



Roobopoli

MANUALE di calibrazione dei sensori
del ROOBOKART

Sommario

Cronologia delle revisioni	2
Configurazione del hardware	3
Altezza della Board sensori anteriore	3
Posizione del bacco batterie	3
Configurazione del firmware	4
Velocità di Frenata	4
Soglia per i colori del semaforo	5
Velocità dei motori in nav_mode	5
Costanti del controllo PID in nav_mode	6
Calibrazione dei sensori IR	7
Si ricorda che, in quanto sensori ottici ed analogici, i sensori IR necessitano di calibrazione per renderli efficienti in tutte le situazioni.....	7
Soglia dei sensori IR destro e sinistro	8
Soglia del sensore IR centrale	9
Set Point del segui-linea	9
Regolazione del KP del giroscopio	10
Velocità dei motori in rsa_mode.....	10
Velocità dei motori in tl_mode.....	11

Cronologia delle revisioni

Revisione	Data	Descrizione
RevA	18/05/2020	Primo rilascio
RevB	24/06/2022	Supporto Roobokart v3

Configurazione del hardware

Prima di passare alla programmazione del Roobokart, è necessario verificare che siano soddisfatte le seguenti specifiche hardware.

Altezza della Board sensori anteriore

Questa procedura di regolazione va effettuata una sola volta durante il montaggio del Roobokart e prima di ogni altra regolazione software.

La scheda sensori va posizionata sulla parte anteriore del Roobokart utilizzando gli appositi distanziatori.

Per i modelli Roobokart v1-v2 la distanza ideale è tra i 5 e 15 mm

Per i modelli Roobokart v3 la distanza ideale è tra i 15 e 20 mm

La distanza va misurata tra il sensore IR e la strada.

La variazione dell'altezza della scheda sensori può compromettere le altre regolazioni.

Posizione del bacco batterie

Questa procedura di regolazione va effettuata una sola volta durante il montaggio del Roobokart e prima della regolazione del PID.

Il pacco batterie va posizionato il più vicino possibile alle ruote anteriori e il più lontano possibile dal cuscinetto a sfera a contatto con la strada se presente. Il posto ideale su cui posizionarlo è sopra l'asse delle ruote anteriori.

Nel caso vengano utilizzati pacchi batterie alternativi, prediligere fonti di energia il più leggere possibile.

Utilizzare cavi di alimentazione corti e di buona qualità, un buon indicatore della qualità del cavo è lo spessore che deve essere sufficiente a garantire la corretta alimentazione dei motori.

Un metodo più appropriato per la scelta del cavo è misurare la quantità di corrente massima che è in grado di trasportare a 5 volt.

Si consiglia di valutare l'utilizzo dei diversi connettori disponibili sulla board principale per l'alimentazione dei motori secondo le proprie esigenze.

Configurazione del firmware

Una volta assemblato il Roobokart, prima di compilare e programmare il microcontrollore con il file binario ottenuto, è necessario individuare i valori corretti di alcuni parametri dipendenti dall'hardware e che possono differire da veicolo a veicolo.

Di seguito vengono descritti tali parametri e suggerito per ciascuno di essi, un metodo di valutazione del valore corretto.

Velocità di Frenata

Questa procedura di regolazione va effettuata qualora al semaforo, il Roobokart non si arresta in tempo o indietreggia.

A causa dell'inerzia, quando il veicolo è in movimento, non è sufficiente porre a zero la velocità dei motori per arrestarlo velocemente quando è richiesto, come accade ad esempio in prossimità del semaforo, ma è necessario imporre una velocità opposta a quella che si stava tenendo, quel tanto che basta per fare sì che la forza motrice riesca velocemente ad annullare l'inerzia senza poi indurre un cambio del verso di marcia.

Questa forza frenante si ottiene, imponendo una velocità opposta a quella di crociera. Tale valore di velocità è dipendente dai motori e può differire da veicolo a veicolo, pertanto va determinato.

Un valore tipico per il Roobokart v1-v2 varia tra -10 e -5 mentre per il v3 varia tra -15 e -10. Per trovare il valore corretto, si procede in questo modo. Caricare sul Roobokart un codice che gli faccia percorrere un

percorso rettilineo per qualche secondo per poi applicare una velocità opposta a quella precedente.

Soglia per i colori del semaforo

Questa procedura di regolazione va effettuata qualora i valori di default preimpostati non rilevino correttamente i colori del semaforo.

Per far sì che attraverso il sensore di colore si riesca a rilevare il corretto colore del semaforo orizzontale ed in tempo utile per poter frenare il veicolo, è necessario impostare un valore di soglia tale che si possa rilevare il colore qualche istante prima che il Roobokart si trovi con il sensore di colore che guarda la striscia led RGB.

Per misurare la soglia da impostare, posizionare il veicolo fermo con il sensore a circa 1cm dal semaforo. Caricare il codice che legge i colori rosso e verde e stampa i valori letti su PC via USB.

Impostare i valori letti sostituendoli ai valori di default nel file

roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

```
#define COLOR_THRESHOLD 0.3f
```

È possibile che il valore letto debba essere modificato per garantire il corretto funzionamento in tutte le situazioni di luce e con tutte le diverse marche di led e di intensità di luce emessa. Un valore tipico varia tra 0.3f e 0.5f.

Si consiglia di alimentare le strisce led con un alimentatore stabilizzato per evitare oscillazioni anomale di luminosità.

Velocità dei motori in nav_mode

Questa procedura di regolazione va effettuata nel caso il Roobokart non si muove o si blocca durante la navigazione

Regolare la velocità dei motori prima di quelli del controllo PID.

La regolazione di tali parametri permette di gestire le diverse tipologie di motori in commercio e di semplificare la regolazione PID.

Per trovare la velocità di navigazione minima, caricare il codice che fa girare una sola ruota a bassa velocità, ed incrementarla nel caso in cui il Roobokart non effettua in maniera stabile più di un giro su sé stesso. Una volta trovata, incrementatela di una o due unità. Un valore tipico è tra 27 e 32 con motori a bassa riduzione. Per trovare la velocità di crociera di navigazione basta impostare una velocità maggiore della velocità minima, tipicamente sono sufficienti 5 unità, è possibile aumentarla ulteriormente se la navigazione non diventa instabile.

È quindi necessario impostare le soglie:

```
#define MIN_NAV_SPEED 30  
#define CRUISE_NAV_SPEED 35
```

Che si trova nel file roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

Costanti del controllo PID in nav_mode

Questa procedura va eseguita dopo la calibrazione dei sensori IR, qualora il Roobokart non segua correttamente la linea bianca di destra della corsia o all'avvio ruoti su stesso.

Il Roobokart all'avvio potrebbe iniziare a ruotare su sé stesso. Con molta probabilità questo è dovuto ad un errato collegamento dei motori. In particolare, potrebbero essere invertiti i collegamenti dei motori destro e sinistro e/o invertite le polarità.

In assenza di un modello matematico, procediamo in maniera empirica a determinare i valori delle tre costanti.

Impostare K_p al suo valore di default, quello rilasciato e $K_i = 0$ $K_d = 0$.

Se con queste impostazioni, il robot oscilla molto per poi perdere la linea diminuire K_p di 1.

Se invece il robot si allontana dalla linea verso destra o sinistra senza oscillare aumentare di 1

Ripetere questa operazione, fino a quando, se pur oscillando, il robot riesce a seguire la linea per un tratto rettilineo e in una curva morbida.

Fissato quindi il valore Kp, impostare Ki a 1 ed incrementare di 1 fino a quando il robot non riesce a eseguire curve più strette. Si consiglia di tenersi su valori bassi, possibilmente minori di 10 e se necessario provare ad incrementare di 0.1. Diminuire di 1 se l'oscillazione aumenta fino a far perdere la linea.

Fissato anche il valore di Ki, impostare kd a 0.1, incrementare di 0.1 fino a quando l'oscillazione non si attenui. Tenersi su valori bassi, possibilmente minori di 5, e se necessario incrementare di 0.1. Diminuire di 0.1 se il robot non riesce ad eseguire le curve più strette.

Questa procedura scaturisce dall'esperienza e dalla osservazione del comportamento del Roobokart. Altre procedure potrebbero essere più efficaci.

È quindi necessario impostare le soglie:

```
#define NAV_KP 50.0f
#define NAV_KI 8.0f
#define NAV_KD 0.0f
```

Che si trova nel file roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

Calibrazione dei sensori IR

Questa procedura va eseguita una volta al primo avvio o nel caso si sospetti un degrado dei sensori analogici.

Si ricorda che, in quanto sensori ottici ed analogici, i sensori IR necessitano di calibrazione per renderli efficienti in tutte le situazioni. Per eseguire la calibrazione, caricare il codice che legge e stampa i valori analogici direttamente dai sensori IR, per poi aggiornare i parametri nel file: roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

Osservando il valore letto dal sensore IR sinistro, posizionare il suddetto sensore sopra la line bianca, senza inclinare il Roobokart e modificare il parametro:

```
#define IR_L_MIN_VALUE 0.04f
```

Osservando il valore letto dal sensore IR sinistro, posizionare il suddetto sensore sopra la strada nera, senza inclinare il Roobokart e modificare il parametro:

```
#define IR_L_MAX_VALUE 1.0f
```

Osservando il valore letto dal sensore IR destro, posizionare il suddetto sensore sopra la line bianca, senza inclinare il Roobokart e modificare il parametro:

```
#define IR_R_MIN_VALUE 0.04f
```

Osservando il valore letto dal sensore IR destro, posizionare il suddetto sensore sopra la strada nera, senza inclinare il Roobokart e modificare il parametro:

```
#define IR_R_MAX_VALUE 1.0f
```

Osservando il valore letto dal sensore IR centrale, posizionare il suddetto sensore sopra la line blu del cartello, senza inclinare il Roobokart e modificare il parametro:

```
#define IR_C_MIN_VALUE 0.04f
```

Osservando il valore letto dal sensore IR destro, posizionare il suddetto sensore sopra la strada nera, senza inclinare il Roobokart e modificare il parametro:

```
#define IR_C_MAX_VALUE 1.0f
```

I valori letti dal sensore IR sono idealmente compresi tra 0.0f e 1.0f, tuttavia il tipo di materiale e la distanza della superficie interferiscono con questi parametri, quindi è necessario eseguire la calibrazione che compensa questa discrepanza.

Soglia dei sensori IR destro e sinistro

Questo valore serve per distinguere la line bianca da quella nera.

Ricordiamo che il sensore destro, nella missione base serve per la lettura della linea da destra, mentre per la lettura del valore del cartello stradale vengono utilizzati sia il destro che il sinistro.

Il parametro da modificare è:

```
#define IR_THRESHOLD 0.5f
```


Che si trova nel file: roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

La calibrazione manuale dei sensori IR destro e sinistro rende il valore 0.5f adatto per la maggior parte delle situazioni.

Si consiglia di tenere puliti i cartelli e il fondo stradali.

Soglia del sensore IR centrale

Ricordiamo che il sensore centrale, nella missione base serve esclusivamente al riconoscimento della presenza del cartello stradale, mediante la fascia blu.

È quindi necessario impostare il parametro:

```
#define ROADSIGN_DETECTION_THRESHOLD_DEFAULT 0.5f
```

Che si trova nel file roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

La calibrazione manuale dei sensori IR destro e sinistro rende il valore 0.5f adatto per la maggior parte delle situazioni.

Si consiglia di tenere puliti i cartelli stradali e di verificare che il colore blu sia abbastanza chiaro da essere rilevato correttamente.

Set Point del segui-linea

Il set point è il valore che il controllore PID cerca di inseguire.

Il sistema di calibrazione automatica che avviene durante il post_mode rende il valore 0.5f adatto per la maggior parte delle situazioni.

È quindi necessario impostare la soglia:

```
#define LINE_FOLLOWER_SP 0.5f
```

Che si trova nel file roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

È possibile variare questo valore tra 0.4f e 0.6f per correggere la direzione del Roobokart nel caso abbia una divergenza a destra o a sinistra.

Nella versione Roobokart v3 il valore potrebbe dover essere impostato a 0.4f nel caso si vuole ridurre notevolmente l'altezza della scheda

senore, ciò avviene perché sono presenti più emettitori sul sensore destro che a distanze ravvicinate possono falsare la misurazione.

Regolazione del KP del giroscopio

Nel caso in cui il Roobokart, dopo un corretto allineamento al cartello stradale, non mantiene la direzione, aumentare il valore di 0.1f finché necessario.

Nel caso in cui il Roobokart, dopo un corretto allineamento al cartello stradale, inizia ad oscillare diminuire il valore di 0.1f finché necessario.

Un valore tipico è compreso tra 1.0f e 5.0f.

È quindi necessario impostare la soglia:

```
#define RSA_KP 1.2f
```

Che si trova nel file roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

Velocità dei motori in rsa_mode

Questa procedura di regolazione va effettuata nel caso il Roobokart non allinea correttamente al cartello stradale

Nel caso in cui il Roobokart si blocchi, incrementare la velocità di 1 finché la procedura di allineamento termina con successo.

Nel caso in cui il Roobokart comincia a leggere il cartello senza completare l'allineamento, diminuire la velocità di 1 finché la procedura non ha successo.

È quindi necessario impostare la soglia:

```
#define CRUISE_RSA_SPEED 30
```

Che si trova nel file roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

In caso di particolari difficoltà nella configurazione di questo parametro potrebbe essere necessario regolare con maggior cura la velocità di frenata.

Velocità dei motori in tl_mode

Questa procedura di regolazione va effettuata nel caso il Roobokart non si fermi in tempo al semaforo oppure non riesca a ripartire dopo il verde.

Dopo aver regolato adeguatamente la soglia del sensore di colore e la velocità di frenata.

Nel caso in cui il Roobokart non si fermi in tempo al semaforo durante il rosso, diminuire la velocità di inseguimento di 1 finché necessario. Un valore tipico è compreso tra 30 e 35. In caso di difficoltà nella configurazione di questo parametro, controllare la velocità di frenata.

È quindi necessario impostare la soglia:

```
#define SEEK_TL_SPEED 30
```

Che si trova nel file roobopoli/roobokart/roobokart_def.h

Nel caso in cui il Roobokart, dopo essersi fermato al rosso, se allo scattare del verde, non riparte, incrementare la velocità di fuga di 1 finché necessario. In caso di difficoltà con la configurazione di questo parametro, verificare la configurazione della soglia per il riconoscimento dei colori.

È quindi necessario impostare la soglia:

```
#define ESCAPE_TL_SPEED 40
```

Che si trova nel file roobopoli/roobokart/roobokart_def.h