

רובוטים ניידים – תשפ"א

תרגיל 1 (עקביה אחר קו - תנועה מבוקרת משוב, בקר PID, חישוב מסלול בעזרת אודומטריה)

בתרגיל זה תבנו רובוט בעל הנעה דיפרנציאלית, המבצע משימת עקביה אחר קו כהה על רקע בהיר, באמצעות חיישן בהירות יחיד. הרובוט ינוע מהר ככל האפשר על פני המסלול ויחשב את מיקומו ביחס לנקודת התחלה על פי מדידת סיבובי הגלגלים. המיקומים ישמרו לקובץ שיעובד ויוצג offline בעזרת תוכנת מחשב שתכtabו.

התרגיל מחולק לשני סוגים של שימושות. **הסוג הראשון** הוא **בדיקה במעבדה של ביצוע הרובוט שבניתם**. **הסוג השני** הוא **משימות להגשה בהן תציגו את תהליכי הפיתוח ואת עיבוד הנתונים. ישנו גם סעיף בונוס**.

משימת עקביה ראשונה

1. (**בדיקה במעבדה**) על הרובוט שבניתם להצליח לנوع ממשך שני סיבובים ברכז על המסלול הסגור והקמור שבמעבדה תוך כדי עקביה אחר הקו הכהה. אם הרובוט מאבד את הקו עליו למצאו אותו ולהשלים את שני הסיבובים.

הנחיות והנחות:

א. הרובוט מתחילה את המשימה כשהוא מונח על הקו הכהה על ידי המפעיל.

ב. הרובוט לא חייב להצליח לעקב לשני הכוונים, אולם אם הוא מונח בכיוון שאינו מועדף, עליו להצליח לתמוך אל הכיוון המועדף ומשם להשלים שני סיבובים.

ג. על הרובוט לסיים את המשימה בזמן מהיר ככל האפשר. **יונוט בונוס לפי הישגים בהם לביצוע הרובוטים של הקבוצות האחרות.**

ד. סיום המשימה יהיה כאשר הרובוט יתקל במכשול אשר נניח לפניו בקו הסיום, ממש לפני הגעתו.

ה. המפעיל ימדוד את הזמן מרגע התחלת המשימה ועד השלמת שני סיבובים. המדידה תבוצע פעמיים: פעם אחת כשיין ההתחלת מתאים לסתוב בכיוון השעון ופעם שנייה עברו כיון ההתחלת הרופיע.

ו. הערכו לצילום סרטון מלא של המשימה.

2. (הגשה)

- א. הסבירו בפורט את השיטה בה הרובוט שלכם מבצע את משימה 1. התייחסו לשיקולים בבחירהם, לחלוקת שלבים שונים של המשימה, לכיוון חישון הבחרות וקביעת מיקומו, בדרך בה הגברתם את אמינותה שלכם, בדרך בה קיצרתם את הזמן שŁוקח לרובוט להשלים את המשימה ולoffset בין אמינותה ומהירותה (אם היה צזה). צרפו צילומים של הרובוט שלכם לтиיעוד הגרסאות השונות (עד לגרסה הסופית) + הסבר השינויים.
- ב. הציגו את תוצאות מדידות הזמן שערכתם עבור שלבי הפיתוח השונים.
- ג. צרפו את הקוד הסופי למימוש זה.

משימת עקיבה שנייה

3. (בדיקה במעבדה) השתמשו בבקר PID (proportional–integral–derivative) לביצוע משימת העקיבה אחר הקו. בקר מסוג זה מנסה להביא משתנה של המערכת אל ערך יעד מסוים. ההפרש הרגעי בין המשתנה לערך היעד זו השגיאה עליה השיטה מתבססת. בד"כ השגיאה רציפה ובעלת כיוון, כלומר יש משמעות גם לערכיה של השגיאה וגם לכך שהשגיאה חיובית או שלילית. עלייכם למצוא דרך להתאים את השימוש בבקר PID לבעה של עקיבה אחריו הקו באמצעות רובוט הלווא שלכם. שימושם לב **שאותו** רובוט צריך לבצע את משימה 1 ואת משימה 3, כשהשוני הוא בתוכנה בלבד.

בחנו את ביצועי הרובוט על אותה זירה ובאותה דרך כמוואר בסעיף 1.

4. (הגשה)

- א. הסבירו את המימוש שלכם לבקר. התמקדו בבחירה המשתנה המבוקר וכייזד מדדתם אותו. תארו כיצד Cipherם את המקדים של הבקר.
- ב. הציגו את תוצאות המדידות הזמן שערכתם עבור מימוש PID של הרובוט העוקב. נתחו את התוצאות בהשוואה למימוש שהציגם בסעיפים 1 ו 2.
- ג. צרפו את הקוד הסופי למימוש זה.

чисוב המסלול

- המסלול יחשב בעזרת אודומטריה: השתמשו במידע המתתקבל מהיישני הסיבוב כדי לחשב את מסלול התנועה של הרובוט.
- הՃרכה: עלייכם לחשב את כיוון התנועה ואת מידת ההתקדמות בכיוון זה. היעזרו בחישוב של רדיוס הסיבוב של הרובוט כתלות במידע הסיבוב של הגללים. תוכלו להשתמש בהיקף הגללים כיחידה

האורך של המסלול הנוצר אחר כך להמירה לס"מ. כדאי לבדוק את קוד האודומטריה שלכם עבור תנויות ידועות מראש עוד לפני ביצוע משימת העקיבה אחר הקו.

5. **(בדיקה במעבדה)** משימת חישוב המסלול על ידי אודומטריה תיבדק לשני הכוונים ובשני אלגוריתמי העקבה שבניהם. על כן הפלט למשימה זו הוא 4 מסלולים.

6. **(הגשה)**

א. הסבירו במפורש את דרך החישוב בה השתמשתם.
ב. הציגו ויזואלית את ארבעת המסלולים שעשו הרובוט שלכם בסעיף 5. במהלך המשימה עליהם לשומר נתונים לקבצים שאחר כך ניתן להוריד למחשב ולהציג.
シמו לב לפרטם הקיימים של השימוש: האם להשתמש באותה גרסה בדיק של קוד עבור משימת העקבה המהירה ועבור משימת מציאת המסלול? יכולות להיעזר בעיות הקשורות למשך הזמן הנוסף הנדרש לביצוע השמירה לקובץ והשפעתו על מהירות ביצוע לולאת הבקרה. אילו מעתנים בדיק כדי לשמור? כל כמה זמן לשמר אותם? מה גודל הקובץ שאתם מייצרים?
ג. **(בונוס)** הציגו את המסלול כפלט גרפי על מסך הרובוט. הגישו צילומי מסך.
ד. **(בונוס)** חשבו והציגו גם את צורת הקו שאחריו עקב הרובוט (כיצד?).
ה. צרפו את כל הקוד הסופי לימוש זה – קוד ה Lejos \ NXC הרץ על הרובוט, וכל קוד אחר הרץ על המחשב (Java / MATLAB / Python / Julia).

הגשה:

1. הבדיקות במעבדה יערכו ביום שלישי, ה- 28.11.25.
2. הגשה (על ידי אחד מחברי הצוות) בתיבת ההגשה באתר הקורס עד יום שלישי 2.12.25 לפני חצוץ.
3. מותר להשתמש במקורות חיצוניים (תיעוד, מאמרים, הדגמות, 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 שימושתיים, תיעוד.
6. אם יש בעיה להעלות קבצים עם סיומות מסוימות, קבצו אותם בתוך קובץ קז אוטו ועלו.
7. הגישו גם את קבצי **הוויידאו של הבדיקות במעבדה** או (אם הם גדולים מדי) קישור לתיקית שיתוף בה נמצאים קבצי הוויידאו.

מקורות:

1. הסתכלו היטב בתיעוד של Lejos, במיוחד על OdometryPoseProvider ,DifferentialPilot ,bulit-in מותכנים בסביבה אחרת.

2. בקר PID

http://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller

http://www.inpharmix.com/jps/PID_Controller_For_Lego_Mindstorms_Robots.html

http://www.seattlerobotics.org/encoder/200108/using_a_pid.html

3. אודומטריה

<http://credentiality2.blogspot.co.il/2010/06/going-from-odometry-to-position-in-two.html>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Odometry>

<http://rossum.sourceforge.net/papers/DiffSteer/>

<http://robotics.stackexchange.com/questions/1653/calculate-position-of-differential-drive-robot>