

# URMARIREA LINIEI PID (PID LINE FOLLOWER)

DE SAN JAY AND ARVIND SESHAN

This lesson uses SPIKE 3 software

# OBIECTIVELE LECȚIEI

- Aflați limitele controlului proporțional
- Aflați ce înseamnă PID
- Aflați cum să programați PID și cum să reglați

# CÂND ARE PROBLEME CONTROLUL PROPORȚIONAL?

Note: the following few slides are animated. Use PowerPoint presentation mode to view them

Ce ar face un om?

Pe linie ☐ merge drept

Pe alb ☐ vireaza la stanga

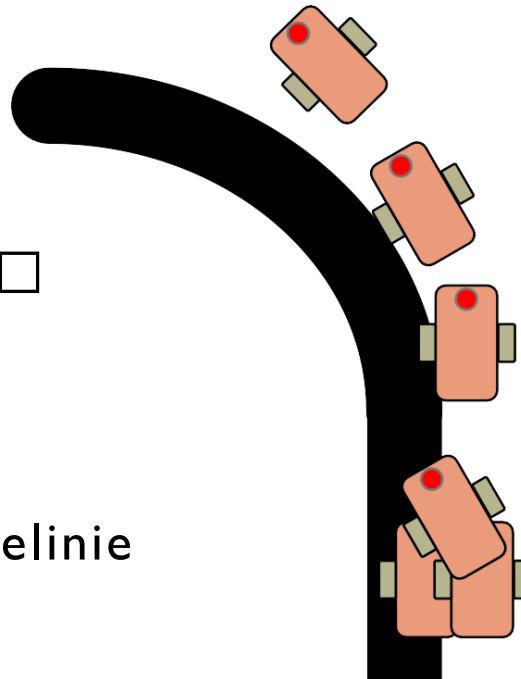
Deplasarea peste linie ☐

vireaza la dreapta

Pe alb ☐ vireaza la stanga

Cînd se îndepărtează de linie

☐ vireaza si mai mult



Ce ar face controlul proporțional?

Pe linie → merge drept

Pe alb → vireaza la stanga

**Deplasarea peste linie → merge drept!**

Pe alb → vireaza la stanga

**Cînd se îndepărtează de linie → virați la stînga aceeași sumă!**

LIGHT READING = 5100%

# CUM PUTEM REPARA CONTROLUL PROPORȚIONAL?

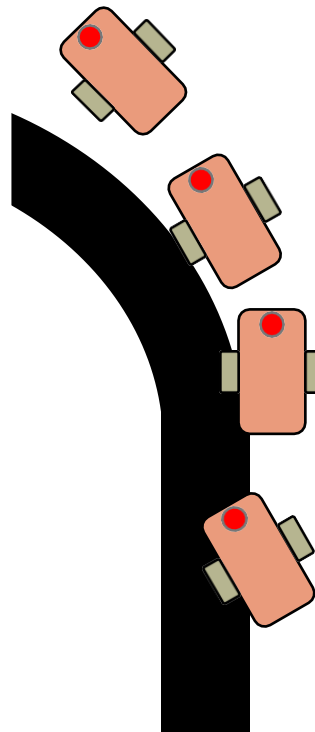
Ce ar face un om?

Viraj la stânga/pe linie → vireaza la dreapta  
Devenind mai departe de linie →  
Vireaza si mai mult!

1. Preziceți care va fi următoarea citire a senzorului

Ce ar face controlul proporțional?

Viraj stânga/pe linie →  
mergeți drept!  
Devenind mai departe de linie →  
virați la stânga la fel!

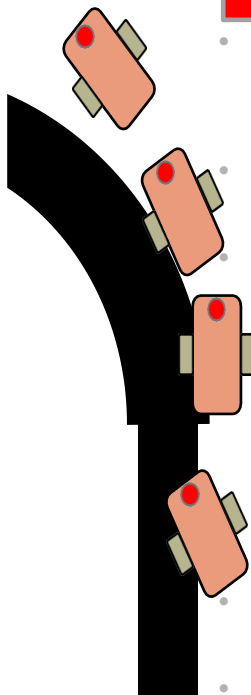


2. Remedierile anterioare ale direcției au ajutat la reducerea erorilor?

# OBIECTIVELE LECȚIEI

## 1. Preziceți care va fi următoarea citire a senzorului?

- Dacă citirile sunt: 75, 65, 55,
- care crezi că va fi următoarea lectură?
  - Dacă citirile ar fi 57, 56, 55...
- Ce informații ați folosit pentru a ghici?
- Derivată  $\rightarrow$  rata cu care se schimbă o valoare



## 2. Au ajutat remediile anterioare ale direcției la reducerea erorilor?

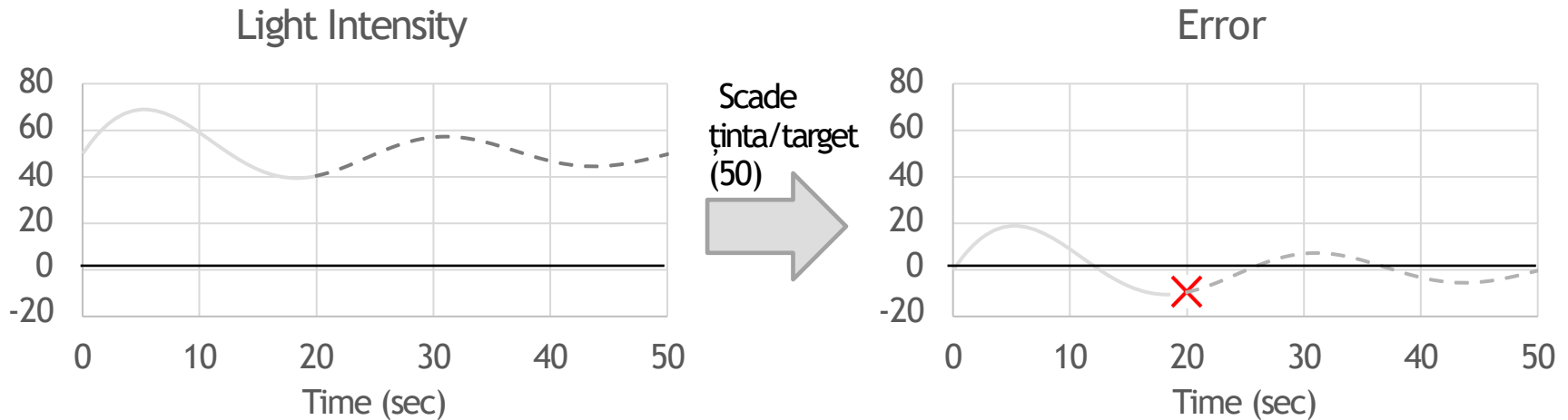
- Când corectarea funcționează bine, cum arată citirile de eroare?
  - +5, -6, +4 -3... adică variază în jurul valorii de 0
- Când direcția nu funcționează, cum arată eroarea?
  - +5, +5, +6, +5... adică întotdeauna pe o parte a lui 0
- Cum putem detecta asta cu ușurință?
- Sugestie: uitați-vă la suma tuturor erorilor din trecut
- Care este valoarea ideală pentru această sumă? Ce înseamnă dacă suma este mare?
- Integrală  $\rightarrow$  „suma” valorilor

# CE ESTE PID?

- Proportional [Error] → Cât de rea este situația acum?
- Integral → Remedierile mele anterioare au ajutat la remedierea lucrurilor?
- Derivative → Cum se schimbă situația?
- PID control → combinați valorile de eroare, integrale și derivate pentru a decide cum să direcționați robotul

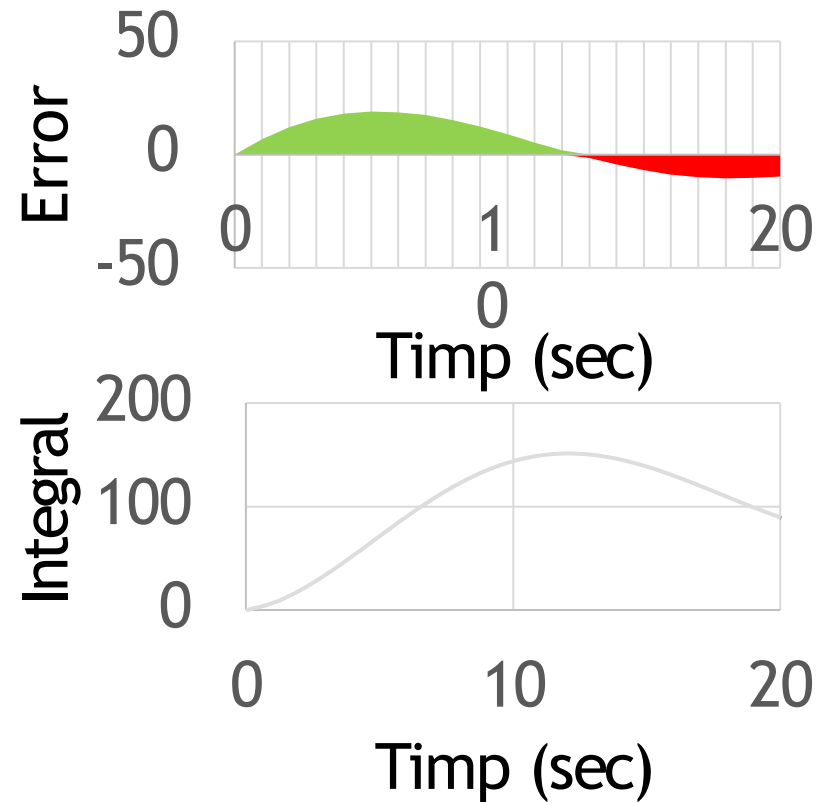
# ERROR

- Linia continuă reprezintă ceea ce ați văzut, linia punctată este viitorul
- La momentul 20, vedeți citire luminoasă (light reading) = 40 și eroare (error) = -10 (X roșu)



# INTEGRAL

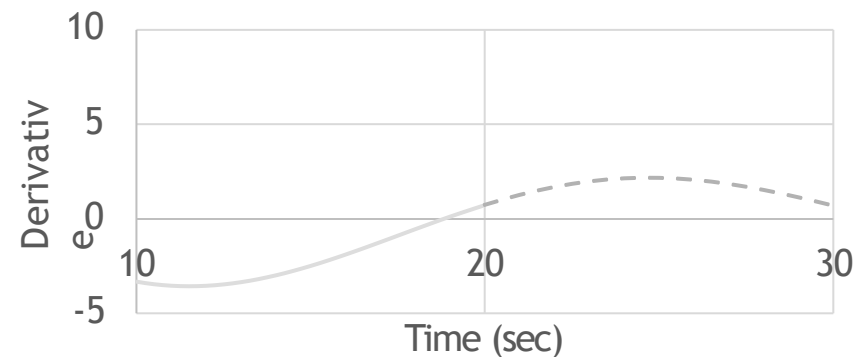
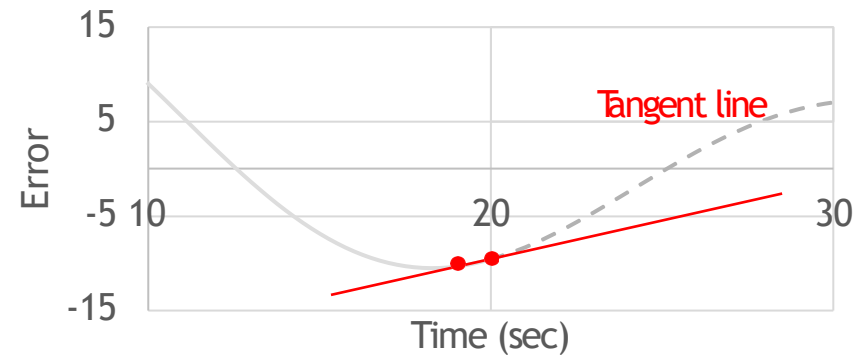
- Se uită la istoria trecută a urmăritorului de linie
- Suma erorii trecute
- Ca și zona de sub curbă din grafic(integral)
  - Verde = zona pozitiva
  - Roșu = zona negativă





# DERIVATIVE

- Cât de repede se schimbă poziția?
  - Prezice unde va fi robotul în viitorul apropiat
  - La fel ca cât de rapidă este schimbarea erorilor
- Poate fi măsurat folosind linia tangentă la măsurători → derivative
  - Aproximat folosind două puncte din apropiere de pe grafic



# PSEUDOCOD

1. Luați o nouă citire a senzorului de lumina
2. Calculați „eroarea”
3. Eroare de scalare pentru a determina contribuția la actualizarea direcției (control proporțional)
4. Utilizați eroarea pentru a actualiza “integral” (suma tuturor erorilor anterioare)
5. Scalați “integrala” pentru a determina contribuția la actualizarea direcției (integral control)
6. Utilizați eroarea pentru a actualiza derivata (diferență față de ultima eroare)
7. Scalați derivata pentru a determina contribuția la actualizarea direcției (derivative control)
8. Combinați feedback-ul P, I și D și direcționați robotul

# COD - PROPORTIONAL

- Acesta este același cu codul de control proporțional

Error = distanta fata de linie = citire - target/țintă

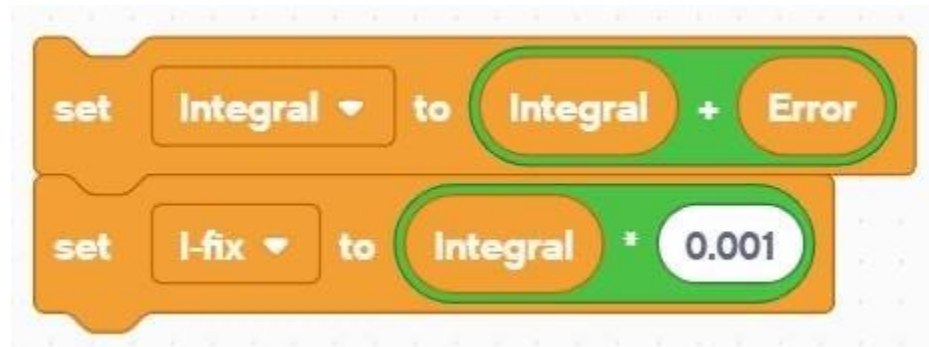


Corecție (P\_fix) = Eroare scalată prin constantă proporțională( $K_p$ ) = 0.5

# COD - INTEGRAL

- Această secțiune calculează integrala. Adaugă eroarea curentă la o variabilă care are suma tuturor erorilor anterioare.
- Constanta de scalare este de obicei mică, deoarece Integral poate fi mare

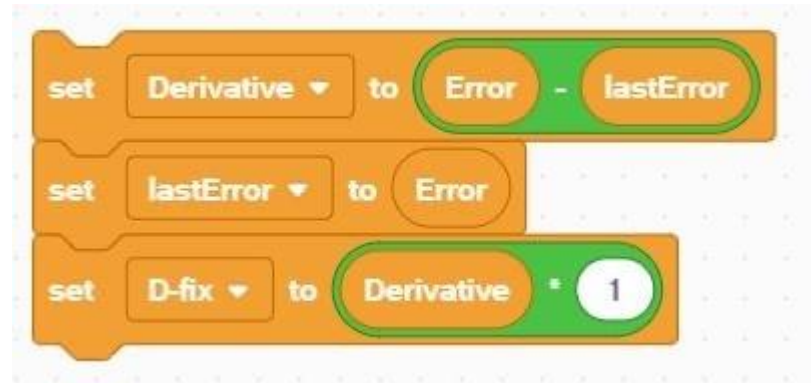
Integral = suma tuturor erorilor trecute = ultima integrală  
+ cea mai nouă eroare



Corecție ( $I_{fix}$ ) = Integrală scalată prin constantă proporțională ( $K_i$ ) = 0.001

# COD - DERIVATIVE

- Această secțiune de cod calculează derivata. Scade eroarea curentă din eroarea trecută pentru a găsi modificarea erorii.
  - $\text{Derivative} = \text{rata de modificare a erorii} = \text{eroare curentă} - \text{ultima eroare}$

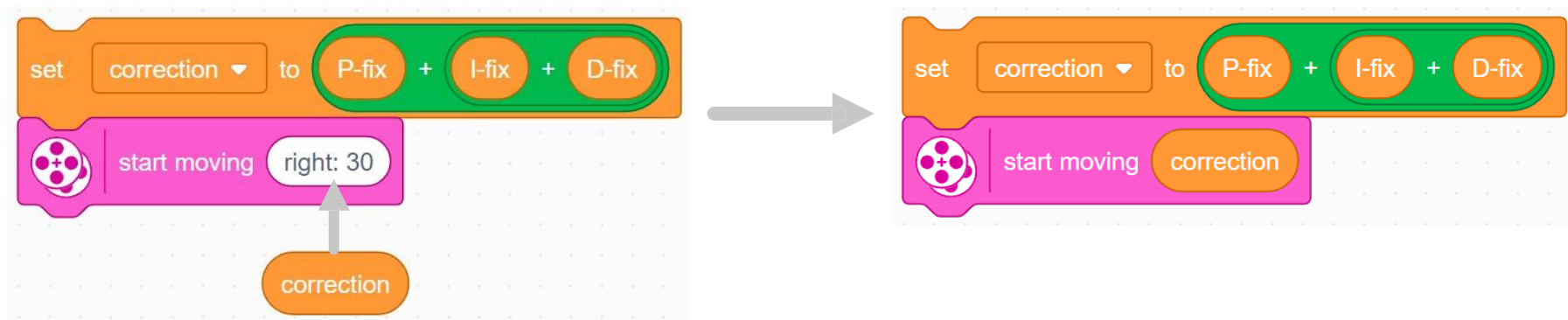


Corecție(D\_fix) = Derivată scalată prin constantă proporțională( $K_d$ ) = 1.0

# FINALIZARE - UNIM TOTUL ÎNTR-UN PROGRAM FINAL

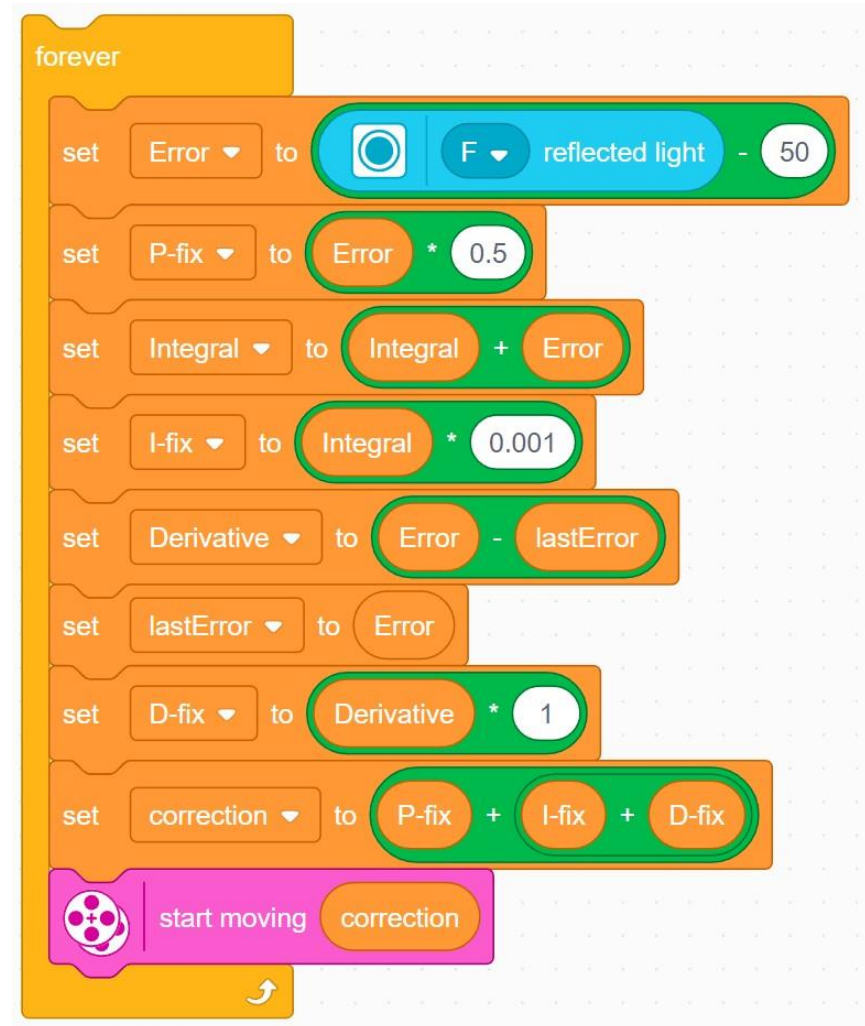
- Fiecare dintre componente a fost deja scalată. În acest moment, le putem adăuga pur și simplu împreună.
- Adăugați cele trei corecții pentru P, I și D împreună. Aceasta va calcula corecția finală

Aplicați corectarea direcției unui bloc de direcție (steering block)



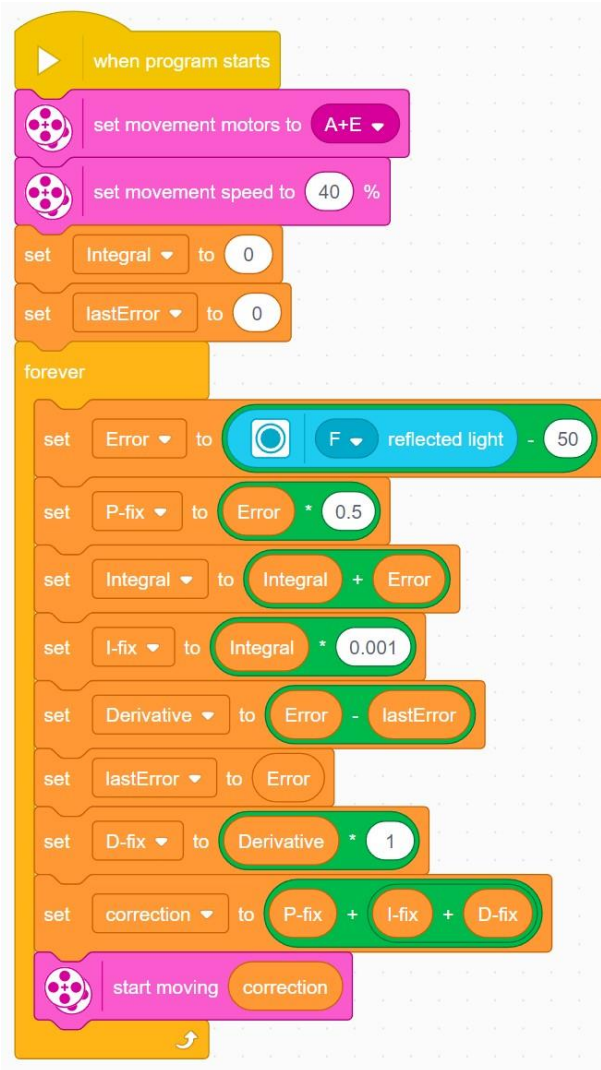
# CODUL COMPLET

- Aceasta este ceea ce obțineți dacă puneți toate aceste părți împreună.
- Sperăm că acum înțelegeți cum funcționează PID un pic mai bine.



# CODUL COMPLET

Configurați variabilele pentru ultima eroare și integrală înainte de buclă și inițializați la 0 deoarece sunt citite înainte de a fi scrise. În plus, setați motoarele de mișcare și viteza.





# PASUL CHEIE: REGLAREA CONSTANTELOR PID

- Cel mai comun mod de a regla constantele PID este încercarea și eroarea.
- Acest lucru poate dura ceva timp. Iată câteva sfaturi:
  - Dezactivați totul, cu excepția părții proporționale (setați celelalte constante la zero). Reglați doar constanta proporțională până când robotul urmează bine linia.
  - Apoi, activați integrala și ajustați până când oferă o performanță bună pe o serie de linii.
  - În cele din urmă, activați derivata și ajustați până când sunteți mulțumit de următoarea linie.
  - Când activați fiecare segment, iată câteva numere bune cu care să începeți pentru constante:
    - P: 1,0 ajustați cu  $\pm 0,5$  inițial și  $\pm 0,1$  pentru reglaj fin
    - I: 0,05 ajustați cu  $\pm 0,01$  inițial și  $\pm 0,005$  pentru reglaj fin
    - D: 1,0 ajustați cu  $\pm 0,5$  inițial și  $\pm 0,1$  pentru reglaj fin

# EVALUAREA URMĂRITORILOR DE LINIE

## Proportional

- Folosește „P” în PID
- Face ture proporționale
- Funcționează bine atât pe linii drepte, cât și pe linii curbe
- Bun pentru echipele intermediare până la avansate
  - trebuie să cunoască blocurile de matematică (math blocks)

## PID

- Este mai bine decât controlul proporțional pe o linie foarte curbă, deoarece robotul se adaptează la curbura
- Cu toate acestea, pentru FIRST LEGO League, care are în mare parte linii drepte, controlul proporțional poate fi suficient

# CREDITS

Această lecție de SPIKE Prime a fost realizată de Sanjay Seshan și Arvind Seshan.

Mai multe lecții sunt disponibile pe [www.primelessons.org](http://www.primelessons.org)

Această lecție a fost tradusă în limba română de echipa de robotică FTC – ROSOPHIA #21455 RO20



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