בכל יום צילום הוקם מערך צילום הכלל 2 מצלמות. מצלמה אחת קלטה את החלק בשולחן שבו עבד מתן והמצלמה האחרת קלטה את החלק בשולחן שבו עבדו ניר ויובל.

בכל יום צילום שלושת הנבדקים יובל, ניר ומתן ביצעו את פעולת הpicking במגש תוך שימוש במברשת וצבת.

כל יום צילום אשר נמשך שעה וחצי חולק לשלושה חלקים:

1. חצי שעה ראשונה
2. חצי שעה שנייה
3. חצי שעה שלישית

כך עבור כל אחד מהנבדקים.

בסוף כל חלק הנבדקים מילאו שאלון המודד את תחושותיהם ביחס לpicking שביצעו וכן גם נופר כתבה על טיב הpicking של הנבדקים לפי ראייתה המקצועית.

כל הסרטונים עברו טרנספורמציה פרואקטיבית כך שהframe (ובפרט המגש) ייראה ממבט על.  
כמו כן, כל סרטון של חצי שעה נגזר לכדי שני סרטונים של 5 דקות. סרטון של ה5 דקות הראשונות וסרטון של ה5 דקות האחרונות.  
לאחר מכן, ביצענו חיתוך לסרטונים כך שבכל סרטון יופיע רק הנבדק הרלוונטי. כלומר, שלא יראו את החפצים של הנבדקים האחרים בסרטון.   
שני הסרטונים של ה5 דקות מתוך חצי שעה כלשהי נמצאים בתוך תיקייה בעלת שם בפורמט הבא:  
tested\_name-dd-mm-yy-which\_half\_an\_hour

לאחר שהיו ברשותנו מספר מכובד של צילומים כאלו ביצענו למידה של YOLOv8 אשר למד לזהות את המגש, מברשת וצבת (גם עבור frameים שעברו טרנספורמציה וגם עבור כאלו שלא).  
זיהוי הפריטים הללו בעזרת הYOLOv8 סיפק לנו קורדינטות ביחס לframe של אותם פריטים קורדינטות אלו יעזרו לנו בהוצאת הפיצ'רים בהמשך.

הרצת הפונקציה של זיהוי הפריטים בעזרת המודל סיפקה לנו קובץ csv עבור כל סרטון. קובץ csv זה מכיל בכל שורה את הframeID, trayPoints המכיל רשימה של 4 tuples אשר כל tuple מייצג קודקוד של המגש.   
כמו כן, השורה מכילה BrushPoint – tuple של קורדינטת הקצה הימני / השמאלי של מלבן הזיהוי עבור המברשת. יישמר הקצה הימני במידה והנבדק מחזיק את המברשת ביד שמאל ואילו יישמר הקצה השמאלי במידה והנבדק מחזיק את המברשת ביד ימין.  
בנוסף, השורה מכילה TwizzersPoint – tuple של קורדינטת אמצע צלע המלבן התחתונה של זיהוי הצבת.  
במידה ולא מצאנו מגש ואו מברשת ואו צבת באחד מהframeים שמרנו במקום הרלוונטי מחרוזת "None".  
הטרנספורמציה של הסרטונים סיפקה לנו יתרון בשימוש עם הYOLOv8 שכן מודל זה מספק עבורנו זיהוי של מרובע. לכן, כאשר המגש מופיע בframe ממבט על – כלומר רואים את המגש כמלבן, קורדינטות הזיהוי של הYOLOv8 יתפסו בשאיפה רק את המגש ולא חלקים נוספים מהשולחן במידה והיה נראה כמו מקבילית. כלומר, מבטח העל יגרום בתקווה לפיצ'רים שנוציא להיות מדויקים יותר.  
שני קובצי הcsv של 5 דקות מאותה חצי שעה מאוחסנים בתוך תיקייה בעלת שם בפורמט הבא:  
tested\_name-dd-mm-yy-which\_half\_an\_hour.

לאחר מכן, כאשר היו לנו את הקבצי הcsv של הYOLO מהסרטונים התחלנו בשלב הוצאת הפיצ'רים.

ראשית, חילקנו את שטח המגש לgrid של 3X3.  
הפיצ'רים מחולקים לפיצ'רים עבור המברשת, פיצ'רים עבור הצבת ופיצ'רים כלליים.

הפיצ'רים של המברשת:

1. countMatBrush – פיצ'ר זה משתמש במטריצה המדמה את המגש. כלומר, מטריצה של 3X3 שתפקידה הוא לספור כמה פעמים המברשת הייתה במשבצת מסוימת מתוך ה9 – לא כולל שהמברשת מונחת על המגש ללא תזוזת הברשה. ספירת כמות הימצאות המברשת במשבצת מסוימת מבצעת על ידי קורדינטת הYOLO שהוצאנו קודם לכן. אנו מחשבים את הקורדינטה היחסית של המברשת ביחס למגש (כאשר הפינה השמאלית העליונה של המגש כרגע היא ה(0,0) ) במידה והמברשת אינה במגש אנחנו איננו מעלים את הcounter ובמידה והמברשת אכן במגש אנו בודקים באיזו משבצת היא נמצאת על ידי החישוב הבא:

mappedX = int(n\_point\_x / int(segmentY/ splitX))

mappedY = int(n\_point\_y / int(segmentX/ splitY))

כאשר n\_point מסמל את הx / y כאשר ה(0,0) הוא הפינה השמאלית העליונה של המגש  
segmentX / segemntY אלו המשתנים שמחזיקים את אורכי צלעות המלבן  
splitX / splitY אלו המשתנים שמחזיקים את גדלי החלוקה של המגש לפי הצירים (במקרה שלנו 3X3).

1. alredy\_visited\_mat\_brush – פיצ'ר זה משתמש במטריצה המדמה את המגש. כלומר, מטריצה של 3X3 שתפקידה הוא לספור כמה פעמים חזרנו למשבצת שכבר ביקרנו בה בעבר עם המברשת. מטריצה זו לא כוללת ספירה כאשר המברשת נשארת במשבצת שהייתה בה בframe הקודם. החישוב המתבצע בפונקציה זו דומה לחישוב המתבצע בפונקציה המחזירה את countMatBrush.
2. pbrushingOnSand - פיצ'ר זה מסמל את אחוז ההימצאות של המברשת על חול.  
   לצורך חישוב אחוז זה אנו משתמשים בframe שחור-לבן המכיל רק את המגש כאשר פיקסלי החול הם בצבע שחור ופיקסלי הדף בצבע לבן.   
   אנו סופרים את כמות הפעמים בהן המברשת הייתה בפיקסל חול - פיקסל שחור.  
   את כמות פעמים זו אנו מחלקים בערך המוחלט של (כמות הframeים שהמברשת הייתה בהן במהלך הסרטון – כמות הפעמים שבהם המברשת לא הייתה בתוך המגש). כלומר, האחוז הנ"ל מתייחס רק לפעמים שבהם המברשת הייתה מלכתחילה בתוך המגש.
3. pbrushingOnPaper – פיצ'ר זה מסמל את אחוז ההימצאות של המברשת על הדף.  
   החישוב התבצע באופן דוגמא לחישוב של החול רק שכעת ספרנו את כמות הפעמים בהן המברשת הייתה על פיקסל לבן.
4. frames\_brush\_per\_video – פיצ'ר זה הוא היחס בין כמות הפעמים שבהם המברשת הייתה בframeים לבין כמות הפעמים שגם המברשת וגם הצבת היו בframeים. אנו מגלים את המספרים הללו על ידי העלאת הcounter בכל פעם שמודל הYOLO זיהה אותם בframe והכניס את הקורדינטות שלהם אל תוך קובץ הcsv איתו אנו עובדים.
5. avg\_brush\_length\_var – פיצ'ר זה הוא ממוצע המרחקים של ההברשות. כאשר הברשה נמדדת על ידי המרחק האוקלידי בין הקורדינטה של המברשת בframe הנוכחי לבין הקורדינטה של המברשת בframe הקודם. כמו כן, המרחק הנ"ל ייחשב בחישוב הממוצע רק במידה והינו גדול מאפס וכן הוא קטן יותר מעשירית גודל המגש (כדי למנוע התחשבות בהזזה של המברשת לאורך המגש שלא לכדי הברשה. לדוגמא, כדי למנוע התחשבות בהזזת המברשת על מנת להחליף לצבת).

הפיצ'רים של הצבת:

1. countMatTwizzers – אותו הדבר כמו הפיצ'ר המקביל לו של המברשת רק עבור הקורדינטות של הצבת.
2. alredy\_visited\_mat\_twizzers – אותו הדבר כמו הפיצ'ר המקביל לו של המברשת רק עבור הקורדינטות של הצבת.
3. ptwizzeringOnSand – אותו הדבר כמו הפיצ'ר המקביל לו של המברשת רק עבור הקורדינטות של הצבת.
4. ptwizzeringOnPaper – אותו הדבר כמו הפיצ'ר המקביל לו של המברשת רק עבור הקורדינטות של הצבת.
5. frames\_tw\_per\_video – אותו הדבר כמו הפיצ'ר המקביל לו של המברשת רק עבור הקורדינטות של הצבת.

פיצ'רים כלליים:

1. switch – פיצ'ר זה מכיל את כמות הפעמים שבהם מודל הYOLO עבר מזיהוי של צבת למברשת ולהפך. אנו מקבלים מספר זה על ידי העלאת הcounter בכל פעם שהוא נתקל בקורדינטה של מברשת בframe מסוים כאשר הדבר האחרון "שראה" הינה קורדינטה של צבת ולהפך.
2. Tested – מכיל את שם הנבדק "yuval" / "nir" / "matan". אנו מקבלים את הנתון הזה על ידי שמירת הסרטונים וקבצי הcsv של הYOLO בתיקייה בעלת שם בפורמט מסוים וקבוע אשר מכיל את שם הנבדק בתוכו (כפי שהסברנו קודם לכן).
3. Half an hour – מכיל את מספר החצי שעה שסרטוני ה5 דקות מצויים בו "1st" / "2nd" / "3rd". אנו מקבלים נתון זה על ידי שמירת הסרטונים וקבצי הcsv של הYOLO בתיקייה בעלת שם בפורמט מסוים וקבוע אשר מכיל את מספור החצי שעה בתוכו (כפי שהסברנו קודם לכן).
4. Directory – מכיל את שם התיקייה שבו מצויים שני סרטוני / קבצי הcsv שעליהם הרצנו את קוד הוצאת הפיצ'רים.

את מכלול הפיצ'רים אנו מוציאים לתוך קובץ csv אחד גדול כאשר כל שורה בו מכילה את הפיצ'רים עבור שני סרטוני ה5 דקות עבור חצי שעה כלשהי. אנו נדע להבדיל בין 5 דקות ראשונות לאחרונות כאשר לפיצ'רים של ה5 דקות האחרונות אנחנו הוספנו את המילה last לשם הפיצ'ר.  
כמו כן, אנו איננו שמרנו מטריצה בתור פיצ'ר משום שאנו לא יכולים לעבוד עם מטריצות במודל הלמידה ולכן "פירקנו" את המטריצה לתאיה ואנו שומרים כל תא בתור פיצ'ר נפרד.

תוצאות:

פיצ'רים מרכזיים מפרידים:

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, תרשים, קו

התיאור נוצר באופן אוטומטיתמונה שמכילה טקסט, מספר, גופן, צילום מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטיהמשבצת הנ"ל נמצאת בפינה של המגש, ניתן ללמוד כי מתן יותר מפזר החומר על משטח העבודה ועובד על כולו גם בחלקים בקצה בשונה מיובל וניר שנשארים יותר במרכז.

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, מספר, גופן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

תמונה שמכילה טקסט, מספר, צילום מסך, גופן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

ניתן ללמוד מנתון זה על כך שניר עובד יותר עם הצבת מאשר מתן ויובל

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, מספר, גופן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

תמונה שמכילה טקסט, מספר, גופן, צילום מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטי

ניתן ללמוד ממשבת זו שמתן מעביר את התוצרים לפינה המגש, או שיש לו הרבה תוצרים בפינות המגש ולכן יש לו ממשק גבוה עם הצבת בפינה

תמונה שמכילה טקסט, תרשים, צילום מסך, מלבן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

תמונה שמכילה טקסט, מספר, צילום מסך, גופן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

ניתן לראות כי אחוז הזמן שהצבת היה בחול אצל ניר גבוה יותר מה שמלמד שהוא עובד יותר עם הצבת לא רק לטובת ההוצאה.

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, מספר, תרשים

התיאור נוצר באופן אוטומטי

תמונה שמכילה טקסט, מספר, גופן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

מפיצר זה ניתן ללמוד על כך שמתן חוזר יותר למקומות שביקר בהם, כלומר החיפוש שלו הוא מחזורי לעומת ניר ויובל אצלם החיפוש הוא לפי אזורים וכאשר סיימו אזור הם ממשיכים לאזור הבא ללא חזרה לאזור הקודם.

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, מספר, קו

התיאור נוצר באופן אוטומטי

תמונה שמכילה טקסט, מספר, צילום מסך, גופן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

ניתן לראות כי בסוף תרגול יובל יותר מוציא יותר אלמנטים מאשר ניר או מתן מהחלק הימני של המגש

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, תצוגה, תרשים

התיאור נוצר באופן אוטומטי

תמונה שמכילה טקסט, מספר, צילום מסך, גופן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

אותו דבר כמו קודם

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, תרשים, מספר

התיאור נוצר באופן אוטומטי

תמונה שמכילה טקסט, מספר, צילום מסך, גופן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

ניר מוציא יותר מהחלק השמאתי של המגש

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, תרשים, מלבן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, מספר, גופן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

נראה שיובל חוזר לאותה נקודה בא הוא ריכז ממצאים

תמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, תרשים, מלבן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

תמונה שמכילה טקסט, מספר, גופן, צילום מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטי

משיכות המכחול של של מתן ארוכות יותר וזה מתאים לנתון שהוא יותר מפזר את החומר על פני המגש.