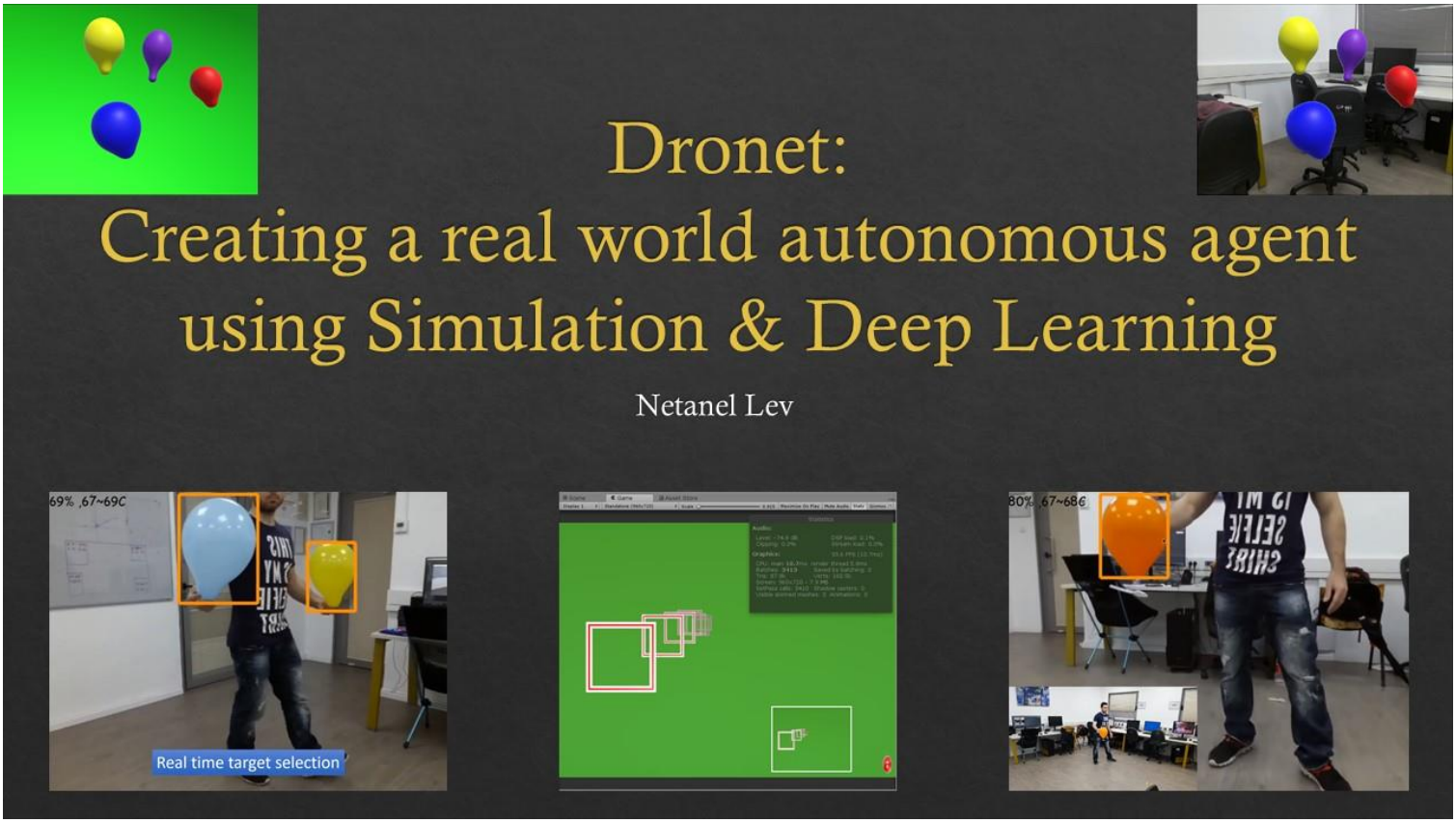


מגיש: נתנאל לב

מנחים: רומן רבינוביץ' & רון סלוסברג & ירון חונן

אפריל 2019

תוכן העניינים

תוכן העניינים	1
מבוא ותקציר	2
תיאור המערכת	3
תיאור הביצוע	
e2e	5
mediated	6
תוצאות	7
מסקנות	7
המלצות	7

מבוא ותקציר

במהלך הפרויקט נבדקו מספר גישות ליצירת כלים אוטונומיים. בעזרת המערכת שנבחרה פותח רחפן אוטונומי המפוצץ בלונים, בהשראת בלוני הטרור הפוקדים את הדרום. המערכת כוללת מודול חישה ממצלמה קדמית מבוסס זיהוי עצמים. בין היתר פותחה סימולציה להערכת ביצועים וכלי ליצירה אוטומטית של מאגר נתונים מתויג (הדרוש בשביל שימוש בטכניקות למידה עמוקה).

גישת mediated לבניית מערכת אוטונומית דוגלת בחלוקה לתתי משימות. בתחום הרכב האוטונומי משימות אלה בדרך כלל יכללו זיהוי נתיב נסיעה, תכנון מסלול ובקרה. קיימת אסכולה המתנגדת לגישה זו וטוענת שחלוקה זו היא מלאכותית. הטיעון המרכזי הוא שחלוקה זו נבחרה כי היא מקלה על בני אדם לגשת לבעיה, אך כלל לא מובטח שהיא תביא לביצועים אופטימליים תוך שימוש בכלי למידה עמוקה.

גישת end-to-end דוגלת בכך שניתן להגיע לתוצאות טובות יותר ללא חלוקה לתתי משימות, על ידי יצירת רשת במבנה המתאים לבעיה והזנתה במידע איכותי. כך תתבצע אופטימיזציה פנימית המכוונת לביצועי המערכת כמכלול, בניגוד לחלוקה לתתי משימות ואופטימיזציה של כל משימה בנפרד. המערכת לומדת לפתור את הבעיה במספר צעדים מינימלי וכך נוצרות רשתות קטנות ומהירות יותר.

אחת ממסקנות מהפרויקט היא שקשה להבטיח את האמינות של מערכת end-to-end, או לפחות לתת תנאים שתחתם מובטח שהיא תפעל כראוי. בנוסף יש קושי בבחירת מבנה רשת ומידע מתאים עבור הבעיה.

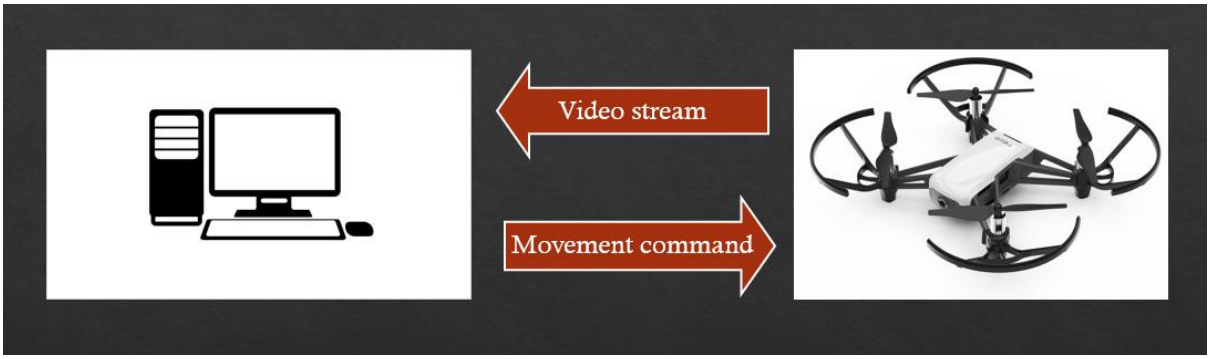
בגישת mediated, ניתן לעשות רדוקציה למספר בעיות קטנות יותר. החלוקה מאפשרת להעלות את רמת הוודאות לגבי המודול המבוסס למידה עמוקה – על ידי שימוש בטכניקות נוספות או חומרה נוספת. לדוגמא – מודול חישה המזהה בלונים ממצלמה קדמית, ובנוסף גם סונר המאמת את העובדה שקיים אובייקט תלת ממדי במיקום בו הרשת טוענת שקיים בלון.

כדי לשלב מערכות אוטונומיות הפועלות בעולם האמיתי, שבו כל טעות עלולה לעלות בחיי אדם או בעלות כספית גבוהה, יש צורך באמינות גבוהה. ולכן אני מסיק שגישת mediated יותר מוצלחת עבור יצירת סוכנים אוטונומיים בעולם האמיתי.

תיאור המערכת

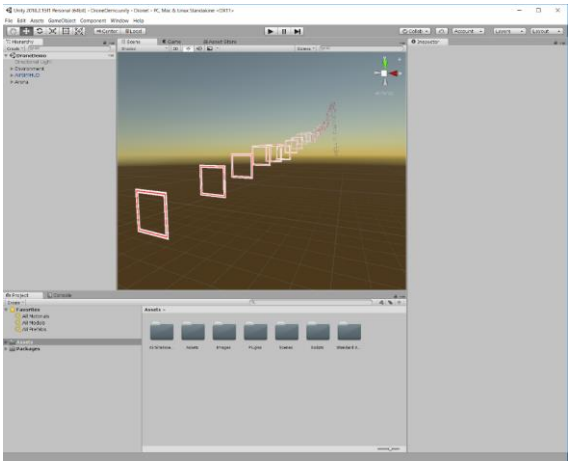
בפרויקט זה פותחה מערכת אוטונומית מטיסה רחפן ומפוצצת בלונים. המערכת כוללת מודול חישה ממצלמה קדמית מבוסס זיהוי עצמים. הרחפן שנבחר הוא Tello מבית RYZE ו- DJI.

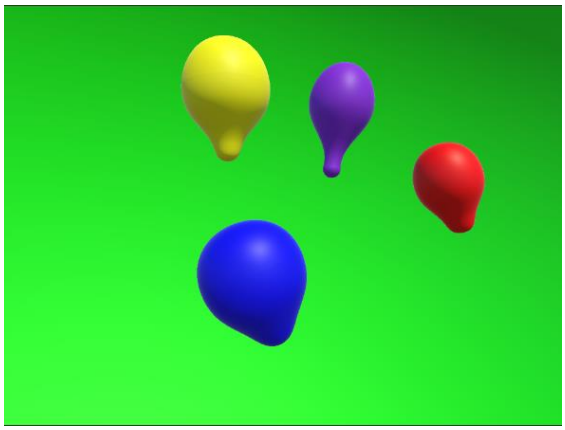
Tello הוא רחפן קל חזול, ואינו יכול לשאת משקל נוסף (כמו מחשב לעיבוד הנתונים). ולכן האלגוריתם רץ על שרת בזמן אמת. הרחפן שולח לשרת (בתקשורת UDP על גבי WIFI) וידאו סטרים ממצלמה קדמית. השרת מעבד את התמונה, מריץ את האלגוריתם ומחזיר לרחפן פקודת היגוי.

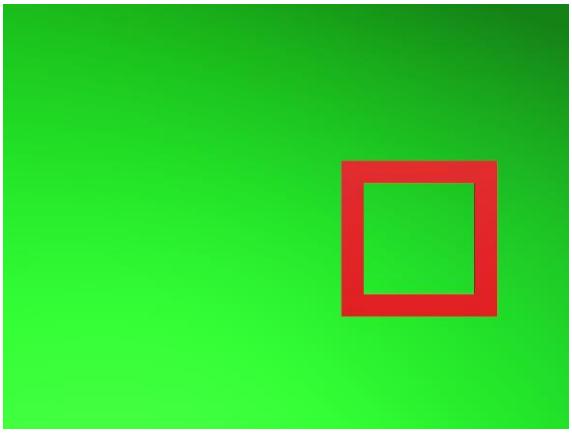


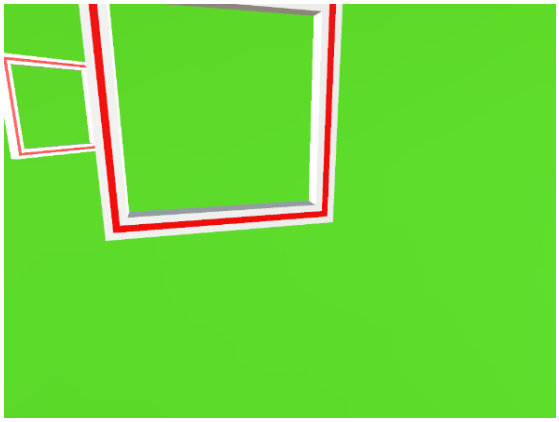
סימולטור

פותחה סימולציה מבוססת Unity, הכוללת פלאגין של Airsim. מומשה יכולת טיסה ידנית ואוטומטית, וגם יכולת הקלטה. הסימולציה מכילה מספר סצינות המכילות מטרות המפוזרות במסלולים שונים (מעלה+מטה, טורוס, מטרה יחידה). קיים רקע ירוק, אשר מאפשר לבצע background substitution לתמונות, וכך ליצור dataset גדול מאוד ומגוון.



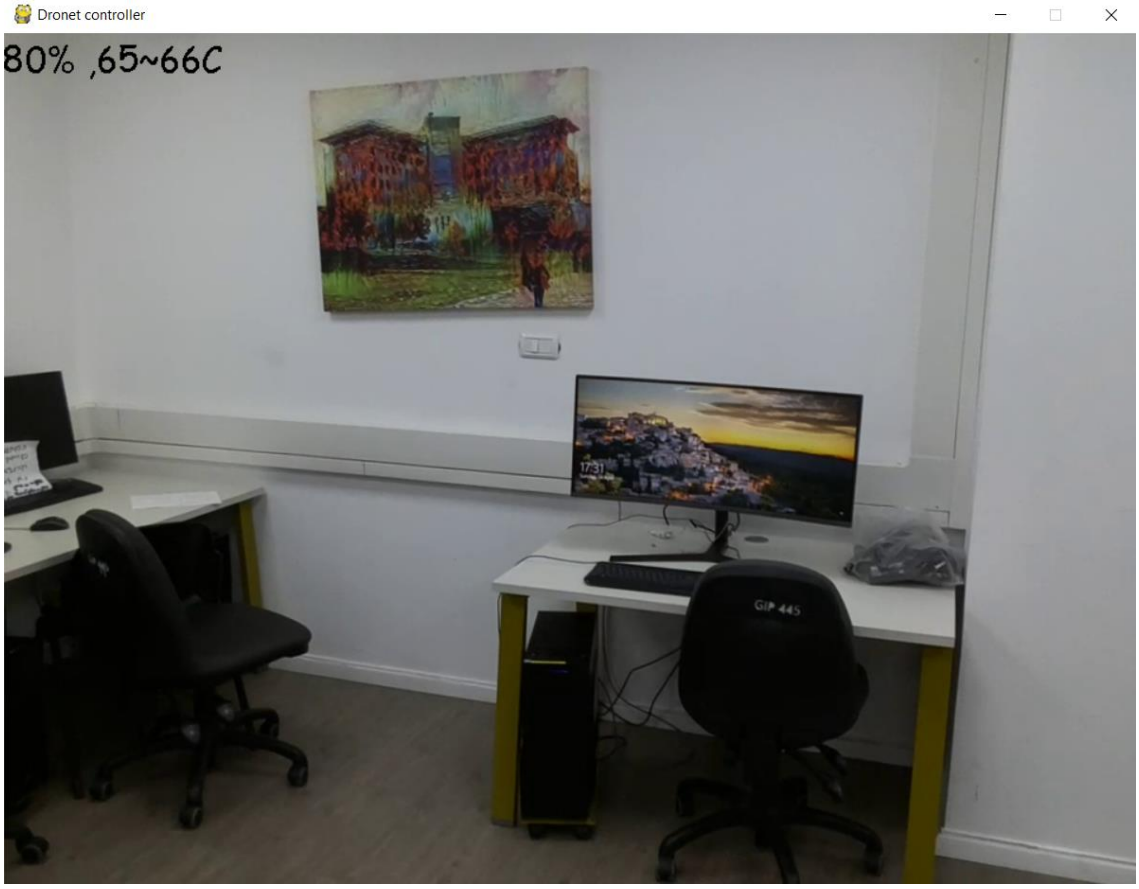






ממשק גרפי

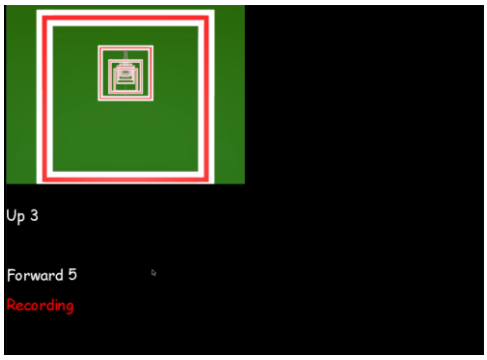
ממשק שבעזרתו ניתן להטיס את הרחפן. מציג את הוידאו סטרים המתקבל בזמן אמת מהרחפן, ובנוסף נתונים חשובים למטיס (סוללה, טמפרטורה). קיימת יכולת הטסה ידנית (wasd+arrows), וניתן להפעיל\לבטל מצב אוטונומי ע"י לחיצה על P. בנוסף ניתן להקליט את הוידאו סטרים בעזרת לחיצה על R.



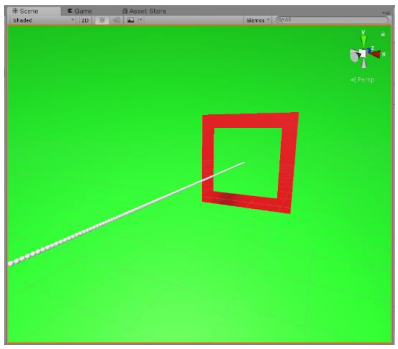
תחילה התבצעו נסיונות לפתח מערכת בגישת e2e.
לשם כך נוצר dataset המכיל תמונות ממצלמה קדמית + פקודה רצויה.

נעשה שימוש בכמה סוגי פקודות:

1. פקודת טייס אנושי
הוקלטה טיסה ידנית בסימולטור בעזרת מקלדת.



2. חזרה למסלול אופטימלי
הוקלטה טיסה אוטומטית בעזרת פרמטריזציה רצויה.



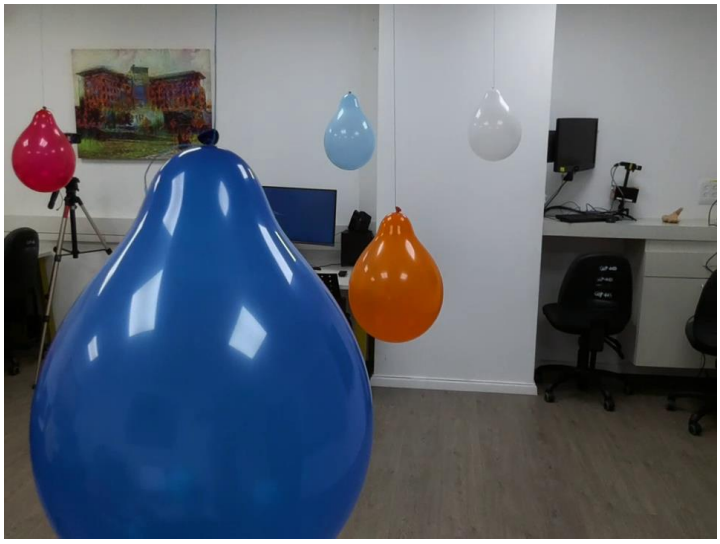
3. מיקום מטרה
טיסה אוטומטית, כאשר התיוג לכל תמונה הוא המיקום של המטרה הכי קרובה.

התבצעו נסיונות אימון על גבי רשת CNN מפרויקט Carnet, וגם רשת מבוססת Resnet-8.
תוצאות המערכת לא היו טובות (בסימולציה). ניתן לעשות שיפורים ב- dataset (לתת עדיפות לזוויות היגוי מסויימות כדי שהרשת תלמד יותר טוב. כמו כן ניתן לבחור מבני רשתות אחרות.
המטרה הייתה לספק מערכת שפועלת בעולם האמיתי ובעלת ארכיטקטורה שניתן להפוך אותה למערכת בשימוש "אמיתי", ולכן המשך הפרויקט התמקד בגישת mediated.

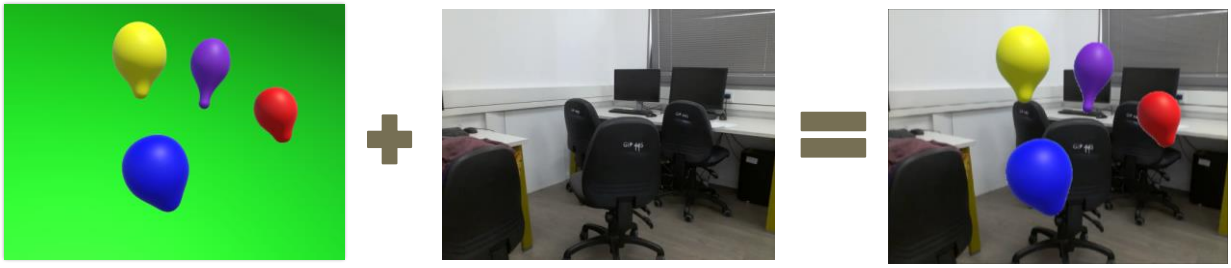
תיאור הביצוע – mediated

נוצר dataset המכיל תמונות ממצלמה קדמית + מיקום בלון.
התבצע תיוג ידני. קיימת הכנה לתיוג אוטומטי (המשך ביצוע בקיץ).

1. תמונות אמיתיות:

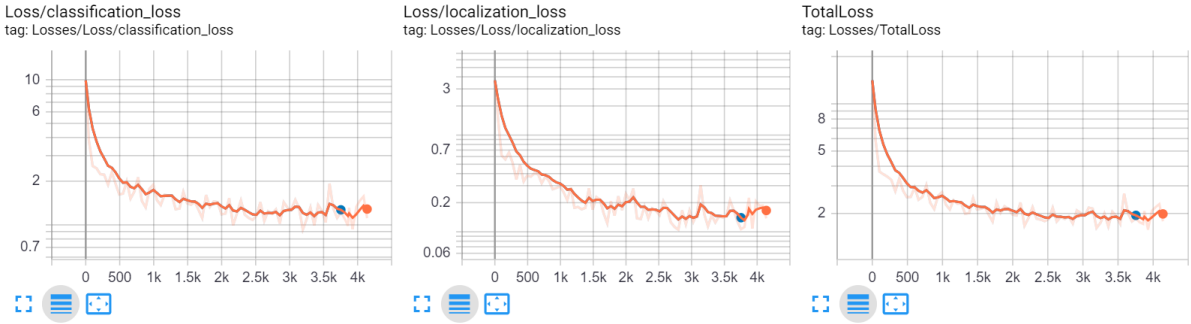


2. תמונות מהסימולציה:



אימון

התבצע אימון בשיטת transfer learning על רשת שאומנה על מאגר הנתונים coco.
Object detection זו בעיה ידועה ומתועדים פתרונות רבים, ולכן שלב זה היה מהיר יחסית.



תוצאות

- אבטיפוס - רחפן אוטונומי המפוצץ בלונים
- סימולציה המשמשת ליצירת dataset ובדיקת אלגוריתמי טיסה
- סביבה מוכנה לפיתוח עבור Tello (גם ב- Windows)

מסקנות

- Mediated היא הגישה העדיפה עבור יצירת מערכות אוטונומיות.
- יש לסימולציה מקום רב עבור יצירת מערכות הפועלות בעולם האמיתי.

שיפורים לעתיד

- המרת הפרויקט לחומרה onboard
- יצירת כלי לייבלינג אוטומטי (יתבצע השנה)
- שילוב של מערכות חישה נוספות

תודות

אני רוצה להודות לירון חונן, רומן רבינוביץ', רון סלוסברג ולמעבדת GIP על העזרה והמשאבים שהושקעו במהלך ביצוע הפרויקט.