

## פרק ב'

### אפיון ודרישות מחקר בנושא מערכת AI למימוש יצירת אלומה, עקיבה ואיתור/חסימת מפריע

1. המזמין פונה בזאת בבקשה לקבלת הצעה לביצוע מחקר בנושא מערכת AI, למימוש יצירת אלומה, עקיבה ואיתור/חסימת מפריע (להלן: "המחקר").
2. המציע מתבקש להעביר, כחלק מהצעתו, את הפרטים הבאים:
  - א. מענה הולם לנושאי המחקר המבוקשים כפי שמופיעים במסמך הצעת המחקר.
  - ב. הצגת לוחות-זמנים והערכת עלויות לשלבים השונים במחקר, לפי מסמך הצעת המחקר.
  - ג. הוכחת מומחיות וידע בנושאים הרלוונטיים למחקר ( יש לצרף הפניות למחקרים ומאמרים שפורסמו בתחומים הרלוונטיים למחקר, לדוגמא אלגוריתמיקה, AI, ניתוח אותות וכו').
  - ד. פירוט ציודי הבדיקה, החומרות ושפות התוכנה בהן יעשה שימוש לפחות עד אבן הדרך הראשונה.
  - ה. ככל שקיימות, על המציעים לכלול בעלות כל אחת מאבני הדרך המפורטות בפרק ג', גם עלויות רכש (או לחלופין שכירה) הנדרש למחקר - לדוגמא חומרות רדיו וציוד מחשוב, וכן כל הוצאה אחרת הנדרשת לטובת ביצוע אבן הדרך.

**מערכת AI למימוש יצירת אלומה, עקיבה ואיתור/חסימת מפריע**

**נושאי המחקר:**

- מערכות תקשורת מבוססות AI .
- מימוש אלגוריתם AI למערכת תקשורת.
- מתארי תקשורת.
- אלגוריתם AI למערך אנטנות מבוסס Beamforming .
- סוג התקשורת האופינית – 5G (סלולאר דור חמישי).
- איתור אות מפריע וחסימתו/צמצומו בעזרת Null Steering .

**רקע טכנולוגי:**

- AI (Artificial Intelligence) בינה/אינטליגנציה מלכותית, היא שם כולל לאוסף דיסציפלינות מתחום מדעי המחשב שמטרתן לדמות את אופן המחשבה האנושי ולהציג יכולות שעד כה אפיינו את הבינה האנושית בלבד. התחום החל את דרכו בשנות ה-50 כתחום ניסיוני ומאז מהווה בסיס למחקרים רבים, ויישומים טכנולוגיים. אלגוריתמים מבוססי רשתות העמוקות (Deep learning) קיימים היום בכל ענף מדעי אפשרי בין היתר, בתחום הקליטה והשידור. רשתות קונבולוציה עמוקות משמשות בתחום התקשורת לסיווג אוטונומי ואינטליגנטי של הדמיות מכ"מ. אלגוריתמים נוספים אחראים לשחזור תמונות בתחום ה-Microwave. מאמר שפורסם בשנת 2020 בעיתון Nature מתאר שימושים בשיטות אלו, במטרה לייצר הסוואה בתחום גל זה, ללא התערבות אנושית. (Deep-learning-enabled self-adaptive microwave cloak without human intervention).
- 5G תקן טכנולוגי לתקשורת סלולרית המתאפיין בקצב נתונים ורוחב פס גבוה מזה המוכר מדור 4. דור 5 יאפשר שימוש נרחב בטכנולוגיית IoT וכן בתחום הבינה המלאכותית. טכנולוגיית דור 5 פועלת בשיטת התאים כמו הדורות הקודמים, קצב השידור המוגבר של רשתות מדור 5 מושג באמצעות שימוש בגלי רדיו בתדר גבוה (גלים מילימטרים).

- שילוב בין הטכנולוגיות יאפשר ליצור תקשורת מתקדמת בעלת קצב נתונים גבוה, ותאפשר בעזרת אלגוריתם אדפטיבי להתגבר על מתארים מורכבים כדוגמת מפריעים או שינויים בתנאי הסביבה.

### הבעיה:

במתארי תקשורת נדרשים שינויים תכופים באופייני השידור, על מנת לעמוד בתנאי סביבה משתנים. (תנועה, אלמנטים מפריעים, חסימות פיזיות ואלקטרוניות וכדומה). התבססות על מערכי שידור וקליטה סטטיים, שנקבעים מראש על פי מודלים סטטיסטיים, לרוב לא תיתן מענה נדרש לשינויים בתנאי השידור ותרחישים משתנים. יתרה מזאת, בתרחישים קשים של מטרות ניידות (כדוגמת רחפניים) לא ניתן לחזור מראש את ציר התנועה או מפריעים (מזדמנים או מכוונים) במסלול התקשורת. כיום מענה לבעיות אלה דורש פתרון טכנולוגי מורכב בשל כמות ואופיין השונה של הפרמטרים הנדרשים.

### האתגר הטכנולוגי:

פיתוח אלגוריתם AI לטובת מערכת לעיצוב אלומת תקשורת אופטימלית בצורה אדפטיבית ע"י נתוני QoS.

### תוצרי המחקר הסופיים:

- הוכחת עמידה באבני הדרך, ע"י ניסויים מדמים למתארי התקשורת שהוצגו (מתווה הניסויים יאושר אל מול הלקוח).
- אבני הדרך יבטאו התפתחות במענה לסיבוכיות עולה במתארים השונים (אלמנט תקשורת סטטי/נייד, ריבוי אלמנטים וכדומה).
- קוד אלגוריתם AI העונה לבעיות שהוצגו, ממומש על בסיס Tiny AI (רכיב המיועד למערכות קצה דלות הספק, דוגמא: רחפן).

### דרכי פעולה:

- בניית מערך ניסוי לטובת מבחן מימוש אלגוריתם AI.

### מימוש:

- שימוש במערכת אנטנות מסחרית קיימת מסוג Beamforming בתקשורת 5G, בתדרים מ"מ.
- ציוד בדיקה רלוונטי: Signal Generator, Spectrum Analyzer. תיידרש בדיקה גם ברמת הרדיו וגם ברמת תקשורת הנתונים.
- אבני דרך (פירוט בסעיף הבא) למדגימים טכנולוגיים ע"י ניסויים. אבני דרך אלו נותחו כרלוונטיות כמענה למתארי תקשורת מסחריים אפשריים.

## אבני דרך:

- (1) מתאר אורבני- מענה אוטומטי למבנה אלומה מיטבי עבור כל אחד מהתאים הסלולאריים הרלוונטיים בדור 5, תצורה סטטית (fixed wireless)
- (2) מתאר ניהוג כלים ב-LOS (line of sight), יכולת עקיבה אחרי אלמנט תקשורת בתנועה.
- (3) מתאר ניהוג כלים ב-LOS, כולל יכולת התמודדות עם מפריעים בעזרת null steering.
- (4) מתאר ניהוג כלים ב-LOS, כולל יכולת התמודדות עם מפריעים בעזרת המלצה על תדר מומלץ.
- (5) מענה דו כיווני - כלומר יכולת AI גם בתחנת הבסיס וגם באמצעי הקצה (למשל רחפן בלתי מאויש). מימוש בתנאי NLOS (near line of sight).
- (6) מענה ללהק כלים, יכולת AI בתחנת הבסיס בלבד מימוש בתנאי NLOS.
- (7) מענה ללהק כלים, יכולת AI בתחנת הבסיס וגם באמצעי הקצה, מימוש בתנאי NLOS.