**פרויקט גמר – פיתוח תכנה למדרס דינאמי חכם**

\*פיתוח תכנה למדרס דינאמי חכם, בשיתוף הנדסת מכונות (אחראים על ייצור החומרה ותפקודה), והמחלקה לפיזיותרפיה.\*

**רקע לפרויקט:**

מדרסים אורתופדיים מותאמים הפכו למוצר בעל דרישה רבה בשוק, אך יעילותם לא תמיד מוכיחה את עצמה, והשיטות ליצירתם לפעמים בעיתיות כל אחת בתחום אחר.

עד היום ישנן מספר שיטות להתאמת מדרסים:

**{שיטת המדף** - מוצר מדף מוכן מראש.

**שיטת המחשב** - דריכה בעמידה על משטח עם חיישנים, תמונה דו-ממדית במצב סטטי.

**שיטות ההטבעה בקופסת ספוג** - קיימות מספר גישות לשימוש בקופסת ההטבעה (כולן שיטות סטטיות).

**השיטה האמריקנית** - האדם שלוקח את המידות אינו האדם שמייצר את המדרסים. העתקת הרגל נעשית כשהרגליים ללא עומס ובמצב ניטרלי, באמצעות תחבושות [גבס](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%92%D7%91%D7%A1).

**שיטת E.F.S** - גם בשיטה זו משתמשים בתחבושות גבס והרגל מוחזקת ללא עומס לצורך המדידה, אולם לא מתבצעת העתקת הרגל כפי שהיא, אלא בדרכים אחרות. }

כל המודלים הקיימים נבנים רק מהמודל הפיזי של כף הרגל וחלקם גם מצורת חלוקת המשקל על פני כף הרגל בעמידה סטטית. אין מודל שניתן לתיקון. אין היום מודל של בניית מדרס שמתחשב בגורמים בגוף האדם שמושפעים ממדרס כזה או אחר ולכן צריך להתחשב בהם בעת יצור מדרס. לדוגמא: לקויים ביציבה, ליקויים בעמוד השדרה, כאבי ברכיים ועוד.

פרויקט מדרס דינאמי הינו פרויקט שבהשלמתו, יחולל מהפכה בחקר תנועה, בחקר הקשר בין היציבה למנח כף הרגל וכן יצור מדרסים. הפרויקט יאפשר ביצוע מחקרים בדיוק וביעילות שעד היום לא היו אפשריים ויאפשר יצור מדרסים שביצורם יילקחו בחשבון קריטריונים חשובים שעד היום לא היה ניתן להתחשב בהם בתהליך היצור.

מקומה של התכנה בפרויקט זה הוא חשוב מפני שללא התכנה לא ניתן לתקשר עם המדרס "בזמן אמת" ולקבל ממנו את היעילות והחדשנות הרבה שבו.

היכולת לקבל את המידע בזמן אמת, לבצע שינויים בהתאם ומיד לבדוק את השפעתם.

**הפרויקט מנסה להציע פתרון ייחודי באמצעות:**

* יכולת של בניה והתאמה של המדרס בזמן אמת כולל יכולת לשנות מצב ולראות ת ההשפעה על כף הרגל.
* יכולת העברת נתונים מהאורתופד למדרס (ולהיפך) דרך האינטרנט, מבלי שאדם יצטרך להגיע פיזית לאורתופד.
* כלי טיפול לפיזיותרפיסטים.
* בהמשך התכנה תוכל להוות פלטפורמה לניתוחים ושיפורים נוספים.
  + כגון: יכולת של תוכנה לנתח את כל המידע המתקבל מהחיישנים בכל שלבי הצעידה, ונתינת מענה מדויק בכל חלק של כף הרגל.
  + הצעת פתרונות וניתוח של פתולוגיות לפי המצב הנתון.

b.     **מטרת הפרויקט**:

מטרת הפרויקט היא לפתח תכנה שתבצע תקשורת עם המדרס באמצעות חיישני Arduino-bluetooth, תדע לתת מידע מידי של מצב הלחצים ברגל, ותאפשר למשתמש (לאורתופד ואולי אפילו לכל אדם) לבצע עדכונים של המדרס על פי אבחנות, ואף לבדוק מיד את ההשפעה של השינוי על הרגל, אם הוא יעיל ונח או זקוק לשיפור נוסף.

כמו כן, בהמשך, התכנה תוכל לשמש כאמצעי מחקר על בעיות בזמן ההליכה וכן לבדוק השפעות מידיות של אפשרויות שונות על מצב המדרס, ולחקור דברים שלא ניתן לחקור בצורה מיטבית עד היום עם הטכנולוגיות הקיימות בשוק.

בנוסף, פיתוח אלגוריתמים למצב אופטימלי לפי זיהוי מצב החיישנים, "ניתוח" של הבעיה והצעת פתרונות אפשריים או מיטביים לפי הגדרות (שניתן יהיה לשקול אם לתת אפשרות למשתמש\אורתופד להגדיר את הפתרונות, מכיוון שאורתופד כנראה יפעיל את התכנה הוא יוכל לקבוע את הפתרונות שנראים לו מתאימים לכל פתולוגיה ולקבוע אם התכנה תציע אותם או אף תבצע אותם באופן עצמאי מיידית).

**הגדרת הבעיות שהפרויקט מתמקד בהן:**

הפרויקט עוסק ב:

\*תקשורת עם חיישני הArduino והצגת המידע המתקבל בצורה מובנת

\*פיתוח אפליקציה פשוטה למכשירי אנדרואיד המתקשרת עם המדרס

\*ניתוח הנתונים והצגתם באופן שיהיה יעיל ושימושי עבור המטפל

\* יכולת לזהות פתולוגיות לפי הגדרת פיזור הלחצים (ע"פ החיישנים במדרס) והצגת הפתולוגיה עם הצעה אפשרית לפתרון

c.      **דרכים לפתרון:**

1) בניית מדרס בעל חיישני לחץ מסוג Arduino ויחידת תקשורת שתתחבר מדרס ולחיישנים באמצעות תקשורת Bluetooth . (ביצוע ע"י חברי מהפקולטה להנדסת מכונות)

2) בניית אפליקציה לאנדרואיד המקבלת נתונים באמצעות Bluetooth, מציגה את הנתונים בצורה פשוטה (ויזואלית, ע"י חלוקה לאזורי לחץ לפי אחוזים)

3) אבחון הבעיה ע"י המטפל (בשיתוף בנות מהמחלקה לפיזיותרפיה, נידונו פתולוגיות עיקריות לאבחון והוצעו פתרונות)

4) ע"פ האבחון – יצירת "פרופיל חדש" ושליחת נתונים פשוטים מהאפליקציה שידעו לשנות ולהזיז חלקים ממונעים מכנית בתוך המדרס לצורך תיקון מיידי של מנח כף הרגל. (שליחת הנתונים מהאפליקציה-באחריות התכנה, באמצעות Bluetooth. ביצוע העדכון של המדרס-באחריות חברי מהנדסת מכונות).

**המחשה:**

יצירת פלטפורמה מדמה למדרס לצורך תכנון ראשוני. מכיוון שאנחנו מתייחסים לחיישנים בתור קבוצות/אזורים, לצורך הניסוי הספיקו 3 חיישנים כאשר כל חיישן מדמה אזור של כף הרגל. החיישנים מחוברים לרכיב Bluetooth ויכולים לתקשר באמצעותו או באמצעות חיבור פיזי (כבל USB).

תכנות חיישני הarduino בתכנת Arduino ,להתאמת הנתונים מהחיישנים לפורמט מיטבי ונח כדי שאפשר יהיה לעבוד עם הנתונים ולהשתמש בהם (כוונון טווח הערכים המתקבלים למנעד רצוי ובקצב שידור יעיל).

יצירת אפליקציה פשוטה לשימוש בנתוני החיישנים וחישוב אחוזי הלחצים לכל אזור של כף הרגל. הצגת הנתונים למטפל, וקבלת התיקונים שלו ע"י התוכנה ושליחתם אל המדרס.

**פלטפורמות מימוש ורכיבים עיקריים:**

\*Android programming with Android Studio

\*Arduino , sensors control software

\*physical electronic board with Arduino sensors + Bluetooth component

\*java programming

\*מדרס המכיל חיישנים ומנועים פנימיים לקבלת המידע ועדכון המדרס (באחריות הנדסת מכונות. טרם הושלם.)

d.     **אופן המימוש**:

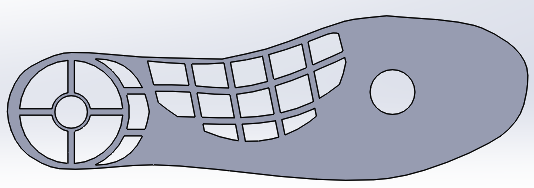
לצורך מימוש\דימוי החיישנים השתמשנו ב3 חיישני ארדואינו (בדוגמא השתמשנו בחיישני תאורה, אך הרעיון הוא אותו דבר, וכן הערכים. רק החיישן עצמו מודד משהו אחר. זה היה לצורך הניסוי, מכיוון שחיישני הלחץ אחרו להגיע בהזמנת האוניברסיטה).

החיישנים תוכנתו לשלוח למערכת מידע מכל חיישן כל חצי שניה, כך שהמידע יהיה רציף והגיוני (עומס נתונים במקרה של חיישני ארדואינו לא בהכרח נותן דיוק, לפעמים להפך). באפון דומה יפעלו גם הencoders שיוצמדו למשטחי ההגבה, ישלחו מידע לאפליקציה ויקבלו ממנה פקודות ע"י נתונים שיועברו מהאפליקציה, ומימוש הפקודות ע"י המשטח (באחריות הנדסת מכונות).

את המידע מקבלת האפליקציה באמצעות תקשורת הbluetooth עם החיישנים, ומכניסה את הנתונים לתוך רשימה. לאחר קבלת המידע מהחיישנים האפליקציה מחשבת את ממוצע הלחצים של כל החיישנים וקובעת את הלחץ באופן יחסי לכלל הנקודות הנמדדות, וכך נותנת מידע רלוונטי על הלחצים של הרגל.

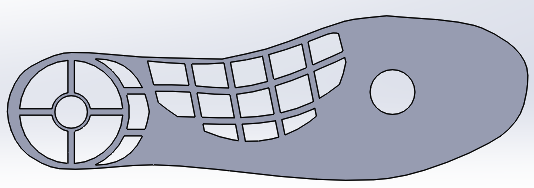
מידע זה מועבר באמצעות תמונה פשוטה של כף רגל המציגה בצבעים שונים את רמות הלחץ לפי אזורים.

\*)     **איכות התמונות** צריכה להיות ברזולוציה של 300 DPI.



-חישה של עד 5 ק"ג

-חישה של עד 90 ק"ג



מפת מנועים: כל אזור לבן מייצג משטח שאפשר להזיז אנכית.

מפת חיישנים:

לחיישנים נתייחס כקבוצות (שחורים קדמי, שחורים אחורי וכדו') ונוכל לייחס חשיבות גם להבדלים בין מדדי חיישן אחד למדדי החיישן שצמוד אליו.

כל המדדים והתוצאות הרצויות הן יחסיות לאזורים השונים בכף הרגל.

**מבנה התוכנה:**

**תיאור האפליקציה במידה וקיימת:**

**e.      תיאור הניסוי אם קיים(?)**

**f.       תוצאות מסקנות, המשך מחקר:**

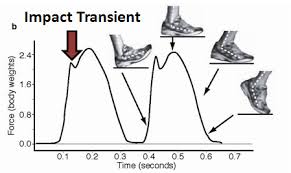
סידור הנתונים כך שהתוכנה תקבל תמונת מצב לגבי פיזור הלחצים

הצגת נתונים למטפל:

1.מפה תלת ממדית של המדרס (מתקבל מהאנקודרים שבמנועים)

2. מפה של יחס פיזור הלחצים על פני כף הרגל (מתקבל מחיישני הלחץ)

סידור הנתונים כך שהתוכנה תקבל תמונת מצב של פיזור הלחצים בשלבים השונים של הצעד. (נחלק את מחזור הצעד ל 4 חלקים- צריך אישור של פיזיוטרפיה)



קבלת נתוני גובה ולחץ מהארדואינו

קבלת נתוני גובה ולחץ מהארדואינו בכמה מחזורי צעד

קבלת פקודות לשינוי גבהי משטחי ההגבהה מהמטפל ושידור לארדואינו (צורת נתינת הפקודות – צבעים, מספרים, +- וכדו' יוחלט ע"י הסטודנטיות לפיזיותרפיה)

מילוי הפקודות יצטרך להתבצע באיטרציות כי כל הגבהה תשנה את הנתונים שהתקבלו מאזורים שכבר שונו.

הצגת נתונים למטפל:

1.מפה תלת ממדית של המדרס (מתקבל מהאנקודרים שבמנועים)

2. מפה של יחס פיזור הלחצים על פני כף הרגל (מתקבל מחיישני הלחץ) בשלבים השונים של הצעד

במצב עמידה: במצב הליכה:(בשלב מתקדם)

תפקיד התוכנה:

שלב א' בפרויקט

1. איבחון -  הצגת הנתונים שמגיעים מחיישני הלחץ והזווית כנתונים יבשים.
2. הצגה של תמונת מצב והתאמתה לפתולוגיות (נקודתיות) השמורות במערכת
3. שליחת פקודות מהמערכת אל המדרס לצורך תיקון, כולל יכולת ליצירת תבניות ידועות מראש כאופציה ראשונית לתיקון ובדיקת תגובה
4. יצירת ממשק משתמש נוח לתפעול של היכולות הנ"ל

שלב ב' של הפרויקט

1. הצעת אפיון לבעיה/ות אפשריות על פי הנתונים.
2. הצגת תמונה ויזואלית של מצב הלחצים על כף הרגל (במצב סטטי). לשקול אפשרות שימוש בMATLAB.
3. אופציונאלי (לפי לו"ז וניתוח יכולות בהמשך) : הכנסת בעיה/כאב של המטופל והצעת טיפול/בדיקה לשיפור

שלב ג' (צריך להישקל בהמשך אם אפשרי ואם נצרך)

1. הצגת תמונה עדכנית של הלחצים בlive , גם בזמן הליכה.