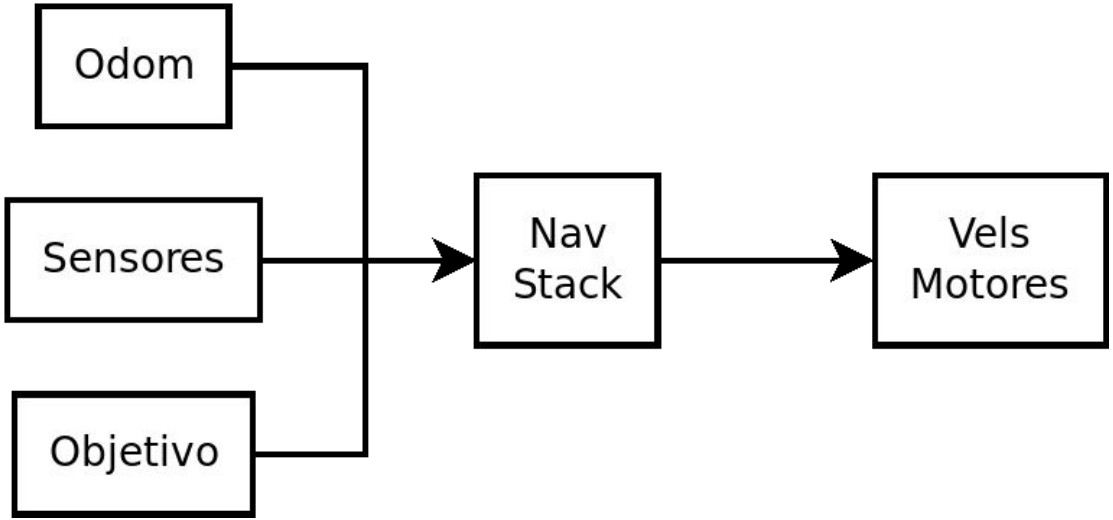
Stack de navegación en ROS

http://wiki.ros.org/navigation

Introducción

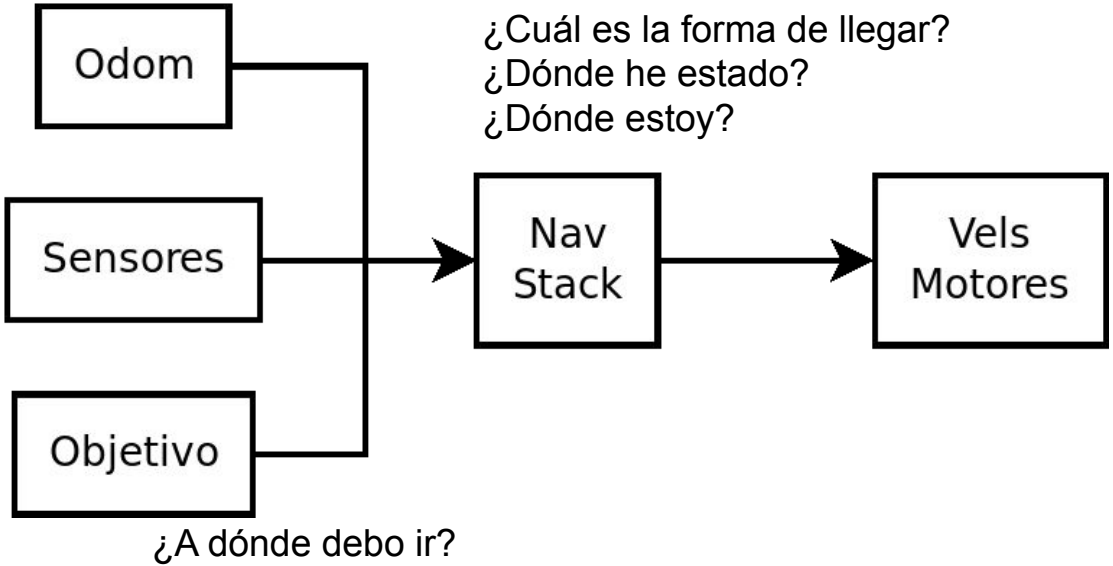
A vista de pájaro

“A 2D navigation stack that takes in information from odometry, sensor streams, and a goal pose and outputs safe velocity commands that are sent to a mobile base.”



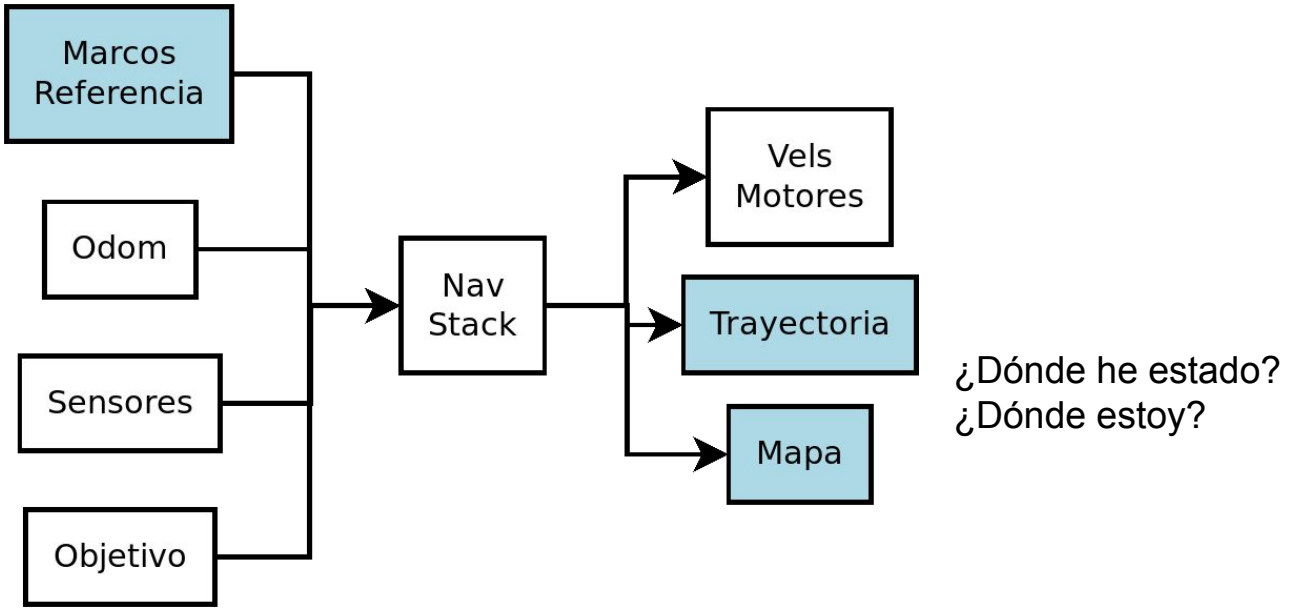
A vista de pájaro

“A 2D navigation stack that takes in information from odometry, sensor streams, and a goal pose and outputs safe velocity commands that are sent to a mobile base.”



A vista de pájaro

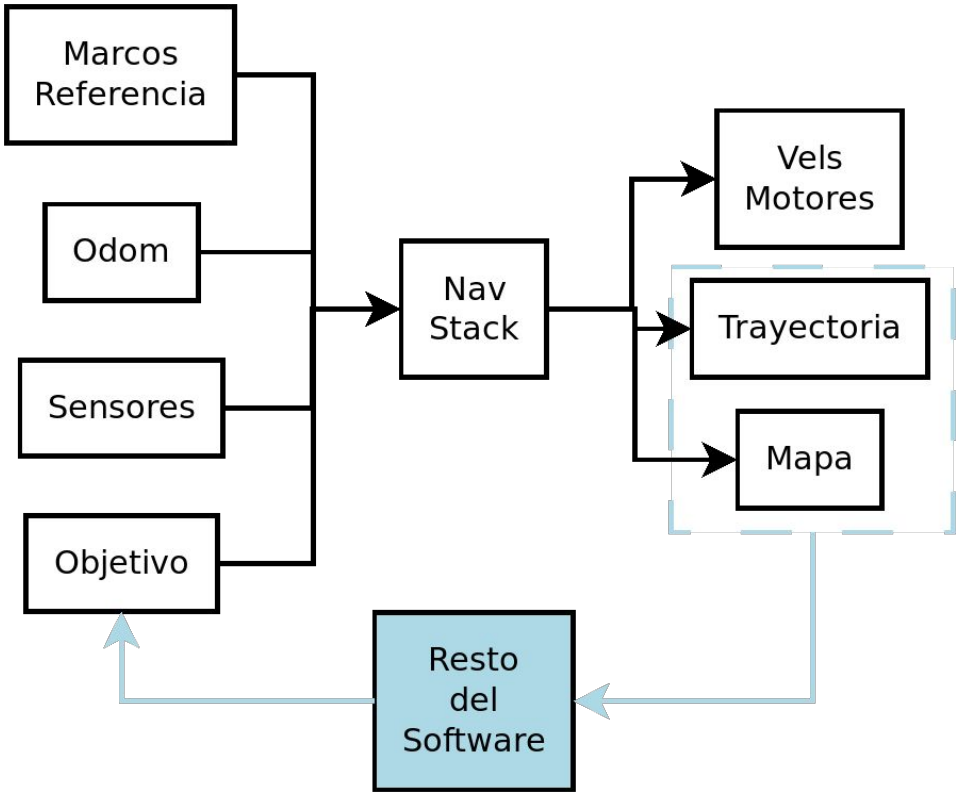
“A 2D navigation stack that takes in information from odometry, sensor streams, and a goal pose and outputs safe velocity commands that are sent to a mobile base.”



Integración con el resto del sistema

El mapa y trayectoria informan al resto del software para decidir el objetivo

El stack de navegación abstrae todo menos la decisión del objetivo, e informa a esta última.



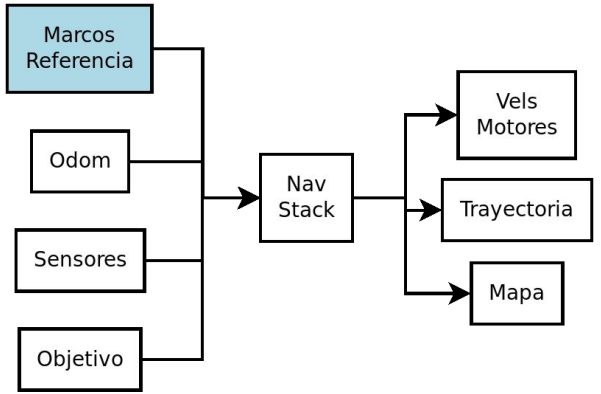
Ambiente de demos

1. all.launch
2. mostrar gazebo
3. mostrar rviz

Lecturas

http://wiki.ros.org/navigation

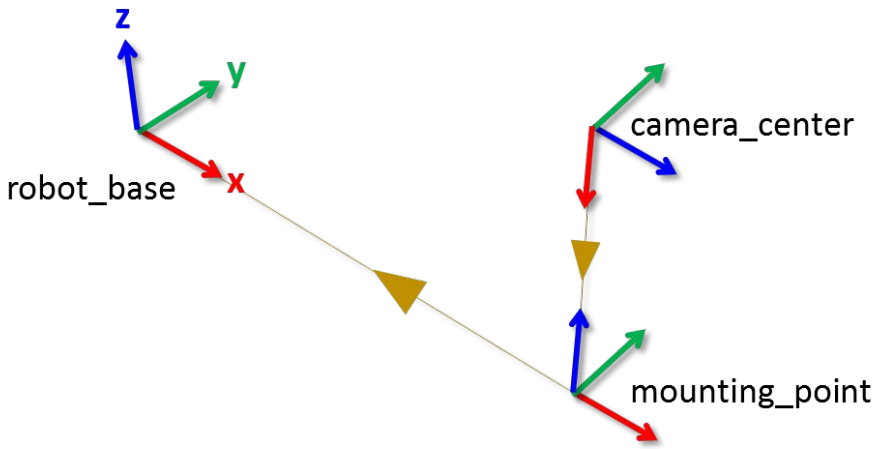
Marcos de Referencia



Introducción

Marco de referencia:

- Un nombre para un sistema de ejes en el espacio
- Una transformada desde otro marco de referencia

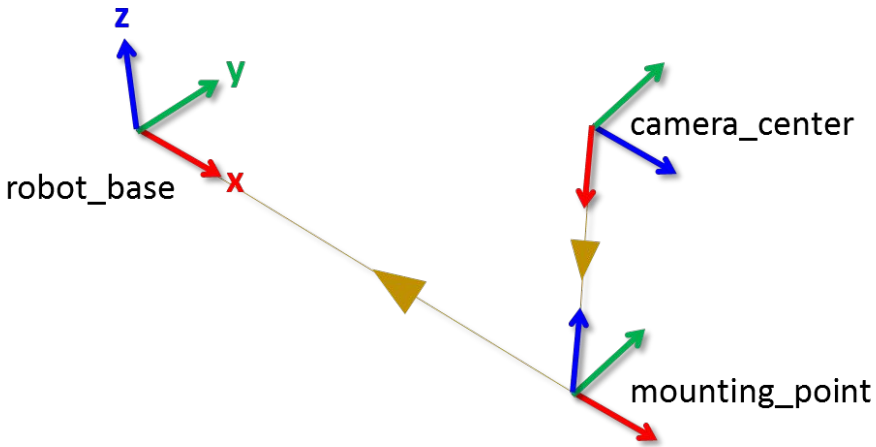


TF

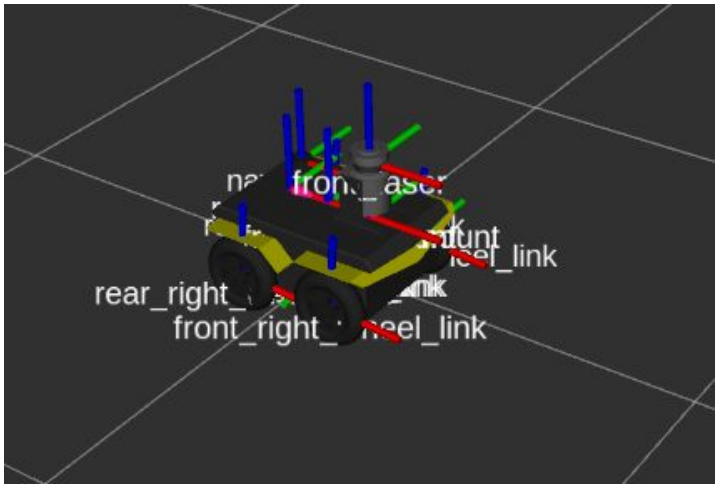
ROS implementa una forma estándar de manejar marcos de referencia: TF.

TF se encarga de:

- Computar la transformada entre dos marcos arbitrarios
- Mantener un buffer de transformadas entre pares de marcos
- Utilidades de debugging (p.e. Árbol de transformadas)
- Hacer todo esto de manera performante y “sin errores”



Demo



1. all.launch
2. rviz
3. Quitar todo menos modelo
4. Agregar tf
5. view_frames
    a. rosrun tf view_frames
6. Publicar un nuevo par
    a. rosrun tf static_transform_publisher .1 .1 .1 0 0 0 front_laser nueva 10
    b. ir a rviz
    c. republicar el arbol

robot_state_publisher

Facilita la publicación de todos los pares de transformadas

Toma un modelo Unified Robot Description Format (URDF) del robot

http://wiki.ros.org/robot_state_publisher

```
82   <xacro:wheel prefix="front_left">
83     <origin xyz="${wheelbase/2} ${track/2} $
  {wheel_vertical_offset}" rpy="0 0 0" />
84   </xacro:wheel>
85   <xacro:wheel prefix="front_right">
86     <origin xyz="${wheelbase/2} ${-track/2} $
  {wheel_vertical_offset}" rpy="0 0 0" />
87   </xacro:wheel>
88   <xacro:wheel prefix="rear_left">
89     <origin xyz="${-wheelbase/2} ${track/2} $
  {wheel_vertical_offset}" rpy="0 0 0" />
90   </xacro:wheel>
91   <xacro:wheel prefix="rear_right">
92     <origin xyz="${-wheelbase/2} ${-track/2} $
  {wheel_vertical_offset}" rpy="0 0 0" />
```

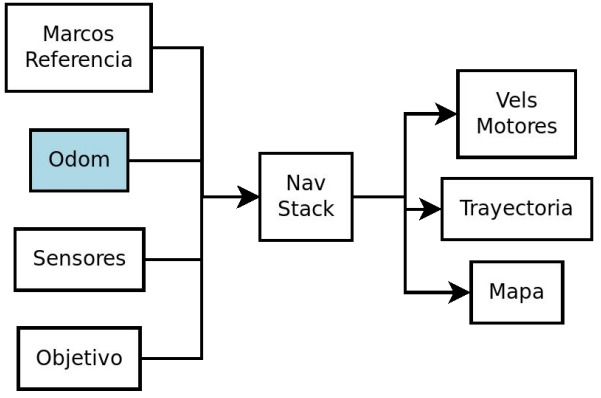
Lecturas

http://wiki.ros.org/navigation/Tutorials/RobotSetup/TF

http://wiki.ros.org/tf/Tutorials

http://wiki.ros.org/robot_state_publisher

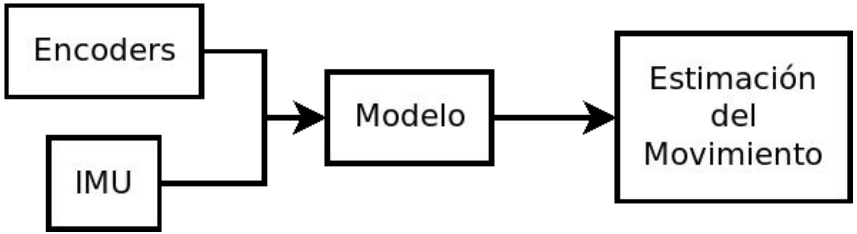
Odometría


Marcos
Referencia
Odom
Sensores
Objetivo
Nav
Stack
Vels
Motores
Trayectoria
Mapa

Introducción

Odometría: información del movimiento del robot, según fuentes de información propia (p.e. encoders)

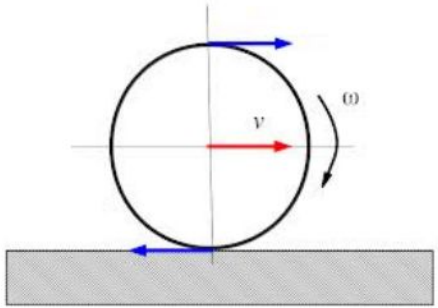
Asumen hipótesis que no siempre se cumplen (p.e. no deslizamiento de las ruedas)

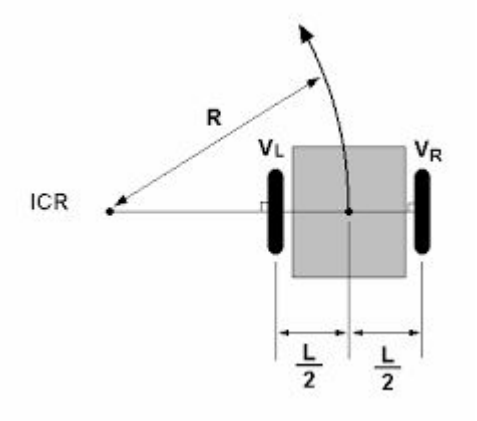


Modelos

Las hipótesis de trabajo y morfologia del robot determinan el modelo a utilizar para estimar:

- diferencial
- ackerman (bicicletas/autos)
- skid-steer (pala mecánica)
- holonómico





Convenciones de ROS

Dos formas de publicar odometría

- Mensaje nav_msgs/Odometry
- Marco TF /odom

TF:

- map: el marco global
- odom: un marco donde se expresa el movimiento continuo del robot
- base_link: el marco principal del robot

map -> odom -> base_link:

- map->base_link: localización global, integrando toda la info, con saltos
- odom->base_link: localización continua, integrando solo odom, sin saltos

Demo

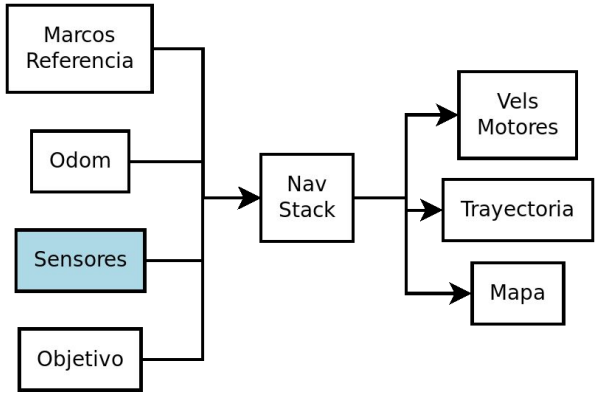
1. all.launch
2. gazebo
3. mostrar
   a. tf
   b. interactive markers
   c. robot model
4. manejar por ahi, rotando
5. observar drift entre map y odom

Lecturas

http://wiki.ros.org/navigation/Tutorials/RobotSetup/Odom

https://answers.ros.org/question/37029/is-odom-frame-in-this-wiki-mean-a-world-coordinate/

Sensores


Marcos
Referencia
Odom
Sensores
Objetivo
Nav
Stack
Vels
Motores
Trayectoria
Mapa

Introducción

Sensores se publican usualmente como mensajes

Aspectos importantes:

- timestamp para sincronización
- asociados a un marco de referencia

Ejemplos:

- http://docs.ros.org/en/melodic/api/sensor_msgs/html/msg/Range.html
- https://docs.ros.org/en/api/sensor_msgs/html/msg/LaserScan.html
- http://docs.ros.org/en/melodic/api/sensor_msgs/html/msg/Image.html

Ejemplo: LaserScan

sensor_msgs/LaserScan Message

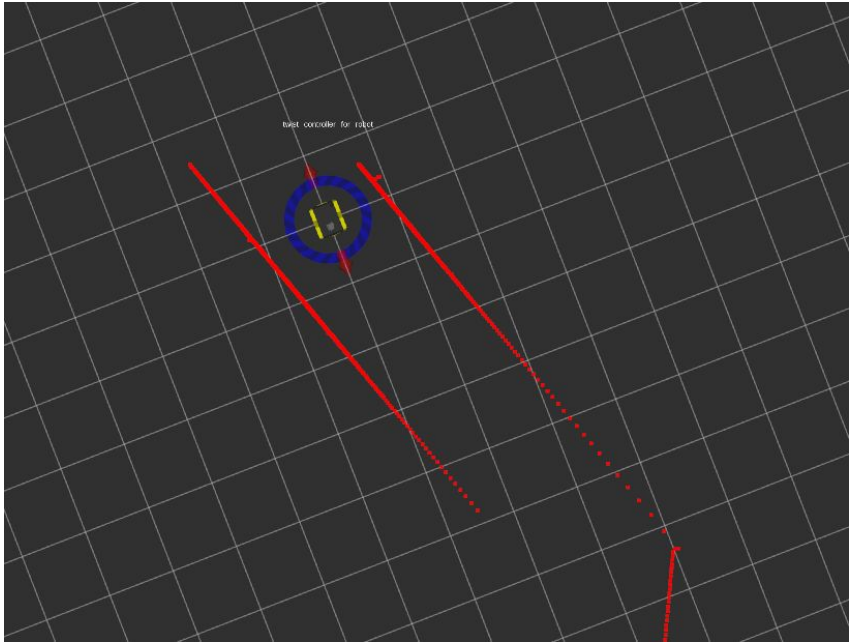
File: sensor_msgs/LaserScan.msg

Raw Message Definition

```
# Single scan from a planar laser range-finder
#
# If you have another ranging device with different behavior (e.g. a sonar
# array), please find or create a different message, since applications
# will make fairly laser-specific assumptions about this data

Header header            # timestamp in the header is the acquisition time of
                         # the first ray in the scan.
                         #
                         # in frame frame_id, angles are measured around
                         # the positive Z axis (counterclockwise, if Z is up)
                         # with zero angle being forward along the x axis

float32 angle_min        # start angle of the scan [rad]
float32 angle_max        # end angle of the scan [rad]
float32 angle_increment  # angular distance between measurements [rad]

float32 time_increment   # time between measurements [seconds] - if your scanner
                         # is moving, this will be used in interpolating position
                         # of 3d points
float32 scan_time        # time between scans [seconds]

float32 range_min        # minimum range value [m]
float32 range_max        # maximum range value [m]

float32[] ranges         # range data [m] (Note: values < range_min or > range_max should be discarded)
float32[] intensities    # intensity data [device-specific units].  If your
                         # device does not provide intensities, please leave
                         # the array empty.
```

Demo

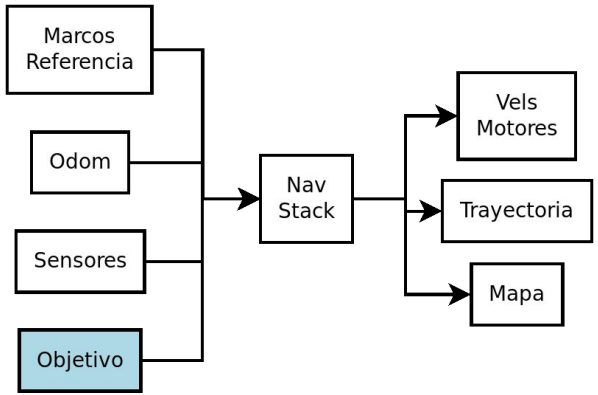
1. all.launch
2. rviz
3. marcar
    a. Robot model
    b. Laser scan
    c. Interactive markers
4. cambiar a frame base_link



Lecturas

- http://docs.ros.org/en/melodic/api/sensor_msgs/html/msg/Range.html
- https://docs.ros.org/en/api/sensor_msgs/html/msg/LaserScan.html
- http://docs.ros.org/en/melodic/api/sensor_msgs/html/msg/Image.html

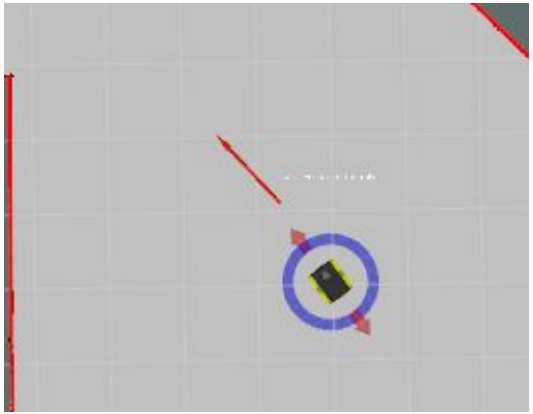
Objetivo


Marcos
Referencia
Odom
Sensores
Objetivo
Nav
Stack
Vels
Motores
Trayectoria
Mapa

Introducción

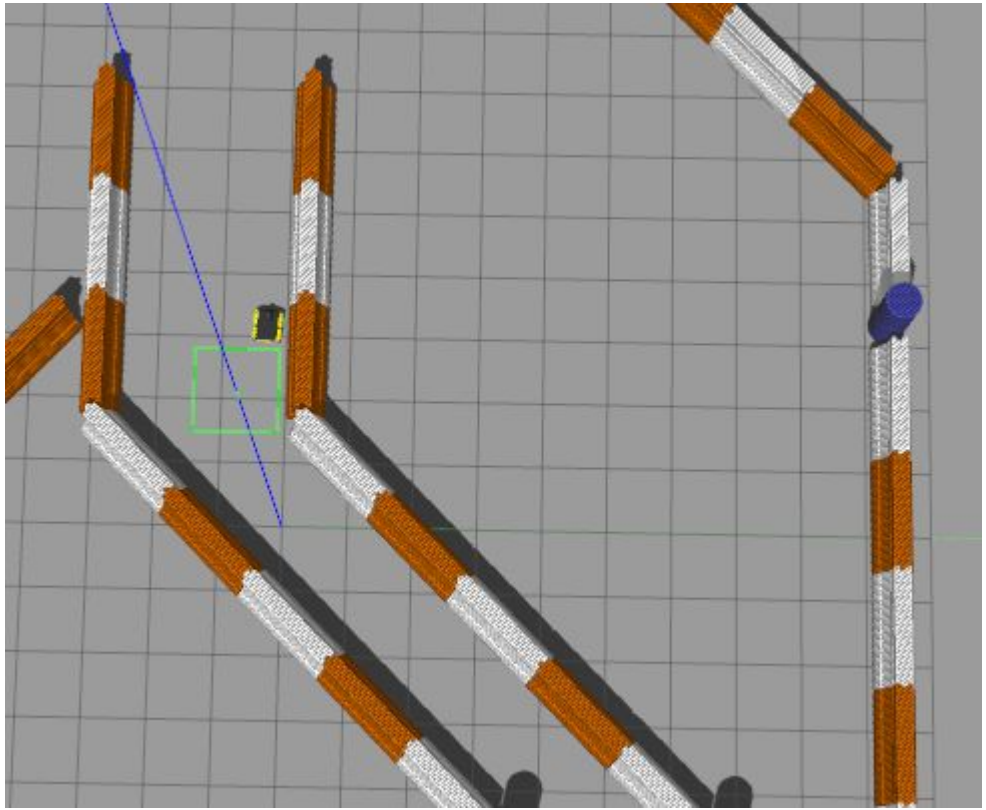
El objetivo especifica la posición deseada

Publicable desde rviz o de forma programática

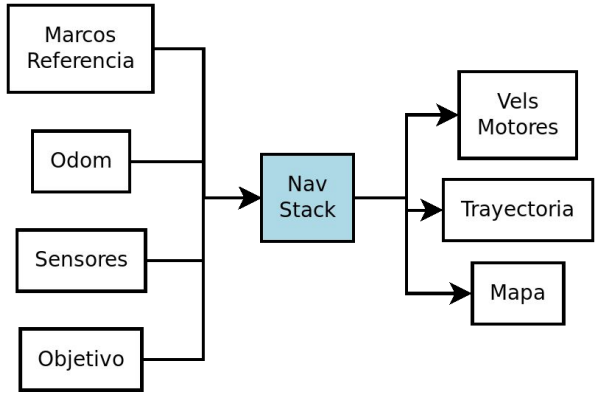


Demo

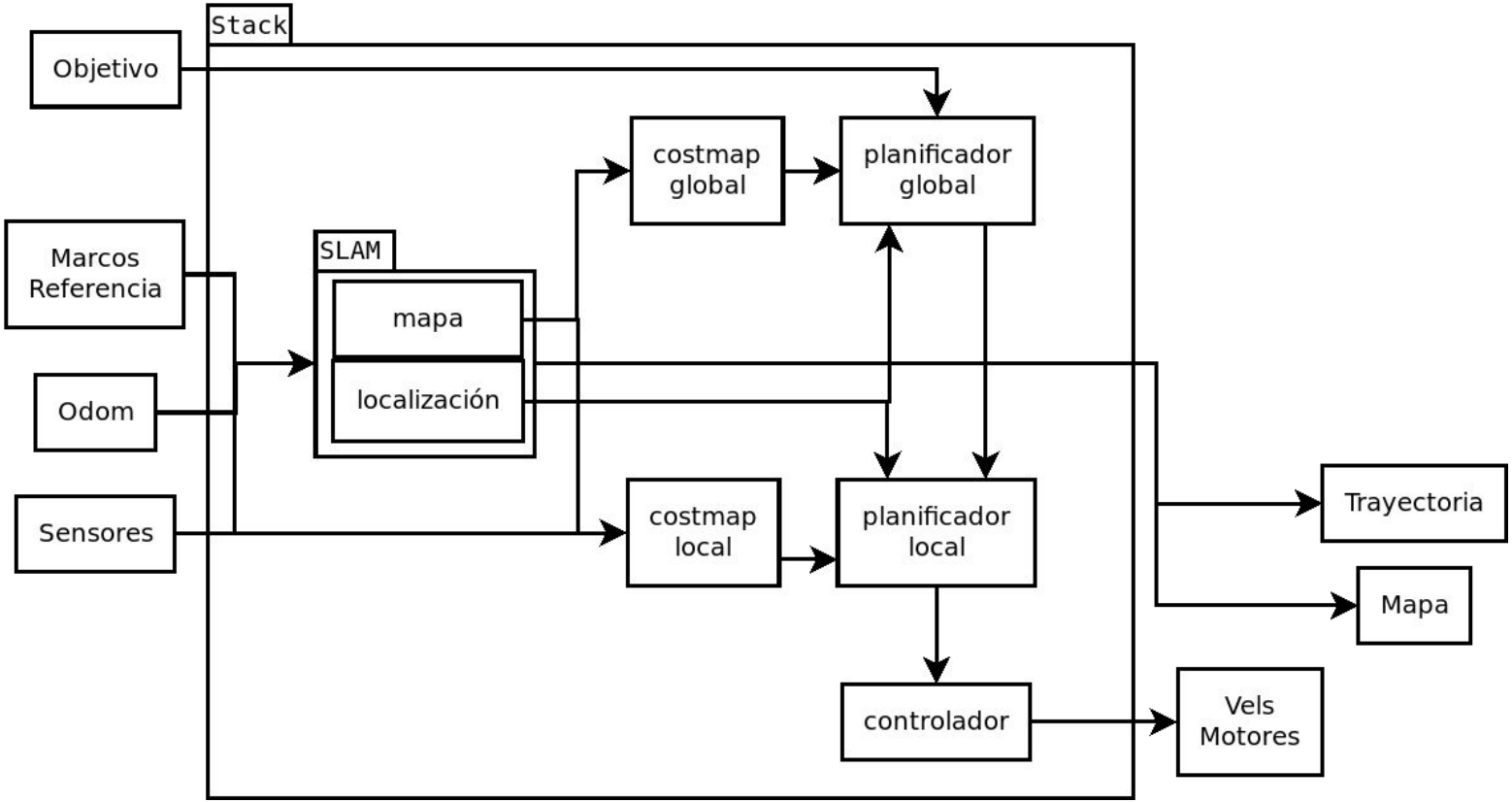
1. all.launch
2. Usar 2D Nav Goal
3. observar en Gazebo



Adentro del Stack



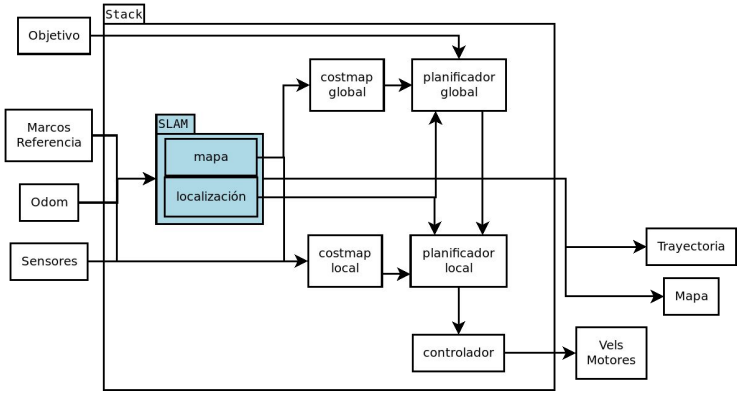
Organización general



Lecturas

https://www.researchgate.net/publication/302986850_ROS_Navigation_Concepts_and_Tutorial

SLAM


Stack
Objetivo
costmap global
planificador global
Marcos Referencia
SLAM
mapa
localización
Odom
Sensores
costmap local
planificador local
Trayectoria
Mapa
controlador
Vels Motores

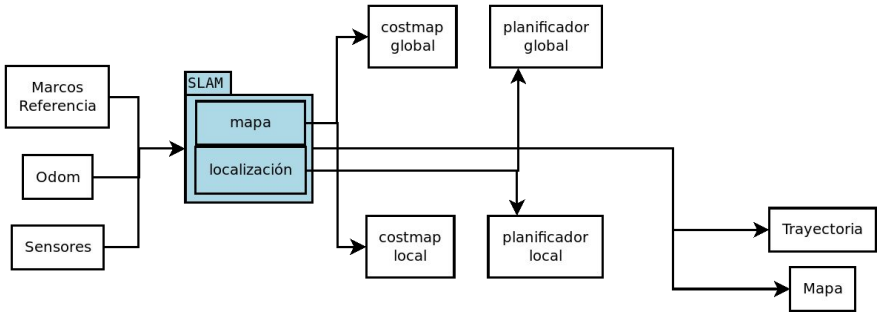
Organización general

Encargado de

- Publicar un mapa de ocupación
  - Una discretización del entorno que lo divide en celdas ocupadas y libres
- Publicar la ubicación del robot en el mapa

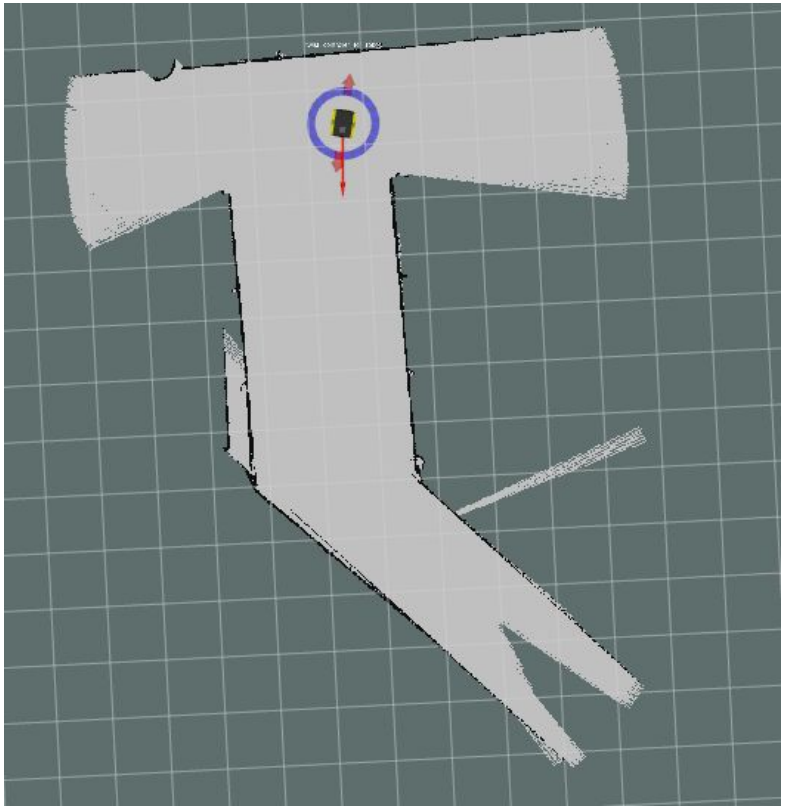
El módulo de SLAM puede generar el mapa (p.e. gmapping), o puede cargar uno previo y solo realizar localización sobre este (p.e. AMCL)

Cierre de ciclos: detectar un lugar antes visitado y ajustar el mapa de acuerdo a esta nueva información

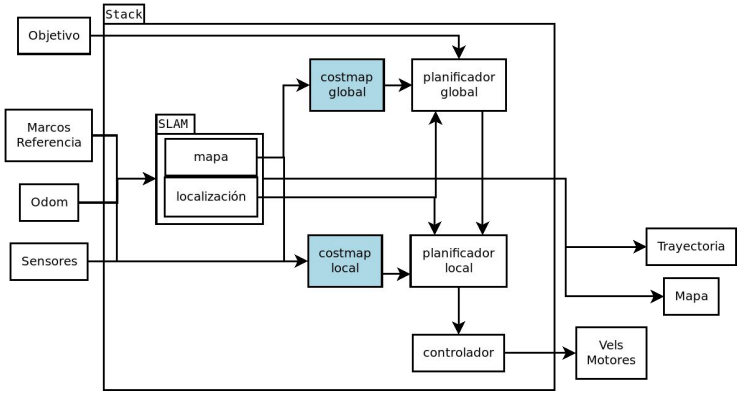


Demo

1. all.launch
2. marcar
   a. Maps (/map)
   b. Laser scan
3. establecer un objetivo de navegación y mirar el mapa



Costmaps


Stack
Objetivo
Marcos Referencia
Odom
Sensores
SLAM
mapa
localización
costmap global
planificador global
costmap local
planificador local
controlador
Trayectoria
Mapa
Vels Motores

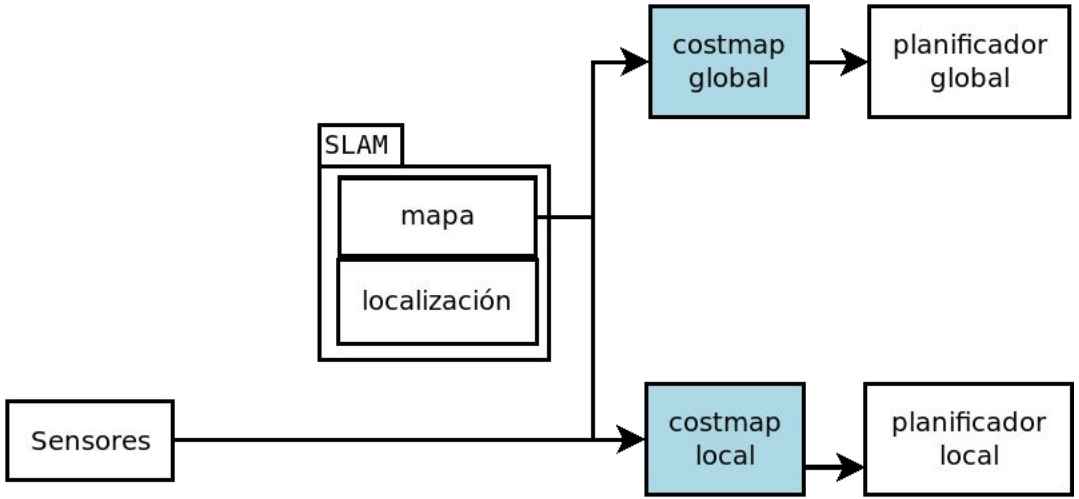
Mapas de costo

Toman como entrada el mapa

Su salida es un nuevo mapa con costos de navegación

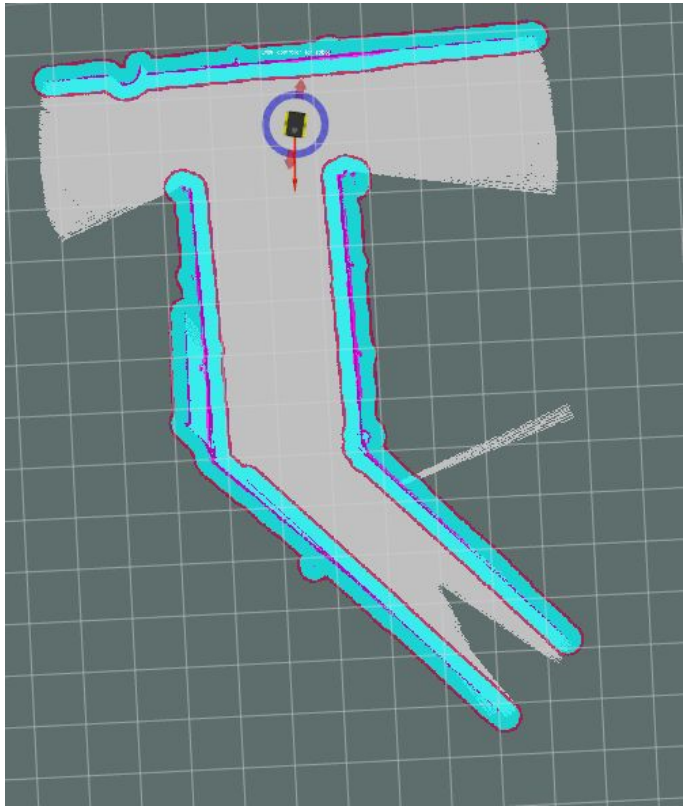
Son el principal insumo del planificador de rutas

Los obstáculos corresponden a costos altos. También se inflan para aumentar la distancia a estos durante la navegación



Demo

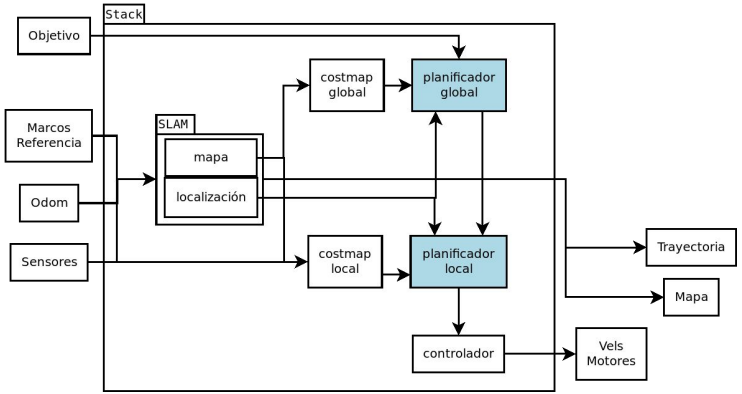
1. all.launch
2. marcar
   a. costmap global
   b. mapa
   c. robot model
3. establecer un objetivo de navegación y mirar el mapa de costos
4. correr rqt_reconfigure
   a. Cambiar inflation radius



Lecturas

- http://wiki.ros.org/costmap_2d
- http://wiki.ros.org/costmap_2d/hydro/inflation

Planificadores



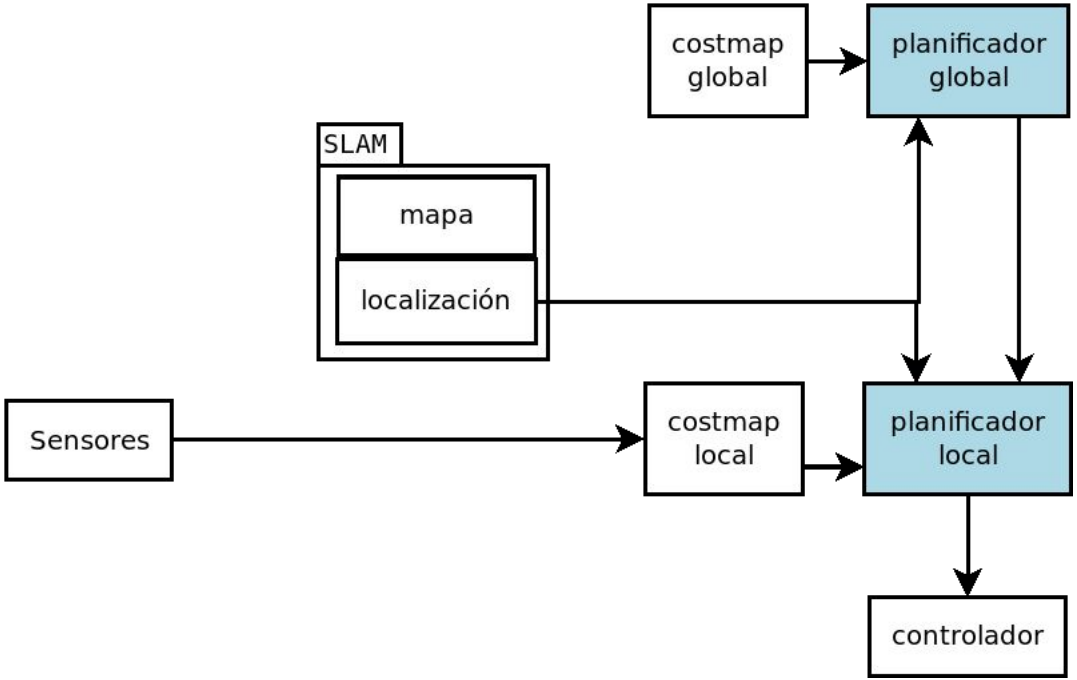
Planificadores de rutas

Toman como entrada el mapa de costos y localización

Su salida es una ruta a seguir

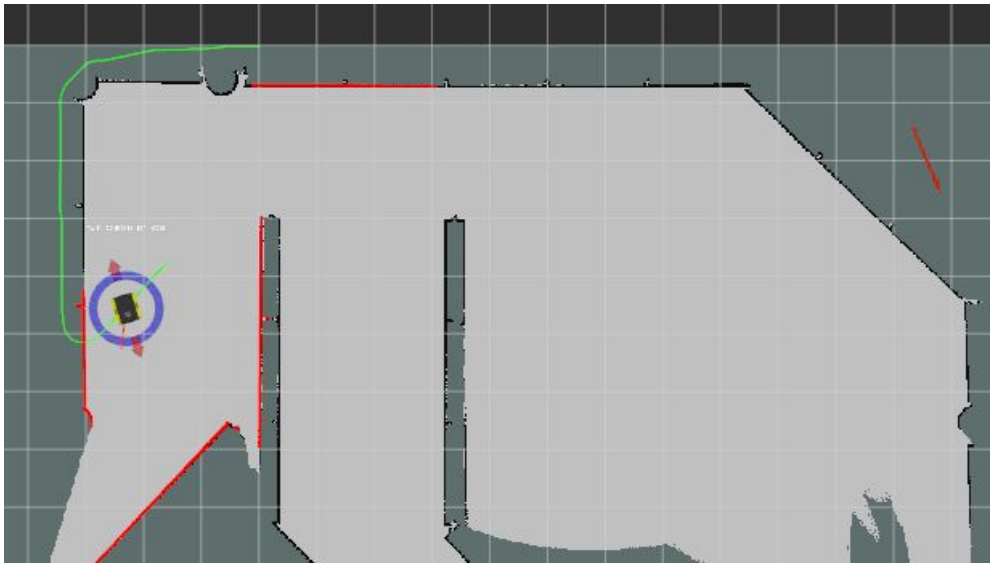
El planificador global observa todo el mapa y produce una ruta global a seguir a largo plazo

El planificador local observa solo un entorno, incluye sensores y produce una ruta local a seguir de manera inmediata



Demo

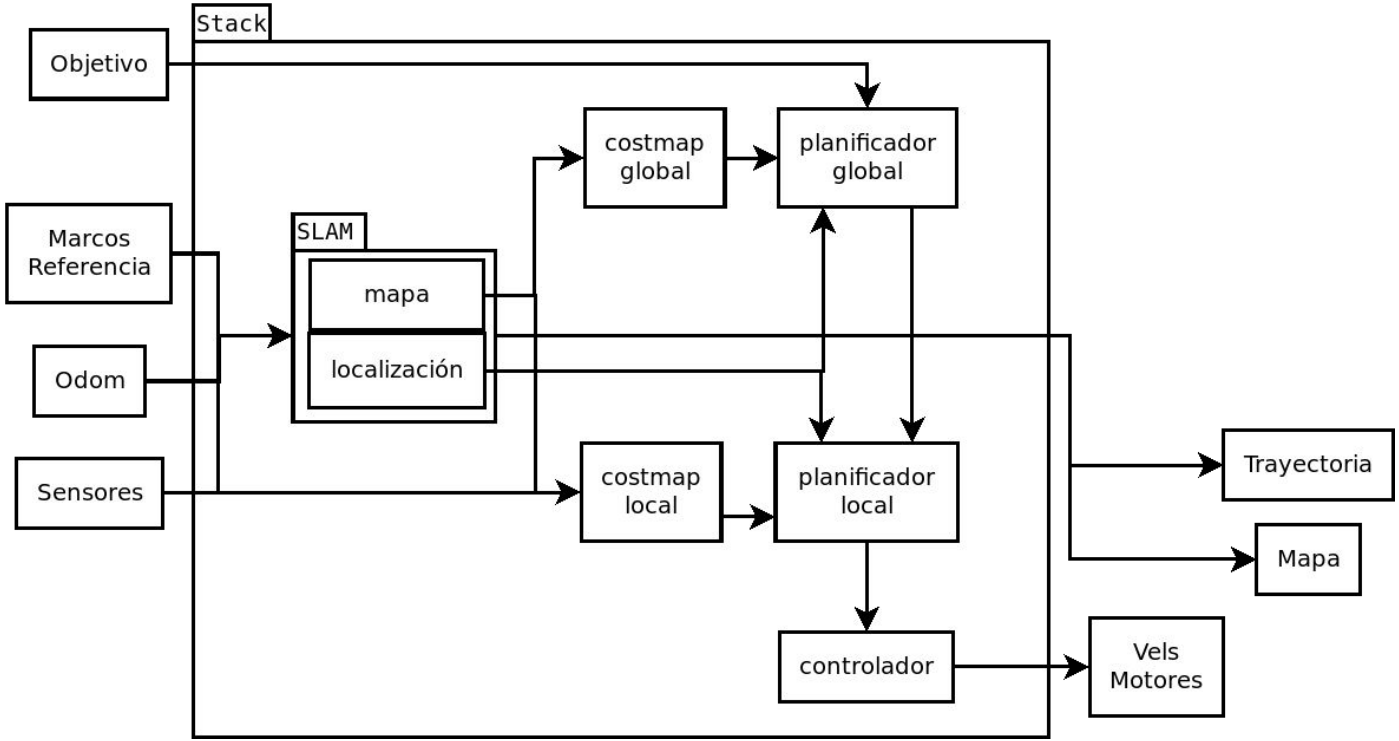
1. all.launch
2. marcar
   a. costmap global
   b. mapa
   c. robot model
   d. Planes local y global
3. establecer un objetivo de navegación y mirar el mapa de costos
4. Observar las rutas
5. Establecer un punto afuera del mapa



Lecturas

- http://wiki.ros.org/global_planner

Repaso


Stack
Objetivo
Marcos
Referencia
Odom
Sensores
SLAM
mapa
localización
costmap
global
planificador
global
costmap
local
planificador
local
controlador
Trayectoria
Mapa
Vels
Motores