

Pretotipo - UMA



Manual de operaciones



Índice

Implementación del sistema electrónico (hardware)

| Componentes | 4 |
|---|----|
| Conexiones | 11 |
| Caja de baterías AA | 12 |
| Motores a driver | 13 |
| Driver a Raspberry | 15 |
| Sensor ultrasónico | 20 |
| Alimentación de la Raspberry | 22 |
| Encendido y apagado | 22 |
| Montaje completo del pretotipo | 23 |
| Configuración del sistema | |
| Instalación de la imagen de ubuntu_ros.img | 27 |
| Set-up de la Raspberry | 33 |
| Carga de códigos a la Raspberry | 39 |
| Opción 1 | 39 |
| Código de visión inteligente | 39 |
| Código de control inteligente del pretotipo | 43 |
| Opción 2 | 46 |
| Código de visión inteligente | 47 |
| Código de control inteligente del pretotipo | 49 |

Implementación del sistema electrónico (hardware)

| Componentes | 4 |
|----------------------------------|----|
| Conexiones 1 | 1 |
| Caja de baterías AA | 12 |
| Motores a driver | 13 |
| Driver a Raspberry | 15 |
| Sensor ultrasónico | 20 |
| Alimentación de la Raspberry | 22 |
| Encendido y apagado | 22 |
| Cámara | 23 |
| Montaje completo del pretotipo 2 | 24 |



Componentes

Lista de materiales y artículos necesarios para el ensamblado físico del pretotipo.

Raspberry Pi 3B+

La Raspberry será el cerebro del pretotipo, donde irán la mayor parte de las conexiones.



Protoboard

La protoboard nos sirve para hacer conexiones de nodos necesarios en el circuito y es la base de todas las conexiones del pretotipo.





Motorreductores DC

El carro utiliza cuatro motores para moverse a distintas direcciones dependiendo de lo que tenga enfrente.



Base de acrílico

La base de todo el pretotipo es un conjunto de 2 tapas, 6 soportes y 12 tornillos. Por lo general la base la venden con los 4 motores y 4 llantas previamente ensamblados.





Power Bank 10,000 mAh

La power bank o pila externa, será la fuente de corriente para la Raspberry, la cual posteriormente le proporcionará energía a la cámara y al sensor ultrasónico.



Jumpers

El circuito del pretotipo no es muy complejo, sin embargo, cuenta con muchas conexiones para las cuales es necesario contar con un mínimo de 10 jumpers hembra/hembra o 20 jumpers macho/hembra en caso de no conseguir los jumpers hembra/hembra.





Llantas

Las llantas de hule son preferibles ya que tienen buena tracción son fáciles de ensamblar y tienen una buena durabilidad. En el caso de nuestro pretotipo necesitaremos cuatro.



Portapilas AA

El portapilas como su nombre lo dice es donde van a ir nuestras pilas AA que el pretotipo necesita y en algunos casos viene incluido con la base de acrílico.





Pilas AA

Utilizaremos 4 pilas las cuales proporcionan la energía de los motores para que tengan una fuente de poder distinta a la de la Raspberry.



Cámara de Raspberry Pi V2.1

La cámara nos permitirá ver desde la perspectiva del pretotipo y realizará algunas otras funciones.





Sensor ultrasónico HC-SR04

El sensor ultrasónico sirve para detectar la distancia a la que se encuentra algún objeto frente a él y en este caso mandar una alerta para que el pretotipo evite colisiones de frente.



Driver de motores L298N

El driver de los motores sirve para controlar los motores por medio de transistores internos.





<u>Resistencias 330Ω y 470 Ω</u>

Las resistencias nos serán de utilidad al momento de hacer la conexión del sensor ultrasónico con la Raspberry y necesitaremos dos valores diferentes para que funcione adecuadamente el sensor.



Cable negro calibre 22

Necesitaremos aproximadamente 20cm de cable negro para hacer la conexión de GND del Driver del motor a la tierra de la Raspberry.





Conexiones

En esta sección se muestra la forma correcta de hacer las conexiones físicas del pretotipo para su debido funcionamiento.

Es necesario desatornillar la parte de arriba del chasis del carro para poner el controlador en la parte inferior y solo atornillar una vez que los cables de la caja de baterías y el driver hayan pasado por uno de los orificios para conectarlos en la protoboard, de lo contrario será muy incómodo quitar y poner la tapa varias veces.



Caja de baterías AA

 El primer paso es pasar los cables de la caja por uno de los orificios del chasis para evitar que estorben y asegurarnos de que lleguen con facilidad a la clema a la cual los conectaremos.



 Conectar el cable rojo a la entrada número 1 (Vcc) de la clema como se muestra en la imagen y el cable negro en la entrada número 2 (GND).



• Es importante conectar un cable extra a la tierra del controlador para posteriormente conectarlo a la tierra de la Raspberry por medio de la protoboard.



Motores a driver

• Lo primero es trenzar los cables del mismo color de los motores de un lado (rojo con rojo y negro con negro)





 Con la ayuda de un desarmador aflojar los tornillos de las clemas del controlador para poder introducir los cables previamente trenzados. Los rojos en un espacio y los negros en otro.



 Repetir los primeros dos pasos con los otros dos motores del pretotipo y al finalizar ajustamos bien las clemas con ayuda del desarmador para fijar bien las conexiones.



GROVER

• Al final debería verse algo así



Driver a Raspberry

Es importante asegurarnos de que las conexiones estén bien hechas, de lo contrario el pretotipo no funcionará correctamente con el código provisto.

Para los siguientes pasos es necesario utilizar la protoboard para poder hacer las conexiones del driver con la Raspberry si solo se cuenta con cables macho/hembra, de lo contrario la conexión podría ser directamente del driver a la <u>Raspberry.</u>



 Primero hay que conectar el cable que dejamos libre saliendo de GND del driver con la tierra de la protoboard.



• El pin ENA debe de ir conectado con el pin 25 de la Raspberry.





 El pin IN1 debe de ir conectado con el pin 23 de la Raspberry



 El pin IN2 debe de ir conectado con el pin 8 de la Raspberry





 El pin IN3 debe de ir conectado con el pin 22 de la Raspberry



 El pin IN4 debe de ir conectado con el pin 27 de la Raspberry





 El pin ENB debe de ir conectado con el pin 17 de la Raspberry



Al final debería de verse algo así





Sensor ultrasónico

• El pin Vcc del sensor va conectado al voltaje de la protoboard.



• El pin TRIG va conectado al pin 18 de la Raspberry.





 El pin ECHO se conecta con las resistencias de 330Ω y 470Ω como se muestra en la foto y el cable que sale de entre las dos resistencias va conectado al pin 17 de la Raspberry.



• El pin GND va conectado a la tierra de la protoboard.





Alimentación de la Raspberry

• La alimentación de la batería se proporcionará por medio de la batería externa del kit la cual se conecta.



Encendido y apagado

- Para apagar los motores basta con solo quitar una batería de la caja de baterías.
- Para apagar la Raspberry es necesario desconectar el cable de alimentación que conecta con la pila portátil.
- El LED rojo indica si la Raspberry está recibiendo o no.





Cámara

- Lo primero que debemos hacer es quitar el plástico protector que tiene al final de las conexiones.
- Posteriormente hay que abrir el puerto de cámara y acomodar las conexiones como se muestra en la imagen inferior.





Montaje completo del pretotipo

En esta sección es necesario contar con cinchos o cinta adhesiva para fijar bien los elementos y evitar accidentes.

 La caja de baterías va en la parte de atrás para que sea fácil sacar las baterías si es necesario detener los motores o cambiarlas si están descargadas.



 La protoboard irá frente a la caja de baterías y sobre ella colocaremos la pila externa.





 La Raspberry irá colocada sobre la pila externa con los pines en la parte delantera.



 Por último, el sensor ultrasónico debe ir en la parte delantera de modo que funcione correctamente sin nada que lo bloquee.



| Configuraciór | D |
|--|---|
| del sistema | |
| Instalación de la imagen de | |
| ubuntu_ros.img 27 | |
| Set-up de la Raspberry 33 | |
| Carga de códigos a la | |
| Raspberry 39 | |
| Opción 1 39 | 9 |
| Código de visión inteligente 39 | 9 |
| Código de control inteligente del pretotipo43 | 3 |
| Opción 2 46 | 5 |
| Código de visión inteligente 47 | 7 |
| Código de control inteligente del pretotipo | 9 |



Instalación de la imagen de ubuntu_ros.img

Descargar la imagen de ubuntu_ros.img. Esta imagen contiene ROS, Arduino y algunos paquetes útiles para el funcionamiento del proyecto.

Link de descarga:

https://drive.google.com/file/d/1EwS9zxa1wViuo CwjL1siY1WpPo0v9OhH/view?usp=sharing





Una vez descargado el archivo, es importante verificar que la descarga se haya realizado correctamente. Revisar la integridad de los datos nos asegura que la descarga está libre de corrupción.

| Filename | ubuntu_ros.iso |
|-----------|--|
| SHA256SUM | 7b7ef571a65efbadcdc5db7b391666397346c273745925289c8331104d0ac23d |

Para esto, es necesario descargar el siguiente programa (Windows solamente): <u>MD5 & SHA</u> <u>Checksum Utility</u>

- En caso de utilizar un sistema operativo distinto, revisar el siguiente link: <u>How to verify downloads</u>
- Abrir el programa una vez que se haya completado la instalación.
- Hacer click en el botón "browse".
- Seleccionar la imagen de disco descargada previamente (ubuntu_ros.img).

| lelp Check | cout Pro Version | |
|-------------|--|--------------|
| Generate Ha | ash | |
| File: | C:\Users\Propietario\Downloads\ubuntu_ros.img | Browse |
| MD5 🖂 | 028BE77BC6A36554DB316DA88BC9896E | Copy MD5 |
| SHA-1 🗹 | 3916424D8CC79D302326CD64F56776C5E2275F33 | Copy SHA-1 |
| SHA-256 🗹 | 7B7EF571A65EFBADCDC5DB7B391666397346C273745925289C8331104D0AC23D | Copy SHA-256 |
| SHA-512 🔽 | 1E8A89C685AF20F759A71E3EDC632C36B86B736EDB62407DD394D240159AF8C41/ | Copy SHA-512 |
| | | Copy All |
| | Verify Hash with Generated Hash (MD5, SHA-1, SHA-256 or SHA-512) | |
| Hash: | | Paste |

Check out the Pro Version for More Features

GROVER

| Seleccio | nar únicamente la opción SHA-256. ^{Checksum Utility 2.1} | _ | | × |
|-------------|--|----|-----------|---|
| Help Check | out Pro Version | | | |
| Generate Ha | sh | | | |
| File: | C:\Users\Propietario\Downloads\ubuntu_ros.img | | Browse | |
| MD5 | | | | |
| SHA-1 | | | | |
| SHA-256 🗹 | 7B7EF571A65EFBADCDC5DB7B391666397346C273745925289C8331104D0AC23D | Co | py SHA-25 | 6 |
| SHA-512 | | | | |
| | | | Copy All | |
| | Verify Hash with Generated Hash (MD5, SHA-1, SHA-256 or SHA-512) | | | |
| Hash: | | | Paste | |
| | Verify | | | |
| | Check out the Pro Version for More Features | | | |

Copiar el SHA-256SUM y pegarlo en la casilla Hash.

| MD5 & SHA | Checksum Utility 2.1 | _ | | \times |
|-------------|--|----|-----------|----------|
| Help Check | : out Pro Version | | | |
| Generate Ha | ish | | | |
| File: | C:\Users\Propietario\Downloads\ubuntu_ros.img | | Browse | |
| MD5 | | | | |
| SHA-1 | I | | | |
| SHA-256 🗹 | 7B7EF571A65EFBADCDC5DB7B391666397346C273745925289C8331104D0AC23D | Co | py SHA-25 | 6 |
| SHA-512 | I | | | |
| | | | Copy All | |
| | Verify Hash with Generated Hash (MD5, SHA-1, SHA-256 or SHA-512) | | | |
| Hash: | 7B7EF571A65EFBADCDC5DB7B391666397346C273745925289C8331104D0AC23D | | Paste | |
| | Venfy | | | |
| | Check out the Pro Version for More Features | | | |

Hacer click en "verify".

GROVER

Si la descarga fue correcta, mostrará el siguiente

mensaje:

| MD5 & SHA Ch | necksum Utility 2.1 | | | | | _ | | \times |
|---------------|---------------------------|------------|------------------|----------|-----------------|---|--------------|----------|
| Help Check o | ut Pro Version | | | | | | | |
| Generate Hash | 1 | | | | | | | |
| File: | C:\Users\Propietario\Down | nloads\ubu | untu_ros.img | | | | Browse | |
| MD5 | | | | | | | | |
| SHA-1 | | Matched | | × | | | | |
| SHA-256 🖂 🕻 | 7B7EF571A65EFBADCDC | | | | 28331104D0AC23D | | Copy SHA-256 | 5 |
| SHA-512 | | | SHA-256 Hash mat | tched. | | | | |
| | | | | | | | Copy All | |
| ١ | /erify Hash with Gene | | Ac | eptar | 256 or SHA-512) | | | |
| Hash: | 7B7EF571A65EFBADCDC5 | 0878331 | 00033/34002/3/ | 40520285 | C8331104D0AC23D | | Paste | |
| | | | | | Verify |] | | |
| | Check of | out the P | ro Version for | More Fea | atures | | | |

Para la instalación de la imagen en la tarjeta MicroSD, será necesario descargar e instalar el programa Win32 Disk Imager:

https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/

Una vez descargado, es necesario abrirlo y seleccionar la imagen de disco (ubuntu_ros.img) en la sección de "Image File".

| 👒 Win32 Disk Imager - 1.0 | — | | \times |
|---|-------|--------|----------|
| Image File C:/Users/Propietario/Downloads/ubuntu_ros.img |] (2) | Device | • |
| Hash None Generate Copy | | | |
| Read Only Allocated Partitions Progress | | | |
| Cancel Read Write Verify Only | | Exit | |



En la sección de Device, seleccionar la entrada que contenga la tarjeta microSD.

| 📚 Win32 Disk Imager - 1.0 — | |
|---|---------|
| Image File | Device |
| C:/Users/Propietario/Downloads/ubuntu_ros.img | [F:\] • |
| Hash | |
| None Generate Copy | |
| | |
| Read Only Allocated Partitions | |
| Progress | |
| | |
| Cancel Read Write Verify Only | Exit |
| | |

Una vez que se está seguro de haber seleccionado ambos correctamente, hacer click en Write.

| 👒 Win32 Disk Imager - 1.0 | — | | × |
|---|---|--------|---|
| Image File | | Device | |
| C:/Users/Propietario/Downloads/ubuntu_ros.img | 2 | [F:\] | • |
| Hash None Generate Copy | | | |
| Read Only Allocated Partitions Progress | | | |
| Cancel Read Write Verify Only | (| Exit | |



Cuando el programa termine de instalar la imagen en la MicroSD, podrá insertar su tarjeta MicroSD en su Raspberry Pi y comenzar a usarla.



Set-up de la Raspberry

- Inicializar la Raspberry Pi: Para esto, será necesario conectar la tarjeta a un monitor por medio de un cable HDMI, utilizar un teclado, mouse y conexión a la corriente. Conectar la cámara de la Raspberry a su espacio asignado en la tarjeta.
- Una vez conectada la Raspberry, iniciará un escritorio como el siguiente:



Cuando se le pida, introducir la contraseña de user1: user1



Conectar la Raspberry al internet. Esto se puede hacer desde el panel superior del escritorio:



Opcional: seguir el siguiente tutorial para controlar la Raspberry desde un escritorio remoto y evitar la necesidad de que esté controlada a un monitor: <u>https://www.youtube.com/watch?v=OyaSikPHJn4</u>



 Para poder correr los programas del pretotipo, será necesario descargar algunos paquetes. Para esto, es necesario crear una terminal nueva y escribir los siguientes comandos:
 \$ sudo apt update

| • user1@rasp1:~ | |
|--|---|
| File Edit View Search Terminal Help | i |
| | |
| | |
| ♦ user1@rash1'~ | |
| File Edit View Search Terminal Heln | |
| <pre>user1@rasp1:-\$ sudo apt update [sudo] password for user1: Hit:1 http://packages.ros.org/ros/ubuntu bionic InRelease Hit:2 http://ports.ubuntu.com bionic InRelease Get:4 http://ports.ubuntu.com bionic-updates InRelease [88.7 kB] Get:5 http://ports.ubuntu.com bionic-security InRelease [88.7 kB] Get:6 http://ports.ubuntu.com bionic-backports InRelease [74.6 kB] Hit:7 http://ports.ubuntu.com bionic-updates/universe Sources [283 kB] Get:8 http://ports.ubuntu.com bionic-updates/universe Sources [283 kB] Get:9 http://ports.ubuntu.com bionic-updates/main Sources [319 kB] Get:10 http://ports.ubuntu.com bionic-updates/main Sources [319 kB] Get:10 http://ports.ubuntu.com bionic-updates/main rranslation-en [323 kB] Get:11 http://ports.ubuntu.com bionic-updates/universe arnhf Packages [899 kB] Get:13 http://ports.ubuntu.com bionic-updates/universe ranslation-en [335 kB] Get:16 http://ports.ubuntu.com bionic-security/main rsanslation-en [325 kB] Get:16 http://ports.ubuntu.com bionic-security/main ranslation-en [325 kB] Get:16 http://ports.ubuntu.com bionic-security/main rsanslation-en [328 kB] Get:16 http://ports.ubuntu.com bionic-security/main rsanslation-en [222 kB] Get:18 http://ports.ubuntu.com bionic-security/universe rranslation-en [222 kB] Get:19 http://ports.ubuntu.com bionic-security/universe Translation-en [222 kB] Fetched 4 756 kB in 115 (437 kB/s) Reading package lists Done Building dependency tree Reading state information Done</pre> | |

GROVER

\$ sudo apt install python-pip



\$ pip --version (esto sólo para verificar la versión instalada





 Una vez que se hayan corrido estos comandos, es necesario correr los siguientes:
 \$ pip install --user imutils



\$ cd ~/catkin_ws/src



\$ gitclone <u>https://github.com/artur84/semanai-</u> robotica-espacial.git



\$ rospack profile



Si la descarga es exitosa, puede continuar a los siguientes pasos.



Carga de códigos a la Raspberry

Opción 1

Código de visión inteligente

- Descargar el archivo ar_tracker_node.py y guardarlo en la carpeta catkin_ws -> src -> semanai-roboticaespacial -> scripts.
- En una terminal, escribir los siguientes comandos:
 \$ cd ~/catkin_ws/src/semanai-robotica-espacial/scripts
 \$ chmod +x ar_tracker_node.py



GROVER

En una terminal nueva, mandar el comando \$ roscore



Mantener la terminal abierta y, en una nueva, escribir el comando \$ roslaunch raspicam_node camerav2 410x308 30fps.launch





En una tercera terminal, correr el comando \$ rosrun image_transport republish compressed in:=/raspicam node/image raw out:=/wu/image raw



 Finalmente, en una cuarta terminal, correr el comando \$ rosrun semanai-robotica-espacial

ar_tracker_node.py





 Al realizar estos pasos, se abrirá una ventana que mostrará lo que está viendo la cámara de la Raspberry.
 Si posiciona la imagen del marcador frente a la cámara, esta le mostrará las coordenadas en " x" y "y" del marcador y el tamaño de su radio.





Código de control inteligente del pretotipo

- Descargar el archivo controlstop.py y guardarlo en la carpeta catkin_ws -> src -> beginner_tutorials -> scripts
- En una terminal, escribir los siguientes comandos:
 \$ cd ~/catkin_ws/src/beginner_tutorials/scripts
 \$ chmod +x controlstop.py





Asegurándose de que la terminal con roscore aún esté corriendo, abrir una nueva terminal y mandar el comando \$ rosrun semanai-robotica-espacial keyboard_teleop.py



En una terminal nueva, mandar el comando \$ rosrun beginner_tutorials controlstop.py



GROVER



Ahora podrá controlar su pretotipo, el cual se detendrá si detecta un obstáculo y usted podrá ver lo que ve la cámara en la pantalla de su computador.



Opción 2

Dentro de la carpeta beginner_tutorials, crear una nueva carpeta llamada launch



Descargar los archivos control_stop.launch y detect.launch, moverlos a la carpeta launch creada en el paso anterior

| e launch | |
|---|---|
| File Edit View Go | Bookmarks Help |
| 🖌 Back 👻 📏 F | orward 👻 🕇 😨 🔄 🖬 📃 💿 100% 💿 Icon View |
| Places 🔻 🗱 | 🖉 🖣 🖬 user1 catkin_ws src beginner_tutorials launch 🕨 |
| Computer user1 Desktop File System Documents Downloads Music Pictures Videos Trash Network Browse Netw | control_stop.launch & |
| | 2 items, Free space: 6.0 GB |
| 1 | |



Código de visión inteligente

ROS_MASTER_URI=http://rasp1:11311/

Abrir una terminal y mandar el comando \$ roscore

| roscore http://rasp1:11311/ | |
|---|--------------|
| File Edit View Search Terminal Help | |
| user1@rasp1:~\$ roscore logging to /home/user1/.ros/log/b3cf4dac-a479-11ea-9d4d-b827ebb3 ch-rasp1-2120.log Checking log directory for disk usage. This may take a while. Press Ctrl-C to interrupt Done checking log file disk usage. Usage is <1GB. | 7361/roslaun |
| started roslaunch server http://rasp1:42019/ ros_comm version 1.14.5 | |
| SUMMARY ======= | |
| PARAMETERS * /rosdistro: melodic * /rosversion: 1.14.5 | |
| NODES | |
| auto-starting new master | |

En una segunda terminal, escribir el comando \$ roslaunch beginner_tutorials detect.launch





Se abrirá una ventana en la cual podrá ver lo que está viendo la cámara. Si posiciona la imagen del marcador frente a la cámara, esta le mostrará las coordenadas en x y y del marcador y el tamaño de su radio





Código de control inteligente del pretotipo

Asegurándose de que el comando \$ roscore aún esté corriendo en la primer terminal, abrir una nueva terminal y mandar el comando \$ roslaunch beginner_tutorials control_stop.launch



Ahora podrá controlar el pretotipo con los comandos que indica la pantalla, el cual se detendrá al detectar un objeto en frente

