



## חברה חכמה - תכנית הרובוטיקה הלאומית

### 1. רקע

תחום הרובוטיקה זוכה בחמש השנים האחרונות לתשומת לב רבה מצד אנשי כלכלה ותעשייה, טכנולוגיה, דרגי ממשל ואף סוציולוגיה. במדינות רבות, בראשן מעצמות תעשייתיות כמו יפן, צרפת, אנגליה, ארצות הברית וקוריאה, סומן התחום כענף דגל של קידומו פותחו תכניות מ"פ לאומיות והוקצו משאבים מתאימים. העניין ברובוטיקה הוא חלק מעיסוק של מדינות אלה בתכנון עתידן החברתי והכלכלי כאשר ההתמקדות ברובוטיקה נובעת מהכרה בתחום ככזה העשוי להביא לשיפור באיכות החיים של האוכלוסייה וכן כמנוף לצמיחה כלכלית. המרכזיות לה זוכה התחום נובעת מהכרה בהיותו ענף שיאפשר כבר בעתיד הקרוב שיפור באיכות החיים במגוון תחומים - דוגמת תחבורה, רפואה וסיעוד. העניין הכלכלי בפיתוח רובוטיקה מתמקד ברובוטיקה כתחום שיביא לשיפור בכושר התחרות של התעשייה וכן כענף טכנולוגי העומד בפני עצמו.

הכניסה של גוגל, אמזון, ואפל לתחום הרובוטיקה, באמצעות רכישת חברות טכנולוגיות מובילות בתחום, מצביעה על שלב חדש בהתפתחות העסקית של התחום. התכניות הלאומיות מעריכות פוטנציאל עסקי לענף בהיקפים של מאות מליארדי דולרים כבר בסוף העשור הנוכחי. התכנית היפנית למשל צופה כי עד שנת 2035 יגיע השוק היפני לבדו להיקף של 100 מיליארד דולר.

### 2. רובוטיקה – יישומים

לאחר עשרות שנים בהן עיקר הפעילות בתחומי הרובוטיקה הייתה ממוקדת בעיקרה בתחומי האוטומציה התעשייתית, ניכרת בשנים האחרונות התפרסות רחבה לתחומי יישום מגוונים. עיקר השינוי נובע מטכנולוגיות רבות שהגיעו לבשלות ומאפשרות יישומים חדשים או כאלה שלא היו כדאיים.

תחומי יישום בהם ניכרת מגמה עולמית של התבססות תחום הרובוטיקה

- ביטחון ואבטחה – מתמקד בכלים בלתי מאוישים וכלים אוטונומיים: אוויר, יבשה, ים ותת ים וכן להגנת גבולות ומתקנים
- רפואה – כירורגיה רובוטית, מערכות ניטור
- רווחה אישית – אמצעים רבים לסיוע לאנשים בחיי היום-יום כגון: ניקיון, שמירה, שינוע, עבודות גן
- סיעוד – סיוע לאנשים מוגבלים, תמיכה בבני הגיל השלישי,
- חקלאות – "חקלאות מדויקת", ביצוע פעילויות פיזיות.
- תחבורה – תחבורה עירונית אוטונומית, רכבים אוטונומיים,
- אנרגיה – איתור והפקת גז, שליטה ברשת החשמל (יצור, הפצה, תחזוקה)
- אוטומציה תעשייתית – מיכון ייצור, מערכות בדיקה ומערכות מיון אוטונומיות
- חינוך – כלי מרכזי בחינוך למדע וטכנולוגיה

### 3. טכנולוגיות

התרחבות תחום היישומים הרובוטיים לגזרת פעילויות כה רחבה נובעת בראש ובראשונה מהגעתן של טכנולוגיות שונות לבשלות יישומית (בדרך כלל מסיבות שאינן קשורות לעולם הרובוטיקה). להלן רשימה חלקית של טכנולוגיות אלו:

- יכולות מזעור המאפשרות בניית סנסורים ואקטואטורים קטנים ומורכבים (MEMS) ו (NEMS)
- יכולות חישוב מהירות ובכמות נתונים גבוהה מאד
- טיפול בבסיסי נתונים עצומים
- אלגוריתמים מתקדמים לעיבוד אינפורמציה
- מערכות לומדות/קוגניטיביות
- ניווט מתקדם
- תקשורת רחבת סרט קומפקטית
- מערכות מתקדמות לקבלת החלטות
- טכניקות מתקדמות של ממשק אדם מכונה.

מגמות אלו מאפשרות תכנון מערכות רובוטיות בעלות מורכבות מכנית גבוהה, יכולות אוטונומיות גבוהות וממשקים אופטימליים עם בני אדם בעלויות סבירות.

#### 4. תכניות לאומיות בתחום הרובוטיקה

התכניות הלאומיות המובילות שונות בהיקפן ובאופיין, מבחינת מגוון הנושאים והכוונתם. כולן באות להתמודד עם מאפייניו היחודיים של המו"פ בתחום הדורשים גישה רב תחומית הכוללת שילוב בין תוכנה וחומרה וכן שיתוף פעולה בין גורמים רבים בתעשייה ובאקדמיה. מדובר בפרוייקטים מורכבים של מו"פ בין שותפים רבים, המתאפיינים במסגרת זמן ארוכה מהמקובל בסקטור העסקי. התכניות הלאומיות לקידום הרובוטיקה עוסקות בקידום מבני שת"פ בינתחומיים. התכנית הגדולה ביותר מבחינת היקפה היא זו של האיחוד האירופי, הכוללת קרן בהיקף של 2.8 מיליארד יורו, המוקצים במתאר המזכיר את תכנית המו"פ הכללית של האיחוד. התכנית היפנית מיוני 2014 מכריזה על "Robot Revolution" כמנוע שיניע את כלכלת יפן. התכנית היפנית מתמקדת בפיתוח רובוטיקה תעשייתית, ענף שכבר כיום מגלה בו יפן מובילות עולמית, וכן פעילויות משלימות בתחום החינוך דוגמת התכנית לקיים ביפן "Robotics Olympics". התכנית של דרום קוריאנה דומה במאפייניה לזו היפנית והיא מתוקצבת ב-2.7 מיליארד דולר. התכנית הקוריאנית מלווה בחוק הרובוטיקה שנחקק כבר ב-2008 שמגדיר חזון כללי למקומם של רובוטים בחברה העתידית ומפת דרכים למימוש של חזון זה.

התכניות של ארה"ב, צרפת ואנגליה מצומצמות יותר ובהיקפן ובמקומן ביחס ליעדים לאומיים אחרים אך הן גם חופשיות יותר מבחינת הכוונת מו"פ. התכנית האמריקאית תוקצבה בשנת 2011 ב-500 מיליון דולר והיא מקצה סכומים קטנים יחסית, עד מיליון דולר, למספר גדול של פרויקטים מגוונים. היוזמה האמריקאית בתחום הרובוטיקה היא חלק בתכנית גדולה יותר, בהיקף של 2.5 מיליארד דולר, המיועדת לפיתוח אמצעי יצור מתקדמים.

#### 5. רובוטיקה בישראל

הפעילות התעשייתית הרלבנטית לתחום הרובוטיקה בארץ ניתנת לחלוקה לשלוש קטגוריות:

- תעשיות רובוטיקה – תעשיות שעיקר פעילותן והמוצרים העיקריים הם מוצרים רובוטיים. חלקם בתחום הרפואי, חלקם בתחומי הרווחה האישית וחלקם בתחומי החקלאות. דוגמאות: מזור, פרינדלי רובוטיקס, מיטרוניקס, ארגו מדיכל.
- תעשיות מרכזיות המשלבות בסלי המוצרים שלהם מוצרים ומרכיבים רובוטיים. בקטגוריה זו ניתן לכלול את כל התעשיות הביטחוניות (רפאל, תע"א, אלביט, תע"ש ועוד) ותעשיות מתחום ה-Machine Vision (אפלייד מטריאלס, KLA Tencor, אורבוסק).
- תעשיות המפתחות טכנולוגיות רלבנטיות לתחום הרובוטיקה אבל ליישומים אחרים. מדובר בתחומי: אלקטרואופטיקה, סנסורים, עיבוד והבנת תמונה, טיפול בבסיסי נתונים גדולים, תקשורת, ניווט ועוד.

בסך הכל מדובר בפעילות עניפה של אלפי שנות אדם אשר יש לה פוטנציאל להפוך בניהול נכון לבסיס איתן לתשתית רובוטית ישראלית חזקה.

הפעילות האקדמית קיימת ברב אוניברסיטאות המחקר ובחלק מהמכללות ההנדסיות. בהערכה גסה, יותר מ 30 חוקרים עוסקים בתחומי הרובוטיקה השונים.

ככלל יש לציין כי למרות הפעילות העניפה, פעילות זו אינה מתואמת בין הגורמים השונים ובודאי שאינה מוכוונת להשגתם של יעדים לאומיים.

## **6. רובוטיקה וחינוך**

במערכת החינוך הישראלית, במסגרות פורמליות ואפורמליות, מעורבים אלפי תלמידים בחוגים בקורסים ובתחרויות שונות בתחום הרובוטיקה.

מערכת החינוך זיהתה את תחום הרובוטיקה כגורם בעל השפעה רבה על בחירת בני הנוער במסלולי לימוד מדעיים/טכנולוגיים.

במסגרת תכניות בינלאומיות לגילאים שונים זוכים נציגי ישראל להישגים ברמה הגבוהה ביותר.

7. נייר זה מתאר מתווה מדיניות מוצע לעידוד התפתחות בישראל של מו"פ הקשור ברובוטיקה. תכנית זו מבוססת על דיון שהתקיים ב-13.4.15 במשרדי המולמו"פ בתל אביב בו נטלו חלק משתתפים העוסקים בהיבטים שונים הנוגעים לנושא. המתווה המוצע נבנה כך שיתאים לתנאים ולנסיבות המתקיימים בישראל מבחינת תשתיות הידע, המחקר והתעשייה, שיתאים לנסיון העצום שהתפתח בארץ בתחום ה-IT וכן למאפייניה הצנועים של ישראל בתחומים כגון תעשייה כבדה ותעשיית מכונות, תחומים שקיבלו מקום מרכזי בתכניות רובוטיקה לאומיות ביפן ובדרום קוריאה. התכנית כוללת התייחסות למרכיבים רבים, בהם חינוך משלב בית הספר היסודי, עידוד מחקר בסיסי ומו"פ וקידום השקעות ועניין מצד התעשייה והסקטור העסקי. המתווה המוצע נועד להביא להתפתחות של "אקו סיסטם" סביב תחום הרובוטיקה שיעודד התפתחות אורגנית על בסיס התעניינות מחקרית, יזמית ועסקית, תנאים המתקיימים כיום סביב ענף ה"היי-טק" וזוכים להתעניינות עולמית.

## **8.המלצה**

אנו קוראים לגיבושה של תכנית לאומית בתחומי הרובוטיקה והמערכות האוטונומיות:

"חברה חכמה – יוזמת הרובוטיקה הישראלית" Intelligent society : The Israeli Robotics Initiative

## מטרת התכנית

- פיתוח יכולות מחקריות ותעשייתיות שיאפשרו מתן פתרונות בתחומים שונים של הכלכלה והחברה הישראלית
- הטמעת הפתרונות בכלכלה ובחברה
- יצירת מנוע צמיחה כלכלי שיהווה פוטנציאל ליצוא
- מיצוב המחקר התיאורטי והיישומי הישראלי בתחומי הרובוטיקה כמוביל ברמה הבינלאומית.
- עידוד וחזוק החינוך הטכנולוגי ברמת בתי הספר בארץ

## מרכיבי התכנית

1. התנעה של 5 מיזמים מבוססי טכנולוגיה רובוטית בתחומים הבאים:
    - בריאות
    - תחבורה
    - רווחה אישית וסיעוד
    - אוטומציה תעשייתית
    - ביטחון ואבטחה
  - 1.2 1.1 תוצר כל מיזם יהיה פתרון מערכתי חדשני אשר יהווה קפיצת דרך מבחינה טכנולוגית ו/או מבחינת אפקטיביות הישום.
  - 1.3 בכל מיזם יתקיים שילוב של תעשיות, אקדמיה, גורמים משתמשים, תלמידים וסטודנטים. במיזם יתבצעו מחקרים אקדמיים, פיתוח תעשייתי ופעילות של הטמעה ויישום
  - 1.4 כל תוצרי המיזם יעמדו לרשות כל הגורמים הרלבנטיים המעוניינים בארץ.
  - 1.5 כל מיזם יידרש לפעילות של שיתוף פעולה בינלאומי בפיתוח והטמעה ולהעסקה של ישראלים חוזרים.
  - 1.6 בכל מיזם תתקיים תחרות שנתית של תלמידים וסטודנטים במתן פתרונות יצירתיים בתחומים הרלבנטיים לכל מיזם.
2. יוקם מכון מו"פ לתחומי הרובוטיקה אשר ישמש בין היתר כמרכז החדשנות הטכנולוגית עבור המיזמים.

3. מדי שנה יתקיים כנס מקצועי בתחום הרובוטיקה בהשתתפות גורמים מובילים מן הארץ ומן העולם.

4. תוקם מנהלת מצומצמת לתכנית הלאומית, תחת האחריות של אחד משרדי הממשלה, אשר תהיה אחראית לגיבוש מדיניות ותכניות ארוכות טווח, לחלוקת התקציבים, לאישור התכניות והבקרה עליהם ולארגון הכנס השנתי. צוות היגוי הכולל את נציגי כל משרדי הממשלה הרלבנטיים ונציגי ציבור יפעל בצמוד למינהלת.

הנייר ודף ההמלצות מתארים את הרעיונות והתובנות שעלו מהדיון וכן מתכתובת, שיחות והתיעצויות שהתקיימו סביבו.

עיבוד ועריכה: אמנון חזקיה, אורי סלונים, חיים רוסו, צבי שילר

## **חברי צוות החשיבה:**

טארק אבו-חאמד, משרד המדע הטכנולוגיה והחלל

יעל אידן, אוניברסיטת בן גוריון בנגב

אלכסנדר איילון, אלביט מערכות

מיקי אלתר, המכון למדיניות ואסטרטגיה, המרכז הבינתחומי

עמי אפלבוואם, KLA

יצחק בן-ישראל, המועצה הלאומית למחקר ולפיתוח, משרד המדע הטכנולוגיה והחלל

ירון דופלט, משרד החינוך

אריק דן, יאסקאווה

אלון וולף, הטכניון

יוסי וולף, רובוטיים

דן וייס, הטכניון

אמיר זיו-אב, זיו-אב הנדסה

אמנון חזקיה, המועצה הלאומית למחקר ופיתוח, משרד המדע הטכנולוגיה והחלל

יעקב משיח, התעשייה האווירית

דוד סטביצקי, אלביט מערכות

אורי סלונים, המכון למדיניות ואסטרטגיה, המרכז הבינתחומי הרצליה

רפי ערבות, רובורופ

תמר פלאש, מכון ויצמן

אודי פלס, פרנדלי רובוטיקס

בני קידר, FIRST ישראל

חיים רוסו, המועצה הלאומית למחקר ופיתוח, משרד המדע הטכנולוגיה והחלל

משה שוהם, הטכניון

צבי שילר, אוניברסיטת אריאל בשומרון

צחי שנרך, לשכת המדען הראשי, משרד הכלכלה