



שם הפרויקט		מס' פרויקט
רובוט השטח RSTAR לומד לעבור מכשולים בשיטת החיזוקים		2021-01-059
מנחה שותף	מנחה אקדמי	
	פרופסור סיגל ברמן	
חברי הצוות		
		זהר קרני
		karniz@post.bgu.ac.il

תקציר

מטרות: מטרת הפרויקט היא בחינת דרכים ללמד בשיטת למידה עמוקה בעזרת חיזוקים את רובוט RSTAR, רובוט שטח בעל יכולות דינמיות ייחודיות, להתמודד בהצלחה עם מכשולים בסביבה ולנווט בצורה מיטבית בעזרת שילוב של יכולות בסיסיות. המחקר הנוכחי התמקד בפיתוח היכולות הבסיסיות.

הקדמה: השתתפות רובוטי שטח בפעולות חיפוש והצלה באזורי אסון מאפשרת להפחית סיכון לעובדי הצלה, להגדיל מהירות תגובה ולהיכנס לחללים מורכבים. כדי להקטין עומס על המפעילים נעשה מאמץ לצייד את הרובוטים ביכולות אוטונומיות. אחת הגישות לעשות זאת היא בעזרת למידת מכונה, ובפרט למידה עמוקה בשיטת החיזוקים המבוססת על ניסוי וטעייה בסביבה ומשלבת רשת נוירונים. שימוש בסביבת סימולציה כדי ללמד את הרובוט מאפשר לחסוך עלויות, לקצר זמני למידה ולצמצם סיכונים. רובוט RSTAR הוא רובוט שטח בעל יכולות לשנות את מבנהו בעת התנועה ובזכות כך יש לו יציבות ויכולת תמרון גבוהות, אולם קשה לשלוט בו מרחוק. במחקר קודם RSTAR למד לעבור שלושה מכשולים (מעבר צר, כניסה נמוכה ומדרגה) בעזרת למידת חיזוקים במרחב מצבים ופעולות בדיד, כשניתן לו מידע מלא אודות המכשול וכשהוא מוקם בנקודת התחלה קבועה. בפרויקט זה פותח אלגוריתם למידה עמוקה במרחב רציף, תוך התייחסות למידע שמגיע מחיישני הרובוט. ההשערות היו שביצועי הרובוט במשימות זהות לאלו של המחקר הקודם יהיו דומים, אולם יכולת ההכללה למשימות שונות תהיה טובה יותר בעזרת שיטת הלימוד העמוקה. השערה נוספת הייתה שלמידה על פי מידע מותאם של מרחק מהמכשול וממדיו מספקת ולכן תיתן ביצועים דומים לאלו של למידה ישירה מתמונה.

שיטה: שלוש הסביבות ותהליכי הלמידה מודלו בסימולציות בתוכנה Unity וחבילה ML-Agents. הרובוט למד לעבור כל מכשול עם שלושה אלגוריתמים: למידה במרחב בדיד, למידה במרחב רציף עם מידע מותאם הכולל מרחק מהמכשול וממדיו, ולמידה במרחב רציף ישירות עם קלט מהמצלמה. תהליכי הלמידה במרחב הרציף אותחלו עם תצורות ומיקומים שונים של הרובוט וגדלים שונים של המכשולים. יכולות הרובוט לאחר הלמידה נבחנו על פי זמן ביצוע המשימה, סך תנועת הצירים המשנים את מבנה הרובוט וחלקות התנועה, שהיא סך השינויים בכיוון התאוצה. נעשתה השוואה בזוגות בין ביצועי שלושת האלגוריתמים בעזרת מבחן Kruskal-Wallis.

תוצאות: למידה במרחב בדיד הובילה למשך ביצוע משימה איטי יותר לעומת למידה במרחב רציף עם קלט מותאם, אולם סיפקה חלקות תנועה גבוהה יותר וכמות שינויים נמוכה יותר בצירי מבנה הרובוט. עבור משימות שונות מאלה שנלמדו, הרובוט שלמד במרחב הרציף הצליח להתמודד עם יותר משימות. למידה עם קלט מותאם הובילה למשך ביצוע משימה מהיר יותר ועם חלקות תנועה גבוהה יותר לעומת למידה עם מצלמה. מבחינת כמות השינויים בצירי מבנה הרובוט, במכשול הכניסה הנמוכה למידה עם מצלמה הובילה לפחות שינויים. במכשולים האחרים היא הובילה ליותר שינויים.

מסקנות: הביצועים שהתקבלו מלמידה עבור משימה ספציפית במרחב בדיד ובמרחב רציף היו שונים. ללמידה במרחב רציף יש יכולת הכללה גבוהה יותר למשימות שונות. הרובוט שלמד עם קלט מותאם הגיע לביצועים שונים מאלה של הרובוט שלמד עם מצלמה. ההבדלים בין הביצועים נובעים ככל הנראה מזמני עיבוד התמונה ומהתכנסות לפתרונות אחרים. בהמשך המחקר נבחן את התנהגות הרובוט בעזרת מודלים אקראיים, כדי לתכנן טוב יותר התמודדות בסביבות עם מספר מכשולים.

מילות מפתח: לימוד מכונה, למידה עמוקה עם חיזוקים, רובוטי שטח, סימולציה.