

מגמת אמנויות העיצוב  
מנהל מדע וטכנולוגיה  
מישרד החינוך

# מבוא להנדסת גורמי אנוש





האם יש משהו שמפריע לכם בחפצים שמסביבכם, בחיי היום יום?

האם עצרתם לחשוב על הגורם המפריע או... התרגלתם?

האם חשבתם על רעיון לפתרון?

האם מימשתם?





# ניתוח מטלה





## פעולות נדרשות

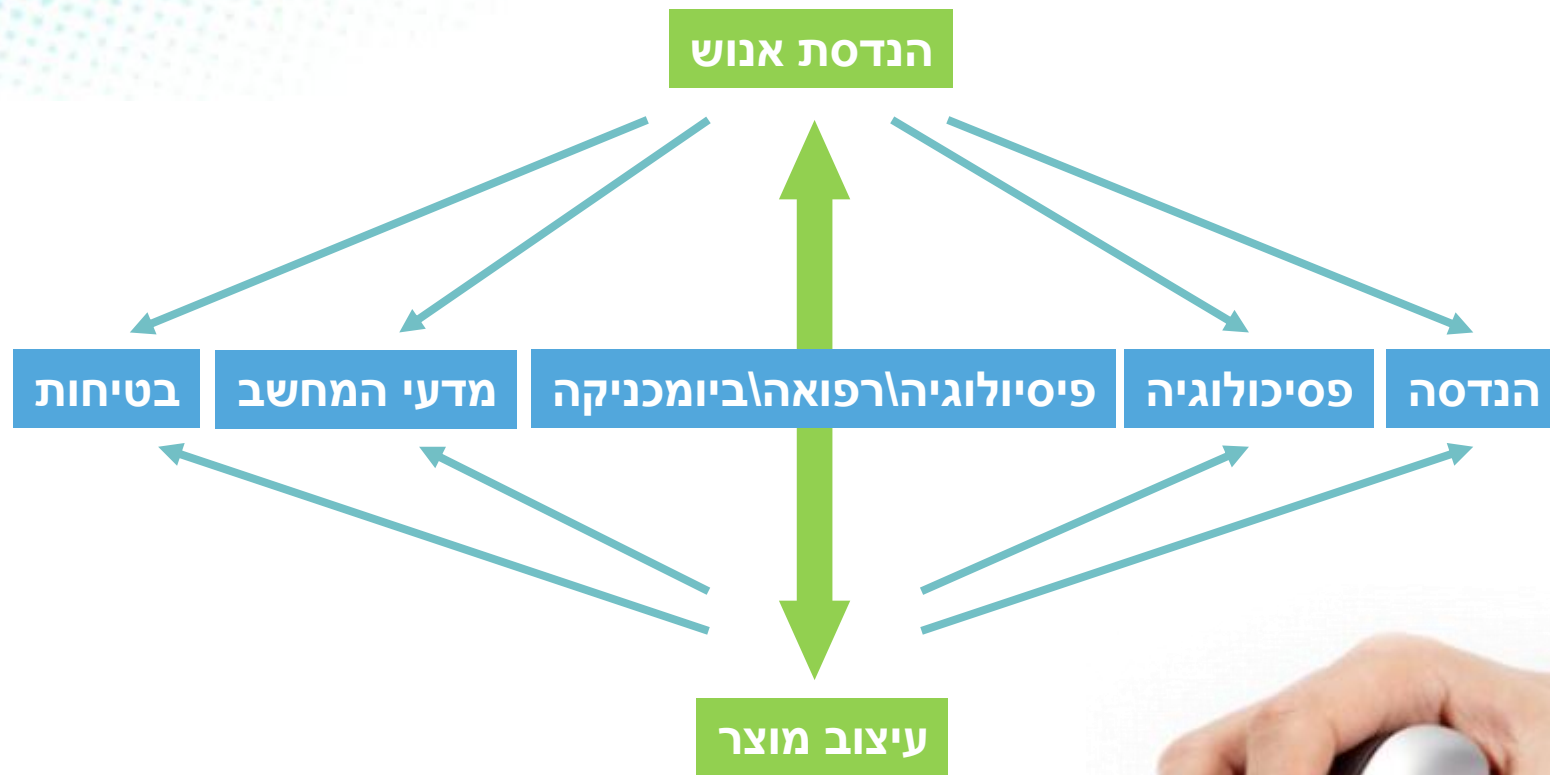
- זיהוי (מקום, סוג, תפוגה)
- מיקום במרחב (גבוה, נמוך, קבוע, מיקרי)
- כוח (חיתוך, מריחה)
- תנועה (במרחב, נקודתית, פתיחה, סגירה, אחיזה, מוגבלויות)
- כיוון (פתיחה, מריחה)



## ציוד

- מקרר
- סכין קטנה
- סכין גדולה
- כפית
- קופסא
- מכסה
- שקית
- צלחת







## קצת היסטוריה

■ תחום הנדסת האנוש התפתח בתקופת מלחמת העולם השנייה.

■ משנת 1940 הממשל הבריטי חייב את הצבא, בעיקר בצי הימי, להשתמש בטכניקות שיטתיות לאופטימיזציה של טקטיקות צבאיות,

■ אימון מגויסים חסרי ניסיון קודם, חייב את חיל הים לשלב גישות, רב תחומיות בהפעלת ציוד.

■ תוך כדי פיתוח שיטות האימון החדשות, היהתגלו ליקויים רבים בתחום **ממשק אדם-מכונה**.

■ אלו לא עלו לדיון קודם בגלל מסורות הצי.





## קצת היסטוריה

■ בעקבות הליקויים שהתגלו בהפעלת ציוד צבאי, נאספו פסיכולוגים, רופאים, חוקרים ומהנדסים במטרה לבדוק ולנתח את הבעיות המתעוררות כתוצאה מהתפעול המורכב של ציוד הלחימה. כמו כן ונבדקה יעילות הלחימה של החיילים.

■ שיתוף הפעולה המשיך גם לאחר המלחמה והגיע לשוק האזרחי ולתעשייה. ההתעניינות בגישה התפשטה בקצב מהיר, בייחוד באירופה ובארצות הברית.

- המונח ארגונומיה הוטבע ע"י פרופסור היוול מורל.
- ב-1949 הוקמה בבריטניה אגודת הארגונומים הארצית.
- ב-1961 הוקם המוסד הבינ"ל לארגונומיה \*UPA שכיום פעילות בו יותר מ-40 ארצות.

\*[www.upassoc.org](http://www.upassoc.org)

\*[www.upaisrael.org](http://www.upaisrael.org)





## מהי הנדסת אנוש ?

הנדסת אנוש/ הנדסת גורמי אנוש –  
זהו מדע העוסק בהתאמת סביבת התפעול למפעיל, ביחסי גומלין גופניים  
והתנהגותיים בין האדם, מקום עבודתו וסביבת חייו.

### המטרה

יצירת מוצר אשר מתאים למשתמש  
פיזית וקוגניטיבית



### Interface

ממשק, מנשק, חיבור, שילוב, מעבר, ממסר, מקשר, קשר, מחבר, מתאם  
אלמנט לתפעול\ משטח פעולה





## מהי הנדסת אנוש ?

יתחום הנדסת אנוש רואה **באדם את המרכז** ושם לו למטרה ליצור סביב האדם את התנאים, הפיזיולוגיים והפסיכולוגיים, המיטביים לטיפוח הרגשתו הטובה.

יקלות השימוש (הפעלה פשוטה של סביבת העבודה), נוחות, בריאות, בטיחות ויצירת סביבת עבודה אסתטית.

יזהו מדע העוסק **בחקר הממשק ויחסי הגומלין שבין האדם לסביבה**, למוצרים הטכנולוגיים ולחלקים אחרים במערכת.





# להלן מספר דוגמאות לגורמים סביבתיים המשפיעים על הרגשת האדם, תפקודו ותפוקתו:



- רעש
- תאורה
- מזג אוויר
- חומרים כימיים
- ריהוט ומידותיו
- גודל המרחב סביב האדם
- "אווירה"
- סוג המשימה אותה עליו לבצע
- תנוחת הגוף (שכיבה, ישיבה, עמידה)



## מטרת הנדסת אנוש

להביא לייעול ושיפור מוצרים וסביבות עבודה, על ידי התאמתם לנתונים פיסיים וקוגניטיביים של המשתמש, כל זאת מתוך גישה של שיפור בריאות המשתמש, בטיחות הפעולה ויעילות העבודה.

**בריאות** - מניעת נזק מיידני ונזק מצטבר לטווח הארוך של דרישות העבודה מהעובד.

**בטיחות** - מניעת נזקים מיידים לבריאות העובד, כתוצאה מתאונות עבודה ושימוש לא נכון במכשירים במקום העבודה. השקעה בבטיחות העובדים ובריאותם היא השקעה נכונה לכל טווח של זמן, מפני שלעובדים מרוצים יש מוטיבציה גבוהה לעבודה, ותפוקותיהם גדולות.

**יעילות** - שיפור אופן ביצוע העבודה כדי שהתפוקה תגדל, איכות הביצוע תעלה ויקטן המאמץ האנושי.





## הנדסת גורמי אנוש נחלקת לשני תחומים עיקריים **ארגונומיה והנדסה קוגניטיבית**

### **מהי ארגונומיה?**

מקור השם ארגונומיה הינו יווני:  
ארגו = עבודה, נומוס = תורה, מדע, חוק האדם.

### **ארגונומיה כוללת**

■ **פיזיולוגיה** - עוסקת בתפקוד הביולוגי של גוף האדם, כגון היכולת הפיזית, צריכת האנרגיה, תפקודו, ותגובתו לעומס פיזיולוגי (למשל יכולת עמידה בטמפרטורות או עומסי משקל) ופסיכולוגי (למשל מצבי לחץ).

■ **אנטומיה** - המבנה הפיזי של גוף האדם, תנוחות מערכת השריר שלד.

■ **אנתרופומטריה** - ממדי גוף, אופני אחיזה, מרחב ומבנה סביבות עבודה.

■ **ביו מכאניקה** - דרישות עבודה וסיכונים הנגרמים מחזרות, רעידות, כוחות ותנוחות של הגוף הגורמות ללחץ ובעיות במערכת שריר שלד.



# פיזיולוגיה ואנטומיה - מערכת שריר שלד



- עצמות - שלד
- שרירים - שולטים בתנועות העצמות
- גידים - מחברים בין שרירים לעצמות
- רצועות - מחברות בין עצמות
- עצבים - נושאי מידע מהמוח לשריר ומהשריר למוח
- עורקים - מספקים תזונה, חמצן והורמונים לשרירים
- ורידים - מנקים פסולת מהשרירים



# אנטרופומטריה האדם בצורה ובגודל שונים ומשתנים

פגישתם של האדם הגבוה בעולם ( 236 ס"מ )  
והאדם הנמוך בעולם ( 73 ס"מ )

<http://www.mako.co.il/ambatia-content/records/Video-4f19c54b45bc811004.html>

סרטון מומלץ

<http://damnfreshpics.blogspot.com/2010/01/when-tallest-man-in-world-meets.html>



# קטן בינוני גדול

## L M s

שאלה :

מידות בגדים מגיעות במידות כלליות : קטן בינוני גדול  
SMALL MEDIUM LARG EXTRA LARGE  
ואילו מידות נעליים יותר מדויקות : 26, 27, 28 -- 46  
הסבר מדוע יש צורך בכל כך הרבה מידות נעליים.





## הנדסה קוגניטיבית (הכרתית)

מתייחסת לתהליכים מחשבתיים כגון:

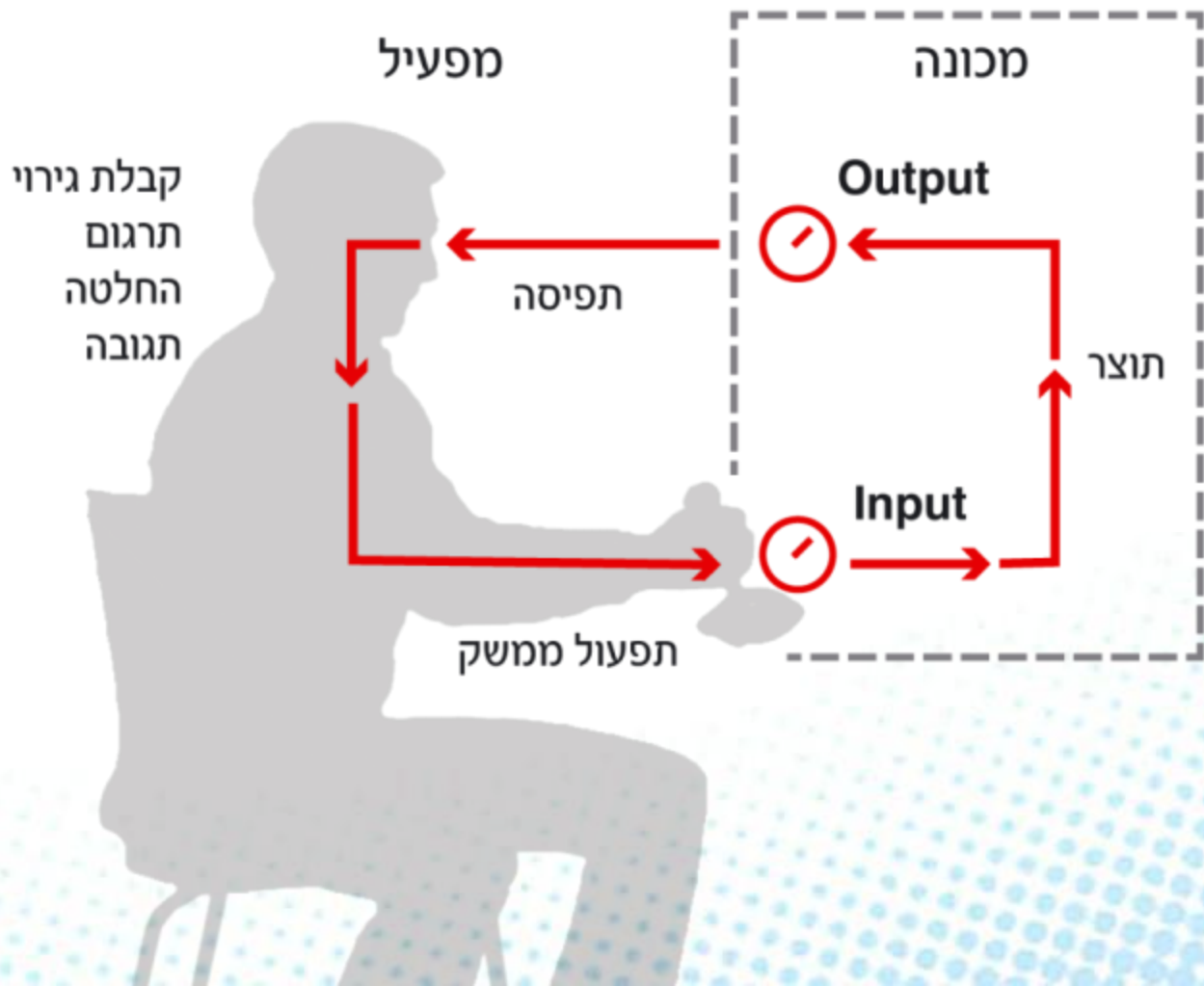
- תפיסה
- חלוקת קשב
- בקרה
- תשומת לב
- מידת הדיוק בשליטה מוטורית
- מהירות התגובה לגירויים
- זיכרון ואחזור
- קבלת החלטות

ההכרה יכולה להיות מושפעת מתחושות במהלך ביצוע הפעולה הפיזית וליצור עומס עבודה נפשי אשר ישפיע על איכות ביצוע העבודה.



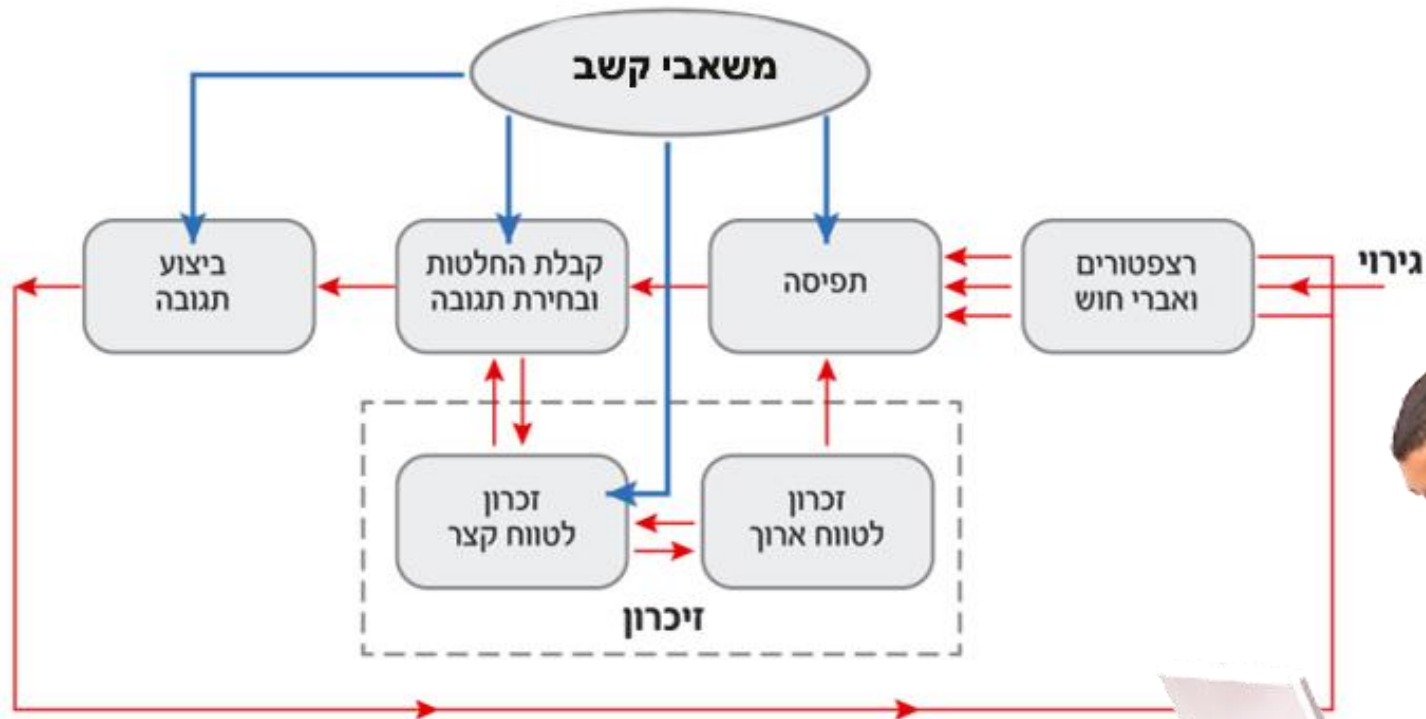


# מערכת היחסים בין אדם למכונה





# התלמיד כמעבד מידע



\*Wickens 1992

## הנדסה קוגניטיבית

תפיסה  
זיכרון  
קשב  
בקרה

## ארגונומיה

אנטרופומטריה  
פיזיולוגיה  
אנטומיה





## מטלה

מיינו את מוצרים לשלוש קבוצות:

- מוצרים אשר מופעלים על ידי האדם באופן פיזי
- מוצרים אשר הקשר אל האדם הוא קוגניטיבי בלבד
- מוצרים בהם קיים תפעול על ידי האדם באופן פיזי וחיווי קוגניטיבי







## מטלה

### הכינו רשימה של פעולות המבוצעות על ידי תלמיד בשיעור

- נכנס אל הכיתה
- מזהה את מקום הישיבה
- יושב
- מארגן את החפצים הנדרשים
- לשיעור על השולחן
- מקשיב
- מסתכל
- קורא
- מבין
- שואל
- רושם
- מוחק
- מתקשה
- נזכר
- מדבר





# הנדסת אנוש - מחקר ואפיון ממשק



# אפיון משתמש

## באפיון המשתמש יש להתחשב ב-

- מין
- מידות אנטרופומטריות על פי חלקי הגוף הקשורים לפעולה
- משקל
- גיל/דור
- תרבות/מוצא אתני
- הרגלים
- בריאות/מגבלות

## סוגי משתמשים

**משתמש מתחיל** - ללא ניסיון, פעמים ראשונות, ללא היכרות מוקדמת, ללא אימון מסודר, ללא ידע קודם.

**משתמש מזדמן** - בעל ניסיון קטן, היכרות מוקדמת בסיסית, אימון אבל ברווחי זמן גדולים, ידע במערכות דומות

**משתמש מיומן** - בעל ניסיון רב ואינטנסיבי, עבר אימון מסודר וביצוע מידי, ידע במערכות דומות







## אפיון מכונה/ תפקיד

ניתוח פונקציונאלי של רצף הפונקציות (אירועים, החלטות, חילופי מידע) שיש לבצעם נכון על-מנת שהפעולה תושלם בהצלחה. מטרת ניתוח התפקיד הינה בחינה מסודרת של המערכת (ובכללה האדם) בעת ביצוע תפקיד נתון.

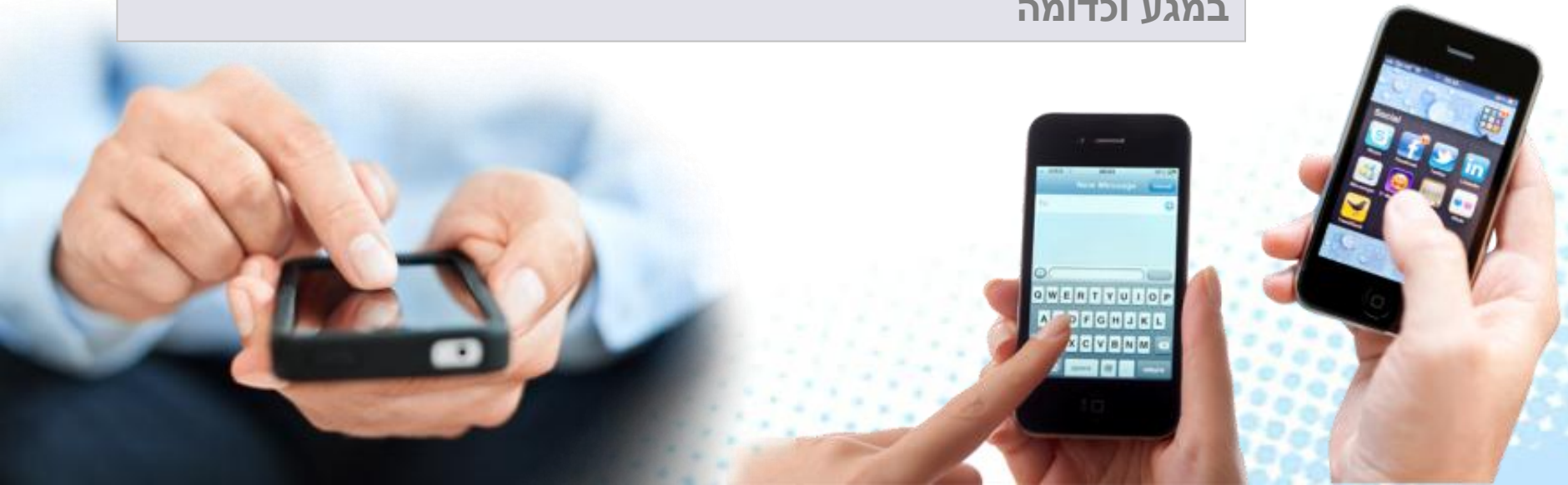
### מטלה

#### איך שולחים SMS?

נרשום את התהליך החל ממצאת המכשיר במקומו (תיק/ כיס/מדף)... ועד קבלת אישור השליחה

התייחסות ל -

מיקום, גודל, זיהוי, חיווי, תחושות, הבדלים בין תפעול פיזי לתפעול במגע וכדומה





# אפיון סביבה



הנדסת אנוש מתייחסת גם להשפעת הסביבה על המשתמש.  
"סביבה" יכולה להיות מוגדרת כחלל ארכיטקטוני, חדר, עמדת עבודה, ממשק אישי או ממשק מחשב דו ממדי.

יש השפעה ישירה של תנאי הסביבה על יכולות האדם וביצוע הפעולה, למשל:  
תאורה, רעש, ריח, חום/קור, צבעוניות, וצפיפות.

## מטלה

עליך לשלוח SMS באנגלית באמצע רחוב הומה אדם, בבוקר חורפי וקר כאשר לידיך כפפות ובאוזנייך מתנגן לו שיר עברי.

היכן יכולות לצוץ בעיות?





# אפיון הממשק

ממשק – כל אזור/ נקודת מגע בין האדם לחפץ מסוים, המשמש לביצוע פעולה.

## הקשר בין האדם למכונה הוא דו-סטרי

### 1. מהאדם למכונה

- מתבצע בדרך כלל בעזרת אמצעי פיקוד שונים או חיישנים.
- רכיבים אלו מפיקים אותות פיקוד הגורמים לתחילתה של שרשרת פעולות המפעילות לבסוף את תת המערכות השונות.
- בסופו של תהליך זה מפיקה המערכת את אות המוצא הרצוי- חיווי.

### 2. מהמכונה לאדם

מורכב בדרך כלל מאותות משוב, חיוויים, המופנים בדרך כלל לארבעה מחמשת חושי האדם- אופטי (ראיה), אודיטורי (שמיעה), טקטאלי (מגע), אולפינרי (ריח). החיווי מאשר את הפעולה שנעשתה על-ידי המשתמש.



מיקרוגל בסוף...תמיד מצפצף

## אילו פעולות וחיוויים נדרשים במהלך שליחת SMS?

- האם מתאים לכלל האוכלוסייה?
- האם יש אפשרות לתיקון טעויות?
- מה נדרש להיות פיזי, מה במגע?
- מהם האיברים המשתתפים בפעולה?
- כמה פעמים חוזרת התנועה?
- האם יש צורך בהקבלה למערכות אחרות מוכרות, אופן תפעול דומה?
- היכן ימוקמו הממשקים על פני המוצר?



[http://www.youtube.com/watch?v=6Cf7IL\\_eZ38](http://www.youtube.com/watch?v=6Cf7IL_eZ38)



# האשם בטעויות תפעול הוא המתכנן ולא המפעיל אפיון לקוי על ידי המתכנן גורם לבעיות ונזקים

■ טעויות של המשתמש - טעויות תפעול

■ מאמץ יתר של המשתמש

■ ירידה בתפוקה

■ פגיעה בנוחות השימוש

■ נזק בריאותי ותסכול של המשתמש

■ החלשת הרגלי תפעול

■ צמצום אפשרויות שיווק





## סיכום

■ הנדסת גורמי אנוש - זהו מקצוע שמיישם את התיאוריה, העקרונות, המידע והשיטות לעיצוב, כדי לשפר את "תחושת" האדם וביצועי המערכת.

■ הנדסת גורמי אנוש תורמת לעיצוב ופיתוח משימות, עבודות, מוצרים, סביבות ומערכות, כדי שיהיו תואמות ונגישות יותר לצרכי המשתמשים בהתאם ליכולותיהם, מגבלותיהם וצרכיהם.

■ תפקידו של מהנדס האנוש לתווך בין המעצבים לבין המשתמשים. הוא מדגיש את תחומי הידע הארגונומי והקוגניטיבי, ומספק קווים מנחים למעצבים, ללקוחות, למנהלים ולעובדים.



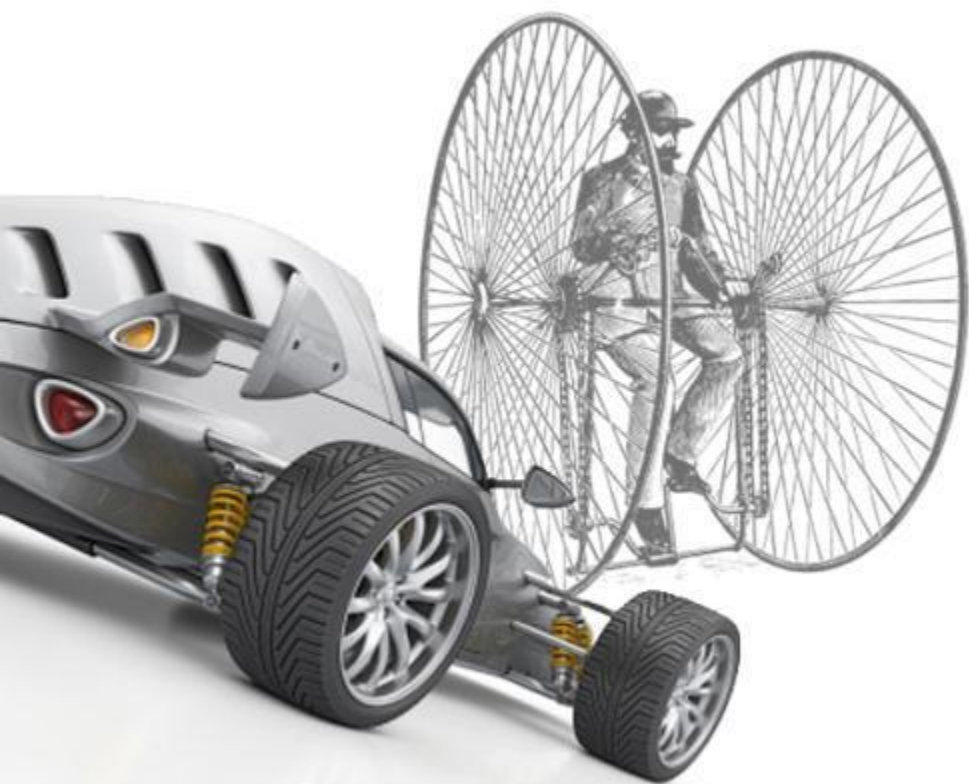
## סיכום



■ יצירת כלים והשימוש בהם מהווה אחד המאפיינים של הציביליזציה. האדם במשך אלפי שנים, יוצר לעצמו מכשירים ומשתמש בהם לצרכיו.

■ הנדסת גורמי אנוש היא התחום המגשר בין הטכנולוגיה לאדם המשתמש בה. מטרתו של מדע זה להפוך את הטכנולוגיה לזמינה ומותאמת לשימוש בצורה קלה, נוחה ובטוחה.

■ אנחנו יודעים להעריך כלי עבודה או מכשיר טוב ומוכנים לשלם יותר עבור מכשיר כזה.





# תרגול סיכום

נצלם סרטון ובו מוצג אדם המבצע פעולה/עבודה  
באופן מחזורי מספר פעמים.  
למשל: בניית קיר גבס, עמדת גיהוץ, זגג,  
מפעיל מכונת מכבש וכדומה.  
על המטלה להיות מחזורית, בסיסית וזהה.



<http://www.youtube.com/watch?v=3GHydjtvYbM>

סרטון העוסק בגיהוץ חולצה

ננתח את הפעולה תוך התייחסות להיבטים הבאים:

**משתמש** - יצירת ת"ז.

**סביבה** - מהי, האם יש השפעה על ביצוע המטלה.

**מכונה/מטלה** - פירוק לגורמים, שלבים, כלים, תנועות, חזרות על תנועה וכדומה.

**ממשק** - האם מתאים לביצוע הפעולה, מה נדרש מהמפעיל לסיום המטלה.