

Detection of apples in RBG images

Amos Naor, Raffi Linker, Victor Alchanatis

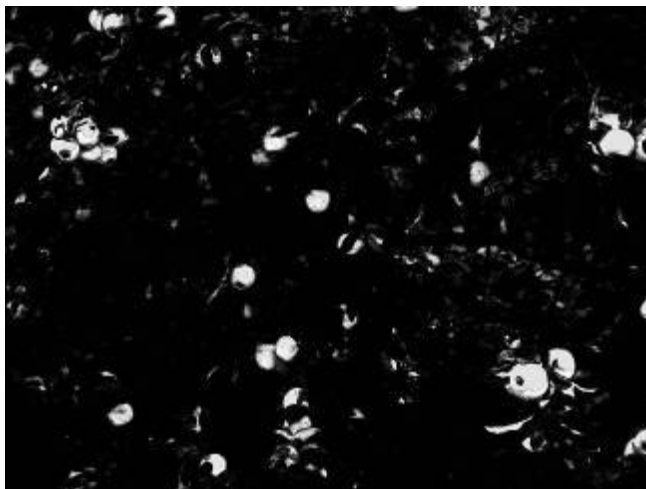
(דו"ח מפורט לשנת 2008)

ציילומי RBG

צולמו כ-250 תמונות RGB בחודשי יוני-אוגוסט ומתוכם נבחרו כ-100 תמונות כדי לפתח ולאמת אלגוריתמים לזיהוי תפוחים. האובייקטים (תפוחים) באותן תמונות סומנו בעזרת תוכנה ייעודית שפותחה במסגרת הפרויקט (ראה דו"ח של שנה ראשונה). נבנה מסווג (classifier) המעריך את ההסתברות של כל פיקסל להיות שייך לתפוח. הסיווג מבוסס על צבע של אזור בגודל 3×3 [פיקסלים] ושונות של כל צבע באזור בגודל 5×5 [פיקסלים]. תוצאה לדוגמא מובאת באיורים 1 ו 2.



איור 1: תמונה מקורית

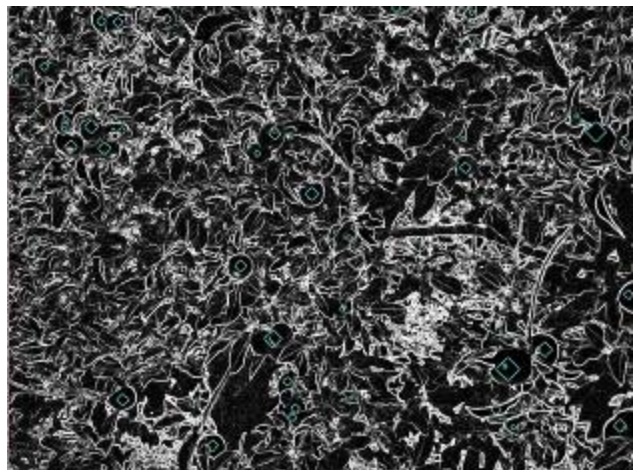


איור 2: הסתברות של כל פיקסל להיות שייך לתפוח

השלב השני הינו זיהוי של אזורי "זרע" (seeds) שסיכוייהם לגדול לתפוח גדול. באיור 3 אזורי זרע שזוהו בתמונה של איור 1 מוצגים כמלבנים אדומים. ניתן לראות כי ברוב התפוחים אכן נמצא זרע. אזורי נוספים זוהו גם כן כזרע בעיקר אזורים בעלי צבע דומה לזה של תפוח. על מנת למחוק את הזרעים שאינם שייכים לתפוחים, ניתן להשתמש במידע שמתקבל מסגמנטציה של התמונה. למשל, איור 4 מציג תוצאה של סגמנטציה מבוססת על שונות הצבעים באזורים של 5*5 פיקסלים. ניתן לראות שלתפוחים יש קונטור בצורה של עיגול. המשך הניתוח בשנה השלישית יתמקד בשילוב המידע המתקבל מאזורי זרע וסגמנטציה (קונטורים). כעת נמצא זרע בכ-80%-90% מהתפוחים וכ-15% מהזרעים אינם שייכים לתפוח כלשהו. שילוב המידע צפוי להקטין באופן משמעותי את מספר ה-false positive (זרע שאינו שייך לתפוח).



איור 3: אזורי זרע (seeds) – מלבנים אדומים



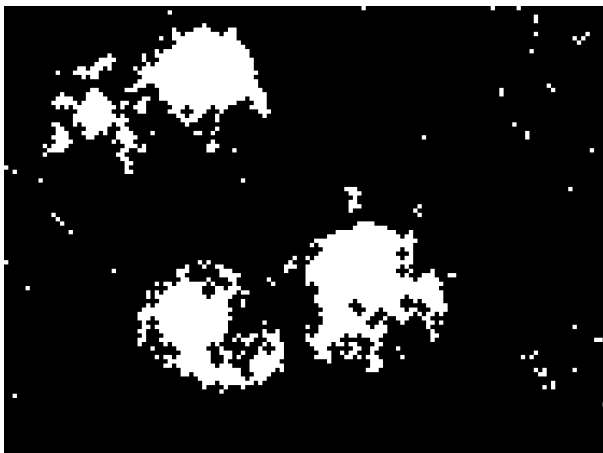
איור 4: תוצאה של סגמנטציה בשילוב עם אזורי זרע

צילומים היפר-ספקטראליים

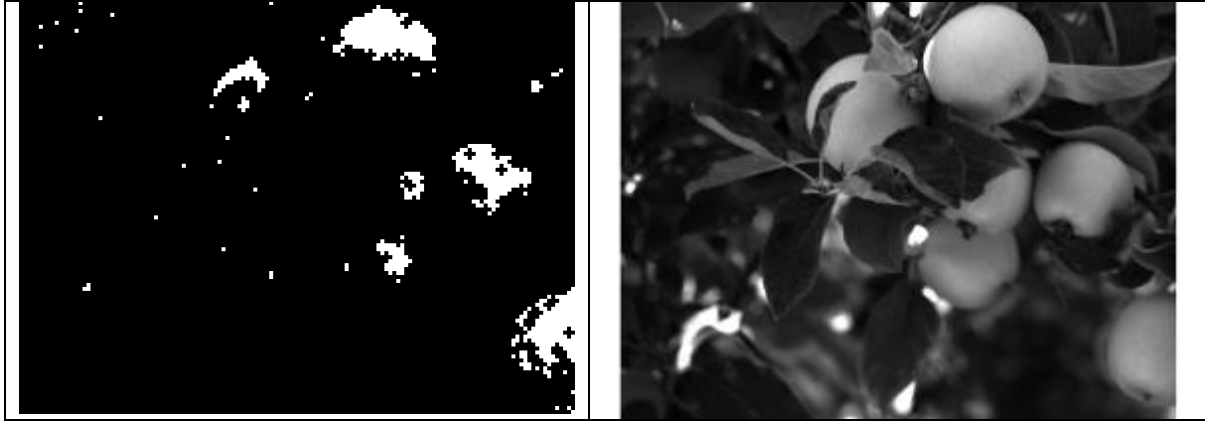
סה"כ צולמו 50 תמונות באורכי גל מ-450 עד 720 ננומטר בצעדים של 10 ננומטר. הצילומים נערכו במספר ימים בחודשי יוני-יולי 2008 בתנאי הארה ועננות שונים. ע"מ לאפשר ניתוח יעיל של התמונות, האובייקטים (תפוחים) סומנו במספר תמונות בעזרת התוכנה הייעודית שפותחה במסגרת הפרויקט. הניתוח התמקד בשתי שיטות: ניתוח על פי מידע ספקטראלי וחיפוש שפה.

ניתוח על פי מידע ספקטראלי

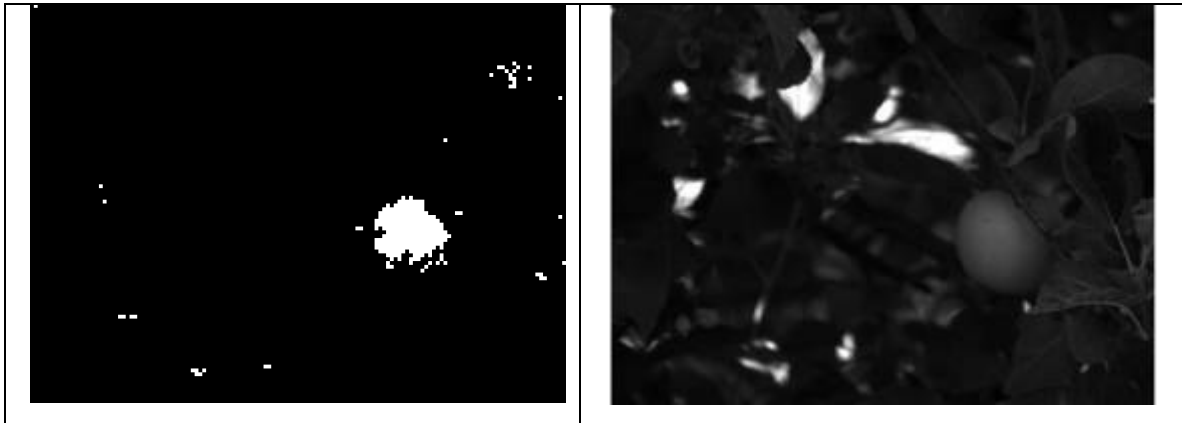
באופן כללי, אחד המכשולים העיקריים לסיווג אובייקטים על פי מידע ספקטראלי בתמונות שצולמו בחוץ הינו שתנאי ההארה משתנים מתמונה לתמונה. שינוי זה גורם לשינוי בספקטרום ההחזר הנמדד. בנוסף, במחקר הנוכחי חלק מהאובייקטים נמצאים בצל (באזורים לא מוארים בתוך העץ) ומוסתרים חלקית. כדי להתמודד עם הקשיים האלה, השתמשנו בגישה חדשה שפותחה לאחרונה בטכניון (בהנחייה דר' אלחנתי השותף לפרויקט). (Almog et al., 2007; Shoshany et al., 2008). השיטה מבוססת על פירוק בעזרת wavelet transform המאפשר ביטול חלקי של "אפקט ההארה". האינדקס $R2\alpha$ שפותח ע"י Almog et al. שולב עם מסווג בינארי המבוסס על מידע סטטיסטי כך שכרגע בסוף תהליך הניתוח מתקבלת תמונה שחור-לבן בה מודגשים הפיקסלים שזוהו כ"תפוח". תוצאות אופייניות מבאות באיורים 5-7. חשוב לציין כי על מנת לבדוק את הרגישות של השיטה לתנאי ההארה, המסווג כויל רק על פי תמונה אחת בלבד! ניתן לראות באיורים 5-7 כי המסווג זיהה נכון את האזורים של התפוחים לא רק בתמונת הכיול (איור 5) אלה גם בתמונות האחרות (כולל תמונות שאינן מוצגות כאן). חשוב לציין במיוחד את הזיהוי המוצלח שהתקבל באיור 7 כאשר התפוח נמצא באזור פנימי (מוצל) של העץ ונראה שונה מאוד מאשר בתמונה ששימשה לכיול (איור 5). תוצאה זאת מוכיחה כי יכולת הסיווג אינה רגישה מאוד לתנאי ההארה.



איור 5: תמונה ב-580 ננומטר ותוצאה של הסיווג על בסיס האינדקס $R2\alpha$. התמונה הינה התמונה ששימשה לכיול המסווג.



איור 6: תמונה ב-580 ננומטר ותוצאה של הסיווג על בסיס האינדקס $R2\alpha$. המסווג כויל בעזרת התמונה המובאת באיור 5 בלבד.



איור 7: תמונה ב-580 ננומטר ותוצאה של הסיווג על בסיס האינדקס $R2\alpha$. המסווג כויל בעזרת התמונה המובאת באיור 5 בלבד.

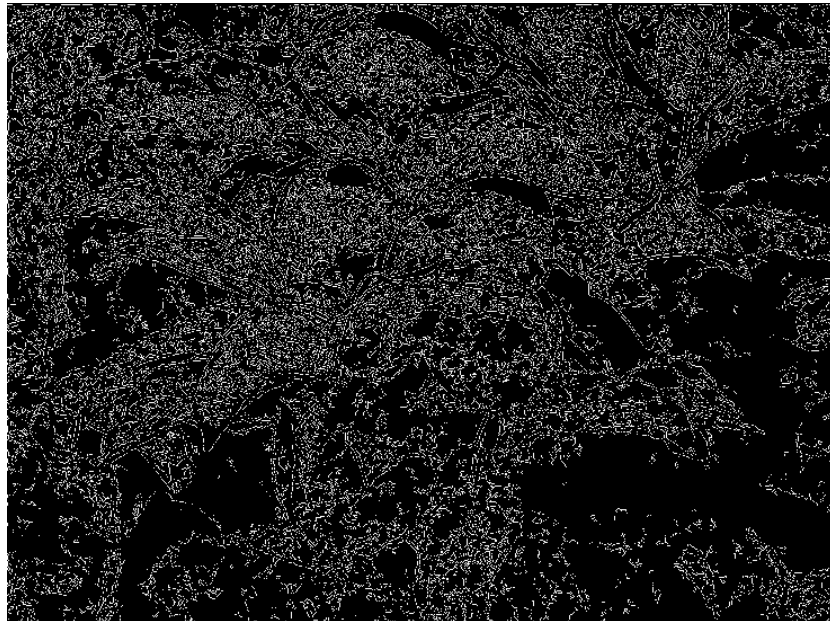
חיפוש שפה

מטרת ניתוח זה הינה לזהות שפות (edges) של תפוחים או של אזורים החשודים כתפוחים. הניתוח מורכב ממספר שלבים:

1. סגמנטציה פשוטה בעזרת אלגוריתם של Canny. תוצאה אופיינית של השלב זה מובא באיור 8. ניתן לראות שזוהו מספר רב מאוד של שפות (מעל 5000 במקרה הספציפי). לכן מטרת כל השלבים הבאים הינה "לנקות" את התמונה ולמחוק את כל השפות שהסתברות שלהן להיות קשורות לתפוח קטנה מאוד.



איור 8: תמונה מקורית ב-620 ננומטר



איור 9: תוצאה של סגמנטציה בשיטת Canny עבור התמונה באיור 8

2. מחיקת השפות הקצרות - לאחר בדיקה סטטיסטית, הוחלט למחוק את כל השפות שאורכן קטן מ- 40

פיקסלים (איור 10)



איור 10: תוצאה לאחר מחיקת השפות הקצרות

3. מחיקת נקודות הסתעפות (פיקסלים עם יותר משני שכנים) - כתוצאה ממחיקה זאת, כל השפות הינן "פשוטות", ז"א בצורה של קשתות בעלות נקודה התחלה ונקודת סיום אחת בלבד.
4. מחיקת השפות הקצרות מ-20 פיקסלים (איור 11)



איור 11: תוצאה לאחר מחיקת נקודות הסתעפות והשפות הקצרות

5. בניית ה-chain code של כל קשת - ה-chain code מכיל את הקואורדינטות של הפיקסלים השייכים לקשת לפי הסדר (מנקודת ההתחלה לנקודת סיום).
6. מחיקת הנקודות עבורן האורך של סגמנט (chord) של 7 פיקסלים קטן מ 7 פיקסלים. שלב זה מוחק את ה-chords עם עקמומיות גבוהה שמאפיינת עלים אך אינה מתאימה לתפוח. (איור 12). ניתן לראות באיור 12 שלאחר שלב זה נותרו השפות הקשורות לתפוחים ומספר שפות הקשורות לעלים (השווה איור 12 עם התמונה המקורית – איור 8).



איור 12: תוצאה לאחר מחיקת שפות בעלות עקמומיות גבוהה

ביבליוגרפיה

Shoshany M., Almog O. and **Alchanatis V.** Wavelet decomposition for reducing flux density effects on hyperspectral classification. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters (In press).

Almog, O. Shoshany, M. **Alchanatis, V.** Qizel, F. Improving Hyperspectral Classification Based on Wavelet Decomposition. Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2007.

תוכנית עבודה לשנה השלישית

השלמת פיתוח אלגוריתם לזיהוי תפוחים וחלקי תפוחים מצילומי RGB והיפרספקטראלים - המשך העבודה יתמקד בשיפור האלגוריתמים לזיהוי תפוחים בשתי שיטות הצילום (צבעוני והיפר-ספקטאלי).

עבור התמונות הצבעוניות השלבים העיקרים הדרושים הינם:

- זיהוי ומחיקה אזורי זרע לא רלוונטיים (לא שייכים לפתוח) על סמך מידע מסגמנטציה.
- גדילה כל אזור זרע עד כדי תפוח
- ספירת האובייקטים

עבור התמונות ההיפר-ספקטראליות:

- המשך ניקוי שפות (מחיקה שפות שאינן קשורות לתפוח)
- שילוב שפות עם "מידע פנימי", ז"א מידע על הפיקסלים של האובייקט שנתמך ע"י השפה. סוגי המידע שיבדקו: פיזור האור בתוך האובייקט, טקסטורה וספקטרום המאפיין כל פיקסל (ספקטרום מתוקן בעזרת השיטה $R2\alpha$ כפי שפורט בד"ח)
- זיהוי אוסף של פיקסלים כאובייקט "תפוח"
- ספירת האובייקטים

לימוד היחס שבין תפוחים הנראים בתמונות לתפוחים נסתרים – לאחר השלמת פיתוח האלגוריתם לספירת

פירות יבוצע ניסוי שיקשור את מספר הפירות שנספרים בתמונות לבין סך הפירות על העץ. יבוצע ניסוי שדה במטע תפוח מסחרי בגליל. בניסוי יבוצעו צילומים של עץ שלם (מספר צילומים על רקע גריד נראה שיאפשר חיבור התמונות). בניסוי יהיו מספר עצים והיבול מכל העץ יקטף ויספרו הפירות במערך מיון מסחרי. יחושב היחס בין פירות נראים בתמונה לסך הפירות על העץ.

First year											
Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Comprehensive literature review											
Technical preparations											
			Photographic sessions								
					Development of image processing algorithms and wavelengths selection						
									Estimation of algor. perf.: detected fruits vs. fruits visible in image		

Second year											
Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Develop. image process. algo. (cont.)											
Estimation of algor. Perf. (cont.)											
			Photographic sessions								
			Manual counting of fruits on trees								
						Estimation of algor. perf.: detected fruits vs. fruits on tree					
							Improvement of image processing algorithm				

Third year											
Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Improvement of image processing algorithm (cont.)											
			Photographic sessions								
						Estimation of system performance: (1) detected fruits vs. fruits in images; (2) detected fruits vs. fruits on tree					
										Summarizing and publishing results	