

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CÓRDOBA

Proyecto Final

Sistema de Control de Tracción de Bajo Nivel
para un Robot Móvil

Overview

Profesores:

Ing. Encina, Lucas Esteban
Ing. Galleguillo, Juan Cayetano del Corazón
Dr. Gaydou, David Alejandro

Director de proyecto:

Ing. Gutierrez, Guillermo

Alumnos:

Arias, Manuel Exequiel - 85187
Bean, Agustín - 78806

4 de julio de 2023

1. Overview

El proyecto descrito se basa en un sistema de control de tracción de bajo nivel para un robot móvil.

El propósito del mismo es convertir los comandos de velocidad enviados por un Controlador de Alto Nivel en velocidades individuales para cada motor. A su vez, se encarga de ejecutar un lazo de control de velocidad en cada rueda midiendo ésta y variando la tensión media aplicada a cada motor. Por último, envía datos recolectados de velocidad estimada y aceleración al Controlador de Alto Nivel.

El proyecto presentado está enmarcado dentro de uno más amplio, perteneciente al Centro Universitario de Automatización y Robótica (CUDAR) de la UTN FRC. El proyecto completo consiste en el diseño, desarrollo y construcción de un sistema de odometría multi-cámara, montado en un robot móvil, para encontrar trayectorias eficientes en ambientes desconocidos y dinámicos.

1.1. Contexto

A continuación se presenta el diagrama de contexto del sistema, que muestra las entidades externas con las que éste interactúa y la naturaleza de dichas interacciones.

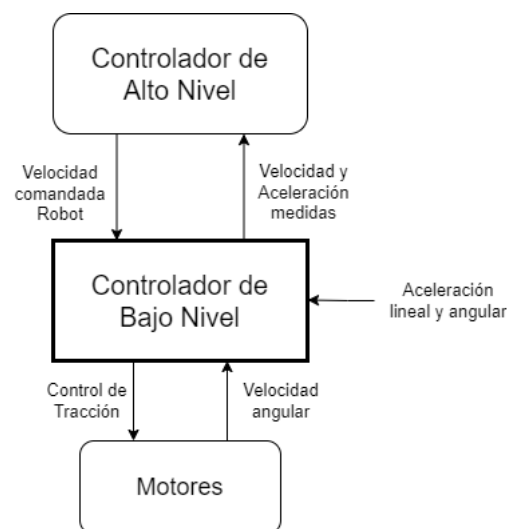


Figura 1: Diagrama de contexto

Puede observarse que el sistema interactúa directamente con las siguientes entidades externas:

- El **Controlador de Alto Nivel (CAN)**, que provee la velocidad comandada y recibe la velocidad estimada y la aceleración medida por el Controlador de Bajo Nivel (CBN).

- La gravedad y la aceleración, que son medidas para el uso del Controlador de Alto Nivel.
- Los **Motores** del robot móvil, cuya velocidad es seteada y medida por el sistema.

Variables monitoreadas y controladas

Nombre	Tipo	Representación Física
Velocidad comandada Robot	Monitoreada	Velocidad global deseada recibida desde el CAN
Aceleración/Gravedad	Monitoreada	Aceleración lineal y angular del robot
Velocidad Angular Motores	Monitoreada	Velocidad angular de cada Motor
Velocidad y aceleración medidas	Controlada	Velocidad y aceleración medidas por el CBN que son enviadas al CAN
Tracción Motores	Controlada	Excitación aplicada a cada Motor

Cuadro 1: Variables monitoreadas y controladas preliminares

1.2. Metas

Las metas de alto nivel del sistema son:

- G1 - Medir la velocidad y aceleración del robot y transmitir estos datos al Controlador de Alto Nivel.
- G2 - Controlar la velocidad individual de los motores de forma que la velocidad global cumpla con la comandada por el Controlador de Alto Nivel.

2. Conceptos Operacionales

Caso de Uso 1: Inicialización de los Controladores

Este caso de uso describe cómo se configura el robot para que esté preparado para su operación normal.

Actor primario: Operario.

Precondición:

El robot está desenergizado.

Poscondición:

El robot está energizado.

Los controladores de alto y bajo nivel están inicializados y comunicados entre sí.

El robot no se encuentra en movimiento.

El controlador de bajo nivel está desactivado.

Principal escenario exitoso:

1. El operador enciende el robot.
2. Ambos controladores se inicializan y activan sus módulos de comunicación.
3. El CBN inicializa sus módulos y periféricos.
4. Los controladores establecen una comunicación bidireccional entre sí.

Caso de Uso 2: Operación Normal del Controlador

Este caso de uso describe la operación normal del controlador de bajo nivel.

Actor primario: Controlador de Alto Nivel.

Precondición:

El robot está energizado.

El robot no se encuentra en movimiento

Los controladores de alto y bajo nivel están inicializados y comunicados entre sí

El controlador de bajo nivel está desactivado

Poscondición: El robot no se encuentra en movimiento

El controlador de bajo nivel está desactivado

Principal escenario exitoso:

1. El CAN envía la señal de activación al de bajo nivel.
2. El CBN ingresa en su modo normal de operación.
3. El CBN recibe comandos de velocidad global y ajusta la velocidad de los Motores para cumplir con ella.
4. El CBN realiza mediciones de aceleración y velocidad y las transmite al CAN.
5. El CAN finaliza su operación y desactiva el CBN.

Caso de Uso 3: Mantener la velocidad seteada por el CAN

Este caso de uso describe cómo los comandos de velocidad global enviados por el

CAN son convertidos a señales de control adecuadas para los motores.

Actor primario: Controlador de Bajo Nivel.

Precondición:

Los controladores de alto y bajo nivel están inicializados y comunicados entre sí.

Poscondición:

Los controladores de alto y bajo nivel están inicializados y comunicados entre sí.
La velocidad global del robot se condice con la comandada por el CAN.

Principal escenario exitoso:

1. El CBN recibe el comando de velocidad del CAN.
2. El CBN calcula las señales de control necesarias para cada Motor individual.
3. El CBN ejecuta un lazo de control comparando la señal calculada con la velocidad medida de cada Motor.
4. El CBN aplica la excitación correspondiente a cada Motor.
5. Se repiten los pasos del 1 al 4.

Caso de Uso 4: Realizar mediciones y enviarlas al CAN

Este caso de uso describe cómo el CBN realiza mediciones de velocidad de los Motores y de aceleración del robot y las envía al CAN.

Actor primario: Controlador de Bajo Nivel.

Precondición:

Los controladores de alto y bajo nivel están inicializados y comunicados entre sí.

Poscondición:

Los controladores de alto y bajo nivel están inicializados y comunicados entre sí.
La velocidad global del robot se condice con la comandada por el CAN.

Principal escenario exitoso:

1. El CBN realiza la medición de aceleración angular y lineal.
2. El CBN realiza la medición de velocidad angular de cada motor.
3. El CBN envía los datos recolectados en los apartados anteriores al CAN.
4. Se repiten los pasos del 1 al 3.

3. Entidades Externas

Controlador de Alto Nivel

El Controlador de Alto Nivel envía comandos de velocidad al Controlador de Bajo Nivel, y recibe los datos de velocidad y aceleración transmitidos por éste.

Nombre	Tipo	Rango	Unidad	Interpretación Física
Velocidad comandada Robot				Comando de Velocidad para el robot
Velocidad lineal (módulo)	Real	[0...2.0]	m/s	
Velocidad lineal (ángulo)	Real	[0...2 π]	rad	
Velocidad angular (módulo)	Real	[0...5.0]	rad/s	

Cuadro 2: Variables Monitoreadas del Controlador de Bajo Nivel para el Controlador de Alto Nivel

Nombre	Tipo	Rango	Unidad	Interpretación Física
Velocidad Global estimada				Velocidad calculada del robot con las mediciones efectuadas
Velocidad lineal (módulo)	Real	[0...2.0]	m/s	
Velocidad lineal (ángulo)	Real	[0...2 π]	rad	
Velocidad angular (módulo)	Real	[0...5.0]	rad/s	

Cuadro 3: Variables Controladas del Controlador de Bajo Nivel para el Controlador de Alto Nivel

Motores

Los motores de corriente continua son controlados por el CBN, y son los encargados de que el robot se desplace a la velocidad seteada por el CAN.

Nombre	Tipo	Rango	Unidad	Interpretación Física
Velocidad angular	Real	[-5.0...5.0]	rad/s	Velocidad angular del eje de cada Motor

Cuadro 5: Variables monitoreadas del Controlador de Bajo Nivel para los Motores

Nombre	Tipo	Rango	Unidad	Interpretación Física
Control de Tracción	Real	[0...1.00]	-	Ciclo de trabajo de la señal PWM aplicada a cada motor

Cuadro 4: Variables controladas del Controlador de Bajo Nivel para los Motores

4. Requisitos Funcionales del Sistema

El Controlador de Bajo Nivel realiza 5 funciones de sistema: medir la aceleración del robot, medir la velocidad de los Motores, transmitir los valores medidos, leer y convertir comandos de velocidad, y el control de velocidad de los Motores.

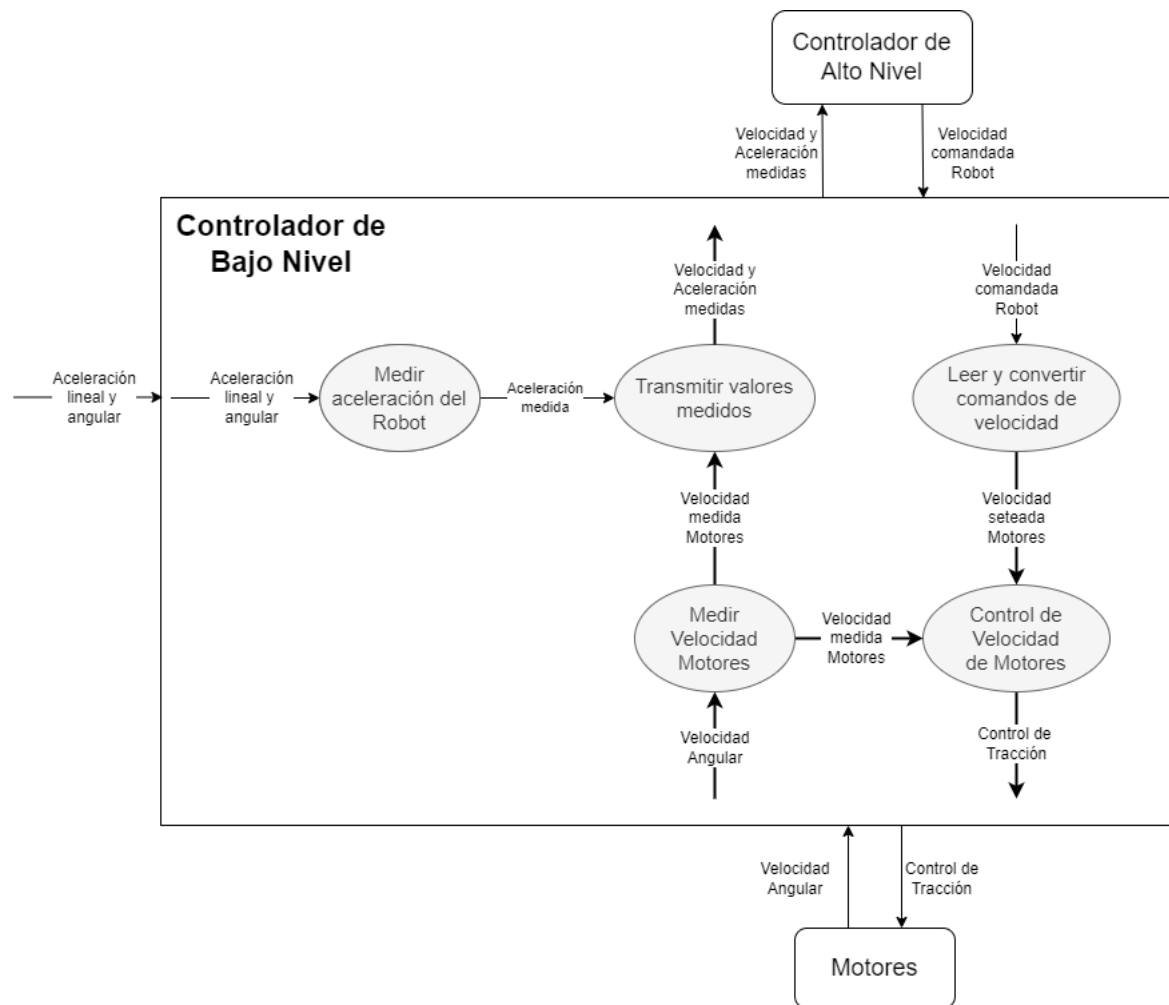


Figura 2: Funciones del sistema

Este sistema mide la aceleración del robot y la velocidad de cada Motor, para luego transmitirlos al Controlador de Alto Nivel. Éste a su vez envía comandos

de velocidad, que son comparados con la velocidad medida de cada Motor para ajustar la tracción de los mismos de forma acorde.

Los requisitos de alto nivel para la función del Controlador de Bajo Nivel son:

- REQ-CBN-1: El Controlador de Bajo Nivel deberá proveer el valor de la velocidad y la aceleración medida.

Motivo: Los valores de velocidad y aceleración del robot son críticos para que el Controlador de Alto Nivel pueda operar correctamente.

- REQ-CBN-2: El Controlador de Bajo Nivel deberá setear el Control de Tracción.

Motivo: Para cumplir con la velocidad comandada por el Controlador de Alto Nivel es necesario ajustar la tracción de los Motores de forma acorde.

Nombre	Tipo	Rango	Unidad	Interpretación Física
Aceleración medida	Real	$[-10.0...10.0]$	m/s^2	Aceleración medida del robot
Velocidad medida Motores	Real	$[-5.0...5.0]$	rad/s	Velocidad angular medida en cada Motor
Velocidad seteada Motores	Real	$[-5.0...5.0]$	rad/s	Velocidad angular seteada para cada Motor

Cuadro 6: Variables internas de la función del CBN