

FruitSpec.

ניסוי זיהוי חנטים בתפוח

חוות מתתיהו

דו"ח סיכום ניסוי

2019

מבוא

חברת FruitSpec הינה חברת הזנק ישראלית, המספקת הערכות יבול בעצי פרי בשלב מוקדם בעונה. הערכות אלו מתבצעות ע"י סריקת המטע בחיישן היפר-ספקטראלי, עיבוד נתונים מתקדם וספירת הפירות וגודלם ע"י בינה מלאכותית. היתרון המרכזי של FruitSpec הינו היכולת להפריד בין הפרי הירוק לבין העלים הירוקים.

למצלמה אין קו ראייה לכל הפירות במרחב העץ, לכן מתבצע תיקון סטטיסטי, ע"פ מודל שנבנה לכל זן. לחברה יש ניסיון גדול בתחום ההדרים, בו היא ביצעה עשרות פיילוטים מוצלחים עם לקוחות ברחבי העולם, ובעונה הקרובה תעבוד בהיקף מסחרי גדול. בתחום הנשירים הוכיחה חברת FruitSpec שהיא מסוגלת לזהות פירות בגודל של כ-30 מ"מ, אך נראה שלזיהוי מוקדם יותר יש חשיבות רבה מבחינת המגדלים, מכיוון שבתקופה זאת מתבצעים ריסוסי הדילול הכימי. קיים מודל שמראה שבפרק זמן של שבוע, פרי בגודל של 10 מ"מ צריך לגדול ל-15 מ"מ, אחרת הוא עתיד לנשור. מודל זה יכול להוות בסיס לקבלת החלטות לריסוסי הדילול, אם יהיה מידע לגבי גודל הפירות בגדלים של 10-15 מ"מ.

כחלק משיתוף הפעולה בין חברת FruitSpec למו"פ צפון וחוות מתתיהו, הוחלט על ניסוי שיבחן את יכולת הזיהוי של פירות בגדלים שונים ע"י המערכת של FruitSpec. הניסוי התבצע בתחילת עונת הגידול של 2019, במספר מועדים המשקפים גודלי פרי שונים. שיטת העבודה ותוצאות הניסוי מוצגים במסמך זה.

מטרות הניסוי:

1. בחינת היכולת הזיהוי והספירה של פירות בגדלים הקטנים מ-30 מ"מ.
2. קביעת הגודל המינימלי שבו מתקבלות תוצאות מספקות.

תכנית עבודה**ניסוי א' - זיהוי וספירה של פירות בגדלים 10-35 מ"מ**

- צילום מלא של 20 עצים בשורה בזן אחד, בחנטים בגודל ממוצע של 10 מ"מ.
- הסרה ידנית וספירת כל החנטים מ- 5 עצים ראשונים בשורה.
- השוואה בין האומדן של האלגוריתם על בסיס הצילומים לבין הספירה בפועל.
- בהגעת גודל חנטים ממוצע ל- 15 מ"מ – צילום מלא של 15 העצים הנוותרים.
- הסרה ידנית של החנטים מ- 5 עצים נוספים, והשוואה כנ"ל.
- בנוסף – השוואה בין הצילומים בגודל חנטים 10 מ"מ לבין הצילומים בגודל חנטים 15 מ"מ.
- בהגעת גודל חנטים ממוצע ל- 20 מ"מ – חזרה על התהליך ב- 5 עצים נוספים.
- בהגעת גודל חנטים ממוצע ל- 35 מ"מ – חזרה על התהליך ב- 5 עצים אחרונים.

ניסוי ב' - בדיקת שיעור השינוי בגודל החנטים בשבועות הראשונים

- א. צילום תקריב ע"ג חצובה של החנטים בגודל 10 מ"מ.
- ב. חזרה אחרי שבוע לאותה נקודה, וצילום נוסף בגודל חנטים של 15 מ"מ.

בחירת החלקה וסימונה

הניסוי התבצע בחוות מתתיהו.

החלקה שנבחרה לניסויים היא חלקת "תפוח 9" (תמונות 1+2). החלקה מגוונת ומכילה זני תפוחים שונים. החלקה משופעת במפנה צפוני. מרווח נטיעה של 1.5*3.5 מטרים ומרווח חופתי של כ-2 מטרים.

ניסוי א' - נבחרה לצילום שורה מספר 17. השורה היא של הזן "גאלה מונדיאל", והיא נבחרה בשל גודל חנטים מתאים, בממוצע 11 מ"מ, ופריחה מספקת. בחלקות של הזן זהוב שנבחרו לראשונה, הפריחה הייתה חלשה ולכן הוחלט על מעבר לזן גאלה. נבחרו קבוצות עצים שקל להפריד ביניהם. בחזרה הראשונה 5 עצים, בשנייה 7 עצים ובשלישית 6 עצים. בתחילת כל חזרה ובסופה נתלו סרטי סימון אדומים.

ניסוי ב' - נבחרה שורה מספר 16 של הזן "טופ-רד". בשורה זו נבחרו 2 עצים - עץ מספר 5 ועץ מספר 8 מכיוון דרום. חנטים מסוימים בעצים אלה סומנו בסרטי סימון ירוק, אדום ולבן, על מנת להקל על זיהוי הענפים והחנטים בהשוואה לצילום הבא.



תמונות 1+2 - חלקת תפוח 9 חוות מתתיהו

מהלך הניסוי

לפי תכנית העבודה, תוכננו 4 סריקות במטע במהלך העונה. בפועל בוצעו 3 סריקות, בגלל החגים וקצב הגדילה של הפרי שהיה מהיר מהמצופה. ציוד הצילום הורכב על רכב חשמלי (תמונה 3) שסופק ע"י חוות מתתיהו, והסריקה התבצעה במהירות של 4 קמ"ש.



תמונה 3 - הרכב החשמלי איתו בוצע הניסוי
ועליו המערכת של FruitSpec

חזרה ראשונה - 06.05.19 – גודל חנטים ממוצע 11 מ"מ

תמונה 4 - חנטים בחזרה הראשונה

מזג אוויר - עננות משתנה, תנאי תאורה משתנים.

ניסוי א' - הסריקה בוצעה בכל השורה, כאשר גודל הפרי הממוצע היה 11 מ"מ. הפרי הגדול היה בגודל של 15 מ"מ והפרי הקטן 6 מ"מ. (תמונה 4)

ניסוי ב' - גודל הפרי הממוצע בשורה זו היה 10 מ"מ, פרי גדול היה 14 מ"מ ופרי קטן היה 7 מ"מ.

חזרה שניה - 16.05.19 – גודל חנטים ממוצע 18 מ"מ

תמונה 5 - חנטים בחזרה השנייה

מזג אוויר - בהיר, תנאי תאורה טובים.

ניסוי א' - הסריקה בוצעה בחזרה השנייה והשלישית. גודל הפרי הממוצע היה 18 מ"מ. הפרי הגדול היה בגודל של 21 מ"מ והפרי הקטן 15 מ"מ.

ניסוי ב' - גודל הפרי הממוצע בשורה זו היה 20 מ"מ, פרי גדול היה 24 מ"מ ופרי קטן היה 13 מ"מ.

חזרה שלישית - 27.05.19 – גודל פרי ממוצע 28 מ"מ

תמונה 6 - חנטים בחזרה השלישית

מזג אוויר - בהיר, תנאי תאורה טובים.

ניסוי א' - הסריקה בוצעה בחזרה השלישית בלבד. גודל הפרי הממוצע היה 28 מ"מ, פרי גדול היה בגודל של 32 מ"מ והפרי הקטן 15 מ"מ. חזרה זו נבדלת מחזרות הקודמות בכך שרוב הפירות היו בודדים ע"ג ענפים, ולא היו כמעט אשכולות כמו בחזרות הקודמות. בנוסף, רוב הפרי נמצא במעטפת של העץ, ולא מוסתר בתוך העץ.

ניסוי ב' - לא בוצע לפי תכנון עקב תקלה טכנית.

תוצאות

תוצאות הניסוי הן בחינה של המודל הממוחשב לזיהוי הפרי (CV) מול כמות הפירות שנספרה בפועל (F), בכל אחד מהניסויים.

ניסוי א' – "זיהוי וספירה של פירות בגדלים 10-35 מ"מ"

ספירת חנטים – כאמור, בכל ניסוי נספרו החנטים על כל עץ על ידי הורדתם. מספר העצים שנספרו בפועל שונה בין הניסויים השונים:

מספר ניסוי	תאריך	גודל פרי (מ"מ)	מספר עצים שנספרו
1	07/05/2019	10	5
2	16/05/2019	15-20	7
3	27/05/2019	25-35	6

טבלה 1 – מספר העצים בכל ניסוי.

מספר החנטים לעץ שנספרו:

ניסוי	1	2	3
תאריך	07/05/2019	16/05/2019	27/05/2019
	394	212	76
	402	319	134
	474	248	142
	230	213	182
	304	114	125
		331	124
		198	
סכום	1804	1635	783
ממוצע	360	237	130
סטיית תקן	95	81	34

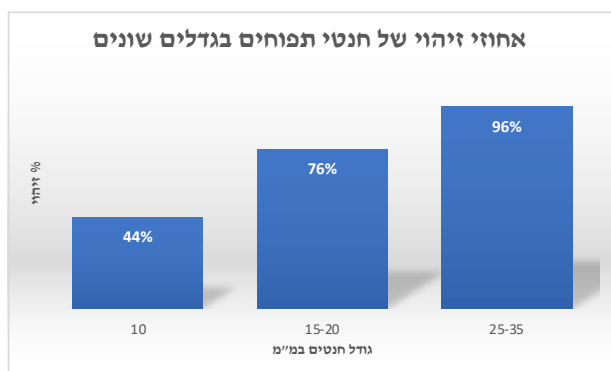
טבלה 2 – מספר החנטים שנספרו בכל עץ בחזרות השונות.

בטבלה הבאה מרוכזים נתוני הסיכום של השוואת זיהוי מספר החנטים (CV) למספרם בפועל (F).

ניסוי	F	CV	%
1	1804	787	44%
2	1635	1243	76%
3	783	755	96%

טבלה מס' 3 – השוואת מספרי החנטים שזוהו בצילומים למספרם בספירה הידנית שלאחר הצילום.

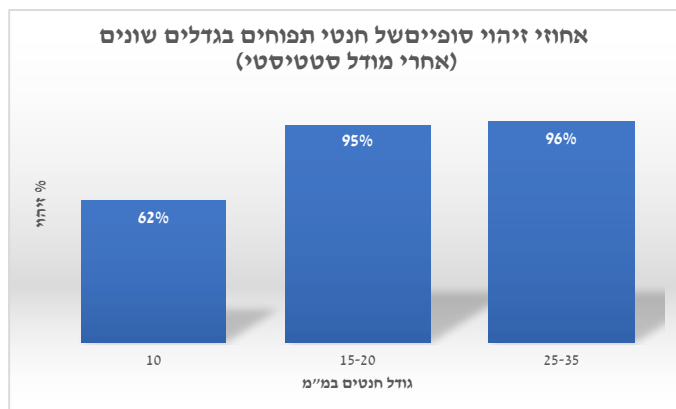
באופן ברור נראה שאחוז הזיהוי עולה עם גודל הפרי. ראו גם גרף למטה.



טבלה מס' 4 – שיעור (ב- %) של החנטים שזוהו (מתוך סך החנטים בספירה הידנית), לפי גדלי החנטים בחזרות השונות.

מודל סטטיסטי:

על מנת "לפצות" על פירות שלא נראו או לא פוענחו בתהליך הממוחשב, FruitSpec משתמשת באלגוריתם סטטיסטי. על ידי הפעלת המודל על כלל הנתונים, שופרו התוצאות של ניסוי 1 ו-2 באופן משמעותי. תוצאות מניסוי 3 נותרו ללא שינוי.



טבלה מס' 5 – שיעור (ב- %) של חנטים שזוהו בצילום, לאחר התיקון במודל הסטטיסטי המחושב, מתוך סך החנטים בספירה הידנית בגדלים השונים של החנטים בחזרות השונות.

מסקנות:

- הוכחה יכולת המערכת לזיהוי חנטים בתפוח.
- שיעור הזיהוי של המערכת בגודל פרי של 10 מ"מ אינו מספק (44% ללא תיקון, 62% אחרי תיקון).
- שיעור הזיהוי של המערכת בחנטים בגודל של < 15 מ"מ הוא גבוה מאוד.
- יש שני כיוונים שיש להמשיך ולבדוק יכולת זו:
 - (1) ניסוי עם חיישנים, ברמת הפרדה גבוהה יותר, במטרה להגיע לתוצאות טובות יותר בגודל פרי של < 10 מ"מ.
 - (2) הגדלת מספר העצים והשלכת תוצאות המודל על חלקה שלמה (לעומת עצים בודדים).

ניסוי ב' – "בדיקת שיעור השינוי בגודל החנטים בשבועות הראשונים"

צילום התקריב שבוצע מחצובה לא סיפק את התוצאה הרצויה. לא התקבלה הפרדה ברורה בין פירות בגודל 10 מ"מ לבין פירות בגודל 15 מ"מ.