדרך שבה אנשים חושבים (פסיכולוגיה), מנהלים משאבים (כלכלה), מתייחסים זה לזה (סוציולוגיה), שורטים בעצמם (מדע מדינה) ויוצרים תרבות (אנתרופולוגיה). הפן הקוגניטיבי והפסיכולוגיה החברתית הם רכיבים נחוצים ל-Q/CSS כי הם המקור המרכזי למורכבות ומכאן המפתח למידול מוצלח.<sup>12</sup>

מידול מבוסס סוכנים (Agent based Modelling) היא שיטת סימולציה למערכות מורכבות, שהופיעה כחלופה למידול הקלאסי (אנליטי - דרך משוואות). הזרם המרכזי של העבודות בתחום ממוקד בחקירה מהפרט אל הכלל. הווה אומר, דרך קביעת התנהגות הסוכנים, ניסיון להצביע על דפוסי התנהגות אגרטיביים ובהם: אפליה, אלטרואיזם, הדדיות, שיתוף פעולה, ענישה, היווצרות מוסדות וקואליציות, מנהיגות והיררכיה.<sup>13</sup> דוגמה הממחישה את עיקרון העומד מאחורי מודל מבוסס סוכנים נתונה באיור 1 שלהלן. המודל מכיל את הסביבה (Environment) וסוכנים עם לוגיקה פנימית (behavior) אשר נמצאים באינטראקציה עם הסביבה ובינם לבין עצמם.



איור 1: מבנה עקרוני של מודל מבוסס סוכנים (ABM)

החוקר האמריקני דיוויד לזר ושותפיו מסגרו מחדש את המושג Q/CSS והמיקוד שלו בסימולציות מבוססות סוכנים וחיברו אליו את הפוטנציאל החדש של עידן נתוני העתק. הם הצביעו על כך שהמידע המפורט שקיים על דפוסי התנהגות (למשל שימוש בטלפונים סלולאריים או סיווג תוכן המידע שאנשים צורכים) ועל האינטראקציות בין אנשים (למשל בחילופי שיחות ודוא"ל) נותן לנו מידע עמוק על דינאמיקות ועל אבולוציה של מערכות חברתיות.<sup>14</sup> בתוך כך הם הדגישו כי טכנולוגיות כמו עיבוד שפה טבעי (NLP) מביאות ליכולת מוגברת לארגון וניתוח של כמויות טקסט נרחבות המצויות באינטרנט ובמקורות אחרים. מאז נראה כי העיסוק בתחום הסתעף עוד. כך, למשל, ליכולת לקיים "מעבדות וירטואליות" להפקת דאטה סינטטי לצורך אימון אלגוריתמי למידת מכונה, כתחליף או כתוסף לדאטה אמיתי אשר לרוב הוא יקר וקשה להשגה.<sup>15</sup>

טענתנו היא כי האבולוציה הזו, שקרתה בעשורים החולפים בעולם מדעי החברה, רלוונטית גם לעולם המודיעיני הכמותי ובפרט זה העוסק במודיעיני האסטרטגי.

## 03 | מודיעיני כמותי

מדעי החברה (והרוח) הם התחומים האקדמיים המשייכים (Affiliated) ביותר לתחום המחקר המודיעיני.<sup>16</sup> אבל להבדיל מההתקדמות היחסית הנרשמת בעשורים האחרונים בשימוש בשיטות כמותיות במדעי החברה הרושם הכללי הוא כי הכתיבה המודיעינית<sup>17</sup> נמצאת יותר מאחור. היא נוטה בעיקר לאופי דסקריפטיבי: סקירות ספרות, ניתוח מקרי מבחן ועיבוד מקורות משניים.<sup>18</sup> עצם הרעיון לשימוש בכלי מחקר כמותניים-לוגיים בעולמות של בעיות מודיעיניות ביטחוניות מורכבות (להבדיל מתהליכי כריית ויעול סינון מידע) איננו חדש. הספרות בנושא המודיעיני מעלה מגוון שיטות בעלות פוטנציאל ובהן: ניתוח סמנטי, מודלים הנשענים על חוקי בייס, חשיבה בוליאנית ושרשראות מרקוב, אקונומטריקה, ניתוחים של תורת המשחקים ומודלי עלות-תועלת.<sup>19</sup>

היישומים המוצעים של שיטות אלה רלוונטיים למגוון בעיות מודיעיניות רחבות כגון: התרעה בפני מלחמה, פיגועי טרור, יציבות משטרים או קיומו של נשק אסטרטגי בידי משטרים עוינים.<sup>20,21,22</sup> כך, למשל, כבר לפני כשני עשורים התנסתה סוכנות DARPA האמריקנית ביוזמת פיתוח מודלים כמותניים וחשוביים (Q/CSS) להערכת רמת אי יציבות מדינית לאום ותחזית קדימה של 12-6 חודשים קדימה.<sup>23</sup> בין היתר המודלים נשענו על כריית מידע טקסטואלי שוטף ממקורות גלויים ובהיקף נרחב. מוכרת גם בנייה של מסדי נתונים רחבים בסוגיות קונקרטיות כמו פעילי טרור.<sup>24</sup>

ואולם, כאמור, השיטות שהוזכרו לעיל אינן היום חלק מעמוד השדרה של המחקר המודיעיני. המחקר המודיעיני עיני נשען עודו על יכולת בסיסית של קריאת טקסט ופרשנותו - בהתאם להיכרות עמוקה עם מושא המחקר והבנת ההקשר בו הוא פועל.<sup>25</sup> יתר על כן, ניתן להעריך כי המחקר המודיעיני לא יודע בהכרח גם להשתמש בשיטות הכמותיות באופן אופטימלי. אחת הסיבות העיקריות לכך היא העובדה שבבעיות של המחקר המודיעיני ישנו שילוב וצימוד מורכב בין עולם מדעי החברה/התנהגות לבין העולם הפיסיקלי/לוגי.

ברקע, בשנים האחרונות מתרבה השיח אודות צורך "במהפכה בענייני מודיעיני" (RIA). הוא מונע בראש ובראשונה מהשתנות היכולות הטכנולוגיות. הכתיבה הענפה בסוגיות המודיעיניות ערה היטב לפוטנציאל שבעידן

המידע ובכלי הבינה המלאכותית,<sup>26</sup> אבל הרושם הכללי הוא שהיא פחות עוסקת ביישום כלי ניתוח כחלק מעבודת ההערכה - להבדיל מעבודת איסוף או פיצוח סודות.<sup>27</sup> לצד זאת, הדיון המודיעיני התיאורטי עוסק יותר בממדים פרדיגמטיים ונעוץ בסוגיות מכוונות כגון יצירת ארגון רב-תחומי וגמיש, שינוי מערכת יחסי הגומלין עם צרכנים ובעיות קלאסיות יותר, כגון: התמודדות עם הטיות קוגניטיביות.<sup>28</sup>

## 04 | מודיעיני אסטרטגי כמותי

למכון גזית הוגדרו שלוש משימות: הראשונה, לענות על שאלות מרכזיות של הקהילייה. לפעמים שאלות אלה מכונות "מודיעיני אסטרטגי" כי הן באות מהדרג המדיני והביטחוני הבכיר. לפעמים שאלות אלה עוסקות במגמות ארוכות טווח, "זרמי עומק" חברתיים, כלכליים וסביבתיים או מערכות תחומי ידע וזירות שונים, ומסותכלות על התנהגות קבוצות גדולות - ארגונים וחברות (societies).

המשימה השנייה היא להרחיב מעגלי ידע. הווה אומר לייצר פלטפורמה לשיתופי פעולה עם הקהילייה, עם התעשייה, עם האקדמיה, ועם המגזר הציבורי והפרטי. ההנחה היא שהרעיונות והניסיון הרלוונטיים למעשה המודיעיני מצויים בחלקם הגדול בשדות אחרים מאלו של חוקרי אמ"ן.

המשימה השלישית היא להניב כלים ושיטות שיעשירו וירחיבו את יכולות קהיליית המחקר המודיעיני. משימה זו יכולה ללבוש שתי צורות

רות: נקודתית (צבר פתרונות) או שיתית (פתרון רחבי). בחירה בגישה שיתית מצריכה בסיס רעיוני עמוק יותר ומשאבים בהתאם.

אחרי שנה של פעולה - אנו מציעים כי המכון יעבור לגיבוש גישה שיתית שתהיה רלוונטית למגוון רחב של בעיות, ותציע מספר טיפוסים של ניתוח מתקדם מהמוכר. בלב גישה זו בשלב ההתחלתי שני וקטורים טכנולוגיים מובילים (לצד טכניקות רבות ומגוונות ותחומי עניין) - סימולציות ויכולות ניתוח טקסט מתקדמות - שכפי שראינו לעיל, מהוות למעשה גם את עמודי התמך של היישומים החשובים במדעי החברה.

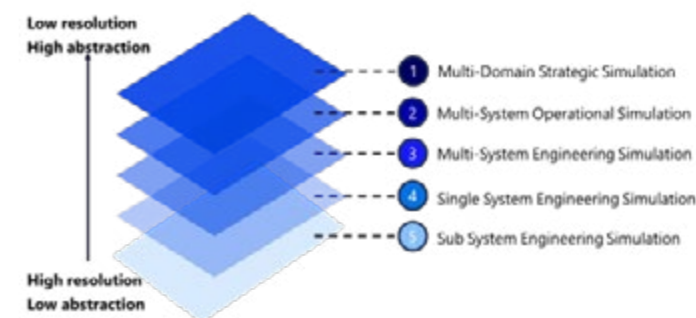
## 05 | סימולציה בשירות בעיות רכות

סימולציות הן דרך לנסות לתאר דינאמיקה מערכתית ואף לחזות את התפתחותה. הווה אומר, תיאור תהליכים באמצעות מידול, על פי רוב סטוכסטי (חזרתי-הסתברותי), המאפשר לערוך ניסויים מרובים.<sup>29</sup> סימולציות כאלה יכולות לכלול תהליך מידול מלא (כל המרכיבים אינם אנשיים) או חלקי (קיים בו שחקן אנושי אחד או יותר).<sup>30</sup>

מקובל להגדיר 5 רמות מידול שונות, כמתואר בפירמידת המידול באיור 2, החל מרמת מידול ברזולוציה גבוהה אשר מתאימה לסימולציה של תתי-מכלולים בעולם הפיסיקלי, דרך רמת מידול ברזולוציה בינונית המתאימה לסימולציה של מערכות, ועד רמת מידול אבסטרקטי ברזולוציה נמוכה



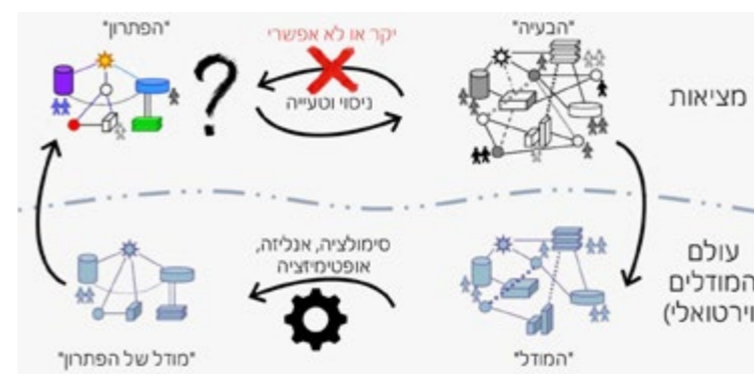
המתאימה לסימולציה אסטרטגית רב-תחומית. ככל שעולים בקומות הפירמידה, כך מושא הסימולציה הינו יותר רחב, רמת האבסטרקציה גדלה והמורכבות החי-שובית פוחתת.



איור 2: פירמידת המידול

**האתגר שלנו הוא לייצר סימולציות בעלות ערך בר-מות הגבוהות של הפירמידה (1 ו-2).** זאת בדומה לעור לם מדעי החברה החישוביים, כפי שתואר לעיל. יכולת כזו יכולה לשמש אותנו במגוון בעיות, כגון התחקות אחר תנועת גורמים במרחב (למשל כוחות משלוח) או בתיר-חוש חילופי אש בין מספר שחקנים, מזירות שונות, באופן רב שלבי.

**מה יהיה הערך בכך? לסימולציות יכולת להמחיש למקבל החלטות מערכות מורכבות ודינאמיות.** ניתוח כזה מאפשר לזהות מבעוד מועד צווארי בקבוק ויחסי גוד-מליון בין משתנים. כמו כן הוא יאפשר לבחון שינוי בהנחות יסוד והשפעתן על המערכת נוכח הרצת תרחישי פעולה שונים. החשיבות המרכזית בכך הוא היכולת להבין בעי-קר התפתחויות לא אינטואיטיביות ולא ליניאריות שמע-רכות כאלה יכולות לייצר כתוצאה מפעולות של מספר שחקנים. תיאור סכמטי של עיקרון השימוש בסימולציות לכדי פתרון בעיות במרחב הוירטואלי נתון באיור 3.



איור 3: תיאור סכמטי של שימוש בסימולציות לפתרון בעיות במרחב הוירטואלי

**בשלבם יותר מתקדמים ניתן יהיה להשתמש בכלי הסימולציה ליישומים מורכבים יותר כמו למידה מחי-זוקים (Reinforcement Learning - RL).** באמצעות טכניקה זו ניתן לאמן מדיניות (Policy) אופטימאלית עבור קבלת החלטות בסביבה דינאמית ומורכבת על-ידי שימוש בסימולציות מרובות. טכניקה זו מוכרת מתחומי קבלת החלטות אחרים: מכירה וקנייה של מניות, הימנ-עות ממכשולים של רכב אוטונומי, ועד הקצאת משאבים במלחמה. הארכיטקטורה הבסיסית של למידה מחי-זוקים, המופיעה באיור 4, נשענת על סוכן לומד באופן איטרטיבי, המוטמע בסביבת הסימולציה ומנסה למקסם פונקציית מטרה ע"י קבלת "פרסים" (Reward) עבור החלטות טובות ו"קנסות" (Penalty) עבור החלטות לא טובות. לשימוש בלמידה מחיזוקים בעולם האסטרטגי יש מספר אתגרים: החל מ"עיצוב פונקציית הפרס" (מהו מהלך טוב?), דרך בחירת הרזולוציה המתאימה לסימו-לציה ברמת מורכבות ועושר מספק, ועד בעיית ההסבר-תיות של החלטות הסוכן המאומן.



איור 4: עקרון הפעולה של למידה מחיזוקים

## 06 | יכולות ניתוח טקסט מורכבות

**גם וקטור זה בולט בעולמות ה-CSS הנוכחיים ובעינינו ניתן להתאימו לבעיות מחקר מודיעיני אסטרט-גיות.** תהליך גיבוש תמונת המודיעין הקלאסי הוא פשוט. קיים קורפוס של מידע רלוונטי, לרוב בתצורה טקס-טואלית (ידיעות, מאמרים, טבלאות). החוקר מסנן אותן (מבדיל בין הערכי לפחות ערכי) ומסווג אותן - על פי זמן, אישים או סוגיות. הוא מגבש מסקנות ותובנות לגביהן דרך דגמים ודפוסים המושפעים מהכרות עמוקה שלו עם התחום (התנהגות מושאי המחקר, מקרה מבחן קודמים/מקבילים או מהימנות החומרים/עדויות).

**הבעיה הקשה ביותר בניתוח טקס-טים במחקר המודיעיני האסטרטגי היא הצורך להתמודד עם כמויות גדולות של טקסט.** החוקר הממוצע יכול לקרוא כמות קטנה יחסית של טקסט (מפאת קוצר זמן ועומס קוג-ניטיבי), והוא נאלץ או להסתפק במ-ספר ידיעות קטן, או להסתמך על הזיכרון שלו או על מידע שבעל פה. בנוסף, יש קושי "לראות בו-זמנית גם את היער וגם את העצים", כלומר לבנות תמונה גלובלית שמתבססת על הרבה פרטים, ולהנגיש לקורא את שתי רמות המידע האלה - הפרטים והתמונה העולה מהם.

**לשיטתנו, המחקר המודיעיני האס-טרטגי מתמקד בישויות ובקשרים שביניהן, וכאמור בתמונת העור-לם העולה מהמיפוי הזה.** במושג "ישויות" אנחנו מתכוונים לישויות במובן הרחב - אנשים, ארגונים, מקו-

מות, תאריכים, וגם סוגיות או נושאים (למשל "הצעת חוק" היא ישות או "משא ומתן" הן ישויות). במושג "קש-רים בין ישויות" אנחנו מתכוונים לתוכן הקשר בין ישויות, וגם זה במובן מאד רחב וכללי. לדוגמה "א' עובד בארגון ב" או "פלוגי תומך בהצעת חוק X".

**אנו טוענים שהסיפור המודיעיני המעניין נמצא בגוף הטקסט שב-תוכו מופיעות הישויות, או בסמך-מאד אליו.**

להלן **דוגמה פשוטה להמחשה,** משפט שיכול למשל להופיע בקטע עיתון:

"If you want to know the motive behind John Smith's attack on DF's ministers, look for the Power Station Deal".

הקורא יכול להבין שיש ציטוט של מי-שהו, שמסביר מדוע איש אחד יצא להתקפה על אחרים. הדובר, מאשים (את ג'ון סמית') בהתקפה מזויפת, מכיוון שיש לו מניע נסתר הקשור לש-חיתות כלשהי.

הפרשנות הזו קלה יחסית לחוקר בקיא, אבל קשה מאד להבנה אוטו-מטית. הדוגמה הזו מבהירה למה אנחנו מתכוונים כשאנחנו אומרים שהמודיעין נמצא בטקסט שמחבר בין ישויות. יש כאן ישויות, וסיפור שקושר ביניהן. בניגוד לקושי של מערכת בינה מלאכותית להבין את הסיפור המודי-עיני, המשימה הטכנולוגית של "גזי-רת" משפטים כאלה מתוך טקסט היא משימה פשוטה יחסית, וכוללת בעיקר יכולת של "חילוץ ישויות".

אנו טוענים שהדרך האפקטיבית לעבד ולנתח כמויות גדולות של

טקסט לצורך מחקר מודיעיני היא בנייה של "מפה" של הישויות המופי-עות בטקסט, עם הקשרים המחברים בין הישויות. מפה כזו הופכת טקסט חופשי (לא מובנה), ומציגה את התוכן שלו בצורה מובנית ונוחה לניווט והב-נה.

על מנת לאפשר ביצוע עבודת מחקר כזו אנחנו מציעים כלים/שיטה מבו-ססי בינה מלאכותית, שיעשו בדיוק את הפעולה הזו: הבניה של טקסט חו-פשי למפה של ישויות וקשרים. הבניה המלאכותית תסרוק בצורה אוטומ-טית את כל הטקסטים שהחוקר בחר **לנתח**, תחלץ מהם את הישויות והק-שרים, ותציג לחוקר מפה שבעזרתה יוכל החוקר לבצע את תהליך בנית הסיפור המודיעיני. היא תאפשר לחו-קר לעשות פעולות רבות על המפה: המערכת תאפשר לחוקר "לטייל" על המפה, להבין אילו קשרים יש לכל ישות, ולנוע מישות לישות.

סיווג או קטלוג ישויות וקשרים יכול לה-תבצע בעזרת כלי NLP מודרניים, וגם בעזרת יכולות מתקדמות של GNN (Graph Neural Networks). אלה בין היתר יוכלו לסייע לחוקר לזהות "תבניות" במפה.

מודל כזה יכול להתאים לסוגי שאלות מודיעיניות שונים כמו למשל תיאור מבנה ארגוני, הבנת תהליכי קבלת החלטות, תיאור מרחב שיח רעיוני, מיפוי שרשראות לוגיסטיות, ועוד.

כמובן ששני הוקטורים שתיארנו אינם מתקיימים בנפרד וללא קשר. ישנם הרבה קווים מחברים בין הטכניקות שהצבענו עליהן. כך, למשל, לוגיקות התנהגותיות יכולות להיות מחולצות

on Problems, Pitfalls and Prospective Solutions. In United States. Department of Defense. United States. Department of Defense.

Wheaton, K.J., Lee, J. and Deshmukh, H., 2009. Teaching Bayesian statistics to intelligence analysts: lessons learned. *Journal of Strategic Security*, 2(1), pp.39-58.

Schrodt, P.A., 1997, August. Early warning of conflict in southern lebanon using hidden markov models. In *American Political Science Association*.

Schweitzer, N., 1978. Bayesian analysis for intelligence: Some focus on the middle east. *International Interactions*, 4(3), pp.247-263.

Popp, R., Kaisler, S.H., Allen, D., Cioffi-Revilla, C., Carley, K.M., Azam, M., Russell, A., Choucri, N. and Kugler, J., 2006, March. Assessing nation-state instability and failure. In *IEEE Aerospace Conference* (pp. 18-pp). IEEE.

Macpherson, A., 2020. Quantitative Intelligence Literature: Are Intelligence Scholars Behind the Curve?. *Journal of Security, Intelligence & Resilience Education (JSIRE)*, 9.

ברון, איתי, "המחקר המודיעיני: ביורור המציאות בעידן של תמורות ושינויים"; עורך: אפי מלצר. תשע"ה, 2015.

Vinci, A., 2020. The coming revolution in intelligence affairs. *Foreign Affairs*.

"סודות" הן שאלות שיש עליהן תשובה ברורה ובדרך כלל מדוייקת, "שמישהו בצד השני" יודע אותה (למשל: כמה רקטות יש לחזבאללה? מי יביצע פיגוע? האם יש מתקן העשרה חשאי באיראן והיכן?). ראה ברון, עמ' 59.

Shapira, I. and Siman-Tov, D., 2022. Israeli defense intelligence (IDI): adaptive evolution in the interaction between collection and analysis. *Intelligence and National Security*, pp.1-20.

Wahsburn and Kress, *Combat Modelling*, 2.

Jeff Appleget, Robert Burks, and Fred Cameron, *The Craft of Wargaming: A Detailed Planning Guide for Defense Planners and Analysts*, Kindle (Naval Institute Press, 2020), 178.

התמ"א היא סיפור מודיעיני על עבר והווה (איפה האויב היה ואיפה הוא נמצא כעת) - המעגן לרוב גיאוגרפית ובזמן. את המונח הזה ניתן לקחת מהשדה הטקטי לשדה המערכתי-אסטרטגי ע"י הבניה של מערכת. ניתוח רשתי הוא סוג של מערכת שטוחה ופתוחה.

הדפ"א הוא כלי המודיעין הטקטי העוסק בהערכה עתידית. הוא הצגה של מנעד הצעדים האפשריים של האויב וסבירות מימושן. הקמ"ן מציג את האפשרויות והמפקד מכריע אל מול איזו אפשרות יש להיערך וכי צד. החיסרון הבסיסי בדפ"א הוא שהכלי מתייחס רק לצעד הבא של היריב. פה לכאורה בא הפתרון של ניתוח תרחישים. התרחיש לוקח בחשבון מספר שחקנים והתפתחויות יותר ממושכת. אלא שניתוח שכזה עדיין חסר דינמיות. לכן, כצעד משלים קיימת בשימוש הפרקטיקה של משחקי מלחמה. זוהי בעצם "המחזה" של שרשרת מצבים שאמורה ללמד על פערים והזדמנויות. ואולם גם למשחקי מלחמה יש בעיות. בסוף הם אנושיים ועל כן יש בהם הטיות. כך, למשל, כאשר המפקד מנהל את המשחק מרבית השחקנים נוטים להתכנס לכיוון שמניין אותו. חיסרון נוסף הוא שמשחק תפקידים איננו חזרתי. מדובר לרוב באירוע (במיוחד כשהוא כולל בכירים) שלא יכול לחזור על עצמו הרבה פעמים. אליה וקוף בה, ודווקא במצבים מורכבים קיימת חשיבות ליכולת לבדוק הרבה הסתעפויות ולסמן את הבעייתיות שבהם.

מכון גזית הוא מיזם משותף של צה"ל מפא"ת ורפאל המשמש כזרוע של חטיבת המחקר באמ"ן לטובת קידום מחקרים מתקדמים, רב-תחומיים, יישומיים ועתירי-מידע. המכון נחנך בדצמבר 2021.

Via, E., 2008, October. Anticipating Rare Events: Can Acts of Terror, Use of Weapons of Mass Destruction or Other High-Profile Acts Be Anticipated? A Scientific Perspective on Problems, Pitfalls and Prospective Solutions. In United States. Department of Defense. United States. Department of Defense.

Guilbeault, D., Centola, D. Topological measures for identifying and predicting the spread of complex contagions. *Nat Commun* 12, 4430 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24704-6>

Lazer, D.M., Pentland, A., Watts, D.J., Aral, S., Athey, S., Contractor, N., Freelon, D., Gonzalez-Bailon, S., King, G., Margetts, H. and Nelson, A., 2020. Computational social science: Obstacles and opportunities. *Science*, 369(6507), pp.1060-1062.

King, G., 2014. Restructuring the social sciences: reflections from Harvard's Institute for Quantitative Social Science. *PS: Political Science & Politics*, 47(1), pp.165-172.

Conte, R., Gilbert, N., Bonelli, G., Cioffi-Revilla, C., Deffuant, G., Kertesz, J., Loreto, V., Moat, S., Nadal, J.P., Sanchez, A. and Nowak, A., 2012. Manifesto of computational social science. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), pp.325-346.

שם, עמוד 78-79.

הכוונה היא לעולם מונחים, הקשרים וההקשרים ביניהם. Conte et al

שם, עמוד 79 <https://www.youtube.com/watch?v=kyZkptxISA8>

Conte et al, p.333

Conte, R. and Paolucci, M., 2014. On agent-based modeling and computational social science. *Frontiers in psychology*, 5, p.668.

Lazer, D., Pentland, A., Adamic, L., Aral, S., Barabasi, A.L., Brewer, D., Christakis, N., Contractor, N., Fowler, J., Gutmann, M. and Jebara, T., 2009. Computational social science. *Science*, 323(5915), pp.721-723.

Conte et al, p.338

Smith, J. (2013). Amateur hour? Experience and faculty qualifications in U.S. intelligence courses. *Journal of Strategic Security*, 6(3). <http://dx.doi.org/10.5038/1944-0472.6.3.3>

במושג זה אנו מתייחסים בעצם לכתיבה על מודיעין שמתפרסמת בפומבי. מדובר בנתונים שנאספו על ידי מקפרסון על בסיס מאמרים שפורסמו בכתבי עת מובילים לענייני מודיעין בארה"ב בשנים 2014-2019. כמובן שאין אלו ניתוחים מודיעיניים ישירים, אך סביר כי הם משקפים גם את המיומנויות של הכותבים שלהם, חלקם הגדול אנשי מודיעין בעבר או בהווה.

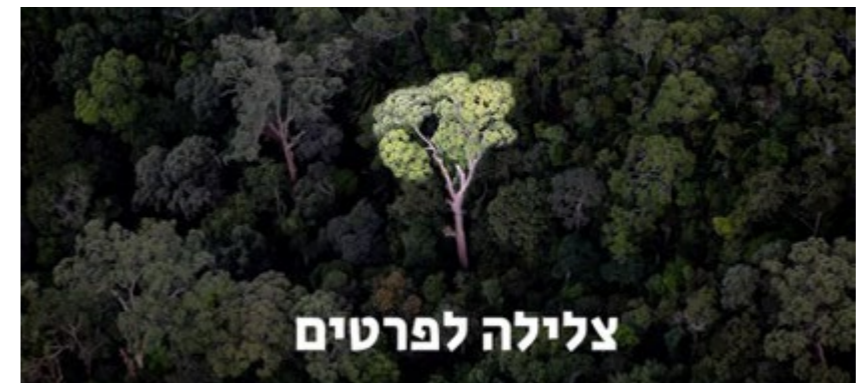
Macpherson, A., 2020. Quantitative Intelligence Literature: Are Intelligence Scholars Behind the Curve?. *Journal of Security, Intelligence & Resilience Education (JSIRE)*, 9.

Via, E., 2008, October. Anticipating Rare Events: Can Acts of Terror, Use of Weapons of Mass Destruction or Other High-Profile Acts Be Anticipated? A Scientific Perspective

סק בעתיד או במה שיכול להיות - אנחנו רוצים להביא את רעיון הסימולציה. כלי דינאמי וחזרתי לתרחישים. כזה שיאפשר לנו ללכוד התפתחויות א-ליניאריות ולעבור על מספר רב של מצבים אפשריים. גם פה, אין באמור התנכרות לפרקטיקות חשובות כגון כתיבת תרחישים או משחקי מלחמה, אלא כלי שנארג בתוך התהליכים הללו ועוצמתו נגזרת מהיכולת לשקלל הרבה אינפורמציה, לבדוק הנחות יסוד ע"י קליברציה מתמשכת, להתעדכן בקלות ולבצע באמצעותו ניסויים.

**הבשורה איננה בטכנולוגיה עצמה, אלא בכך שיכולות טכנולוגיות מסוג זה עד היום נותבו באופן שונה ממה שאנחנו מציעים.** היכולת הטכנו-

לוגית עד היום מוקדה לניתוח מידע באופן מאוד רדוקציוני. העניין דומה להסתכלות על עץ בודד בתוך יער עבות. המודיעין יישם יכולות טכנולוגיות כדי לאתר עניינים נקודתיים בוערים: מחבל, תשתית, פעולה או אתר. הוא פחות יושם כדי לראות שלם "משק", "צבא/ארגון", "חוג חברתי", "עדה". כל אלה היו נחלתו של מומחה תוכן.



**הזווית שאנו מציעים עוסקת ביער ובאותה מידה בעץ הבודד.** אנחנו שואפים להרכיב ממידע רב תמונת מודיעין אויב רחבה ולנתח אותה כדי להפיק משמעויות אסטרטגיות ובאותה מידה לדעת לצלול לעניין בודד או קבוצה של נושאים בתוך המכלול. העניין מאוד מזכיר את אותו חיבור בין **מיקרו ומקרו** ובין הסתכלות על הכלל והפרט שהספרות של יישומים חישודיים במדעי החברה סימנו כעניין מרכזי.

מתוך תשתית ניתוח הטקסט ולהיות מוזנות כלוגיקה של סוכן בסימולציה. באותו אופן אלגוריתמים המצויים בתשתית ניתוח הטקסט יכולים לעמוד לניסוי בסביבה סימולטיבית.

**07 | מה מאחורי המספרים?**

בין שני העניינים שתיארנו: סימולציות וניתוח טקסט לטובת מודיעין אסטרטגי, המופיעים גם כיישומים חישוביים מרכזיים במדעי החברה יש גם קשר רעיוני עמוק יותר. הם עוסקים ברצף המודיעיני המסתכל פעם אחת על **ההווה** - ופעם אחת על **העתיד**. צורת העמדה אחרת היא שבהרבה מובנים בליבת רעיונות אלה עומדות צורות מתקדמות של ניתוח: **תמ"א** (תמונת מודיעין אויב) אסטרטגי<sup>31</sup> ו**דפ"א** (דרכי פעולת אויב) אסטרטגי<sup>32</sup>. לעולם **התמ"א האסטרטגי** - העוסק בהווה או "בישנו" - אנו רוצים להביא תו"ל מחקרי המבוסס על כלי NLP ומחקר רשתות על גרפים. לא מדובר בהפקעת יכולת הסיפור מהחוקר האנושי. הבינה האנושית תדע לספר סיפור יותר מוצלח. זאת ועוד, ישנם מקרים גם שלא נדרש כלל סיפור רחב שהמכונה תצמיח. היתרון של השיטה שאנו מציעים יהיה בעיקר כאשר יהיה צורך ללמוד מהר תחומים חדשים רחבים בהם אין ידע מוצק קודם, או במקומות בהם נוכל לאתר צירי עלילה אחרים או מנוגדים לידע המוכר בנושא. לעולם **הדפ"א האסטרטגי** העו-

במסגרת כנס גזית 2022 נערכו שלוש סדנאות מקצועיות אשר התמקדו בנושאים שונים: בכלכלה התנהגותית, בסימולציות ובעיבוד שפה טבעית.

הסדנאות הובלו ע"י גורמים מקצועיים בכירים בתחום:

**עיבוד שפה טבעית**  
**פרופ' יואב גולדברג**  
(מומחה ל-NLP ומרצה במחלקה למדעי המחשב באוניברסיטת בר-אילן)

**סימולציות**  
**ד"ר תומר רוקיטה**  
(מנהל טכנולוגי במכון גזית, ולשעבר ראש תחום סימולציות ואופטימיזציה רב-מערכתית ברפאל)

**כלכלה התנהגותית**  
**פרופ' טליה מרון-שץ**  
(מומחית בקבלת החלטות ומרצה בקריה האקדמית אונו, דוקטורט תחת זוכה פרס נובל דניאל כהנמן)

מטרת הסדנאות הייתה לשמש במה להצגה ודיון של מגוון גישות מחקריות חדשניות, לברר פוטנציאלים שניתן למנף מהשדות המחקריים הללו לטובת מחקר מודיעיני אסטרטגי ולסמן גורמים איתם ניתן לשתף פעולה. הסדנאות הורכבו מצוותים של אקדמאים בכירים, אנשי רפאל, קהיליית המודיעין ומגזר פרטי.

# סיכום סדנאות מקצועיות

# מה בין כלכלה התנהגותית למודיעין האסטרטגי?

בהובלת פרופ' טליה מירון-שץ - המכללה האקדמית אונו

פתיחה

פרופ' טליה מירון-שץ

מטרת הסדנה הינה לדון בשאלה - האם וכיצד הכלים הכלים והידע של תחום הכלכלה ההתנהגותית עשויים לשרת את עולמות המחקר המודיעיני-אסטרטגי וההשפעה? כלכלה התנהגותית היא חקר ויישום האופנים בהם אנשים חושבים, שופטים את המציאות, מקבלים החלטות ומונעים לפעולה. הנחת המוצא המרכזית בתיאוריות השולטות בתחום גורסת כי אופנים אלו אינם מתכתבים עם "מרשם" ידוע או מוגדר מראש, או בהכרח רציונאליים ולכן יש צורך לעשות שימוש בכלים ייעודיים על מנת להבין ולאפיין אותם. בהקשר זה חשוב להדגיש כי הגישות והכלים המחקריים מעולם הכלכלה ההתנהגותית מסייעים לא רק בטיוב ודיוק ההבנה של איך אנשים חושבים, אלא גם איך ניתן להשפיע על אופני החשיבה, עיצוב העמדות כלפי סוגיות שונות ותהליכי קבלת ההחלטות שלהם.

מה מניע אנשים לפעולה?

הספרות של כלכלה התנהגותית מזהה שתי מערכות מרכזיות המעצבות את אופני החשיבה האנושית:

1. System 1 - מערכת המתאפיינת בחשיבה מהירה הנשענת על מעט מידע והרבה רגש.
2. System 2 - מערכת המתאפיינת בחשיבה מעמיקה וארוכה, הנשענת על המון מידע ונתונים אובייקטיביים.

ככלל, המערכת הראשונה (System 1) היא השכיחה ביותר. במערכת זו, הנחת העבודה המרכזית הינה כי תהליכי קבלת ההחלטות של בני אדם אינו מתאפיינים בחשיבה מעמיקה או ארוכת טווח. במקום זאת, בני אדם נוטים לחשוב על הסוגיות שלפניהם ולקבל החלטות מהר בהקשרן. בתהליך קבלת ההחלטות שלהם אין להם עניין או צורך בכמויות מידע גדולות מדי, אלא דווקא במידע תמציתי ותכליתי. בנוסף, בני אדם נוטים לחשוב באופן מאוד סובייקטיבי על דברים (גם כשרוצים להאמין אחרת) ולכן הנטייה האנושית השכיחה הינה לקבל החלטות ה"מיוחסות", או נתמכות, על ידי מומחים "האחר" (שהינו בר-סמך או בעל ידע בנושא הנדון).

דוגמה בולטת ואקטואלית לפעולה אנושית על בסיס System 1 ניתן למצוא באירועי המחאה האחרונים באיראן (2022). המחאה באיראן זכתה לשם קליט: "מחאת החיג'אב", הקשור בטבורו לסיפור האישי של הצעירה (מהסה אמיני) שסירבה לעטות חיג'אב ונהרגה על ידי משטרת המוסר של כוחות ביטחון הפנים

האיראניים. האירוע עורר המון רגש בקרב הציבור האיראני (משכבות גיל שונות).

לצד זאת, קיים פער בין מה שאנשים חושבים לבין מה שהם עושים בפועל. פער זה נובע מקיומן של גישות סותרות המניעות ומעצבות את מערכת התפיסות והערכים של בני האדם. חוקרי כלכלה התנהגותית טוענים כי כל הצגה של מידע תשפיע באופן שונה על אופן ההבנה האנושית אותו ובהתאם עשויה להניע אנשים לנקוט פעולה אחרת, או השונה מאופן החשיבה אודותיו. לאור זאת, הם טוענים שלטובת השפעה על תהליך החשיבה וקבלת ההחלטות של בני האדם יש צורך בשינוי **ארכיטקטורת הבחירה שלהם**.

לטובת עניין זה ניתן לנקוט בשתי גישות פעולה:

1. **גישת ה- Boost** - גישה זו מדגישה את הצורך בשיפור אופן הצגת המידע אליו חשופים בני האדם. כלים אלו נשענים בעיקר על העברת מסר פשוט וברור, עם חיבור ל"סיפור אמיתי", באופן המעורר הרבה רגש וזיקה למציאות קיימת ומוכרת.
2. **גישת ה- Nudge** - גישה זו מדגישה את הצורך ב"דחיפת" האנשים "בעדינות" לעבר ההתנהגות "הרצויה" באמצעות מעט מידע, פניה אישית ובזמן אמת. חשיפת המידע וחיבורו האישי לבני האדם צריכים להיעשות בצורה ברורה ותכליתית. המשותף לשתי דרכי פעולה אלו הינו שתיהן צריכות להתקיים **ולמעשה**

**לאורך זמן**. האפקט לא יהיה מיידי. לכן, **נדרש לתכנן אסטרטגיית פעולה לטווח הארוך** (רלוונטי בעיקר לעולמות ההשפעה).

## הרצאה 1

### כלכלה התנהגותית במודיעין מכון גזית

בבואנו לבחון את היתכנות (ותרות) החיבור בין כלכלה התנהגותית למחקר המודיעיני-אסטרטגי, ניתן להצביע על מספר מרחבי השקה פורטנציאליים:

1. **התנהגות אוכלוסייה בחירום** - השאלות העומדות בבסיס תחום עיסוק זה הינן: מה מעצב ומשפיע על תהליכי קבלת ההחלטות של אוכלוסיות הנדרשות להתמודד עם אירועי חירום? מה יעודד או ימנע מאנשים להתפנות ממקום

מגוריהם ולחפש מחסה? לאן אנשים יטו להתפנות בעת חירום? שאלות אלו חשובות למחקר המודיעיני-אסטרטגי, בין היתר, בשל תרומתן לטיוב ההבנה של התנהגות קולקטיבים, יחסי חברה-מדינה ויצירת מטרות, משך מערכה צבאית ועלויותיה, לגיטימציה ועוד.

2. **מחאות, מהפכות ואקטיביזם זם חברתי** - השאלות העומדות בבסיס תחום עיסוק זה הינן: מה מניע אנשים לצאת למחאות? מה התנאים שביניהם מחאות מצליחות או נכשלות בהשגת מטרתן? איך ניתן להעביר מסרים שביכולתם להשפיע על התנהגות של קבוצות וציבורים בהקשרי מחאות? מה המכנה המשותף בין תופעות של אקטיביזם חברתי בהקשרים, זמנים ומיקומים שונים? איך ניתן להעריך את



ההשפעה של אקטיביזם חברתי על יציבות משטרית? שאלות אלו חשובות למחקר המודיעיני-אסטרטגי, בין היתר, בשל תרומתן לטיוב ההבנה של התנהגות קולקטיבים, יחסי חברה-מדינה ויצירת מטרות.

3. **סימולציות** - סימולציה היא דימוי וייצוג של מציאות מורכבת, על סך האינטראקציות בין הרכיבים המתקיימים ופועלים בה. השימוש השכיח ביותר בכלים סימולציה לטייפים משרת אופטימיזציה של תהליכים ו/או למידת ואפיון דפוסי פעולה של יחידים/קבוצות. החיבור בין סימולציות לבין כלכלה התנהגותית עשוי לאפשר "הקמת מעבדה" המאפשרת אפיון וניתוח דפוסי פעולה של בני אדם (יחידים וקבוצות כאחד) באופן חזרתי ושיטתי והסקת מס-

קנות עבור קבלת החלטות ותכנון אסטרטגי. דוגמה מרכזית לסימור לציות בעולם המודיעיני-אסטרטגי הינה משחקי מלחמה. הטמעת הסימולציה במשחק מלחמה עשוי לאפשר זיהוי וזיקוק הטיות תפישתיות מובנות; שימוש בחשיבה אמוציונאלית (ולא רציונלית); ועוד.

## הרצאה 2

### העדפות זמן

#### פרופ' מוסי רוזנבוים - אוניברסיטת בן גוריון

במסגרת חקר תהליכי חשיבה וקבלת החלטות של בני אדם, נכון לזהות ולאפיין את העדפת הזמן שלהם. מדוע העדפה זו חשובה? הנחת העבודה הרווחת בספרות הינה כי כל החלטה (בעיקר בעולמות הפיננסים, אך לא רק) מערבת אינטראקציה בין זמן וסיכון.

ככלל, הספרות מאפיינת העדפת זמן כתופעה סובייקטיבית בעיקרה, המושפעת מהאינטראקציה בין שני משתנים מרכזיים:

1. העדפות סיכון - ככלל, בני אדם נוטים להיות שונאי סיכון.
  2. אימפולסיביות - היכולת לדחות סיפוקים (הנחת העבודה בהקשר זה הינה כי דחיית סיפוקים מובילה להישגיות גבוהה יותר).
- בני אדם פועלים לפי דומיננטיות ברורה של תפיסת הווה ("אכול ושתה כי מחר נמות"). המחר נתפס כלא ודאי ולכן מעדיפים לפעול (הן ברמת ההחלטה והן ברמת הפעולה עצמה)

בהווה. עם זאת, ישנו חוסר עקביות בהעדפות הזמן של אנשים. למשל, מחקרים שנעשו בחברה הערבית העידו על תפיסת סיכון גבוהה מדי והעדפות זמן שונות לחלוטין מהעדפות החברה הישראלית או המערבית וכנראה שיש משקל למשתנים מתעריבים (כגון תרבות, הקשר).

המחקר מצביע על מספר משתנים מרכזיים המשפיעים על העדפות הזמן של בני האדם. ביניהם, משתני השכלה, גיל, תעסוקה והכנסה. ככל שהשכלה וההכנסה של בני האדם גבוהות יותר, כך הם נוטים להעדיף להחליט ולפעול בהווה. בנוסף, מבורגים זהו כמעדיפי הווה יותר מאשר צעירים.

בניסיון להבין האם ניתן להשפיע על העדפות הזמן של אנשים, חוקרי כלכלה התנהגותית טוענים שהכלים שבידיהם עשויים לסייע בכך. זאת, בעיקר באמצעות:

1. **Priming** - בולטות. כלי זה מיועד להנדוס החשיבה האנושית לטובת העדפת זמן מסוימת, תוך הבלטת זרזים ייחודיים המאפשרים מסגור ייעודי לסוגיה העומדת על הפרק.
2. **ויזואליזציה** - שימוש בתמונות מוחשיות המעבירות את המסר בצורה ברורה ומהירה. בהקשר זה, הודעות SMS למשל "מפריעות" לתהליכי קבלת ההחלטות ומטות את האנשים להעדיף הווה על פני עתיד. בנוסף, מחקרים מראים שככל שיש יותר עומס קוגניטיבי (ריבוי "רעשי רקע", לחץ ואילוצים) אנשים נוטים להיכנס למצב של "הימנעות"

מהחלטות ולהעדיף יותר את ההווה. סוגיית העדפת הזמן עשויה להיות רלוונטית למחקר המודיעיני-אסטרטגי גי בעיקר, אך לא רק, בהקשר בחינת תפיסות הסיכון של מנהיגים (וציבורים), קבלת החלטות שלהם בהקשר רי אירועי הסלמה מול אויב חיצוני או פנימי, וכמו כן, בהקשר חקר ציבורים ואוכלוסייה (יציאה למחאות, הפרות סדר וכו').

## הרצאה 3

### יצירתיות וחדשנות

#### פרופ' ינקו גולדברג - אוניברסיטת רייכמן

יצירתיות הינה תכונה "מבוקשת" ומוערכת בקרב תחומי עיסוק שונים. עם זאת, לצד מרכזיותה הקונספטואלית, ניכרת בעייתיות אנליטית בעניינה. כך, בניגוד לאינטואיציה, או הקוספציה שהתקבעה לאורך השנים, ביצירתיות ישנה חוקיות מסוימת וברורה. לפיכך, היצירתיות אינה נמצאת, ע"פ רוב, "מחוץ לקופסה" כי אם בתוכה.

בעוד מחקרים משנות השבעים אימצו וקידמו את הטענה לפיה יצירתיות הינה ההיפך מקיבעון, לא רק שקיבעון הינו תופעה דומיננטית ושכיחה בהתנהגות ודפוסי החשיבה של בני האדם, גם ביצירתיות יש דפוסים "קובעים" החוזרים על עצמם ונשמעים לחוקיות מסוימת.

קיבעון הינו הנטייה לעשות את אותו הדבר שוב ושוב מפני "שכך עשינו בעבר" או לא לעשות משהו מפני שמעולם לא עשינו אותו קודם לכן. בהקשר זה, לא רק זו שיצירתיות אי-

ננה ההיפך מקיבעון, אלא שהיא לא מתקיימת בלעדיו. הטענה שאם נצא "מחוץ לקופסה" נפתור יותר בעיות מעולם לא נבדקה או אוששה. מחקרים דווקא הראו ש"סיעור מוחות" מקטין את כמות הרעיונות ומפחית את היקף ואיכות הביצועים.

בהתאם לכך, חוקרים מתחום הכלכלה התנהגותית מקדמים את הטענה כי צריך לחשוב "בתוך הקופסה" או בתוך "עולם סגור". מציאות ביטחונית מייצגת "עולם סגור" כזה, המתאפיין באילוצים ומגבלות שדווקא הם - בניגוד לאינטואיציה - משחררים את הדמיון, דוגמת אלתור נוכח משאבים מוגבלים.

איך מעודדים יצירתיות? ע"י סדרה של מניפולציות פשוטות על ממדים קיימים של הבעיה. כך, למשל, ניתן ליצור זיקה בין שני מימדים של מוצר - צבע של עטיפת המוצר ישתנה כאשר הטמפרטורה בתוכו תעלה. הזיקה הזו תייצר לנו ערך חדש (למשל, נדע אם כוס שתייה היא חמה, או תרומת דם ראויה לשימוש).

**הרעיון תקף גם לבעיות ביטחוניות.** למשל, מוכר סיפור היסטורי של מלחמה בין המונגולים להודים. למרות סדר כוחות עדיף של ההודים, המונגולים הצליחו להפוך ממד עוצמה של ההודים (פילי מלחמה) לאבן הנגף שלהם. פירוק הממדים של הבעיה שלפתחנו תאפשר לנו יצירתיות בעיצוב מרחב המענה והפתרון שאנו בונים עבורה. בהקשר זה, משאב של חסרון יכול להגיע ולהיות כמשאב של פתרון. לסוגיית היצירתיות רלוונטיות וחשי-

בות למחקר המודיעיני אסטרטגי, למשל דרך חשיבה על **תרחישים, תכניות והפתעות** באופן שיטתי.

## הרצאה 4

### קהילות דיגיטליות

#### ד"ר ניב דובר - האוניברסיטה העברית

#### אחת הפלטפורמות המרכזיות לחקר תהליכים קולקטיביים (קבוצתיים) היא קהילות דיגיטליות.

המרחב הדיגיטלי, במובנים רבים, הוא ההווה והעתיד. יש המון מידע "שמסתובב" באינטרנט לאורך זמן ובצורה מפורטת - שבאמצעות ניטור ועיבוד שלו ניתן לבנות מענה לשאלות כגון: איך אוכלוסייה תפעל בסיטואציות מסוימות; מה מאפיין קבוצות מסוימות, מה מניע התגבשות והתנהגות של קבוצות, מה הופך קבוצה לחזקה או חלשה (קבוצה יכולה להיות עדה, מגזר, אליטה, מפלגה, ארגון וכו') ומהם הגורמים שיכולים להוביל לפירוק או חיזוק של הקבוצה.

**חקר התנהגות או תהליכי קבלת החלטות של קבוצות נשען, בין היתר, על הספרות המחקרית העוסקת בקהילות - הקמתן, מאפייניהן, דינאמיקה שלטת ומעצבת וכדומה.** חוקרי כלכלה התנהגותית, מייחסים חשיבות גדולה למאפיינים האישיותיים של מובילי קהילות דיגיטליות על השרידות וההצלחה שלהן לאורך זמן. מחקרים מראים כי ישנה קורלציה ברורה בין מאפיינים אישיותיים ייחודיים של מנהיגים לבין סיכויי ההצלחה של הקהילה אותה הם

מובילים.

**כלים אנליטיים לחקר מאפיינים של קהילות בראי מנהיגיהן טומנים בחובם פוטנציאל משמעותי למחקר המודיעיני האסטרטגי, בעיקר בכל הנוגע לחקר ארגוני טרור ו/או שחקנים תת-מדינתיים** (בניתוח הדינאמיקה והקורלציה שבין מאפייני המנהיגים שלהם לבין קהילות התומכים/פעילים בהם).

בהקשר זה, ישנם כלים ייעודיים המאפשרים ניתוח וניבוי אישיות מטקסטים. אלה מעניקים לחקר הקהילות (בעיקר הדיגיטליות) קפיצת מדרגה איכותית ומשמעותית. בנוסף לכך, לצד כלים אלו יותר ויותר חוקרים מפתחים ומיישמים כלים אנליטיים המזהים ומכמתים רגש (emotional detection), המהווה משתנה מפתח בתהליכי קבלת החלטות ובהנעה לפעולה אצל אנשים יחידים ו/או קבוצות. שימוש בכלים אלו יכול להיות אפקטיבי בחקר התנהגות קולקטיבים.

לכל אלו רלוונטיות למחקר המודיעיני-אסטרטגי, בעיקר בפרויקטים המבקשים לאפיין חוסן של קהילות וארגונים, או שיח ציבורי למול סוגיות מסוימות (קהילות ברשתות חברתיות) ועוד.

ישנו צורך בחיבור הכלים של כלכלה התנהגותית למחקר המודיעיני. הוא טען כי לכל מחקר יש מגבלות והיכולת להישען על היתוך של עולמות ידע (מחקרים קיימים, נתונים גלויים ומידע מודיעיני) הוא חשוב כדי לייצר התקדמויות.

# סימולציות בכל מקום (וגם במודיעין)

בהובלת ד"ר תומר רוקיטה - רפאל ומכון גזית

פתיחה  
ד"ר תומר רוקיטה

סימולציה היא דימוי וייצוג של מציאות מורכבת והאינטראקציות בין הר-כיבים בה. הסימולציה מוכרת מזה מאות שנים - מצביאים רבים השתמ-שו בסימולציה (כאשר ארגז חול מייצג את השטח, וכלים שונים מייצגים את הכוחות הלוחמים) כדי לתכנן קרבות עתידיים. במאה ה-20 התפתח תחום הסימולציה באופן משמעותי עם הופ-עת מודלים מתמטיים ואפשרות השי-מוש במחשב.

סימולציות יכולות להתקיים ברמות ורזולוציות שונות - מסימולציה של תת-מערכת הנדסית (לדוגמה - כיצד יפעל מכלול במערכת נשק) ועד לסי-מולציה אופרטיבית (לדוגמה - אינ-טראקציות בין כוחות צבאיים בשדה קרב) וסימולציה אסטרטגית (לדוגמה - יחסי חוץ בין מדינות).

ניתן להצביע על מספר יישומים רל-וונטיים לסימולציות בעולם המודיעין:

**1. המחשה של מערכות דינאמיות** מורכבות החל מזיהוי צווארי בקבוק ויחסי גומלין, דרך תכנון

ובחינת דפ"אות, ועד העלאת תרחישים ומצבי מציאות עתי-דיים שונים. לדוגמה - סימולציית שרשראות אספקה (עבור זיהוי צווארי בקבוק ותכנון).

**2. מעבדה וירטואלית** - סימולציות מאפשרות לבצע ניסויים בסבי-בה וירטואלית, כתחליף או השל-מה לניסויי שטח. כך נוכל לממש בסימולציות ניסויים שאין ביכול-תנו לבצע במציאות מסיבות שו-נות - עלויות, מורכבות, סודיות או נגישות (לדוגמה - ניסויים המער-בים את האויב ויכולותיו). בנוסף, נוכל להפיק מניסויים אלו דאטה סינטטי - נתוני פלט, בהם נוכל להשתמש (עם מגבלות) לצרכי מחקר ופיתוח, ואף לאימון מוד-לים מבוססי למידת מכונה.

**3. פלטפורמת אימון למקבלי הח-לטות** - נוכל להשתמש בסימול-ציות עבור ייצוג צד אדום, ובכך לאמן גורמי צד כחול בחיכוך מול צד אדום (טקטי, אופרטיבי או אסטרטגי). בתוך כך, המודיעין נדרש עבור אפיון צד אדום בסי-מולציה (לדוגמה - סימולציית דינמיקה של הסלמה, סימולציית מו"מ מדיני).

**4. גיבוש דרכי פעולה מיט-ביות** - ניתן ליישם בסימולציה מודל של למידה מחיזוקים (Reinforcement Learning), אשר באמצעותו סוכן סימולטיבי לומד מדיניות אופטימאלית תוך התנסות חזרתית בתרחישים מורכבים רבי-משתנים ובעלי אי-וודאות. חקר המדיניות האופטי-

מאלית יאפשר לנו ללמוד אודות דרכי פעולה מיטביות למול בעיות שונות, ולהיעזר בהן בתה-ליכי הערכה וקבלת החלטות.

**5. כלי תומך להערכות מודיעין** - ניתן להיעזר בסימולציות לטובת גיבוש הערכות מודיעין, וזאת על בסיס בחינת התרחישים להם נר-געת ההערכה. יש לזכור כי הסי-מולציה היא כלי עזר - ולא מגדת עתידות.

## הרצאה 1 פינוי אוכלוסייה בסביבה עירונית צפופה חוקרי מכון גזית

פינוי אוכלוסייה היא סוגיה שמשפי-עה על חיי אדם רבים במקרי חירום, בדגש על מלחמות ואסונות טבע. על כן, יש חשיבות לתכנון אופטימלי של פינוי האוכלוסייה במקרי חירום, לצד כלים שיאפשרו יישום מיטבי של תכ-ניות אלו ובקרה עליהן.

פותח מודל סימולטיבי מסוג ABM - (מידול מבוסס סוכנים agent based modelling) לתכנון פינוי אוכלוסייה מתא שטח נתון בקנה מידה גדול כדי לזהות צווארי בקבוק, לתכנן את יעדי ונתיבי הפינוי, ולתזמן את הוראות הפינוי. המודל הוצג על פינוי אוכלוסייה בקייב על רקע המל-חמה בין רוסיה לאוקראינה ומאפשר הערכות של פינוי אוכלוסייה בתרחי-שי מלחמה לטובת התאמת התכניות האופרטיביות (בהגנה ובהתקפה).

הערך המוסף במודל שהוצג הינו ייעול החישוב - ממשך הרצה של

יומיים (עם האלגוריתם המקובל \*A) למשך הרצה של 15 דק' (ע"י שימוש ב-Reverse Dijkstra) שינוי זה מאפ-שר לקבל החלטות בקבועי זמן קצרים יותר, ולבצע ניסויים רבים שיאפשרו לבחון ולשפר את תכנון הפינוי. קיים אתגר בתיקוף המודל - הן מב-חינה פיזיקלית, והן מבחינת התנהגות הסוכנים בו (שכן מדובר במודל מסוג ABM) ולכן מתבצעים כעת ניסיונות לתקפו ע"ב מקרי בוחן רלוונטיים. בהמשך נדרש לבחון כיצד להטמיע את השימוש בו במערכת הביטחון.

## הרצאה 2 דימוי התנהגות מבוססת תו"ל בסימולציה ברזולוציה גבוהה בגי-שה לא קונבנציונלית יובל זילברוסר - IFEL

בסימולציה ניתן לדמות מציאות וכך גם התנהגות אנושית. בעולם המודי-עין ההתנהגות הרלוונטית ביותר היא של צד אדום. הסימולציה שהוצגה מראה התנהגות גורמי הפעלת הכוח בצד אדום - מהחייל הבודד ועד למס-גרות פיקוד ושליטה המכילות חיילים רבים - על בסיס הבנת התו"ל של היריב.

סימולציות אלו יכולות לאפשר להע-ריך כיצד האויב עשוי לפעול בתרחי-שים שונים, ולבנות למול זאת תו"ל צד כחול שיהיה האפקטיבי ביותר בחיכוך. בנוסף, סימולציות אלו יכר-לות לאפשר הבנה טובה יותר של חתימות הפעילות של צד אדום - ועל בסיס זאת לתכנן טוב יותר את האופן בו מבוצע איסוף מודיעין על כוחותיו

- בדגש על ויזינט וסיגינט. כמו כן, הן עשויות לאפשר טיוב של מודלי ההת-רעה עבור פעילויות שונות של צד אדום. דימוי מלא של התנהגות יחידות בסי-מולציה, בדגש על יחידות אויב, נדרש לכלול הן היבטים אופרטיביים כגון היערכות, תמרון, אש, חבלה וכיוצא בזה, והן היבטים תקשורתיים/סיגי-נטיים (תקשורתיים בראיית האדום, סיגינטיים בראיית המודיעין הכחול) כגון קיום שיחות בין בעלי תפקידים ברשתות קשר רדיו טקטי ובאמצעים אחרים. אוטומציה בדימוי סימולטיבי של התנהגות יחידות על בסיס תו"ל/דוקטרינה נדרשת כדי לגשר על הפער שבין דרג היחידות הנשלטות באופן ישיר על ידי המשתמשים, לבין דרג הישויות האלמנטריות המיוצגות בסימולציה. לדוגמא: משתמש פוקד על פלוגת חי"ר סימולטיבית אדומה לבצע הגנה בגזרתה כנגד מאמץ התקפה כחול בשני צירי התקדמות צפויים. הפלוגה נדרשת להפעיל באופן אוטומטי את יחידות המשנה שלה - מחלקות המכילות כיתות/חור-ליות המכילות לוחמים, כלומר ליישם את תו"ל ההגנה התקף לצבא אליו משתייכת הפלוגה על המקרה הקונ-קרטי, תוך התחשבות במאפייני זמן ומרחב, כוחותינו ואויב.

**הפתרונות המקובלים** (להלן "הגי-שה הקונבנציונלית") למימוש הת-נהגות אוטומטית/אוטונומית של ישויות בכלי מדף מסוג מחוללי זירה לסימולציה מבוזרת ומנועי משחק פופולריים, מבוססים על מימוש תכ-נותי של התנהגות בשפה פרוצדור-

לית (לרוב שפת script בעזרת מודל זרימה המיוצג באופן גרפי - לרוב על בסיס עץ התנהגות. גישה זו מאפש-רת חופש מקסימלי - אולם יש לה גם חסרונות.

בהרצאה תוארה **גישה חליפית** לני-סוח התנהגות אופרטיבית וסיגינטית, המיושמת בממר"ז (מאמן מפק-דות רב זרועי סימולציה המשמשת לאימוני מפקדות מדרג חטיבה עד מטה כללי ולאימוני המטה המבצעי של חיל האוויר) ובמערכות נוספות. בשיטה זו מומשו מאות פריטי תו"ל (טכניקות קרביות, תרגולות וצורות קרב) המאפשרים אוטומציה בהפע-לת יחידות סימולטיביות במגוון דר-גים בדיד, חוליה, כיתה, מחלקה, פלוגה, גדוד ומעלה, הפועלות ביב-שה ובאוויר. מגוון פריטי התו"ל שמו-משו מכסה הן יחידות צבא סדיר והן יחידות מיליציה וכוחות לא סדירים. הגישה מבוססת על ניסוח התו"ל האופרטיבי באופן פונקציונלי/לא-פרוצדורלי. בנוסף, ניסוח התו"ל באמצעות טבלת "כוחות ומשימות" - מודל קונספטואלי השייך לתחום הב-עיה (התנהלות מתואמת של יחידות בלחימה), ולא על מודל חישובי השייך לתחום הפתרון, כגון מכונת מצבים או עץ התנהגות.



### הרצאה 3

#### הצורך ברמות מידול משתנות בעור לם המאמץ הרב ממדי. אביאל (עבודה משותפת עם ניר ושאול) - רפאל

השימוש ברב ממדיות נהיה עיקרון מנחה בלוחמה בעת הנוכחית. מיצוי הכוח בזירה רב ממדית הינו קשה ליישום ואינו תואם לניסיון העבר. היכולת להפעיל אש בצורה קטלנית מסתמכת על שימוש במספר רב של פלטפורמות בשדה הקרב, מתוך הבנה שאין פלטפורמה שיכולה לבצע את כלל המשימות.

המעבר ממערכת בודדת למערך שלם (SOS - System Of Systems) גורם לכך שהשימוש בכלי סימולציה, בתהליך הפיתוח בכלל ובחקר הביצועים של המערכת בפרט, נהיה קשה עד לא ישים בשיטות מידול סטנדר-

טיות. קיימת חשיבות בפיתוח של סימולציות, ככלי תומך לתהליך האימות והתיקוף של מערכות, תוך שימת דגש על הצורך ברמות מידול משתנות של רכיבי המערכת השונים על ידי שימוש במתודולוגיית "צמד המודלים". רעיון זה יושם בסימולציה לרשתות תקשורת מסוג MANET. ההתמודדות עם פיתוח רשת מסוג זה, מחייבת בניית תשתית בדיקה מודולרית איכותית, המסוגלת להתמודד עם מספר רב של ישויות, תלויות הדדיות, אלגוריתמיות מים מורכבים והתנהגות אותה קשה לחזות מראש.

הפעלת כוח רב-ממדית (יבשה, אוויר, ים וסייבר) מסונכרנת היא מורכבת, ולכן נדרש פיתוח "מערכות של מערכות" (SoS) שיתנו מענה אופטימלי לצורך האופרטיבי. תחום זה נמצא בעלייה ופיתוח מתמיד בשנים האחרונות.

הוצגו שני סוגים מודלים הנמצאים בשימוש ברפאל בהקשר של בעיה זו:

1. מודלי אופטימיזציה לתכנון תהליכי הפיתוח - פיתוח של מערכת SoS הינו משימה עם תלויות, דרישות חופש ומשתנים רבים. על כן, נכון להיעזר במודל עבור תכנון תהליכי הפיתוח של המערכת.
2. מודלים סימולטיביים מורכבים של שדה הקרב - לקביעת מאפייני פתרונות ה-SoS המפותחים, ובחינת האפקטיביות שלהם והמענה על ההישגים הנדרשים.

הקישור בין מודלים אלו לעשייה המודיעינית הינו מתבקש, ולהלן דוגמאות ליישומים רלוונטיים:

1. ניתוח תהליכי פיתוח אמל"ח ותשתיות בצד אדום - מודלי האופרטיביזציה יוכלו לסייע בהערכת זמני הפיתוח בצד אדום, ולאפשר לנו לתכנן כיצד לעכבם ולש-

2. טיוב תו"ל טקטי והקצאת סדר כוחות בצד כחול - על בסיס הדרישות מיית שדה הקרב וביצוע ניסויים וירטואליים.
3. בחינת אפקטיביות המענה האופרטיבי לצד אדום - כך למשל, ניתן לבנות סימולציות של מערכות כי האש בצד אדום, ולבחון כיצד מימוש תכניות פעולה שונות של צד כחול משפיעות עליהם, וכיצד ניתן למקסם את אפקטיביות התכניות.

### הרצאה 4

#### הנדסת תופעות מפציעות במערכת של מערכות. אוריאל הוכמן ופרופ' יורם רייך - אוניברסיטת ת"א

מערכת של מערכות (System Of Systems) - מוגדרת כקבוצה של מערכות ופרטים שכל אחת מהן פועלת בנפרד, אבל קיימת אינטראקציה ביניהן ושימוש במשאבים משותפים. תופעות מפציעות - אינטראקציה בין רכיבים שונים במערכת גורמת לתופעה שלא הייתה נוכחת רק בהינתן אחד מהם. חלק מהתופעות הללו צפויות וחלק מהן מפתיעות (כולל תהליכים של היזון-חוזר).

ניתן לנצל הנדסת תופעות מפציעות במערכת של מערכות - כדי למקסם את התועלות שנוכל להפיק מהאינטראקציה, לצמצם סיכונים של תופעות מפציעות שליליות ולבצע אופטימיזציה של ניצול המשאבים ע"י המערכות. השיטה יושמה

במקרה גנרי של מערכת של מערכות בעולם המודיעין, הכוללת סנסורים, תחנות תחקור ואמצעי תקיפה בעלי משאבים משותפים הפועלים בזירה עתירת מטרות. התופעה המפציעה שנחקרה הינה "סידור-עצמי" (Self-Organization) וחלוקת משאבים עצמאית בין תתי-המערכות. העבודה הראתה קורלציה בין מידת "הצלחת" המערכת לבין מידת "הסידור-העצמי" שלה.

### הרצאה 5

#### ציוות אדם-מכונה לתכנון אסטרטגי דוד שורש - האוניברסיטה העברית

אסטרטגיות לעתים קרובות נכשלות ושורש הבעיה היא שהמערכות בהן הן מתנהלות הן מורכבות ומסובכות, כך שקשה לאדם או לקבוצת אנשים להבין איך האינטראקציות בתוך המערכות יתפתחו. הרדוקציה שבה אנו מתארים את המציאות לאו דווקא מייצגת אותה כראוי.

סוכנים אוטונומיים מבוססי למידת מכונה יכולים היום לבצע משימות מורכבות ולנצח בני אדם במשימות מורכבות, כמו משחקי מחשב אסטרטגיים (למשל - המשחק Diplomacy, שכולל גם מו"מ בשפה טבעית מול סוכנים אנושיים). עם אותן יכולות, אפשר לתת ל-AI לתכנן וליישם אסטרטגיה במציאות. גם ל-AI יש קשיים בתכנון ומימוש האסטרטגיה:

1. הגדרת המטרות ופונקציית השכר (מטרה) ל-AI - היא דבר מורכב ועשויה להביא לתוצאות בעייתיות

2. הבנת שחקנים אנושיים - לא תמיד רציונליים, ולא פשוט לחזות את התנהגותם.
  3. הסברתיות של המדיניות האופרטיבית שלמדה. טימאלית שנלמדה.
- על כן, מתבקש ציוות של אדם ומכונה מכיוון שבכך הם מחפים על החולשות של זה, ומביאים חוזקות משלימות.

# NLP

בהובלת פרופ' יואב גולדברג -  
אוניברסיטת בר-אילן

## הקדמה

פרופ' יואב גולדברג

עיבוד שפה טבעית - מערכת שמקבלת טקסט בשפה אנושית ומוציאה פלט שימושי לא טריוויאלי (קביעת סוג המסמך, חיבור ישויות במסמך, סיכום הטקסט), ייתכן גם שילוב בין שני מסמכים או מאגרים ויותר לקבלת מסמך "מואר" (הערות הבהרה אוטומטיות). במערכת הביטחון יש הרבה מאוד סוגי גים של עיבוד שפה והרבה טקסטים ממקורות שונים כך שנדרש להגדיר אופן עבודה נכון בהתאם לאופי המחקר: אני יודע מה אני מחפש (מחט בערמת שחת), אני לא יודע מה אני מחפש (דפוסים) או סידור המידע (ממידע לידע).

בניית המערכת היא אתגר טכני פתיר. האתגרים היותר מעניינים הם אלה שדורשים מיקוד נכון בבעיות או ניסוח נכון של הבעיה (באופן שיכול להפוך בעיות סבוכות לפשוטות). למשל, בעיה שימושית שדורשת מיקוד נכון היא לזהות אם מסמך הוא פרוטוקול של ישיבה, האם שיחת טלפון משתמשת בקודים ועוד. ההנחה היא שלא ניתן לייצר מערכת שחוזרת עתידות אלא רק כזו שיוצרת לענות על שא-

לות ממוקדות על זמן נתון. מערכות שמחליפות חשיבה אנושית הן דבר שאינו ישים בהכרח, אבל השאלה היא איזה רצף של פעולות במערכות יכולות לספק הכי הרבה תועלת לאדם.

אתגרים במערכת הביטחון - כל מערכת NLP היא פשרה, כאשר סוגי הפשרות באקדמיה ובעולם יחסית ידועים. בדרך כלל הפשרה היא מיקוד בממוצע או במקרה הרווחי ביותר, אבל במערכת הביטחון נכנסים גם שיקולים אתיים אחרים. השפות המזרח-תיכוניות מסובכות יותר מאשר שפות אירופאיות וזו התאמה לא טריוויאלית כשלא קיימים משאבי בסיס כמו מודלי שפה נרחבים. למערכת הביטחון יחסית קשה לייצר תקשורת רציפה מול האקדמיה והעולם האזרחי באופן שמשפיע על שיתוף הפעולה.

יש הרבה מאוד סוגים של טקסט אך לכל טקסט יש הקשר והיבט הרבה יותר רחב והמידול הוא דבר מסובך מאוד. צריך להימנע מלולאות היזון חוזר. אם אני מצליח לזהות או לחזות משהו מסוים, האם אני לא משפיע כבר על החיזויים שלי בעתיד כי אני ממוקד לאיתור תחום מסוים שעבד בעבר.

## הרצאה 1

### Fusion

#### חוקרי מכון גזית

Fusion היא יוזמה של תשתית בינה מלאכותית לעיבוד וניתוח טקסט. האתגר של חוקר מודיעין הוא לנתח הרבה מאוד טקסט ויש מעט כלים לעשות סדר בתוך טקסט לא מוב-

נה. הרעיון הוא לייצר תמונה רחבה של העולם על סמך אוסף של פרטים שנמצאים בהרבה מאוד מקורות - למשל, מיפוי של עצי מבנה, תהליכי שינוע או קשרי הון-שלטון.

הרעיון הוא לפתח את הכיוון של לקיחת טקסט חופשי והבנייה שלו למפה של ישויות (אנשים, ארגונים, נושאים, סוגיות, מקומות) וקשרים. ראשית הטקסטים מומרים למפה של ישויות כשאליהן מוצמד הקשר בין הישויות והטקסט המחבר הוא מה שמבנה את הסיפור המודיעיני - למשל, שר אוצר כלשהו (ישות) תומך (קשר) בהפחתת יבוא של חברה מסוימת (ישות).

המפה הזו מאפשרת לחוקר "לטייל" עליה וכך לעבור מישות לישות או להיבין את מהות הקשרים ולהגיע למסמכים המקוריים מהם נבנתה המפה. נרצה לפתח יכולת של חיפוש על גבי המפה לפי מילונים קיימים או לפי זיהוי נושאים שעולים בטקסטים וכן לבצע זיהוי אוטומטי של ישויות (כאן: מי הם חברי פרלמנט). בהמשך נרצה שהמערכת גם תזהה תבניות של קשרים בין כמה ישויות.

כלי זה מאפשר לחבר בין תמונה גלובאלית (היער) לבין הפרטים המרכיבים אותה (העצים). זו הבניה מחודשת של תהליך המחקר הקיים באמ"ן כיום. זה דורש כמעט את כל טכנולוגיות ה-NLP וה-GNN הקיימות בעולם. האתגרים בכך הם שדבר זה דורש שינוי תרבותי של תפיסות עבודה באמ"ן, לצד אתגר טכנולוגי וארגוני.

## הרצאה 2

### איחוד ישויות דקל - רפאל

במקרים של ריבוי הופעות של אותה ישות בתיאור שונה, באותו טקסט או בטקסטים רבים - למשל, איחוד בין מזכ"ל חזבאללה לבין חסן נצראללה - האתגר הוא לתת למערכת מאגר שמאחד בין ישויות שונות ומזהה שמדובר למעשה באותה ישות עם מופע שפתי אחר.

יש הרבה וריאציות של שינוי בשפה ובמיוחד במעבר בין שפות כמו תעתיק שונה לאותו שם, אבל עשויות להיות גם שגיאות הקלדה, ראשי תיבות, צורה מקוצרת של השם (בני ובנימין), שם רשמי מול שם מוכר, תארים (ד"ר).

הארכיטקטורה של העבודה היא סטדרטית וכוללת את שיטת הפעולה

התהליכית של זיהוי ישויות, הגדרה שלהן וניסיון למצוא תבניות של איחוד ישויות שונות באמצעות פתרון מקיף של בעיות פונטיות או תעתוק.

מומלץ למצוא מודלים שלא דורשים הרבה תיוג כמו ויקידאטה או ויקיפדיה כדי לסייע לייצר איחוד ישויות (למשל איך אנשים תעתקו עבדאללה באנגלית במקורות גלויים).

נבנה מודל שמוצא את הישויות הכי קרובות אליה ואז דרך זה לחבר או להפריד בין הישויות ולמעשה לתייג גם את הישויות הללו. עדיף לעבוד על כל הישויות בפרט ולא על טקסט רחב - השיטה של מציאת קרבה מאפשרת לייצר כללים מקיפים יותר מהפרט אל הכלל.

## הרצאה 3

### זיהוי מבצעי השפעה

#### ד"ר אורן צור - אוניברסיטת בן גוריון

באוניברסיטת בן גוריון הוקם מרכז לזיהוי שיח שנאה ברשת ושימוש מדי-נתי מלחמתי ברשתות חברתיות או השפעה על מערכות בחירות.

המרכז פועל בתוך הפרדיגמה של מדע המדינה - יש הבדל בין כוח קשה שהוא כוח צבאי סדור ואילו לכוח רך, שהוא סוג של השפעה מדינתית ודיפלומטית דווקא דרך תרבות או סיוע כלכלי. בתיאוריה נוצרת גם גישה של כוח "חד" (sharp power) שהוא שימוש בפרופגנדה ורשתות חברתיות כדי לחורר את החברה של היריב ולקטב אותה. חוקרים עדיין מתלבטים האם המטרה היא לגרום לנשיא מסוים להיבחר או שהמטרה היא בכלל לייצר כאוס בחברה וזה לא משנה לאן דבר





זה יוביל במרחב הפוליטי אלא בעיקר שהוא מהווה שבירת מסגרות. כוח חד הוא פעולה אגרסיבית שמיועדת לגרימת נזק באופן חשאי ושיירה אותנטי ואמין. התהליכים מתרחשים במרחב שבין המדיה המסורתית (עיתונות, טל-וויזיה) והרשתות החברתיות כשביניהם נמצאים האנשים שמהדהדים חדשות, שחלק מהם הוא בוטים וט-רולים ולא אנשים אמיתיים. המטרה שלהם לא חייבת להיות קונקרטי, אלא הרבה פעמים מטרתם ליצור בלאגן ולהפוך את האנשים להמון זועם שיוביל לשיתוק כלכלי (ראו הב-רקזיט ואי היציבות הפוליטית באנג-ליה מאז).

האם ניתן לזהות את הטרולים? האם אפשר לזהות גם מי מפעיל אותם ול-קשר זאת לממשלה זרה? אולי אפשר לקשור את הפעילות לאינטרסים של מדינות שונות (דורש חיבור לחוקרי מדע המדינה)? ייתכן שאפשר לזהות תו"ל מסודר ושיטת הפעלה או להב-חין בין מדינות שונות או מטרת שונות בזיהוי דפוסי התו"ל במקרים השונים. בעבודות קודמות עסקו לא מעט בזיהוי של פייק-ניוז, טרולים ובוטים וזיהוי טרנדים של שיח שנאה. אפשר לזהות בוטים לפי טקסטים או לפי רשת, בעיקר לפני מערכות בחירות.

ה-FBI פרסמו רשימה של 3000 טרו-לים שהם זיהו בטוויטר ויש הרבה מאוד עבודות שמנסות דרך הרשימה הזו לזהות תבניות של טרולים וכיצד הם פועלים ביחס לדגימה רנדומלית של טוויטר. העניין הוא שהשוואה ל-רנדומליות היא בעייתית כי הטרולים הללו מנסים להגיע לרשת ספציפית

ולהשפיע עליה. לכן, נבנתה רשת של אנשים שמתעניינים בפוליטיקה אמריקנית (בה מתעניינת רשת הט-רולים) לצד הרחבה על החברים של המשתמשים הללו כדי לזהות את הט-רולים ולנסות להבין את התו"ל - איך ולמי הם פונים.

הבעיה היא שגם המאתר אותו מנ-תחים כנראה כולל טרולים ויש לייצר הבנייה מסודרת של הרשת ובהמשך לזהות גם את המטרות הרצויות של רשת הטרולים ולמה הם פעלו באופן בו ניתן לזהות אותם. אפשר לזהות טרולים מימין או משמאל וכאשר טרו-לים פונים לטרולים מסוג אחר הם מתנהגים בצורה שונה.

בתחילת מלחמת רוסיה-אוקראינה המרכז זיהה 500 אלף יוזרים חדשים והניח שהם טרולים, לפי התפיסה המוצהרת של רוסיה שהיא תפעל גם במרחב הזה. באופן מפתיע התגלה שרובם היו פרו-אוקראינים. המטרה של הרוסים היא לפנות לרוסים או לאוקראינים ולכן לא אותרו באנגלית, בעוד שהאוקראינים מכוונים לאזניים מערביות.

#### הרצאה 4

#### שימוש ב-NLP במודיעין אביחי שריקי

יש סוגים רבים של שאלות מחקר: מחקר אסטרטגי מנסה להבין מה הצד השני חושב ואילו החלטות הוא מקבל כדי להעריך למשל איך היריב יגיב אם אנחנו נתקוף בסוריה; מחקר אופרטיבי מנסה להבין איך האויב נערך ללחימה ואילו פעולות הוא

מבצע לשיפורה; מחקר מטרות מנסה לאתר יעדי עניין; מחקר התרעה מת-ריע על פעולות מסכנות בזמן אמת; ומחקר טכנולוגי מנסה לצקת משמ-עויות עבור היערכות טכנולוגית שלנו. שיטת עבודה המחקר היא להשיג מידע, לנתח אותו ולנסות לדייק את הסכמה התפיסתית לגבי נושא מסוים. אפשר גם לעבוד בצורה דדוקטיבית - לחפש סוגיה מסוימת ולבדוק אם היא קיימת (למשל, האם יש תכנית נשק גרעיני באיראן) דרך סימנים מעידים. באחת משתי שיטות המחקר בונים תפיסה על המציאות (פרדיגמה) ואז ניהול תהליך של בחינה מתמשכת (מוניטור) כדי לבדוק אם יש שינוי בה-תנהלות שלנו.

כיום כמעט לא משתמשים בכלי NLP במחקר עצמו אלא בעיקר על החומר הגולמי שמגיע למערכות. כשבוחנים מה קיים במערכות אפשר למצוא בכל זאת כמה דוגמאות:

- 1. נאומים של מנהיגים ומה בהם מעניין לאורך זמן** - מה מרכזי הכובד בשיח (TM) והאם יש שינוי בשיח.
- 2. מסמך של מכוון RAND שהצביע כיצד ניטור טוויטר מציף הבנה מסויימת.** במקרה ספציפי למשל, בחנו **לאיזו חשיפה ותהודה זכה השיח שנוגע לדאעש במדינות השונות במזרח התיכון**
- 3. מחקר שלוקח אוסף של פורו-מים ב-darknet ומנסה לזהות קריאות מוסתרות לפעולה בהשראה של דאעש שהוטמעו בתוך דרשה או בתוך חדשות כזב שמנסות לעודד הוצאת פי-**

גועים. זו דוגמה מורכבת כי לא ברור עד כמה באמת היא תומכת בביצוע פעולה ולא רק מהדהדת כיוון מסוים ונעשה ניסיון למדל את השיח כדי לתת תובנות.

אם כך, **NLP יכול לסייע למודיעין - אז למה זה לא עובד?** ראשית כי אין קרקע יציבה של אמת כי יש מיעוט אירועים ולפעמים מתעסקים בתעלור-מות עתידיות או דברים שאין עליהם אמת ברורה (מה נצאללה יעשה במצב עתידי X). שנית, כי הערבית היא לא שפה אחת ויש הבדלים גדו-לים בין מדינות שונות, מחוזות שונים ואפילו גילאים אחרים; שלישית, יש גיוון רחב מאוד בשאלות ולכן קשה למצוא כלי אחד בודד שרלוונטי לכל השאלות ולכן יש כלים שאינם גנריים - כלי שעובד על נאומי נצאללה לא בהכרח עובד על נאומים של מנהיג אחר; ומעבר לכך, הרבה מהתוכן במ-קור לא היה טקסט אלא הומר לטקסט ואז הוא למעשה כבר מעובד ו"אבד בתרגום".

אז מה בכל זאת אפשר לעשות? למשל, ניתן לקחת את תהליכי המ-חקר האיכותני ולבצע להם כימות (למשל, איך מנהיגי חמאס פעלו בפ-עמים הקודמות שהיו מחאות ביהודה ושומרון). החוקר בכל מקרה מייצג סכמת קידוד ומגדיר מה השאלות שלו ומתייג אותן כולל סימון חלקים מתוך תוכן שרלוונטיים למענה על השאלה. באופן זה ניתן להשתמש בסכמת התיוג כדי לתייג גם אירועים מספיק דומים. שנית, ניתן להתריע על שינוי פרדיג-מה - נמנעים מהפתעות באמצעות

מנגנונים איכותניים שנועדו לאתגר הנחות יסוד אבל גם הם כלים שניתן להיעזר בהם. אפשר לתייג כל ידיעה שתומכת בתובנה מסוימת או הופכית לה וכך לאתגר באופן ממוכן את התו-בנות.

מרחב שלישי הוא התמודדות עם רי-בוי של ידיעות - יש גבול לכמות כוח האדם שיכול להסתכל על המידע אז אפשר לנסות לייצר תובנות רחבות על מידע ציבורי, כולל בחינת סנטימ-נט וזיהוי נושאים ומגמות. מרחב רביעי הוא יכולת אחזור המידע מהגלם.

#### הרצאה 5

#### מיקום מבוסס מודל מכונה

#### יובל, יוטלי - רפאל

יש הרבה מקרים בהם מקבלים שמות של מקומות שלא מכירים ונדרש לספק להם פשר. מילים מסוימות עשויות להיות יותר אופייניות לאזורים מסוימים - למשל, המילה חוף או ים תופיע יותר במקומות שנמצאים סמוך לחוף הים וכן יש מילים אופייניות לת-רבות או התנהלות. למשל, יש כמה אזורים בעולם שנקראים באותו שם אז נרצה לבנות מודל מכונה שייקח טקסט מתווג ויוציא ממנו לכל הפחות סימון ראשוני לבחינה של זיהוי מקום. המודל ייקח את כל הטקסט ויזהה שכיחות של הופעת המילה במיקו-מים השונים בעולם ויסמן מקומות אופייניים יותר לשימוש במילה. אפשר לייצר קלסיפיקציה באמצעות חלוקה של העולם לאזורים (גריד) ברזולוציה מטויבת ביחס לכמויות הדאטה.

את היכולת הזו ניתן יהיה להשליך גם על אזורים מוקטנים. השיטה בפועל היא סימון של המיקום בעולם לפי ספרה ואז תוצאה לפי השכיחות של המילה בריבוע הספציפי (ציון). המו-דל לחיזוי של שכיחות כל מילה בתא שטח שנבנה זוכה לתוצאות גבוהות יחסית (79%).



באוגוסט 2022 נשלח קול קורא בדבר שליחת מאמרים בנושאי הסדנאות המקצועיות בכנס: כלכלה התנהגותית, NLP וסימולציות. מתוך עשרות מאמרים שהתקבלו, נבחרו מספר מאמרים זוכים, שצוינו לשבח בטקס מיוחד שנערך במהלך הכנס.

# מאמרים נבחרים

# הצורך ברמות מידול משתנות בעולם המאמץ הרב ממדי

אביאל, ניר ושאול - רפאל

## הקדמה

מאמץ האש הוא אחד המאמצים המרכזיים בלחימה. מטרתו העיקרית היא השגת הכרעה ע"י הפעלת אש רבה ומדויקת תוך אינטגרציה של כלל האמצעים בשדה הקרב (קמחי, 2021).

מבצעי העבר התאפיינו במאמץ אש ראשי תוך השלמת המאמץ בממדים אחרים. לדוגמא, ניתן לציין את מבצע "מוקד" להשגת מדת חילות האוויר הערביים כמאמץ אש אווירי בעיקרו לצורך השגת עליונות אווירית (אורון, 2017) או את מבצע "חומת מגן" כמאמץ יבשתי בעיקרו בתמיכה רב זרועית, לטובת השגת הכרעה מהירה ואפקטיבית על קני הטרור (בזק, 2018). המאמץ הרב ממדי משלב מאמצי אש באוויר, בים וביבשה, אשר משלימים זה את זה ומגבירים את האפקטיביות בלחימה, תוך שיתוף מידע וידע לטובת יצירת מאמץ אש שלם ואפקטיבי (פינקל, 2020).

היכולת להפעיל אש בצורה קטלנית מסתמכת על שימוש במספר רב של אמצעים טכנולוגיים עתירי מידע המאפשרים איסוף והפללה, סגירת מעגלי אש מהירים והשגת עליונות ספקטראלית. האמצעים השונים מותקנים על גבי מגוון רחב של פלטפורמות המשמשות לעיתים מספר צרכים בו זמנית: משוטטות, תוקפות, אחזות, פלטפורמות המשמשות כממסר תקשורת, סנסורים ספקטראליים מרחביים לאחיזת שטח מנקודות שונות במרחב ועוד.

מיצוי הכוח והבטחת ההישג הנדרש במערכה הרב ממדית נהייה קשה עקב השוני בתפיסות ההפעלה ובשפה השונה של כל אחת מהזירות. ריבוי הפלטפורמות, יחסי הגומלין והתלות ההדדית ביניהן, מייצרים התנהגות של מערכת מורכבת עם רמת סיבוכיות גבוהה. תלות זו מקשה על מתכנני המשימה להבין את כלל השלכותיה או את האופן האופטימלי למיצוי הכוח.

## הצורך בסימולציות

כאשר בוחנים את תהליך הפיתוח של פלטפורמה (מערכת) בודדת, מקובל להסתמך על עקרונות מודל ה-V לאימות ותיקוף (Liu et al., 2016) זאת, על מנת לאפשר ניהול סיכונים בתהליך הפיתוח. מודל ה-V מגלם תהליך סדור שבו מוגדרים כל השלבים הנדרשים: החל מגזירת הדרישות של הלקוח וקביעת נקודת העבודה של המערכת, ממשיך בתהליכי אפיון, מימוש, בדיקות ואינטגרציה, ועד שחרור המערכת כמוצר.

אימות ותיקוף ביצועי המערכת מבוססים על היכולת לבדוק אותה בשלבים השונים בתהליך ה-V. ככל שהפיתוח מתקדם, התמודדות עם תקלות תהיה "קוואבת" יותר ומסוכנת יותר (מבחינת עמידה בלוחות זמנים ועלויות גבוהות לתיקון התקלה). לכן, כבר בשלבים ההתחלתיים של פיתוח מערכת, ומוקדם עד כדי שלב קביעת נקודת העבודה וגזירת הדרישות, מאופיינות ונבנות סימולציות שונות. מטרתן של סימולציות אלה להעריך את ביצועי המערכת במתארים שונים, לאפשר שחזור של אירועים, לתמוך במפתחי המערכת ועוד.

המעבר מתהליך הפיתוח של מערכת בודדת למערך שלם, או מערכת מורכבת (SOS – System Of Systems), הוא מאתגר מאד. בסימולציה של מערכת מסוג SOS, שיטות המידול הסטנדרטיות אינן ישימות על פי רוב, וידע הנדסי קודם עליו מתבססים במוצרים "פשוטים" לא תמיד תקף.

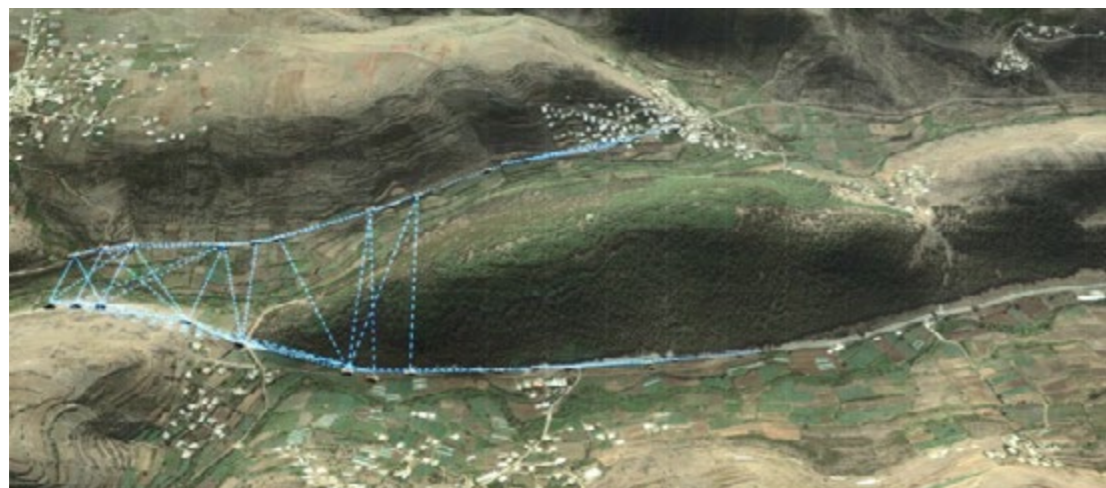
הגישה המקובלת (הסטנדרטית) לבניית מודלים לסימולציה של מערכת מסוג SOS, היא להתמקד כל פעם בתת-מערכת ובמודל היחיד שמתאר אותה. כלומר, לבנות סימולציה עבור תת-מערכת אחת ולעקוב אחר מחזור הפיתוח שלה לפי מודל ה-V כאילו הוא בלתי תלוי בתתי המערכות האחרות של המערכת הגדולה.

פירוק הבעיה לתת בעיות בצורה של "הפרד ומשול" עלול לגרום לכך, שתיבנה תשתית המאחדת סימולציות רבות של כל פלטפורמה (על שיוכן הארגוני והאפליקטיבי). הסיכון באיחוד זה הוא קבלת סימולציות "ענק" (איטיות, צורכת זיכרון רב ומורכבת ברמת התוכנה), בה קיימת ירידה מיותרת לפרטים בעת המידול. בשיטה זו, לא ניתן יהיה לייצר למקבלי ההחלטות תמונת מצב של סיכויי ההצלחה בתרחישי המשימה בזמן סביר ובאופן ברור להבנה ולניתוח.

## מתודולוגיית פיתוח

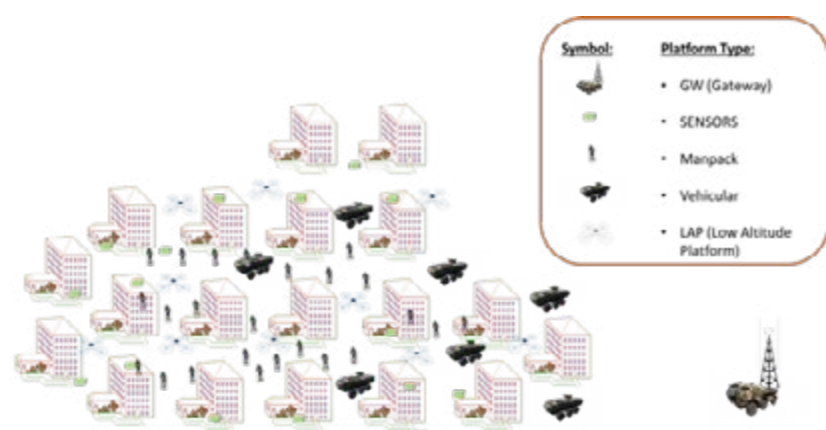
אחת השאלות המרכזיות שחשוב לשאול בעת אפיון ופיתוח סימולציה היא: "מה הצורך שהסימולציה צריכה לשרת?". שאלה זו היא קריטית משום שהיא משפיעה על רמות המידול של הרכיבים בתוכה. בבניית סימולציה יש לזכור כי אינהרנטית כל המודלים "מוטעים" ביחס למציאות, והשאלה ההנדסית היא לא האם המודלים מוטעים, אלא עד כמה הם מוטעים והאם למרות זאת ניתן להסיק מהם מסקנות (Zeigler et al., 2000).

בפיתוח סימולציות של מערכות מסוג SOS יש חשיבות רבה להגדיר מהי רמת ההפשטה הנדרשת. זאת, כתלות באילוצים רבים: התשתיות שעומדות לרשות המפתחים, מגבלות כוח החישוב והתכלית שלשמה הסימולציה נועדה. כל אלה משיתים יחסי תחלופה (tradeoffs) שיש לנתח בקפדנות על מנת להחליט מה יהיה מבנה הסימולציה ורמת הפירוט של הרכיבים המרכיבים אותה.



איור 1 – רשת MANET מבוזרת, ללא מנהל.

במאמץ הרב ממדי, רשתות התקשורת צריכות לתמוך בכלים רבים בעלי מאפיינים שונים, בתנועה שלהם ובתעבורה הרשתית שהם מחוללים. כוחות רגליים, כוחות רכובים, כלי טיס מאוישים וכלי טיס בלתי מאוישים, תחנות ממסר, חימוש חכם - כל אלה צפויים להיות חלק מהכלים שירכיבו את הרשת (איור 2).



איור 2 – העושר בכמות ובסוגי הפלטפורמות הבאות לידי ביטוי במאמץ רב ממדי.

על מנת לפתח סימולציה ברמת סמך גבוהה, יש צורך שהיא תאפשר יכולת בדיקה במקרי בוחן. מקרי הבוחן צריכים לדמות תרחישים מבצעיים, השפעות סביבה, עומס בתעבורת נתונים ותקלות אפשריות. תרומתה של סימולציה כזו נמדדת ביכולתה לתת אינדיקציה למקבלי ההחלטות כיצד לפרוס את הרשת, לסייע בפיתוח אלגוריתמי רשת ועוד. הסימולציה משמשת תפקיד מפתח כאשר לא ניתן לבצע ניסוי פריסה מלא המדמה את התרחיש מבצעי. ניסוי שכזה דורש משאבים רבים: זמן, כסף, מורכבות גבוהה בהפעלה של מאות עד אלפי ישויות, איסוף נתונים ועיבודם. נוסף לכך, היכולת של ניסוי, גדול ככל שיהיה, לכסות מגוון תרחישים הינה מוגבלת. זאת, משום שניתן לבצע ניסוי רק לאחר שהסד"כ והתו"ל כבר נקבעו (שלב מתקדם במודל ה-V).

הסימולציה מאפשרת בדיקה של ביצועי המערכת בכל שלבי הפיתוח, אופטימיזציה של אלגוריתמים הממומשים בכל מודל ובכל רכיב וניתוח מערכתי מתקדם של מאפייני הרשת ושל מאפייני התרחיש המבצעי. באמצעות הסימולציה ניתן לבחון ולה-

מידת ההפשטה של סימולציה, ובחירת רמת הפירוט של כל מודל (רמת המידול) היא אומנות. ישנן שיטות רבות לצורך כך - הזנחה של רכיבים שלמים / אלמנטים / תהליכים, ייצוג תהליכים באופן סטוכאסטי ועוד. האתגר הוא הבחירה המתאימה ביותר של השיטה שתשרת את תכלית הסימולציה ותאפשר ביצועים אופטימליים מבחינת מורכבות הסימולציה, זמן ריצה, משאבי זכרון ועוד.

רמת המידול תלויה בבשלות של הפרויקט. בתחילת דרכו של הפרויקט, ישנו מידע מועט על הרכיבים השונים. בהתאם, בתחילת הדרך ייעשה שימוש תכופ בכללי אצבע וגישות פיתוח גנריות שמבוססות על ניסיון עבר. אולם, ככל שהפרויקט מתקדם ונצבר ידע לגבי התנהגות המערכת בכלל ורכיביה בפרט (אנליזות, איסוף נתונים, בדיקות מעבדה, ניסויים), ניתן להעמיק את רמת הפירוט של המודלים, כך שייצגו את ביצועי המערכת באופן קרוב יותר למציאות. ככלל, בבניית סימולציה מודולרית, המטרה היא להגיע למצב בו נקבל "ארגז כלים" של מודלים ורכיבים שניתן לחברם לפי הצורך.

אחת השיטות לבניית סימולציה למערכת SOS היא באמצעות גישת "צמד המודלים" (Zeigler, 2017). לפי גישה זו, יש לפתח את הסימולציה בשתי רמות פירוט במקביל. כלומר, יש לשנות את התפיסה של בניית מודל יחיד למערכת, ולהשקיע מאמץ ביצירה של שני מודלים (או שתי סימולציות) לכל מערכת ולכל תת-מערכת. סימולציה אחת שתאפשר את קצב הפיתוח המהיר של המערכת, ותממש מודל או אלגוריתם מפושט, וסימולציה שנייה שתהווה נקודת בוחן לטובת ביצוע חקר ביצועים מעמיק, ותהיה מורכבת יותר - על פי הצורך.

בגישה זו של פיתוח "צמד מודלים", המוסיפה מורכבות לתכן הסימולציה, יש צורך שתאפשר גמישות מרבית להחלפה תכופה של רמות המידול (לפיתוח ולשימוש). אחת מהשיטות לאפשר גמישות למודל בעל מספר גרסאות ברמות מידול שונות, היא יצירה וקביעו של ממשק לכל מודל (Gamma et al., 1995). מטרתו של הממשק להפריד את התלות בין אופן ה**מימוש** של המודל (ברמת התוכנה) לבין אופן ה**שימוש** בו. לדוגמא: בסימולציה פסיקלית קיים רכיב המחשב דינמיקה של גוף במרחב. הרכיב מקבל כקלט את המצב ההתחלתי של הגוף ואת הכוחות והמומנטים הפועלים עליו לאורך זמן. לרכיב "צמד מודלים" - מודל אחד מפורט (שש דרגות חופש) ומודל שני מפושט (לדוגמא: נקודת מרכז מסה והתחשבות בכוחות בלבד). בשני המודלים ובשתי רמות הפירוט - **הממשק** למודל קבוע ברמת שש דרגות חופש. בעוד שהמודל המפורט יעשה שימוש במומנטים, המודל המפושט יזניח אותם. כתוצאה מכך, בשני המקרים המודלים יוציאו את אותם נתוני פלט, על מנת לשמור על הממשק הקבוע, אך הערכים בתוך אותם משתנים יהיו בעלי רמת דיוק שונה. על המשתמש לבחון ולהגדיר מהו הצורך, מהי רמת הדיוק הנדרשת והאם ניתן לעשות שימוש בנתונים, למרות אי הדיוק המובנה.

המשך המאמר מקשר בין העקרונות שהוצגו לעיל, לאופן בו סימולציה ברמות מידול משתנות מאפשרת לבחון מערכת מרובת ישויות. העקרונות יומחו באמצעות בעיית ייחוס מתחום רשתות התקשורת וייבחנו במספר תרחישים.

## מקרה ייחוס – מידול זירת תקשורת

MANET (Mobile Ad-Hoc Network) הינה רשת תקשורת מבוזרת ניידת ללא תשתית או מנהל (ראה איור 1). ברשת מסוג זה, כל צומת יכול להעלות תכנים לרשת (שרת, Server) להוריד תכנים (לקוח, Client) ואף לשמש כממסר בין חברי רשת אחרים (ממסר, Relay). הרשת בעיקרה ניידת ועל כן חשופה לחוסר יציבות שעלולה להחריף עד כדי העדר קישוריות בין הצמתים (חלקם או כולם). מכיוון שלרשת אין מנהל או תשתית, היא נבנית באמצעות מנגנונים מבוזרים, תוך שימור הקישוריות הרשתית והמשך תמיכה בין צמתים ברשת.

מליץ על תמהיל הכלים (סוג וכמות) בתרחיש מבצעי ואופן התנועה שלהם במרחב (צירי התקדמות, שטחי כינוס ועוד). נוסף לכך, הסימולציות מסייעות בפיתוח רשתות על ידי בחינה של טכנולוגיות חדשות בטרם הטמעתן.

אחד התוצרים החשובים של הסימולציה הינו חישוב מצב הקשירות בין כל זוג פלטפורמות (להלן, "מטריצת הקשירות"). ברגע שמטריצת הקשירות ידועה, ניתן לנתח אלגוריתמי רשת שונים ולבחון את יעילותם עבור המענה המבצעי. מצב הקשירות ניתן להגדרה מפורשת כמצב בינארי – קיום קו ראייה או מרחק מינימאלי, או שילוב בין השניים. ניתן גם להגדיר את מצב הקשירות לפי מידת ההנחתה של האותות המשודרים בין הפלטפורמות. מידת ההנחתה תלויה במספר רב של גורמים: החל מהסתרות בתווך והחזרות ממבנים (תלוי מודל המפה), תנועה של פלטפורמות והיסטי דופלר (תלוי מידול התנועה), דיפרקציה של האות בתווך, התאבכויות לא קוהרנטיות (תלוי מודל ההתפשטות), מידול אנטנות השידור והקליטה (תלוי מנח הפלטפורמה) ועוד.

ריבוי הגורמים המשפיעים על הקשירות מאפשר בחירה מתוך מגוון רחב ביותר של מודלים ברמות פירוט שונות. כל בחירה שכזו צריכה להיעשות תוך בחינת התרומה של המודל על התוצאה הסופית. לדוגמא, עבור פלטפורמה עם אנטנה כיוונית, יש צורך לתאר הן את מיקום האנטנה במרחב והן את המנח הסיבובי (שש דרגות חופש). לעומת זאת, כאשר הפלטפורמה מצוידת באנטנה omnidirectional המנח הסיבובי לא ישנה את מידת הקשירות. במקרה כזה ניתן בבטחה להשתמש במודל תנועה מפורט הכולל את מיקום הפלטפורמה בלבד. מאותה הסיבה, אין צורך למדל את התכסית כאשר בוחנים קשירות בין שתי פלטפורמות שטסות בגובה רב.

להלן מתוארת סימולציה שפותחה ברפאל על מנת לבחון בצורה מהימנה את היכולות של רשתות תקשורת לתמוך בצרכים מבצעיים, עבור מגוון רחב של תרחישי בוחן בעלי מאפיינים שונים. הסימולציה מדגימה כיצד ניתן לממש את העקרונות שנדונו לעיל – מורכבות ורמות מידול שונות – לצורך בחינה של מאפייני רשת בתרחיש מבצעי. ניתן לאפיין את התרחיש על ידי בחירה של מספר הפלטפורמות המשתתפות, אופן התנועה שלהן, תוואי השטח בו הן פועלות, אופן התפשטות האותות במרחב, מאפייני מכשירי הקשר ומאפייני האפליקציות המייצרות את תעבורת הנתונים ברשת.

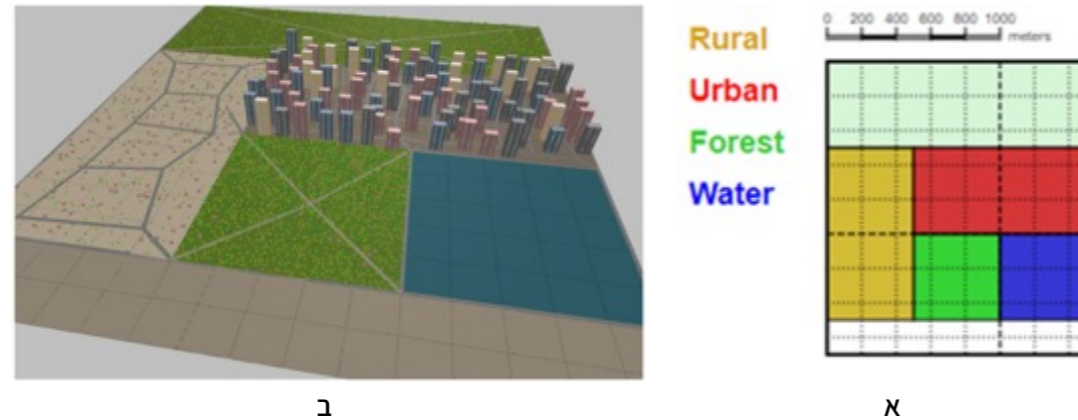
הרכיבים השונים של הסימולציה מאפשרים לבחון את האינטראקציות בין גורמים רבים המשפיעים על התעבורה הרשתית. כל רכיב בפני עצמו ניתן למידול ברמות פירוט שונות. לדוגמא, תנועת הפלטפורמות במרחב ניתנת לחישוב על סמך מודל פיסיקלי שגוזר את מיקום הכלים מהכוחות הפועלים עליהם, דרך התאוצות והמהירויות. לחלופין, ניתן להניח שהכלים נעים במהירות קבועה על פי פרמטרים אופייניים (Bai & Helmy, 2004).

הסימולציה בנויה בצורה מודולרית. כל מודול מדמה חלק מתמונת המציאות, ומספק לחלקים האחרים של הסימולציה תמונת עולם על פי ממשק קבוע. רמת המהימנות של המידע שמסופק תלויה ברמת המידול. בצורה זו ניתן להחליף בקלות את רמת המידול של כל רכיב על פי דרישה, ללא צורך לשנות את הרכיבים האחרים בסימולציה.

לתוואי השטח בו נמצאות הפלטפורמות השונות ישנה השפעה רבה על אופי התעבורה ברשת ועל איכות התווך. את הטופוגרפיה (פני השטח) ניתן לתאר באמצעות מפת (DTM (Digital Terrain Model), אך ניתן לפשט את המודל – מתיאור פרמטרי של שיפועים באזורים שונים של המפה ועד השטחה מוחלטת. רמת המידול המדויקת ביותר של התכסית כוללת תיאור מדויק של המיקום והמאפיינים של כלל האובייקטים שמאכלסים את המפה (עצים, מבנים, כבישים, מכוניות חונות וכו'). ניתן לתאר בצורה מפורטת יותר את התכסית במספר רמות של הפשטה – החל ממפת (DSM (Digital Surface Model), דרך אפיון פר-

מטרי של תאי שטח במפה, עד התעלמות מוחלטת מהתכסית (Biljecki et al., 2017).

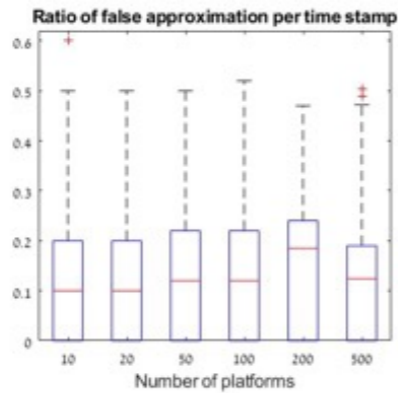
על מנת לאפיין את התכסית באופן פרמטרי ניתן להגדיר אזורים שונים במפה באמצעות סוגים מוגדרים של תוואי השטח: עירוני, כפרי, מיוער, גוף מים, שטח ריק וכד'. כל תוואי שטח מכיל תכסית מסוג שונה כגון כבישים, עצים, בתים נמוכים ובניינים גבוהים (Sharma, 2016). צפיפות תא השטח ניתנת לשינוי כך שתכיל פחות מכשולים. הצפיפות באה לידי ביטוי בקלות בה הפלטפורמות יכולות לנוע במרחב, ובעוצמת ההפרעה לתווך התקשורת ביניהן, כפי שבא לידי ביטוי במודל ההתפשטות. באיור 3 ניתן לראות כיצד זירת התרחיש נבנית בצורה אוטומטית על סמך הגדרות פרמטריות, שהייצוג הגרפי שלהן מופיע באיור 3א.



איור 3 – א: הגדרת תוואי השטח. עוצמת הצבע מייצגת את צפיפות תא השטח. ב: תרחיש הסימולציה שתואם להגדרות.

הסימולציה מאפשרת לייצר תעבורה רשתית במיקומים שונים במרחב על בסיס תרחישים פסאודו מבצעיים. עבור כל סוג של פלטפורמה ניתן להגדיר לוגיקה להתנהגות. לדוגמא: רכבים נעים בטווח מהירויות מוגדר ורק על גבי כבישים ודרכי עפר, חיילים רגליים נעים בקבוצות תוך כדי עקיפת מכשולים, רחפנים נעים בסביבת המפעיל שלהם וכלי טיס חגים סביב נקודה מוגדרת לטובת ממסור. השילוב של מיקומי הפלטפורמות במרחב ומיקומי המכשולים מאפשר לחשב האם קיימים קווי ראייה בין הפלטפורמות השונות, דבר המשפיע על רמת הקשירות ביניהן. ניתן לבחור מתוך מאגר של לוגיקות ברמות מידול שונות, את אופן תנועת הפלטפורמות, או לחלופין להריץ קוד מבצעי חיצוני שמורה לפלטפורמות כיצד לנוע.

לצורך הדגמת האופן בו ניתן לחשב רכיב בסימולציה בצורה מפורטת או מפורטת, מובאת הדוגמא הבאה: יש לחשב את מידת הקשירות של כטמ"מ (כלי טיס מאויש מרחוק) הפועל בסביבה אורבנית למספר רחפנים שפועלים בגובה נמוך (ראה איור 4). לכטמ"מ שבדוגמא אנטנה כיוונית היוצרת פוליון כיסוי מרחבי (קוני). הקשירות מסומנת באיור באמצעות קווים ירוקים. ניתן להבחין שקיימת קשירות בין הכטמ"מ לרחפנים הנמצאים בתוך פוליון הכיסוי ובין חלק מהרחפנים עצמם. מודל מפורט של תנועת הפלטפורמה לוקח בחשבון את זווית הגלגול שנוצרת במהלך היעף. זווית גלגול זו משליכה על מנח האנטנה הכיוונית אשר יוצרת כיסוי אליפטי על פני הקרקע (ראה איור 4א). לעומת זאת, מודל מפורט לוקח בחשבון רק את המיקום המרחבי של הפלטפורמה ומשליך כיסוי מעגלי, כאשר מרכז העיגול נמצא בהיטל הפלטפורמה על הקרקע (ראה איור 4ב).



איור 5 – תרשים קופסה להצגת ההתפלגות של מדד השונות בין "צמד המודלים" לאורך זמן.

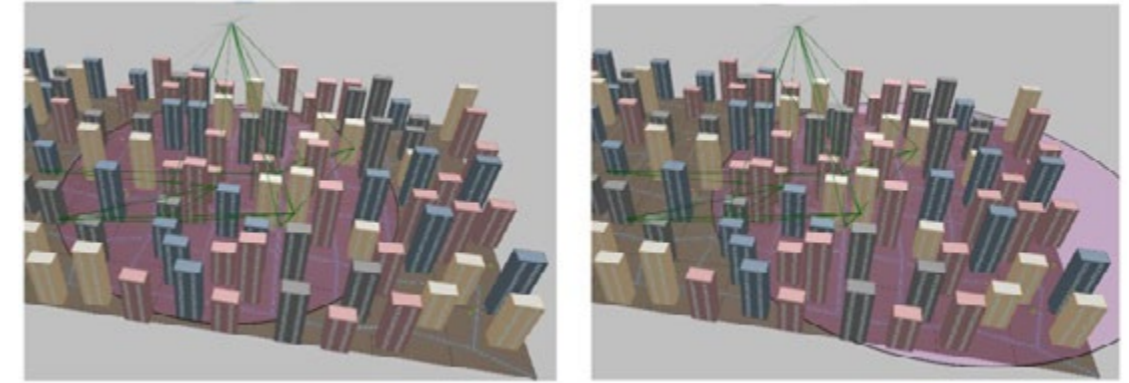
### סיכום

המערכה של המאה ה-21 מחייבת מאמץ רב ממדי, המשלב יכולות של זרועות שונות המשלימות זו את זו, תוך שיתוף מידע בזמן אמת לטובת יצירת מאמץ אש שלם ואפקטיבי. מאמץ זה קשה לבחינה עקב ריבוי הפלטפורמות, השוני ביניהן וגודל "מגרש המשחקים".

המאמץ הרב ממדי מחייב אותנו לשינוי אסכולה ומתודולוגיית פיתוח בשני אופנים: האחד, הוא מחדד את ההכרח בבניית סימולציה איכותית עקב הקושי לבחון את טיב המאמץ מסיבות של עלות, איכות וזמן. השני, מעלה צורך ממשי בבניית סימולציה בגישת "צמד המודלים" ורדוקציה איכותית לבעיה, כך שניתן לקבל מסקנות איכותיות לטיב המוצר בעת האימות והתיקוף, תוך השקעה מינימלית של משאבים.

לפיכך, מתודולוגיית פיתוח סימולציה במאמץ הרב ממדי אינה רק (good engineering practice) אשר מטיחה את איכות הפתרון, אלא הכרח הנדסי לטובת קבלת פתרון בעל משמעות למקבלי ההחלטות.

נושא פיתוח המודל המפושט והמורכב, היחס ביניהם וה-tradeoff המערכתי הינו אחד המפתחות המרכזיים להצלחה בבניית תשתית הסימולציה, כך שתיתן מענה לכל שלבי הפיתוח, לכל לקוחות הסימולציה ולכל צורך. יכולת זו תאפשר עבודה מהירה וקלה, תוך ניהול סיכונים שמרני והפחתת הסיכוי לטעויות. בכך ניתן לחסוך לפרויקט משאבי זמן וכסף ולהפחית את הסיכון לחריגה מלוחות זמנים.



ב

א

איור 4 – מידול ברמות שונות של פוליגון הכיסוי של כטמ"מ בעל אנטנה כיוונית.  
 א: מידול מפורט – יוצר כיסוי אלפיטי מרחבי.  
 ב: מידול מפושט – יוצר כיסוי מעגלי מרחבי.

אופן חישוב הכיסוי (מודל מפורט או מפושט) גורר עומסי עיבוד שונים. אם הדבר מתאפשר, רצוי להשתמש במודל המפושט על מנת להאיץ את הסימולציה. נשאלת השאלה, האם ניתן להסתפק במודל המפושט לצורך תיאור התרחיש? ההנחה במקרה זה היא, שהמודל המפושט הינו מספק במידה והשונות בין "צמד המודלים" נמוך.

המדד לשונות בקשירות, בו נעשה שימוש בדוגמא, חושב באופן הבא:

בהינתן N רחפנים, בכל פרק זמן t חושבה הקשירות [C\_i[t] בין הכטמ"מ לכל אחד מהרחפנים (i=1...N). הקשירות שחושבה על סמך המודל המפורט והמפושט מסומנת כ-C^D ו-C^S בהתאמה. מדד השונות, V[t], מתאר את מספר הרחפנים עבורם קיים שוני ברמת הקשירות, כפי שחושבה על ידי המודלים השונים, מתוך כלל הרחפנים ברגע t:

$$V[t] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i[t], \text{ where } f_i[t] = \begin{cases} 0, & C_i^S[t] = C_i^D[t] \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

השונות נבחנה עבור מקרי ייחוס שונים, כאשר השוני בין התרחישים הוא מספר הרחפנים הפועלים בגזרה. איור 5 מציג תרשים קופסה (box plot) של תוצאות ההרצות השונות של הסימולציה. מדד השונות בין "צמד המודלים" חושב עבור כל תרחיש בכל שניה עגולה של הסימולציה, והמדדים הסטטיסטיים של הערכים שהתקבלו בכל ניסוי מתוארים באופן הבא: החציון מוצג בקו אדום, הרבעונים Q1 ו-Q3 מוצגים באמצעות הקופסה הכחולה והערך המקסימלי מוצג ע"י קו שחור. סימני הצלב האדומים מייצגים ערכים של דגימות חריגות (outliers). כפי שניתן לראות בתרשים, קיים שוני בין תוצאות המודלים, כאשר הערך החציוני הינו בטווח שבין 10% ל-20%. השוני נובע מהפער בכיסוי המרחבי בזמן החליפה של הכטמ"מ. ניתן להסיק מתוצאות ההשוואה שמידת השונות על פי המדד המתואר לא תלויה במספר הרחפנים שפועלים בזירה, ולכן, מספר הפלטפורמות המשתתפות בתרחיש לא אמור להוות שיקול בבחירת המודל. הפער בין המודלים מצטרף למערכת השיקולים של המתכנן באותו tradeoff הנדסי במימוש התכן באופן מפושט או מפורט.

## רשימת מקורות

- אורון, א' (2017). 50 שנה ומה השתנה - מודיעין לאפקטיביות אווירית. בין הקטבים.
- בזק, י' (2018). התמרון היבשתי הרב זרועי. מערכות.
- פינקל, מ'. (2020). עליונות בצה"ל - הצעה לגישה אינטגרטיבית. בין הקטבים.
- קמחי, ד'. (2021). קצב התמרון הרב־ממדי - בדרך להשגת קצב מבצעים במערכה. בין הקטבים.
- Bai, F., & Helmy, A. (2004). A survey of mobility models. *Wireless Adhoc Networks*. University of Southern California, USA, 206, 147
- Biljecki, F., Ledoux, H., & Stoter, J. (2017). Generating 3D city models without elevation data. *Computers, Environment and Urban Systems*, 64, 1-18
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Johnson, R. E., & Vlissides, J. (1995). *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. Pearson Deutschland GmbH
- Liu, B., Zhang, H., & Zhu, S. (2016). An incremental V-model process for automotive development. 2016 23rd Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC) (pp. 225-232). IEEE
- Sharma, R. (2016). Procedural city generator. 2016 International Conference System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART) (pp. 213-217). IEEE
- Zeigler, B. P. (2017). Why should we develop simulation models in pairs? *Winter Simulation Conference (WSC)*, p. 2
- .Zeigler, B. P., Kim, T. G. & Praehofer, H. (2000). *Theory of modeling and simulation*. Academic press

## 1 Introduction

### 1.1 Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance System of Systems

Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR) systems gather information regarding the enemy by observing their behavior. Modern ISR systems, like other systems, are growing more complex and can be considered Systems of Systems (SoS).

A System of Systems is a collection of constituent systems (CS) integrated to accomplish one or multiple shared goals. An SoS is defined when the components are independent in several characteristics<sup>[1]</sup>:

- Operational independence – each component attempts to accomplish its unique goal using the resources and information available in the environment.
- Developmental independence – the component evolves independently from other CS to better achieve its specific goals.
- Geographic distribution – the component is geographically independent. It can change its location without affecting others.

SoS are very common in the modern era, from smart cities to defense systems. These SoS have different components, developed, and operated by separate businesses to achieve specific goals. ISR systems are an example of SoS. ISRSoS combine CS such as sensors, research centers, and other components. The CS serve a specific purpose: collecting data, analyzing it, or transferring it. The ISR, as a whole, creates information about the enemy for the decision-making process. The information created has a value that is related to the specific system receiving this information.

Within the context of ISR, there are two significant issues. ISR systems are usually composed of existing systems and it is not feasible to redesign the ISRSoS from scratch, but rather conduct small evolutionary changes to the system as required. As in all competitive systems, ISRSoS require constant capital investment to keep up with the competitor. When investing capital to evolve the ISRSoS, strategic decisions would entail selecting the most-beneficial components to provide future ISRSoS performance in the context of future environments.

Due to the complexity of the systems and the inability to physically test the ISR in a real-world setting, computer simulations can be used. These simulations enable idea and concept testing before real-world implementation without imposing risk on the system or decision-maker resources.

The following literature survey will introduce some work conducted in the field of simulation for ISR SoS.

### 1.2 Literature Survey

To understand current work done for ISR and System of Systems, a Scopus search was conducted. The trivial search of ISR yields 9,778 results, half related to medical research. Thus the parameters of the search included the terms System of Systems and Surveillance as searching for intelligence yields 56,000 results where most papers are related to Artificial Intelligence and not related to ISR. The search included journal papers and conference papers to ensure covering the entire breadth of the field. While this search is not comprehensive, it enables the appreciation of the focus of simulation within the field of ISR research.

The search yielded a total of 97 articles. All articles were read and analyzed to filter out non-simulation-related articles. Out of the 97, only 23 articles included some sort of simulation, and one article was a revised version of a previous article and was thus omitted. These 22 articles include various uses for simulation for ISR research. These simulations included testing specific unmanned systems configuration versus an operational scenario<sup>[2], [3], [4], [5], [6]</sup>, sensor optimization for location or configuration<sup>[7], [8], [9] [10], [11], [12]</sup>, and some wargames simulation<sup>[13]</sup>. Other examples included using ISR systems for civilian use using ABM

# Leveraging Simulation to Improve Self-Organization in Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance Systems of Systems

Uriel Hochmann and Yoram Reich  
Faculty of Engineering, Tel Aviv University  
urielh@mail.tau.ac.il, yoramr@tauex.tau.ac.il

## Abstract

Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR) System of Systems (SoS) are complex systems combining multiple sub-systems into a system that is capable of unique contributions to the ISR operational objectives. These system level properties are called emergent properties and are unique at the system level of an SoS. An example of emergent property is self-organization of the constituent systems of the SoS. This self-organization allows SoS to find a local optimal configuration when faced with an unknown opponents or changing environments. Previously, there has been some effort to leverage models and simulations to research improved ISR capabilities with only a limited number of works exploring emergent properties for the ISRSoS. This work extends previous approaches through a unique model, representation, and simulation of an ISRSoS at the system level, reproducing system-level properties and behaviors such as self-organization and conducting engineering activities to improve overall system effectiveness. The method's effectiveness is demonstrated using an example system showing a correlation between possible system engineering efforts and the overall system effectiveness.

Keywords: Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance, Systems of Systems, Agent-Based Model, Agent-Based Simulation, Emergent Property, Emergence, Self-Organization



top-down causation where the property affects the system's components. The economic boom allows the examination of the concept of strong emergence. During an economic boom, agents change their interactions to take advantage of the current market situation. Another example of strong emergence is self-organization, where the components interact in a way that benefits the system at the expense of the components themselves.

- Spooky Emergence: The emergent property is inconsistent with the known properties of the system. The interaction between the different components is not understood, and there is no clear link between the interaction and the emergent property. Due to the complex nature of this emergence type, it is also not always direct to understand if the emergent property is positive or negative. An example of spooky emergence would be human cognition or human culture. Both examples brought here have been positive and negative in past occurrences.

In the remainder of this article, we will demonstrate the ability to simulate a strong emergent property and discuss the possibilities this provides.

## 2 Model

To showcase the ability to engineer a strong emergent property in an ISRSoS, an example SoS was designed. While this system does not reflect an existing SoS, it enables the demonstration of the principles presented in this paper. One of the strong emergent properties of the system is self-organization.

### 2.1 Self-Organization

Self-organization is the increase of order within a system not imposed by an external agent<sup>[27]</sup>. While it is possible to model self-organization using the information required to describe the system<sup>[28]</sup>, it is not useful in the case of an ISRSoS as it will be too complicated to compute this information. self-organization is dependent on the purpose of the system. It is useful to engineer self-organization systems when the problem to solve is too difficult to optimize the solution apriori, and it is more useful to let the elements of the system respond to the changes in the environment through interactions between them.

Self-organization is a strong emergent property. It is an emergent property because it arises from the interaction between the elements composing the system. It is strong because the change in self-organization changes the system itself.

A simple example may illustrate this point. Consider an ISRSoS with the goal of covering an area of interest and finding and eliminating all targets in that area. The ISRSoS must react to unforeseen changes in enemy deployment and movement in the designated area. Consequently, there is no static configuration for the system that gives the best optimal solution. If the ISRSoS can change their operation mode (such as increasing effectiveness by spending money) then the ISRSoS has the emergent property of self-organization. The systems change their interaction with their environment according to an internal set of rules. The ISRSoS property of self-organization also affects the agents themselves by definition and thus it is a strong emergent property. As opposed to this strong emergent property, the ISRSoS has other emergent properties such as information discovery over enemy formation. Only after interaction between elements of the system is this information created and thus it is relevant to the system level but it does not affect the operation of the system.

### 2.2 Example ISRSoS Representation and Model

The example demonstrated is composed of four types of agents: Sensors, Analysis Station, Action Agent, and Information Array. The architecture of the example system can be seen in figure 1. To simplify the

(agent-based modeling) simulation<sup>[14],[15]</sup>.

Some simulations simulated large localized SoS. The work looks at a specific area and analyzes the optimal setting for the participating agents<sup>[16],[17]</sup>. Other simulations use system dynamics to learn the best configuration of processing, exploitation, and dissemination (PED) systems<sup>[18]</sup>. System synchronization is another matter of interest and is analyzed to find the best configuration<sup>[19]</sup>. Some research was done on the connection between surveillance and operations<sup>[20],[21]</sup>. Multiple nations converged to host research on the multi-nation integration of unmanned sea vessels and related on-shore labs<sup>[22]</sup>. Another perspective is using SoS simulations to check red-team and blue-team scenarios<sup>[23]</sup>.

While there is some simulation used to research design methods for ISR systems, only a few articles were found that look at the SoS level enabling strategic decision-making for ISR infrastructure on a national level.

### 1.3 Emergence in Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance System of Systems

Emergence is the process whereby the global behavior of a system results from the actions and interactions of agents<sup>[24]</sup>. Emergent properties are, by extension, properties that describe the system and only occur due to the interactions of subcomponents in the system. For instance, the information transfer rate in a communication network is an emergent property that occurs only when several components interact in the system. The CS need to transfer data, send data and translate incoming data into useful information. The different attributes of the components would dictate the resulting information transfer rate.

Emergent properties are novel features within the system that a single component cannot yield. Engineering emergence allows a combination of smaller components to create more resilient systems with lower resources. Emergent properties can be either positive or negative. Positive emergence is the result of CS interaction that delivers gains at the system level, while Negative Emergence is an effect of the interacting components of the system that lead to undesirable consequences. An immediate example would be the effect of the different transport elements on the air quality in the system. Each component is added to the system to improve overall transport efficiency, but the interaction between components, such as traffic jams, decreases air quality. Misbehaviors include unanticipated resource contention, unwanted synchronization or periodicity, deadlock, or a radical behavior change from desired normal modes. Causes for negative emergence can be unexpected resource sharing, massive scale, decentralized control, and unexpected inputs or loads<sup>[25]</sup>.

Emergent properties have four levels of complexity<sup>[26]</sup>:

- Simple emergence: Simplified models of the system enable the prediction of the emergent properties. The System subcomponents are clear and well-understood. An example of a positive reaction could be the information transfer rate within a computer network. Each system segment can be isolated and reproduced using only the components participating in the transfer of information, modeled, and analyzed. An adverse reaction could be the resulting emergent smell arising from molecule interactions in chemical compounds. These can be separated and analyzed by the simulated interaction using a few molecule models.
- Weak emergence: the emergent property is reproducible and consistently predicted with simulation. These properties cannot be reduced to a few components within the system but are still available for modeling and simulation. An example of a positive reaction could be the life quality of citizens living within a city. It is required to model the whole set of components in the system to simulate this quality. It is still possible to simulate but not as readily as a simple emergent property. An adverse reaction could be the air quality of citizens living in the city. As the city grows, more components contribute to pollution, with interactions between nearby systems contributing to the pollution, such as the adjacency of the water system to the electricity plant producing power for the city.
- Strong emergence: the emergent property changes the system where it appears. In a sense, there exists

transfer as little as possible. To increase the speed at which the array moves data between agents, it can expand system resources. If there are too few information bits, the array may release system resources back to the system at the expense of speed.

### 2.2.2 Resource

The ISRSoS is limited by the number of available resources. Resources are used to enable component growth. This creates friction between the different agents as all agents aim to increase the number of resources they gain at the system level. The limitation of resources models the attempt of system components to grow and receive additional resources from the governing agency.

### 2.2.3 ISRSoS goal

The first and main system goal is to increase the number of successful attacks it generates. The second goal is to best spend the available resources. To accomplish this goal, it aims to increase the resources gained by all agents to a maximum. However, the system can lock itself into a position where the remaining sensors have low reliability and generate bad data. On the other hand, the system must maintain the resource requirement and avoid over-expanding.

The third system goal would be to reduce the time between raw data generation and ensuing action. In the real world, the more time spent between data acquisition and action, the less relevant the information becomes. This data decay was not modeled in the demonstrated system but could be added to the simulation given information about the kind of decay.

## 3 Simulation Tool and Results Analysis

The model was written using SimPy Library for Python. For every time step, each agent carries out its actions. The sensors generate raw data and sensors are created or eliminated as required. The array moves data between the different agents and grows or decays according to the amount of information waiting to be delivered. The analysis station analyzes information and produces targets for the action agent, and the action agent acts on data and creates relevant feedback. For the simulation, the array, action station, and analysis station expand system resources to grow when five information objects are waiting to be analyzed.

exposition, a simple system was designed. An accurate database can enable the development of a model and simulation for the enhancement of an existing ISRSoS.

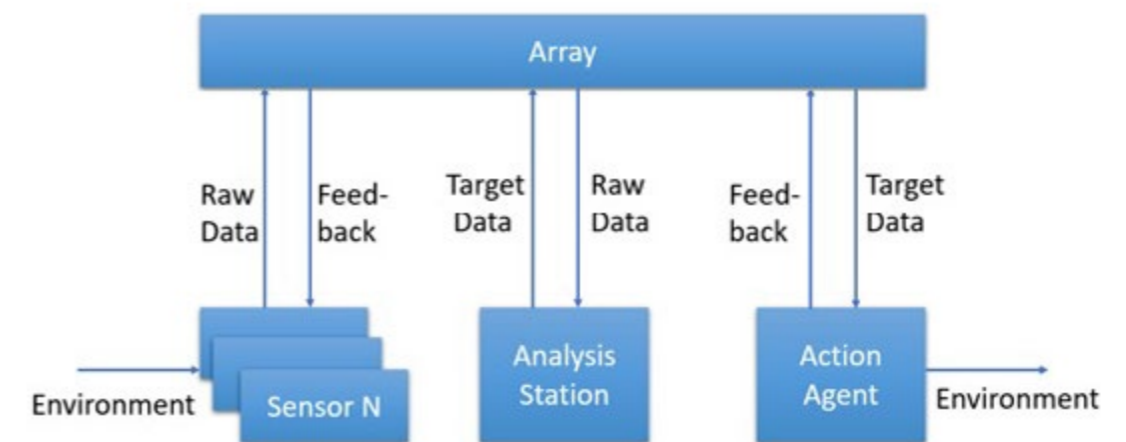


Figure 1 - System Model – the four agents are shown with their respective interaction: Sensor agents create raw data from the environment and send it to the array. The sensors also receive feedback from the system. The analysis station receives raw data and outputs target data based on it. The action agent acts on the environment with the target data and sends back feedback. The array transfers the data between the different agents.

### 2.2.1 Agents

The most crucial agent is the action agent. There only exists one such agent, and it acts to attack targets marked by target data it receives from the analysis station. If the information is correct, the attack is successful. If the information is false, the attack fails. The action agent sends back feedback with the results of the attack regardless of the result. When enough targets are waiting to be attacked, the action station can expand system resources (representing capital investment) to increase the speed at which it uses input. If there is not enough information to act on, the action agent can reduce the number of attacks per cycle to free some system resources for other agents.

The analysis station receives raw information from the sensor agents and combines them into targets for the action station. The analysis station uses multiple raw information bits. The more data it collects for a single target, the higher the accuracy of the resulting target. However, using additional data results in a longer analysis time. The station can use system resources, such as upgrading computation systems or hiring better-skilled analysts to speed up the analysis process and free up those resources when no longer required.

Sensor agents create data about possible targets. This data is raw and cannot be used in the action station unless analyzed by the analysis station first. Each sensor has a random accuracy set between 0 and 1 for the chance the data it created is true or false. This data is later fed into the analysis station that creates a target. If all data created for a target is false, the target is false, and the action taken by the action agent will fail. Agents receive feedback from the action station where the action station randomly selects a single sensor agent and sends it feedback. When a sensor receives false feedback from the action agent, the sensor eliminates itself to allow other sensors to take its resources in the hope that the new sensor will have improved reliability. Positive feedback generates new sensors regardless of the originating sensor. Each sensor expands one system resource.

The array is the backbone of the system. The array moves data of all types: raw data, target data, and feedback between the different agents. The array is also an agent with the goal to have the data wait for

The simulation was run for 200 time periods. Figures 2 and 3 show the results of this run. With the generation of new data, the average data age grows until it stabilizes on a level according to the set amount of resources available for the ISRSoS. When the system stabilizes there are small perturbations of the agents around equilibrium, this is the self-organization of the system. The ISRSoS shifts from growth (agents spend resources regardless of the total system limit) to self-organization (agents can only grow when other agents release resources) at the 20 timesteps. Over time, the average wait time for different types of data (raw data, target data, and feedback) converges to 5, the rule set for the expansion of new data. This means the 5 data rule defined above is a form of control for the ISRSoS even though it takes about 100 timesteps for the agents' self-organization to stabilize around that value. The fact that resource allocation continues to fluctuate even after the 100-time steps shows that the agents continue to self-organize to ensure optimal resource allocation.

The simulation was run for 1000 timesteps. Figure 4 shows the results of the run for average data age for all data types and a comparison between average success over the last 5 timesteps and average self-organization effort over the last 5 timesteps. Self-organization effort is the number of changes that happened for the agents in the simulation. The graphs show how the system changes between modes of operation. For instance, when the intel data age is high there are more sensors relative to the ability of the network to carry the data to the analysis center. In other operation modes, the feedback and target data age is high, meaning that some targets are waiting to be exploited.

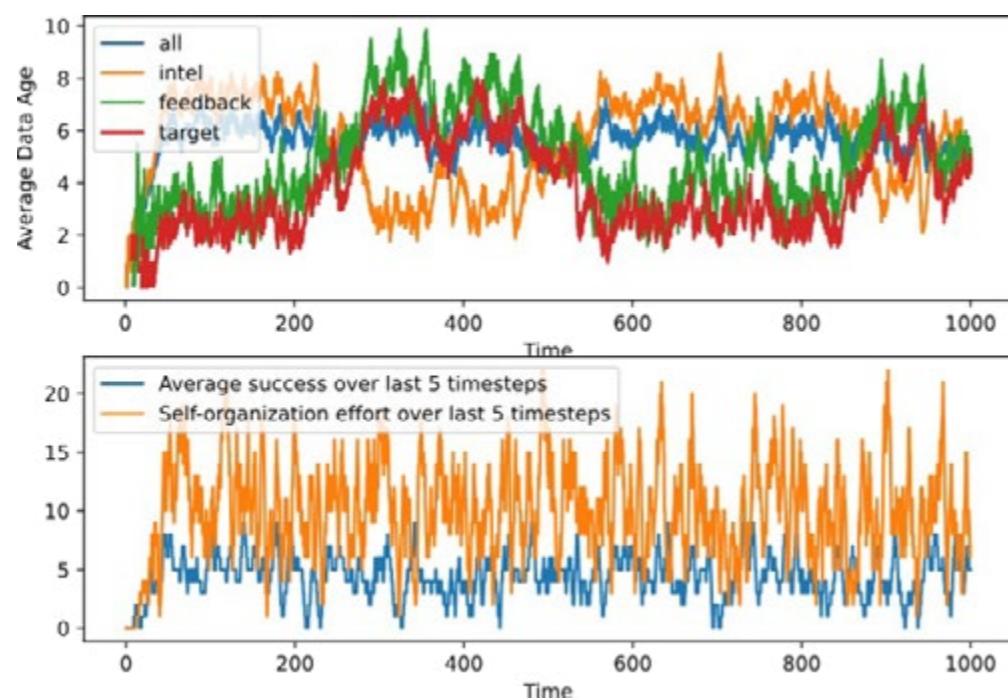


Figure 4 – Top: average data age for the different data types. Bottom: average success over the last 5 timesteps and self-organization effort over the last 5 timesteps.

To understand the relation between self-organization and system performance, the average success for each measure of self-organization was calculated. The results of this calculation can be seen in figure 5. The calculation shows an increase in system performance with an increase in sub-system self-organization. The calculation also showed a large standard deviation that decreases with the increase in self-organization. According to the figure, over a self-organization value of 7, there is a clear increase in the system's effectiveness.

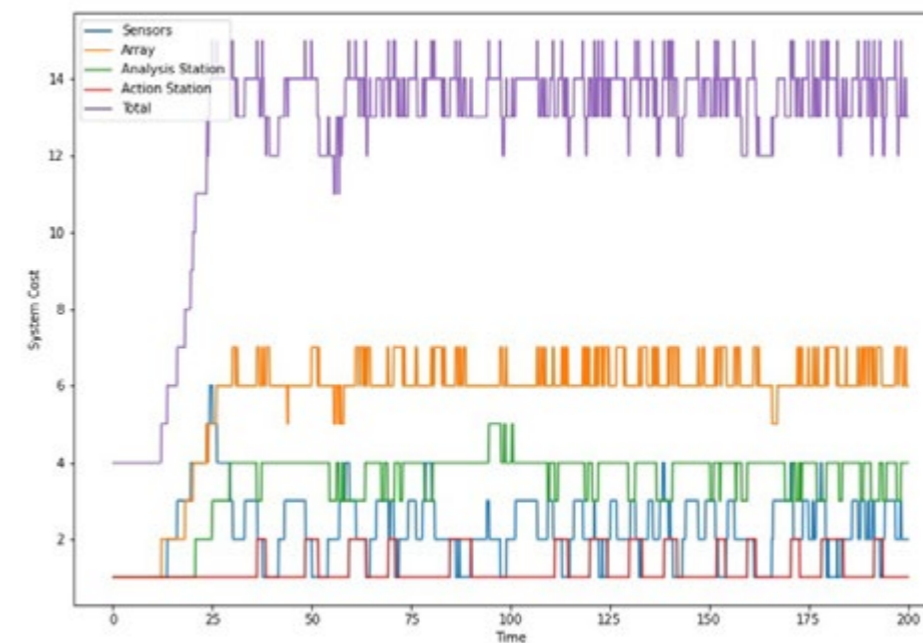


Figure 2 – System resource allocation over time. The total system resource expenditure grows over time until perturbation around the max is achieved. The different components use up and release resources. This shows the self-organization taking place in the system.

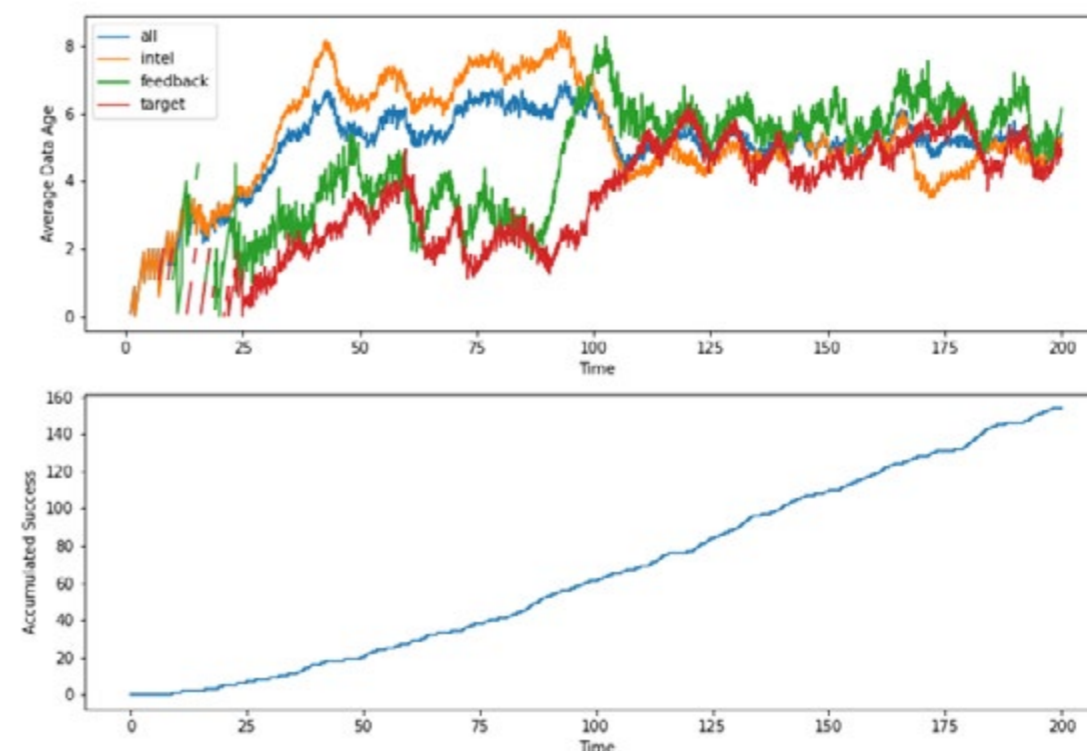


Figure 3 – Top: how much time each data type spends waiting to be transported to the relevant agent. The components self-organize until a design criterion of 5 is achieved for all data types. Bottom: accumulated success over time. The system maintains a constant rate of success over time.

## 4 Conclusions and Future Work

The simulation shows that it is possible to model self-organization as a type of strong emergence for ISRSoS. This work can serve as a demonstration of the types of simulation that can be conducted for an ISRSoS. More importantly, the simulation shows that there is a correlation between the system's performance and the measure of self-organization effort undertaken by the agents. Increasing self-organization could increase the system's effectiveness; consequently, engineering emergence can be a method to improve the effectiveness of SoS such as ISRSoS. Keeping the system's self-organization effort over a threshold value can be a useful strategy at the ISRSoS level. A feedback loop that informs the agents on the measure of self-organization at the SoS level can increase overall ISRSoS success.

Other simple adjustments can be made to enhance the system's effectiveness such as allowing some communication between the agents. This would reduce the data age and improve convergence and is another example of improving system performance through manipulating information transfer in the ISRSoS. In addition, removing the analysis station and adding the analysis capability to the action station would remove a step in the information stream. Shortening the information stream would reduce data age and improve convergence. In addition the action agent would faster pinpoint the source of the misleading data, enabling the system to avoid losing good sensor over lack of source data.

This simple system model may be constructed to aid strategic decision-making concerning the sub-systems of an ISRSoS including:

1. Increasing the speed of information transfer within the system to enable faster reactions and faster self-organization of the different agents.
2. Measuring and artificially increasing, or enforcing, self-organization to improve outcomes for a faster response to changing environmental conditions. The artificial introduction of self-organization can enable the system's adaptability to unforeseen changes that already happened in the environment.

Future work may expand in several avenues:

1. Feedback on self-organization: Adding information about the measure of self-organization to the participating agents could enable interesting effects. This could allow agents to release resources when self-organization is low to enable higher levels of self-organization.
2. Other strong emergent properties can be tested within the scope of an ISRSoS, such as system risk aversion or resilience.

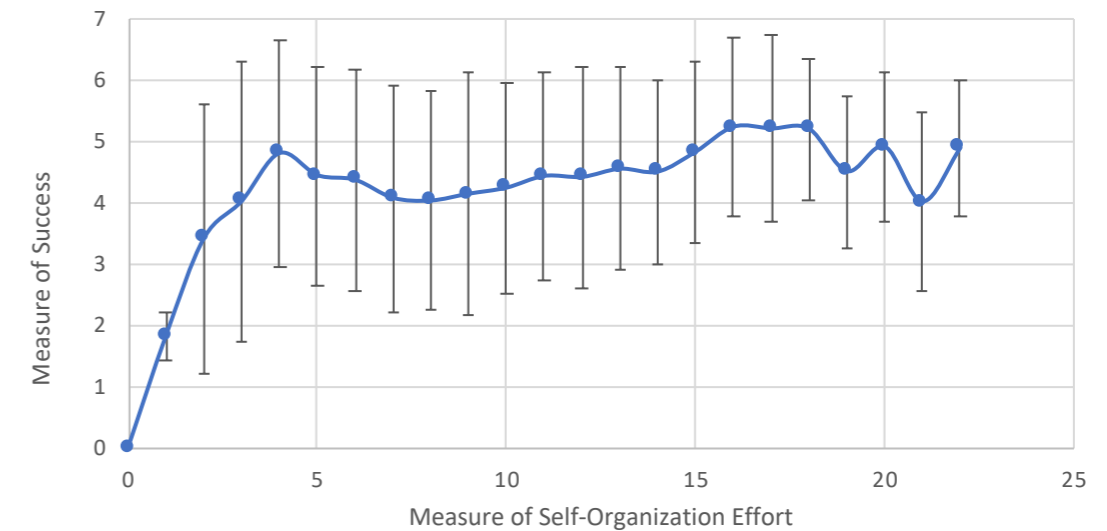


Figure 5 – The figure shows a calculated average for success over a period of time for each numerical measure of self-organization. The steep increase at the lower values of self-organization effort shows an increase in average system effectiveness with an increase in self-organization. Low self-organization creates a low average and high variance. Higher values of self-organization show a higher average and a reduced variance. The graph takes into account only time steps 200 and onwards however the effect of the first 200 timesteps on the values is minimal.

The system has a set-up time in the simulation in the first 10 time steps. To reduce the effect of the set-up time on the results the first 200 timesteps were omitted. The effect on the data is minimal as can be seen in figure 6. The first 200 timesteps contain areas where self-organization is 0 (only the initial system set-up).

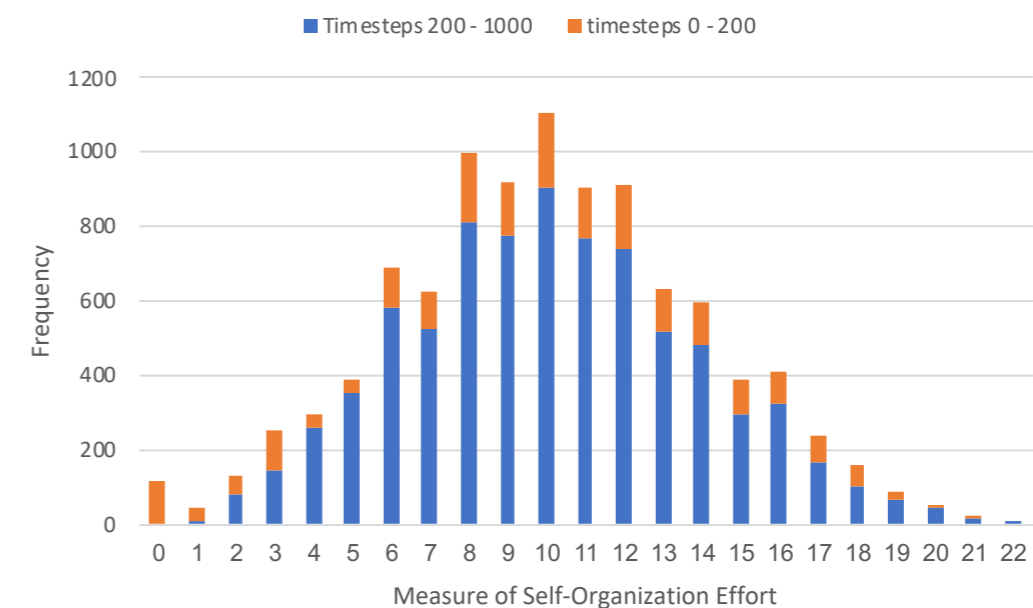


Figure 6 - A sum of the count of appearances for every value of self-organization effort can be seen. The bottom bars represent timesteps from 200 until 1000, and the top bars show the initial 200 timesteps. This was done to understand the significance of the initial stabilizing period.

## 5 Bibliography

- [1] M. Jamshidi, "System of Systems Engineering - An Overview," in Engineering Emergence, Boca Raton, CRC Press, 2018, pp. 11-43.
- [2] S. Rohde, N. Goddemeier, K. Daniel and C. Wietfeld, "Link Quality Dependent Mobility Strategies for Distributed Aerial Sensor Networks," in IEEE Globecom 2010 Workshop on Wireless Networking for Unmanned Aerial Vehicles, 2010.
- [3] Z. Ruiwen, S. Bifeng, P. Yang and Y. Qijia, "Improved method for subsystems performance trade-off in system-of-systems oriented design of UAV swarms," Journal of Systems Engineering and Electronics, pp. 720-737, 2019.
- [4] R. Wang, S. Agarwal and C. Dagli, "OPM & color petri nets based executable system of systems architecting: A building block in FILA-SoS," in 9th Annual IEEE International Systems Conference, SysCon 2015, 2015.
- [5] A. Dharmawan, G. S. Soh, S. Foong, R. Bouffanais and K. Wood, "Design innovation of mesoscale robotic swarms: applications to cooperative urban sensing and mapping," Frontiers of Information Technology and Electronic Engineering, pp. 1618-1631, 2019.
- [6] V. Lappas, H.-S. Shin, A. Tsourdos, D. Lindgren, S. Bertrand, J. Marzat, H. Piet-Lahanier, Y. Daramouskas and V. Kostopoulos, "Autonomous unmanned heterogeneous vehicles for persistent monitoring," in AIAA Scitech 2019 Forum, 2019.
- [7] M. Khan, S. Ahmed and D. Kim, "AUV-Aided Energy-Efficient Clustering in the Internet of Underwater Things," IEEE TRANSACTIONS ON GREEN COMMUNICATIONS AND NETWORKING, pp. 1132 - 1141, 2019.
- [8] M. Nguyen and K. Teague, "Random Sampling in Collaborative and Distributed Mobile Sensor Networks utilizing Compressive Sensing for Scalar Field Mapping," in 10th System of Systems Engineering Conference, 2015.
- [9] D. Cavaliere and S. Senatore, "Exploiting a multi-device knowledge meshing to agent-based activity tracking," in IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), Canberra, 2020.
- [10] I. Melgar, C. Mas, M. Sanchís and M. Gómez, "Optimization of System-of-Systems architectures for maritime border control using Genetic Algorithms," in IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference), 2010.
- [11] J. Bevington and T. McDonnell, "Target tracking for heterogeneous smart sensor networks," in Proc. SPIE 4396, Battlespace Digitization and Network-Centric Warfare, Orlando, 2001.
- [12] H. Le, P. Bellamy and S. S. S. Pei, "The Houston Ship Channel security: a case study," in Proc. SPIE 6540, Optics and Photonics in Global Homeland Security III, Orlando, 2007.
- [13] S. Astapov, J.-S. Preden, J. Ehala and A. Riid, "Object Detection for Military Surveillance Using Distributed Multimodal Smart Sensors," in Proceedings of the 19th International Conference on Digital Signal Processing, 2014.
- [14] S. Okami, "Transitional Complexity of Health Information System of Systems: Managing by the Engineering Systems Multiple-Domain Modeling Approach," IEEE Systems Journal, pp. 952-963, 2019.
- [15] N. Tecler, L. Purvis, G. Foltz, T. West, D. Edwards, J. Fruetel and N. Gleason, "An end-to-end approach to developing biological and chemical detector requirements," in Proc. SPIE 7306, Optics and Photonics in Global Homeland Security V and Biometric Technology for Human Identification VI, Orlando, 2009.
- [16] J. Humann and E. Spero, "Modeling and Simulation of multi-UAV, multi-Operator Surveillance Systems," in 12th Annual IEEE International Systems Conference, 2018.
- [17] M. Arifin, A. Widyotriatmo, A. Sumari and E. Juliastuti, "Opinion formation for decision making process in command, control, communications, computers, intelligence, surveillance, and reconnaissance," in Proceedings of the 5th Asian Conference on Defence Technology, ACDT 2018, 2018.
- [18] C. Lofdahl, M. Voshell and S. Mahoney, "Designing Future Processing, Exploitation, and Dissemination Support Systems Using Simulation," Procedia Computer Science, pp. 33-40, 2014.
- [19] N. Tariq, I. Petrunin, S. Al-Rubaye, A. Tsourdos and W. Zischka, "Quality of service study in synchronized time-triggered aerial networks," in AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference - Proceedings, 2020.
- [20] S. Andrade and D. Hulse, "Evaluation and Improvement of System-of-Systems Resilience in a Simulation of Wildfire Emergency Response," IEEE Systems Journal, pp. 1-12, 2022.
- [21] A. Markina-Khusid, R. Jacobs, L. Antul, L. Cho and H. Tran, "A Complex Network Framework for Validated Assessments of Systems of Systems Robustness," IEEE Systems Journal, pp. 1092-1102, 2022.
- [22] W. Müller, A. Arecchi, F. Fisch and E. Di Quirico, "System simulation architecture and design for maritime surveillance with unmanned assets," in Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, Orlando, 2022.
- [23] K. Athmer, C. Gaughan, J. McDonnell, R. Leach, B. Davis, K. Truong, H. Borum, R. Leslie and L. Ma, "Enhancing army analysis capability for warfighter protection: TRADOC-RDECOM M&S decision support environment collaboration," in Proc. SPIE 8403, Modeling and Simulation for Defense Systems and Applications VII, Baltimore, 2012.
- [24] K. Sawyer, "Emergence, complexity, and social science," in Social Emergence: Societies as Complex Systems, Cambridge University Press, 2014, p. 276.
- [25] B. Zeigler, "A note on promoting positive emergence and managing negative emergence in systems of systems," The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology, pp. 133-136, 2016.
- [26] A. Tolk, S. Diallo and S. Mittal, "Complex Systems Engineering and the Challenge of Emergence," in Emergent Behavior in Complex Systems Engineering: A Modeling and Simulation Approach, John Wiley & Sons, 2018.
- [27] C. Greshenson, Design and Control of Self-organizing Systems, Mexico City: CopIt ArXives, 2007.
- [28] W. Wright, R. Smith, M. Danek and P. Greenway, "A Generalisable Measure of Self-Organisation and Emergence," in Lecture Notes in Computer Science, Vienna, 2001.
- [29] V. Lappas, H.-S. Shin, A. Tsourdos, D. Lindgren, S. Bertrand, J. Marzat, H. Piet-Lahanier, Y. Daramouskas and V. Kostopoulos, "Autonomous Unmanned Heterogeneous Vehicles for Persistent Monitoring," Drones, p. 94, 2022.

## 1 Introduction

Social media such as Twitter and Wikipedia contains considerable amount of location-related text data. In this paper, we develop a model that learns to predict spatial probabilities from free text. Given a query sentence, the model outputs a discrete probability distribution over the surface earth, by assigning each geographical cell a likelihood that the input text relates to the location inside said cell. The resulting model is capable of localizing a large variety of sentences. Viewing the task as a hierarchical classification problem allows the model to express its uncertainty in the location associated with the text. The resulting model can be used for resolving ambiguity of the place references in the text. Such capability is central to the success of finding exact location from free text. For example, Paris can refer to more than one possible location. In a context such as: The International Olympic Committee confirmed the city chosen to host the Olympic Games in 2024. The Games will be held in Paris, geocoding models like the one proposed in this paper can help in the resolution of the correct location.

This work introduces the following contributions:

- Synthesizing a dataset for supervised learning, including adaptive cell partitioning.
- Formulating the geocoding problem as a sequence-to-sequence problem.
- Training an end-to-end geocoding model using said formulation.
- Publicly releasing the curated dataset, a Rest-based application and the T5 geocoding model.

## 2 Related works

The geolocation prediction from free text was extensively addressed in the literature. The authors of [1] presented a multi-level geocoding model that learns to associate texts to geographic locations. The downstream task was formulated as a multi-level classification problem based on multi-level S2 [2] cells as the output space from a multiheaded model. In [3], the surface of the earth was subdivided into thousands of multi-scale geographic cells. The authors trained a deep neural network using millions of geo-tagged images. We adopt the adaptive partition approach introduced in this paper. The authors of [4] created language models of locations using coordinates extracted from geo-tagged Twitter data. The locations were modeled at varying levels of granularity, from zip code to the country level. In [5], an end-to-end probabilistic model for geocoding text data was presented. In addition, the authors collected a novel data set for evaluating the performance of geocoding systems. The model-based solution, called ELECTRo-map was compared to the open source system available at the time of publication for geocoding texts for event data. An algorithm for estimating a distribution over geographic locations from a single image using a purely data-driven scene matching approach was provided in [6].

## 3 Text Geolocation with Transformer

We pose the task of text geolocation as a sequence-to-sequence problem. The model translates input text into hierarchy set of geographic cells which represent probability distribution over the surface of the earth. The model output is a sequence encoding of hierarchical cell representation of the surface of the earth.

### 3.1 Adaptive Cell Partitioning

We use Google's open source S2 geometry library [2] to partition the surface of the earth into non-overlapping cells that define the target of our model. The S2 library defines hierarchical partitioning of the surface of a sphere by projecting the surfaces of an enclosing cube on it. The six sides of the cube are subdivided hierarchically by six quad-trees. A node in a quad-tree defines a region on the sphere called an

# Transformer Based Geocoding

Yuval - Refael

Vitaly - Refael

October 30, 2022

### Abstract

In this paper, we formulate the problem of predicting a geolocation from free text as a sequence-to-sequence problem. Using this formulation, we obtain a geocoding model by training a T5 encoder-decoder transformer model using free text as an input and geolocation as an output. The geocoding model was trained on geo-tagged wikidump data with adaptive cell partitioning for the geolocation representation. All of the code including Rest-based application, dataset and model checkpoints used in this work are publicly available.

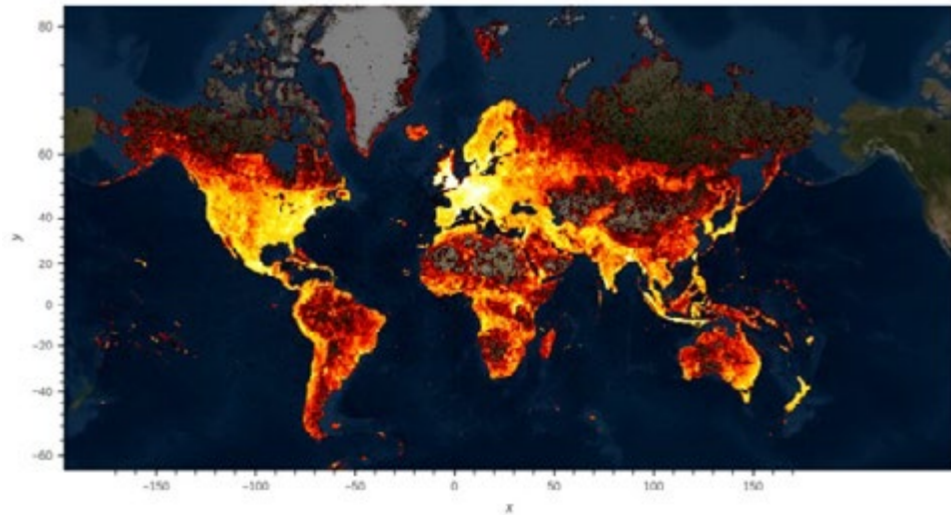


Figure 2: Data points distribution.



Figure 3: S2Geometry adaptive partitioning of our dataset

### 3.2 Dataset

This section describes the dataset used for training the model and for the evaluation experiments. The dataset was constructed from the wikidata archive [8]. The archive was filtered as to select all records with location label (approximately 8M records). See Tab. 2 for samples of wikidata records.

S2 cell. Fig. 1 illustrates the S2 cells in several resolutions. Tab. 1 shows the resolution and number of cells for each S2 geometry level.

There are several reasons for choosing this subdivision scheme over a simple subdivision of latitude/longitude coordinates. Firstly, the latitude/longitude regions get elongated near the poles while S2 cells keep a close-to-quadratic shape, and secondly, S2 cells are mostly uniform in size (the ratio between the largest and smallest S2 cell is 2.08). A naive approach to define a tiling of the earth would be to use all S2 cells at a certain fixed depth in the hierarchy, resulting in a set of roughly equally sized cells. However, this would produce a very imbalanced class distribution since the geographical distribution of wikidata items [7] which was adopted in this paper, has strong peaks in densely populated areas see Fig. 2.

We therefore perform adaptive subdivision, based on the dataset item location: starting at the roots, we recursively descend each quad-tree and subdivide cells until no cell contains more than a certain fixed number (max cell samples parameter) of data points. By using this approach, sparsely populated areas are covered by larger cells and densely populated areas are covered by finer cells. This adaptive tiling has several advantages over a uniform one: (i) training classes are more balanced and (ii) it makes effective use of the parameter.



Figure 1: S2 geometry hierarchical partitioning of the earth.

Level	Average area	Number of cells
00	85M km <sup>2</sup>	6
01	21M km <sup>2</sup>	24
02	5M km <sup>2</sup>	96
03	1.3M km <sup>2</sup>	384
04	330K km <sup>2</sup>	1536
05	83K km <sup>2</sup>	6K
06	20K km <sup>2</sup>	24K
07	5K km <sup>2</sup>	98K
08	1297 km <sup>2</sup>	393K
09	324 km <sup>2</sup>	1573
10	81 km <sup>2</sup>	6M
..	..	..
29	2.95 cm <sup>2</sup>	1729 * 10 <sup>15</sup>
30	0.74 cm <sup>2</sup>	7 * 10 <sup>16</sup>

space because more model capacity is spent on densely populated areas. Fig. 3 demonstrates the S2 partitioning for our dataset.



Figure 5: Prediction results for the text "Haifa". The predicted S2 cell in blue and its ancestor cells in white.

## 4.2 Evaluation

### 4.2.1 Inference

The inference of our resulting model is as follows: given a sentence we predict the output sequence. Naturally it would be 1 digit between 0 to 5 representing the predicted cube face, followed by up to 9 digits between 0-3 representing the predicted s2cell on each level. This sequence can easily be converted to a s2 cell, which represents the probability distribution over the earth for the input text location. We used a beam search with size of 10. See Fig. 5 for inference example.

### 4.2.2 Evaluation Metric

The most straightforward classification metric is the "accuracy measure" where only predictions with a full match between the model's output and the true label counts as a successful prediction. We call this metric "Flat Accuracy" (as opposed to "Hierarchical Accuracy").

This metric fails to capture the inherent hierarchical nature of the label. Another measure is the "Mean distance error". Mean distance error averages the distances between the predicted location (center of the predicted S2 cell in our case) and true location of the target text. It too fails to capture the hierarchical nature of the label.

For this reason we prefer a hierarchical classification metric described in HierarchySpecific Variations on the Regular Classification Metrics [10]. Those are variations of the well-known precision, recall and f-score metrics, specifically adapted to fit hierarchical classification: hierarchical precision (hP):

$$hP = \frac{\sum_i |P_i \cap T_i|}{\sum_i |P_i|}, \quad (1)$$

hierarchical recall (hR):

$$hR = \frac{\sum_i |P_i \cap T_i|}{\sum_i |T_i|}, \quad (2)$$

and hierarchical f-measure (hF):

$$hF = \frac{2 * hP * hR}{hP + hR} \quad (3)$$

where  $P_i$  is the set consisting of the most specific class predicted for each test example  $i$ , and all of its ancestor classes.  $T_i$  is the set consisting of the true most specific class of test example  $i$ , and all its ancestor classes. Each summation is computed over all of the test set examples.

Table 2: Wikipedia Geo Data samples.

Id	Latitude	Longitude	Text
01	53.96	1.08	historic county of England
02	51.0	10.0	country in Central Europe
03	35.88	14.5	sovereign state in Southern Europe
04	57.30	-6.36	whisky distillery in Highland, Scotland, UK
05	47.39	0.69	city and commune in Indre-et-Loire, Centre-Val de Loire, France
06	-33.0	-71.0	sovereign state in South America

### 3.3 Data Labeling

Using the adaptive cells, we label each data sample with the cell id containing the sample location. In order to keep the hierarchical nature of the cells in the label we use the following cell id encoding: the first digit represents the cell cube face with a digit between 0 to 5. The next digits represent for each level the corresponding node in the quad tree with a digit between 0 to 3. See Tab. 3 for a cell encoding example. Note that the label is a sequence of digits with a variant length between 1 and 1+max level.

Table 3: Cell encoding.

Cell description	Cell representation
Face cell 2	2
Subcell 2 of face cell 1	12
Subcell 1 of subcell 3 of face 4	431

## 4 Model

### 4.1 Train

The model presented in this paper is based on the T5-base (220M) pre-trained sequence-to-sequence model [9]. The model was fine-tuned on the wikidata dataset with the text records as input and the location cell encoding as the output target sequence. We chose to utilize the standard cross-entropy loss in the fine-tuning process. Evaluation of level-based weighting in the loss function is left for future work. We trained for 2M steps over 5 epochs with batch size of 12. We used the AdamW optimizer with learning rate 1.5e-5 and linear decay. We train the model on 80% of the wiki-data dataset and use the other 20% for indomain evaluation. A diagram of our text-to-location framework with a few input/output examples is shown in Fig. 4.

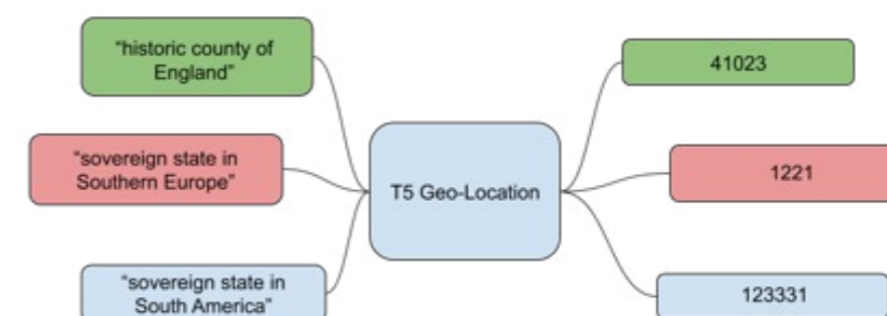


Figure 4: A diagram of our text-to-location framework.



Evaluation results on the wikidata test split using the metrics described in section 4.2.2 are given in Tab. 5.

**Table 5: Evaluation results.**

Evaluation metric	Results
Flat accuracy	0.51547
Hierarchy accuracy	0.791



Figure 8: Prediction results for the text "Paris".

## 6 Conclusions

In this paper we formulated the problem of geocoding as a sequence-to-sequence problem and trained a transformer model for geocoding. To leverage the capabilities of a language model, a pre-trained T5 model was used for fine-tuning. For the sequence representation of the geolocation label, an adaptive cell partitioning was used. The free text and its corresponding geolocation were obtained from wikidata. The evaluation of the model on both hierarchical and non-hierarchical metrics demonstrated the validity of the proposed approach for geolocation prediction.

The free text at inference time sometimes only hints at a location. It is our intuition that by combining a huge decoder such as GPT3 [11] to produce more location-coherent text from an obscure location reference and then feeding it to T5 could improve the model's performance. This evaluation is left for future work. In addition, we leave for future work the evaluation of our approach on a benchmark such as Wikipedia Toponym Retrieval [12].

## 5 Results

In this section, the performance of the developed geocoding model is presented and analyzed. To demonstrate the performance of the model, let us first present several inference examples of the model. The examples of the predicted samples are given in Tab. 4.

**Table 4: Inference examples - true and predicted labels.**

Text	Predicted Label	True Label
townland in Drummaan, County Clare, Ireland	21002321	21002321
lake in Eksjö Municipality, Sweden	20302303	20302303
ancient monument in Denmark (2976)	20331122	20331122
school in Cheshire West and Chester, UK	210033112	210033113
mountain in Iran	1333313	133302
railway stop in Harburg, Germany	20331203	20331022

It is difficult to compare two sequences due to the fact that two adjacent cells can have very different sequences in terms of string comparison. This results from the fact that two adjacent cells can originate from different parent cells. To visualize the results, a web demo application powered by the fine-tuned model was constructed. This demo application can facilitate an intuitive comparison between the predicted and the true label. Inference examples using this application are given in Fig. 6, Fig. 7, and Fig. 8.



Figure 6: Prediction results for the text "Pacific ocean".



Figure 7: Prediction results for the text "South". We can assume large amount of South African samples biased the prediction.

## References

- [1] Sayali Kulkarni, Shailee Jain, Mohammad Javad Hosseini, Jason Baldridge, Eugene Ie, and Li Zhang. Spatial language representation with multi-level geocoding. arXiv preprint arXiv:2008.09236, 2020.
- [2] Dewey Dunnington, Edzer Pebesma, and Ege Rubak. s2: Spherical Geometry Operators Using the S2 Geometry Library, 2022. <https://r-spatial.github.io/s2/>, <https://github.com/r-spatial/s2>, <https://s2geometry.io/>.
- [3] Tobias Weyand, Ilya Kostrikov, and James Philbin. Planet-photo geolocation with convolutional neural networks. In European Conference on Computer Vision, pages 37–55. Springer, 2016.
- [4] Sheila Kinsella, Vanessa Murdock, and Neil O’Hare. ” i’m eating a sandwich in glasgow” modeling locations with tweets. In Proceedings of the 3rd international workshop on Search and mining user-generated contents, pages 61–68, 2011.
- [5] Benjamin J Radford. Regressing location on text for probabilistic geocoding. arXiv preprint arXiv:2107.00080, 2021.
- [6] James Hays and Alexei A Efros. Im2gps: estimating geographic information from a single image. In 2008 IEEE conference on computer vision and pattern recognition, pages 1–8. IEEE, 2008.
- [7] Denny Vrandečić and Markus Krötzsch. Wikidata: a free collaborative knowledgebase. Communications of the ACM, 57(10):78–85, 2014.
- [8] Denny Vrandečić and Markus Krötzsch. Wikidata: a free collaborative knowledgebase. Communications of the ACM, 57(10):78–85, 2014.
- [9] Colin Raffel, Noam Shazeer, Adam Roberts, Katherine Lee, Sharan Narang, Michael Matena, Yanqi Zhou, Wei Li, Peter J Liu, et al. Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. J. Mach. Learn. Res., 21(140):1–67, 2020.
- [10] Carlos Nascimento Silla and Alex Alves Freitas. A survey of hierarchical classification across different application domains. Data Mining and Knowledge Discovery, 22:31–72, 2010.
- [11] Tom Brown, Benjamin Mann, Nick Ryder, Melanie Subbiah, Jared D Kaplan, Prfulla Dhariwal, Arvind Neelakantan, Pranav Shyam, Girish Sastry, Amanda Askell, et al. Language models are few-shot learners. Advances in neural information processing systems, 33:1877–1901, 2020.
- [12] Milan Gritta, Mohammad Taher Pilehvar, Nut Limsopatham, and Nigel Collier. What’s missing in geographical parsing? Language Resources and Evaluation, 52(2):603–623, 2018.

## Contents

1. Introduction
2. Strategic planning – state of the art
  - a. What is strategic planning?
  - b. Traditional human strategic planning
  - c. Artificial intelligence strategic planning
3. Theory of human-machine teaming
4. Integration for human-machine strategy teams
  - a. Goal design
  - b. Understanding the environment
  - c. Reasoning about decisions
5. Roles of the human-machine team in planning processes
  - a. Red-teaming
  - b. Ideation
  - c. Accelerating learning
6. Conclusions

## 1. Introduction

During the last several years, there has been growing disillusionment with professional strategic planning. Experts have failed time and again in foreseeing or managing financial crises, military conflict and viral epidemics. The literature on cognitive biases and some attempts at quantifying expert performance have given empirical force to these criticisms. Nonetheless, substantial alternative sources of strategic wisdom haven't been on offer.

Concurrently, the last few years have seen strident advances in artificial intelligence technologies, notably due to deep neural networks. These have managed to obtain human or superhuman performance in certain well defined strategic games or simulation frameworks, such as the board game go or computer game Starcraft II. While the technology is not fully mature for many real-world strategic applications, there have been initial experiments in its use for strategy and policy development. These include building deep learning models for economic policy, climate change negotiation protocol design and large-scale battle-field planning. In practice however, deep learning models for practical strategic optimization still suffer from significant constraints.

We pose the question: can humans and machines leverage each other's capabilities to develop improved strategic plans and policies? In other non-strategic contexts, machine learning based decision-support systems are becoming common, including predictive policing, medical diagnosis, consumer product recommendations and more. But these all pertain to informing narrow, tactical, one-shot decisions. To integrate human and machine relative advantages in more complex, evolving strategic environments, their relative advantages need to be understood and integration mechanisms between them need to be designed. These aspirations fit well with the "human-centric/aligned AI" agenda, as well as the "evidence-based/data-driven policy" agenda. This paper aims to offer initial design principles for such a human-machine strategy team.

The paper is organized as follows. The next part presents a brief overview of strategic planning challenges, and the processes and limitations of human and machine planning respectively. The third part gives a

# Synergy and Strategy: Human-Machine Teaming for Planning and Decision-Making

David Shores

## Abstract

There has been growing disillusionment with professional strategic planning. Experts have failed time and again in foreseeing or managing financial crises, military conflict and viral epidemics. Concurrently, the last few years have seen strident advances in artificial intelligence technologies, such as deep reinforcement learning, which has obtained human or superhuman performance in certain well defined strategic games and simulations. They are still inadequate for most real-world policy applications, but there are initial experiments in areas such as economic policy, climate change negotiation protocols and large-scale battle-field planning.

Here we ask the question: can humans and machines leverage each other's capabilities to achieve improved strategic planning? This would require human and machine relative advantages to be understood and for integration mechanisms between the two to be developed. This paper aims to offer initial design principles for such a human-machine strategy team.

To that end, we review the challenges of strategic planning today, and the elements of human and machine planning processes. We then present the theoretical background for human-machine teaming. Building on this background, we explore a number of potential integration mechanisms between human and machine cognitive functions along the strategic planning pipeline, including goal-design, understanding the environment and reasoning about decisions. We also outline the roles that a human-machine strategy team can play in the organization, including red-teaming, generating novel courses of action and accelerating learning. We conclude with thoughts on implementable steps.

Keywords: strategy, policy, planning processes, artificial intelligence, deep learning, reinforcement learning, multiagent systems, human-machine teaming, goal design, world-models, explainability, decision-making

of formal processes, and resort to their personal intuition or to that of some external trusted advisors. Alternatively, products of strategic processes are regarded with cynicism by the operational units of the organization, who feel themselves closer to the ground truth and who guard their space for independent judgement. The responsibility for the strategy process itself is usually divided between different parts of the organization – say intelligence, budgets and operations – which don't always share each other's assumptions or trust each other's conclusions, leading to inconsistencies.

Part of the problem has been the subjective nature of high-level strategy and the difficulties in measuring strategic performance. Where measurement has been conducted, experts have been shown to suffer from cognitive biases (Jervis, 2017; Nisbet, 1985) and they display poor track records in short-term predictions, even within their fields of expertise (Tetlock, 2016). High-profile failures have further encouraged disillusionment, such as the 2007/8 global financial crisis, the 2010 Arab Spring, the 2016 US presidential elections, the 2020 Coronavirus epidemic or the 2022 Russian invasion of Ukraine. Some prominent strategy researchers have described national security strategy as an "illusion", business strategy as a "wild safari", and government policy as a "paradox".

One major challenge of human strategic planning and management, is goal-setting. Strategic level goals are often qualitative and ambiguous, making them hard to implement and to measure progress. Sometimes this is deliberate, to allow leaders a measure of plausible deniability in case of failure. At other times this is due to the genuine difficulty in translating amorphous values into KPIs. In hierarchical organizations, goals are handed down from one echelon to the next in finer and finer resolutions, known in the military as "distributed command". But often, critical parts of intentions in the upper echelons can get lost in translation at the bottom. Part of the difficulty is the need to balance competing interests. If these interests aren't weighted or prioritized, the default will often be to just realize the easiest goal, instead of the most important one. In sum, contrary to first impressions, strategic goal formulation can be a particularly tricky function with important consequences for the rest of the process.

Another major failure point of planners has to do with imagination. Planners and policy makers must produce alternative courses of action. These might be available from an infinite set of possibilities, but they often end up falling into a few stylistic categories. One typical form is to present three options, differing in magnitude on a single scale (common in national security). Another typical form is to define a two-by-two matrix, presenting four discreet options (common in business). Sophistication of alternatives usually doesn't go beyond this. "Out of the box" options are considered risky and there is little incentive to develop them. Sometimes, dynamic leaders display a "stroke of genius" and accomplish historic change. But there are rarely active efforts to induce such strong creativity in strategic planning outfits. Innovation is considered a tactical-level virtue.

A third fail-mode of human planning is in learning and adapting to change. In the military context, it has been pointed out that generals are often trying to win the previous war. Agile adjustment to change is difficult, and requires not only learning from the past but imagining possible futures, some of which may be unprecedented. Since possible futures includes how external parties will adapt to one's own strategies, there is a feedback loop that needs to be accounted for. As the strategist John Boyd theorized, the advantage goes to the one who cognitively traverses the OODA loop more rapidly than the others. However, strategic level bureaucracies are mostly reactive and notoriously slow in their learning processes.

Despite these difficulties, there is a persistent need for some measure of rationalized decision support at the senior levels of large organizations, so strategists aren't going anywhere. The question is: what opportunity is there for professional progress in the field? One example of major change in policy professionalism over the last century, has been increased use of statistical and quantitative models (Tetlock, 2016). These have had great impact for example in the economic and health spheres, and there is an increasing call for more evidence-based and data-driven policy in general. While these have largely been beneficial where applied,

brief background of the human-machine teaming framework. The fourth part analyzes potential points of integration between human and machine cognitive functions in the strategic planning context. Specifically, we examine teaming for goal design, interpreting the environment and reasoning about decisions. The fifth part outlines roles that a human-machine strategy team might play in practice, including red-teaming, ideation and learning-acceleration. We conclude with some thoughts about implementable steps.

## 2. Strategic Planning – State of the Art

### a) What is strategic planning?

When we refer to strategy in this paper, we take a broad view, encompassing many dynamic decision-making problems faced by multiple agents, whose actions influence each other. This characterizes many difficult policy situations in economic, social and national security areas.

Agents in this framework may be individuals, organizations or states. The interests that an agent has may be at odds with those of other agents, such as a military seeking victory. Or they may be at least partially aligned with interest of other agents, such as in economic or political negotiations. Or they may be seeking some public interest of the whole, such as with a regulator. Most real-world strategic settings are mixed adversarial and cooperative environments.

Strategic planning is the process of formulating a plan or a policy from the point of view of one agent, to achieve some set of interests. The products of the strategy process are plans, which are an intention to take a specific sequence of steps, and/or policies, which are general prescriptions for a way of acting in the environment.

The task of formulating a plan or policy is cognitively very challenging. This is due in part to the fact that the other agents also have plans and policies, which usually are not fully known, requiring decisions under uncertainty. Furthermore, complexity of the interlocking relationships between the agents, increases exponentially with their numbers, making multiparty environments particularly difficult to process. In addition, as interactions unfold over time, the different possible outcomes also increase exponentially, making long-term planning very difficult.

There are all sorts of cognitive models to describe how agents make decisions in strategic environments, and how they should. Perhaps one of the simplest is that of the OODA loop – Observe, Orient, Decide, Act. Strategic planners in organizations support mostly the middle two elements. At the "orient" stage, they take the information that has been collected about the environment (ie. objective conditions, other agents, resources etc.) and use it to make predictions about the future and the interests at stake. At the "decide" stage, planners imagine potential courses of action and analyze their advantages and disadvantages, for consideration by the leadership. Of course, overall success will depend also on the quality of the "observe" stage (information collection) and "act" stage (implementation). But these receive far more attention than "orient" and "decide". We will focus on the latter two functions.

### b) Traditional Human Strategic Planning

Strategic planning as a process and profession evolved in parallel in governments, armies and businesses, with some cross-influence between them. Much of this development occurred during the industrial age. Accordingly, classic planning processes are generally envisioned as centralized and hierarchical, in which situational assessments and recommendations are carefully prepared for senior management before major decisions (Mintzberg, 2008).

In practice, the experience of strategic planners has been far from this vision. Leaders are often skeptical

It should be stressed that while these events generated much hype, other events highlighting the limitations of current deep reinforcement learning have received less attention. For example, in the NetHack challenge, a relatively old game without fancy graphics was opened to both heuristic and reinforcement learning agents. Neither came close to human performance, and the heuristic programs leveraging prior human knowledge of the game did better than the reinforcement learning solutions. The event highlighted that there is still a way to go to develop generalized methods for training competitive AI agents in a large variety of domains.

In addition to current performance limitations in realistic complex domains, there are at least three inherent weaknesses in deep reinforcement learning for strategy development. The first has to do with defining the goals to be realized. In reinforcement learning, goals are expressed as a "reward function" which must produce a single number, signifying how "good" a particular situation is. Calibrating a reward function can be a delicate affair and is known as the "reward design" problem. If rewards are sparse (ie. only vary rare states or actions are of any value), an artificial agent will find it hard to learn. If rewards aren't well structured, an artificial agent might fall into local optima. If there are actions available to the agent that can influence the reward function itself, it could engage in "reward hacking" and defeat the purpose of the algorithm. Realizing an unintended goal due to faulty reward design is known as "perverse instantiation", and has philosophical and ethical implications. These situations generally don't have purely technical solutions.

A second inherent problem in practical reinforcement learning is the need to accurately represent an environment. If the artificial agent is interacting with the real environment, it will have an authentic learning experience, but this can be costly and dangerous – one would not like an autonomous vehicle that is still learning on the road. This means that simulations are necessary. No simulation will have full fidelity to the real world, though this is not a fatal problem. The challenge is to find a representation that reflects the most important features of the environment at an appropriate resolution. There are many increasingly sophisticated simulators that have proliferated in a variety of domains, including epidemiological models, urban planning simulators, trading simulators, military simulators etc. These are usually mechanistic or stochastic and reflect the assumptions of the designers. When designers and operators have similar assumptions, then the simulator can be criticized as "garbage in, garbage out". To increase their fidelity to the real world, there are methods for adapting real-world data as a basis for constructing the simulated environments. These are dependent on the quality and completeness of the data and the methods for reverse engineering it into a model.

Either way, these simulators do not generally model other learning, adaptive agents. Simulations which incorporate multiple learning agents, known as MARL (multi-agent reinforcement learning), are a promising framework being explored for understanding competitive, cooperative and mixed strategic behaviors.

Once there is a simulator, the strategic learning agent still needs to extract the most important factors for decision-making. This can be especially challenging when it comes to making higher-level conceptual abstractions, such as social expectations or power structures. While people are very good at forming abstract ideas about the world, they are not very good at reverse-engineering, modeling or communicating them to others, let alone to computers. Finding ways to efficiently learn higher-level concepts from the real world and incorporate them in formal optimization mechanisms, is an open research question.

A third problem is one that cuts across deep learning applications, and that is explainability. Since the most effective learning methods are statistical in nature, and the learning models have many parameters, it becomes impossible to give an explanation for a recommendation in human-intelligible terms of cause-and-effect. For many if not most policy contexts, this can be prohibitive. Strategic planners and policy analysts need to justify their recommendations and prove that they are optimal compared to the alternatives.

formal modeling techniques have not proved successful in solving "wicked problems" (problems that are unique, chaotic and intractable) which often characterize complex social systems. Classic quantitative models also do not fully address the problems outlined above: goal formulation, ideation and adaptation to change.

### c) AI Strategic Planning

There are many decision-support technologies of various kinds. We will focus here mostly on combinatorial search and optimization algorithms, with an emphasis on deep reinforcement learning. The reason for this is that these methods seek the best sequences of goal-driven decisions in dynamic environments, making their function closest to that of the strategist. Reinforcement learning is a framework that assumes an environment with a set of possible states, actions and rewards and the ways in which they transition over time. A reinforcement learning agent is an artificial agent that learns from experience to maximize the rewards.

Other avenues for algorithmic decision-support have been suggested by some. For example, large language models have generated much excitement recently, and been offered to provide verbal recommendations to analysts. However, language models are trained to maximize probabilities of text, not goals or interests. They are weak at common sense reasoning. And as supervised learning models, they are limited by their training data. Other policy-relevant tools that have been suggested include time-series forecasting models for social, political and economic events. Provided further technological maturity, such predictive models could be useful for analysts, but only in a restricted sense. They may offer alerts about possible interesting developments, but not search out different trajectories, their consequences and/or optimal responses to them.

The use of computers for optimization and planning has been a theoretical and applied endeavor since computers were invented. Perhaps the most famous testing ground for this has been chess. Computers first surpassed the human chess champion in 1997, in the match between Gary Kasparov and IBM's 'Deep Blue'. The program utilized human knowledge of chess strategy and bootstrapped this knowledge by projecting it many moves ahead with brute-force calculation. However, the program was tailored to chess and not easily generalizable to other contexts. Nor was the algorithm scalable to real-world problems, such as those with very large or infinite action spaces (in chess there are generally a few dozen discreet possible moves per turn) or with incomplete information (in chess all pieces are apparent to all players at all times). Nonetheless, in principle the event proved the utility of augmenting human knowledge with high-powered computing to optimize for strategic problems.

During the last few years, important new milestones were laid with the advent of deep neural networks, deployed in reinforcement learning algorithms. These techniques have enabled human or superhuman performance in games with more complex characteristics, such as poker (with incomplete information) and Starcraft II (a real-time digital strategy game). Starcraft II is instructive, since players must decide on behavior of multiple heterogeneous units, spread over a wide virtual terrain, simultaneously with the adversary. This means that the game is "multi-task", "multi-arena" and highly dynamic. This has opened the question – to what extent might deep reinforcement learning become deployable in realistic strategic scenarios?

One aspect that has made these developments particularly exciting is that high performance in these settings requires some element of what is commonly understood as creativity. Move number 37 in game 2 of the go tournament, between reigning world go champion Lee Sedol and the deep reinforcement learning program Alpha-go, has become a symbol for this phenomenon. The move was characterized by go experts as particularly "elegant" or "beautiful" (although it can be safely assumed that the computer did not itself engage in such sentiments). This holds out the tantalizing possibility that AI agents might not only recommend between known options, but offer entirely new and innovative strategies.

## 4. Integration for Human-Machine Strategy Teams

### a) Goal Design

As explained above, a machine requires a human to define goals or "rewards". The goals must furthermore be quantitative, and carefully crafted so that the machine doesn't fall into local optima or find some perverse instantiation. But, as we have seen, humans are not always best at defining goals even for themselves. How can a strategic human-machine team work together on goal-design?

Human-machine interaction may help improve the shortcomings of each party in this respect. The constraint of defining a quantifiable reward for the machine, necessitates concretization of the goals by the human. Forcing human planners to think hard about measures of success could be a step forward, even before teaming has begun.

Goal design does not have to be a one-shot process. It will probably be better achieved iteratively. A training session of the machine with an initial reward function on a miniature environment, can serve as feedback for the human operators. If training is proving especially difficult, this might be a sign that their goals were too narrow or overambitious (though there could be other explanations). If on the other hand, a solution is found quickly, perhaps the policymakers are undershooting. If the solution found involves some unintended "trick", then the goal definitions need to be tightened. If one of the goals is being ignored altogether, then maybe the competing aims in the reward function need to be rebalanced. An iterative exercise of this kind could teach goal-makers something about their own preferences. And it could help sharpen the reward function before embarking on a larger scale training in a full-blown environment.

Experience with this type of mechanism may eventually show that some planners have better skill at goal-design than others. An inkling for this phenomenon can be found in language-model prompting. Recent advances in text-to-text and text-to-image systems have produced impressive results, but they are largely dependent on the quality of the prompt given by the user. As a result, an entire market has grown around talented prompters selling their prompts, to reproduce particularly impressive pictures when fed to the model. A similar cadre of talented goal-designers for deep reinforcement learning models may grow around different strategic domains.

However, sometimes, forcing a human to externalize their goals in an explicit format might be difficult. Autonomous vehicles are a case in point. Initially one might have thought that autonomous vehicles have a clear goal – to get from point A to point B in minimal time without violating traffic regulations. But this did not turn out to be an adequate depiction of human goals. Autonomous vehicles with such a simple goal learned to achieve it while making sharp breaks and not respecting speed bumps. It turns out that humans also want a smooth ride and to preserve their tires. But how can a human define goals without even being fully conscious of them?

Since it is difficult sometimes to specify all goals, an alternative method that has been suggested is inverse reinforcement learning. In inverse reinforcement learning, instead of learning a policy to realize a goal, the aim is to learn a goal when given a set of demonstrated behaviors. In the example of the autonomous vehicle, instead of explicitly specifying goals, a machine could be exposed to a set of exemplary drivers and extract a representation of their goals, including the ones that the drivers themselves take for granted or have trouble formulating. This is not to be confused with supervised learning, in which a machine learns to copy behavior. In inverse reinforcement learning, the aim isn't necessarily to reproduce the behavior of the exemplary agents. It is only to capture what they are trying to achieve. Once the goals are captured, a reinforcement learner could find other ways to realize those goals. Having humans demonstrate their desired outcomes by achieving them in a simplified setting, and then have a machine learn advanced ways of achieving those same outcomes in more complex settings, could prove to be a powerful method of implicit goal-design.

## 3. Theory of Human-Machine Teaming

It might come as a surprise to some of those following the "superhuman" achievements of AI, but not a small body of research on human-AI interaction considers how humans can help teach inferior AI agents, rather than the other way around. This is because, viewed from the perspective of those who engineer the AI models, achieving something approaching human levels in many cognitive processes is extraordinarily difficult. From the other direction, there is a steadily growing body of research about explainable and intelligible AI for humans to understand, to augment recommendation systems and improve human-machine coordination. Both of these research directions, however, usually assume that best performance is achieved with either person or machine, and the other is involved as a compromise. There is, as yet, a relative lack of research on potential synergies between humans and AI, with the aim of achieving better performance than either one alone. There are few notable exceptions.

There is empirical evidence that such synergies can exist. Research on human teams has shown that under the right conditions, they can achieve better problem-solving capacity than any of their members alone. Furthermore, diversity in team members generally improves the chances for this result. The same goes for ensembles of different algorithms. It is well known that machine-learning ensembles can outperform any of the individual models in the ensemble, and that this outcome requires that the models are not correlated, ie. they are diverse. Diversity aids synergy because it allows for relative advantages to come to expression. It therefore stands to reason that a human-machine team, which would naturally contain strong diversity, might have special potential for synergy.

There is also direct empirical evidence regarding human-machine synergy. It has been demonstrated on toy tasks such as a graph-coloring exercise. It has been verified in real-world applications, such as human and machine radiologists which achieve higher accuracy when working together than either one separately. However, it is not a universal rule, for example one experiment combining lay human and machine-trained judgement on predicting criminal recidivism did not do well. Therefore, there needs to be a careful understanding of the conditions under which human-machine teams succeed or fail.

In the strategic setting, "centaur-chess" tournaments may serve as inspiration. In this type of tournament, humans can consult chess programs and then make independent decisions. This setup, with the right players, has been shown to achieve better results than either human or chess program alone, and might currently reflect the strongest chess-playing unit in the world. Chess in general may provide a window into how future strategic AI applications might be adopted and used by humans. The appearance of superhuman chess programs might have been expected to end several centuries of human chess strategy development. Instead, the last two decades has seen a whole generation of chess players grow up training with computers, assimilating new chess knowledge at a faster pace than ever before. This might be the way future real-world AI models impact us – by opening new paths for expanding knowledge and accelerating learning.

In order for successful human-machine teams to materialize, there is also a need for research on methods of integration between the two. It should be noted that "integration" is not the same as "interface". There is a wide body of research regarding human-computer interface (HCI), focusing on input/output mechanisms and the user experience. By integration, we mean the ways in which substantive human and machine cognitive functions can cooperate over a common challenge. In the following section, we outline some potential points of integration in a strategic human-machine team.

human knowledge can be an option. In the future, large foundational models might be developed for general strategic tasks, similar to foundational language models. In that case, it may be enough to generate smaller datasets of a specialized task and use it to fine-tune the generalized model.

### c) Decision Analysis

For human decision-makers to make a choice among alternatives, it will not be sufficient to present a black-box recommendation. Leaders will expect some cost-benefit analysis. Much has been made of the lack of transparency of deep learning models. Different techniques are being researched to elicit some human-understandable explanation from neural networks, such as feature-importance analysis, or extracting decision trees from their parameters. But these are still insufficient. How can a successfully learned policy be analyzed in human terms?

The particular case of sequential decisions in a dynamic environment may actually present opportunities. In this setting, one does not have to separately interpret each decision, rather one can infer a lot from a demonstrated policy over time.

For illustration, let's again take the chess environment. For any particular move, it may be difficult to understand what a state-of-the-art chess program was thinking. But after observing the combination of moves thereafter, it is possible to look back and give some interpretation to the overall strategy of the program. This would of course be a human interpretation in terms that do not exist in the program itself. But building context out of many decisions in sequence, is something humans are exceptionally good at. Humans are hardwired for narratives. This means that in some ways, reinforcement learning algorithms that learn policies might better lend themselves to explainability than one-shot decision systems.

When training reinforcement learning systems, a common method is to store a "replay buffer". This buffer keeps random or exemplary episodes from the training sessions, and replays them for the agent so as to "refresh" important lessons from many runs ago. Such a replay buffer can be useful for users seeking explanation after the fact as well. Replaying some of the later runs in the buffer, especially those scoring the lowest reward, the highest reward, those representing very common action combinations etc., can illuminate a great deal about the agent's learned strategy for a human audience.

We can summarize the points of human-machine integration for strategic planning as having two general modes – explicit and implicit knowledge sharing. They are presented together in the following table, with the examples we provided.

	Explicit	Implicit
Goal Design	Reward Function Specification (iterative process)	Inverse Reinforcement Learning (from expert demonstration)
Environment Representation	Knowledge Graph (fused with reinforcement learner)	Behavioral Cloning (to help train reinforcement learner)
Policy Explanation	Explainability Methods Under Research (eg. decision trees)	Policy Demonstration and User Inference (eg. sampling replay buffer)

### b) Understanding the Environment

As we have seen, a major difficulty in machine learning is building a "world-model", including high-level abstractions that humans find easy. How might humans inject their knowledge about the world into machine models?

One way that has shown promise in recent works is through the use of structured knowledge graphs (the term "graph" may be confusing here, as it is referred to as "network" in other contexts). Knowledge graphs are databases of entities and their relationships with each other, represented as a set of nodes and the links between them. For example, projects such as Wikidata and DBpedia assemble collections of facts from the open web and their connections with each other through hyperlinks. There are medical knowledge graphs that record diseases and their relationships. Knowledge graphs are also constructed on the enterprise level, perhaps storing customer information in the form of events linked to each customer. Knowledge graphs can be powerful representations to reason over with smart queries and graph analysis techniques. But they are also being investigated as a means to augment AI models with structured human knowledge. For example, fusing information from human-built semantic knowledge graphs with machine-learned language models, can improve the performance of question-answering applications.

One attractive aspect of knowledge graphs is their explainability. Tracing a path from one entity to another in the graph with the chain of links between them can be naturally understood by humans. Therefore, knowledge graphs can serve as a common language between human and machine. For example, there are recommender systems in which reinforcement learning agents interactively search a knowledge graph of products while actively querying human users, to find the optimal recommendation.

Strategic environments can also be represented as graphs too. For example, different types of agents can be entities in the graph, and their actions vis a vis each other can be links. Or else different types of situations can be seen as entities in the graph, whereas actions that lead from one situation to the next can be the links. There could be multiple ways for policy experts in various fields to encode their hard-won knowledge in an intuitive way over knowledge graphs, and then embed that knowledge in a deep reinforcement learning agent, or reason over it as a joint work-space. This could accelerate training of artificial agents, improve intelligibility of their behavior and facilitate human-machine reasoning about the environment. There are still challenges in implementing such schema, especially when it comes to dynamic (temporal) graphs where entities and relations constantly change. But it is a promising direction with initial results.

In most strategic environments however, the elements that are most challenging to model are the other agents. They are not always easily modelled using express knowledge. One simple method of modeling other agents has been to assume that they are all rational and will choose their actions based on the best move using perfect calculations. Some claim that such game-theoretic assumptions can achieve strong predictive power. In practice, both human and artificial agents have only bounded rationality, making them harder to model. Humans find it less difficult to step into each other's shoes, for which specific brain mechanisms have even been discovered. But even so, humans still often fail to account for each other's cultural and personality differences. So how might humans help machines model humans?

One promising method is called "behavioral cloning". This involves training a separate model to mimic humans, based on data from human behavior, using supervised learning. The resulting model is then used to represent human-like agents in the simulated environment, for the reinforcement learner to interact with. The hope is that the reinforcement learning agent will learn to interact successfully with human-like agents, and ultimately with humans. Behavioral cloning has been successfully used to train reinforcement learning agents to coordinate with humans in cooperative games such as Hanabi.

Of course, feeding a machine explicit human knowledge from a ready-made graph, or training it to interact with a behavioral clone, requires a lot pre-prepared data. If the data is lacking, it will need to be generated at scale. In large enough organizations, or for activities simple enough for the general public, crowdsourcing

the external environment should be anchored. Instead, all agents are considered adaptive and should be equipped with a learning algorithm. Perhaps to simplify things, they should be trained iteratively, each time making one agent adaptive and freezing the policy of the others. Either way, the result is a MARL, that will hopefully teach analysts something from the equilibria on which it converges (or doesn't converge). We can summarize these three modes of human-machine policy development in the following table.

	Plan/Policy Parameters	Environment Parameters
<i>Classic Simulation</i>	<i>Fixed</i>	<i>Fixed</i>
<b>Red Teaming</b>	Fixed	Learned
<b>Generating Alternatives</b>	Learned	Fixed
<b>Learning Acceleration</b>	Learned	Learned

## 6. Conclusions

We have seen that the current state of affairs in strategic planning leaves considerable room for improvement, and that neither human nor machine processes are adequate for the task. We have argued that combining human and machine relative advantages can bridge the gap. Humans are needed to define goals and machines could sharpen their skills in doing so. Humans are better than machines at making high-level abstractions and estimating the behaviors of fellow humans. Methods are available to at least partially infuse this knowledge into artificial learning models. Machines can search the available space of possibilities without the same biases that humans have, and thereby augment their creativity to generate courses of action. MARL frameworks can also teach humans about how dynamic feedback loops between learning agents might unfold over time, and help humans project their policies into the longer term.

To accomplish the human-machine team for strategy, we outlined some possible technical methods of integration. Policy experts will also require training in the arts of designing and operating human-machine learning environments, and they will need to build intuition about what they can and cannot do.

These may take time, but first steps don't have to wait. Readily available and often open-sourced simulators, of relatively high sophistication in several domains, can be paired with baseline deep reinforcement learning agents, with limited effort. Exposing planners and policy makers to such rudimentary implementations can spark additional ideas as well as sharpen the value proposition of the human-machine strategy team. Realizing the opportunity will take multidisciplinary efforts. The results might be a considerable step forward for the strategic profession.

## 5. Roles of the Human-Machine team in Strategic Planning Processes

### a) Autonomous Red-teaming

Let us begin from the end and assume that some department or agency has already prepared a plan, but before rolling it out, it seeks critical review. This is, or should be, standard practice as a quality-control mechanism in any planning process. In the security context this is called wargaming or red-teaming. In regulatory settings it is called "impact assessment". When small controlled trials are possible it can be a "sandbox". For this critical last-mile of the planning process, a human-machine team can be useful.

In this case, the learning system is to play the adversary or the external environment. The draft plan or policy that is under review, is to be encoded as a fixed algorithm. It is the job of the learning agent to defeat the draft plan or policy in the simulation. If after some minimum training, the adversarial agent prevails, this can reveal the weaknesses in the plan or policy.

### b) Ideation

A more interesting application of the human-machine team comes at an earlier stage of the planning process. Suppose a challenge has been identified and working assumptions defined, but the team is still in an ideation phase regarding the solutions. Different possible courses of action are yet to be mapped. This is the moment with greatest creative potential for planners. There are no hard and fast rules for how to come up with options.

As we have seen, reinforcement learning and other search-optimization algorithms have surprised human users with novel strategies that have been described as exhibiting "creativity", in games such as chess and go. This is because the algorithms are not inhibited by human biases when searching through the space of possibilities. By using a differently structured search apparatus than that of humans, it is possible to discover new ideas.

This has been the idea behind algorithms to aid drug discovery, find innovative architectural solutions and even make patentable inventions. There is no special reason that novel policy discovery should be different, given an appropriately defined strategic domain.

In order to harness the search capabilities of machines in support of novel strategy discovery, the opposite protocol is required to that of red-teaming. Here, no policy or plan need be assumed – the agent is to learn a candidate policy or plan from scratch. But assumptions about the environment and about external agents need to be anchored. The environment should not be adaptive itself at this stage, otherwise the policy search might not converge. So, this is ideally a technique to be used after working assumptions have already been made.

### c) Learning Acceleration

At a more advanced level, analysts will want to know how the environment will adapt to the policy under consideration. This will be essential for establishing the conditions as to when and how to change policy. Furthermore, planners will want to choose courses of actions that drive events, instead of being reactive to them. How can these be identified?

To answer these types of questions, a strategist will want to think in advance how policies might elicit reactions, how reactions might require policy adjustment, and how this feedback loop might continue for a number of steps into the future. This is sometimes called a "learning competition". Often, decision makers will find themselves at the end of a strategic interaction, such as a military conflict, a negotiation, or a project, with fundamentally different understanding of the environment than they started with. Accelerating their learning process before this happens can be of great value for decision-making.

To achieve insight about mutual learning with a human-machine team, neither the principal agent nor



# Bibliography

- Abbeel, Pieter, and Andrew Y. Ng. "Apprenticeship Learning via Inverse Reinforcement Learning." Twenty-First International Conference on Machine Learning - ICML '04, 2004, <https://doi.org/10.1145/1015330.1015430>.
- "Alphastar: Mastering the Real-Time Strategy Game Starcraft II." Deepmind, <https://www.deepmind.com/blog/alphastar-mastering-the-real-time-strategy-game-starcraft-ii>.
- Amershi, Saleema, et al. "Guidelines for Human-Ai Interaction." Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2019, <https://doi.org/10.1145/3290605.3300233>.
- Berlin, Isaiah, and Henry Hardy. The Sense of Reality: Studies in Ideas and Their History, "Political Judgement", Princeton University Press, Princeton, 2019.
- Betts, Richard K. "Is Strategy an Illusion?" International Security, vol. 25, no. 2, 2000, pp. 5–50., <https://doi.org/10.1162/016228800560444>.
- Bueno de Mesquita, Bruce. "A New Model for Predicting Policy Choices." Conflict Management and Peace Science, vol. 28, no. 1, 2011, pp. 65–87., <https://doi.org/10.1177/0738894210388127>.
- "Can You Design Climate Agreements and Negotiation Protocols That Lead to a Sustainable Future?" AI for Global Climate Cooperation, <https://www.ai4climatecoop.org/>.
- "Deep Reinforcement Learning Doesn't Work Yet." Sorta Insightful, <https://www.alexirpan.com/2018/02/14/rl-hard.html>.
- "A Generalist Agent." Deepmind, <https://www.deepmind.com/publications/a-generalist-agent>.
- George, Alexander L. Presidential Decision-making in Foreign Policy: The Effective Use of Information and Advice. Westview, 1982.
- Hammond, Grant Tedrick. The Mind of War: John Boyd and American Security. Smithsonian Books, 2012.
- Hsu, Feng-hsiung. Behind Deep Blue: Building the Computer That Defeated the World Chess Champion. Princeton University Press, 2022.
- Jervis, Robert. Perception and Misperception in International Politics New Edition. Princeton University Press, 2017.
- Kasparov, G. K. Deep Thinking: Where Machine Intelligence Ends and Human Creativity Begins. Public Affairs, 2018.
- Kiechel, Walter. The Lords of Strategy: The Secret Intellectual History of the New Corporate World. Harvard Business Press, 2010.
- Kim, Young Ji, et al. "What Makes a Strong Team?" Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing, 2017, <https://doi.org/10.1145/2998181.2998185>.
- LeCun, Yann. "A Path towards Autonomous Machine Intelligence." OpenReview, 27 June 2022, <https://openreview.net/forum?id=BZ5a1r-kVsf>.
- Mintzberg, Henry, et al. Strategy Safari: A Guided Tour through the Wilds of Strategic Management. Prentice Hall, 2008.
- "The Nethack Challenge: Dungeons, Dragons, and Tourists." NetHack Challenge, <https://nethackchallenge.com/report.html>.
- Nisbett, Richard E., and Lee Ross. Human Inference: Strategies and Shortcomings of Social Judgment. Prentice-Hall, 1985.
- "Project Discover: An Application of Generative Design for Architectural Space Planning." Proceedings of the 2017 Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design (SimAUD 2017), 2017, <https://doi.org/10.22360/simaud.2017.simaud.007>.
- Rittel, Horst W., and Melvin M. Webber. "Dilemmas in a General Theory of Planning." Policy Sciences, vol. 4, no. 2, 1973, pp. 155–169., <https://doi.org/10.1007/bf01405730>.
- Saboo, Shubham. "Prompt Engineering: The Career of the Future." Medium, Nerd For Tech, 10 May 2021, <https://medium.com/nerd-for-tech/prompt-engineering-the-career-of-future-2fb93f90f117>.
- Schelble, Beau, et al. "Understanding Human-Ai Cooperation through Game-Theory and Reinforcement Learning Models." Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2021, <https://doi.org/10.24251/hicss.2021.041>.
- Silver, David, et al. "Mastering the Game of Go without Human Knowledge." Nature, vol. 550, no. 7676, 2017, pp. 354–359., <https://doi.org/10.1038/nature24270>.
- Silver, David, et al. "Reward Is Enough." Artificial Intelligence, vol. 299, 2021, p. 103535., <https://doi.org/10.1016/j.artint.2021.103535>.
- Stone, Deborah. Policy Paradox: The Art of Political Decision Making. W.W. Norton & Co., 2012.
- Sutton, Richard S., et al. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press Ltd, 2018.
- Tetlock, Philip E., and Dan Gardner. Superforecasting: The Art and Science of Prediction. Broadway Books, 2016.
- United States, Congress, H.R.4174 - Foundations for Evidence-Based Policymaking Act of 2018.
- Y.S. The Human Machine Team: How to Create Synergy Between Human & Artificial Intelligence That Will Revolutionize Our World. EBookPro Publishing, 2021.
- ZEEV, MANELLA NOAM ZOHAR. Think like a Machine. QUALITY CHESS UK LLP, 2021.