

הלכות: פרופ' אלון וולף

זו ברק, עופר גור, אברי תם

פרויקט תכן מוצר חדש

המנחה: ד"ר חגי במברגר

תיאור המערכת

- שלושה מכלולים עיקריים: סוליות חיישנים גמישות, כרטיסים אלקטרוניים לדגימה ושידור, עיבוד והצגת נתונים

שידור נתונים מסוליה ← פונקציות שפת C בקובץ dll ← ActiveX ← MATLAB



- הסוליות הודפסו מ-PLA גמיש בהן שולבו חוטים גמישים וחיישני כוח פיזורזיסטיביים שמוקמו לפי תוצאות האנליזות

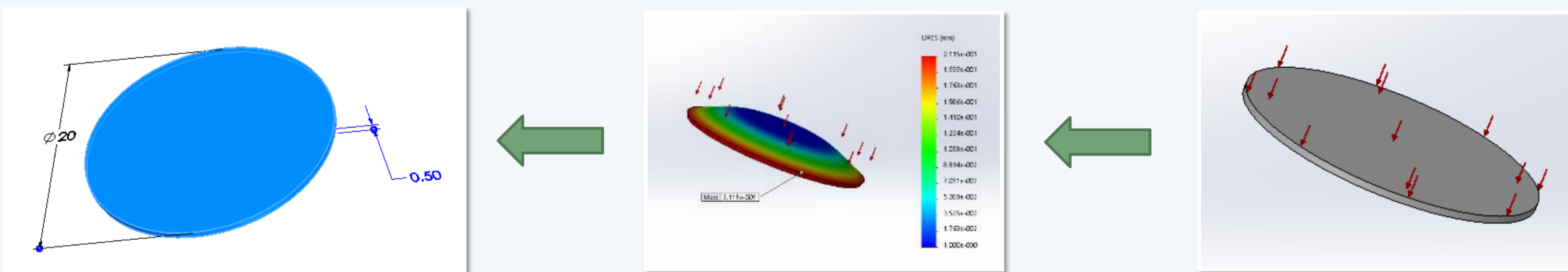


- מכלול האלקטרוניקה נישא המשלב מיקרו מעבד ונגדים משתנים לכיול רגישות החיישנים בשילוב משדר Bluetooth

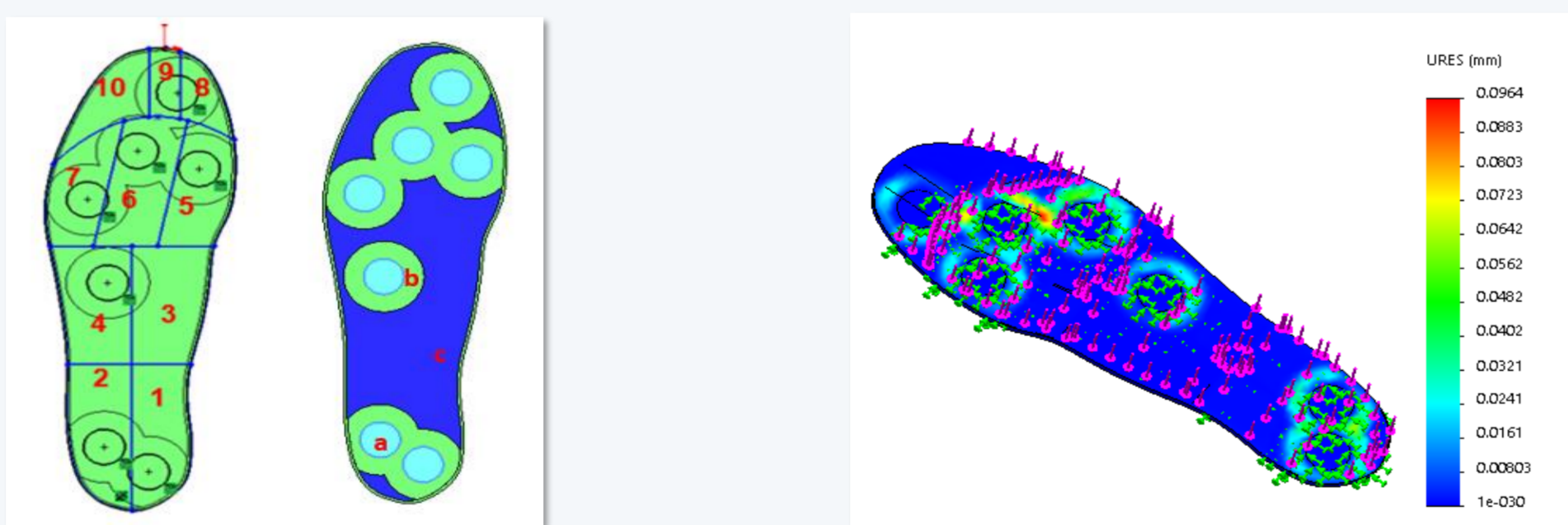


אנליזות וניסויים

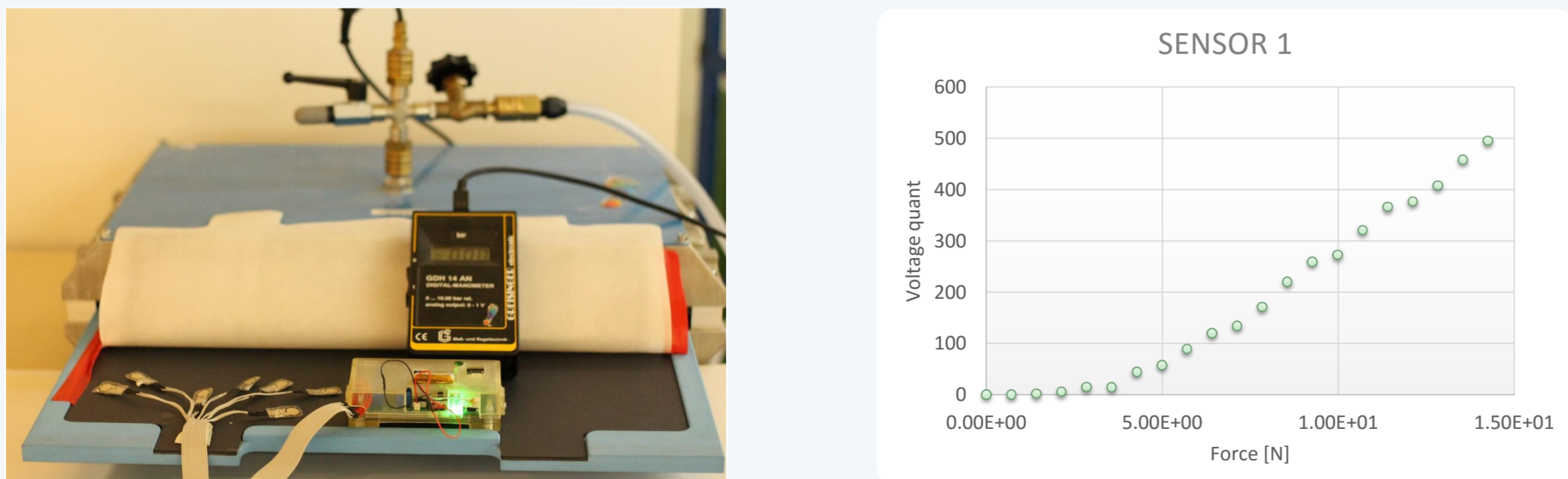
אנליזה למציאת גודל דסקה אופטימלי להגדלת אזור חישה



אנליזה למציאת אחוז הכוח הנקלט במערך של 7 חיישני כוח עם דסקיות: ערך הריאקציה שהתקבל בחיישנים בעזרת סימולציה הינו כ-35% מסך הכוח שהופעל, ובניסוי התקבל כ-20%



כיול המערכת בלחץ אוויר למציאת אופייני החיישנים וקביעת אזורי העבודה הלינאריים
 ערך מתח v_i מומר לערך כוח F_i לפי גרפי כיול שהופקו לכל חיישן ← קבלת וקטור כוחות ← חישוב COP, GATE RATE, DLS



תודות

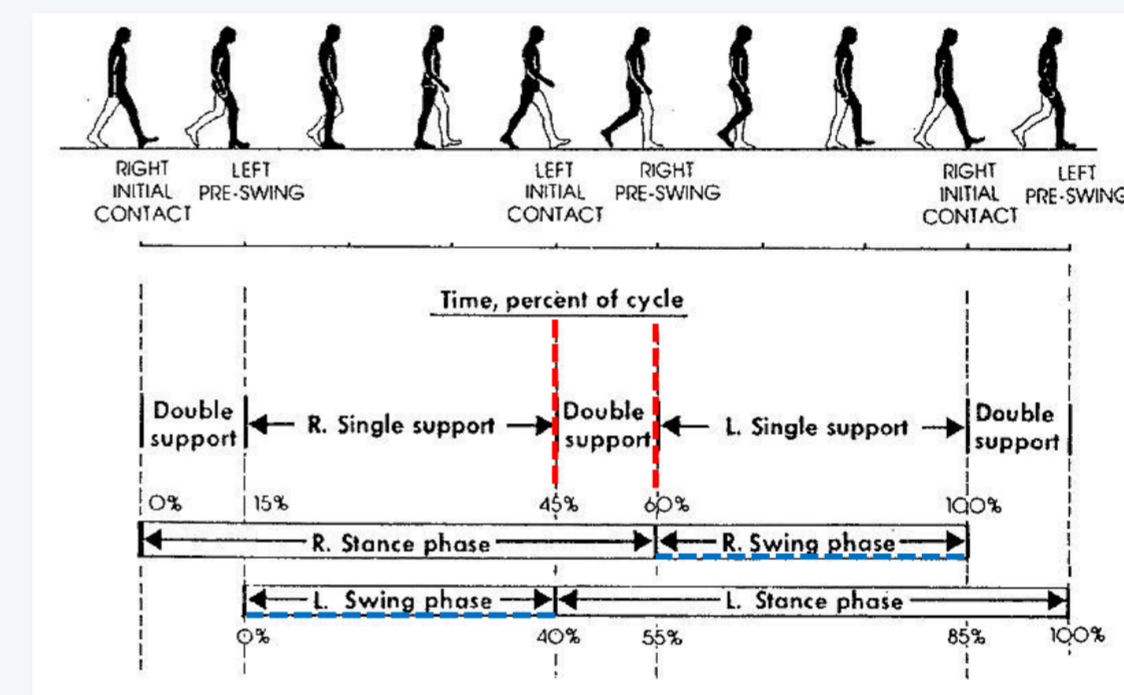
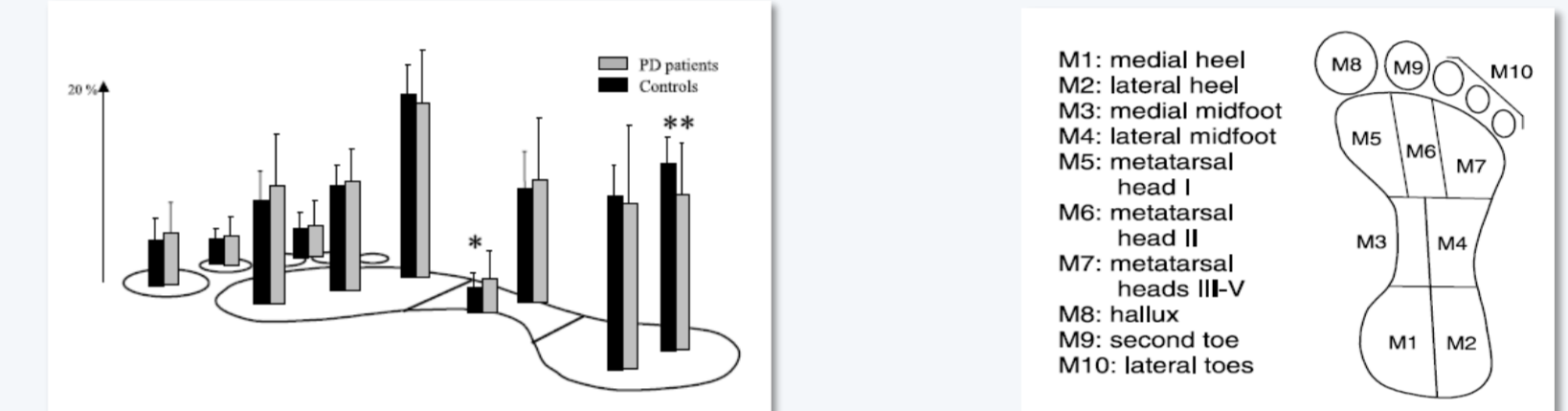
נרצה להודות לאנשים אשר ליוו אותנו במהלך הפרויקט:
 ד"ר חגי במברגר – מרצה הקורס ומנחה הקבוצה
 פרופ' אלון וולף – הלקוח ומזמין הפרויקט
 כפיר כהן צוות המרכז למערכות ייצור ורובוטיקה – תמיכה בייצור החלקים המודפסים
 רחמטולה (רומן) שמשוטינוב וצוות האלקטרוניקה של הפקולטה – על העזרה והתמיכה המקצועית
 ויאצ'סלב סוחנוב – על התמיכה בפיתוח האלגוריתם ומימוש הקוד
 צוות מעבדת BRML – הדר שאוליאן ומונה ח'ורי – על היעוץ והידע התיאורטי בתחומי הביומכניקה

תקציר

- בתחום הביומכניקה יציבותו של הולך רגל ניתנת להערכה לפי מספר פרמטרים, ביניהם מיקום מרכז הלחץ הגיאומטרי הרגעי על כף הרגל (COP)
- פרויקט זה מציג תכן וייצור של אב טיפוס של מערכת לאיסוף נתוני הליכה לצורך ניתוח דפוס השתנות מרכז הלחץ לאורך כף הרגל
- בשוק קיימות מערכות מסחריות דומות, העושות שימוש במאות חיישנים על מנת למפות את הלחץ לאורך מתאר כף הרגל בעת ההליכה. מערכות אלו יקרות מאוד ומבוססות קוד סגור שלא מאפשר גמישות במחקר
- בפרויקט תוכננו וייצרו סוליות גמישות בהדפסה תלת ממדית, בהן משולבים חיישני כוח המחוברים לכרטיס אלקטרוני לביש המשרר את הנתונים בזמן אמת למערכת עיבוד נתונים מרוחקת
- המערכת כוללת תוכנה פשוטה לעיבוד הנתונים וממשק גרפי מבוסס MATLAB GUI
- לשם הגעה לדייק משופר בעזרת מעט חיישנים, נעשה שימוש באלגוריתם השאול מעולם ההדמיה בשילוב ניסויים ובדיקות למציאת משקלו הגיאומטרי של כל חיישן

רקע תיאורטי / מודל

- המערכת תוכננה להתאים לקבוצת מחקר בפרופיל גיל ממוצע של 65 ומידת נעל 42
- על פי הספרות חולק משטח כף הרגל לאזורים אנטומיים החווים עומס משתנה וערכי הכוח בוססו על מחקר שבוצע בהולכי רגל חולי פרקינסון בפרופיל המתאים.
- באזורים החווים כוחות משמעותיים מוקמו 7 חיישני כוח ועל מנת להגדיל ככל ניתן את שטח החישה של כל חיישן, תוכננו דסקיות קשיחות שהוצמדו לחיישנים



- ניתוח פרופיל ההליכה של המשתמש והערכת פרמטרים כגון קצב ההליכה (GATE RATE) וזמן אופייני בו שתי הגפיים התחתונות נוגעות בקרקע (DOUBLE LIMB SUPPORT), בוססו על התיאוריה של חלוקת הצעד לשלבים אופייניים (GAIT)

אלגוריתם למציאת משקל גיאומטרי לשיפור רזולוציה בעזרת מעט חיישנים (שאול ממצלמות גמא)

פתרון – שימוש במידע המגיע מכל חיישן ליצירת ווקטור משקלים W לקבלת מטריצת משקלים W מבצעים כיול: ממקמים משקולת במיקומים ידועים ומקבלים מהחיישנים עוצמות שונות כתלות במיקום. לחישוב מטריצת המשקלים מבודדים את W מהמשוואה ע"י Pseudo inverse:

$$\bar{X}_0 = \bar{F} \bar{W} \Rightarrow \bar{W} = (\bar{F}^T \bar{F})^{-1} \bar{F}^T \bar{X}_0$$

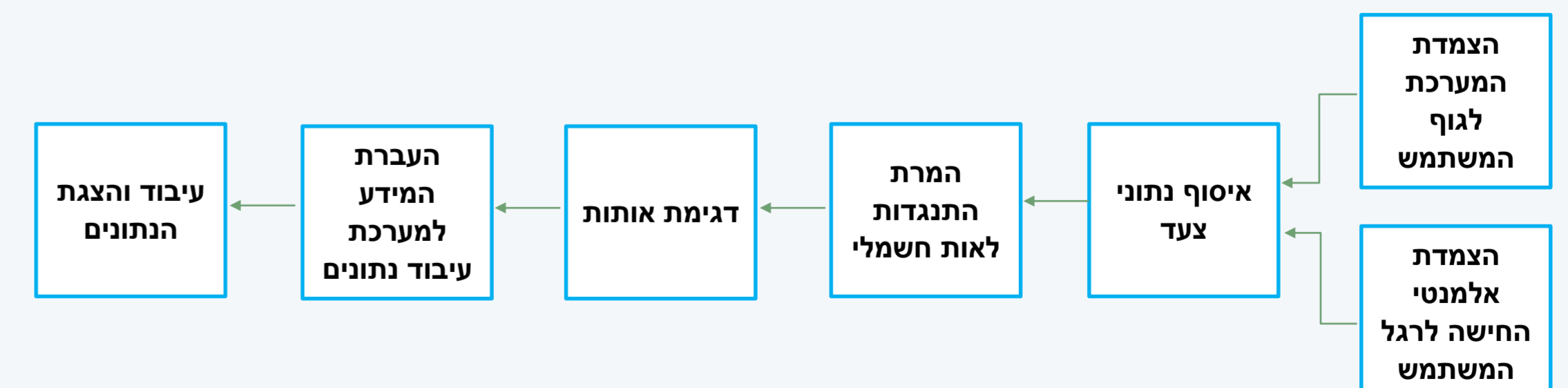
$\bar{X}_0 = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$, $\bar{F} = \begin{bmatrix} \text{Sens}_1 & \text{Sens}_2 & \dots & \text{Sens}_n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \end{bmatrix}$, $\bar{W} = \begin{bmatrix} \text{Weight}_{\text{Sens}_1} \\ \text{Weight}_{\text{Sens}_2} \\ \vdots \\ \text{Weight}_{\text{Sens}_n} \end{bmatrix}$, $X_0 = \text{COP}_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i w_i}{\sum_{i=1}^n f_i w_i}$

דרישות הלקוח / הפונקציות

דרישות טכניות:

- קליטת פרמטרי הליכה מוגדרים ברזולוציה שתאפשר הבחנה בסטיות מוגדרות
- 'קוד פתוח' - אפשרות שינוי תוכנה בלבד
- בדיקה במעבדת החוקר בעזרת יחידת עיבוד, זיכרון וממשק תפעול פשוט לעיבוד נתונים
- התאמה לנעל סגורה בלבד, עם שינוי מינימלי בנעל המשתמש
- ממדי המערכת ומיקומה על המשתמש ישפיעו מינימלית על הפרמטרים הנבדקים על-ידה
- תצוגה גרפית פשוטה לניטור הפרמטרים ואיתור סטייה מעקום COP מוכר

על בסיס דרישות אלו אופיינו פונקציות העבודה העיקריות של המערכת:



האתגרים

- מציאת COP מהימן באמצעות מספר מועט של חיישנים – הגדלת אזור החישה של כל חיישן בעזרת דסקיות, כיול למציאת פונקציית משקלים.
- בקרת התנועה באמצעות חיישני הלחץ – כיול מדויק ואינטגרציה למערכת הדגימה
- פיתוח המערכת סביב מעגל אלקטרוניקה קיים שסופק על-ידי הלקוח
- הדפסת 3D של חומר גמיש – יוצר מספר רב של דגמי אבטיפוס
- מימוש האלגוריתמים ופיתוח ממשק גרפי