

# רֹבוּטִים נֵיָדִים – תְשִׁפָ"ז

## תרגיל 2 (מיפוי וינויווט באמצעות רובוט נייד)

בתרגיל זה תתבססו על הרובוט והתוכנה של תרגיל 1 ותפתחו אותם לביצוע שימושות נוספות. משימה ראשונה היא מיפוי היקף הזירה בעזרת חישון מרחק אודומטריה. משימה שנייה היא וינויווט בעזרת מפה וחישונים אל נקודות בזירה.

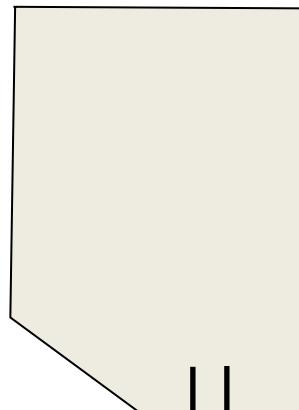
כל משימה מחולקת לשני חלקים. א. ביצוע שיבדק במעבדה. ב. דוח כתוב בו תציגו את תהליכי הפיתוח ואת עיבוד הנתונים.

### משימת מיפוי היקף הזירה

1. השתמשו בחישון מרחק (חישון על קול - sonic) ובבקר PID לheck אחור הקירות. השתמשו באודומטריה ובקריאות החישון להכנת המפה בה מתוארים קירות הזירה. הנחות והנחהות:

הזירה היא מצולע קמור וסגור, המורכב ממספר קטן של קירות ישרים ( $8 < \#walls$ ). זוויות הפניות עלות על 70 מעלות וקטנות מ 170 מעלות.

נקודת ההתחלה מסומן בשני פסים כהים על הרצפה בסמוך לקיר (ראו שרטוט). הרובוט יונח מימין לנקודת ההתחלה, למרחק הרצוי מן הקיר ובכיוון הנכון, ויתחיל לנوع עם כיוון השעון.



הרובוט צריך לעקוב אחר הקירות, להתגבר על הפניות ובעזרת אודומטריה לחשב את מסלולו. הרובוט צריך להשלים הקפה סביב הזירה, עד לזהוי נקודת ההתחלה.

## המפה

המסלול (הניתן ע"י אודומטריה) יחד עם קריית חישון המרחק לאורך המסלול, יניבו מידע מספק (אם גם רועש) להערכת מיקומי הקירות והפינות.

תוכנית מחשב (MATLAB / Python / Java) תקרא את המידע הגלומי (אודומטריה וקריית חישון המרחק כפונקציה של זמן) ותיצור את המפה. התוכנית תציג (ויזואלית) את המסלול והקירות וכן תיצור קובץ מפה. הקובץ יהיה בפורמט נגיש לרובוט.

עליכם להשתמש בהתאםות קווים ישרים כך שבמפה הקירות יוצגו ע"י מקטעים ישרים בלבד. חישבו כיצד לזהות (בתוך המידע הרועש) היקן מתחילה ונגמר הקירות וכייד להעריך את זווית הפינות.

שימוש לב שחרובות נושא במרקח מן הקירות והזירה שבמפה צריכה להיות דומה לזרה שבמציאות ככל האפשר, על כן צריך להעריך את מיקום הקירות מתוך המסלול שהציג הרובוט.

בעיה נוספת שתדרשו לפתור היא סגירת הזירה שבמפה. הרעש הקיים בשיטת האודומטריה יגרום לכך שהמסלול ישוחשב יכול אי דיווקים. אחד הביטויים לכך יהיה מרחק מחושב גדול מאפס בין נקודת ההתחלה ונקודת הסיום. יתכן גם שחרובות לא יעזור פיזית באותה נקודת שבת התחיל ואז יהיה קיים מרחק אמיתי בין הנקודות, עליו יתווסף אי דיווקים. עליכם לבחור האם לבצע את הסגירה לפני או אחרי התאמת הקווים הישרים ולמש שיטה לסגירת הזירה.

תוכלו להשתמש בשיטת הריבועים הפחותים - Least squares (פונקציות MATLAB \ Python \ RANSAC<sup>1</sup>, כדי להתעלם מנקודות לא רצויות בחישוב הקו המתאים ביותר. שיטה נוספת שעשויה לעזור היא Hough transform המיועדת למציאת קווים ישרים בתמונות. שיטה זו מומשת ב MATLAB או בספריות Python מתאימות.

## נקודות למחשבה ובדיקה בתחום בניית הרובוט

הdagש צריך להיות על דיק מדידת המיקומים והמרקחים ולא על מהירות. מה היא צורת הרובוט האופטימלית למשימה זו? כיצד משתמשים בחישון המרחק? מה הוא מחייב? מה הדיק של החישון ובמה הוא תלוי? מה צריך להיות מיקומו של החישון על הרובוט? לאיזה כיוון עליו לפנות? האם עליו להיות קבוע או נייד? האם להשתמש בחישון המגע? כיצד?

---

<sup>1</sup> קיראו על כך, למשל בויקיפדיה (RANSAC – Random Sample Consensus)

### **הבדיקה במעבדה של שלב המיפוי**

א. הרובוט יונח בנקודת התחלה, ולאחר הפעלתו ינוע עם כיוון השעון סיבוב הזרה בסמוך לקירות. הרובוט ישלים הקפה מלאה ויזה את נקודת הסיום. הרובוט רשאי לבצע עד 2 הקפות נוספות להגברת האמינות והדיקן של השיטה, אך זו אינה חובה.

ב. קובץ הנתונים (אודומטריה וקריאת חיישן המרחק) יועבר למחשב (בכל דרך שתרצה). מותר להעביר את הנתונים אל המחשב תוך כדי הפעולה ולא לשמר קובץ על הרובוט.

ג. תוכנת מחשב תקרא את קובץ הנתונים, תציג אותם, תחשב ותציג את המפה של היקף הזרה. ההיקף חייב להיות מצולע קמור וסגור ובו מספר צלעות קטן מ-8, הדומה לכל האפשר לצורות היקף הזרה האמיתית, ובעל קנה מידת נכון. יש להציג כוורת וכיתוב מתאימים לצירים של ה *figure*.

ד. נא להערך צילום וידאו של הבדיקה וצילום סטילס של המפה המוצגת.

### **הגשת דוח של שלב המיפוי**

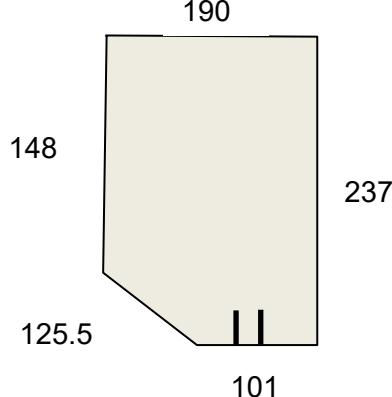
יש להגיש:

א. הסבר על תהליך הפיתוח של הרובוט למשימה זו וצלום של הגרסה הסופית (וגרסאות קודמות על פי רצונכם). אותו הרובוט צריך לבצע גם את השלב הבא – משימת הניוט. בשלב זה של ההסבר יש להתמקדך רק בשלבי הפיתוח היחידים למשימת המיפוי.

ב. הסבר על שיטת הפעולה והמיימוש של המערכת שלכם: האודומטריה, העקיבה אחר הקיר, וחישוב המפה תוך שמירה על האילוצים של מבנה הזרה.

ג. המפה המחשבת כתמונה מודבקת לדוח (השתמשו ב *copy* של *figure*).

ד. הורכת הדיקן של התוצאות: מדידת מרחקי הצלעות של המפה והזיות שביניהן. גודל הזרה בס"מ מתואר בשרטוט:



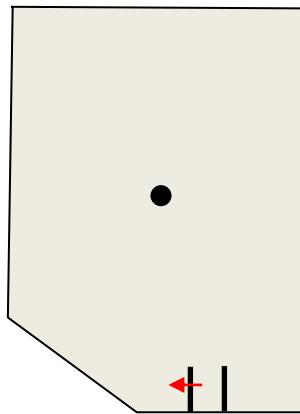
ה. קוד מלא ומתועד של שלב התנועה והמיפוי (robot & computer code).

## משימת ניוט

### הבדיקה במעבדה של שלב הניוט

המפה מן השלב הקודם תעבור ותועבר אל הרובוט. הרובוט יונח במקום כלשהו סמוך להיקף המיקום והכיוון לא נתונים לכם מראש.

על הרובוט לבצע את השלבים הבאים **בפחות מ 7 דקות**:



1. לנוע עד לנקודת התחלה (מיקום החץ) ולהתמקם בכיוון החץ. לעצור ולהודיעו הודעה קולית על הגעה לנקודת התחלה. להמתין חצי דקה לצילום מיקומו המדוייק, לחכotta לפקודה קולית ולהמשיר.

2. לנוע עד לנקודת אמצע הזרה, לעצור, להודיעו הודעה קולית על הגעה לנקודת הביניים, להמתין חצי דקה לצילום מיקומו המדוייק, לחכotta לפקודה קולית ולהמשיר.

3. לנוע עד לנקודת הסיום (מיקום החץ) ולהתמקם בכיוון החץ. לעצור ולהודיעו הודעה קולית על הגעה לנקודת הסיום.

### הנחיות נוספת

א. נא להערך לצילום וידאו של הבדיקה, וצילום סטילס של מיקומי הרובוט בנקודות הבדיקה השונות: צילום אחד המראה את כל הזרה וצלום שני מקרוב, מעל הרובוט, המראה את מיקומו ביחס לנקודת הרצואה. נקודת היחס למיקום על הרובוט היא בדיקת מתחת לחישון האור. מרחקה של נקודת זו מנקודות היעד צריך להיות מינימלי.

ב. משך כל הודעה קולית של הרובוט לא יעלה על 3 שניות.

ג. ההמתנה של חצי דקה אחריו הגעה לכל נקודת בדיקה תשמש לצילום מיקום הרובוט. במשך 15 דקות הראשונות של מחיצת הדקה זו הרובוט לא יגיב לפקודה קולית. אם במשך 15 דקות שלאחר מכן לא תזזה פקודה קולית, על הרובוט להמשיך לשלב הבא.

## נקודות למחשבה ובדיקה

כיצד כדאי להכין את המפה שתועבר אל הרובוט? הפורמט הנבחר צריך לאפשר את ביצוע משימת הניוט בקלות ובייעילות.

ביצוע המשימה בהצלחה דורש דיוק וגם מהירות. על כן יש להקדים מחשבה וזמן לשיפור הביצועים במהלך הפיתוח. משימה שלא تستumped ב 7 דקות לא תוכתר בהצלחה, אף אין תוספת ניקוד על זמן קצר יותר.

כיצד לבצע את הניוט? כיצד להעזר במפה? האם לשלב אודומטריה וחישון מרחק בביצוע הניוט? כיצד לעשות זאת?

השمعת קובץ קול היא משימה פשוטה. כאן אפשר להיות יצירתיים (תוכן הקובץ) אך חשוב לא להעמיס על זכרון הרובוט.

תגובה לפקודה קולית תתבצע באמצעות חישון הקול. כדאי לבחור בקול ברור וחזק (למשל מחיאת כף).

יש להתאים על הביצוע-Colo, כולל מדידת הזמן, הצילומים השונים והפקודות הקוליות. רצוי להעזר בצוותים אחרים לצורך כך.

## **הגשת דוח של שלב הניוט**

יש להגיש:

א. הסבר על תהליכי הפיתוח של הרובוט למשימה זו. זה אותו הרובוט שביצע את שלב המיפוי, כאן יש להתמקד רק בשלבי הפיתוח הייחודיים למשימת הניוט.

ב. הסבר על שיטת הפעולה והIMPLEMENTATION של המערכת שלכם: בחירת הפורמט למפה ועיבודו לצורכי העברתה לרובוט; הניוט וההתמצאות באמצעות מפה, אודומטריה וחישונים אחרים; חלוקת המשימה לשלבים; טיפול בפלט וקלט של קול.

ג. צילומי מיקום הרובוט משלב ביצוע המשימה.

ד. קוד מלא ומתווד של שלב עיבוד המפה, ושלב הניוט (robot & computer code).

**הנחיות אחורנות והוראות הגשה:**

1. הבדיקות במעבדה יערכו ביום שישי, ה 26.12.25. יש להכין גיבוי של **כל** הקבצים כדי להתגבר בנסיבות על מקרים תקלה ביום הבדיקה.
2. הגשה (על ידי אחד מחברי הצוות) בתיבת ההגשה באתר הקורס עד יום שלישי 30.12.25 לפני חצות.
3. מותר להשתמש במקורות חיצוניים (תיעוד, מאמרים, הדgesות, קוד, כל AI). **חובה לציין כל מקור.**
4. יש לרשום שם ות"ז של כל חברי הצוות בראשית כל קובץ או מסמך.
5. הקפידו על סטנדרטים של כתיבת קוד: ארגון, שמות משמעותיים, תיעוד.
6. הדוח כתוב יוגש כקובץ Word. אם יש בעיה להעלות קבצים עם סימוכן מסויימת, קבצו אותם בתוך קובץ zip אותו תעל.
7. הגיעו גם את קבצי הוידאו של הבדיקות במעבדה או (אם הם גדולים מדי) קישור לתיקיית שיתוף בה נמצאים קבצי הוידאו.

בהצלחה!