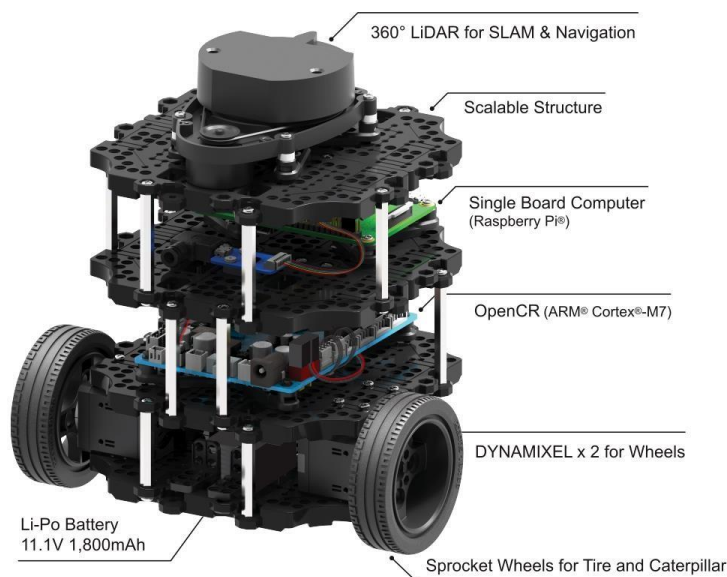


## Domaći zadatak 2

### Kinematika i kontrola robota sa diferencijalnim pogonom

Potrebno je implementirati kinematsku kontrolu robota sa diferencijalnim pogonom. Robot za koji je potrebno implementirati kontrolu prikazan je na Slici 1. TurtleBot 3 je robot sa diferencijalnim pogonom razvijen za učenje koncepata mobilne robotike pod ROS platformom. Robot poseduje dva pogonska motora, OpenCR mikroprocesor kao i Raspberry PI 3 Single Bord računar. Kao senzore ovaj robot koristi 360° Lidar, dva enkodera i IMU jedinicu. Takođe moguće je proširiti platformu i drugim senzorima kao što su različiti tipovi kamera, GPS uređaji i drugo.



Slika 1 TurtleBot 3 Burger

U okviru domaćeg zadatka potrebno je realizovati sledeće funkcionalnosti:

- Izbor vrste kretanja robota – manuelni mod (kretanje pomoću tastature) ili automatski mod (zadavanjem cilja).
- Manuelni mod – kada korisnik izabere manuelni mod potrebno je zadavati robotu kretanje napred-nazad ili rotiranje oko svoje ose. Brzine kojima se robot kreće u ovom modu mogu biti proizvoljne.
- Automatski mod – u ovom režimu rada korisnik unosi tačku cilja u globalnim koordinatama a zatim je potrebno implementirati sledeće funkcionalnosti:
  - Implementacija proizvoljnog kontrolera kretanja robota.
  - Omogućiti robotu kretanje u nazad ukoliko je cilj iza njega.
  - Omogućiti da se robot kreće konstantnom brzinom a da se pritom putanja kojom se kreće ne razlikuje od prethodna dva slučaja.

Davanje komandi robotu se vrši kroz odvojenu skriptu, koja sa ostatkom sistema treba da komunicira kroz **Service**. Skripte za kontrolu sa sistemom komuniciraju kroz **Topic**-e.

## Podsetnik sa časa vežbi:

- **Ručni režim**

Za robota sa diferencijalnim pogonom, kinematski model se može predstaviti sledećim jednačinama:

$$v = \frac{r\dot{\phi}_r}{2} + \frac{r\dot{\phi}_l}{2},$$
$$\omega = \frac{r\dot{\phi}_r}{2l} - \frac{r\dot{\phi}_l}{2l},$$

gde su  $(v, \omega)$  linearna i ugaona brzina robota, respektivno, dok su  $\dot{\phi}_r$  i  $\dot{\phi}_l$  brzine okretanja desnog i levog točka. Prečnik točka je označen sa  $r$  dok je polovina rastojanja između točkova označena sa  $l$ .

- **Upravljanje u zatvorenoj petlji**

U cilju dobijanja precizne i glatke kontroler robota sa diferencijalnim pogonom pri pozicioniranju u prostoru potrebno je realizovati kontroler u zatvorenoj sprezi. (*Introduction to Autonomous Mobile Robots, Chapter 3.6*)

$$v = k_\rho \rho,$$
$$\omega = k_\alpha \alpha + k_\beta \beta.$$

Radi zadovoljavanja uslova stabilnosti sledeći uslovi moraju biti ispunjeni:

$$k_\rho > 0,$$
$$k_\beta < 0,$$
$$0 < k_\alpha + \frac{5}{3}k_\beta - \frac{2}{\pi}k_\rho.$$

Prikazani zakon upravljanja je jednostavan i stabilan, ali ipak se javlja nekoliko nedostataka. Iako se robot može kretati i napred i nazad, prikazani zakon upravljanja će na svom izlazu davati samo pozitivne brzine koje eventualno mogu dovesti do veoma glomaznog kretanja. Prema tome treba realizovati takav zakon upravljanja koji će omogućiti robotu da se kreće napred i nazad.

Ovakav zakon upravljanja poseduje još jednu manu. Iz jednačine za linearnu brzinu možemo videti kako ona direktno zavisi od rastojanja robota od željene pozicije. Odakle možemo zaključiti da će se linearna brzina robota smanjivati kako se robot približava cilju što će prouzrokovati veoma sporim kretanjem na samom kraju trajektorije. Poboljšanje se treba napraviti tako da robot izvršava istu putanju kao i sa prethodnim zakonom upravljanja samo ovoga puta linearna brzina robota treba da bude konstantna. Ovo poboljšanje se može implementirati ako primetimo da se putanja neće promeniti ukoliko se količnik između linearne i ugaone brzine drži konstantnim, čime dobijamo mogućnost da skaliramo izlazne brzine kontrolera.

$$const = \frac{v}{\omega}$$

- **Potrebni topici**

Prikupljanje informacija o trenutnoj poziciji robota */odom*.

Komandovanje robotom se vrši preko topika */cmd\_vel*.