

Design and implementation of a multi-sensor module for mobile robotics applications

Gonzalo Perez Paina Fernando Elizondo David Suarez Luis Canali

Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería
Universidad Tecnológica Nacional, F.R.C.
<http://ciiii.frc.utn.edu.ar>
Córdoba, Argentina



Congreso Argentino de Sistemas Embebidos
15 al 17 de agosto de 2012

Contenido

- 1 Introducción y objetivos
- 2 Descripción general del módulo
 - El robot móvil RoMAA
- 3 Componentes de módulo sensor
 - Anillo de sensores de ultrasonido
 - Unidad inercial
- 4 Implementación del módulo de sensores
 - Sistema embebido
 - Software de la PC de abordo
- 5 Conclusiones y trabajos futuros

Introducción y objetivos

Sensores en robótica móvil:

- **propioceptivos:** velocidad de las ruedas, odometría, carga de baterías, IMU, etc.
- **exteroceptivos:** medición de distancia (ultrasonido, láser), cámaras, etc.



Objetivos

- Equipar al robot móvil RoMAA con sensores de uso común en robótica.
- Diseñar y construir un módulo de sensores adaptable a diferentes robots.

Introducción y objetivos

Sensores en robótica móvil:

- **propioceptivos:** velocidad de las ruedas, odometría, carga de baterías, IMU, etc.
- **exteroceptivos:** medición de distancia (ultrasonido, láser), cámaras, etc.

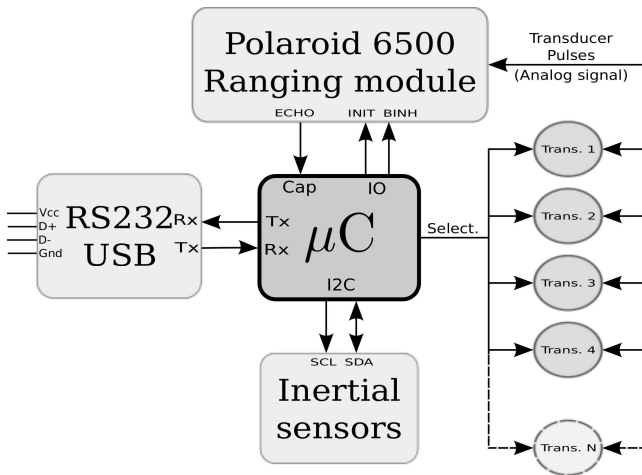


Objetivos

- Equipar al robot móvil RoMAA con sensores de uso común en robótica.
- Diseñar y construir un módulo de sensores adaptable a diferentes robots.

Descripción general del módulo

Diagrama de bloques



El robot móvil RoMAA

- Robot móvil de tracción diferencial
 - facilita el control
 - gran maniobrabilidad
- Dispone de una zona de carga útil que permite agregar sensores y actuadores



Arquitectura abierta

Permite tener acceso a los diferentes niveles de la arquitectura del robot, para adecuarlos a las necesidades de diseño/experimento

Anillo de sensores de ultrasonido

Componentes de la firma SensComp Inc.

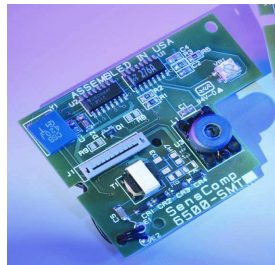
600 series environmental transducer

- Distancia entre 0,15m a 10,7m.
- Resolución de $\pm 1\%$ de rango máximo (p.e. $\pm 3\text{mm}@3\text{m}$)
- Lóbulo de emisión de $\pm 15^\circ@-6\text{dB}$.



6500 Enhanced SMT Ranging Module

- Señales de entrada/salida al μC con niveles TTL.
- Señal analógica de alta tensión al transductor.

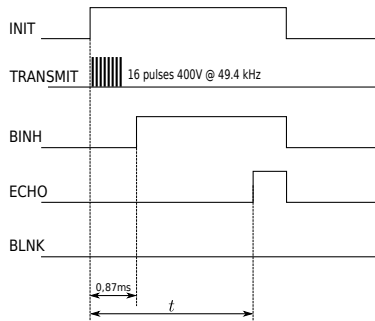
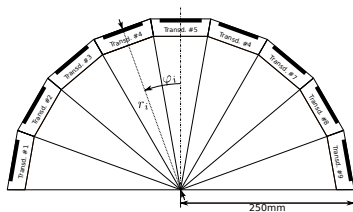


Anillo de sensores de ultrasonido (cont.)

- INIT, Initialize Input.
- BINH, Blanking Inhibit.
- BLNK, Blanking.
- ECHO, Echo return output.

$$d = \frac{v_s t}{2}$$

donde v_s es la velocidad del sonido (342,2m/s@20°C) y t el tiempo medido.



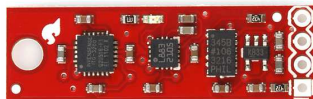
- Anillo compuesto de nueve transductores.
- Multiplexados para ser operados desde un único módulo de medida.

Unidad inercial

OEM 9 Degrees of Freedom, Sensor Stick de Sparkfun®.

Acel. Analog Device ADXL345.

- 4 rangos seleccionables.
- Alta resolución, de 4mg/LSB.
- 10 bits de resolución mínima.



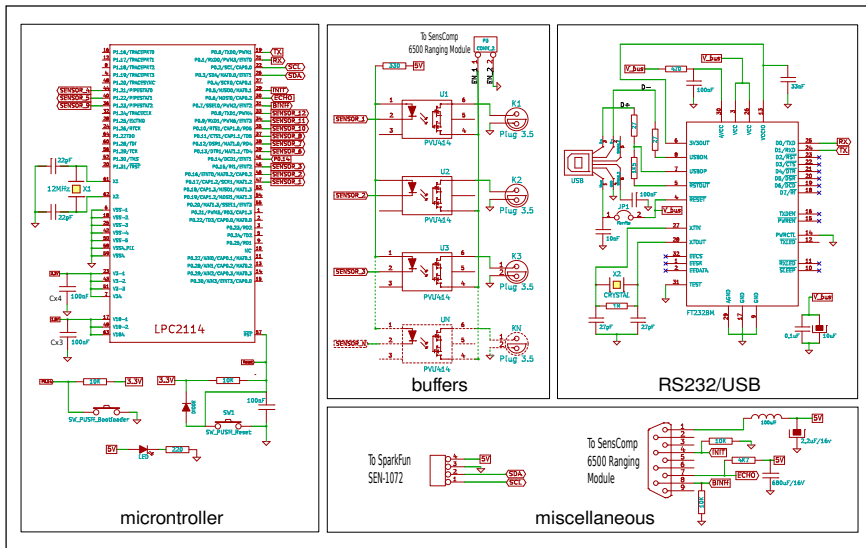
Girosc. InvenSense ITG3200.

- Rango de escala máx. de $\pm 2000^\circ/\text{sec}$.
- Sensibilidad de 14.375 LSBs por $^\circ/\text{sec}$.
- 3 diferentes ADC de 16 bits.

Compas mag. Honeywell HMC5883L.

- Rango de escala max. de ± 8 gauss.
- Resolución de 2 milli-gauss.
- Diseñado para medir dirección y magnitud del campo magnético terrestre.

Sistema embebido - Esquemático

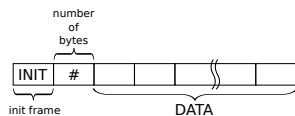


Sistema embebido - Hardware



Sistema embebido - Comandos

Trama de comunicación:



Algunos comandos:

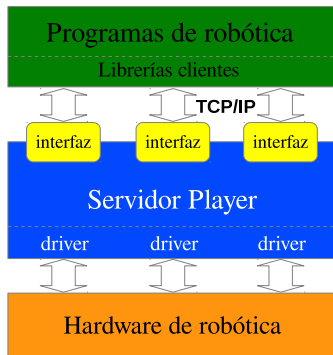
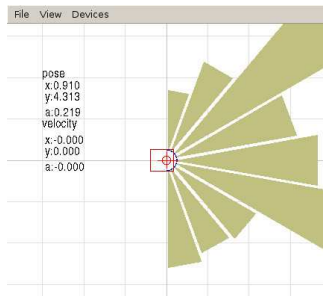
- CMD_GET_COUNT
- CMD_SET_SON_POS
- CMD_GET_MIN_RANGE
- CMD_GET_MAX_RANGE
- CMD_GET_SCAN
- CMD_GET_RANGE
- CMD_GET_IMU_ANGLES

Configuration and geometric commands	
CMD_SET_COUNT	Set number of sonar transducer
CMD_GET_COUNT	Get number of sonar transducer
CMD_GET_MIN_RANGE	Get sonar minimum range
CMD_GET_MAX_RANGE	Get sonar maximum range
CMD_SET_RADIUS	Set radius of sonar transd. w.r.t. SCS
CMD_GET_RADIUS	Get radius of sonar transd. w.r.t. SCS
CMD_SET_ANGLES	Set angles of sonar transd. w.r.t. SCS
CMD_GET_ANGLES	Get angles of sonar transd. w.r.t. SCS
CMD_GET_SON_POS	Get (x, y, z) sonar ring position w.r.t. RCS
CMD_SET_SON_POS	Set (x, y, z) sonar ring position w.r.t. RCS
CMD_SET_IMU_CALIB	Set IMU calibration parameters
CMD_GET_IMU_CALIB	Get IMU calibration parameters
CMD_SET_IMU_POSE	Set IMU relative pose w.r.t. RCS
CMD_GET_IMU_POSE	Get IMU relative pose w.r.t. RCS
Data commands	
CMD_GET_RANGE	Get range of one specific transducer
CMD_GET_SCAN	Get ranges of all sonar transducers
CMD_GET_IMU_ANGLES	Get IMU orientation data
CMD_GET_IMU_RAW	Get all IMU sensors raw data
CMD_GET_ACC_RAW	Get accelerometer raw data
CMD_GET_GIR_RAW	Get gyroscope raw data
CMD_GET_COM_RAW	Get magnetic compass raw data
Logging commands	
CMD_SET_LOG_TIME	Set log time in milliseconds
CMD_SON_LOG_INIT	Init sonar data logging
CMD_IMU_LOG_INIT	Init IMU data logging
CMD_LOG_INIT	Init sonar and IMU data logging
CMD_LOG_STOP	Stop data logging

Software de la PC de abordó

SO GNU/Linux, con librería serie flexiport.

- **Clase de comunicación en C++:**
Implementa métodos análogos a c/u de los comandos de bajo nivel.
- **Driver para Player:**
Permite utilizar el módulo de forma abstracta en redes TCP/IP.



Interfaces y proxies:

- ranger - RangerProxy
- imu - ImuProxy

Conclusiones y trabajos futuros

- Se obtuvo un módulo de sensores completamente funcional con un anillo de sonares y unidad inercial.
- Resulta altamente configurable mediante los comandos implementados.
- Puede ser adaptado a diferentes arquitecturas de robot.
- La PC de abordo puede utilizar directamente la clase de comunicación desarrollada. O bien, con el entorno de desarrollo de robótica Player.
- Utilizar el módulo para evaluar métodos de calibración de unidad inercial.
- Fusión de la unidad inercial con la odometría del robot.
- Implementar algoritmos de navegación y extracción de características a partir de la información de los sonares.

Gracias!

Preguntas?

Design and implementation of a multi-sensor module for mobile robotics applications

Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería (CIII)

`ciii.frc.utn.edu.ar`

Fernando E. Elizondo - `fernandoelizondo7@gmail.com`

Gonzalo F. Perez Paina - `gperez@scdt.frc.utn.edu.ar`

Luis R. Canali - `lcanali@scdt.frc.utn.edu.ar`