

- בלמ"ס -



מאי 2021

מו"פ ביטחוני בעולם



לק"ט עיתונות

משרד הביטחון -
המנהל לפיתוח אמל"ח
ותשתית טכנולוגית
מפא"ת



הופכים חזון לביטחון



מפא"ת

מז"פ

ביטחוני

בעולם

ראו רשימת הידיעות
בעמוד הבא

גיליון מאי 2021

עורך: אל"ם (מיל') יעקב צור
עורך משנה:
ד"ר אהרון האופטמן

כתובת המערכת:
המרכז לתיעוד ומידע מפא"ת,
משרד הביטחון, הקריה ת"א

בגליון זה ראו סקירה בנושא טכנולוגיית תקשורת בדור החמישי – 5G (עמ' 40)

השתתפו בהכנת הידיעות:

אריה צור, צבי אורבך, אהרון האופטמן, חיים שוורץ, רון גרשון, מנקה איתן, רונן פייטן, אילן גוטמן,
שאול נגר, מקסי בלום, איתן שרוני, יואל אבידור, רועי צזנה, אביאל עברי, נח מיכאלי, יעקב צור.

תוכן העניינים:

ארגון וכללי

- 4 [יש לשלב יכולת אלקטרומגנטית מבצעית בכל הרמות](#)
- 4 [מהפכה בתצפית וזיהוי אובייקטים בשדה הקרב הטקטי](#)
- 6 [כמה כסף הוציאו מדינות העולם על הביטחון בשנת 2020?](#)
- 6 [תעשיות הביטחון בארה"ב הקימו מכון לטיפוח של טכנולוגיות מתפתחות](#)
- 7 [קונספט חדש לפינוי אוטונומי מהיר של פצועים](#)

יבשה

- 8 [נדרשים רובוטים קטנים שאפשר לזרוק לתוך חדר](#)
- 9 [מתעכבת תוכנית של צבא ארה"ב לירי ארטילרי לטווחים אסטרטגיים](#)
- 9 [המאמן הקרבי הוותיק "מייקס" יוחלף במאמן דו-צדדי יותר מציאותי](#)
- 10 [סרטון סיני מציג עשרות "כלבים רובוטיים" נעים בצורה מתואמת](#)
- 10 [חייל הנחתים של ארה"ב בוחן מדי אימון חדשים](#)
- 11 [מעוניינים בסוג חדש של מיקוש נגד רק"ם](#)
- 12 [אמכ"ח חדש לחוליה: מזכ"ט חמוש, טיל כתף ותחמושת רסיק-אוויר](#)
- 13 [קונספט למערכת חימוש חדשה בטנקי המערכה העתידיים](#)
- 14 [פיתוח בדים חדשניים בעלי יכולת מיגון מאיומים כימיים וביולוגיים](#)
- 15 [תותח הוביצר 155 מ"מ על פלטפורמת BOXER](#)
- 15 [חשיפת רק"ם נ"ט זחלי AJAX בעל טילי BRIMSTONE](#)
- 16 [האם בריטניה תצטרף לפרויקט "הטנק האירופאי"](#)
- 17 [קוראיה: רק"ם אוטונומי עובר לשלב פיתוח מלא](#)
- 18 [חוזה לפיתוח וייצור מערכות רקטיות "חכמות" לצבא ארה"ב](#)
- 18 [צבא ארה"ב מבקש לפתח טיל נ"ט בעל טווח כפול מהקיים](#)

אוויר והגנ"א

- 20 [מערכת ללחימה ברחפנים פותחה ברוסיה](#)
- 20 [פתרון חדשני להטסת מטענים](#)
- 21 [רחפן תובלה עבור הצבא הטורקי](#)
- 22 [תיכון מקנ"ט בריטי עתידי](#)
- 22 [כטב"ם מהיר חדיש](#)
- 23 [אמצעי לטעינה ושיגור מספר רב של רחפנים](#)
- 23 [תיכון מקנ"ט חמקן חדש](#)
- 24 [פיתוח מקנ"ט על-קולי חדש בסינגפור](#)
- 24 [בקשת מידע \(RFI\) של חא"א למערכות כטב"ם לדור הבא](#)
- 25 [דור חדש של רחפנים זעירים וזריזים דמויי חרקים](#)
- 25 [מערכת נגד כטב"ם וחימוש משוטט על פלטפורמה אוטונומית](#)
- 26 [נדחה ניסוי טיסה ראשון של הטיל ההיפרסוני ARRW](#)
- 27 [שיגור מבצעי ראשון של טיל השיוט Storm Shadow ממטוסי טייפון](#)
- 27 [פיתוח מונית אוויר חשמלית – זכייה בחוזה לייצור סדרתי](#)
- 28 [חימושים משוטטים חדשים מתוצרת ארמניה](#)
- 29 [פיתוח מטוס קרב בריטי עתידי](#)
- 29 [אבטיפוס ראשון של מטוס הקרב הקוריאני KF-X](#)

30	צי ארה"ב מצטייד בכטב"ם זעיר המיועד לשיגור מצוללת	38
30	נבחנת בניית סדרה של כלי שייט שונים המבוססים על גוף אחוד	39
31	בסינגפור: כשב"ם בעל מערכת ניווט מבוססת בינה מלאכותית	40
32	מערכת אוטונומית לניהול המערכות בכשב"ם	41
32	הנעה לכשב"ם המבוססת על שינויי טמפרטורה במים	42
33	דארפא מקדמת פיתוח הכשב"ם Manta Ray	43
33	צי ארה"ב מבקש להסב כצב"מים למשימות נצ"ל	44
34	מסמך של צי ארה"ב: תהליך הפיתוח וההשקה של כשב"מים	45
34	ברוסיה: כלי סיוור ימי המשלב יכולות של צוללת וכלי שטח	46

לוינות וחלל

35	ניסוי הפעלה מלא למקטע הראשון של המשגר בתוכנית ארטמיס	47
35	ארה"ב: חייל החלל חתם על חוזים לארבעה שיגורים לחלל	48
36	מדגים טכנולוגי לווייני להעברת מודיעין מטרות טקטיות	49
36	לוקהיד-מרטין חושפת קו חדש של לוויינים צבאיים טקטיים	50
37	לפי דווחי המודיעין האמריקני סין נערכת ללוחמת חלל	51
38	ניסוי מוצלח של רכב שירות רובוטי עבור לוויינים	52
38	ארה"ב: לא מזהים התפתחות בתחום לוחמה בחלל אך אין מקום לרגיעה	53
39	כותבים עלינו: שוגר לוויין זעיר של אוניברסיטת ת"א	54

תקשוב, מודיעין וסייבר

40	סקירה: טכנולוגיית תקשורת בדור החמישי - 5G	55
45	מחקר להגברת האבטחה על רשתות דור חמישי	56
46	חיישן בתחום התת-אדום הקצר	57
47	שיפור ביצועים של סוללות ליתיום	58
47	אלגוריתם דו-שלבי לזיהוי פנים	59
48	דארפא חשפה תוכנית להתאוששות רשת החשמל לאחר מתקפת סייבר	60
49	שבבים לעיבוד מידע מוצפן בלי לפענחו, כולל בהצפנה קוואנטית	61
50	חסינות מאקרו-סייבר למערכות מורכבות מקושרות הדדית	62
50	מיקרוסופט זכתה במכרז לאספקת קסדות מציאות רבודה לצבא ארה"ב	63
51	רובוט של MIT רואה עצמים נסתרים באמצעות גלי רדיו	64
52	גישה חדשנית ל"שיחה" של בינה מלאכותית עם רובוטים	65
54	בניית אמון במערכות אוטונומיות דורשת אימון	66
55	תוכנית חדשה של DARPA למניעת הפרעות למקלטים רחבי סרט	67
55	הצי האמריקני מחפש חלופות ל-GPS עבור אמל"ח שגא-קולי	68

טכנולוגיות

56	חוקרי MIT מפתחים רובוטים רכים ההופכים לקשיחים לפי דרישה	69
56	ניטור עייפות מתכת בחלקים קריטיים, ע"י דימות א"א מדויק	70
57	הידרוג'ל מוליך חשמל ישמש לרובוטים רכים, התקנים לבישים, ועוד	71
58	עקיבה אחר אטומים בזמן אמת תוביל לייצור משופר של חומרים דו-ממדיים	72
59	איכון מקור קול בהשראת אוזני עטלף	73
59	אנודה ניסיונית הגדילה פי שלושה את הקיבולת של מצברי ליתיום	74
60	עדשת MWIR חדשה	75
60	טורבינת רוח קומפקטית ליצירת חשמל, נישאת אדם, קלה להצבה	76

01

ארגון וכללי

יש לשלב יכולת אלקטרומגנטית מבצעית בכל הרמות

הפעלת אמצעים כאלו אינה משולבת בכל הרמות. לעומת זאת, סין הקימה ב-2015 את כוח הסיוע האסטרטגי המקיף הקושר לוחמה אלמ"ג, מבצעי סייבר וחלל, כדי להשיג יתרון אסטרטגי מרשים.

יכולת של מפקדים לתמרן באופן חופשי ומתואם בספקטרום האלמ"ג עשויה להוות יתרון התקפי אסטרטגי ומשמעותי לארה"ב. למרות זאת, משרד ההגנה נכשל ביצירת עליונות זו, בשל ניהול ביורוקרטי של יישום יוזמות אסטרטגיות בתחום זה (2013, 2017). באוקטובר 2020 פרסם הפנטגון אסטרטגיית אלמ"ג מעודכנת, אולם שוב ללא תוכנית יישום (שאמורה להתפרסם החודש).

לדעת הכותבים יש להתמקד בגישות חדשניות, בפיתוח טכנולוגי ובשילוב בטקטיקה ובמבצעים. זה שינוי משמעותי מתוכניות מבוססות מערכת. ניהול שדה קרב אלמ"ג דורש תצורה דינמית של חיישנים ורשתות תקשורת. ניהול נכון של אלמ"ג **התקפי** בזמן אמת עשוי להיות הדרך המועדפת להקרין כוח, בוודאי בהשוואה לפעילות **ההגנתית** המתבצעת כיום. במקום לראות את הפערים והחסרונות ניתן לראות את ההזדמנויות במבצעים בתחום אלמ"ג.

[ארגון וכללי](#)

[Pentagon must integrate electromagnetic spectrum capabilities at every level, experts say](#)

22 במארס 2021

קבוצת מומחים ממליצה לצבא ארה"ב לשלב יכולת אלקטרומגנטיות [אלמ"ג] מבצעיות בכל הרמות במקום לרכזן במומחיות "נישתית". השילוב הזה בא לענות על האתגר שמציבות יריבותיה של ארה"ב בשיבוש תחומי התקשורת ובלבול היחידות. בזמן שארה"ב התרכזה, במשך יותר מעשרים שנה, במבצעי לחימה נגד טרור, סין ורוסיה התקדמו בתחום מבצעי האלמ"ג והשיגו יתרון על ארה"ב. ספקטרום האלמ"ג הוא נכס אסטרטגי קריטי לכל רמות הלחימה ובמיוחד כעת – תקופה תחרותית, שעדיין לא התדרדרה ללחימה ממש. ארה"ב התייחסה לניהול יכולת ספקטרום אלמ"ג כאמצעי להשגת יתרונות טקטיים. לכן הוא משמש כדי לאפשר ניהול פעולות טקטיות ע"י כוחות ייעודיים ותו לא.

02

מהפכה בתצפית וזיהוי אובייקטים בשדה הקרב הטקטי

לבישות יעילות (משקפי מגן עם מסכים מובנים, חיישנים לבישים) מאפשרים, לפי המדען הראשי של ARL (Dr. Alexander Kott), מהפכה באופן בו חייילים יראו את שדה הקרב. לשיטתו מדובר במהפכה הדומה להופעת הטלסקופים בשדה הקרב של המאה ה-16, ירי ארטילרי מעבר לאופק במלחמת העולם הראשונה ע"י שילוב מתמטיקה, תצפית אווירית ותקשורת, ותחילת ראיית הלילה במלחמת העולם השנייה.

במעבדה ישנם ארבעה פרויקטים לשיפור המודעות

[New Army tech 'sees' through battlefield blind spots](#)

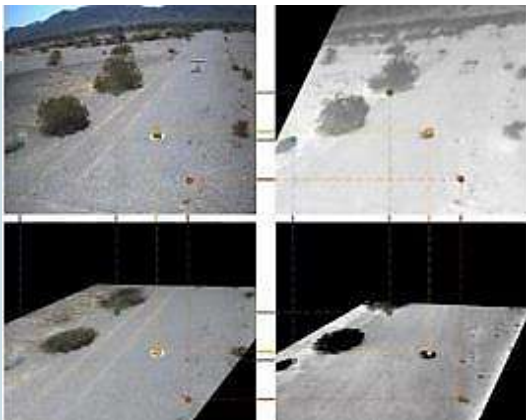
14 באפריל 2021

ההתקדמות ברובוטים קרקעיים, רחפנים קטנים, בינה מלאכותית, למידת מכונה, עיבוד מידע וטכנולוגיות

טכנולוגיית TACK מוטמעת ב-IVAS (Integrated Visual Augmentation System) – משקף רב שימושי למציאות רבודה המיוצר ע"י Microsoft בחוזה בן 22 מיליארד דולר ל-10 שנים. לדעת Kott, זו דוגמה מרכזית לשילוב מגוון חיישנים ובינה מלאכותית המאפשרים מעבר למסירת מידע לחייל, גם המרת מידע לשפה נוחה שיכולה להיות משותפת על פני פלטפורמות שונות. כל זאת במטרה להשיג תמונה מלאה של שדה הקרב.

טכנולוגיה מבטיחה נוספת היא עיבוד מידע ויזואלי מתמונות באיכות נמוכה, מסיבות שונות כמו מריחה כתוצאה מתנועה, חיישנים ברזולוציה נמוכה, וראות נמוכה (גשם, ערפל או סופות חול). המטרה היא הפיכת אות החושי לכזה הניתן לצפייה וניתוח (זיהוי ועקיבה) ללא צורך במשאבי מיחשוב שאינם זמינים בשדה הקרב. הגישה מבוססת על מציאת דמיון בין עצמים בתמונה הגרועה למטרות ייחוס. כך מזוהה המטרה ללא צורך בניקוי ויצירת תמונה איכותית. המימוש מתבצע ע"י למידה עמוקה המזהה עצמים למרות הטשטוש. כשהשיטה תבשיל ותתעדן השלב הבא הוא להכניס אותה לפלטפורמות מחשוב מאוד קטנות לרבות ברובוטים קרקעיים ורחפנים קטנים.

הדגמה של מסלול בן 7 ק"מ בו רוצפו 625 אובייקטים לגילוי (מטענים, מטרות כיוול ודימוי רעש רקע) באמצעות היתוך מידע מחיישנים אוויריים וקרקעיים יום/לילה ולמידת מכונה



[ארגון וכלי](#)

המצבית (Situational Awareness) המאפשרים לחייל יכולת לזיהוי מטעני צד, לעקיבה אחר מטרות, לסיווג אנשים בתוך קהל, ואפילו היתוך ראייה ממוחשבת ומידע לתוך שדה הראייה שלו. בכך מתאפשרת לחייל שליטה טקטית בשדה הקרב. מעבר לכל טכנולוגיה גם אופן השילוב שלהן מייצג שינוי דרמטי.

אחד הפרויקטים שבעבודה מאפשר לחייל שימוש ברחפנים קטנים כדי להשיג מידע נוסף ולסייע לעיבוד המידע בפלטפורמה ולבצע איכון מטרות ותיעודן. יכולת זו כבר משולבת בתוכניות אחרות של CCDC (Combat Capabilities Development Command) כמו [ATLAS](#) (מערכת סיוע לרכישת מטרות) ו-[AIMM](#) (מערכת סיוע לניווט רובוטים אוטונומיים).

פרויקט אחר שהתחיל השנה משלב מספר חיישנים על רחפן, יחד עם אלגוריתמים של למידת מכונה לגילוי מטענים ממרחק. גרסה מוקדמת של המערכת השתמשה במכ"ם LIDAR, SAR, מצלמות ברזולוציה גבוהה, מצלמת LWIR, ו-[מכ"ם לא לינארי לגילוי צמתי אלקטרוניקה](#). בוצע ניסוי לאיסוף מידע (כמות של Terabytes) ואימון אלגוריתם הבינה המלאכותית בעזרת נתיב בן 7 ק"מ בו מוקמו 625 מטענים, מטרות כיוול, וכן דימוי של רעש רקע משתנה. בשלב ראשון האלגוריתם כויל למציאת המטרות האופייניות לכל חיישן באופן אוטונומי. השלב הבא הוא הצגת התוצרים לחיילים, עם מנוע מציאות רבודה, תוך כדי תנועה. לטענתם יש פער בין יכולת הגילוי המרשימה ליכולת להציג לאדם את תוצרי הגילוי של המערכת בשדה הקרב שסביבם.

פרויקט TACK (Tactical Awareness via Collective Knowledge) משלב ראייה אנושית וראייה ממוחשבת לרמת החוליה. TACK עוקבת אחר עיני המשתמש, מזהה עייפות או התמקדות בנקודת עניין ויכולה לשלוח אמצעים אחרים, כמו רחפנים, לחקור את נקודת העניין. הטכנולוגיה של TACK תמשיך ותתפתח במהלך העשורים הבאים. בשלב זה מתמקדים בסיוע לחייל בקבלת החלטות. ב-2025 מצפים שהמערכת תסייע להחלטות ברמות פיקוד גבוהות יותר בכך שהיא מנתחת את רמת המודעות המצבית של החוליה ומעבירה מידע זה לרמות גבוהות יותר. בשנים 2035-2050 מתוכנן שהמערכת תהייה גמישה לשינויים והסתגלות בזמן אמת, תאפשר קבלת החלטות מהירה יותר, תצמצם את הסיכון לחיילים, ותספק מודיעין טקטי רב יותר.

כמה כסף הוציאו מדינות העולם על הביטחון בשנת 2020?

[The world spent almost \\$2 trillion on defense in 2020](#)

— 25 באפריל 2021

בהמשך הרשימה של עשר הראשונות (במיליארדי דולר): סעודיה 57.5, גרמניה 52.8, צרפת 52.7, יפן 49.1, קוריאה הדרומית 45.7.

מציינים בדו"ח כי למגיפת הקורונה לא הייתה השפעה על תקציבי הביטחון בשנת 2020. בהשוואה לסה"כ התוצר הלאומי הגולמי בעולם, ההוצאה לביטחון הגיעה בממוצע לרמה של 2.4%, שזו עלייה לעומת השנה הקודמת, אולי בגלל שהתכ"ג הצטמצם בשנת הקורונה. עוד נאמר כי בעשור האחרון סין הגדילה את תקציב הביטחון ב-76% במאמץ להתחדש ולסגור פערים יחסית למעצמות האחרות. ישראל נמצאת ברשימה בין המדינות הקטנות, בהיבט זה, עם הוצאה שמגיעה כ-1.1% מהסה"כ העולמי.

[ארגון וכלכי](#)

מכון המחקר SIPRI בשטוקהולם פרסם את הנתונים על ההוצאות הכספיות בעולם, בנושאים הצבאיים, בשנת 2020. יחסית לשנה הקודמת חלה עלייה של 2.6% והסכום הכולל נושק ל-2 טריליון דולר.

חמש המדינות המובילות בתקציבי הביטחון שלהן אחראיות לבדן ל-62% מכלל הסכום הנ"ל:

ארה"ב נמצאת הרחק בראש הרשימה עם 778 מיליארד דולר (39% מהסכום העולמי).

סין שנייה עם 252 מיליארד (13%).

הודו שלישית עם 73 מיליארד (3.7%).

רוסיה רביעית עם 61.7 מיליארד (3.1%).

בריטניה חמישית עם 59.2 מיליארד (3.1%).

תעשיות הביטחון בארה"ב הקימו מכון לטיפוח של טכנולוגיות מתפתחות

[Introducing the Emerging Technologies Institute](#)

— 22 באפריל 2021

כדי להחזיר לארה"ב את העליונות הצבאית ולהעמיק את הבסיס התעשייתי-ביטחוני.

הכתבה הוכנה ע"י מנהל מכון ATI ובה תיאור הרקע להקמתו:

- במלחמת המפרץ (1991) ארה"ב הפגינה עליונות טכנולוגית מוחלטת שנבעה מהשקעות קודמות.
- במשך 30 שנים שעברו מאז, היריבים למדו, חיקו, העתיקו והשקיעו בפיתוח עצמי של טכנולוגיות. הם התמקדו לא רק באמצעים לביטול היתרונות האמריקניים, אלא גם בהשקעה בתחומים חדשים, כגון נשק היפרסוני.

ארגון התעשיות הביטחוניות בארה"ב - NDIA (National Defense Industry Association), הקים מכון (Emerging Technology Institute) ETI שמטרתו לטפח "טכנולוגיות מתפתחות" בתעשייה ובמערכת הביטחון,

בהחלטות ובעדיפויות באיזון בין שיפור הסד"כ הקיים של האמל"ח ובין השקעה בחדש. המכון החדש, שהקימו (ETI), אמור לטפל באינטגרציה של הטכנולוגיות המתפתחות בתעשייה הביטחונית ובמערכת הביטחון תוך עידוד החלטות בראייה לטווח רחוק.

[ארגון וכללי](#)

כאן התבססו על טכנולוגיות שונות שפותחו במקור בארה"ב, אבל התקדמו מהר – גם סין וגם רוסיה מקדימים את ארה"ב (שמתקדמת לאט יחסית). הבעיות והקשיים המערכתיים בארה"ב הם במעבר ליישום טכנולוגיות מהמעבדה לידי החיילים, והקשיים

05 קונספט חדש לפינוי אוטונומי מהיר של פצועים

[Autonomous Flying Rescue Vehicle by Dassault Systems Rapidly Transfers Patients](#)

Dassault systemes



[ארגון וכללי](#)

10 במארס 2021

במהלך מגיפת הקורונה, צוות תכנון בצרפת פיתח פתרון קונספטואלי לפינוי מהיר ואוטונומי של חולים ופצועים לבתי חולים. הפינוי האוטונומי בסביבה עירונית יקטין את העומס על הצוותים הרפואיים ועל התנועה בעיר. התכן בוצע בשת"פ וירטואלי על פלטפורמה DEXPERIENCE3 של חברת Dassault Systemes בענן המידע. הכלי נקרא e-way rescue Roadtser, והתצורה מאפשרת מעבר מנסיעה גלגלית על הקרקע לטיסה באוויר. ההנעה חשמלית בסיוע תאי דלק מבוססים על מימן. השימוש בענן המידע מאפשר הצגת קונספט התיכון לשותפים פוטנציאליים לבדיקות וניסויים והצעות שיפורים, לפני המעבר לייצור אבטיפוס.

י ב ש ה

נדרשים רובוטים קטנים שאפשר לזרוק לתוך חדר

[The Air Force Wants Throwable 'Micro-Robots' for Room Reconnaissance](#)

11 בפברואר 2021

חייל האוויר האמריקני מעוניין ב"רובוטים הניתנים להטלה" שבין השאר יוכלו לסרוק אתרים, כולל חדרים בתוך בניין, כדי לוודא נוכחות של בני אדם. פורסמה בקשת מידע מתעשיות לגבי רעיונות בנוגע ל"מיקרו-רובוטי סיור הניתנים להטלה" - "throwable reconnaissance micro-robots". רובוט כזה אמור לשקול כחצי ק"ג, כך שחייל יוכל להטיל אותו לתוך חדר ואז לשלוט בו בעזרת התקן ידני. לפי הפנייה, הרובוט יצטרך "לשדר וידיאו ואודיו בזמן אמת" וכן "לזהות ולאכן בני אדם, לוודא נוכחות של בני ערובה ולספק תמונה של החדר". הוא צריך להיות עמיד בהלם ולכלול חיישנים מתקדמים שיוכלו לקלוט ולשדר למפעיל תמונות עם שדה ראייה של 60 מעלות ברזולוציה גבוהה. תכונות נדרשות נוספות:

[יבשה](#)

- אורך עד 21 ס"מ, רוחב עד 20 ס"מ, גובה 11 ס"מ
 - יכולת טיפוס במקומות קשים לגישה
 - קו ראייה של 45 מטר בתוך מבנה ו-135 מטר בחוץ
 - פעולה במהירות של 0.9 מטר לשנייה
 - פעולה בתנועה במשך 110 דקות, או במצב תצפית במשך 160 דקות
 - עמידות במים ואבק
 - חיישנים שמתאמים למקומות עם תאורה נמוכה ועם יכולת חישה בתת-אדום עד 7.5 מטר
 - יכולת נשיאה או גרירה של מטעד במשקל 900 גרם או יותר
 - פעולה בתדרי רדיו קבועים
 - אופציה לשאת מצלמה עם הפרדה גבוהה שמצלמת 30 מסגרות בשנייה.
- זאת לא הפעם הראשונה שחא"א מתעניין בנושא. בשנה שעברה התחיל בסיס חא"א בפלורידה להשתמש ברובוטים הניתנים לזריקה, בגודל של כדורגל אמריקני, עבור אימונים, כדי שהמתאמנים יוכלו "לראות מעבר לפינות בעת טיהור בניין".

A Throwbot, a microrobot that records and transmits video and audio reconnaissance, moves into a room to evaluate the scene prior to a 96th Security Forces Squadron team advances in Aug. 5, 2020 at Eglin Air Force Base, Fla. (U.S. Air Force/Samuel King Jr.)



מתעכבת תוכנית של צבא ארה"ב לירי ארטילרי לטווחים אסטרטגיים

[Strategic Long Range Cannon Effort On Hold Ahead of Report](#)

5 במארס 2021

למרות זאת, הצבא לא הפסיק את העבודה על הנושא, אבל העיכובים (המתנה לתוצאות המחקר, קשיי תקצוב וקורונה) לא יאפשרו ביצוע הדגמה של אבטיפוס בשנת 2023, כפי שתכננו במקור.

הצבא עובד בשיתוף עם שתי תעשיות על פיתוח של הפגז המיוחד וההנעה – הפרטים מסווגים – וגם על המרכב, לפי תקצוב שאושר בעבר. מדגישים את הצורך לתכנן גם את האמצעים והשיטות לניסוי המערכת בבוא הזמן. מצפים שתוצאות המחקר של NAS יפורסמו תוך מספר חודשים ואז יתחילו את מימוש התוכנית תוך מעבר דרך "שערים טכנולוגיים" – אימות המודלים לגבי טווחים "רגילים" והרחבה הדרגתית עד לתכנון של הודף ופגז ברמה הדרושה להשגת הטווח הארוך.

[יבשה](#)

אחת התוכניות המועדפות של צבא ארה"ב היא פיתוח של מערכת נשק שתאפשר ירי ארטילרי לטווחים אסטרטגיים – מדברים על 1,000 מייל ימי (1,800 ק"מ), במסגרת תוכנית Long Range Precision Fires.

בשנת 2020 הוטל על האקדמיה הלאומית למדע NAS (National Academy of Sciences) לערוך מחקר היתכנות, כדי לבחון את כל ההיבטים של התוכנית הזו של הצבא. עד לפרסום התוצאות אין אפשרות להחליט על ביצוע הפרויקט והוא מעוכב.

המאמן הקרבי הוותיק "מיילס" יוחלף במאמן דו-צדדי יותר מציאותי

[Army wants to Finally Replace Decades-Old MILES Gear for More Realistic Force-on-Force Training](#)

18 במארס 2021

מערכת האימון החדשנית והרב-תכליתית I-MILES (Instrumentable-Multiple Integrated Laser Engagement System), נועדה לעבוד על כל נשק, החל מרובה קרבין M4A1 וכלה בטנקי אברמס ורק"ם בראדלי.

"זה היה צעד מהפכני באימון חיילינו, כיצד לנהל מגע אש ישירה נגד אויב חי, נושם וחושב", אמר מפקד קבוצת המבצעים במרכז ההדרכה הלאומי ב-Fort Irwin שבקליפורניה בסימפוזיון של AUSA. "אך כאשר יכולת הנשק שלנו התפתחה, לא בהכרח פיתחנו את מערכת MILES בזמנית. אין לנו מערכות בשדה הקרב היכולות לשכפל אפקטים מסוימים של נשק, כגון משגר רימונים או יכולתו של טנק לירות דרך בניין."

הצבא מעורב במאמץ לפתח סביבת אימונים סינתטית, STE או (Synthetic Training Environment) תוך שימוש במציאות רבודה ומוגברת (virtual and augmented reality) כדי לאפשר לחיילים להתאמן במסגרות מציאותיות באמצעות טכנולוגיית משחק מתקדמת.

צבא ארה"ב מעוניין להחליף את מערכת האימון המבוססת על לייזר, שהיא בת עשרות שנים, MILES (Multiple Integrated Laser Engagement System), בטכנולוגיית סימולציה מתקדמת שתאפשר אימונים דו-צדדיים מציאותיים יותר. הגרסה הראשונה של MILES היא מסוף שנות ה-70 של המאה הקודמת. המערכת כוללת חיישני לייזר קטנים שלובים בביגוד, שהשמיעו אזעקה צורמנית כשפגעו ע"י מקור לייזר של חייל אחר, שהורכב על קצה רובה M16 או נשק קל אחר.

צנחנים במהלך תרגיל נושאים את מאמן הלייזר מייילס (MILES). צילום: צבא ארה"ב



[יבשה](#)

"אנשים יחשבו שאנחנו מנסים להחליף את סביבת האימונים החיים שלנו באימונים ווירטואלים", אמרה הגנרלית Maj. Gen. Maria Gervais, מנהלת צוות STE Cross Functional. בעוד ש-STE נמצא בראש סדר העדיפויות, בכירים בצבא כיוונו את קהילת הדמיית האימונים לפתח את The Sims, סדרת משחקי מחשב יעילים יותר לאימוני ירי ישיר דו-צדדי.

"אנחנו הולכים להחליף את יכולת ה-MILES שלנו", אמרה Gervais. "נתמקד גם באש עקיפה (מדומה), ובלחימה נגד אש צולבת", מערכות נשק הממוקדות נגד כוחות האויב שנמצא מאחורי מחסה. המאמץ המואץ יתמקד בזיהוי, בדיקה והצבת טכנולוגיית סימולציה חדשה של אש ישירה ליחידות, החל באימונים של יחידות קטנות בבסיסן, ועד כלל המסלול במרכזי האימונים הקרביים".

09

סרטון סיני מציג עשרות "כלבים רובוטיים" נעים בצורה מתואמת

['Where is the Skynet logo?': Chinese robotics firm shares 'terrifying' video of its four-legged robots moving in unison that Twitter users say could be the start of a robot takeover](#)

6 באפריל 2021

הרובוט של Unitree הוצג לראשונה בתערוכת מוצרי האלקטרוניקה CES ב-2020. משקלו כ-12 ק"ג, והוא יכול לשאת מטען של כ-5 ק"ג. הוא מצויד בסוללה המאפשרת פעולה עד שעתים. מהירותו מגיעה עד 11.2 קמ"ש. הוא אמנם דומה לרובוט המפורסם "ספוט" של חברת בוסטון דינמיקס, אבל החידוש שעורר עניין רב ברשת הוא תנועה משותפת ומתואמת של עשרות רובוטים יחד. [הסרטון זמין כאן](#).

חברת הרובוטיקה הסינית Unitree פרסמה בטוויטר סרטון המראה להקה של עשרות רובוטים בעלי 4 רגליים, דמויי-כלבים, הנעים יחד בצורה מתואמת. הרובוט, הנקרא Aliengo, מופעל בעזרת בינה מלאכותית, מצטיין בתפישת עומק ורמת מיגון גבוהה. לגולשים רבים בטוויטר הזכיר הסרטון את אחד מפרקי סידרת הטלוויזיה "מראה שחורה", שבו כיכבו רובוטים דומים.



חייל הנחתים של ארה"ב בוחרן מדי אימון חדשים

[Marines to begin testing, evaluating new physical training uniforms](#)

13 באפריל

חייל הנחתים הכריז באמצע אפריל שחייליו יבחנו ויעריכו בקרוב מדים חדשים לאימונים פיזיים. לפי לייטננט קולונל אנדרו קוניקי מחייל הנחתים, המדים עברו מודרניזציה כדי להתאים יותר לנחתים ולצרכיהם. הם תוכננו כך שיותאמו יותר לגוף החיילים. בנוסף, יפגינו יכולות אנטי-מיקרוביאליות, יוכלו לספוג לחות, להימתח ולהתייבש במהירות, ועוד. החולצה החדשה תהיה הדוקה יותר מזו הקיימת כיום, ותכלול אזורים מחוררים בצדי הגוף לשיפור מעבר האוויר.

החייל הזמין מראש שש-מאות חליפות מדים כאלה, מתוכן ייבדקו מאה בתנאי מעבדה, והיתר יועברו לנחתים עצמם לקבלת משוב.

לפי הודעה לעיתונות שפרסם החייל, נחתמו ארבעה חוזים עם יצרנים שונים לייצור החליפות החדשות:

- Made in America
- Fit USA
- SND Manufacturing
- String King
- [יבשה](#)

מרחוק. כך ניתן, לפי החלטת המפעיל, להפעיל, לדרוך, או להדמים את המערכות. תחנת השליטה תוכל להפעיל לפחות 12 אתרי מיקוש נפרדים הפרוסים בשטח של 150 X 250 מטר. מרחק התחנה מהאתרים יהיה בטווח של עד 5 ק"מ.

מערכת התקיפה העילית תתבסס על (1) חימוש תוקף עילית, (2) משגר לשיגור החימוש לאוויר, (3) מערכת שליטה והפעלת המשגרים, (4) אפליקציה לניתוח השטח המיועד להתקפה והמלצות לאזורי הפריסה של המשגרים. החימוש העילי נדרש להיות בעל יעילות השמדה גבוהה יותר מהחימושים המוכרים. לגבי תת החימושים הדרישה היא יכולת להימצא במצב מוכנות STAND BY של 6 חודשים, זמינות לירי תקיפה במשך 30 יום. שטח הכיסוי של משגר תקיפה עילית יהיה 50 מטר סביב המשגר. המגמה העיקרית של הפרויקט היא לייצר מוקשים לתקיפה הן עילית והן תחתית כדי "לתקוע" את האויב ללא יכולת תימרון.

[יבשה](#)

מעוניינים בסוג חדש של מיקוש נגד רק"ם

[US Army Says It's Looking for New Anti-Tank Mine Systems](#)

7 באפריל 2021

הצבא האמריקני פירסם בקשה לחימוש מסוג חדש נגד פלטפורמות לחימה. הבקשה מציינת מערכת המבוססת על שלושה אלמנטים:

- יכולת תקיפה עילית.
- תקיפת גחון.
- שליטה מערכתית במרכיבי התקיפה.

האלמנט השני יהיה מסוג מוקשים קרקעיים והאלמנט השלישי יהיה שליטה מערכתית על הפעלת המיקוש

אמל"ח חדש לחולייה: מזל"ט חמוש, טיל כתף ותחמושת רסיק-אוויר

[Your squad's newest weapons: armed drones, shoulder-fired missiles and air-bursting munitions](#)

14 באפריל

"התרומה האמיתית היא תחום הטווחים עד 300 מטר ואנחנו רוצים לעשות את זה בפחות מ-15 שניות. "מעל לטווח המרבי של 500 מטר, או אפילו מעבר לפינות בשטח בנוי, הצבא רוצה מזל"ט חמוש מתוחכם יותר ממה שיש להם עכשיו לרמת החוליה.

אמנם יש כמה אפשרויות טובות של מטוסי כנף קבועה לפגיעה פשוטה במטרה, במיוחד אפשרויות "מל"ט מיניאטורי" כמו LMAMs. הם לא מתאימים לכול תרחיש. "תחשוב על עיר ענקית, מטוסי כנף קבועה נעים מהר מדי מכדי לעסוק ביעדים שאנחנו צריכים לעסוק בהם."

כלי טייס עם כנף מסתובבת יכול לטוס מעל, לרחף, לצפות ולתעד את החלק האחורי של מבנים והקרקע מאחוריהם. תוכנה משובצת במזל"ט תאפשר לו להינעל על מטרה אנושית מבלי שמישהו יצטרך להסיס אותו. המפעיל קובע את המטרה ואז המזל"ט מגיע ומוצא אותה ועוקב אחריה. משגרי רימונים ומזל"טים חמושים ברשותה של חוליה אינם הפתרון היחיד, שמעבר לרובה, ברמה הטקטית. הצוות מבקש גם לשפר באופן ניכר טילים משוגרי כתף, ולהכניס הרבה יותר יכולת לחבילה אחת.

נכון לעכשיו, לחיילים יש יותר מדי אפשרויות: תחמושת נגד בונקרים M141, רקטה חד פעמית בקוטר 83 מ"מ, יכולה להוציא משימוש ביצורי שדה כמו בונקרים ומבנים עירוניים של בטון מזוין בעובי 20 ס"מ וקירות לבנים בעובי 30 ס"מ. יש גם נשק קל נגד שריון M72 או LAW, שהוא רקטה חד פעמית של 66 מ"מ שהייתה בשימוש מאז תחילת שנות השישים, יש AT-4, והגרסאות המשודרגות של 84 מ"מ, הנשק נגד טנקים החד פעמי, הבלתי מונחה. תוך שבע השנים הבאות הצבא מצפה שיהיה לו טיל כתף אחד שיכול להביס את כול האיומים שלהם נועדה שלישיית הרקטות הנ"ל. חיילים יוכלו לירות את הרקטה העתידית, תחמושת התקיפה האינדיבידואלית, מחלל סגור, לפגוע ביעדים מרובים, בסיכוי פגיעה וקטלניות טובים יותר, להגיע לטווחים הרחוקים ביותר של הרקטות הנוכחיות, של כ-500 מטרים, ולעשות הכל במשקל נמוך מ-6.8 ק"ג (15 פאונד). בערך בשנת 2030 הצבא מצפה ללכת כמה צעדים קדימה, עם הדור הבא של תחמושת רב-משימתית של חוליה, שיכולה לעשות את כל מה שחימוש אישי (Individual Assault Munition) IAM יכול לעשות, אך גם לפגוע ביעדים בטווחים של עד 1,000 מטר.

מרבית תשומת הלב של צבא ארה"ב בשנים האחרונות התמקדה בנשק הבא של חוליית החי"ר – ברובה ובמקלע שיחליפו את הרובה M4 והמקלע M249. במצב של כוח אש מוגבר מכל הצדדים ואיומים רבים יותר מבעבר, הצבא עובד על שיפור רימוני יד ורקטות ממשגרי כתף, ולמציאת פתרון לבעיה המציקה של יכולת לפגוע בחיילי האויב כשהם תחת מחסה. חלק מהמאמצים והפרטים החדשים נחשפו ב-7 באפריל, במהלך ימי התעשייה של מנהלת הפיתוח בנושא (Maneuver Capabilities Development and Integration Directorate) במרכז התמרון (Center of Excellence) בפורט בנינג, ג'ורג'יה.

ראשית, בעיה שנמשכת כבר יותר מעשור – אך הוצגה בראש רשימת העדיפויות בסוף השנה שעברה – הגנה מפני אש צולבת מאחורי מחסה. המענה הטוב ביותר שחייב יכול לעשות כאשר ירי האויב מגיע מטווח של רימוני יד ומאחורי המחסה הוא לקוות להתקפה אווירית שתגיע במהירות. מנהל מחלקת הפיתוח (MCDID), אמר כי הבעיה הגדולה ביותר שנותרה היא לצייד את החיילים ברמת הכיתה בנשק נגד אש כזו של האויב. הגישה החדשה, שהחליפה את תוכנית XM25 שבוטלה (לפיתוח משגר רימונים אישי), נקראת מערכת רימוני יד מדויקים (Precision Grenadier System). זוהי "מערכת נשק שטוח מסלול, במהירות מעוף גבוהה היורה צרורות", אמרו המציגים, שיש לה "קטלניות ודיוק", בהשוואה למערכות משגר הרימונים M203 ו-M320 הנוכחיות. הם רוצים טווח יעיל של 35 מטר עד 500 מטר. לשם כך זה צריך להיות ניתן לתכנות, כך שהחיילים יוכלו לראות את האיום ולהורות לתחמושת מתי להתפוצץ – ממש כמו טנקים ורכבים קרביים אחרים שיכולים לעשות זאת עם תחמושת מסוימת, רק בערכה קטנה בהרבה, המתאימה לחייל.

מעבר לנשק קל: הצבא מבקש לשדרג מזל"טים חמושים ורקטות משוגרות כתף ולהוסיף מערכת רימונים חדשה לרמת החוליה (צילום צבא ארה"ב)



יבשה

בהתבסס על פתרונות טכניים שיגיעו לבשלות עד 2025, ASCALON יציע תכן בארכיטקטורה פתוחה שיאפשר פיתוח משותף במסגרת התוכנית הצרפתית-גרמנית (MGCS). קונספט זה יניח את היסודות לסטנדרט תותח סנק המערכה האירופאי העתידי והתחמושת שלו.

מאפייני מערכת החימוש החדשה לטנקי מערכה ASCALON:

- מגוון רב של יישומים – הקליבר המוגדל יאפשר טווח ירי גדול יותר וגם ירי תחמושת חכמה מעבר לקו הראייה (BLOS/NLOS).
- תחמושת קומפקטית – אורך מקסימלי של 130 ס"מ, קצר יותר מתחמושת אחרת באותו קליבר. התחמושת ניתנת לאחסון ואינטגרציה בצריח בעל טעינה עצמית.
- כוח אש מוגבר – רמות אנרגיה הקרובות ל-10 מגה-ג'אול לתחמושת קינטית, תוך הישארות מתחת לרמת הלחץ הפנימית של הקטרים כיום. יכולת זו תאפשר בעתיד לתחמושת להתפתח לרמות אנרגיה של 13 מגה-ג'אול, מה שייתן מענה לאיומים 50 שנה קדימה, להערכת החברה.
- אפקט פיצוץ מבוקר – שימוש בבלם לוע חדשני, שדות לחץ חיצוניים מותאמים ואימפולס ירי אופטימלי יגבילו את אפקט הפיצוץ מחוץ לטנק. זה יאפשר נוכחות של כוח חי"ר ליד הטנק, בדגש על אזורים אורבניים.
- יכולת אינטגרציה יוצאת דופן – הודות לאימפולס המבוקר, ל-ASCALON יהיו מאמצי רתיעה ותאוצה המתאימים לפלטפורמות ניידות במשקל של פחות מ-50 טון.

13

קונספט למערכת חימוש חדשה בטנקי המערכה העתידיים

[Nexter proposes ASCALON for future of battle tank armament](#)

14 באפריל 2021

חברת NEXTER הצרפתית (חלק מקבוצת KNDS הצרפתית-גרמנית) הציגה קונספט חדש למערכת חימוש לטנקי מערכה המיועדת להתמודד עם איומי השריון הכבד העתידיים.

להערכת החברה, בשנים 2040-2050, מדינות בעלות ברית יתמודדו עם עימותים צבאיים בעצימות גבוהה כאשר בתווך היבשתי הצבאות יצטרכו להצטייד באמצעים מודרניים לעליונות טקטית, מאוישים ובלתי מאוישים, שילוב של מערכות רבות, מתן רמות ההגנה הגבוהות ביותר לצוות והיכולת לנטרל את היריב.

נוכח האיומים הרבים והקשים, ניצחון בשדה הקרב ידרוש מלכתחילה ירי מהיר יותר, רחוק יותר והרסני יותר כבר בפגז הראשון, תוך צמצום האילוצים הלוגיסטיים והארגונומיים. לצורך כך ותוך ניצול ניסיונה הרב בתותח 120 מ"מ בטנק Leclerc, המומחיות שלה בתחמושת טלסקופית והבשלות שהושגה בסבבי הירי בקוטר 140 מ"מ, חברת NEXTER מציעה את קונספט ASCALON (Autoloaded and SCALable Outperforming guN).

קונספט מערכת חימוש חדשה לטנקי המערכה העתידיים
NEXTER. מקור: ASCALON.



[יבשה](#)

14

פיתוח בדים חדשניים בעלי יכולת מיגון מאיומים כימיים וביולוגיים

13 באפריל 2021

[DARPA AWARDS FLIR \\$20.5 MILLION FOR NEXT-GENERATION PPE](#)

ציוד המגן כיום שמגדיל את עומס החום על הגוף ומאריך את משך המשימה. פיתוח אב הטיפוס לניסויי מעבדה FLIR-ISPS (Integrated Soldier Protective System) יבוצע בשלושה שלבים בחמש שנים, כאשר בשנתיים הראשונות יפותחו אופציות הבסיס, בשנתיים הבאות האופציה הראשונה ובשנה האחרונה האופציה הסופית. התוצאה לאחר חמש שנים תהיה סט בדים שמוכנים ליישום במסגרת תוכנית מסודרת של DOD.

פיתוח בדים חדשניים בעלי יכולת מיגון נגד אימונים כימיים וביולוגיים. מקור: FLIR-systems



[יבשה](#)

חברת FLIR-systems זכתה בחוזה בע"ס 20.5 מיליון דולר לתקופה של 5 שנים, לפיתוח מזורז של בדים חדשניים בעלי זרזים (קטליזטורים) וכימיקלים מובנים בתוכם, שיכולים להפחית אימונים כימיים וביולוגיים במקרה של מגע. החוזה מבוצע במסגרת תוכנית PPB (Personalized Protective Biosystems) של DARPA. בדים מהפכניים אלו ישולבו בחליפות מגן וציוד אחר כגון מגפיים, כפפות ומגן עיניים עבור הכוחות בשדה הקרב, מומחים רפואיים, עובדי בריאות וכו'. PPB ישלב בין חומרי מגן חדשים וקלים לטכנולוגיות רפואיות חדשות המקלות על אימונים כימיים וביולוגיים ב"שערי" רקמות פגיעות, בדגש על העיניים, העור והריאות. המערכת המלאה תאפשר לכוחות ולמגיבים ראשונים לפעול ללא נטל הנשיאה של

תותח הוביצר 155 מ"מ על פלטפורמת BOXER

[KMW testing RCH155 howitzer on Boxer chassis](#)

16 באפריל

האוטונומיה המלאה של המערכת הכוללת בפקוד, ניווט, בקרת אש ויציבותה, פותחת אפשרויות מבצעיות חדשות לחלוטין כגון ירי על מטרות נעות, הגנת מחנות וכד'. בנוסף, הודות לארכיטקטורה הפתוחה של RCH155 ניתן יהיה לממש בעתיד נהיגה ותפעול אוטונומיים.

תותח 155 מ"מ על פלטפורמת BOXER – RCH155.
מקור: KMW



[יבשה](#)

חברת KMW הגרמנית (חלק מקבוצת KNDS הצרפתית-גרמנית) מבצעת ניסויים על פלטפורמה חדשה RCH155, המורכבת מתותח ארטילרי 155 מ"מ ע"ג מרכב של הרק"ם הגלגלי BOXER. פלטפורמה זו מציגה יכולת כוח אש ארטילרי אוטומטי וניידות גלגלית ממוגנת. כמות תחמושת גדולה בכלי וטעינה מהירה, מערכת נשק מיוצבת, דיוק גבוה למטרה, יכולת הניווט האוטונומית ובקרת האש מציבים אמת מידה חדשה בכלים הארטילריים הגלגליים.

יתרונות הפלטפורמה: יעילות הארטילריה האוטומטית הגבוהה ביותר, ארכיטקטורת מערכת מבוססת רשת המאפשרת יכולת גידול בהמשך, שילוב של מערכת הנשק המוכחת NATO-JBMoU 155 mm / L52 ע"ג שילדת BOXER, נותן יעילות ארטילרית ייחודית לטווח נוכחי של 54 ק"מ וצידוד 360 מעלות.

חשיפת רק"ם נ"ט זחלי AJAX בעל טילי BRIMSTONE

26 באפריל 2021

[General Dynamics unveils Brimstone-equipped Ajax variant](#)

מסוג Brimstone. הרכב פותח ומומן בשיתוף עם חברת MBDA. מערכת טילי Brimstone שולבה בגרסת הרכב ארס (Ares) במשפחת הנגמ"שים AJAX, תוך שימוש בארכיטקטורה האלקטרונית של הכלי שאיפשרה הכנסה מהירה של יכולות וטכנולוגיות חדשות. טיל Brimstone הוא מעמודי התווך של חייל האוויר המלכותי הבריטי ומשולב במטוס הקרב יורופייטר טייפון. ניתן להפעיל את הטיל גם מכלי טייס לא מאוישים, ספינות ומפלטפורמות יבשתיות, כפי שהוכח ב-AJAX. הטיל שוקל 50 ק"ג, אורכו 1.8 מטר, בעל רש"ק כפול (טאנדם) וכולל יכולות הנחיה של מכ"ם ולייזר.

חברת General Dynamics בבריטניה חשפה דגם חדש של רק"ם משפחת AJAX הכולל יכולת ירי טילי נ"ט

רק"ם AJAX בעל טילי נ"ט מסוג Brimstone.
מקור: Army Technologies



[יבשה](#)

17

האם בריטניה תצטרף לפרויקט "הטנק האירופאי"

23 באפריל 2021

[German and British Defense Officials Discuss "Euro Tank" Cooperation](#)

גרמניה וצרפת מפתחות במשותף טנק עתידי – הדור החדש אחרי ליאופרד 2 ולקלרק MGCS (Main Ground Combat System). בפגישה של אנשי משרד ההגנה מגרמניה ובריטניה נדונו אפשרויות שונות לשיתוף פעולה בין המדינות בנושאי ביטחון שונים ובין היתר בפיתוח הטנק האירופאי. הנושא הוזכר גם בשיחות של שרי ההגנה, כשהבקשה של הבריטים, בשלב ראשון, להשתתף "כמשקיפים".

הגרמנים תומכים בבקשה הבריטית, אך הצרפתים חוששים מהגדלת "חוג השחקנים" בתוכניות אירופאיות של שתיהן בתחום הביטחון (כולל "מערכת עתידית לכוחמה אווירית" ו-"יורודרון" – הרחפן האירופאי). הגרמנים "האינטרסנטיים" בשתי המדינות מביעים עמדה חיובית לגבי שילוב של בריטניה אך בתנאי שיקוימו תנאים פוליטיים מסוימים. בלי קשר לעניין הטנק האירופאי, שרי ההגנה של גרמניה ובריטניה מקדמים שיתוף פעולה לגבי רק"ם "בוקסר" ורק"ם גישור.

[יבשה](#)

קוריאה: רק"ם אוטונומי עובר לשלב פיתוח מלא

[South Korea reports successful development of new unmanned surveillance ground vehicle](#)

22 באפריל 2021

בניסויים שבוצעו בין דצמבר בשנה שעברה לבין פברואר השנה נקבע כי הכלי הרובוטי עמד ביעדים ומצדיק כניסה לפיתוח מלא לשימוש מבצעי. בחודש מארס נקבע כי הרכב נמצא ברמת מוכנות טכנולוגית 6 TRL המהווה תנאי לכניסה לפיתוח מלא. הרק"ם מונע על ידי מערכת כוח היברידית והוא יכול להיות מנוהג מרחוק או באופן אוטונומי. יש לו יכולות של עקוב-אחרי, תנועה במסלול מוגדר, גילוי ועקיפת מכשולים ואף תכנון עצמי של המסלול במקרה של אובדן תקשורת. הרכב מצויד במקלע המותקן על עמדת נשק מופעלת מרחוק. ניתן להתקין על הרכב ציוד מגוון למשימות שונות וגם להפעיל ממנו רחפן לתצפית לטווח משמעותי יותר.

פיתוח זה מבוסס על ניסיון מצטבר של 15 פרויקטי מו"פ שבוצעו בחברה מאז 2006 בתחום כלי הרכב היבשתיים הלא מאוישים. ב-2019 הוצג רכב 4X4 חשמלי אוטונומי, שמשקלו 1.5 טון, לתמיכה במשימות חייל רגלים הכוללות תצפית, סיוע לוגיסטי, פינוי נפגעים ואף סיוע באש.

משרד ההגנה של קוריאה הדרומית הודיע על השלמה מוצלחת של שלב הפיתוח הראשון לרכב סיור אוטונומי. פיתוח הרכב, בעל שישה גלגלים, הובל על ידי הסוכנות לפיתוח בנושאי הגנה (ADD) בשיתוף עם מינהל תוכנית ההרכשה של משרד ההגנה (DAPA) ובוצע בחברת האנווה (Hanwha Defense) שהייתה אחראית על פיתוח כלי הרכב הלא מאויש ועל שילוב מערכות תקשורת ותצפית. לפי הפרסום, זוהי הפעם הראשונה בעולם שרכב קרבי בלתי מאויש בגודל בינוני עד גדול עובר לשלב פיתוח המערכות.

דובר החברה מסר כי הרכב יוכל לבצע סיור במגוון תנאי שטח כולל דרכי עפר ובשטח פתוח ללא דרך. הרכב יוכל לבצע רכישת מטרות ואף להעסיק באש את האויב. הפיתוח הראשוני החל בשנת 2018 תוך התמקדות בבחינת יכולות מבצעיות במקביל לקידום טכנולוגיות מפתח.



[יבשה](#)

חוזת לפיתוח וייצור מערכות רקטיות "חכמות" לצבא ארה"ב

[Lockheed Martin to Build GMLRS Artillery Smart Munitions with Fragmentation Warheads in 2.8 Million Deal](#)

19 במארס 2021

הרקטות עם רש"ק "אלטרנטיבי", מתוכננות להשמדת מטרות ע"י פיצוץ בגובה 10 מ' מעל למטרה ורסיסי מתכת חודרים. בכך יחליפו רש"קים אלה את רש"ק"י מצרר (פצצונות) הקיימים, אשר אסורים עפ"י חוק בינלאומי (בגלל נפלים). הרש"קים האחודים - ברקטות מונחות GPS - מכילים 90 ק"ג של חומר נפץ ובעלי מרעום "רב-שימושי" (פגיעה, פיצוץ מושהה או פיצוץ קירבה).

[יבשה](#)

חברת לוקהיד מרטין קיבלה ממשרד ההגנה חוזת חדש בהיקף של 2.8 מיליארד דולר להמשך פיתוח של משפחת רקטות GMLRS. לפי החוזת יפתחו רקטות עם רש"ק "אלטרנטיבי", משגרים לרקטות אלה ולרקטות עם רש"ק אחוד, רקטות ומשגרים זולים לאימונים, שירותי סייבר ותחזוקה.

צבא ארה"ב מבקש לפתח טיל נ"ט בעל טווח כפול מהקיים

[The Army Wants an Anti-Tank Missile that Shoots Twice as Far as Its current weapon](#)

15 באפריל 2021

בנוסף להגדלת טווחי הירי, החימוש החדש יאפשר ליירט איזמים גם בטווחים קצרים (כיום קיים טווח מינימום של מאות מטרים ל-TOW). השאיפה היא ליירט כבר בטווח 100 מטר מהמשגר. באשר לנושא ההנחיה נדרש לאפשר שכל שיטות הנחיה: מונחה קו ראייה, שגר ושכת, נעילה על המטרה לפני שיגור, נעילה על המטרה אחרי שיגור. בנוסף, לקבל הנחיה לנעילה מרחפן באוויר, נעילה על כתם לייזר, וגם לבצע חיפוש אוטונומי לאיתור אחר מטרות ראיות. מסלול הטיסה של הטיל יהיה עד גובה 1,000 מטר כדי לאפשר ירי מעל כוחות או מכשולים, כך שלא צריך לחפש שטח נקי מהפרעות. למערכת החדשה תהיה יכולת להתמודד עם שריון מתקדם ולהביס מערכות הגנה אקטיבית מכל הסוגים. הרחבת היכולת תאפשר ירי תוך כדי תנועה כאשר המערכת אינה נתמכת GPS. ולסיום, למערכת החדשה תהיה יכולת לתעדף

הצבא האמריקני מבקש לפתח טיל נ"ט המשוגר מפלטפורמה קרבית לטווחי ירי של עד 10 ק"מ. הכוונה היא להרחיב את יכולת ההשמדה של המערך הקרקעי הנוכחי. המטרה בפיתוח זה היא להחליף את מערך טילי הנ"ט מסוג TOW הנמצא בשירות כבר למעלה מחצי מאה. טילי TOW שנכנסו לסד"כ ב-1970 משמשים עדיין כנשק נ"ט עיקרי ברק"ם ברדלי בחלק מה"אמוני". משגר TOW מותקן על פלטפורמות ברדלי וכן על ג'יפ האמר ייעודי. מודגש כי נפח המערכת החדשה יהיה זהה למערכת הנוכחית כך שניתן בקלות יחסית לשלב את המערכת החדשה במקום משגר TOW הנוכחי.

- ה. מטרות ולחלק את עומס הירי בין פלטפורמות של המחלקה.
- ו. לקראת הפיתוח של טיל נ"ט עתידי הגדיר הצבא באופן כללי מעטפת של דרישות:
- א. ממדים המאפשרים התקנה בבראדלי (במקום הקיים) וברק"ם שיחליף אותו (OMFV)
- ב. המטרות לתקיפה – שריון, עמדות מבוצרות
- ג. טווח מוגדל – הזכירו 10 ק"מ. גם יעילות בטווחים קצרים
- ד. כשירות להפעלה החל מטווח של עשרות מטרים – חימוש מיידי אחרי שיגור
- ה. שיטות הפעלה: פיקוד בקו ראייה, שגר ושכח, נעילה על מטרה לפני או אחרי השיגור
- ו. כינון למטרה בעזרת כתם לייזר, פקודות מרחפן/כטב"ם, שיגור לאזור המטרה ומשם סריקה, חיפוש ונעילה.
- ז. מעוף בגובה נמוך מ-3000 רגל למניעת הפרעות בתחום האווירי
- ח. חדירת מטרות המוגנות ע"י מערכת הגנה אקטיבית.
- ט. משך מעוף קטן יחסית ל-TOW, מהירות גבוהה ואולי אפשרות לשיגור הטיל תוך כדי תנועה וגם בהיעדר של GPS.
- י. אפשרות לתכנית הפעלה מרק"ם בודד או ממחלקת רק"ם.

[יבשה](#)

אוויר והגנ"א



[אוויר והגנ"א](#)

מערכת ללחימה ברחפנים פותחה ברוסיה

21

[Rostec Develops New Anti-Drone System](#)

27 בפברואר 2021

חברה ממשלתית רוסית פיתחה מערכת קומפקטית ללחימה ברחפנים וכתב"מים. מסוגלת לשבש את בקרת הרחפנים בטווח של 2 ק"מ. זאת בכל התנאים של יום-לילה ומזג אוויר. המערכת חסינה בפני אמצעי נגד המופעלים בגלי רדיו. בעזרתה אפשר גם לגלות את המפעיל של הרחפן ולשבש את ערוץ התקשורת שלו עם הרחפן. המערכת נישאת בשלושה תיקים וניתן להפעילה תוך 30 דקות.

פתרון חדשני להטסת מטענים

22

22 במארס 2021

[Collaborative tech lets drones work together to lift heavy loads](#)

הדגם להוכחת הרעיון מאפשר הטסת מטען של 5.4 ק"ג, אך ניתן לתכנן פתרונות גדולים יותר. מערכת השו"ב כוללת תקשורת רשתית בין הרחפנים, ומאפשרת תיקונים הדרושים להטסה מתואמת ואוטונומית בהמשך יש כוונה לתכנן חיבור אוטומטי בין הרחפנים ובין זרועות המבנה, כדי לאפשר תפעול ע"י אנשים ללא אימון מוקדם. כמו כן לתכנן את המבנה באופן מודולרי כדי להתאים כמות רחפנים הנדרשת בהתאם למשקל המטען.

פתרון חדשני להטסת מטענים כבדים פותח במכון הטכנולוגי של ג'ורג'יה - Georgia Institute of Technology. הפתרון כולל מבנה של קופסת המטען וארבע זרועות עם מחברים לרחפנים, אשר ממריאים ביחד וטסים יחד באופן מתואם ואוטונומי.

Source: Georgia Tech via Newswise



[אויר והגנ"א](#)

23

רחפן תובלה עבור הצבא הטורקי

Source: DASAL

4 במארס 2021



[אויר והגנ"א](#)

www.fresh.co.il/vBulletin/showthread.php?t=608442

חברת DASAL הטורקית מפתחת רחפן תובלה להספקת תחמושת, ציוד ומזון למוצבים וחיילים בשטח, במיוחד לאתרים שהגישה אליהם קשה. לפי התוכנית, החברה תפתח שלושה דגמים שיכולים לשאת מטענים במשקל 50 ק"ג, 100 ק"ג וגם 150 ק"ג.

חברת DASAL הציגה דגם של רחפן שנקרא ALBATROS בתערוכת הטכנולוגיה Teknofest 2019 בעיר איסטנבול. החברה פירסמה סרטון שמציג את הדגם ALBATROS-50 שיכול לשאת מטען במשקל 50 ק"ג. הדגם הגדול ALBATROS-150 שיכול לשאת מטען במשקל 150 ק"ג ישמש גם לפינוי חיילים פצועים מהשטח – רחפן אמבולנס. כמובן זה רק עניין של זמן עד שנראה דגם חמוש. נתונים טכניים של שלושת הדגמים מופיעים במקור.

תיכון מקל"ט בריטי עתידי

[UK Launches RAF's £30M 'Loyal Wingman' Programme](#)

26 בינואר 2021

הצפי הוא לתוכנית פיתוח זריזה תוך שימוש בטכנולוגיות פיתוח תוכנה מתקדמות ותהליכי ייצור מתקדמים. התיכון יכלול גם יכולת גמישות לשינויים ועדכונים עתידיים.

Source: Press Release



[אוויר והגנ"א](#)

בריטניה התניעה חוזה לתיכון וייצור אבטיפוס מקל"ט בתוכנית 'Loyal Wingman'. מקל"ט זה מיועד לטוס במהירויות גבוהות במבנה עם מטוסי קרב בכל המשימות המבצעיות, ובכך להשיג יתרון על כוחות עוינים. הוא יצויד בטיילים ובמערכות גילוי ול"א ויבצע משימות ירוט מטוסי אויב ותקיפת מטרת קרקעיות, תוך שמירת שרידות מטק"א.

חברת Spirit AeroSystems באירלנד נבחרה לחוזה זה בהיקף 30 מיליון ליש"ט. בשלב הבא של הפרויקט יפותח קונספט מטוס הקרב הקל Lightweight Affordable Novel Combat Aircraft (LANCA), כאשר אבטיפוס צפוי לטוס בשנת 2023.

קטב"ם מהיר חדש

[Lockheed Martin's Skunk Works' Secretive 'Speed Racer' Program](#)

4 במארס 2021

Source: YouTube



[אוויר והגנ"א](#)

חברת Lockheed Martin חשפה תיכון של קטב"ם מהיר חדיש (Speed Racer). תמונת מחשב הופיעה בסרטון וידאו של החברה שהוצג בכנס לוחמה אווירית של חא"א. קטב"ם זה מיועד עבור ניסויים של טכנולוגיות הנדסה ספרתיות, אך יש בו פוטנציאל להוות בסיס עבור נחילי קטב"ם עתידיים ועבור טילי שיוט.

אמצעי לטעינה ושיגור מספר רב של רחפנים

[Flying Drone Blanket will charge and launch swarms of quadcopters](#)

Source: Carlo Ratti Associati

23 בפברואר 2021



[אוויר והגנ"א](#)

חברת Carlo Ratti Associati באיטליה, בשת"פ עם חברת Flyfire, פיתחה אמצעי לטעינה ושיגור מספר רב של רחפנים בו-זמנית, כדי לאפשר תפעול נחילים. האמצעי כולל "שמיקה" מקופלת בארגז, אשר נפרסת בשטח ומאפשרת טעינה של 16 רחפנים בו-זמנית, ממקור הספק אחד. ניתן לצרף מספר שמיות כאלו בפריסה בשטח כדי להגיע עד לשיגור 10,000 רחפנים בו-זמנית. ניתן לבצע שימוש חוזר באמצעי זה. הרחפנים שהודגמו עם אמצעי זה כוללים תאורות LED בצבעים שונים, עבור תצוגות משימות נוספות אפשריות עבור הנחיל – מיפוי, בדיקות זיהום אוויר או מים.

תיכון מקל"ט חמקן חדש

1 במארס 2021

[GA-ASI Releases Image of Next-Gen Combat Drone](#)

Source: Twitter



[אוויר והגנ"א](#)

חברת General Atomics בארה"ב פרסמה תמונת קונספט של מקל"ט חמקן חדש המיועד לסיור מודיעיני ותקיפה. הפרסום כולל התייחסות לתיכון ע"י טכנולוגיות ספרתיות ותהליכי ייצור חדישים, כדי להגיע למערכת נשק דומיננטית וזולה.

פיתוח מקל"ט על-קולי חדש בסינגפור

[Kelley Aerospace Reveals Supersonic UCAV Concept](#)

4 במארס 2021

Sources: Auto Evolution; Website



[אוויר והגנ"א](#)

חברת Kelley Aerospace בסינגפור הודיעה על התנעת תוכנית פיתוח מקל"ט על-קולי חדש Arrow, וטוענת לצבר הזמנות של 100 כלים, מלקוחות שלא נחשפו. ביצועים צפויים – טווח 4,800 ק"מ, משקל מרבי 16,800 ק"ג, ומחיר לא יותר מ-16 מיליון דולר. צפויות יכולות טיסה אוטונומית ויכולות פעולה בלהקה, ובמבצעים בשת"פ עם מטוסי קרב מאוישים. המבנה מחומרים מרוכבים והתצורה האווירודינמית יאפשרו חתימות נמוכות של מכ"ם ושל תת-אדום. כנראה קיימים כבר שני אבות טיפוס בניסויי טיסה.

בקשת מידע (RFI) של חא"א למערכות כטב"ם לדור הבא

[USAF seeks Next Gen Multirole UAS capabilities](#)

8 במארס 2021

(Lockheed Martin) An illustrative concept of a future unmanned aircraft



[אוויר והגנ"א](#)

חא"א פרסם בקשת מידע (RFI) עבור משפחת מערכות כטב"ם לדור הבא - Next-Generation Multirole Unmanned Aircraft System (UAS). דרישות חא"א הן למשפחת מערכות רב-משימתית, בת השגה (attritable) ואפשרות שימוש חוזר (reusable). היכולות המבצעיות הנדרשות הן: הערכת מצב אווירית – כולל התרעה מוקדמת, גילוי ואיתור מטרות אויב ובקרת ירי של מערכות נשק. הגנת נכסים אוויריים בעלי ערך – כמו מטוסי תדלוק ומטוסי התרעה אווירית. רב-משימתיות – כולל קונספטים עבור כלי טייס בני השגה, מתכלים, שרידים, ולשימוש חוזר.

30

דור חדש של רחפנים זעירים וזריזים דמויי חרקים

החוקרים מקווים שיהיה אפשר להשתמש בהם למשל לבדיקת מיכשור במרחבים צפופים ועתירי מכשולים (למשל אבחון סדקים בלהבי טורבינה), למשימות איתור והצלה באתרי אסון, או בתחום אחר לגמרי – להאבקה של גידולים חקלאיים (תחליף לדבורים).
מאמר מדעי:

Collision Resilient Insect-Scale Soft-Actuated Aerial Robots With High Agility, IEEE Transactions on Robotics (2021),
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9357346>

Credit: Kevin Yufeng Chen



[אוויר והגנ"א](#)

[Researchers introduce a new generation of tiny, agile drones](#)

2 במארס 2021

חוקרים ב-MIT פיתחו, בהשראת חרקים, רובוטים מעופפים זעירים עם חסינות וזריזות חסרי תקדים. הם מונעים בעזרת סוג חדש של מפעיל (אקטואטור) רך. הוא עשוי מגילי גומי דקיקים המצופים בננו-צינוריות פחמן. בתגובה למתח חשמלי, הננו-צינוריות מפיקות כוח אלקטרוסטטי הגורם לגלילים להתכווץ ולהתארך לסירוגין, 500 פעמים בשנייה. זה גורם לכנפונים לנפנף במהירות רבה. יתר על כן, הרחפן הזעיר, השוקל רק 0.6 גרם, יכול לבצע תמרוני מעוף מרשימים, כמו גלגול (סלטה). לגרסה הנוכחית יש מראה מוזר המזכיר תיבה עם כנפונים, אך החוקרים כבר עובדים על אבטיפוס חדש שיהיה דומה לשפירית.

31

מערכת נגד כטב"ם וחימוש משוטט על פלטפורמה אוטונומית

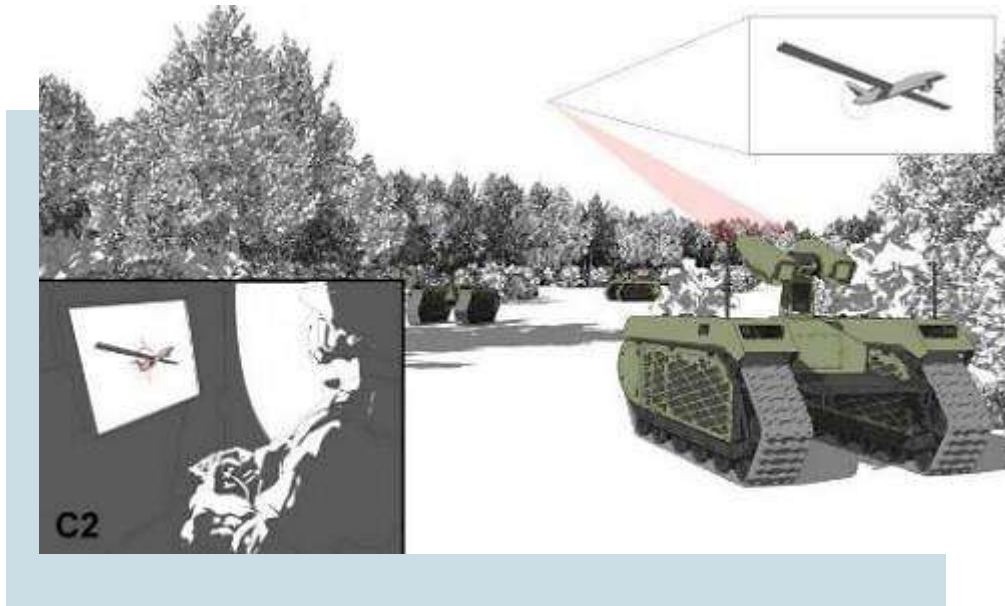
18 במארס 2021

[Milrem Robotics and Marduk Technologies launch autonomous C-UAS system](#)

המערכת החדשה מורכבת משילוב פלטפורמת ההגנה האלקטרואופטית נגד כטב"ם Marduk Shark והרכב הלא מאויש THeMIS של חברת Milrem Robotics. המערכת הניידת מקנה לכוח קדמי יכולת עצמאית לגלות, לסווג ולשבש/לנטרל בצורה מדויקת חימוש משוטט וכלים מעופפים אחרים. המערכת עושה שימוש בבינה מלאכותית ומודלים ללמידת מכונה מתקדמים. ניתן לשלב בפלטפורמת Marduk Shark מערכות חימוש קינטי ולא קינטי, חיישנים ואמצעים שונים כגון מכ"ם, גלאי תדרי רדיו, שבש, לייזר ועוד. מרבית פתרונות C-UAS כיום הינם סטטיים. לעומת זאת, יכולת הניידות של המערכת החדשה מאפשרת גמישות לכוח הלוחם באיתור מחדש של המטרות ומתן התרעה מוקדמת לכוחות במיקומים שונים.

חברת הרובוטיקה האירופית Milrem Robotics והחברה האסטרטגית לפיתוח מערכות הגנה אווירית כנגד כטב"ם Marduk Technologies, פיתחו יחד פלטפורמה אוטונומית ניידת ייחודית המאפשרת הגנה כנגד חימוש משוטט וכטב"ם, תצפית ומעקב.

מערכת הגנ"א ניידת אוטונומית נגד חימוש משוטט
וכטב"ם.
מקור: Milrem Robotics/Marduk Technologies



[אוויר והגנ"א](#)

הטיל כולל רכיב גלישה ומנוע רקטי גדול. המנוע מאיץ את הטיל לגובה ומהירות הנדרשים, ואחר כך הטיל גולש במסלול שטוח יחסית במהירות מעל מאך 5 אל המטרה. התצורה המיוחדת מאפשרת תמרונים חדים כדי לחדור דרך מערכות ההגנה של האויב. טילים אלו מיועדים לשיגור ממפציץ B-52H, 4 מכל מטוס. מתקיימים דיונים לגבי אפשרות הכללתם בעתיד גם במפציץ B-1B.
ראו גם:

www.shephardmedia.com/news/air-warfare/arrw-undergo-long-awaited-first-booster-test/

Source: LOCKHEED MARTIN



[אוויר והגנ"א](#)

32

נדחה ניסוי טיסה ראשון של הטיל ההיפרסוני ARRW

5 במארס 2021

[The Air Force Says Its First Hypersonic Missile Will Make Its Inaugural Flight Within 30 Days](#)

חא"א דחה שוב את ניסוי הטיסה הראשון של הטיל-AGM 183A Air-launched Rapid Response Weapon (ARRW) לעוד חודש. לא נמסרו הסיבות לדחייה. בעבר כבר בוצעו ניסויים קשורים במטוסי B-52H. הניסוי צפוי לבדוק הגעת הטיל למהירות מבצעית, ביצועי טיסה, רהיטות שיגור מהמטוס, בקרת טיסה בשלבי הצתה והאצה, והפרדה של רכיב הגלישה.

שיגור מבצעי ראשון של טיל השיוט Storm Shadow ממטוסי טייפון

[British Typhoons Have Used Storm Shadow Cruise Missiles For The First Time In Combat](#)

15 במארס 2021

התקיפה הייתה ב-11/3 והיא בוצעה כחלק ממבצע של חייל האוויר הבריטי התומך בכוחות לוחמה בטרור של הצבא העיראקי. המודיעין לביצוע התקיפה הגיע מכוחות קרקע עיראקיים שזיהו לוחמי דעאש רבים באזור המערות. הודגש שוב ושוב כי חייל האוויר הבריטי הקפיד לוודא שאין בלתי מעורבים בסביבה. התקיפה בוצעה על ידי שני מטוסי טייפון שהמריאו מבסיס ארקוטירי בקפריסין. לא ברור כמה טילים שימשו בפועל בתקיפה (כל מטוס יכול לשאת שניים כאלה) אך מההודעה עולה כי היו יותר מאחד.

טייל זה, שהטווח המבצעי שלו הוא 250 ק"מ, מתאים לתקיפה של בונקרים ומערות כיוון שהרש"ק שלו BROACH הוא רש"ק כפול הכולל מטען חודר הפורץ דרך שכבות קרקע ובטון, ומטען עיקרי שניתן לייזום לאחר חדירה לעומק הקרקע. סרטון קצר של ניסוי רהיטות שיגור של הטייל ממטוס טייפון: <https://youtu.be/33EXwhkjXS8>

[אוויר והגנ"א](#)

מטוסי טייפון בריטיים שיגרו בפעם הראשונה בשימוש מבצעי את טיל השיוט Storm Shadow. הטייל שימש לתקיפת מטרה מוקשחת של ארגון המדינה האיסלמית בצפון עיראק. המטרה הייתה מערך מערות מצפון לעיר אירבייל. הטייל שוגר בעבר בקרב על ידי מטוסי טורנדו (ב-2003 בעיראק, ב-2011 בלוב וב-2018 בסוריה, נגד מתקני נשק כימי), אך זו הייתה כאמור ההפעלה המבצעית הראשונה ממטוסי טייפון. התאמת הטייל למטוס טייפון התבצעה בשנת 2018 כחלק מתוכנית ההוצאה משירות של מטוסי הטורנדו.

פיתוח מונית אוויר חשמלית – זכייה בחוזה לייצור סדרתי

10 בפברואר 2021

[Archer Aviation takes billion-dollar eVTOL order from United Airlines](#)

התצורה כוללת כנף גדולה כמו של מטוס קל, עם 12 מנועים ורוטורים מלפנים ומאחור. 6 הקדמיים ניתנים להטיה ממצב אנכי בהמראה ונחיתה למצב אופקי בטיסה. 6 האחוריים קבועים וניתנים לעצירה וקיפול בזמן הטיסה עבור הקטנת הגרר. הצפי למהירות טיסה 150 מייל לשעה (241 קמ"ש), וטווח 60 מייל (96 ק"מ). בין הדגשי הבטיחות – התקנת 6 סוללות נפרדות כאשר כל אחת מניעה שני מנועים. כמו כן מודגשים הרעש הנמוך מאד והמחיר הנמוך מאד יחסית למסוק. החברה מבטיחה קצב ייצור של 1,000 כלים בשנה עד 2026, ובהמשך הגדלה ל-5,000 בשנה. כמו כן מתכננת מכירות בתחום הובלת מטענים ובתחום הצבאי.

חברת Archer Aviation היא הראשונה בין החברות המתחרות על פיתוח מונית אוויר חשמלית אשר זכתה בחוזה לייצור סדרתי מחברת United Airlines. החוזה בסכום מיליארד דולר כולל פיתוח וייצור 200 כלי טייס, וכולל תנאים לעמידה בדרישות הפיתוח ורישיון ע"י FAA. הצפי להתחלת התפעול – בעוד חמש שנים.

Source: Archer Aviation, United Airlines



[אוויר והגנ"א](#)

35

חימושים משוטטים חדשים מתוצרת ארמניה

22 בפברואר 2021

[IDEX 2021: Armenian loitering munitions take a bow](#)

ע"י רקטה וטס במהירות שיוט 140 קמ"ש. בתקיפה בצלילה אנכית מגיע למהירות 250 קמ"ש ודיוק של 20 ס"מ. הביות הסופי מבוצע אוטומטית ע"י זיהוי תמונה. מחשב הטיסה מאפשר להטיס נחיל של 4 חימושים בו-זמנית. הרחפן כולל 4 רוטורים ורוטור חמישי דוחף, כדי להגיע למהירות 130 קמ"ש. משקלו הכולל 5 ק"ג. שהייה של 25 דקות.

[אוויר והגנ"א](#)

תעשיית ההגנה בארמניה הציגה חימושים משוטטים חדשים בתערוכה באבו-דאבי. חברת Pride Systems הציגה שתי תצורות – כטב"ם כנף קבועה עם כנפיים בזווית משיכה משתנה ורחפן 5 רוטורים (pentacopter). ניתן להתקין שני סוגי רש"קים – חנ"ם או נ"ט. החימושים מוכנים לתחילת ייצור סדרתי. הכטב"ם משוגר מזביח

פיתוח מטוס קרב בריטי עתידי

[UK FCAS programme poised to enter concept and assessment phase](#)

9 במארס 2021

יבוצעו הערכות של חלופות למערכות אשר יוכלנו במטוס זה, ותתקבל החלטה האם יהיה זה מטוס מאויש או מאויש אופציונלי. עד כה נבדקו 60 פרויקטים בתחום התעופה כדי להכין בסיס מידע לשלב זה. כמו כן נחתם הסכם לשות"פ בין בריטניה לבין איטליה ושבדיה. החברות צפויות להכין הצעה עסקית מפורטת לפרויקט FCAS בסוף שנת 2025. יכולת מבצעית צפויה בשנת 2035.

[אוויר והגנ"א](#)

פיתוח מטוס קרב בריטי עתידי Future Combat Air System (FCAS) מתקדם אל שלב הגדרה קונספטואלית בשנה זו. קבוצת החברות, BAE, Rolls-Royce, Leonardo, MBDA – צפויה להחליט בשבועות הקרובים על התנעת שלב זה.

אבטיפוס ראשון של מטוס הקרב הקוריאני KF-X

9 באפריל 2021

[First KF-X prototype breaks cover](#)

Source: Screengrab from MBC



[אוויר והגנ"א](#)

נחשף אבטיפוס ראשון של מטוס הקרב הקוריאני בתוכנית KF-X מתוצרת חברת KAI. זוהי אבן דרך חשובה בתוכנית פיתוח עצמאית של מטוס קרב סילוני. המטוס נקרא KF-21 Boromae וצפוי לטיסה ראשונה במהלך שנת 2022. התוכנית מבוצעת בשות"פ בהיקף 20% עם אינדונזיה, אשר צפויה לרכוש 50 מטוסים מתוך 170 המתוכננים לייצור. שר ההגנה של אינדונזיה נכח בטקס ואישר את המשך השותפות, למרות שמועות שפורסמו לאחרונה על יציאה אפשרית מהתוכנית. אינדונזיה צפויה גם לרכוש מטוסי קרב מצרפת וארה"ב בשנים הקרובות.

צי ארה"ב מצטייד בכטב"ם זעיר המיועד לשיגור מצוללת



[The U.S. Navy's Submarine-Launched Aerial Drone Capacity Is Set to Greatly Expand](#)

10 במארס 2021

בניסויים שנערכו בעבר הכלי שוגר מתוך צינור שקוטרו 7.5 ס"מ המשמש את הצוללת לשחרור אמצעי הטעיה. הגרסה הנוכחית תכלול מטעד תצפית בנראה ובתת אדום שתותקן בחרטום. לפי פרסומים שונים בעבר הכלי נדרש לשעת שהייה באוויר ולפעולה בטווח המגיע לאופק קו הראייה (התלוי כמובן בגובה השיטוט). דרישת ההצפנה של ערוץ התקשורת היא 256 ביט. צפוי גם שבדומה לגרסה היבשתית המקבילה ניתן יהיה להפעיל מספר רב של כלים כאלה במקביל כנחיל.

לפי סרטון שפורסם ע"י החברה (<https://youtu.be/wTpUG9fCJpA>) מעבר לשימוש כאמצעי תצפית יוכל הכלי לשמש כממסר תקשורת אווירי לשמירת קשר עם כללים ימיים לא מאוישים. בעתיד ייתכן שהכלי יישא מטעדים נוספים כמו מערכות לוחמה אלקטרונית או רש"ק לתקיפת מטרות ימיות קטנות או לסיוע לפעולת כוחות מיוחדים.

[י](#)

הצי האמריקני הודיע על כוונה לרכוש 120 כטב"מי Blackwing 10C של החברה האמריקנית AeroVironment. רכש זה מבוצע במסגרת תוכנית הקרויה Submarine-Launched Unmanned Aerial System (SLUAS). כלי טייס זה ניתן לשיגור מתחת לפני הים. גרסה זו, המיועדת לצוללות, מבוססת על הכלי היבשתי Switchblade, שהוא בעצם חימוש משוטט, אך הצי מזכיר כרגע רק יישומים לא חמושים. משקלו של כלי הטייס 1.8 ק"ג בלבד והוא כולל מערכת ניווט הכוללת GPS ומדידים אינרציאליים. יש לו מקמ"ש המאפשר קשר חסין עם הצוללת. הכלי מקופל בתוך זביל ולאחר הפרישה מוטת הכנף שלו מגיע לכ-70 ס"מ והוא מונע ע"י מנוע חשמלי המפעיל מדחף אחורי.

נבחנת בניית סדרה של כלי שייט שונים המבוססים על גוף אחוד

27 בפברואר 2021

[Russia Designs A New Class Of Ship: Universal Sea Complex 'Varan'](#)

המיזם מכונה Varan והוא נועד לעצב גוף אחוד שעליו אפשר יהיה לבנות ספינות גדולות מסוגים שונים, כולל נושאת מטוסים, ספינת הסתערות, ספינת בית חולים וספינות אספקה לאזור הארקטי.

נושאת המטוסים המבוססת על הקונספט היא בעלת הדחק של 45,000 טון והיא אמורה לשאת 24 מטוסים רב-משימתיים, 6 מסוקים ו-20 כטב"מים. הכלי מתוכנן להיות מונע בטורבינת גז מסוג הקיים כיום בצי הרוסי, מה שיקטין את עלויות הבניה. המיזם נמצא כרגע בשלב התיכון הראשוני.

אתר TASS הרוסי מדווח שמשרד התכנון הרוסי Nevsky Design Bureau בוחן את הרעיון לבנות סדרת ספינות מסוגים שונים המבוססים על גוף אחוד, מה שמכונה Universal Sea Complex (UMK).



[ים](#)

40

בסינגפור: כשב"ם בעל מערכת ניווט מבוססת בינה מלאכותית

27 בפברואר 2021

בפרסומים הרשמיים לא ניתנו פרטים לגבי הכלי שנושא את המערכת, אולם בג'יינס פורסם בעבר שמדובר בכלי באורך 16.9 מ' מתוצרת מספנת Lung The הטאיוונית, בעל הדחק של 30 טון, מהירות מרבית מעל 25 קשר ויכולת שהייה בים של 36 שעות. הכלי נושא מכ"ם ו-GPS וניתן לחמשו במקלע 12.7 מ"מ, במערכת סינוור לייזר ובמטעדים נוספים.

הכלי הסינגפורי בניסויים (צילום: משרד הביטחון של סינגפור)



[ים](#)

[Singapore's navy tests a new layer of surveillance: unmanned vessels](#)

הצי של סינגפור מבצע ניסויים בכשב"ם בהם הותקנה מערכת המבוססת על בינה מלאכותית ומיועדת לנווט את הכלי בפעילות ביטחונית באזורים חיוניים וצפופים בים. המערכת מיועדת לאפשר לכלים בלתי מאוישים לבצע משימות סיור מסביב לשעון, כולל תגובה מבצעית לאירועים מתפתחים.

המערכת הסינגפורית פותחה לאחר עבודת מחקר על תנועת הספנות במיצרי סינגפור וניסויים מבוקרים שנמשכו 9 חודשים לפני שהיא הותקנה בכלי הלא מאויש. היא נועדה למנוע התנגשות בים וניווט בטוח, ולהחליף את אמצעי הניווט המאוישים, כמו מפות ומערכת AIS.

האלגוריתם תוכנן כך שהוא יאפשר לכלי להפליג בהתאם לתקנות הבינלאומיות למניעת התנגשות בים.

41

מערכת אוטונומית לניהול המערכות בכשב"ם

[Rolls-Royce gets UK MOD funding for autonomous naval tech](#)

1 במארס 2021

המאיץ הביטחוני של משרד ההגנה הבריטי Intelligent Ship Phase Two, המיועד לבחון בתנאים בטוחים יכולות שנועדו לשפר את היתרון הטכנולוגי של יחידות צבא בריטניה. המערכת החדשה מתוכננת לקבל החלטות מבוססות מצב לדרך הפעלת מערכות הספינה, כולל יחידות ההנעה, מערכת החשמל והדלק. זאת באמצעות אלגוריתם שנועד להביא להפעלה מיטבית של הכלי, תוך פליטה נמוכה של רעש, שמירה על מהירות גבוהה ומניעת נזקים לציד. היא מיועדת להפחית את העומס המוטל על המפעילים-מרחוק של הכלי ולאפשר לכלים בלתי מאוישים לבצע משימות מורכבות יותר.

[י](#)

מערכת "הצ'יף הרובוטי" היא מרכיב חשוב בפיתוח יכולת פעולה אוטונומית של כלי שייט בלתי מאוישים והיא מיועדת לתפוש את מקומה של מחלקת המכונה, האחראית על תקינותה ופעילותה של המערכת המכאנית בכלי השייט. חברת **רולס רויס** זכתה לאחרונה במכרז של הצי המלכותי לפיתוח "צ'יף רובוטי", במסגרת

42

הנעה לכשב"ם המבוססת על שינויי טמפרטורה במים

[Seatrec tech uses changes in temperature to power underwater gliders](#)

8 במארס 2021

חברת Seatrec מנסה לממש את הרעיון שפיתח האוקיאוגרף הנרי סטומל Henry Stommel, המבוסס על חומרים המשנים את מצבם בהתאם לטמפרטורה שלהם. מערכת ההנעה של החברה מבוססת על שעווה, שמתרככת עם העלייה בטמפרטורה ומתקשה עם התקררות המים. השינויים בשעווה גורמים ליצירת לחץ בתוך בוכנה שמניעה שמן הידראולי שמניע מצידו גנרטור קטנטן. האנרגיה שמייצר הגנרטור יכולה להיאגר במצברים בכלי או להיות מנוצלת באותו הרגע. בצלילה הבאה של הכלי השעווה מתקררת והלחץ בבוכנה משתחרר, בתהליך שיכול לחזור על עצמו שוב ושוב. טמפרטורות ההתכה וההתגבשות של השעווה ניתנות לכיוון בהתאם להרכב השעווה וכך ניתן להתאים את הכלי לפעולה באזורי אקלים שונים.

[י](#)

כשב"מים מסוג "גלשן תת ימי" מסוגלים לשהות תקופות ארוכות בים ולאסוף מידע אוקיאוגרפי, תוך שהם נעים באמצעות ניצול התנועה האנכית שלהם. כעת מבקשת חברת [Seatrec](#) לנצל את הפרשי הטמפרטורה במים להפקת אנרגיה לנלשנים כאלה.

כלים המפיקים אנרגיה מהתנועה האנכית שלהם במים חסכוניים לרוב מאוד בצריכת האנרגיה, אולם הם עדיין דורשים מקור אנרגיה כלשהו, הן כדי להפעיל מנגנון שיגרום לשינוי בעומק ויניע אותם קדימה והן לשם הפעלת אמצעי התיעוד שהם נושאים.

דארפא מקדמת פיתוח הכצב"ם MANTA RAY

[DARPA Grants Contracts for the Development of its Manta Ray UUV Program](#)

10 במארס 2021

כנראה שטכנולוגיה זו תכלול "עפיפון תת-ימי", שניתן לפרוס מה-UUV לקציר אנרגיה.

DARPA בחרה שלוש חברות לעבוד איתן על פיתוח הטכנולוגיות של Manta Ray:

Martin Lockheed Martin, Northrop Grumman Defense, בנוסף להן חברת Metron שתפעל לקידום טכניקות קצירת אנרגיה תת-ימית, ותאורטית תאפשר לכלי לפעול במשך חודשים או אפילו שנים, בלי לחזור לבסיס. לסיכום, Manta Ray יהיה הרבה פחות מותנה באספקה ובתחזוקה מספינות המשגרות אותו, ויקנה לכוח גמישות תפעולית מוגברת.

מידע נוסף:

www.forbes.com/sites/davidhambling/2021/02/12/darpas-new-energy-harvesting-manta-ray-is-a-submarine-like-no-other/?sh=6526932312e2



ים

DARPA החליטה להמשיך לקדם את פרויקט Manta Ray שהושק בשנת 2020. המטרה היא ליצור סוג חדש של רכבים תת-ימיים בלתי מאוישים (UUV). בתוכנית Manta Ray שואפים להטמיע מגוון טכנולוגיות חדשות וחדשניות לתוך הכצב"ם, כדי לאפשר לו לתפקד למשך זמן ארוך יותר ולטווח ארוך יותר, מאשר כלים דומים שכבר קיימים. התקדמויות עיקריות שפרויקט Manta Ray מתכנן ליישם כוללות מערכות הנעה בעלות יעילות גבוהה והספק נמוך, טכניקות חדשות לניהול אנרגיה, טכניקות קצירת אנרגיה תוך כדי פעולה, אמצעים חדשים לאיתור וסיווג סכנות, גישות חדשות לניווט יעיל, שיטות חדשות להפחתת קורוזיה ונזק טבעי אחר במהלך משימות ארוכות. המשימות לטווח הרחוק של UUVs של Manta Ray יכולות לכלול כל דבר מנשיאת מערך סונאר קטן למוקשים לציוד לוחמה אלקטרוני.

אמנם הפרטים כיצד DARPA מתכוונת להשיג יכולות אלה לא פורסמו, אך ייתכן שקצירת האנרגיה של Manta Ray תכלול טכניקות קצירה הידרוקינטיות (MHK) שפותחו על ידי המחלקה להנדסת מכונות וחלל באוניברסיטת צפון קרוליינה, בחסות DARPA.

צי ארה"ב מבקש להסב כצב"מים למשימות נצ"ל

8 במארס 2021

[U.S. Navy seeks to upgrade unmanned underwater sensor gliders to boost anti-submarine warfare \(ASW\)](#)

למשימות מחקר אוקיאנוגרפיות, כך שיוכל לאסוף נתונים על תנאי הסביבה לשם סיוע בפעילות נצ"ל של הכוח הימי. הצי מפעיל כיום 180 גלשנים כאלה, המיוצרים על ידי Teledyne Brown Engineering. הכלי המשודרג צפוי להיות בעל יכולת שהייה בים של 180 יום, לצלול עד לעומק של 200 מ' והוא מתוכנן לשהות זמן רב על קרקעית הים לאיסוף נתונים ולעלות לפני השטח רק לצורך שידור בתקשורת לוויינית.

ים

בכוונת צי ארה"ב לשדרג את הגלשן הממונע מדגם Littoral Battlespace Sensing Glider (LBS-G) המשמש

מסמך של צי ארה"ב: תהליך הפיתוח וההשקה של כשב"מים

[Navy's New Unmanned Plan Short on Specifics, But Big On Ambition](#)

16 במארס 2021

האוטונומיות, כך שהן יוכלו לתת שירות למגוון זרועות בצבא.

הצי מתכוון לבצע בקרוב תרגיל ימי גדול בו יתרגלו פעילות בשת"פ של כלים מאוישים וכלים לא מאוישים. אולם לדברי בכיר בצי יעבור עוד זמן רב עד שהצי ישיק כלי בלתי מאויש חדש, אם כי לא הוא ולא המסמך לא פרטו באיזה לוחות זמנים מדובר.

[י](#)

בגרסה הבלתי מסווגת של המסמך Unmanned Campaign Plan נפרסת התפיסה הכוללת בנושא, אבל לא הוצגו תנאים מחייבים לגבי יכולות, פלטפורמות, לוחות זמנים או תקציב. המסמך מדגיש את הצורך לעבוד בשיתוף עם התעשייה, האקדמיה וזרועות הצבא

ברוסיה: כלי סיור ימי המשלב יכולות של צוללת וכלי שטח

16 באפריל 2021

בפרסומים נראה שהכלי יהיה בעל אורך של 60-70 מ', עם הדחק של כ-1,000 טון וצוות של עד 42 איש, כולל צוות השתלטות. הכלי אמור להיות בעל יכולת נשיאה של סירות מהירות ושל כלי טייס לא מאוישים.

צילום: משרד Rubin



[Russia develops submersible patrol ship](#)

משרד התכנון הרוסי Rubin Design Bureau, המתמחה בצוללות מציע קונספט חדש של כלי שייט למטרות סיור המשלב יכולות של צוללת וכלי שטח. הכלי החדש, המכונה BOSS (Border and Offshore Submersible) Sentry) מיועד ללקוחות יצוא. הכלי מתוכנן כך שעלותו תתאים לעלויות הנמוכות של כלי סיור "רגילים", מה שמאפשר רכש על ידי מדינות בעלות מגבלות תקציביות. הכלי אמור להיות בעל יכולת שיוט על השטח וגם בצלילה, כדי לבצע משימות חשאיות וכדי להתחמק מתנאי מזג אוויר קשים.

[י](#)

לוינות וחלל

ניסוי הפעלה מלא למקטע הראשון של המשגר בתוכנית ארטמיס

47

[NASA's SLS rocket engine completes successful hot-fire test](#)

18 במארס 2021

למנועים, היא חברת בואינג. שיא הדחף שהושג בניסוי הוא 725 אלף ק"ג כוח. בשיגור עצמו הדחף אמור להיות מיליון ק"ג כוח. ניסוי זה מסכם תוכנית שכללה שמונה חלקים, שבחנה חלקים שונים של המערכת בתנאי פעולה שונים. ניסוי קודם, ב 16 לינואר 2021, הופסק לאחר דקה בלבד עקב תקלה טכנית.

לאחר ניסוי זה המשגר ישוּפָץ ויבדק, וישלח למרכז החלל קנדי לשם שילוב במשגר ארטמיס מלא. במשימה ראשונה זו של התוכנית המטרה היא להכניס חללית לא מאוישת למסלול שיקיף את הירח. המשגר המלא כולל גם שני מאיצים שכל אחד מהם יספק פי 1.5 דחף מהמקטע המרכזי למשך שתי הדקות הראשונות של המעוף.

סרטון ובו תיאור קצר של הניסוי עם קדימון קצר על תכנית ארטמיס: <https://youtu.be/OvzeB1TI5qw>

[לוינות וחלל](#)

נאסא ביצעה ניסוי הפעלה מלא ראשון של רקטת השיגור SLS (Space Launch System). רקטה זו היא המקטע המרכזי של המשגר בתוכנית ארטמיס, שמטרתה להחזיר אסטרונאוטים לירח ולאפשר נוכחות אנושית קבועה שם. בפיתוח המשגר הושקעו עד כה 20 מיליארד דולר. כאשר הרקטה הזו תושלם היא תהיה הגדולה ביותר שנבנתה, יותר מה"סאטורן 5" של תוכנית אפולו.

במהלך הניסוי, שנערך במרכז החלל של נאסא בסטניס, מיסיסיפי, הופעל מקטע של ארבעה מנועי RS-25 למשך 8 דקות ו-19 שניות. המנועים הם מתוצרת חברת Aerojet Rocketdyne והאינטגרטורית של המקטע כולו והאחראית למערכת הזנת החמצן והמימן הנוזליים

48

ארה"ב: חייל החלל חתם על חוזים לארבעה שיגורים לחלל

10 במארס 2021

[Space Force issues \\$385 million in launch orders to SpaceX and ULA](#)

כל חברה תבצע שני שיגורים "כבדים" בשנת 2023. בהמשך מתוכננים עוד 30 שיגורים ע"י שתי החברות עד שנת 2027. שלב זה של שיגורים מיועד לסיים את התלות של ארה"ב במערכות שיגור רוסיות, בהתאם להנחיה של הקונגרס. התקיימה תחרות בין ארבע חברות ושתיים זכו.

[לוינות וחלל](#)

חייל החלל של ארה"ב חתם על חוזים עם שתי חברות - United Launch Alliance, SpaceX, עבור ארבעה שיגורים לחלל בסכום 385 מיליון דולר.

מדגים טכנולוגי לווייני להעברת מודיעין מטרות טקטיות

[Rocket Lab Launches Army satellite](#)

23 במארס 2021

הלוויין הוא שני בסדרה של שלושה לוויינים שנבנו על בסיס הפלטפורמה הלוויינית 2 block Prometheus שפותחה על ידי המעבדה הלאומית בלוס אלמוס (LANL), בתוספת מודול המשימה הייעודי לפרויקט זה. המדגים הראשון בסדרה שוגר ב- 20/2/2021 אל תחנת החלל הבינ"ל על גבי רכב המטען החללי CRS Cygnus-15. הוא יוצב במסלולו המתוכנן כשרכב המטען יסיים את משימתו הנוכחית בתחנת החלל.

[לווינות וחלל](#)

הכוונה לפלטפורמה המוגדרת ע"י תוכנה (software-defined platform) המאפשרת הסתגלות מהירה לאיומים משתנים ויכולת לספק עד 14 קילוואט למטעדים במשקל עד 1500 ק"ג. כמו כן הם מצוידים במערכת מוקשחת לעיבוד נתונים, התומכת במגוון פונקציות כולל חישה, תקשורת מוגנת, ערוצי התמצאות מצבית ועוד. לדברי לוקהיד מרטין, הנדסה וייצור דיגיטליים מאיצים את יכולת החברה לפרוש קונסטלציות לוויינים חסיונות הממוקדות על משימות עתידיות, וזאת במהירות ויעילות-עלות גבוהה.

The new satellite line is based on Lockheed Martin's LM 400 platform. Lockheed Martin



[לווינות וחלל](#)

לוקהיד-מרטין חושפת קו חדש של לוויינים צבאיים טקטיים

19 באפריל 2021

[Lockheed Martin unveils new line of tactical military satellites](#)

חברת לוקהיד מרטין חשפה קו חדש של לווייני מודיעין, פיקוח וסיוור (ISR) (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance) המתוכננים לספק לכוחות בשדה הקרב עקיבה ארוכת-טווח אחר מטרות נעות, בסביבה עוינת וקרוב לזמן אמת. מדובר על קונסטלציה של לוויינים בגודל של מקרר, מונעים באנרגיית שמש ומתוכננים בארכיטקטורה פתוחה שתתאים לייצור בכמות גדולה כדי להזיל עלויות.

הלוויינים עושים שימוש במערכת משימה פתוחה OMS (Open Mission System), וממשק פיקוד ושליטה אוניברסלי UCI (Universal Command and Control Interface), כדי לאפשר להם לתפקד עם פלטפורמות שונות ומערכות ניהול קרב שונות.

לפי דווחי המודיעין האמריקני סין נערכת ללוחמת חלל

[China aims to weaponized space, says intel community report](#)

14 באפריל 2021

של חייל החלל (Space Force) כדי לקיים את הובלתה של ארה"ב בחלל ואת תרומת החלל בתחום הכלכלה, התקשורת, המודיעין והביטחון הלאומי. הגילוי הפומבי בא בזמן שתומכי "חייל החלל" בקונגרס טוענים שהממשל עסוק בסיווג יתר של המידע על האיומים בחלל ושהציבור צריך לדעת יותר על המתרחש. בין אלה הבאים בטענות כלפי הממשל נמצא Mike Rogers, חבר קונגרס רפובליקני בכיר המשרת בוועדת הכוחות המזוינים בקונגרס. קהילת המודיעין מעריכה שלסין תהיה תחנת חלל פעילה במסלול נמוך בחלון הזמנים 2022 עד 2024. סין גם תמשיך לבצע משימות מחקר על הירח, שמטרתן הקמת תחנת מחקר רובוטית על הירח ולאחר מכן בסיס שיאפשר שהייה קצרה של צוות. הדו"ח מדגיש את ההתרחבות בפיתוח ובהפצה של נשק נגד מערכות בחלל. דווח שבשנת 2019 החלו כוחות סיניים, המתמקדים בפעילות חלל, להתאמן בהפעלת מערכת נגד לוויינים המבוססת על טיל המשוגר מהקרקע ומסוגל לפגוע בלוויינים במסלול נמוך.

בדו"ח נאמר שסין כבר פרסה מערכות טילים קרקעיות המיועדות לפגוע בלוויינים במסלול נמוך, כמו גם מערכות לייזר קרקעיות שכנראה נועדו לעזור או לגרום נזק למערכות אופטיות או חיישנים הנמצאים על לוויינים במסלול נמוך. רוסיה וסין ממשיכות לתרגל את יחידות החלל הצבאיות שלהן ושתיהן פורסות מערכות ללחימה בחלל המסוגלות להשמיד או לגרום נזק ללא השמדה, מצייין הדו"ח. מערכות נשק חלל של רוסיה כוללות יכולות שיבוש וסייבר, נשק מוכוון אנרגיה כמו לייזרים, יכולות פגיעה המוצבות בחלל או על הקרקע המיועדות לפגוע בלוויינים של ארה"ב או בני בריתה.

הדו"ח גם מעריך שרוסיה, עם מערך גדול של לווייני ניווט, תקשורת ותצפית, תמשיך להיות גורם מרכזי בתחרות בחלל.

[לוינות וחלל](#)

בדו"ח הערכת סיכונים עולמיים שפורסם לאחרונה על ידי קהילת המודיעין בארה"ב, כלולה התרעה שסין נערכת ללוחמת חלל ומקימה מערך יכולות שמטרתו לפגוע בלוויינים של ארה"ב ובני בריתה, זאת כחלק מתוכנית יומרנית להחליף את ארה"ב בשליטה בחלל. בדו"ח שהוכן על ידי Office of the Director of National Intelligence (ODNI) מציינים שצבא סין נערך להשוות את יכולותיו ליכולות ארה"ב בחלל, כדי להשיג מוניטין ויתרונות בתחום הצבאי והכלכלי כפי שארה"ב צברה כתוצאה ממנהיגותה בחלל. יכולות אלה למשימות-נגד בחלל יהיו חלק ממהלכי לחימה של צבא סין. הדו"ח הנרחב גם מדגיש את יכולות רוסיה בחלל, אבל מצייין שסין היא האיום העיקרי לעליונות הטכנולוגית של ארה"ב.

כאשר Avril Haines, מנכ"לית ODNI, נשאלה במהלך שימוע בוועדת הסנאט למודיעין על המערך הסיני של 138 לוויינים מסחריים לתצפית במסלול נמוך, היא ציינה שהם חלק מהאתגר הסיני לשליטה האמריקנית בחלל. היא סירבה להתייחס בפומבי ליכולותיה של ארה"ב. להערכתה, באופן כללי, אין ספק שסין מתמקדת בהשגת הובלה בחלל. סין פועלת במגוון אופנים כדי לנסות ולהתחרות בתחומים בהם ארה"ב נחשבת למובילה. המנכ"לית סיפרה למחוקקים שהממשל מסייע לקהילת קובעי המדיניות להבין את משמעות התמיכה בפעילות

ניסוי מוצלח של רכב שירות רובוטי עבור לוויינים

[MEV-2 spacecraft docks with satellite in orbit to extend its life](#)

12 באפריל 2021

זוהי עגינה מוצלחת שניה לאחר הניסוי הראשון עם רכב MEV-1 בפברואר 2020. החברה מתכננת שיגור רכבי שירות נוספים. בשנת 2024 ישוגר הרכב Mission Robotic Vehicle (MRV) אשר כולל זרוע רובוטית לביצוע בדיקות ותיקונים, וכן לסילוק פסולת חלל ליד לוויינים יקרים. אחרי שנת 2025 ישוגרו רכבי תדלוק Mission Refueling Pods (MRP). בעשור הבא צפויים להופיע רכבי שירות Mission Assembly and Repair Vehicle (MARV) עם יכולות הרכבה של לוויינים בחלל.

[לוויינות וחלל](#)

חברת Northrop Grumman יחד עם חברת הבת Space Logistics ביצעו עגינה ראשונה מוצלחת של רכב שירות רובוטי עם לוויין תקשורת מבצעי. הרכב נקרא Mission Extension Vehicle-2 (MEV-2) הנצלה של הלוויין במשך 5 השנים הבאות, ע"י ביצוע תיקוני המסלול הדרושים ומניעת נפילתו עקב חוסר דלק.

ארה"ב: לא מזהים התפתחות בתחום לוחמה בחלל אך אין מקום לרגיעה

1 באפריל 2021

[Counterspace 2020: All \(Pretty\) Quiet On The ASAT Front](#)

לא מדובר בפיתוח יכולות חדשות אלא בחיזוק יכולות קיימות. ביולי 2020 בוצע ניסוי של נשק ששוגר מלוויין במסלול ובדצמבר 2020 שוגר טיל נגד לוויינים מהקרע, direct-ascent anti-satellite (ASAT). בקשר לסינים, בשני מרכזי המחקר מזהירים כי כיוון שהם נסמכים על מידע גלוי הם עלולים לפספס התפתחויות משמעותיות שמתרחשות מתחת לפני השטח. באחד הדוחות הוזכר שיגור של מטוס חלל סיני ניסיוני בספטמבר 2020. השיגור של כלי החלל, המיועד לשימוש חוזר בדומה ל X-37B האמריקני, נעשה תחת מעטה סודיות משמעותי מהרגיל, והוא שיחרר מספר עצמים במסלול. לאחר מספר ימים הוא חזר לאטמוספירה ונחת במסלול ארוך בבסיס ניסוי סיני. לא ברור האם לכלי זה יש משימות נגד לוויינים. בארה"ב עצמה, מטוס החלל שהוזכר קודם הועבר לאחריות יחידה בפיקוד החלל שתפקידה המוצהר הוא לוחמה בחלל. במשך שנים הוצהר שהכלי משמש

שני מוסדות מחקר אמריקניים פרסמו במקביל דוחות על סטטוס הפיתוח של נשק נגד לוויינים. המסקנה של שניהם שבשנת 2020 אמנם לא חלו התפתחויות חדשות בתחום, אך ממשיכה הבחינה וההטמעה של יכולות קיימות, בעיקר אצל הרוסים. הדוחות פורסמו על ידי Center for Secure World Foundation (SWF) ו- Strategic and International Security (CSIS). בין השאר עולה מהדוחות כי הפעילות הסינית הצבאית בתחום החלל הייתה מעטה באופן מפתיע, וזאת למרות התפיסה הרווחת במשרד ההגנה האמריקני כי לסינים יש שאיפה לדומיננטיות לא רק במסלולים סביב כדור הארץ אלא גם עד לירח ואף למאדים. דווקא הרוסים קיימו פעילות משמעותית יותר ובחנו יכולות שמטרתן הברורה היא פגיעה בלוויינים אמריקניים.

את הדו"ח של SWF (Global Counterspace Capabilities) ניתן לקרוא בקישור -

https://swfound.org/media/207141/swf_global_counterspace_capabilities_2021.pdf

את הדו"ח של CSIS (Space Threat Assessment) ניתן לקרוא בקישור -

https://aerospace.csis.org/wp-content/uploads/2021/03/CSIS_Harrison_SpaceThreatAssessment2021.pdf

לוינות וחלל

לבחינה של חיישנים בלבד, אך השיוך הארגוני מגביר את החשד שייתכן שהוא מיועד לבחינה גם של אמצעים אקטיביים.

54

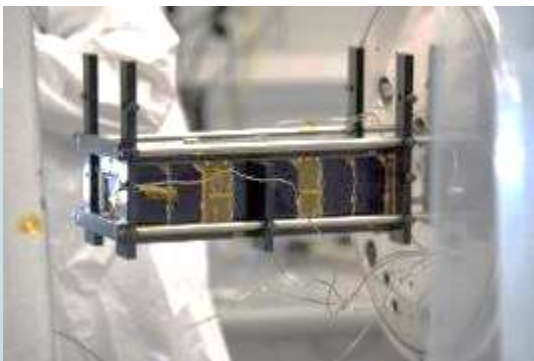
כותבים עלינו: שוגר לוויין זעיר של אוניברסיטת ת"א

22 בפברואר 2021

[Tel Aviv University's Research Satellite Soars into Space](#)

מתאימות עבור לוויינים עתידיים, וכן ממסר תקשורת עבור שידורי רדיו חובבים. לוויין זעיר שני נמצא בתכנון.

Photo: Tel Aviv University



לוינות וחלל

שוגר לוויין זעיר TAU-SAT1 שפותח ע"י קבוצת חוקרים של אוניברסיטת ת"א, בשנת 19 עם ממ"ג שורק. המידות הן 10X10X30 ס"מ והמשקל 2.5 ק"ג. השיגור בוצע ע"י טיל שיגור שמביא אספקה לתחנת החלל הבינ"ל ISS. זאת אבן דרך חשובה בחקר החלל של האוניברסיטה ומרכז תיכון הלוויינים הזעירים. לוויין זעיר זה יטוס במסלול בגובה 400 ק"מ במהירות 27,600 קמ"ש ויבצע הקפה סביב כדה"א כל 90 דקות. הייעוד שלו - מדידת קרינה קוסמית של השמש וחלקיקים בעלי אנרגיה גבוהה בחלל, כדי לתכנן הגנות

תקשוב, מודיעין וסייבר

סקירה: טכנולוגיית תקשורת בדור החמישי - 5G

כתבו: מר יגאל אבנצל ורס"ן גיא בר

מחקרים שבוצעו ע"י ITU (International Telecommunication Union) ו-3GPP (3rd Generation Partnership Project) הראו שעל מנת לאפשר את השירותים הרבים הנשענים על טכנולוגיית 5G נדרשת מהפכה טכנולוגית בכל שכבות התקשורת הסלולרית.

להלן הפירוט:

הקצאת תחומי תדר בנוסף לאלו שמוקצים עבור הדורות הקודמים ובתוכם פרוסות תדר בעלות רוחב סרט גבוה - 100 מה"צ בתחומי SUB SIX ו- 400 עד 800 מה"צ בתחום הגמ"מ.

מערכי אנטנות גדולים - MASSIVE MIMO כדי לספק את מאזן הערוץ הנדרש בין תחנת הבסיס ליחידת הקצה ואת הקיבול המרחבי לטובת הפעלת יחידות קצה רבות בתא שטח בודד.

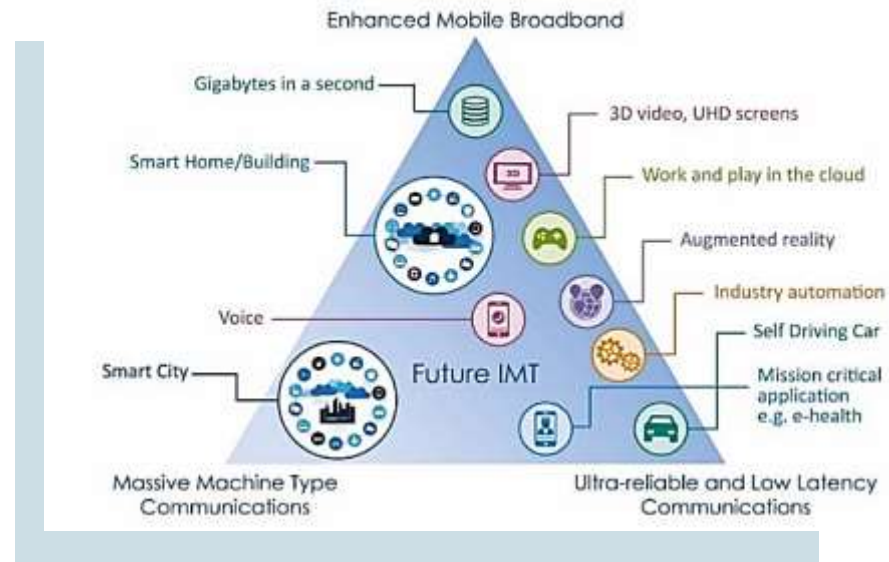
התמודדות עם הצורך בקיבול מנויים גדול בתא שטח נתון הובילה לדרישה של פריסה צפופה של תחנות בסיס. דרישת זו הובילה לצורך לפתח צורות גל (waveforms) חדשות בעלות נצילות ספקטרלית גבוהה תוך כדי התמודדות עם הפרעות הדדיות בין תחנות הבסיס בתא שטח משותף.

הצורך לתמוך בכמות גדולה של שירותים בעלי אופי שונה ב"ז וזאת תוך פריסה סבירה של תשתיות הובילו לצורך ברשת גמישה שתאפשר תמיכה במגוון השירותים בעת ובעונה אחת באמצעות קונספט network slicing המאפשר להריץ רשתות וירטואליות בעלות מאפיינים שונים כפי שמוסבר מטה.

הצורך בשיהוי נמוך ליישומי 'זמן אמת' (למשל לטובת יישומי מציאות רבודה ומציאות מדומה) הוביל לפיתוח קונספט MEC (Mobile Edge Computing) שמאפשר הרצת היישומים בזמן אמת באמצעות שרתי האפליקציות הנמצאים בסמוך לתחנות הבסיס. בנישה זו ניתן לקצר את זמני התגובה של הרשת הסלולרית המסורתית הריכוזית בעת הפעלתם. כמו כן, בגישה זו מתאפשר חסכון במשאבי עיבוד יקרים ביחידות הקצה (User Entry) ותוך שימוש במשאבי המחשוב שמספקת תשתית 5G.

- מערכות הדור החמישי הסלולרי, 5G, החלו להיפרס בשנים האחרונות ברחבי העולם כאשר המקומות המובילים בפריסת טכנולוגיה זו הם: סין, קוריאה, יפן, אוסטרליה, מדינות המפרץ, ארה"ב ואירופה. הרוב המוחלט של הפריסות כיום בעולם הוא של מערכות NSA (ראה בהמשך). עם זאת יש ניסויים מעטים של מערכות SA (ראה בהמשך) בסין, ארה"ב, בריטניה וגרמניה. הספקיות הגדולות של תשתיות 5G בעולם הן: ZTE, HUAWEI, אריקסון, נוקיה וסמסונג.
- להבדיל מהקפיצה בין הדור השלישי הסלולארי (3G) לדור הרביעי (LTE, Long Term Evolution), שכלל שינויים ושיפורים אינקרמנטליים, המעבר מטכנולוגיית הדור הרביעי לטכנולוגיית הדור החמישי (5G) מהווה מהפכה של ממש. בקפיצת דור זו נכללו שיפורים משמעותיים לאורכה ולרוחבה של הטכנולוגיה ושיפור משמעותי בקצבי המידע, שיהוי (latency), כמות משתמשים מנויים (massive connectivity), התאמות בהתאם לצרכים של ציוד "אינטרנט של הדברים" IOT והשמת מדדים המאפשרים אמינות הרשת כ"יישומים קריטיים" - Mission Critical.
- שיפורים אלו יאפשרו הרצת יישומים חדשים שלא ניתן היה לממש על גבי דורות הסלולר הקודמים. דוגמאות: מציאות מדומה ורבודה, V2X - חיבור בין כלי רכב לכלי רכב אחרים ובין כלי רכב לתשתיות קבועות במרחב כגון רמזורים, טלה-רפואה מבוססת תווך אלחוטי (כולל ניתוחים מרחוק הדורשים שיהוי נמוך ואמינות גבוהה מאוד), תקשורת אמינה להפעלת רובוטים בתעשייה, תקשורת רחבת פס LAST MILE לאזורים ללא תשתיות תקשורת קוויות בקצבי מידע גבוהים תוך הסתמכות על עורקי סלולר בתדרי הגמ"מ (גלים מילימטריים), חיבור כמויות גדולות של סנסורים בצפיפות גבוהה במרחב העירוני, וכן קיבול רשתי פורץ גבולות אשר יאפשר קיום שיחות וידיאו איכותיות מרובות בין משתמשים בו זמנית.

איור 1: יישומים עיקריים לרשת הסלולר דור 5 כפי שהוגדרו ע"י ITU



URLLC -ULTRA RELIABLE and LOW LATENCY

קטגוריה המאפיינת תקשורת ליישומים הדורשים רמת אמינות (reliability) גבוהה ביותר (יעד 99.9999-99.9999%) זמינות (availability) גבוהה מאד ושיהיו נמוך (ביעד של 1ms לעומת עשרות msec בדור הרביעי). יישומים אפשריים לדוגמא שמשתמשים בקטגוריית שירותים זו: transportation safety, ניתוחים רפואיים מרחוק, בקרה אלחוטית על ייצור תעשייתי, תחבורה חכמה: V2X (Vehicle To Everything) ועוד.

MASSIVE MACHINE TYPE COMMUNICATION-MMTC

מתן שירות לכמות גדולה מאד של יחידות קצה כאשר כ"א נדרשת לתעבורה בקצבי מידע קטנים יחסית ובנוסף המידע אינו רגיש לשיהוי. יחידות קצה אלו זולות מאד ומאופיינות באורך חיי סוללה גדול לטובת פיזורם המאסיבי במרחב העירוני והורדת עלויות תחזוקתן השוטפת. מונח מקביל ל- MMTC הינו MASSIVE IOT. מדובר בתקשורת צרת סרט המאפשרת חיבור סנסורים פזירים בצפיפות של עד 1 מיליון סנסורים לקמ"ר (פי 10 יותר מ 4G).

הגדרות העל של טכנולוגיית 5G

הגדרות העל של טכנולוגיית 3G נקבעו ע"י ארגון התקשורת העולמי של האו"ם (ITU), ונקראו IMT 2000. באופן דומה הגדיר ארגון ITU את IMT 2020 שהן הגדרות העל של טכנולוגיית 5G. ITU קבע שתצורת השימוש ב- 5G לא תהיה מוגבלת רק לתקשורת ניידת 'mobile' כמו הטכנולוגיות הסלולאריות הקודמות אלא שתאפשר תמיכה במגוון רב של שירותים המחולקים לשלוש קטגוריות מרכזיות הבאות:

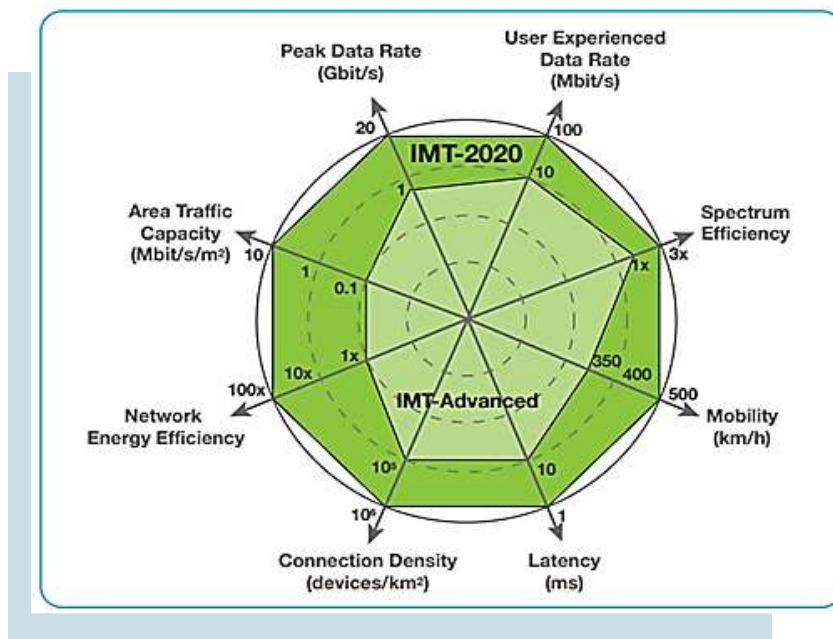
EMBB - ENHANCED MOBILE BROADBAND

תקשורת דומה למצויה ב-LTE כיום אבל מאופיינת בקצבי מידע גבוהים יותר בצורה משמעותית ובנוסף גם צפיפות הקצב (Mbps למטר מרובע) גבוהה ביותר- פי 10 מהצפיפות בדור 4. לשם המחשה להלן קצבים שנמדדו במערכת של אריקסון בדרום קוריאה בתדר 3.5 GHz : DL -915.86- Mbps , UL - 87.75 Mbps.

להלן הביצועים המינימליים של טכנולוגיות 5G כפי שהגדיר ITU-IMT 2020

Capability	Description	5G requirement	Usage scenario
Downlink peak data rate	Minimum maximum data rate technology must support	20 Gbit/s	eMBB
Uplink peak data rate		10 Gbit/s	eMBB
User experienced downlink data rate	Data rate in dense urban test environment 95% of time	100 Mbit/s	eMBB
User experienced uplink data rate		50 Mbit/s	eMBB
Latency	Radio network contribution to packet travel time	4 ms	eMBB
		1 ms	URLLC
Mobility	Maximum speed for handoff and QoS requirements	500 km/h	eMBB/URLLC
Connection density	Total number of devices per unit area	10 ⁶ /km ²	mMTC
Energy efficiency	Data sent/received per unit energy consumption (by device or network)	Equal to 4G	eMBB
Area traffic capacity	Total traffic across coverage area	10 Mbps/m ²	eMBB
Peak downlink spectrum efficiency	Throughput per unit wireless bandwidth and per network cell	30 bit/s/Hz	eMBB

להלן שירטוט המשווה בין הגדרות IMT 2020 לעומת הגדרות הדור הרביעי (IMT ADVANCED):



חשוב לציין שהגדלת קצבי המידע (הן מול משתמש יחיד והן מול מספר משתמשים) ובנוסף דיכוי ההפרעות (הן בתוך התא והן בין תאים) מאפשרים הן הגדלת הקיבול של התא והן הגדלת צפיפות תחנות הבסיס כנדרש לצורך עמידה במפרט צפיפות קצב המידע כמוגדר לעיל - 10 Mbps/m²

גמ"מ: נושא השימוש בתדרי גמ"מ נחקר וממשיך להחקר הן כדי לסייע בקבלת קצבי מידע גבוהים והן כדי לסייע בקבלת צפיפות גבוהה (ליחידת שטח) של קצבי המידע. בשלב זה קיימות מערכות בתדר 28 גה"צ אך במקביל נבדקת האפשרות להשתמש בתדרים גבוהים יותר כגון תחום 52.6 גה"צ ואף מעבר לזה. שימוש בתדרי הגמ"מ נעשה הן במערכות FWA (Fixed Wireless Access) בהם משתמשים בעיקר למתן כיסוי LAST MILE לאזורי מגורים בהם אין תשתית קווית והן בתאים קטנים וצפופים (Small Cells) לצורך הגדלת צפיפות קצב המידע. יש לציין שקיימות קבוצות מחקר (לדוגמה באוניברסיטת NYU שבארה"ב) העוסקות בחקר השימוש בתדר 140 גה"צ ומעלה. לא מן הנמנע שתדרים אלו ישמשו במערכות הדור הבא של הסלולר, 6G.

הערה: לתקשורת הגמ"מ יש גם חסרונות למשל הצורך בקו ראייה וניחות נתיב גבוה במצב של גשם וערפל.

ORAN - OPEN RAN: וקטור המובל ע"י המפעילים הסלולאריים המעוניינים לאפשר שימוש בצידוד מספקים שונים באותה רשת בין השאר באמצעות פיצול של RAN. לדוגמה: שימוש ביחידות רדיו הנקראות RRH (REMOTE RADIO HEAD) המכילות חלק מה-PHY, HIGH PHY, העברת מוצא ה-RRH באמצעות FRONTHAUL ליחידה מרכזית, CRAN (CENTRALIZED RAN) בה ממומש החלק השני של RAN (LOW RAN), MAC והשכבות הגבוהות יותר. קונספט CRAN יאפשר שימוש בחלקי מערכת שונים מספקים שונים ויקטין את העוצמה המונופוליסטית של ספקי התקשורת הגדולים דבר שעשוי להוביל להוזלה משמעותית של מחירי צידוד התשתית. הקונספט יאפשר גם גמישות במספר RRH-ים שניתן לפרוש באזור מסוים כולל גם שימוש ב-RRH מתדרים שונים המתחברים לאותו CRAN.

Integrated Access Backhaul – IAB: שימוש בתדרים הסלולאריים המשמשים לחיבור המנויים לתחנת הבסיס גם לתמסורת בין תחנות הבסיס (תקשורת שדרה) ללא צורך בתמסורת קווית בין תחנות הבסיס. התמסורת יכולה להיות ממומשת באותו תחום תדר של ACCESS, אופן IN BAND או בתחום

להלן נושאי מחקר מרכזיים שנחקרו או עדיין נחקרים במהלך פיתוח תקינת 5G:

יעילות ספקטרלית, נחקרו שיטות אפנון נצילות יותר, כדוגמת QAM 256, לצורך שיפור היעילות הספקטרלית (bit/sec/hz). בנוסף נחקרות כעת שיטות Multiple Access חדשניות כגון (Non) Noma (Orthogonal Multiple Access) שהן בעלות פוטנציאל להשיג נצילות ספקטרלית טובה יותר הן בגלל היכולת לשדר באפנון רב שכבתי (מספר עוצמות באותו זמן ותדר) והן בשל היכולת האינהרנטית הטמונה במקלט Noma לקלוט סיגנלים במספר עוצמות לסנן חלק מהם באמצעות SIC (Successive Interference Cancellation). בנוסף נחקרים הדרכים לשילוב טכנולוגיות AI בשכבת ה-MAC לשיפור היעילות הספקטרלית, זאת באמצעות חישת האותות הפעילים בספקטרום וניצול הערוצים הפנויים. נושאי מחקר אלו חשובים גם כדי להימנע ככל האפשר מהפרעות בספקטרום מרושיון (licensed) וגם עקב הרצון להשתמש גם בתדרי unlicensed במערכות 5G תוך כדי חיים בצוותא עם מערכות נוספות אשר פועלות בתחומי תדר משותפים אלו – בתחומי unlicensed חשיבות מחקרים אלו גדולה אף יותר.

CARRIER AGGREGATION (CA), שימוש בפרוסות תדר שונות כדי לשפר הן את הכיסוי והן את הקיבול. דוגמה לשיפור הכיסוי: ספקי תשתיות התקשורת הגדולים אשר פורשים רשתות בתדר 3.5 גה"צ (MIDBAND) עושים שימוש גם בתדרי 700 מה"צ כדי לשפר את מאזן הערוץ ובכך לשפר את טווח הכיסוי ב-UL (הערוץ העולה מיחידת הקצה לתחנת הבסיס).

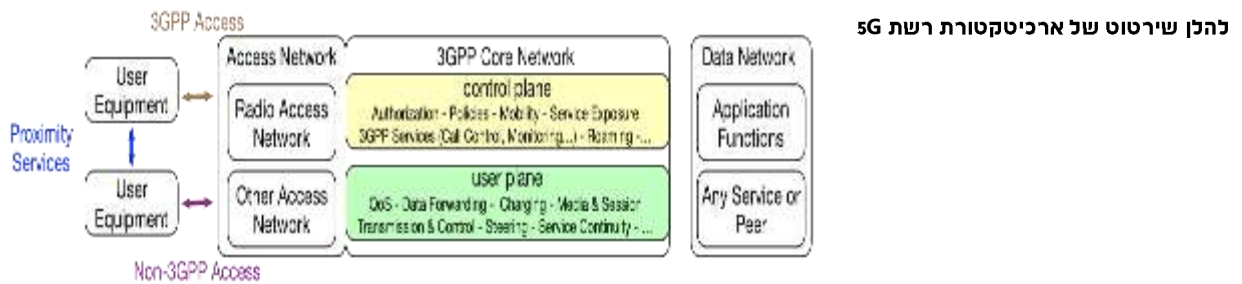
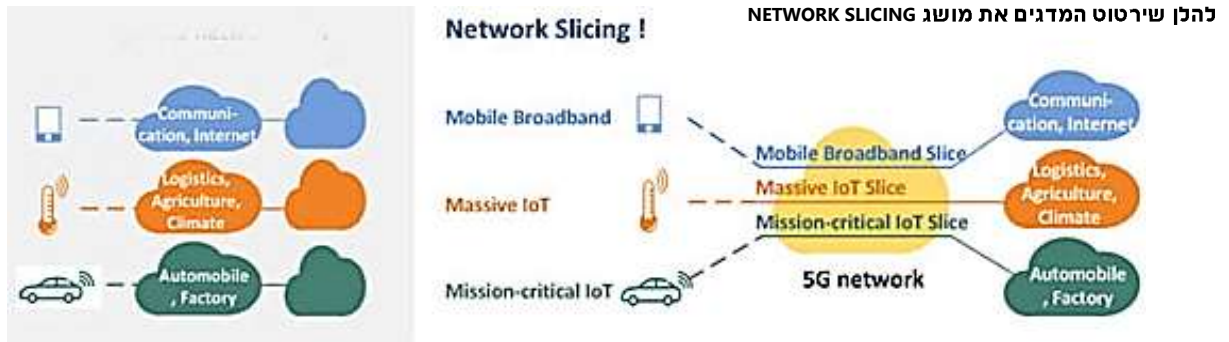
MASSIVE MIMO - נחקר ופותח הן כדי לאפשר את מאזן הערוץ הנדרש לקבלת קצבי המידע הגבוהים של 5G למשל כדי לספק את Eb/N0 (אנרגיית הביט חלקי צפיפות הרעש N0) הנדרש לאפנון 256 QAM והן כדי לאפשר הקטנת הפרעות (בתוך התא ובין תאים) וזאת כדי לאפשר ציפוף תחנות הבסיס וקבלת צפיפות גבוהה של קצב המידע ליחידת שטח כנדרש. טכנולוגיית MASSIVE MIMO יכולה לעבוד באופן פעולה של SU (SINGLE USER) וגם באופן פעולה של MU (Multi User). באופן SU מרכזים את האנרגיה של כל מערך האנטנות אל משתמש יחיד וכך מקבלים קצב גבוה מאד אל מול משתמש יחיד ואילו באופן פעולה MU משתמשים במערך האנטנות כדי ליצור אלומות מול מספר משתמשים וכך ניתן לספק שירות בקצב גבוה למספר משתמשים בו"ז.

- RELEASE 15 כולל בתוכו שני וקטורים עיקריים: מערכת NSA (Non Stand Alone) ומערכת SA (Stand Alone). מערכת NSA 5G כוללת בתוכה את דרגות ה- RF המאפיינות את הדור החמישי, NR (New Radio) אבל ליבת המערכת היא ליבת משודרגת של מערכות 4G. את מערכות NSA חייבים לפרוש בצמוד למערכת 4G כלומר לא ניתן להפעילה ללא מערכת 4G צמודה. מערכת SA כוללת בתוכה גם ליבה משודרגת הקרויה 5GC וניתן לפרוס אותה עצמאית ללא תלות במערכת 4G צמודה.
- חשוב לציין שרוב המערכות הפרושות כיום בעולם הם מערכות NSA ואילו הן גם המערכות הנפרשות כיום בארץ כאשר היעד הוא להגיע לפרישה משמעותית של 3 החברות הישראליות שזכו במכרז במהלך 2021. מערכות NSA (רובם בתדר מתחת ל 6 גה"צ ומיעוטם בתדר 28 גה"צ) פרושות היום בעיקר ב: סין, קוריאה, יפן, אוסטרליה, מדינות המפרץ, ארה"ב ואירופה. כמו כן יש גם 5 מערכות SA הפרושות בסין, ארה"ב, אנגליה, סינגפור וגרמניה הפעילות מבצעית ועוד מספר רשתות המשמשות בעיקר לניסויים. שנת 2021 צפויה להיות השנה בה יחלו פרישות משמעותיות של מערכות SA בעולם.
- לכל הספקים הגדולים כגון: HUAWEI, סמסונג, LG, APPLE יש טלפונים סלולריים הכוללים מודמים של 5G מסוגים שונים ובמחירים שונים בהתאם לקהל היעד. דוגמאות: GALAXY S20, IPHONE 12, HUAWEI MATE 20X.
- תדר אחר OUT OF BAND. IAB יאפשר פרישה גמישה יותר ורחבה יותר של תחנות הבסיס ובנוסף יחסוך ציוד שידור קליטה והקצאת תדרים נוספת למימוש התמסורת בין תחנות הבסיס (החיסכון יהיה רק במצב של IN BAND).
- NETWORK SLICING – נושא זה אשר יומש החל מגרסת SA של RELEASE 15, יאפשר להשתמש בתשתית חומרה משותפת כדי לאפשר שירותים שונים על גבי הרשת. הרשת, המנוהלת ע"י רכיב הניהול המכונה orchestrator (הנמצא בליבת המערכת), תקצה חלקים שונים ממשאביה לשירותים השונים. המידע המועבר ברשת מכל סוג שירות יזוהה ע"י שכבת הגישה לערוץ (MAC) ויונתב לאותו חלק של משאבי הרשת שהוקצה עבורו. לדוגמה: בצורה כזו ניתן יהיה לממש בו"ז שירות של EMBB ו- URLLC באותה רשת ובו זמנית.
- שימוש ב- AI ב- 5G: נושא מחקרי מתקדם עתיד לבוא לידי מימוש בגרסאות מתקדמות של תקן 3GPP (החל מ- 17 Release). שילוב טכנולוגיית AI בכלוקים שונים של הרשת כולל PHY ו- MAC נחקר כעת במקומות שונים בעולם. בישראל פועל בימים אלו מאגד WIN בהובלת רשות החדשנות החוקר נושא זה. עבודת מאגד זה מתבססת בין השאר על ידע שפותח בתעשיות הישראליות במסגרת מאגד HERON שחקר את טכנולוגיות 5G והדגים את פיתוחיו בספטמבר 2019.

טכנולוגיית תקשורת בדור החמישי – 5G

3GPP Release 15

- הגוף שלקח את הגדרות העל והחזון של ITU ופיתח (וממשיך למפתח) את התקנים המפורטים של מערכות 5G הינו 3GPP - 3rd Generation Partnership Project - גוף המאחד מספר ארגוני תקינה מאירופה, ארה"ב, סין, יפן, קוריאה והודו. 3GPP הגדיר את RELEASE 15 כגרסה הראשונה של התקן הקרוי 5G. 3GPP פרסם בסוף 2017 גרסה ראשונה של מפרטי 5G: Early Drop Release 15. גרסת אמצע הקרויה Main Drop Release 15 פורסמה בסוף 2018 ואילו הגרסה הסופית, Last Drop Release 15 פורסמה ברבעון השלישי של 2019.



- V2X PHASE 3: Platooning , automated driving ,remote driving
- ACCESS - Industrial IOT- (חיבור של סנסורים, מכשור ומחשבים ליישומים תעשייתיים כגון אוטומציה בייצור)
- URLLC משופר (אמינות של 99.9999 ושיהיו של 1 msec)
- של NR בתדרים להם לא נדרש רישוי (UNLICENCED)
- דיכוי הפרעות בתוך התא ובין תאים שונים
- POSITIONING – שימוש ב AOA / TDOA. דיוק: 3 מטר
- INDOOR ו-10 מטר OUTDOOR .
- חיסכון באנרגיה ביחידות הקצה
- קיום בצוותא עם מערכות שאינן 3GPP
- NETWORK SLICING משופר
- INTEGRATED ACCESS BANDWIDTH – IAB
- 5G מעל 52.6 גה"צ .

להלן שירותים המדגים את יישום V2X. (מקור: קוואלקום):

3GPP Release 16

- Release 16 המכונה גם 5G PHASE 2 הוא גרסה מעודכנת של תקן 5G המביא להשלמת מפרטי מערכת 5G כך שתעמוד בדרישות ITU . בסוף יולי 2020 פורסמה גרסה ראשונה של Release 16. גרסה זו אינה שלמה. 3GPP עובד כעת על כתיבת גרסאות המשך עד לפרסום הגרסה הסופית (LATE DROP) של RELEASE זה. הסיבות לאיחור בפרסום הם מחלוקות בין גורמים שונים ב- 3GPP וכמובן הקורונה.
- בתהליך פיתוח גרסה זו של התקן נחקרים ומתוקננים נושאים חשובים רבים כגון: VEHICLE TO EVERYTHING (V2X), שילוב ACCESS בתקש"ל, SECURITY משופר וכד'.
- תכונות נוספות המוגדרות / יוגדרו בתקן:



ברחבי העולם פרושות מאות רשתות 5G מסוג NSA. בארץ זכו לאחרונה שלוש חברות סלולר במכרז התדרים של משרד התקשורת.

– החלה פרישה מבצעית מספר רשתות SA בעולם (בסין, ארה"ב, אנגליה, גרמניה וסינגפור) ועוד מספר רשתות בהקמה ובניסויים לבחינת טכנולוגיה זו. בהמשך שנת 2021 צפויות רשתות SA נוספות להיפרש בהדרגה.

– גרסת שחרור תקן הסלולר Release 15 של 3GPP פורסמה במלואה ואילו גרסת שחרור התקן הבאה Release 16 פורסמה כגרסה ראשונית. 3GPP פועל באינטנסיביות כדי לאשר ולשחרר גרסאות מתקדמות יותר.

– במקביל פועל 3GPP לכתיבת ושחרור גרסת Release 17 הכוללת שימוש בטכנולוגיות AI באבני בניין שונים של מערכת 5G.

– במקומות שונים בעולם כבר החל מחקר ופיתוח על טכנולוגיית סלולר 6G. טכנולוגיה זו עדיין אינה בשלה דיה, אך נראה שמעבר לתקשורת בגמ"מ גבוה (כולל ב-140 גה"צ) כמו גם שימוש אינטנסיבי בטכנולוגיות AI עשויים להיות חלק מפריצות הדרך הבאות של טכנולוגיה זו. תאריך היעד לתחילת פרישת מערכות 6G הינו 2030.

– [תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

סטטוס 5G ופוטנציאלים לשימוש ב-5G במגזר הביטחוני:

- כפי שניתן לצפות, השימושים והצרכים בעולם האזרחי והצבאי דומים וניתן להשליך על רלוונטיות המשמעותית לטכנולוגית 5G בתחום הביטחוני.
- דוגמאות לשימושים הרבים שמתאפשרים באמצעות הטכנולוגיה:
 - תקשורת מהירה בין חיילים, כלים מאוישים, רובוטים קרקעיים ורחפנים.
 - קבלת תוצרים מסנסורים הפרוסים במרחב למפקדות נפרסות וקבועות.
 - תקשורת רחבת סרט (LAST MILE) לקמפוסים נפרשים וארעיים.
 - איכון כוחות במרחב.

סיכום:

- רשתות 5G טומנות בחובן קפיצת מדרגה, הן מבחינת השיפורים בביצועים הטכנולוגיים והן מבחינת היישומים.
- הביצועים הכלליים הוכתבו ע"י ITU ואילו המפרטים המלאים נכתבו ועדיין נכתבים ע"י קונסורציום התקינה הבינלאומי 3GPP.
- חברות אלו פורשות כעת באינטנסיביות רשתות 5G מסוג NSA כאשר הכוונה היא להגיע לפרישה משמעותית במהלך 2021.

5G

מחקר להגברת האבטחה על רשתות דור חמישי

24 במארס 2021

[A new Stanford initiative aims to ensure 5G networks are reliable and secure](#)

התקשורת למרות ניסיונות לשבש אותה בכלי סייבר מגוונים. ההדגמה היא חלק מפרויקט שממנת דארפא, סוכנות המחקר של משרד ההגנה האמריקני, הנקרא פרויקט פרונטו (Pronto). במסגרתו משתתפות אוניברסיטאות פרינסטון וקורנל ויש לו השלכות מעבר לטיסת רחפנים במבנה מכונס.

בחודשים הקרובים תיערך הדגמה באוניברסיטת סטנפורד שבארה"ב בה קבוצה של רחפנים תטוס בתיאום מוחלט תוך שהם מתגברים על התקפות סייבר נגד תקשורת דור חמישי (5G) אשר תשלוט בהם. מטרת ההדגמה היא להראות אם ניתן לשמור על אמינות

הדבר נעשה על ידי הסתמכות על הפשטה של רכיבי הרשת הנמצאים ברמות נמוכות. באמצעות גישה זו ניתן להגדיר ולנהל רשתות מתוחכמות, בצורה יעילה ומהירה על ידי תכנון הרשת על פי עקרונות כלליים אותם רוצים ליישם, ולייתר את הצורך לטפל בפרטים הקטנים. בשל העובדה כי כיום יצרניות ציוד התקשורת אינן בהכרח בארה"ב אלא בסין או באירופה, דארפא יזמה את הפרויקט על מנת להגביר את האבטחה על התקשורת העוברת בין המכשירים השונים כדי להיווכח שניתן לשמור על אמינות המידע למרות שהוא יכול להיות מותקף באמצעות תקיפות סייבר.

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

המעבר לתקשורת דור חמישי ישפיע על כל אורחות החיים: מתקשורת סלולארית ועד לשליטה על מכשירים ביתיים כגון מקררים ותנורים אשר יישלטו בעזרת האינטרנט של דברים (IoT). ההגנה על התקשורת תיעשה בעזרת מה שמכונה Software-define networking, או SDN.

זו גישה לניהול ובקרה של רשתות תקשורת נתונים כאשר ניהול ובקרת הרשת נעשים בצורה ריכוזית ואוטומטית על ידי אפליקציות תוכנה, דבר המעניק גמישות לרשת ומאפשר השתנות מהירה שלה. ניהול ובקרת הרשת נעשים ללא תלות בטכנולוגיה הפרטנית של רכיבי הרשת.

57

חיישן בתחום התת- אדום הקצר

— 24 במארס 2021

[Intevac to develop SWIR high-energy laser sensor under \\$7M military program](#)

החיישן מבוסס על טכנולוגיית החברה אשר נמצאת במכשירי ראיית לילה ונקרא Electron Bombarded Active Pixel Sensor (EBAPS). חיישן זה בנוי מפוטו-קתודה העשויה מחומר מוליך למחצה מורכב מסדרת III-V, כלומר, חומר המורכב משני יסודות מהטורים השלישי (III) והחמישי (V) בטבלה המחזורית (כמו גליום-ארסניד), אשר קולט את הפוטונים ופולט אלקטרונים המואצים בעזרת מתח גבוה ופוגעים בשכבת CMOS דקה אשר מפיקה פלט ספרתי.

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

חברת Intevac Photonics קיבלה ממשרד ההגנה האמריקני חוזה בסך 7 מיליון דולר לפיתוח חיישן ממותג בתחום התת-אדום הקצר (SWIR) אשר יהיה חלק ממערכת לייזר רב-עוצמה עליו עובד המשרד לאנרגיה מוכוונת (Joint Directed Energy Transition Office). החיישן מיועד להיות חלק ממערכת העקיבה האופטית של הלייזר רב-העוצמה (HEL) שמפתח המשרד והוא מיועד לאפשר לנשק הלייזר לעקוב אחר מטרתו תוך כדי תהליך הלזירה על המטרה.

58

שיפור ביצועים של סוללות ליתיום

[Design could enable longer lasting, more powerful lithium batteries](#)

25 במארס 2021

חוקרים במכון הטכנולוגי של מסצ'וסטס (MIT) מצאו אלקטרוליט אשר אינו יוצר בעיות כאלה ומגדיל את צפיפות האנרגיה בצורה משמעותית, מ- 260 ואט-שעה לקילוגרם ל- 420 ואט-שעה לקילוגרם. האלקטרוליט עשוי אבץ-אוקסיד (Nickel-Oxide) ומכיל קובלט ומנגן. בניגוד לאלקטרודות אשר בשימוש כיום, אשר מתרחבות ומתכווצות עם טעינה ופריקה ובכך סובלות מסדקים, האלקטרודות החדשות אינן סובלות משינויים מבניים דרסטיים כאלה ומאפשרות מעבר יונים פשוט ו"חלק" יותר בין האלקטרודות. החומר גם עמיד יותר מפני חמצון ומאפשר ציפוי קל יותר של מתכת הליתיום. ממציאי המחקר מראים כי אין צורך לתכנן מחדש את סוללות הליתיום, אלא ניתן לשנות את הציפויים והשלב הבא יהיה לאפשר להפוך את התהליך למסחרי.

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

סוללות ליתיום-יון נמצאות כיום במגוון רחב של מכשירים אלקטרוניים ניידים כמו גם בכלי רכב חשמליים. חוקרים ברחבי העולם שוקדים כבר שנים להגדיל את צפיפות האנרגיה, כמות האנרגיה המופקת ממסה נתונה של חומר, במטרה להגדיל את ביצועי המכשירים ולאפשר פעילותם לזמן ארוך יותר. אחת הגישות שנבחנה הייתה להחליף את אלקטרודות הגרפיט באלקטרודות מתכתיות, אך תופעת לוואי לכך הייתה תגובות כימיות לא רצויות שהתרחשו באלקטרוליט המפריד בין האלקטרודות.

59

אלגוריתם דו-שלבי לזיהוי פנים

[New BYU algorithm making ID verification more secure by tracking facial movements](#)

15 במארס 2021

הרעיון מבוסס על צילום וידאו קצר בן 1-2 שניות של האדם כאשר הוא קורץ, מעווה את פניו או אומר איזו מילה שמשמשת גם כסיסמה. אותו וידאו מוזן לרשת נירונים אשר מחלצת מאפיינים שונים מתוך רצף התמונות (ולא מתמונות סטטיות) ואלה משמשים לאימות הזהות כאשר המשתמש מנסה להיכנס למכשיר מאוחר יותר. החוקרים ציינו כי הם צילמו 8,000 קטעי וידאו של 50 נסיינים אשר ביצעו פעולות שונות עם פניהם, כמו דיבור, קריצה, חיוך או הרמת גבות, ויצרו מסד נתונים של אימותים והתרעות שווא. לאחר מכן אותם נסיינים ניסו לעבור את תהליך האימות וב- 90% מהמקרים המערכת זיהתה אותם בוודאות. החוקרים טוענים כי האלגוריתם, אשר הוגש כפטנט, יכול להיות בשימוש לכניסה לאתרים מאובטחים, כספומטים, מקומות עבודה או אפילו חדרי מלון.

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

שימוש בזיהוי פנים על מנת להפעיל מכשיר אלקטרוני כגון טלפון נייד או מחשב הוא רעיון מחוכם. הבעיה היא שלא מעט אנשים עם כוונות זדון מצאו דרכים להונות את המכשירים ולחדור אליהם ללא רשות, אם זה לפרוץ למכשיר כאשר בעליו לא שם לב, או באמצעות תמונה שהורדה מהרשת. חוקרים באוניברסיטת בריגהם-יאנג (Brigham-Young) בארה"ב פיתחו אלגוריתם המבוסס על שימוש באבטחה דו-שלבית על מנת להגביר את האבטחה של מכשירים כאלה.

דארפא חשפה תוכנית להתאוששות רשת החשמל לאחר מתקפת סייבר

לאחרונה כי בוצעה "הסרת תוכנות זדוניות סיניות ב-40 תחנות משנה". רשות החשמל המרכזית בהודו התריעה בפני ממשלת אחת המדינות על פעילות התוכנה הזדונית, לאחר שהצוות הלאומי לתגובה לאירועי סייבר בהודו התריע על כך בפני הרשות.

האירועים הללו מזכירים את מתקפות הסייבר ברשת החשמל באוקראינה ב-2015 וב-2016, אשר הובילו להתנעת הפעילות של DARPA. הרעיון הבסיסי העומד בבסיס התוכנית RADICS, שהחלה בשנת 2016, הוא להגביל את הנזק ממתקפת סייבר ברשת תוך הפעלת "התאוששות באפילה" (black-start recovery), המתייחסת להחזרת פעולות רגילות כאשר רכיבי מערכת החשמל מושבתים. הנחת העבודה היא שיש להתניע מחדש את פעילות הרשת ללא שום רכיבים שנשארים פעילים.

כדי להשיג את יעדיה, פיתחה RADICS מערך כלים שיספק שלוש יכולות ליבה:

- נראות, או "מודעות מצבית", המאפשרת למפעילים להבין את מצב הרשת לפני, במהלך ואחרי מתקפת סייבר על סמך מידע מעודכן;
- יכולת לבדוד רשתות חירום מידע ושליטה על בקרים (SCADA) מרשתות שנפרצו במהלך התקפה;
- יכולת לאפיין מתקפות סייבר ברשת ולנטרל אלמנטים ספציפיים של ההתקפה, כגון קבצי תצורה פגומים או קוד זדוני המוזרק למערכות בקרה.

אם יכולות אלה מזכירות התייחסויות בדוחות שנכתבו על מתקפות סייבר ברשת החשמל, זה נובע כמובן מכך שהיכולות הללו מטפלות ישירות בחולשות בפעילות הרשת ובתגובות למתקפה שנחשפו במהלך התקפות הסייבר 2015 ו-2016 ברשת החשמל באוקראינה.

לדוגמה, RADICS מתמקדת, בין השאר, בהשבת כוח מתחנות משנה במצב לא מקוון. מערכות הבקרה הבסיסיות של התחנות היו אחד מווקטורי ההתקפה במתקפות הסייבר ברשת אוקראינה, אשר השפיעו על תחנות הפצה מרובות בשנת 2015 ותחנת תמסורת אחת בשנת 2016. בשתי ההתקפות שולבו קודים זדוניים שהפכו את התחנות ללא מקוונות לחלוטין ואז פגמו בקבצים כדי לעכב את ההתאוששות.

[DARPA's Rapid Power Grid Restoration Tech Goes Live](#)

4 במארס 2021

התוכנית של DARPA לפיתוח טכנולוגיות להחזרה מהירה של אספקת חשמל לאחר מתקפת סייבר עברה בהצלחה את התרגיל החי השביעי שלה בסביבת ניסוי. חלק מהטכנולוגיות של התוכנית כבר הועברו לשימוש מבצעי בחלקים ברשת החשמל בארה"ב, עם תוכניות לפריסה רחבה יותר בעתיד.

הטכנולוגיה שפותחה במסגרת התוכנית - Rapid Attack Detection, Isolation, and Characterization Systems (RADICS) - נחשפת בתקופה בה הרשויות האמריקניות חוששות יותר ויותר מפני מתקפות סייבר על ידי יריבים. ערכת כלים אחת של RADICS מוכנסת לשימוש כעת על ידי כמה חברות חשמל ואחרת נמצאת בשימוש בחלקים מרשת החשמל האמריקנית.

ההודעה של DARPA הגיעה ימים ספורים לפני שחברת האבטחה Recorded Future פרסמה דוח על RedEcho, קבוצת האקרים עם קשרים לסין.

על רקע התכתשויות הגבול המתמשכות בין הודו לסין, ערכה RedEcho קמפיין סייבר ממוקד נגד תשתית קריטית הודית, במיוחד רשת החשמל. לפי הדו"ח, הייתה זו רק פעולת הכנה להפעלת התקפה סייבר.

עם זאת, ייתכן שהייתה זו יותר מאשר הכנה. מומבאי סבלה מהפסקת חשמל בקנה מידה גדול, הגרועה ביותר מזה עשרות שנים, באוקטובר 2020. בנובמבר החלו רשויות אבטחת הסייבר ההודיות לשער בפומבי כי ייתכן שההפסקה נגרמה כתוצאה מתוכנות זדוניות. הדו"ח החדש על פעילויות RedEcho מעורר שוב השערות לגבי האפשרות למתקפת סייבר ברשת ההודית. Recorded Future לא הגיעה למסקנה סופית בדו"ח שלה, בגלל גישה מוגבלת לקוד הזדוני ולסביבות בהן הוא נפרס, אך החברה האמריקנית הודיעה על הרשויות בהודו על ממצאיהן.

ייתכן גם שההתקפות האלה לא הסתיימו. על פי העיתון "טיימס אינדיה", נציגי מספר חברות חשמל בהודו אמרו

עם השלמת סביבת הניסוי, גייס משרד האנרגיה (DOE) מתנדבים מתחום החשמל להשתתפות בתרגילים חיים שכללו נציגי DARPA, DHS, DOE, המשמר הלאומי ו-12 גופים במגזר הפרטי. המאמץ הרב שנתי הגיע לשיאו באוקטובר 2020, כאשר הקבוצה ערכה תרגיל חי של חמישה ימים באתר הניסוי של DHS. מנהל התוכנית ב-DARPA אמר כי יש כבר תוכניות למימון המשך מחקר, העברת הכלים ל-DOE וגם למשרד ההגנה, מיסחור, ומחקר אקדמי עתידי.

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

לפי החשד, תחנות משנה היו המטרה גם בהודו, אך עדיין אין פרטים על השיטות המדויקות שהופעלו שם. גופים רבים היו מעורבים בתוכנית. אוניברסיטת אורבנה-שמפיין באילינוי פיתחה עוד לפני כעשור סביבת ניסוי סימולטיבית ששימשה בתוכנית. המחלקה לביטחון פנים (DHS) עבדה עם DARPA לבניית סביבת המבחן במתקן של המחלקה על אי לחופי מדינת ניו יורק.

61

שבבים לעיבוד מידע מוצפן בלי לפענחו, כולל בהצפנה קוואנטית

15 במארס 2021

[DARPA Seeks Chips that Can Crunch Data Without Decrypting It](#)

שימוש דארפא העניקה חוזים בהיקף מיליוני דולרים לצוותי מחקר של 4 חברות, כדי לפתח דרכים לביצוע חישובים על נתונים מוצפנים, מהר יותר ועם כוח חישוב נמוך יותר מהשיטות הקיימות כיום. המחקר יתבצע במסגרת תוכנית הנקראת DPRIVE (Data Protection in Virtual Environments Fully). המטרה היא לבנות שבבי סיליקון התומכים בהצפנה הנקראת FHE (Fully Homomorphic Encryption). שיטה זאת מאפשרת למשתמשים לנתח נתונים ולבצע איתם חישובים, בלי לפענח את ההצפנה, כלומר בלי לחשוף את הנתונים. השימוש ב-FHE דורש יותר מדי תקורה חישובית, מה שהפך את זה עד היום לבלתי מעשי. לכן היעד של תוכנית DPRIVE הוא לפתח שבבים ייעודיים ל-FHE. החברות השותפות למחקר הן Galois, Duality, SRI International Intel Technologies, והן ישתפו פעולה עם מיקרוסופט.

טכנולוגיית FHE היא חדשה יחסית, והופיעה לראשונה בשנת 2009 כתוצאה של עבודה של תלמיד מחקר באוניברסיטת סטנפורד. כתוצאה מאותה עבודה נולדה תוכנית בשם PROCEED (Programming Computation on Encrypted Data). בתוכנית זאת פותחו אלגוריתם ותוכנה להקלת השימוש ב-FHE, אבל התקורה החישובית הייתה עדיין גבוהה מדי. תוכנית DPRIVE החדשה אמורה להתמודד עם האתגר. היעד השאפתני של דארפא הוא להגיע לשיפור של פי 100,000 במהירות החישוב. זה אמור להתבצע בשני שלבים שכל אחד מהם ימשך 15 חודשים. פרטים טכניים בכתבה המקורית. בשלב השני הטכנולוגיה תנוסה על רשתות נירונים קונבולוציוניות (convolutional neural networks). לטכנולוגיה יש חשיבות במצבים בהם יש צורך לבצע חישובים על נתונים בלי לחשוף את הנתונים עצמם. למשל, בפעילות מודיעין בה רוצים לעבד נתונים המתקבלים מחיישנים, ולהגן על חשאיית הנתונים עצמם. לדברי החוקרים, שיטת FHE היא "הגביע הקדוש" של שמירה על סודיות של נתונים למרות שמשתמשים בהם לחישובים. להערכתם, ה-FHE עשויה להיות עוד יותר חשובה ככל שתהיה התקדמות בטכנולוגיות של חישוב קוואנטי, כי המתמטיקה שביסוד ה-FHE אמורה להיות חסינה להצפנה קוואנטית.

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

חסינות מאקרו-סייבר למערכות מורכבות מקושרות הדדית

שבכלל חשבו על קישוריות דיגיטלית, אבל כעת מתחוללים שינויים בצורות התפעול, וזאת בסביבה של עימות גלובלי.

המפעילים צריכים לדאוג לא רק לגבי סיכונים של אסונות טבע או כשלים מבניים, אלא גם לגבי התקפות סייבר על רשתות חשמל, מערכות תחבורה או מערכות לטיפול במים. הדבר מחייב התייחסות לחסינות של מערכות שלמות, כלומר ברמת המאקרו-סייבר. זה כולל כמה נדבכים: טכנולוגיות, כלים, מדיניות ואסטרטגיה – כולם קשורים זה לזה וצריכים לעבוד במשולב.

החוקרים מדגישים שדווקא המדיניות היא נושא מפתח שלעיתים קרובות אינו זוכה לתשומת לב בעת פיתוח הטכנולוגיות. לדברי אחד החוקרים, "אם רוצים שאנשים ישתמשו בטכנולוגיה או יאמצו שינוי התנהגות, צריך לטפל במדיניות במקביל לבניית הטכנולוגיה או המערכת. איך חושבים על חוקים, רגולציה ומדיניות בעתיד כאשר המערכות יהיו ממש לא דומות לאלה של היום?"

[נילון כתב עת ללוחמת מידע](#) שהוקדש כולו לנושא החסינות ו"מאקרו סייבר".

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

[Macro cyber resilience: Ensuring functionality of interconnected complex systems](#)

16 באפריל 2021

חוקרים מקבוצת ביטחון סייבר במעבדה הלאומית Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) בעבר קונספט הנקרא "חסינות אוטונומית" – autonomic resiliency. הרעיון הוא שהמערכות בעתיד יהיו מורכבות ומקושרות-הדדית עד כדי כך שהן יצטרכו "להניע את עצמן". לאחרונה הם פיתחו את הרעיון עוד יותר וכתבו מאמרים בהם הם דנים כיצד סוג כזה של "חשיבת חסינות" עובר מהתחום של "מיקרו-סייבר" אל ה"מאקרו-סייבר". ה"מיקרו" מתייחס להגנת סייבר של התקנים נפרדים. ה"מאקרו" עוסק בתשתיות קריטיות כמו רשת החשמל. הגישה של "חסינות אוטונומית" אמורה לעבוד בצמוד ל"מאקרו סייבר". החוקרים מסבירים שתשתיות קריטיות נבנו ברובן הרבה לפני

מיקרוסופט זכתה במכרז לאספקת קסדות מציאות רבודה לצבא ארה"ב

1 באפריל 2021

[Microsoft Wins \\$21.9 Billion Contract to Supply AR Headsets to the US Army](#)

מיקרוסופט זכתה בחוזה עם צבא ארצות הברית לאספקת קסדות מציאות רבודה המתאימות לתנאי שטח וקרבות. מערכת התגבור הוויזואלי המשולבת (Integrated Visual Augmentation System) IVAS

מסתמכת על טכנולוגיות שפותחו עבור מכשירי הולולנס (HoloLens) של מיקרוסופט.

העסקה מרחיבה הסכם קודם בן 480 מיליון דולר שנחתם בין מיקרוסופט לצבא. הסכום החדש – 21.9 מיליארד – יועבר לחשבון הבנק של החברה רק במקרה הטוב ביותר בו מיקרוסופט תעמוד בכל התחייבויותיה והצבא יחליט לחדש את החוזה מולה. התוכנית תיבחן בעוד חמש שנים על מנת להחליט האם להמשיך בפרויקט.

לפי פרסום של צבא ארצות הברית מתחילת אפריל, IVAS משלבת מספר טכנולוגיות למערכת שמאפשר לחייל להילחם, לדמות מצבים ולהתאמן בשימוש בפלטפורמה אחת בלבד. המערכת מתבססת על יכולות קיימות כחיישנים תרמיים, ראיית לילה ברזולוציה גבוהה

על הקסדה נראית חסונה יותר. לא ניתן למצוא התבטאויות ברורות מצד מיקרוסופט או הצבא בנוגע ליכולותיה של IVAS. בשנת 2018 החברה הייתה פתוחה יותר לציבור הרחב. מטרתה המוצהרת של IVAS באותו הזמן הייתה "לשפר את הקטלניות באמצעות העצמת היכולת לזהות, לקבל החלטות ולהגיע למגע עם האויב." חלק מעובדי מיקרוסופט הביעו מחאה בתוך החברה בנוגע לפיתוח טכנולוגיות לשימושים צבאיים. מנכ"ל מיקרוסופט, סאטיה נאדלה, פטר את החששות הללו, באומרו כי "קיבלנו החלטה עקרונית שאיננו עומדים לעצור טכנולוגיות ממוסדות שבחרנו בדמוקרטיה להגנה על החירויות מהן אנו נהנים."

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

וחיישנים שנושאים החיילים עצמם. [המידע מכל אלו משולב] במסך מול עיני החיילים שמשפרים את המודעות הסביבתית, את היכולת לבוא במגע עם המטרה ולקבל החלטות מושכלות על מנת להצליח במאבקים עם יריבים קיימים ועתידיים. המערכת מסתמכת גם על מציאות רבודה ולמידת מכונה כדי לאפשר אימון אמיתי-לכאורה בסביבות אימונים אמיתיות, כך שניתן לתרגל מבצעים בטרם הגעה למגע עם אויבים."

מיקרוסופט התחייבה לספק 120,000 מערכות IVAS בעשור הקרוב. לא לגמרי ברור כמה מתוך ה- 21.9 מיליארד דולר מוקדש לחומרה. ההסכם הקודם של מיקרוסופט עם הצבא, בשווי 480 מיליון דולר - הסתכם בהעברת 50,000 אבות-טיפוס של קסדות.

64

רובוט של MIT רואה עצמים נסתרים באמצעות גלי רדיו

2 באפריל 2021

[MIT Robot Sees Hidden Objects with Radio Waves](#)

מדענים ומהנדסים התקשו מאז המאה ה-20 ליצור רובוטים המסוגלים לראות את העולם בדומה לבני-אדם. ראייה ממוחשבת אמנם התקדמה בדילוגים מאז תחילת המאה, אך עדיין קל לשטות במערכות האלו. מדען מ-MIT ניסה לפתור את הבעיה באמצעות הקניית ראייה על-אנושית לרובוט. הרובוט, ששמו RF-Grasp, מתהדר במצלמות מסורתיות לזיהוי תמונה ועצמים. המצלמה מורכבת על זרועו המכנית של הרובוט, כך שהוא מסוגל לראות היטב כל עצם שהזרוע עשויה לנסות להרים. אלא שהרובוט אינו מסוגל לזהות חפצים בקופסא, או כאלו המוחבאים מתחת לחפץ אחר. כדי להתגבר על אתגר זה, משדר הרובוט גלי רדיו בתדירויות מסוימות. החפצים המוחבאים עוטים עליהם תגי RF, בדומה לאלו המשמשים לזיהוי חיות מחמד או לפתיחת דלתות. גלי הרדיו מספקים כוח לתגים כך שהם משדרים בחזרה לרובוט את מיקומם הפיזי. מנקודה זו מסוגל הרובוט להמשיך לחשב את הפעולה אב הטיפוס שהועבר לצבא נראה שביר במיוחד, אך המערכת הנוכחית שהותקנה

הנדרשת בעצמו ולהרים את החפצים באופן מיטבי. בהשוואה לרובוטים המסתמכים רק על מידע ויזואלי, RF-Grasp היה יעיל יותר במבחני מעבדה בהרמה ומיון של חפצים. הוא מסוגל לסלק חפצים מדרכו על מנת למצוא את מטרתו, תוך שגלי הרדיו מכוונים אותו למטרה. הוא מסוגל, למשל, להסיר את חומר האריזה מקופסא כדי למצוא עצם המוסתר בתחתיתה.

טכנולוגיה זו יכולה להוביל לפיתוח רובוטים שיכולים למצוא עצמים בכל מקום בו הוחבאו. השימושים בבית נראים כמעט-שטותיים: איבודת את המפתחות? הרובוט ימצא אותם עבורך. שימושים רציניים יותר אפשר למצוא, למשל, בסביבות של מחסני ציוד. רובוטים כגון Stretch של חברת בוסטון דינמיקס מסוגל להרים ולהניע קופסאות כבדות, אך רק אם הן חשופות למצלמות שלו ובצורה הנכונה. רובוט עם חישת גלי רדיו יוכל לסדר מדף מבולגן כדי למצוא חפצים מסוימים, בדומה לדרך בה אדם יכול לעשות זאת.

[הערת עורך הידיעה: ניתן לדמיין בקלות רובוטים מבצעיים המסתמכים על תכונה דומה, המסוגלים לחדור דרך חומרים שונים – למשל כדי לערוך חיפושים מורכבים בבתי חשודים, או להזיז חפצים מדרכם באופן אוטונומי.

קישור לסרטון המדגים את פעולת הרובוט - <https://youtu.be/ZAZeYPcTM78>

בקופסא: הרובוט מוצא חפצים מתחת לנייר אריזה



[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

65

גישה חדשנית ל"שיחה" של בינה מלאכותית עם רובוטים

19 באפריל 2021

המשותף לדיאלוג הנקרא JUDI ([Joint Understanding and Dialogue Interface](#)). זהו אב-טיפוס המאפשר אינטראקציות דו-כיווניות לשיחה בין חיילים למערכות אוטונומיות.

"השתמשנו בטכניקת סיווג סטטיסטית כדי לאפשר שיחה של בינה מלאכותית (AI) תוך שימוש בטכנולוגיות מתקדמות של הבנת שפה טבעית וטכנולוגיות לניהול דיאלוגים", אמר החוקר [Dr. Felix Gervits](#). מסווג השפות הסטטיסטיות מאפשר למערכות אוטונומיות לפרש את כוונתו של החייל על ידי הכרה במטרתו בתקשורת, ולבצע פעולות למימוש הכוונה הבסיסית. לדוגמה, אם רובוט מקבל פקודה "להסתובב 45 מעלות ולשלוח תמונה", הוא יכול לפרש את ההוראה הזו ולבצע אותה. כדי להשיג זאת, החוקרים אימנו את המסוג שלהם על מערך נתונים של דיאלוגים בין אדם לרובוט שנוצרו במהלך משימה משותפת לחיפוש והצלה. המסווג למד מיפוי של פקודות מילוליות לתגובות ופעולות, וזה מאפשר לו ליישם את הידע הזה בפקודות חדשות ולהגיב כראוי. חוקרים פיתחו אלגוריתמים כדי לשלב את המסווג במערכת לניהול דיאלוגים, שכללה טכניקות לקביעה מתי לבקש עזרה, בהינתן מידע שלם.

[Army researchers create pioneering approach to real-time conversational AI](#)

דיאלוג בדיבור הוא הדרך הטבעית ביותר לאנשים לקיים אינטראקציה עם גורמים אוטונומיים מורכבים כמו רובוטים. בעתיד, בסביבות המבצעיות של הצבא, תידרש טכנולוגיה המאפשרת לגורמים מלאכותיים להבין ולבצע פקודות בדיבור וניתן יהיה לתקשר איתם כחברי צוות.

חוקרים מהפיקוד לפיתוח יכולות לחימה של צבא ארה"ב, (U.S. Army Combat Capabilities Development Command) DEVCOM, ממעבדת המחקר של הצבא (Army Research Laboratory) והמכון לטכנולוגיות יצירתיות באוניברסיטת דרום קליפורניה (University of Southern California's Institute for Creative Technologies), יצרו גישה לפרשנות הגיונית ותגובה נכונה לכוונת החייל המשתמש בדיאלוג מדובר עם מערכות אוטונומיות. טכנולוגיה זו היא היום המרכיב העיקרי לעיבוד דיאלוגים למערכת הממשק למעבדה,

- שיפור ביצועי המערכת על ידי השלמת המסווג עם ייצוגים לשוניים נוספים.
- הרחבת הגישה כדי לאפשר למידה של דוגמאות הכשרה חדשות באמצעות דיאלוג בזמן אמת. דוגמה לכך היא רובוט שנתקל במשהו חדש בסביבה ושואל חייל במה מדובר.
- שילוב שיטות אינטראקציה נוספות כגון מבט ומחווה, בנוסף לדיבור, לשם אינטראקציה חזקה יותר בסביבות פיזיות.

"בסביבה הטקסטית העתידית, העשויה לכלול צוותים מעורבים של סוכנים וחיילים, אני אופטימי שלטכנולוגיה זו תהיה השפעה מעצבת על עתיד הצבא", אמר Gervits.

מהי למידה עמוקה (deep-learning)

את ההסבר שלהלן הכין ד"ר יפתח נגר, מומחה במערכות מידע.

המונח למידה עמוקה (Deep Learning, ובקיצור: DL) מתייחס לגישה בתוך התחום של למידת מכונה, Machine Learning (ML). למידת מכונה, וספציפית, השימוש ברשתות נוירונים מלאכותיים, Artificial Neural Networks (ANN), היא הגישה המובילה היום במחקר ופיתוח של בינה מלאכותית, Artificial Intelligence (AI). תחום הבינה המלאכותית – המשלב מחקר במדעי המחשב ומחקר במדעי המוח – נוסד בשנות החמישים (במאה הקודמת), במטרה לפתח מחשבים עם יכולות קוגניטיביות המתקרבות לאלה של האדם, ואף עולות עליהן. בשנים האחרונות הגישה המובילה במחקר זה היא פיתוח של רשתות נוירונים מלאכותיות, שמבצעות "למידה". כל "נוירון" יודע לבצע פעולת חישוב פשוטה, וע"י חיבור של "נוירונים" רבים מתבצעות פעולות חישוב מסובכות יותר. חיבור של "שכבות" של נוירונים יכול לבצע פעולות מורכבות. למשל: זיהוי עצמים בתמונה מתבצע ע"י שכבה שמוצאת קווי מתאר כלליים, ואז שכבה שמוצאת התאמה בין קווים אלה לבין קווי מתאר מוכרים (של איברי גוף למשל), ואז שכבה שמוצאת התאמה בין תכונות של איברי הגוף (מספרם, גודלם וכו') לבין תבניות של אובייקטים מוכרים (למשל "כלב", "חתול"), וכו'.

ככל שהמכונה נתקלת ביותר תמונות, יש פוטנציאל לשיפור האלגוריתם. גישה זו, שהוצעה עוד בימים המוקדמים של המחקר, לא עבדה היטב תחילה, בשל מגבלות המחשבים. אולם בשנים האחרונות, עם ההתקדמות האדירה בכוח המיחשוב, חלו פריצות דרך בתחום.

מבחינת ההשפעה של הצבא, החוקרים אמרו כי ניתן ליישם את הטכנולוגיה הזו על רכבים קרביים ומערכות אוטונומיות, כדי לאפשר יכולת שיחה מתקדמת בזמן אמת לצוות של רובוט.

על ידי יצירת ממשק דיבור טבעי למערכות האוטונומיות המורכבות הללו, החוקרים יכולים לתמוך בפעולה ללא שימוש בידיים כדי לשפר את המודעות המצבית (situational awareness). לדברי ד"ר Gervits, מחקר זה הוא משמעותי וייחודי בכך שהוא מאפשר דיאלוג הלך ושוב בין חיילים למערכות אוטונומיות. "אינטראקציה עם סוכני שיחה כאלה אינה מצריכה אימונים עבור חיילים, שכן הדיבור הוא ממשק טבעי ואינטואיטיבי לבני אדם ואין דרישה לשנות את מה שהם רגילים לומר. יתרון מרכזי הוא שהמערכת מצטיינת גם בטיפול בדיבור בתרחישים רועשים, הכוללים הפסקות והפרעות שונות – כול התכונות שניתן היה לצפות בשיחה רגילה עם בני אדם."

מכיוון שהמסווג מאומן מבעוד מועד, המערכת יכולה לפעול בזמן אמת, ללא עיכוב בשיחה, לצורך עיבוד המידע. "זה תומך בטבעיות ובגמישות מוגברת בדיאלוג בין חיילים לסוכנים, ויכול לשפר את האפקטיביות של צוותים כאלה של סוכנים מעורבים".

בהשוואה לגישות מסחריות של למידה עמוקה (deep-learning, ראו הסבר במסגרת בסוף), המצריכות מערכי נתונים גדולים ויקרים להכשרת המערכת, גישה זו מצריכה השקעה קטנה בסדר גודל. לצורכי הכשרה יש לה גם יתרון בכך שהיא יכולה להפחית את זמן הפריסה ויכולת של התחלה ללא הכנה, בסביבות חדשות. הבדל נוסף הוא שמערכות דיאלוג מסחרי מאומנות בדרך כלל בתחומים לא צבאיים, בעוד שכאן מדובר במשימת חיפוש והצלה שתוכננה במיוחד כדי לחקות את סגנון האינטראקציה בין חייל לרובוט שעלולה להתרחש בסביבה טקסטית עתידית.

לבסוף, גישת הסיווג מאפשרת שקיפות והסבר טוב יותר של ביצועי המערכת ומאפשרת לנתח מדוע המערכת הניבה התנהגות מסוימת. זה חיוני עבור יישומים צבאיים שבהם יש חששות אתיים שדורשים שקיפות רבה יותר של מערכות אוטונומיות.

המחקר בוצע ברובו לפני מספר שנים כאשר ד"ר Gervits היה מתמחה ב-ICT (Information and Communication Technology). המסמך התקבל לסדנה הבין-לאומית למערכות דיאלוג בדיבור בשנת 2019 והוצג בכנס. הוא פורסם במהלך הוועידה בשנת 2021. ד"ר David Traum, מקבוצת הדיאלוג של שפה טבעית ב-ICT, הוביל את מחקר הדיאלוג, שכלל את המסווג הסטטיסטי. ד"ר Matthew Marge מ-ARL הוביל את פרויקט Botlanguage, מאמץ משותף בין ARL לגופי מחקר נוספים.

השלבים הבאים במחקר זה הם שלושה:



[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

הלמידה העמוקה היא התפתחות נוספת באותו כיוון, שהתאפשרה עם עלייה נוספת בכוח המיחשוב, כאשר המאפיין העיקרי שלה הוא שימוש ברשתות עם הרבה שכבות. השימוש בלמידה עמוקה הביא להישגים מתקדמים, כולל למשל הצלחת אלגוריתמים של זיהוי פנים ברמה שמשוותה לרמה אנושית. ב-2019, החוקרים ג'ושוע בנג'יו, ג'פרי הינטון ויאן לקון, שנחשבים לחלוצי הלמידה העמוקה, זכו על תרומתם בפרס טיורינג (הפרס היוקרתי ביותר במדעי המחשב).

66

בניית אָמון במערכות אוטונומיות דורשת אָימון

13 באפריל 2021

[More Data Needed to Build Trust in Autonomous Systems](#)

הביקוש ליכולות אוטונומיות בשדה קרב הולך וגדל, אך נדרש שהחייילים יתנו אָמון רב יותר במערכות הללו. לשם כך יש לאסוף יותר מידע, לצורך אימון הרובוטים ופיתוח יכולות שייתנו יתרון על פני יריביה של ארה"ב. במסגרת כינוס וירטואלי של אגודת חא"א התבטאו כמה מנהלים בתחום המערכות האוטונומיות.

מנהל בכיר ב-Boeing טען שמטוסים יכולים כבר עתה להיות אוטונומיים לחלוטין, אך היכולת הזו אינה מנוצלת במלואה. הדרך לבניית אָמון היא הבאת היכולת לשדה, אימון ושיפור המערכת בתרגילים מבצעיים ובחינת התוצר המבצעי המתקבל. הוא הוסיף שהתעשייה צריכה להתמקד בקידום עצי החלטה דטרמיניסטיים ככלי סיוע להחלטה. זה יאפשר אָמון רב יותר לטייסים הפועלים עם מערכות אוטונומיות. לטייס המשתף פעולה עם כלים אוטונומיים, קל יותר לעקוב אחרי פעולת מערכת

אוטונומית מאשר לצפות שהיא תעקוב אחריו ותבצע באופן בטיחותי את תפקידה.

מנהל בכיר ב-General Atomics טען שהצבא ביקש להגביר את יעילותו ע"י אוטומציה מוגברת אולם אוטונומיה נתפסת כמאיימת, למרות שלא התכוונו למערכות כמו [Terminator](#) ללא אדם בחוג. האסטרטגיה של משרד ההגנה מ-2018 לפיתוח מערכות אוטונומיות הגבירה את הביקוש, כשהיכולות נעות לכיוון איפשור נשק אוטונומי.

המדען הראשי של Dynetics Group טען שמערכות אוטונומיות יכולות להפיק תועלת מטכנולוגיות של מידול וסימולציה מתקדמת. לדוגמה, טכנולוגיית digital twin היוצרת חיקוי וירטואלי למערכת פיזית ומאפשרת בכך חשיפה ואימון מערכת אוטונומית בתרחישים רבים ומורכבים יותר, לצורך הקטנת אי הוודאות בביצועים. לדעתו, יצרנים בתחום זה צריכים לשפר את יכולת החישה, כדי להבין ש"מישהו" מתערב בפעולתם ולהגן על ביצוע משימתם.

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

67

תוכנית חדשה של DARPA למניעת הפרעות למקלטים רחבי סרט

מסגרת תוכנית הקרויה Wideband Adaptive RF Protection (WARP) תפתח החברה מערכי סינון מסתגלים וארכיטקטורות לביטול הפרעות. אחת ההזמנות מתמקדת בטיפול בהקטנת הפרעות מקורנים זרים והשנייה בביטול הפרעות ממשדרים הממוקמים באותו מקום ואף משדרים בתוך תחום התדר של המקלט. בדבר נועד לאפשר יכולת הקרויה STAR (same-frequency simultaneous transmit and receive). היקף כולל של ההזמנות הוא 5 מיליון דולר והפיתוח ייעשה ביחידה מיוחדת לפיתוח מהיר בחברה הקרויה FAST Labs.

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

[DARPA awards two contracts to BAE Systems for cutting-edge electronic warfare technology](#)

חברת BAE קיבלה שתי הזמנות מ-DARPA לפיתוח מנגנונים שיגנו על מקלטים רחבי סרט מפני הפרעות גם בסביבה העמוסה בקורנים. מקלטים כאלה ממלאים תפקיד הולך וגדל במספר רב של יישומים, בעיקר בלוחמה אלקטרונית. אך הם עלולים לסבול מהפרעות, מכוונות או מקריות מקורנים זרים או משידורים של הפלטפורמה הנושאת עצמה.

68

הצי האמריקני מחפש חלופות ל-GPS עבור אמל"ח שגא-קולי

המרכז יפורסם במסגרת פעילות המו"פ למערכות מתקדמות, שרידות, ומאובטחות למשימות אסטרטגיות וספקטרליות (S2MARTS). מערכות הניווט הקיימות נסמכות במידה רבה על טכנולוגיות GPS אשר פגיעות לחסימות, שיבושים, וחדירה פיזית למערכות הלווויניות.

[תקשוב, מודיעין וסייבר](#)

10 באפריל 2021

[US Navy seeks GPS alternatives for hypersonic weapons](#)

לאור ההתפתחויות האחרונות בפיתוח אמצעי שיבוש אלקטרומגנטיים, הצי האמריקני מתכוון לפרסם בקשה לקבלת הצעות לפיתוח דגמי מערכת איכון, ניווט, ותזמון (PNT) שאינם מבוססים על טכנולוגיות לווייניות. אמצעים אלה ישולבו בעתיד במערכות נשק ופלטפורמות שגא-קוליות.

טכנולוגיות

למשוך כל כבל כדי להשיג את התנועה הרצויה – באופן הדומה לתפעול שריר ביולוגי.

במחקר הנוכחי החוקרים הלכו צעד נוסף קדימה, והוא למשוך בכבלים כך שהרובוט יתנהג כגוף קשיח. שוב, הדבר נעשה בהשראת זרוע של בן אדם. הרעיון נוסה בסימולציות של רובוטים בעלי צורות שונות. כעת החוקרים בונים אבטיפוס שבו תיבחן הבקרה הממוחשבת באופן מעשי.

A simulated soft robot controlled to reach the same target (red dot) while acting either soft (left) or stiff (right). Credit: James Bern and Daniela Rus



מדויקת מאוד של טמפרטורת החומר בעזרת צילום בתחום התת-אדום. הטכנולוגיה נקראת MiTE, ראשי תיבות של Microbolometer Thermoelastic Evaluation. הכוונה היא ל"דימות מאמצים" ע"י תמונות של מצלמות א"א (פליר) בשילוב עם כלים של עיבוד נתונים, כדי לזהות "נקודות חמות" של מאמץ קריטי.

שינויי טמפרטורה זעירים עשויים להצביע על שינויים בעומס עקב עייפות החומר, וכך להתריע על כשל פוטנציאלי שעלול לגרום לאסון. מדובר על מצלמות קטנות, ניידות וזולות יחסית, עם רגישות טמפרטורה של 20 מיליקלווין – מה שעד היום חייב שימוש במצלמות גדולות ויקרות מאוד. לדברי החוקר הראשי בחברה, הטכנולוגיה כבר נוסתה כדי לנתח מאמצים במטוס F-35 של לוקהיד-מרטין.

טכנולוגיות

69

חוקרי MIT מפתחים רובוטים רכים ההופכים לקשיחים

[Helping soft robots turn rigid on demand](#)

3 במארס 2021

חוקרים ב-MIT פיתחו קונספט של רובוט בעל גוף רך שיכול להפוך לקשיח לפי דרישה. הרעיון עשוי לאפשר דור חדש של רובוטים שמשלבים את החוזק והדיוק של רובוטים קשיחים, יחד עם הגמישות והבטיחות של רובוטים רכים. עד היום ניסו מפתחי רובוטים מנגנונים שונים לתפעול רובוטים רכים, כגון תאים מתנפחים דמויי בלונים בזרועות הרובוט. הקושי היה להתמודד עם האתגר של הנעת המפעילים (אקטואטורים) כך שהרובוט יבצע את המטלה הנדרשת, ורובוטים רכים ניסיוניים רבים נשלטו באופן ידני. ואז, בשנת 2017 הציעו החוקרים של המחקר הנוכחי אלגוריתם שיכול לפתור את הבעיה.

הם עבדו על רובוט המונע בעזרת כבלים, ופיתחו אלגוריתם מיוחד שיכול לשלוט ברובוט, כלומר להחליט

70

ניטור עייפות מתכת בחלקים קריטיים, ע"י דימות א"א מדויק

4 במארס 2021

[Compact imaging system promises to reinvent monitoring of metal fatigue](#)

כשלים רבים בכלי רכב, מטוסים, גשרים וכו' נובעים מתופעת העייפות של מתכות. כדי להתמודד עם הבעיה, חברה אוסטרלית בשם [1Millikelvin](#), המשתפת פעולה עם משרד ההגנה של אוסטרליה, מפתחת טכנולוגיה שתוכל להחליף את מדידי המעוות המכניים המסורתיים (strain gauges) ותחוש את עייפות המתכת, ע"י מדידה

הידרוג'ל מוליך חשמל ישמש לרובוטים רכים, התקנים לבישים

[Conductive hydrogel could find use in soft robotics and more](#)

26 במארס 2021

שמתחתיו. זה עשוי להוביל להתקנים שיסייעו לאנשים עם הפרעות עצביות בהפעלת שרירים. החוקרים רואים שימוש עתידי בחומר הזה לאנשים החולים במחלת פרקינסון שכן ניתן יהיה לשדר דרכו אותות חשמליים לשרירים מסוימים. החוקרים גם השתמשו בחומר לבניית רובוט שוחה רך דמוי הדג טריגון (stingray). הם צופים יישומים רבים נוספים, בביו-אלקטרוניקה ובשטחים אחרים. למשל מדבקה עבור המוח שתכלול חיישנים לצורך עיבוד אותות, התקנים לבישים להפקת אנרגיה להפעלת מכשור אלקטרוני, או צגים גמישים הניתנים למתיחה. מאמר מדעי על המחקר פורסם בכתב העת המדעי המוביל "נייצ'ר":

An electrically conductive silver–polyacrylamide–alginate hydrogel composite for soft electronics, www.nature.com/articles/s41928-021-00545-5

The material was used in the wings of this swimming soft-bodied robotic stingray. Soft Machines Lab

בעולם הרובוטיקה למתכת יש יתרונות רבים: חוזק, אריכות ימים ומוליכות חשמלית. אבל יש להן חסרונות מובנים: כובד וקשיחות, דבר המקשה לשימוש במערכות נישאות או במחשוב לביש. לעומת מתכת, ג'לים הם חומרים רכים וגמישים, אך אין להם תכונות מוליכות טובות. חוקרים באוניברסיטת קרנגי-מלון בארה"ב (CMU) פיתחו ג'ל המורכב מכסף בעל תכונות מוליכות טובות ועדיין וגם גמישות. הג'ל מורכב מפיתית כסף בגודל של מיקרון (6-10 מטר) המוטמעים בג'ל עשוי polyacrylamide-alginate. אותם פיתיתים עוברים תהליך ייבוש מיוחד אשר מסדר אותם בצורה שמחד גיסא הם מוליכים חשמל, ומאידך, משמרים תכונות של גמישות. לאחר שהחומר עבר ייבוש חלקי, פיתית הכסף התחברו זה לזה ויצרו רשתות שהתפרשו בתוך מטריצת ההידרוג'ל. רשתות אלה מוליכות חשמל וגם עמידות בעיוותים מכאניים, כלומר הן נשארות מוליכות חשמל גם אם מותחים, מכווצים, או מכופפים אותן. את החומר המרוכב הזה ניתן להדפיס בתהליכים כמו ליתוגרפיה וניתן לייצר אותו בצורות וגדלים שונים. החוקרים כבר השתמשו בחומר זה ליצירת אלקטרודות המותקנות על העור, כדי לגרום לגירוי השרירים

טכנולוגיות



72

עקיבה אחר אטומים בזמן אמת תוביל לייצור משופר של חומרים דו- ממדיים

[Following atoms in real time could lead to better materials design](#)

12 באפריל 2021

יש להם מגוון רחב של יישומים פוטנציאליים, החל מביו-חיישנים ועד מיחשוב קוואנטי. אבל כדי לממש את הפוטנציאל יש צורך בכיוון מדויק של תכונותיהם, ע"י תהליך גידול מבוקר. היכולת לנטר את התהליך נותנת לחוקרים אפשרות לבקרה משופרת, וזאת בטמפרטורות רגילות.

החוקרים השתמשו בטכניקה הנקראת 'helium spin-echo' שפותחה באוניברסיטת קיימברידג' ב-15 השנים האחרונות. היא דומה לדימות MRI, אבל משתמשת באלומה של אטומי הליום כדי "להאיר" את משטח המטרה.

מאמר מדעי:

Jack Kelsall et al, Ultrafast Diffusion at the Onset of Growth: O/Ru(0001), *Physical Review Letters* (2021)
[DOI: 10.1103/PhysRevLett.126.155901](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.155901)

[טכנולוגיות](#)

בעזרת טכניקה הדומה ל-MRI, חוקרים מאוניברסיטת קיימברידג' בבריטניה הצליחו לעקוב אחר תנועת אטומים יחידים בזמן אמת, ולראות איך הם יוצרים יחד חומרים דו-ממדיים, כלומר שכבות בעובי של אטום אחד. מהירות האטומים הייתה גדולה ב-8 סדרי גודל מזאת שמיקרוסקופים קונבנציונליים יכולים להתמודד איתה. תוצאות המחקר עשויות להוביל לבניית סוגים חדשים של חומרים והתקנים קוואנטיים. לחומרים דו-ממדיים כגון גראפן (graphene) יש פוטנציאל לשפר ביצועים של התקנים שונים, הודות לתכונות ייחודיות שלהם כגון מוליכות וחוזק יוצאי דופן.

73

איכון מקור קול בהשראת אוזני עטלף

15 באפריל 2021

[Researcher uses bat-inspired design to develop new approach to sound location](#)

עטלפים מנווטים בעזרת "איכון הד" - echolocation, ע"י פליטה רציפה של קולות אולטרה-סאונד והאזנה להם. השוואת הצלילים המוחזרים ידועה בשם "אפקט דופלר", אשר פועל באופן שונה באוזניים אנושיות. אוזני העטלף משוכללות יותר. החוקרים עבדו על מודל של מקלט יחיד ותדר יחיד, יחד עם ניסיון לחקות את יכולת העטלף להזיז את האוזן. הם בנו אוזן רכה סינתטית בהשראת זן מסוים של עטלף וחיברו אותה לחוט ומנוע פשוט, ודאגו שהאוזן תנפנף בזמן שהיא קולטת קול. אוזני העטלף המסוים הזה מאפשרות טרנספורמציה מורכבת של גלי הקול, כך שהמודל הטבעי היה בחירה הגיונית. הטרנספורמציה מתחילה בתנועה ושינוי הצורה של האוזן החיצונית כשהיא קולטת את הקול, ליצירת צורות קליטה מרובות המתעלות את הקולות אל תוך האוזן.

חוקרים במכון הטכנולוגי של וירג'יניה פיתחו בהשראת אוזני עטלף טכנולוגיה לאיכון של מקור קול. היא מבוססת על אולטרה-סאונד ומדויקת יותר מטכנולוגיה קודמת שהתבססה על אוזן אדם.

מאמר מדעי:

Integration of deep learning and soft robotics for a biomimetic approach to nonlinear sensing, Nature Machine Intelligence (2021). DOI: [10.1038/s42256-021-00330-1](https://doi.org/10.1038/s42256-021-00330-1)



טכנולוגיות

האתגר הגדול של החוקרים היה פיענוח האותות הקוליים המתקבלים במודל כזה של מקלט יחיד ותדר יחיד. החוקרים מיקמו את האוזן מעל מיקרופון ויצרו מנגנון הדומה לזה של העטלף. הפיענוח נעשה בעזרת למידת מכונה ע"י רשת עצבית עמוקה אשר "למדה" לספק את כיוון המקור על סמך ההד המוחזר (פרטים נוספים בכתבה המקורית). לדברי החוקרים, הושגו ביצועים טובים יותר מכל טכנולוגיה קודמת, ובהרבה פחות מאמץ. הם מקווים שיהיו שימושים מעשיים במגוון תחומים, לרבות בתחום הביטחוני.

74

אנודה ניסיונית הגדילה פי שלושה את הקיבולת של מצברי ליתיום

11 במארס 2021

[Experimental microsphere anode triple capacity of lithium batteries](#)

חומרים שיחליפו את אנודת הגרפיט, ואשר יציעו ביצועי מצבר משופרים. בעזרת טכניקה הנקראת ultrasonic spray pyrolysis שבה מייצרים ערפל של יונים ממתכות מיוחדות ועל ידי אידיוי המים מהערפל בעזרת טמפרטורות גבוהות, הצליחו החוקרים לייצר כדורים זעירים ביותר וחלולים בעלי מבנה פרוזי, אשר משפרים את ביצועי המצבר.

אנודה חדשה זו שולבה במצבר ליתיום ובמהלך הניסויים גילה צוות המחקר מספר שיפורים בביצועי המצבר. האנודה החדשה הגדילה פי כמה את הקיבולת ויכולתה של האנודה החלולה נשמרו גם אחרי 1,000 מחזורי טעינה. מבנה האנודה החדשה גם ממתן את שינויי הנפח הקורים בזמן הטעינה וכך מסייעים לפעולה יציבה של המצבר למשכי זמן ארוכים ביותר.

מדענים רוסים הצליחו להגיע לתכנון סוללה המבטיחה שיפור בביצועים, במיוחד היכולת להגיע לקיבולת אנרגיה הגדולה פי שלושה מהפתרונות הקיימים כיום. פריצת הדרך הושגה על ידי החלפת החומרים מהם בנויה אחת מהאלקטרודות בכדוריות זעירות ביותר (בגודל ננו) וחלולות, המאפשרות להגדיל את כמות המטען בסוללה וגם להשיג יציבות הפעלה למשכי זמן מרשימים.

מצברי ליתיום משמשים כמקור אנרגיה חשמלית עבור יישומים רבים החל בטלפונים חכמים, מחשבים ניידים ועד מכוניות. האנודה במצברים אלה בנויה מגרפיט ומהווה את האלמנט בו מתמקדים מדענים כדי לשפר את ביצועי המצברים.

חוקרים רוסים באוניברסיטה הנקראת Russia National University of Science and Technology (MISIS) בחנו

כמו תמיד, בסוג זה של מחקרים, תרגום תוצאות ניסוי מבטיחות שנערכו בתנאי מעבדה מבוקרים למצבר היכול להפעיל את הנייד שלנו למשך שלושה ימים, אינה פעולה פשוטה. אבל קיבולת גבוהה ומספר גבוה מאוד של מחזורי טעינה הן תכונות מבוקשות כאשר מדובר בדור הבא של מצברים, כך שמחקר זה פותח עוד מסלול בדיקה עבור מדענים הפועלים בתחום.

[טכנולוגיות](#)

לדברי עורך המחקר Evgeny Kolesnikov, האנודה בנויה מכדוריות פורוזיות זעירות וחלולות של מבני-ננו (nanostructure) מחומר המורכב מהאלמנטים הבאים: $(\text{Cu } 0.4\text{Zn } 0.6\text{Fe } 2\text{O } 4)$. כך הגדילו פי שלושה את קיבולת המצבר לעומת הקיים בשוק. בנוסף הוגדל מספר מחזורי הטעינה פי חמישה לעומת שיטות מבטיחות אחרות המנסות להחליף את אנודת הגרפיט. שיפור זה הושג הודות לצירוף המיוחד של מבנה הננו והחומרים המרכיבים אנודה זו.

עדשת MWIR חדשה

75

13 באפריל 2021

את העדשה עד 65 אחוז, מה שמאפשר לה להשתלב במגוון מוצרים צבאיים שנזקקים לעדשות איכותיות מבלי לחרוג ממגבלות קשיחות של נפח ומשקל. הכתבה מתארת כיצד העיצוב ה"מקופל" של העדשה בתצורה הטכנולוגית החדשה, מאפשר לה ביצועים אופטיים גבוהים במיוחד.

לכתבה צורף סרטון שיווקי על העדשה:

www.youtube.com/watch?v=0PGGuo8F3t0&t=4s

[טכנולוגיות](#)

[MKS Launches New Lens](#)

חברת MKS הכריזה על עדשה חדשה, Ophir, כחלק מסדרת העדשות שלה בשם LIGHTIR. העדשה מיועדת לאורכי גל בתחום MWIR. מדובר בעדשת דימות תרמי קומפקטית עד לגודל $10\mu\text{m}$, ומתאימה לגלאים קומפקטיים. השימוש בעיצוב אופטיקה "מקופל" מקטין

טורבינת רוח קומפקטית ליצירת חשמל, נישאת אדם, קלה להצבה

76

9 במרץ 2021

אבל Wind-Catcher הינה טורבינת רוח מוקטנת, קלה להצבה ואדם אחד יכול לשאת אותה. היחידה, השוקלת רק 10 ק"ג, מיוצרת על ידי חברת הזנק דנית הנקראת KiteX, החברה, אשר בעבר כבר הוציאה לשוק את Vaavud, מד מהירות רוח משולב נייד חכם, פיתחה את טורבינת הרוח החדשה.

החברה טוענת שאדם אחד יכול לבצע התקנה של המערכת תוך 15 דקות. היחידה בנויה בעיקר ממוטות

[Portable Wind-Catcher Turbine pops up in claimed 15 minutes](#)

טורבינות רוח הן מקור טוב לאנרגיה מתחדשת, אבל בדרך כלל מדובר ביחידה הכוללת מבנה גבוה וכבד שמשמעותו מבנה קבוע.

למי שמעוניין, Wind-Catcher הוא חלק ממיזם מימון המון ב-Kickstarter. במידה שייכנס לייצור, התחייבות של 1,182 דולר תבטיח לך את היחידה של 200 וואט והתחייבות של 1,758 דולר נדרשת ליחידה של 600 וואט. **הערת עורך הידיעה:** זה עשוי להיות פתרון לאספקת חשמל ליחידה צבאית קטנה מבודדת, ללא צורך בגנרטורים הצורכים דלק ומקימים רעש.

The Wind Catcher is presently on Kickstarter. KiteX



טכנולוגיות

פיברגלס משתלבים ומפלסטיק ממוחזר. מה שמייצב את היחידה הם שלושה כבלים המחוברים לראש התורן ומחוברים למוטות התקועים בקרקע. קוטר הטורבינה הוא ארבעה מטר והגובה המרבי של היחידה הוא 6 מטר. ניתן להזין את ההספק החשמלי המיוצר ישירות ליחידה הצורכת, אבל הרעיון הוא להטעין יחידת צבירה, לשימוש מאוחר יותר. ניתן להשתמש ביחידה ליצירת חשמל בשטח או בשימוש ביתי כאשר היחידה משתלבת ברשת החשמל. כאשר צפויה סופה ניתן לקפל את המערכת כדי שלא תינזק.

היצרן מציע שני דגמים של Wind-Catcher, אחד המפיק 200 וואט כאשר הרוח נעה במהירות 5.5 מטר לשנייה והשני מפיק 600 וואט כאשר מהירות הרוח היא 7.5 מטר לשנייה. היחידה הקטנה מיועדת לטעינת מחשבים ניידים, מקרר קטן או מספר נורות. היחידה הגדולה מיועדת יותר לטעינת אופניים חשמליים או הפעלת כלי עבודה חשמליים.



03-6976081

