

מערכת אנלוגית- רזולוציה

פרק רביעי: מושג הרזולוציה בעולמות תוכן שונים

הקדמה

משטח כלשהו, קטן ככל שיהיה, מכיל אינסוף נקודות ולכן אם ברצוננו למדוד גודל פיסיקלי כלשהו שמשתנה על גבי המשטח (כמות האור שפוגעת בו, הלחץ שמופעל עליו ועוד) נצטרך להשתמש באינסוף נקודות מדידה. כפי שאתם מבינים זה בלתי אפשרי ולכן מערכות רבות מטפלות בערכים פיסיקליים שמשתנים על גבי משטח על ידי חלוקת המשטח לכמות סופית של אזורים בדידים ומדידה נפרדת באזורים אלו. כמות נקודות החישה ליחידת שטח נקרא גם רזולוציה.

מושג הרזולוציה מוכר לנו מעולם המצלמות דיגיטליות והמסכים- מערכת החישה של מצלמה דיגיטלית מורכבת מכמות גדולה של חיישנים שמתרגמים את כמות האור שפוגעת בהם לאותות חשמליים ומעבירה אותם לעיבוד ולשמירה.

בפרק זה ננסה להשתמש בהבנה ובאינטואיציה שיש לנו לגבי רזולוציה של מערכות דיגיטליות כדי להבין מערכת שונה לגמרי- את מערכת המגע של הגוף שלנו.

כמו מערכות חישה ספרתיות גם מערכת המגע (מישוש) של הגוף מחלקת את שטח המגע של העור לנקודות חישה בדידות של מערכת העצבים שמעבירות, כל אחת בנפרד, מידע תחושת אל המוח.

מטרות

1. התלמידים יכירו את האתגרים שבדגימה של אותות פיסיקליים על גבי משטחים.
2. התלמידים יזהו את הדמיון שבין מערכת החישה/ מגע של הגוף למערכת צילום ספרתית (מבוססת חיישני CCD).
3. התלמידים יכירו את הגדלים הפיסיקליים שמייצגים את הרגישות והדיוק של מערכות אלו ויכירו את מושג הרזולוציה.

משך זמן

90 דקות

גיל

7-11

התאמה לתחומי דעת

מדעים, טכנולוגיה

ידע מוקדם

לא נדרש

מושגים מרכזיים

אנלוגיה, חישה, רזולוציה

מיומנויות נלמדות

השוואה, חשיבה אנלוגית וזיהוי אנלוגיה בין מערכות שונות.

להכין מראש

מחשב, מקרן, מצגת הוראה, סרגל מדידה

התפשטות תרמית כתופעה אנלוגית- דגם הוראה

עזרים	סוג פעילות	דק'	הפעילות	
	 התנסות מעשית בביתה	30	חלק 1- בחינת רגישות אזורי גוף שונים ל-2 נקודות חישה התנסות אישית או בזוגות, באמצעות דף הנחיות מלווה. היכרות עם הומונקולוס- ייצוג שמטרתו להמחיש כיצד איברי הגוף השונים משתקפים בעיבוד המידע העצבי בקליפת המוח.	1.
	 עבודה עצמית	20	חלק 2- הכרות עם מערכת החישה/המגע לימוד עצמי מקוון באמצעות סרטון ושאלות במהלכו.	2.
	 עבודה עצמית	20	חלק 3- הכרות עם מבנה מערכת החישה של המצלמה הדיגיטלית מבוססת רכיבי CCD לימוד עצמי מקוון באמצעות סרטון ושאלות במהלכו.	3.
	 דיון כיתתי עבודה עצמית	20	חלק 4- הכרות עם האנלוגיה בין שתי המערכות הנ"ל- דיון כיתתי דיון כיתתי אודות האנלוגיה בין שתי המערכות שהכרנו- המערכת החישה הביולוגית והמערכת הטכנולוגית, מטרת המערכת, מרכיבי המערכת ורזולוציה.	4.
	 התנסות מעשית בביתה		חלק 5- הרחבה: פעילות קופסא שחורה- התנסות בדגימה ומדידה https://tinyurl.com/2wux46bt	5.
			רקע תיאורטי והרחבה למורים: 1. מכון דוידסון- 169 שנים להולדתו של סנטיאגו רמון אי קהל, שהניח את היסודות לחקר מערכת העצבים ופעילותה ושילב בעבודתו מחקר פורץ דרך עם כישרון אמנותי : https://tinyurl.com/duxx5v5u 2. המערכת הסומטית: Somatic Sensory Receptors , Proprioception, and Pain - Sensory Transduction - The Nervous System - Medical Physiology, 3rd Edition 3. מצלמה דיגיטלית- מצלמה דיגיטלית – ויקיפדיה	6.

מהלך השיעור:

חלק 1- רגישות למגע- עבודה בזוגות 30 דקות

- ❖ בחלק זה התלמידים יתנסו בזוגות ויבדקו רגישות ל-2 נקודות חישה באזורי גוף שונים על פי דף הנחיות שיקבלו.
 - ❖ הציוד הנדרש: סרגל, נייר, כלי כתיבה. אפשר להוסיף: כיסוי עיניים.
 - ❖ הנחיות לביצוע ההתנסות מופיעות במצגת ובדף הנחיות מצורף אותו ניתן לחלק לתלמידים.
- בתרשים הבא ניתן לראות כיצד מתבצע הניסוי באמצעות המחוגה:

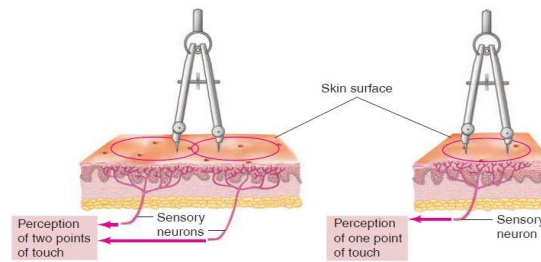
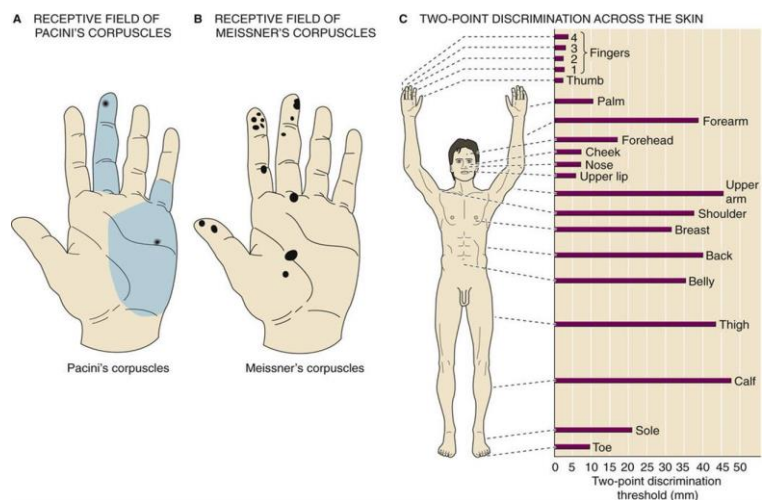


Figure 10.5 The two-point touch threshold test. If each point touches the receptive fields of different sensory neurons, two separate points of touch will be felt. If both caliper points touch the receptive field of one sensory neuron, only one point of touch will be felt.



מבחן סף של שתי נקודות מבקש למצוא באיזה מרחק זה מזה אדם תופס שתי נקודות מגע בעור כשתי נקודות נפרדות באזורים שונים של הגוף. כדי לבדוק זאת אנו ניגע בעור בעדינות בשתי נקודות קרובות ונרחיק אותן בהדרגה זו מזו עד שהנבדק יכול להרגיש בבירור בשתי נקודות מגע שונות.

להלן הנחיות לתלמידים (מופיעות גם במצגת וגם דף הנחיות נפרד):

בצעו את הניסוי שלפניכם - שלבים 1-7 ומלאו את הטבלה המצורפת. הגישו את הטבלה המלאה.



קליבר דיגיטלי

לצורך ניסוי זה מה שאתם צריכים:

1. קליבר דיגיטלי או מחוגה וסרגל מילימטרי (ראו בתמונה)
2. נייר + כלי כתיבה
3. אפשרי: כיסוי עיניים

בצעו את הניסוי על פי השלבים בקובץ הבא ומלאו את הטבלה שסוף הקובץ.

את המדידות נבצע ב-4 מיקומים שונים בגוף: קצה האצבע, הלחי, הזרוע והחלק האחורי של הירך. יש לבצע את כל אחת מהמדידות פעמיים (מרחק עולה ויורד עם המחוגה/הקליבר) ולהקפיד שהנבדק עם עיניים עצומות (רצוי להשתמש הכיסוי עיניים)

1. לפני שנתחיל בניסוי נוודא שאנו יודעים כיצד להשתמש במחוגה/בקליבר וכיצד לפתוח ולסגור אותו. נתאמן בנגיעה בזרוע ובקריאת הערך הנמדד במדויק (מ"מ). חשוב מאוד במהלך הניסוי לגעת בשתי נקודות המגע בו-זמנית.
2. נבקש מבן/בת הזוג שלך ללבוש את כיסוי העיניים ולשבת על כיסא ולהניח את הזרוע על השולחן שלפניהם כשכף היד כלפי מעלה.
3. נסגור את המחוגה/קליבר ל 0 מ"מ וניגע בקצה האצבע. נשאל את הנבדקים אם הם חשים נקודה אחת או שתיים. הם צריכים לומר נקודה אחת, שכן המדידה היא 0 מ"מ. נסיר את המחוגה ונגדיל את המרחק ב-2 מ"מ. ניגע שוב בקצה האצבע ונשאל מה הם מרגישים. אם הם עדיין חשים רק נקודה אחת, נגדיל ב-2 מ"מ נוספים וכך הלאה.
4. נמשיך בתהליך זה עד שבן/בת הזוג ירגישו שתי נקודות. נרשום את מדידת המרחק במ"מ בתרשים למטה.
5. נחזור על בדיקה זו שוב בחלק העליון של הזרוע, לחי אחת ובחלק האחורי של הירך. עבור הירך על הנבדק לשבת על כיסא להניח את הרגל על כיסא נוסף.
6. נחליף עמדות של הנבדק והבודק ונריץ את המבחן שוב.
7. לאחר ששניכם בדקתם זה את זה נחזור על כל הניסוי שוב (שלבים 1 עד 5); עם זאת, הפעם במקום להתחיל את הקליבר ב-0 מ"מ ולעלות, נתחיל במרחק גדול ונרד במרחק עד שבן/בת הזוג שלך יכולה להרגיש נקודה אחת בלבד.

דיון כיתתי- שאלות הרחבה לאחר הניסוי:

הומונקולוס- ייצוג שמטרתו להמחיש כיצד איברי הגוף השונים משתקפים בעיבוד המידע העצבי בקליפת המוח

1. מה ניתן ללמוד מהתבוננות בתמונה?
2. לאיזה חלק מוקצה במוח שטח גדול יותר- לכף היד או לזרוע?
3. מה לדעתכם משפיע על גודל השטח הנ"ל?
4. מדוע קצה האצבע שלכם יכול לזהות מרחקים כה קטנים בין הנקודות ואילו הזרוע והרגליים אינן יכולות?

חלק 2- הכרות עם מערכת החישה/המגע- לימוד עצמי מקוון 20 דקות

מערכת החישה היא מערכת ביולוגית שמתרגמת כוחות חיצוניים ופנימיים למידע שמעובד על ידי המוח. ככל מערכת היא מורכבת ממספר מרכיבים שלכל אחד תפקיד נפרד אך הם פועלים ביחד בתיאום. בסרטון האינטראקטיבי שתראו תלמדו על מרכיביה השונים של המערכת:

1. העור
2. הקולטנים שעל גבי העור
3. המוח ועמוד השדרה

התלמידים יצפו בסרטון ויכירו את מרכיביה של מערכת המגע (מישוש): התלמידים יענו על השאלות במהלך הסרטון.

[קישור למשימת לימוד עצמי- מערכת החישה- סקירה מערכתית](#)

לאחר הסרטון נקיים דיון כיתתי אודות צפיפות גופי החישה ושדה הקליטה.

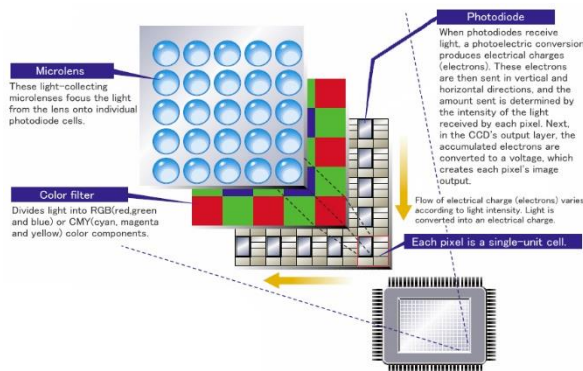
לסיכום:

את רגישותנו למגע קובעת צפיפות גופי החישה שעל גבי העור. לרגישות זו של מערכת קוראים במקרים רבים "חולוציה". חולוציה טובה יותר מעידה על צפיפות גופי חישה גדולה יותר. מבאן נעבור לחלק הבא של השיעור- מצלמה דיגיטלית כמערכת טכנולוגית שהיא אנלוגית למערכת החישה העצבית.

חלק 3- לימוד עצמי מקוון - הכרות עם מבנה מערכת החישה של המצלמה הדיגיטלית מבוססת רכיבי CCD 20 דקות

המצלמה היא מערכת טכנולוגית המורכבת ממספר רכיבים נפרדים שפועלים בתיאום. בסרטון הבה אינטראקטיבי שתראו

תלמדו על מרכיביה השונים של המערכת:



1. העדשה
2. הצמצם והתריס
3. חיישני האור
4. המעבד והזיכרון

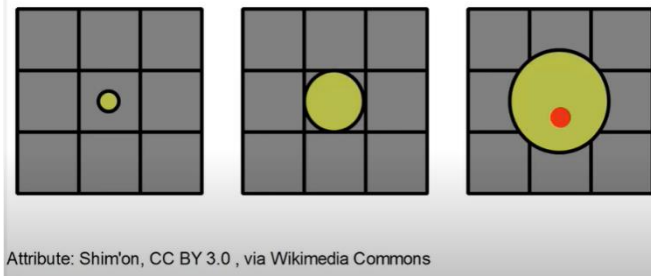
התלמידים יצפו בסרטון ויכירו את מרכיביה של מערכת המצלמה

הדיגיטלית: התלמידים יענו על השאלות במהלך הסרטון.

[הקישור למשימת לימוד עצמי- המצלמה הדיגיטלית- סקירה מערכתית](#)

הסבר למורה מתוך הסרטון:

בסרטון הכרנו את חיישני האור. חיישני האור ערוכים על גבי משטח (מבנה שנקרא CCD) בצורה מסודרת של שורות ועמודות.



החיישנים ממירים את האור למטען חשמלי. משטח החיישנים בנוי משלושה סוגים שונים של חיישנים - כל אחד רגיש לאור באורך גל אחר (אורכי גל המתאימים לצבעים- אדום, ירוק, כחול- RGB):

כל נקודת אור שמגיעה מהאובייקט המצולם הופכת לעיגול של אור על גבי משטח החיישנים. כאשר עיגול האור שמגיע מנקודה

מסוימת באובייקט המצולם יפגע בחיישן אחד בלבד (שרטוט שמאלי) תתקבל תמונה חדה.

כאשר עיגול האור שמגיע מנקודה אחת יפגע במספר נקודות חישה (שרטוט ימני) תתקבל תמונה מטושטשת וכך גם יקרה כאשר אור שמגיע משתי נקודות יפגע בחיישן אחד.

ארבעה גורמים שונים קובעים את מיפוי עיגולי האור לחיישנים: מרחק האובייקט, עדשת המצלמה, גודל הצמצם ומשטח החיישנים. במסגרת זו לא ניכנס להסברים מפורטים של ההשפעה של כל אחד מהגורמים ונסתפק בהבנה האינטואיטיבית שנותן השרטוט הנ"ל.

הערה: לעיתים תגלו שאת **הרזולוציה** מציינים ביחידות של שטח לפיקסל ואז **הרזולוציה** תשתפר דווקא ככל שהשטח לכל פיקסל יהיה קטן יותר.

חלק 4- הכרות עם האנלוגיה בין שתי המערכות הנ"ל- דיון כיתתי 20 דקות

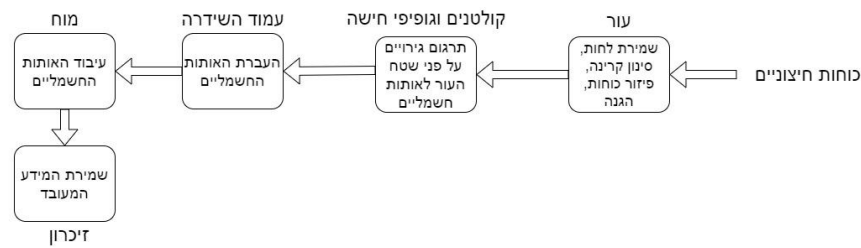
בדיון כיתתי נדון באנלוגיה בין שתי המערכות בהן נפגשנו. הדיון באנלוגיה יעסוק במספר מישורים: מטרת המערכת, מרכיבי המערכת ורזולוציה:

הכרנו שתי מערכות שונות, אחת ביולוגית והשנייה טכנולוגית. ננסה למצוא דמיון בין השתיים, מהבחינות הבאות:

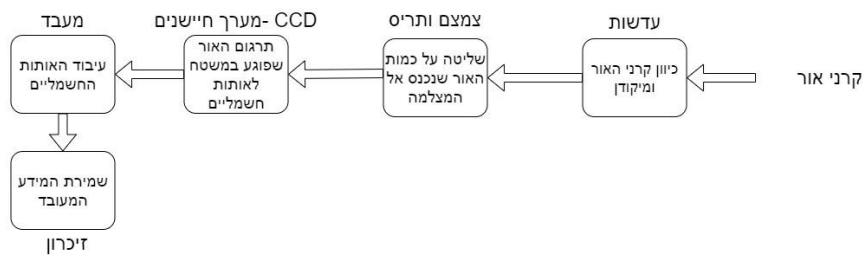
1. **מטרת המערכת** - מה היא עושה? מה הדמיון בין שתי המערכות מבחינת המטרה?
שתי המערכות מטפלות במישור רציף של ערכים (משטח המגע והמישור עליו מתקבלת התמונה) וממירות אותו לערכים בדידים.
2. **מרכיבי המערכת** - אילו מרכיבים יש למערכת ומה תפקיד כל אחד?
עיצוב האות וסינונו (עור- עדשה, צמצם ותריס), המרת במשטח הרציף של הערכים לערכים בדידים (קולטנים- חיישני אור/CCD). נדון בהרחבה בשקפים הבאים.
3. **הרזולוציה** של שתי המערכות גדלים פיזיקליים שמתארים את המערכת –
רזולוציה (קולטנים ליחידת שטח/ חיישנים ליחידת שטח). נדון בהרחבה בשקפים הבאים.

מהם הרכיבים המקבילים בין מרכיבי שתי המערכות?

מערכת החישה:



מצלמה דיגיטלית:



הרכיבים המקבילים:

1. עדשות+ צמצם+תריס --- עור (טיפול ראשוני - סינון, מיקוד, פיזור)
2. מערך חיישנים ----- (CCD) קולטנים וגופיפי חישה (המרת משטח רציף של ערכים לקבוצה של ערכים בדידים)
3. מעבד --- עמוד השדרה+ מוח (עיבוד הערכים הבדידים).

החלוציה- רגישות המערכת ודיוקה:

1. מערכת החישה - צפיפות הקולטנים ליחידת שטח
 2. המצלמה הדיגיטלית - צפיפות חיישני האור על גבי ה- CCD כמות הפיקסלים ליחידת שטח)
- תכונות אלו נקראות רזולוציה. נסו לחשוב על מערכות נוספות שאתם מכירים שבהן ניתן להגדיר רזולוציה.

חלק 5- הרחבה: התנסות מעשית בכיתה - הקופסה השחורה (45 דקות):

תיאור הפעילות: התלמידים יכינו בקבוצות קופסאות ובתוכן חפצים וינסו לזהות את החפצים שקבוצות אחרות הכניסו לקופסה על ידי דקירה בשיפודים.

<https://tinyurl.com/2wux46bt>

עזרים: קופסאות קרטון, שיפודים, מספרים. קובץ אקסל להצגת הנתונים.