

## הערכת יבול בתפוחים בעזרת צילומים

דו"ח מצב דצמבר 2014

### רפי לינקר – טכניון

בשנה שעברה 42 עצים (גולדן דליציוס) צולמו ב 4 מועדים במהלך יוני-אוגוסט. הצילומים בוצעו בלילה בעזרת מערכת הכוללת תאורה (לדים) ושלוש מצלמות בגובה 100, 180 ו 240 ס"מ. המערכת הוצבה על עגלה נגרת ע"י כלי חשמלי שנסע באמצע השורה ועצר מול כל עץ. כל עץ צולם משני צדדיו כך שבסה"כ התקבלו שש תמונות עבור כל עץ. התמונות נותחו בעזרת שני אלגוריתמים, הראשון ופותח במקור עבור צילומי יום וכייל מחדש כדי להתאים לצילומי לילה, והשני שפותח במיוחד עבור צילומי לילה. בנוסף בוצע ספירה של התפוחים הנראים בתמונות וקטיף סלקטיבי של העצים בסוף העונה.

בשלב ראשון, עבור כל יום צילום נבחרו באופן אקראי 12 תמונות כדי לכייל את האלגוריתמים ולבנות קשר בין מספר האובייקטים המזוהים כתפוח בתמונה ומספר התפוחים לפני הספירה הוויזואלית. הפעלת האלגוריתם המכיל על כל התמונות הביא להערכה טובה מאוד של סה"כ מספר התפוחים בתמונות (שגיאה של ~5% עם שני אלגוריתמים). תוצאות אופייניות מובאות באיור 1 וטבלה 1.

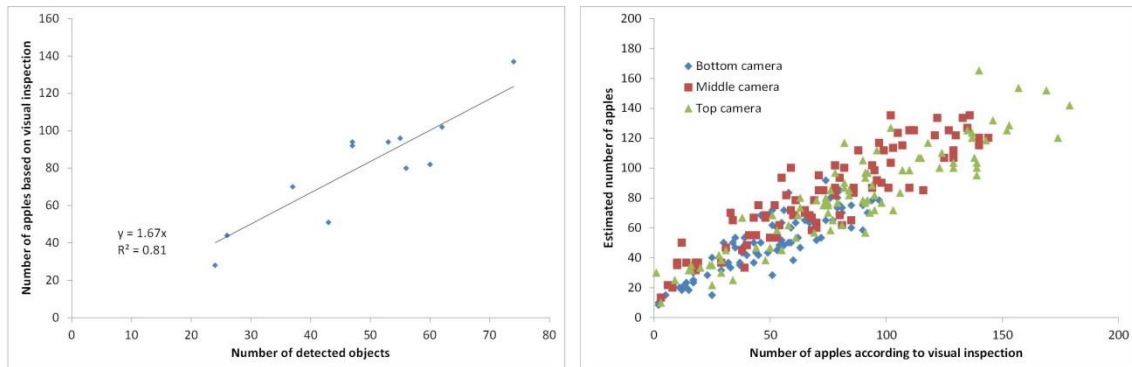


Figure 1: Approach #2. Left frame: Relationship between the number of detected objects and the number of apples according to visual inspection in the 12 calibration images. Right frame: Number of apples according to visual inspection vs. automatic estimation using the linear model shown in the left frame (all 252 images).

Table 1: Comparison between the number of apple according to visual inspection and automatic estimation.

	Bottom images	Middle images	Top images	All images
Number of apples according to visual count	4218	6551	7473	18242
Approach #1				
Number of apples estimated by automatic procedure	3871	6887	6334	17191
Actual/estimated ratio	0.92	1.07	0.85	0.94
Approach #2				
Number of apples estimated by automatic procedure	4362	7209	7092	18663
Actual/estimated ratio	1.03	1.10	0.95	1.02

בשלב שני, עבור כל יום צילום נבחרו באופן אקראי 14 עצים כדי לבנות קשר בין סה"כ מספר האובייקטים המזוהים בתפוחים בששת התמונות של כל עץ, והיבול בפועל. נעשה שימוש בקשר זה כדי להעריך את היבול של 28 העצים הנותרים. תוצאה אופיינית מובאת באיור 2. עם שני האלגוריתמים התקבלה שיאה כוללת בהערכת היבול שנעה בין 2% ל 10%, תלוי בעצים ששימוש לבניית הקשר.

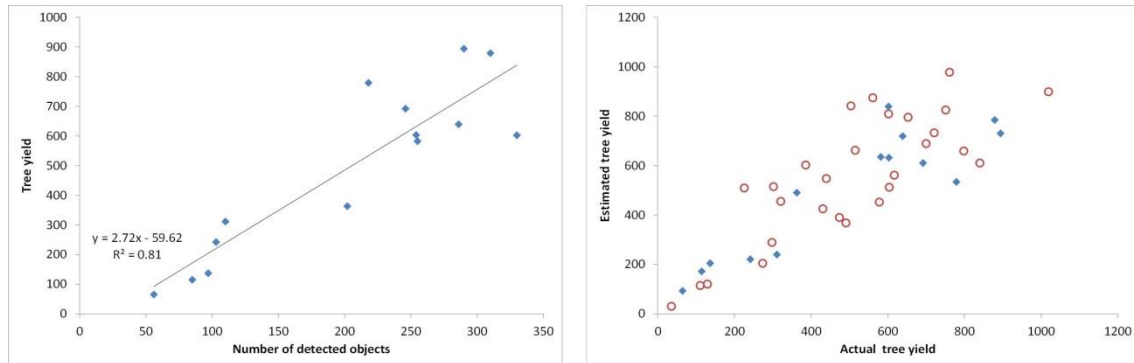


Figure 2: Approach #1. Left frame: Relationship between the number of objects detected in the six images associated with a tree and the actual tree yield. Right frame: Actual yield vs. yield estimated using the model shown in the left frame. The filled symbols correspond to the calibration trees and the open symbols correspond to the validation trees.

### תכנית להמשך

- המשך הצילומים בלילה (כולל מוקדם יותר בעונה) עם מספר גדול יותר של עצים כדי לבסס את הניתוח הסטטיסטי
- צילומים דומים בזן אחר, אם יש בזה עניין
- צילומים באור יום עם ציוד חדש שאמור להתגבר (חלקית לפחות) על הבעיות הנובעות מחוסר האחידות של התאורה הטבעית.