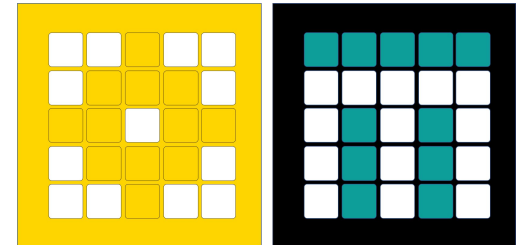


PRIME LESSONS

By the Makers of EV3Lessons



מעקב אחרי קו באמצעות PID

מאת ARVIND AND SANJAY SESHAN

מטרות השיעור

ללמוד על המגבלות של בקרה פרופורציונלית

ללמוד מה זה PID

ללמוד איך לתכנת PID ואיך לכייל אותו

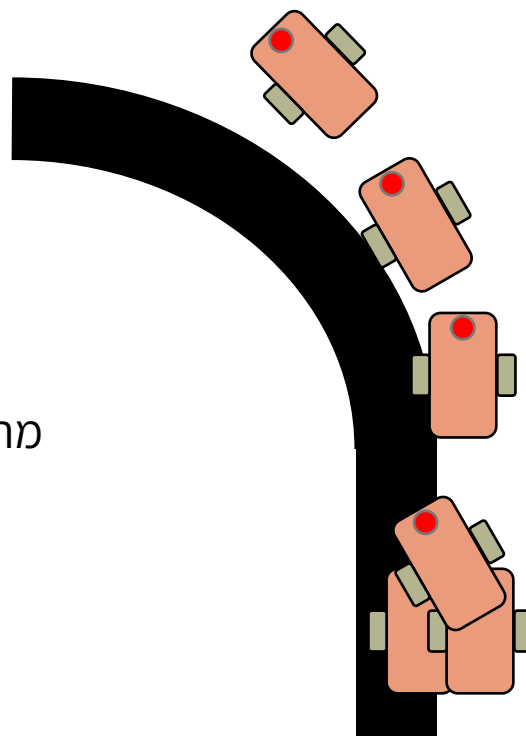
מתי בקרה פרופורציונלית מתקשה?

כדי להציג אותן PowerPoint הערה: השקופיות הבאות מונפשות. השתמש במצב מצגת

מה בקרה פרופורציונלית
הייתה עושה?

מה בן אדם היה עושה?

על הקו ← להמשיך ישר
על לבן ← לפנות שמאלה
חוצים את הקו ← לפנות ימינה
על לבן ← לפנות שמאלה
מתרחק עוד יותר מהקו ← לפנות עוד
יותר



על הקו ← להמשיך ישר
על לבן ← לפנות שמאלה
חוצים את הקו ← להמשיך ישר
על לבן ← לפנות שמאלה
**מתרחק עוד יותר מהקו ← לפנות
שמאלה אותה כמות**

קריאה מהחיישן
50%
100%

כיצד נוכל לתקן את הבקרה הפרופורציונלית?

מה בין אדם היה עושה?

פונה שמאלה/על הקו ← לפנות ימינה

מתרחק עוד יותר מהקו ← לפנות עוד יותר

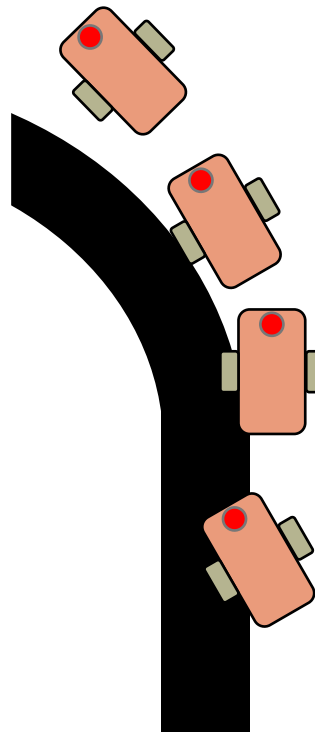
1. לחזות מה קריאת החיישן
הבאה תהיה

מה בקרה פרופורציונלית הייתה עושה?

פונה שמאלה/על הקו ← להמשיך ישר!

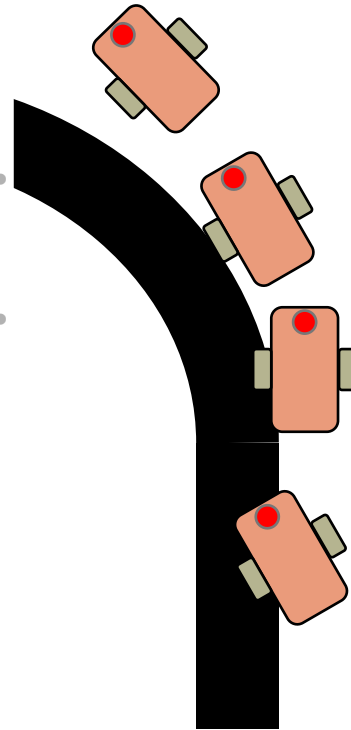
מתרחק עוד יותר מהקו ← לפנות שמאלה אותה כמות!

2. האם תיקוני סטייה בעבר
עזרו להפחית את הטעות?



1. לחזות מה קריאת החיישן הבאה תהיה

- אם הקריאות הן 55, 65, 75 ← מה תהיה הקריאה הבאה?
- מה אם הקריאות היו 55, 56, 57...
- באיזה מידע השתמשתם בשביל לנחש?
- דיפרנציאל (נגזרת) ← קצב השינוי של ערך



2. האם תיקוני סטייה בעבר עזרו להפחית את הטעות?

- כשהתיקונים עובדים כמו שצריך, איך נראית קריאת השגיאה?
- 0, 5+, 6-, 4+, 3-.. כלומר, קופץ סביב 0
- כשהתיקונים לא עובדים טוב, איך נראית קריאת השגיאה?
- 0, 5+, 5+, 6+, 5+.. כלומר, תמיד באותו צד של 0
- כיצד נוכל לזהות זאת בקלות?
- רמז: שימו לב לסכום כל השגיאות הקודמות
- מה הערך האידיאלי לסכום הזה? מה זה אומר אם הסכום גדול?
- אינטגרל ← סכום הערכים

מה זה PID?

[P] פרופורציונלי (שגיאה) ← כמה גרוע המצב כרגע?

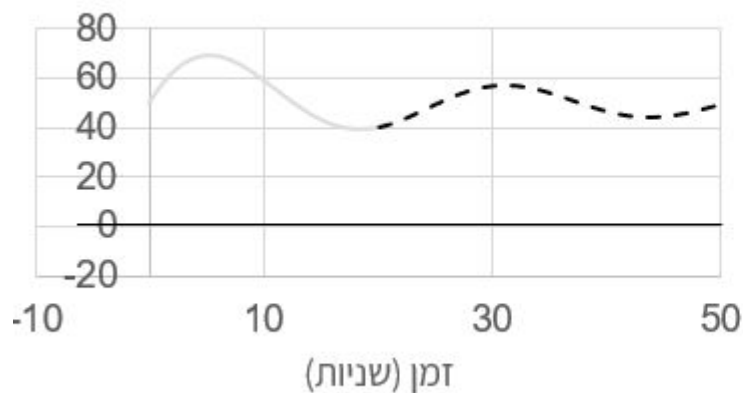
[I] אינטגרלי ← איך התיקונים הקודמים שלי עזרו לי לתקן דברים?

[D] דיפרנציאלי ← איך משתנה הסיטואציה?

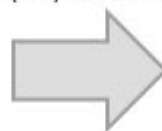
בקרת PID ← שילוב ערכי השגיאה, האינטגרל והדיפרנציאל כדי להחליט לאן להפנות את הרובוט

קו שלם מייצג את מה שכבר ראיתם, קו מקווקו זה העתיד
 בזמן 20, אתם רואים קריאת אור = 40 ושגיאה = מינוס 10 (איקס אדום)

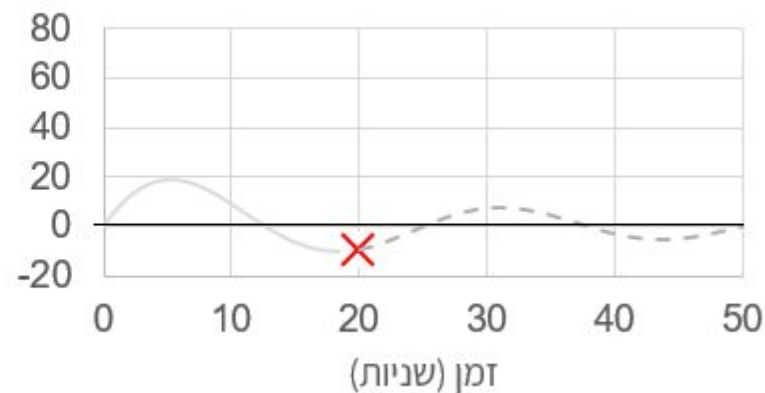
עוצמת אור

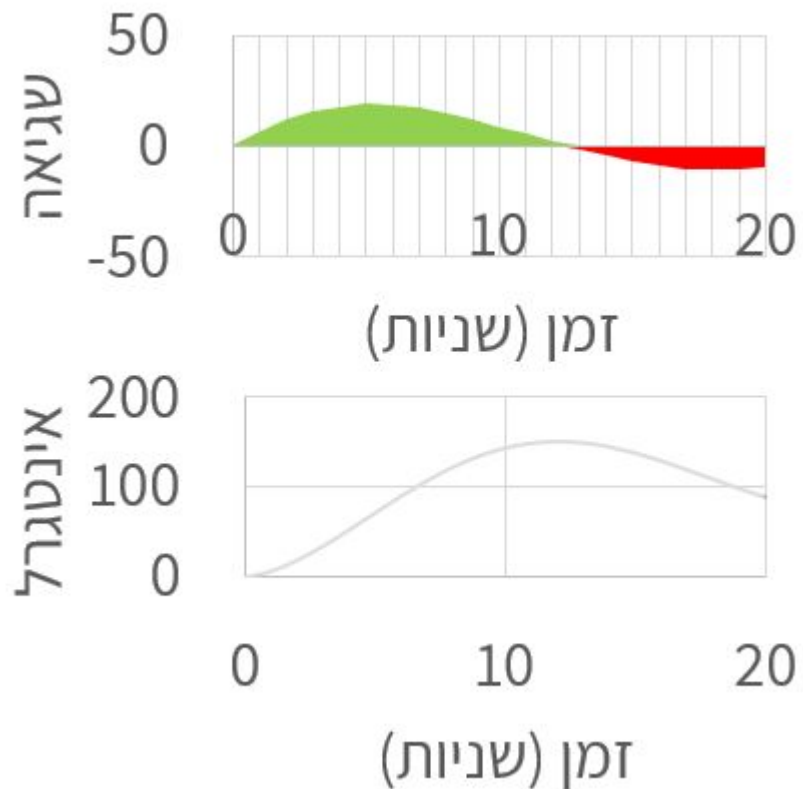


להחסיר את המטרה (50)



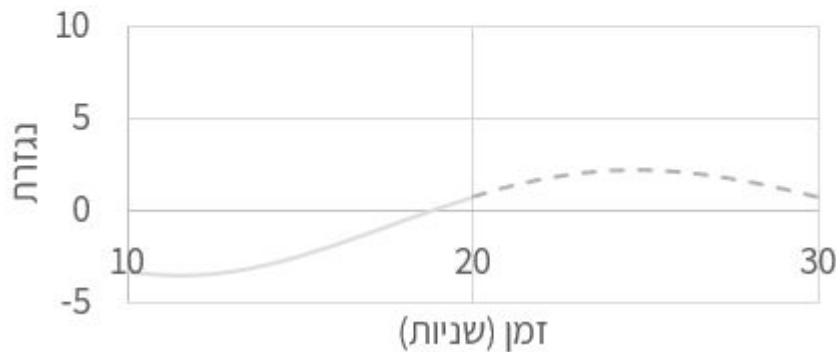
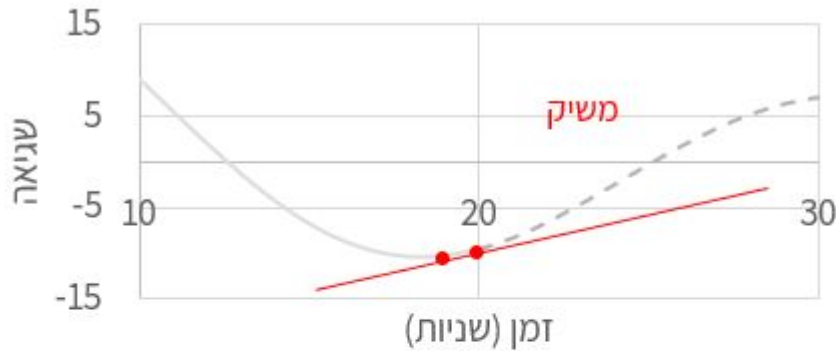
שגיאה





- להסתכל על ההיסטוריה של המעקב
- סכום השגיאות הקודמות
- כמו שטח מתחת לעקומה בגרף (אינטגרל)
- ירוק = אזור חיובי
- אדום = אזור שלילי

דיפרנציאל (נגזרת)



כמה מהר המיקום משתנה? ■

חוזת איפה הרובוט יהיה בעתיד הקרוב ■

אותו דבר כמו כמה מהר השגיאה משתנה ■

אפשר למדוד באמצעות המשיק לעקומה
בנקודה מסוימת ← נגזרת ■

אפשר לחשב בקירוב באמצעות שתי
נקודות צמודות בגרף ■

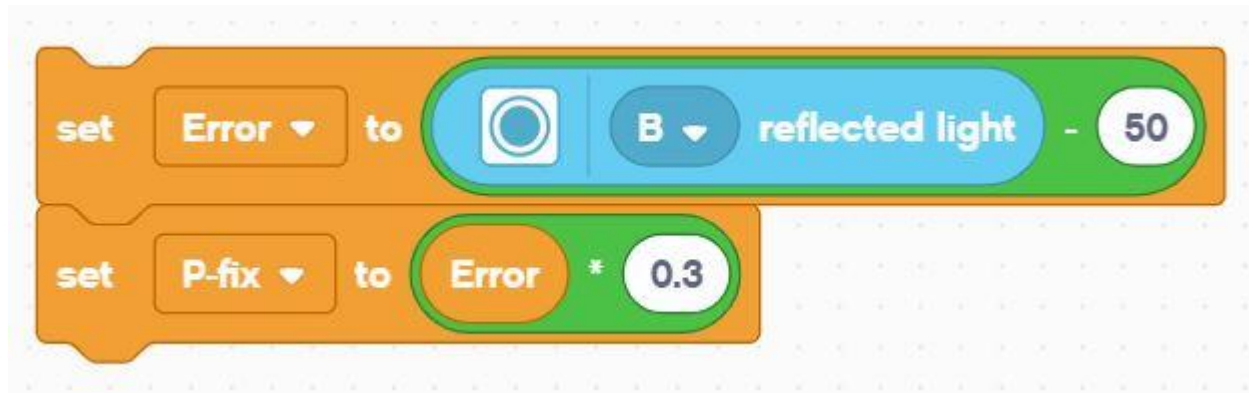
פסאודו קוד

1. לקרוא קריאה חדשה מהחיישן
2. לחשב את ה"שגיאה"
3. להתאים את קנה המידה כדי לקבוע את התרומה לעדכון הסטייה (בקרה פרופורציונלית)
4. להשתמש בשגיאה כדי לעדכן את האינטגרל (סכום כל השגיאות הקודמות)
5. להתאים את קנה המידה כדי לקבוע את התרומה לעדכון הסטייה (בקרה אינטגרלית)
6. להשתמש בשגיאה כדי לעדכן את הנזגרת (השינוי מהשגיאה הקודמת)
7. להתאים את קנה המידה כדי לקבוע את התרומה לעדכון הסטייה (בקרה דיפרנציאלית)
8. לשלב את פידבק מה-P, I, ו-D ולהגות את הרובוט

קוד - פרופורציונלי

החלק הזה זהה לקוד בקרה פרופורציונלית.

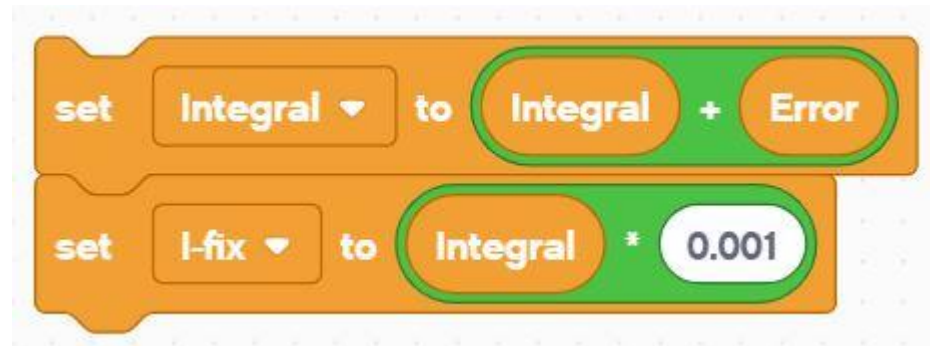
שגיאה = מרחק מהמטרה = קריאה פחות מטרה



תיקון (P_fix) = השגיאה כפול קבוע פרופורציונלי (K_p) = 0.3

- החלק הזה מחשב את האינטגרל. הוא מוסיף את השגיאה הנוכחית למשתנה שמכיל את סכום כל השגיאות הקודמות.
- הקבוע הפרופורציונלי בדרך כלל מאוד קטן כי האינטגרל יכול להיות מאוד גדול.

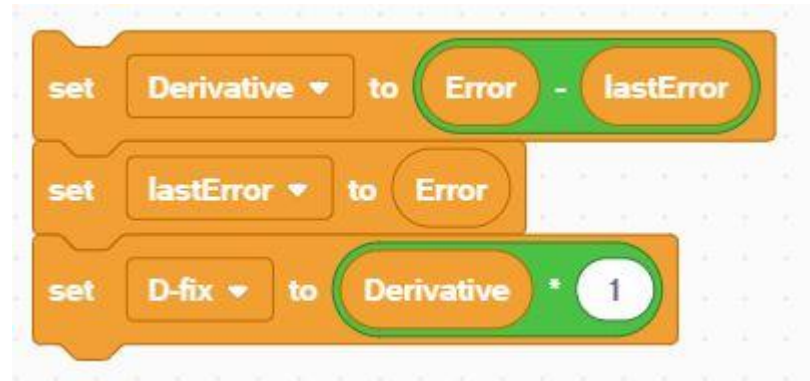
אינטגרל = סכום כל השגיאות = השגיאות הקודמות + השגיאה הנוכחית



תיקון (I_fix) = אינטגרל כפול קבוע פרופורציונלי (K) = 0.001

החלק הזה מחשב את הדיפרנציאל. הוא מחסר את השגיאה הנוכחית מהשגיאה הקודמת כדי למצא את השינוי בשגיאה.

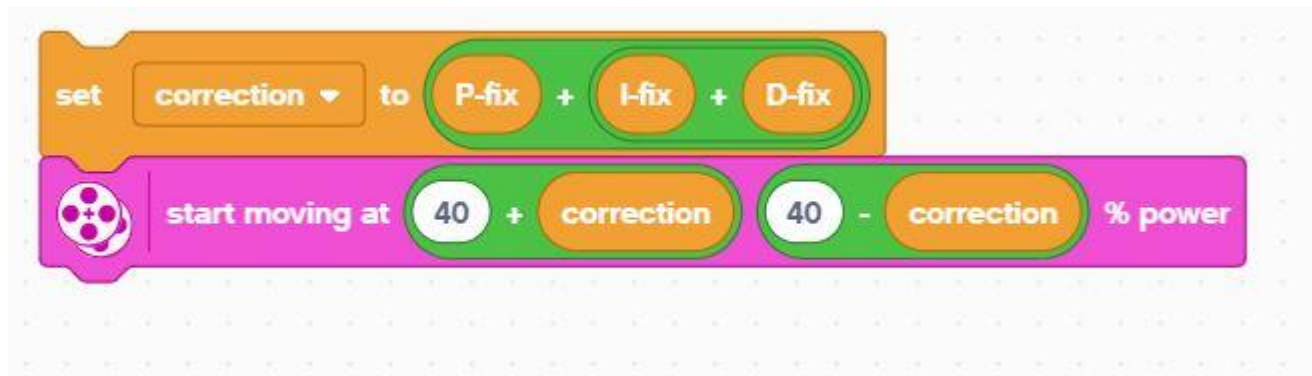
דיפרנציאל = קצב שינוי השגיאה = השגיאה הנוכחית פחות השגיאה הקודמת



תיקון (D_fix) = דיפרנציאל כפול קבוע פרופורציונלי (K_d) = 1.0

משלבים את הכל ביחד

- קנה המידה של כל המרכיבים כבר תוקן. בנקודה הזאת אפשר פשוט לסכום אותם.
- לסכום את שלושת התיקונים ל-P, I ו-D. זה יחשב את התיקון הסופי.
- בספייק פריים, נשתמש ב-"% power" כדי שכוח המנועים לא יושפע ממקורות אחרים.



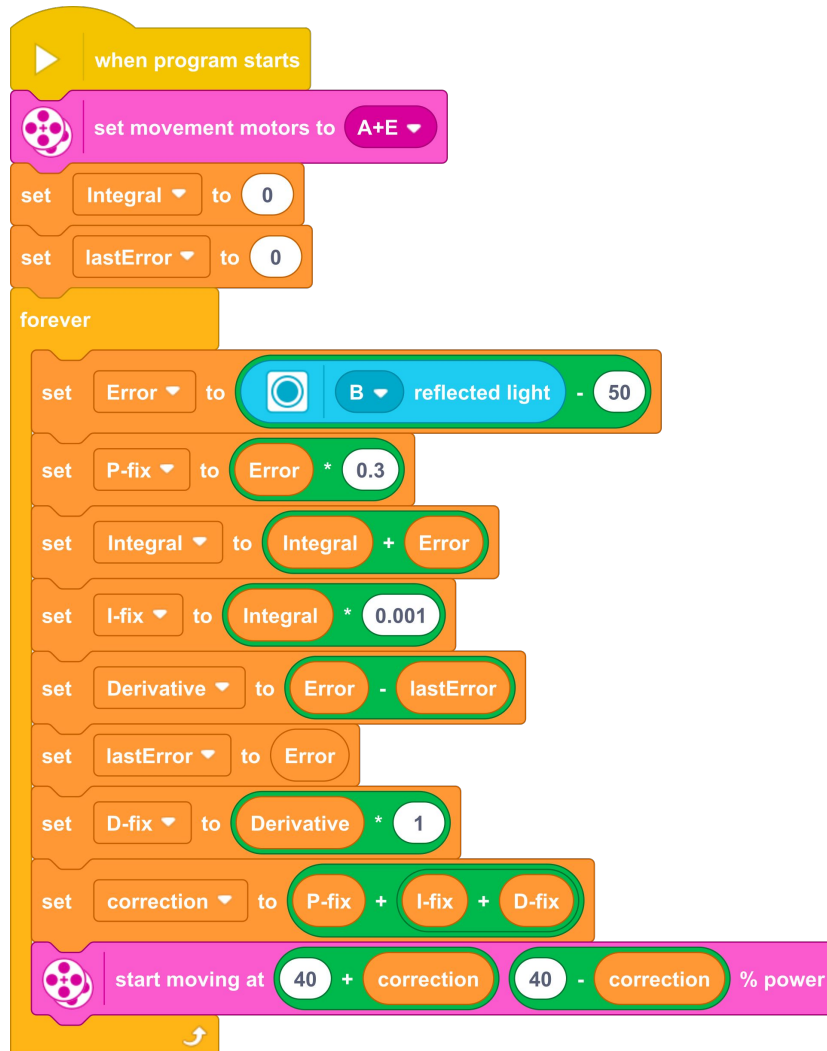
הקוד השלם

```
forever
  set Error to B reflected light - 50
  set P-fix to Error * 0.3
  set Integral to Integral + Error
  set I-fix to Integral * 0.001
  set Derivative to Error - lastError
  set lastError to Error
  set D-fix to Derivative * 1
  set correction to P-fix + I-fix + D-fix
  start moving at 40 + correction 40 - correction % power
```

זה מה שמקבלים כשמחברים
את כל החלקים האלו

אנו מקווים שאתם מבינים איך
PID עובד קצת יותר טוב עכשיו

הקוד השלם



```
when program starts
  set movement motors to A+E
  set Integral to 0
  set lastError to 0
  forever
    set Error to B reflected light - 50
    set P-fix to Error * 0.3
    set Integral to Integral + Error
    set I-fix to Integral * 0.001
    set Derivative to Error - lastError
    set lastError to Error
    set D-fix to Derivative * 1
    set correction to P-fix + I-fix + D-fix
  start moving at 40 + correction 40 - correction % power
```

הגדירו את המשתנים בשביל השגיאה הקודמת והאינטגרל לפני הלולאה ואתחלו אותם ל-0 כי קוראים מהם לפני שכותבים אליהם. בנוסף תגדירו את מנועי התזוזה.

שלב מפתח: כיול קבועי הPID

- הדרך הפשוטה ביותר לכיול PID היא ניסוי וטעיה
- זה יכול לקחת זמן. הנה מספר טיפים:
- השביתו הכל חוץ מהחלק הפרופורציונלי (קבעו את הקבועים האחרים ל0). תשנו רק את הקבוע הפרופורציונלי עד שהרובוט עוקב אחרי הקו.
- אז, כווננו את האינטגרל עד שהוא עושה ביטועים טובים על קווים שונים.
- ובסופו של דבר, כווננו את הדיפרנציאל עד שאתם מרוצים מהמעקב.
- כשאתם מפעילים כל חלק, הנה כמה מספרים טובים להתחיל איתם
 - P: 1.0 כוננו ב- ± 0.5 בהתחלה ו- ± 0.1 בשביל כוונונים עדינים
 - I: 0.05 כוננו ב- ± 0.01 בהתחלה ו- ± 0.005 בשביל כוונונים עדינים
 - D: 1.0 כוננו ב- ± 0.5 בהתחלה ו- ± 0.1 בשביל כוונונים עדינים

השוואה של שתי השיטות

פרופורציונלי

- משתמש ב"P" של PID
- עושה פניות פרופורציונליות
- עובד טוב גם על קווים ישרים וגם על קווים מעוקלים
- טוב לצוותים בינוניים או מתקדמים ←
מצריך לדעת איך להשתמש בבלוקי מתמטיקה

PID

- יותר טוב מבקרה פרופורציונלית על קו מאוד מעוקל, בגלל שהרובוט מתאים את עצמו לעיקול.
- אבל, בשביל FLL, שבו רוב הקווים ישרים, בקרה פרופורציונלית יכולה להספיק

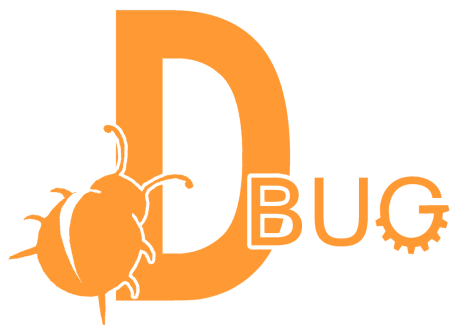
המצגת נוצרה על ידי Arvind and Sanjay Seshan עבור Prime Lessons.

המצגת תורגמה לעברית ע"י FRC D-Bug #3316 וקבוצות ה-FLL של עירוני ד'

תל-אביב #285 D++ ו-DIGITAL #1331

ניתן למצוא שיעורים נוספים באתר

www.primelessons.org



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).