

## Sensores USB4Butia - Clase 1

Proyecto Butiá<sup>1</sup>  
butia@ing.edu.uy

<sup>1</sup>Instituto de Computación  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República

Grupo MINA, 2017

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Contenido

- 1 Grupo MINA
  - Presentación
  - Actividades universitarias
- 2 Presentación del curso
  - Taller de construcción de sensores para la placa USB4Butia
- 3 Marco teórico
  - Agente y entorno
  - Sensores
  - Sensores básicos Butiá
- 4 Turtlebots

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Grupo MINA

- ¿a qué nos dedicamos?
  - gestión/control de redes de computadoras.
  - inteligencia artificial aplicada a la robótica móvil.
- ¿y esto, que tiene que ver?
  - autonomía/inteligencia de sistemas embebidos o agentes.
  - decisiones de control en base a la interacción con el medio y con otros agentes.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Algunas áreas de trabajo actuales

- movilidad y gestión distribuida en redes oportunistas.
- evolución del routing en internet.
- navegación autónoma en entornos desconocidos.
- cooperación y coordinación en sistemas multi-robot.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Enseñanza

Cursos

- Cursos de grado
  - Fundamentos de robótica autónoma
  - Robótica Educativa
  - Robótica Embebida
  - Robótica basada en comportamientos
- Cursos de posgrado/actualización
  - Bio-robótica
  - Introducción ROS
  - Formación de Formadores en Robótica Educativa.
  - Taller de construcción de sensores para la placa USB4Butia

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Enseñanza

- |  |  |
|--|--|
| <p>Proyecto de grado</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Desde el 2001.</li><li>• Más de 20 proyectos.</li><li>• Temas:<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprendizaje.</li><li>• Construcción de robots.</li><li>• Cooperación y coordinación.</li><li>• Navegación.</li><li>• Visión.</li><li>• Aspectos de seguridad.</li></ul></li></ul> | <p>Posgrado</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Maestría y doctorado académico (PEDECIBA).</li><li>• Temas:<ul style="list-style-type: none"><li>• Cooperación</li><li>• Planificación de trayectorias.</li><li>• Navegación bio-inspirada.</li><li>• Exploración.</li><li>• Aprendizaje por imitación.</li><li>• Reconstrucción 3D.</li></ul></li></ul> |
|--|--|

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Investigación

Proyectos

- Navegación en exterior en un ambiente agropecuario.
- Navegación y comunicación.
- Robocup@home
  - Manipulación de objetos.
  - Interacción hombre máquina.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Extensión

Proyecto Butiá



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Extensión

sumo.yj

- Nueve categorías.
- 200 competidores.
- 65 equipos.
- Presentaciones.
- Talleres.
- Exposiciones.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Carga horaria

- 8 horas presenciales (dos clases).
- 12 horas a distancia (trabajo individual o grupal)

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Público objetivo

- Docentes enseñanza primaria, media y/o universitaria, estudiantes avanzados de institutos de formación docente o educadores de centros de enseñanza no formal.
- Conocimientos recomendados: programación.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Objetivos

- Sensibilizar en el electrónica y robótica.
- Sensibilizar en la importancia de utilizar tecnologías libres y nacionales.
- Contribuir con la formación de conciencia ecológica mediante la utilización de elementos reciclados.
- Realizar creaciones con las que puede interactuar.
- Complementar o generar motivaciones entorno a la robótica.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---



## Metodología

- Práctico: trabajando de forma individual y resolviendo pequeños ejercicios.
- Taller: formando grupos y resolviendo pequeños laboratorios.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Materiales

- Computadora con TurtleBots.
- Placa usb4butia y cables de interconexión.
- Sensores básicos y módulo genérico.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Temario

- Introducción.
- Conceptos básicos de robótica.
- Introducción al Proyecto Butiá y a la placa USB4Butia.
- Programación con sensores y actuadores utilizando TurtleBots.

## Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Clases

- Clase 1 Se tratará de abordar las preguntas: ¿Qué es un sensor? ¿Cómo funciona? ¿Qué partes lo componen? ¿Cómo se comunica con la computadora? ¿Dónde podemos reciclar sensores? En la parte práctica el estudiante programará interacciones con sensores básicos.
- Clase 2 Tratará de guiar al estudiante en responder las preguntas de ¿Para qué se usa un sensor? ¿Cómo fabricarlos? ¿Cómo usarlos? mediante la propuesta de implementar autómatas utilizando el sensor creado, como ser un semáforo o juegos sencillos.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Bibliografía

- Plataforma de trabajo colaborativo sobre el Proyecto Butiá, [www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butiá/mediawiki](http://www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butiá/mediawiki), visitada Julio//2016.
- Guzmán Trinidad et al. Sensores Tortuga 2.0: Como el software y el hardware abierto pueden empoderar a las comunidades del aprendizaje, RED, Revista de Educación a Distancia Número 46 setiembre 2015 <http://www.um.es/ead/red/46/> visitada julio 2016

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ronda de presentación

- Formación.
- Relación con la educación formal.
- Conocimiento en lenguajes de programación.
- Conocimiento en robótica.
- Motivación.

**Duración 10-15 mins.**

mina

Notes

---

---

---

---

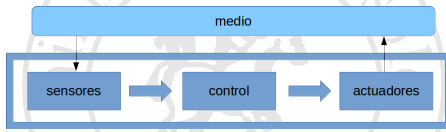
---

---

---

---

## Agente y entorno



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Estructura de los agentes

Agente = Arquitectura + Programa

- Arquitectura: dispositivo de cómputo con sensores y actuadores donde se ejecuta el programa.
- Programa: implementa la función del agente que proyecta percepciones en acciones.

Notes

---

---

---

---

---

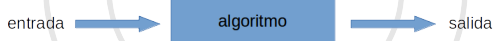
---

---

---

## Programas y algoritmos

- Para ciertos datos de entrada (input) el programa aplica un algoritmo y genera una salida (output).
- Los algoritmos son el objeto de estudio de la programación.



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## ¿Qué es un programa?

(Real Academia Española. [www.rae.es](http://www.rae.es)) algoritmo. 1. m. Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

Características:

- Preciso: orden en que se realizan los pasos.
- Definido: siempre se obtiene el mismo resultado sin importar el número de veces que se aplique.
- Finito: tiene fin.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## ¿Qué es un programa?

Ejemplo

**Algorithm 1** Encontrar el mayor número de una lista, **lista**

**Require:** lista no vacía

*mayor* ← 0

**for** cada valor en lista **do**

**if** *valor* > *mayor* **then**

*mayor* ← *valor*

**end if**

**end for**

Devuelvo *mayor*

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## ¿Qué es un programa?

Ejemplos

- Encontrar las raíces de un polinomio de 2º grado.
- Ordenar una lista de números.
- Encontrar la salida de un laberinto.
- Escribir un poema.
- Traducir de un idioma a otro.
- Jugar al ajedrez.
- Ganar al ajedrez.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## ¿Qué es un programa? A tener en cuenta

- Los datos que vamos a tener disponibles a la entrada es parte de la descripción del problema.
- El algoritmo debe garantizar que termina, pero no se dice cuánto tarda.
- Problemas muy complejos llevan a aplicar Inteligencia Artificial.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Plataformas de cómputo

- CPU: hardware que ejecuta instrucciones y realiza operaciones lógicas y matemáticas.
- Microprocesador ( $\mu P$ ): una CPU en un solo circuito integrado.
- Un computador es una CPU, más memoria y puertos de E/S.
- Un sistema computador es un computador más periféricos.
- Microcontrolador ( $\mu C$ ): un sistema computador en un solo integrado orientado a aplicaciones de control.
- DSP – Digital signal processor.
- GPGPU – General purpose graphics processing unit.

Notes

---

---

---

---

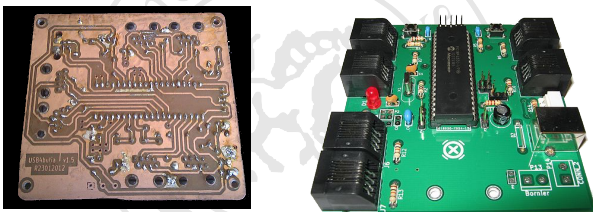
---

---

---

---

## Placa $\mu C$ : USB4Butiá



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Placa $\mu$ C: USB4Butiá

Controlador PIC18F

- us\$ 4 - 20
- 48MHz, 12 MIPS
- 32 KB Flash y 2048 bytes RAM
- Timers: 1x8bits, 3x16bits
- Buses: USB, UART, SPI, I2C
- ADC: 13 canales, 10bits.
- 2-5.5V, consumo <100mA trabajando I/O, 0.1mA en sleep
- Sistema dedicado (tiempo real) programable en Assembler, C++



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Placa $\mu$ C: USB4Butiá

Firmware

- Basado en el proyecto de grado USB4All
- Placa esclava vía USB de un host para acceder sensores y actuadores.
- Responde requerimientos.
- Detecta conexión/desconexión de dispositivos (PnP).

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Placa $\mu$ C: USB4Butiá

Actividad grupal - Conociendo la placa



Identifique los elementos principales de la placa y su función.

**Duración 10 mins.**

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Placa $\mu$ C: USB4Butiá

Características

- PIC 18F4550
- Una sola capa
- Permite que sea hecha en forma "casera"
- 6 Conectores RJ45 (sensores/actuadores)
- Vcc, gnd, reconocimiento, datos.
- Pines libres.
- Conector USB para comunicación con la PC
- Hack Pines.
- Para usuarios avanzados.
- Accesibles desde TurtleBots.
- Programada en C.
- ¿Es Hardware Libre? ¿Por qué?
- Software para "flashear" nuevas versiones del firmware (Sugar Labs Activities)

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Placa $\mu$ C: USB4Butiá

Shield

- Exclusivamente para motores de continua.
- Permite controlar motores a través de algunos Hack Pines.
- Permite uso de alimentación externa para los motores.
- Una sola capa
- Permite que sea hecha en forma "casera"
- Basada en el integrado LM298

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## SBC: BeagleBoard Black

- ARM Cortex-A8 ( US\$ 45)
  - 1GHz Clock
  - ROM: 4GB Flash + mSD
  - 512MB DDR3 RAM
  - 2 microcontroladores adicionales
  - Buses: USB, Ethernet, Serial, 4xPWM, GPIO
  - 5V, consumo 300-400mA
  - Entorno Linux estándar.
- Tareas en Butiá 3 Torocó: Sistema autónomo, OpenCV, dongle WiFi para interfaz de programación remota, lenguaje de uso específico.



mina

Notes

---

---

---

---

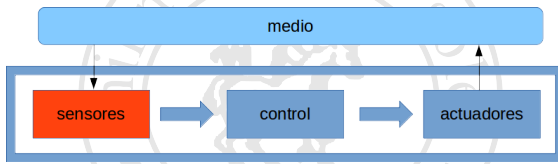
---

---

---

---

## Agente y entorno (sensado)



Notes

---

---

---

---

---

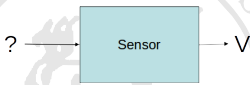
---

---

---

## Sensor

- Transductor: transforma una magnitud física en otra, procesable.



- Clasificación:
  - Introceptivos / extroceptivos
  - Locales / globales
  - Activos / pasivos
  - Según su interfaz de lectura

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Clasificación

### Introceptivos

Miden el estado interno del robot

- Temperatura de un motor
- Ángulo de una articulación
- Carga de la batería.

### Extroceptivos

Miden características del entorno externos al robot

- Humedad ambiente
- Distancia a un obstáculo
- Orientación

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---



## Clasificación

### Locales

Sensores montados en el robot

- Termómetro
- Cámara on-board
- Brújula

### Globales

Sensores externos que transmiten datos al robot

- Cámara global
- Estación meteorológica

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Clasificación

### Pasivos

Toman medidas sin perturbar el entorno

- Termómetro
- Cámara de vídeo
- Brújula

### Activos

Perturban el ambiente para medir la reacción

- Radar
- Sonar
- Telémetro láser

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---



## Actividad grupal - Sensores en el hogar

- Enumere sensores que pueden encontrarse en el hogar.
- Clasifique tres de ellos.
- Identifique un artefacto eléctrico que no tenga sensores.
- Identifique el artefacto eléctrico que tenga más sensores.

**Duración 10 mins.**

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Características

- Magnitud medida
- Rango
- Exactitud
- Precisión (Ruido)
- Resolución (Apreciación)
- Tiempo de medida



mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Demo de ruido

¿Qué es el ruido?

Presentar un programa simple que muestre el ruido en los sensores de gris y distancia.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ruido

- Diferencia entre las medidas y el valor real
- Origen
  - Luz solar
  - Interferencia cruzada
  - Fallos al adquirir un valor
- Tiene asociada una función de probabilidad
- Filtros como herramienta para manejar el error.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Interfaces con sensores

(Real Academia Española. [www.rae.es](http://www.rae.es)) interfaz.  
2. f. Inform. Conexión, física o lógica, entre una computadora y el usuario, un dispositivo periférico o un enlace de comunicaciones.

- Digital
- Analógico
- Protocolos de comunicación

Notes

---

---

---

---

---

---

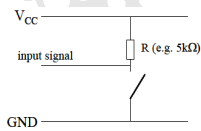
---

---

## Interfaces con sensores

Digital

- Son el tipo más simple de los sensores.
- Sólo devuelven un solo bit de información: 0 o 1.
- ¿Está tocando? ¿Hay algo? ¿Supera un umbral?
- Interfaz con el sistema de control muy simple, por ejemplo utilizando una entrada digital



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Interfaces con sensores

Actividad grupal - Switch



- Clasifique según las dimensiones presentadas antes.
- Qué es el debouncing.

**Duración 20 mins.**

Notes

---

---

---

---

---

---

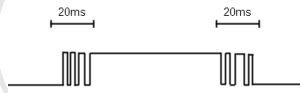
---

---

## Interfaces con sensores

Actividad grupal - Switch

- Clasifique según las dimensiones presentadas antes.
- Qué es el debouncing.



Duración 20 mins.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Interfaces con sensores

Actividad grupal - Switch

- Clasifique según las dimensiones presentadas antes.
- Qué es el debouncing.



- Proponga soluciones al debouncing.

Duración 20 mins.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

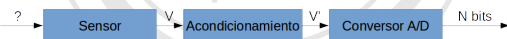
---

---

## Interfaces con sensores

Analógico

- Accedidos mediante un convertidor A/D
  - Rango de medición (p.ej. 0..5V)
  - Precisión: número de bits destino (p.ej. 10 bits)
  - Velocidad: #conversiones por segundo (p.ej. 500)
- La señal puede tener que ser acondicionada:
  - Rango de la señal mayor al rango del ADC (saturación)
  - Se quiere sensar una función de la salida del sensor
  - Filtrar ruido o señales extrañas



mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Interfaces con sensores

Protocolos de comunicación

- Serial, UART (GPS, Cámaras, IMU) Baudrate fijo, punto a punto, duplex
- I2C (sensores de distancia, acelerómetros, ambientales...) Múltiples dispositivos en un bus, distancias cortas
- SPI (como I2C, cámaras) Maestro/esclavo, mayor velocidad que I2C
- CAN bus Estándar en la industria automotriz, robusto, rápido

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ejemplo de protocolo de comunicación

Inter-Integrated Circuit

- Es un protocolo serial multi-master diseñado por Philips, para la conexión de dispositivos lentos separados por algunos metros.
- Usa dos líneas bidireccionales para comunicación (Serial Data Line (SDA) y Serial Clock (SCL)).
- Maneja un espacio de 7 bits o 10 bits para direcciones.
- Las velocidades típicas son 100 kbit/s y 10 kbit/s, pero pueden ajustarse en valores intermedios, llegando en las versiones actuales a 3.4 Mbit/s
- El protocolo además de la carga útil incluye: dirección del esclavo y posiblemente el registro a acceder, además de bits de NACK y ACK por cada byte enviado.
- Cada sensor especifica sus mensajes.



mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Soporte para sensores en la USB4Butia

- Se conectan mediante conectores RJ45 a la placa USB4Butia.
  - Vcc, Gnd
  - Id (Analógico)
  - Datos (Analógico/Digital – dinámico)
- Hot Plug - Identificación automática.
- Pin de Id.
- Existen dos tipos de sensores (Analógicos y Digitales).

mina

Notes

---

---

---

---

---

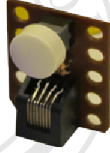
---

---

---

## Sensores Kit Butiá Botón

- Digital.
- Pasivo.
- Permite saber cuando estamos en contacto con algún tipo de superficie.
- Permite detectar colisiones.



mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sensores Kit Butiá Luz

- LDR.
- Analógico.
- Pasivo.



mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sensores Kit Butiá Escala de grises

- LED + LDR.
- Analógico.
- Activo.
- Uso frecuente en seguidores de líneas.



mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sensores Kit Butiá

Distancia

- Sensor Sharp.
- Lineal.
- Analógico.
- Activo.
- Permite calcular distancias al obstáculo más cercano.



Notes

---

---

---

---

---

---

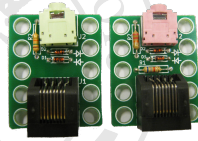
---

---

## Sensores Kit Butiá

Resistencia y voltaje

- Jack de audio.
- Analógico.
- Pasivo.
- Sensores especiales para obtener datos de señales en forma transparente desde TurteBots.



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Presentación

- Turtlebots es un ambiente de desarrollo para robótica.
- Está basado en Tortugarte.
- Programación con bloques.
- Gráfico, orientado al encastre de bloques.
- Propone extensiones para trabajar en robótica.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Bloques

- Los bloques son los elementos con los que se construyen programas en TortuBots.
- Existen diferentes tipos de bloque, siendo los principales los comandos, los valores, los operativos, los comparadores y los de control.
- Los bloques se encastran entre si.
- Los bloques reducen los errores de tipo al programar.

Notes

---

---

---

---

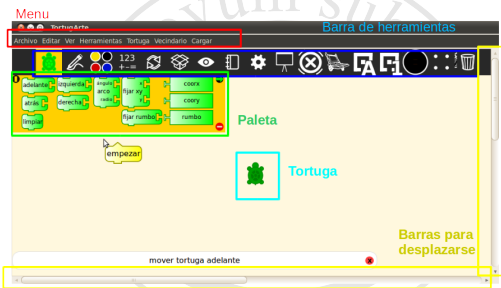
---

---

---

---

## Interfaz



Notes

---

---

---

---

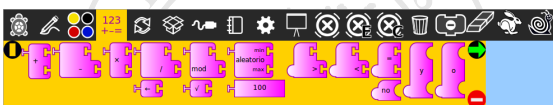
---

---

---

---

## Paleta expresiones



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---



## Paleta expresiones

Ejercicio

Calcular el área de un cuadrado. El lado debe tomar un valor aleatorio entre 0 y 100.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Paleta control



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Paleta control

Ejercicio

Generar números aleatorios entre 0 y 100 hasta que el número sorteado esté entre 40 y 60.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---



## Actividad grupal - Programa Turtleart

- Descargar el siguiente programa <https://wiki.sugarlabs.org/images/9/91/Oscillo.ta>
- Explicar la semántica de cada bloque.
- Explicar para que podría usarse.



Duración 10 mins. 

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ejercicio - Osciloscopio

Graficar números aleatorios entre 0 y 100.



Notes

---

---

---

---

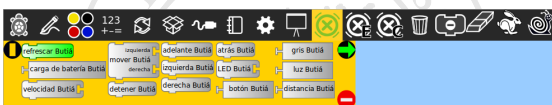
---

---

---

---

## Paleta Butiá



Notes

---

---

---

---

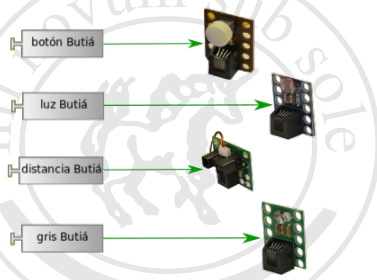
---

---

---

---

## Bloques y sensores



mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Conexión computadora placa usb4butia



mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Turtlebots y usb4butia

- Es posible cambiar la configuración de sensores.
- Si se apaga, no pasa nada, volver a encenderlo.
- Turtlebots al iniciar busca un placas de E/S. Es posible que las busque nuevamente.
- Para buscar manualmente, ejecutar el bloque refrescar de la paleta.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Turtlebots y autodetección

- Si no se detecta la placa de E/S, bloques de robótica grises.
- Si se detecta, bloques verdes (pero esto no implica que se puedan utilizar todos los sensores).

Notes

---

---

---

---

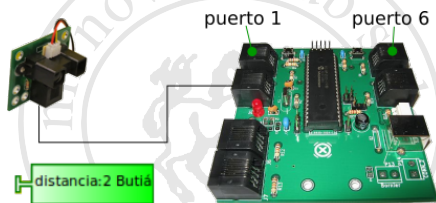
---

---

---

---

## Placa usb4butia, sensor y bloque



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Paleta Butiá Ejercicio

Generar números aleatorios entre 0 y 100 hasta que se presione el botón.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Graficar lecturas

Ejercicio

- Graficar la evolución del sensor botón.
- Graficar la evolución del sensor de distancia.

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Laboratorio - Sensor de distancia



- Seleccionar dos objetos de igual forma, tamaño y distinto color.
- Seleccionar dos objetos de distinta forma (con caras planas, caras curvas) de un mismo color.
- Analice los datos obtenidos de la interacción entre el sensor y los objetos. Elija dos distancias distintas.
- Analice valor:
  - valor mínimo.
  - valor máximo.
  - promedio.
  - cantidad de lecturas erróneas.

Duración 40 mins.

Notes

---

---

---

---

---

---

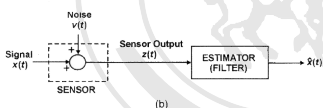
---

---

## Filtros promediar



$$\hat{x} = \frac{1}{t} \int_{t=0}^t z(t) dt$$



$$\hat{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z(t_i)$$

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Filtros promediar Iterativo

$$\hat{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z(t_i) \quad \hat{x}_{N+1} = \hat{x}_N + \frac{z(t_{N+1}) - \hat{x}_N}{N+1}$$

Notes

---

---

---

---

---

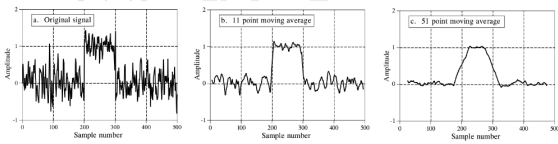
---

---

---

## Filtros promediar Ventana

- Ventana móvil: se promediar una porción de tiempo, el pasado reciente.
- Tamaño de la ventana: balance entre suavidad del filtrado y velocidad de respuesta.



Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Filtros pasabajos

- Los distintos componentes de una señal tienen distintas frecuencias: varían a distintas velocidades
- El ruido tiende a ser de frecuencias muy altas. Ejemplo: cada muestra es independiente del anterior.
- Si eliminamos las frecuencias más altas, filtramos el ruido.
- Idea: limitar la velocidad a la que varía la señal:

$$\hat{x}_N = \hat{x}_{N-1} + \alpha * (z(t_N) - \hat{x}_{N-1})$$

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Laboratorio - Filtrado

- Implementar alguno de los filtros presentados
  - Promediar.
  - Pasa bajo por software.
- Graficar la señal original y luego de aplicar el filtro.

**Duración 40 mins.**

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tareas domiciliarias

Extraer sensores de artefactos rotos o en desuso.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lecturas Recomendadas

- 📄 Proyecto Butiá.  
Plataforma de trabajo colaborativo sobre el Proyecto Butiá.  
[www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butiá/mediawiki](http://www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butiá/mediawiki). Visitada Julio/2016.
- 📄 Guzmán Trinidad.  
Sensores Tortuga 2.0: Como el software y el hardware abierto pueden empoderar a las comunidades del aprendizaje.  
<http://www.um.es/ead/red/46>. Visitada Julio/2016.
- 📄 Thomas Bräunl.  
Embedded Robotics.  
Springer. 2008.

mina

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---



# Preguntas

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---

Notes

---

---

---

---

---

---

---

---