

Sensores: Pilares de la investigación tecnológica

Russo C.^{1,2}, Sarobe M.¹, Alonso N.¹, Alvarez E.¹, Charne J.¹, Di Cicco A.¹, Jaszczyszyn A.¹, Jatip N.³, Llanos E.³, Luengo P.¹, Moran M.³, Moretti N.³, Muscia A.³, Osella Massa G., Ramon H.^{1,2}, Schiavoni A.³, Terzano J.³, Beloso J.³, Natal M.³

Instituto de Investigación y Transferencia de Tecnología (ITT)⁴
Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)
Escuela de Tecnología (ET)
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)

Sarmiento y Newbery, Junín (B) – TE: (0236) 4477050

{claudia.russo, monica.sarobe, eduardo.alvarez, javier.charne, carlos.dicicco, adrian.jaszczyszyn, nicolas.jatip, emanuel.llanos, pablo.luengo, matias.moran, nicolas.moretti, german.osella, hugo.ramon, antonela.schiavoni, julieta.terzano, .juanpablo.beloso, matias.natal}@itt.unnoba.edu.ar

Resumen

En el transcurso de diferentes proyectos realizados en el ITT / UNNOBA, nos hemos dado cuenta que resulta difícil encontrar el dispositivo transductor o sensor adecuado desde un inicio, haciendo necesario producir más de un prototipo de un mismo trabajo.

Los proyectos descritos en este documento tienen como propósito identificar, contextualizar, evaluar y permitir la toma de decisiones vinculada a la temática abordada. Mencionaremos los distintos sensores en los que estamos trabajando como: cardíaco, acelerómetro, humedad, temperatura, ultrasonido, infrarrojo y captura de imágenes entre otros.

Someter las ideas a proyectos concretos y tener que lidiar con factores como la luz natural, temperatura, humedad,

desplazamiento de cuerpos y límites concretos, nos permitió experimentar avances y frustraciones que debieron ser resueltas con replanteos y cambios de rumbo en las investigaciones. En muchos casos el sensor de mayor costo y precisión no es necesariamente el más beneficioso para lograr los resultados deseados.

En este contexto, la selección de los sensores apropiados en los proyectos de investigación con base tecnológica, son claves para el éxito de los mismos, estrategia que trata esta línea de investigación.

Palabras clave: sensores, prestaciones, datos, precisión, decisiones.

¹ Docente Investigador en el Instituto de Investigación y Transferencia en Tecnología (ITT) / Escuela de Tecnología / UNNOBA

² Investigador Asociado Adjunto sin director a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

³ Becario PROMING / ITT / Escuela de Tecnología

⁴ Centro Asociado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

Contexto

En el marco del proyecto de investigación "Informática y tecnologías emergentes" que se desarrolla en la UNNOBA, con lugar de trabajo en el Instituto de Tecnología y Transferencia (ITT) se comienza a trabajar con esta línea de investigación orientada al trabajo con sensores aplicado a campos como el deporte, agroindustria, arte digital, educativo entre otros.

1- Introducción

Hoy en día nos encontramos con variados equipos y dispositivos que cuentan con aplicaciones que ya incorporan diferentes tipos de sensores que miden varias magnitudes físicas, dando cuenta por ejemplo de los distintos movimientos realizados, su orientación, inclinación, hasta medio ambientales.

Los datos que proporcionan algunas magnitudes físicas como el giro en tres ejes, midiendo las fuerzas de aceleración como acelerómetros, giróscopos, de rotación, GPS nos dará cuenta de los movimientos realizados por el dispositivo o que/quien lleve esos sensores.

Así también las magnitudes medio ambientales de temperatura, humedad, presión, nivel de iluminación, contaminación acústica serán aquellos elementos como termómetros, barómetros, fotómetros que nos darán datos que nos serán útiles a posterior para obtener información ambiental.

Ahora bien es un desafío encontrar y obtener las magnitudes físicas que proporcionan los sensores, cuentan con la rango, precisión, exactitud, sensibilidad, consumo de energía, etc; necesarias para que las aplicaciones sean útiles para los distintos proyectos abocados. Para lo cual se considera de importancia definir estos parámetros.

Transductores

Es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente a la salida. El transductor sirve para obtener la información de entornos físicos y químicos y conseguir señales o impulsos eléctricos o viceversa. Los transductores siempre consumen algo de energía por lo que la señal medida resulta debilitada.

Como parte del transductor está incluido el sensor y el actuador o electrónica necesaria para entregar la señal en un formato electrónico deseado, como voltaje o cualquier estándar industrial.

Sensores

Se entiende por sensores como un dispositivo apto para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas. [1] [9][11][12]

Características técnicas de un sensor:

Descripción en régimen permanente:

- **Rango:** valores máximos y mínimos para las variables de entrada y salida de un sensor.
- **Exactitud:** la desviación de la lectura de un sistema de medida respecto a una entrada conocida. El mayor error esperado entre las señales medida e ideal.
- **Repetitividad:** la capacidad de reproducir una lectura con una precisión dada.
- **Reproducibilidad:** tiene el mismo sentido que la repetitividad excepto que se utiliza cuando se toman medidas distintas bajo condiciones diferentes.
- **Resolución:** la cantidad de medida más pequeña que se pueda detectar.

- **Error:** es la diferencia entre el valor medido y el valor real.

- **No linealidades:** la desviación de la medida de su valor real, supuesto que la respuesta del sensor es lineal. No-linealidades típicas: saturación, zona muerta e histéresis.

- **Sensibilidad:** es la razón de cambio de la salida frente a cambios en la entrada: $s = \partial V / \partial x$

- **Excitación:** es la cantidad de corriente o voltaje requerida para el funcionamiento del sensor.

- **Estabilidad:** es una medida de la posibilidad de un sensor de mostrar la misma salida en un rango en que la entrada permanece constante.

- **Ruido.**

Descripción en régimen dinámico:

- **Tiempo de retardo:** t_d , es el tiempo que tarda la salida del sensor en alcanzar el 50% de su valor final.

- **Tiempo de subida:** t_r , es el tiempo que tarda la salida del sensor hasta alcanzar su valor final. => velocidad del sensor, es decir, lo rápido que responde ante una entrada.

- **Tiempo de pico:** t_p , es el tiempo que tarda la salida el sensor en alcanzar el pico máximo de su sobreoscilación

- **Pico de sobreoscilación:** M_p , expresa cuánto se eleva la evolución temporal de la salida del sensor respecto de su valor final.

- **Tiempo de establecimiento:** t_s , el tiempo que tarda la salida del sensor en entrar en la banda del 5% alrededor del valor final y ya no vuelve a salir de ella. [2], [3]

Sensores utilizados en proyectos de Investigación en el ITT / UNNOBA:

A continuación en la Fig.1 haremos mención y síntesis de los sensores y sus controladores

utilizados en cuatro proyectos /casos diferentes.

En los primeros tres, se está utilizando distintos tipos de sensores conectados a un microcontrolador Atmega 328 [9] y en el último se trabaja con la placa EDU-CIAA [4] con su microcontrolador LPC4337 (dual core ARM Cortex-M4F y Cortex-M0).

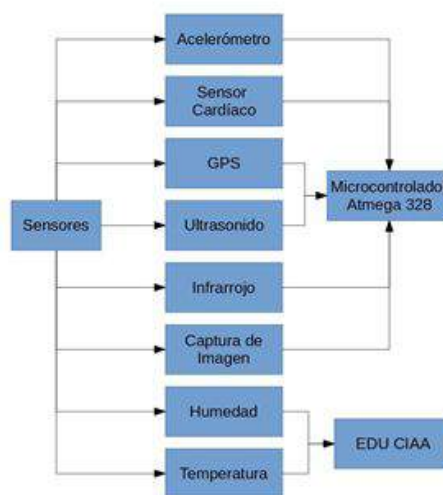


Fig.1: Sensores y controladores

Proyecto “GPS aplicado al deporte”. El primer prototipo está formado por 5 módulos diferentes: microcontrolador, módulo GPS, sensor cardíaco, acelerómetro [10] y módulo bluetooth. Los elementos que permiten una entrada de datos al microcontrolador para el posterior procesamiento son: módulo GPS, sensor cardíaco y acelerómetro.

El GPS es el encargado de indicar en intervalos de tiempo muy pequeños la latitud y longitud que determina la ubicación del jugador. Al utilizar módulos de posicionamiento que no están orientados para uso militar, se deben establecer estrategias

para minimizar el error de ubicación. Con estos datos sumados a los del acelerómetro y el sensor cardíaco. Para la extracción y análisis de los datos recolectados por el dispositivo se desarrollará una aplicación web dinámica, que permita tomar decisiones en base a las distintas formas de visualización y análisis de los datos.

Proyecto “REP – Robot Educativo Programable”, es el desarrollo con más horas de trabajo y donde se tuvieron que realizar 4 versiones del robot. En la Versión 2.0 se usaban sensores infrarrojos en el frente del robot para el avance motriz pero al realizar pruebas fuera del laboratorio comprobamos que el comportamiento no era confiable por la incidencia de la luz natural. Sé soluciono el problema cambiando sensores infrarrojos por los de ultrasonido.

Proyecto “Scanner 3D”. Con el objetivo de sumar nuevo equipamiento económico para el Laboratorio CNC, se encontró un Scanner 3d de código libre llamado “Ciclop” donde el sensor fundamental es una web-cam combinado con 2 laser’s de baja potencia para reconstruir la figura colocada en el plato giratorio. El desarrollo del proyecto no lo realizamos nosotros por ende no seleccionamos ni el sensor, ni los actuadores pero tenemos planeado hacer variaciones del modelo después de lograr su funcionamiento.

Proyecto “Visualización de variables ambientales con Edu-CIAA”. Para el campo experimental “Las Magnolias” de la UNNOBA es necesario sensor y tomar registro de las variables de temperatura y humedad del ambiente. Por tal motivo, se utilizó la placa EDU-CIAA [4] que posee características de múltiples entradas y salidas tanto analógicas como digitales, las que pueden permitir el estudio de conectividad

con distintos tipos de sensores para el registro de las variables a sensor de acuerdo a los requerimientos necesarios.

Los sensores están conectadas a dos entradas del tipo analógica que contienen conversores analógicos digitales. Utilizando estos periféricos que contiene el microcontrolador es como se digitalizan las señales de temperatura y humedad provistas por los sensores. El lenguaje de programación es micropython [7] que permite en pocas líneas de código ejecutar operaciones complejas, como lo son leer los valores obtenidos por los sensores y mostrarlos en un display LCD. En un segundo prototipo se utiliza otro tipo de sensor, el DTH22 [8] que también es llamado AM2302 [8] que sensa temperatura y humedad y lo entrega al microcontrolador de manera ya digital sin tener que agregar componentes adicionales para acondicionar la señal para lograr una medición.

2- Líneas de Investigación y Desarrollo

La línea de investigación de estos proyectos es el uso de las nuevas herramientas y prototipos para poder evaluar los distintos comportamientos de los sensores y determinar los posibles condicionamientos o limitaciones que tienen para obtener los datos de manera confiable y que sean de calidad para futuras interpretaciones, haciendo hincapié en los siguientes ejes;

1. Análisis del entorno para definir y contextualizar la temática que debemos abordar.
2. Estudio de los dispositivos que necesitamos en base a la disponibilidad del mercado.

3. Definición de estrategias de producción de prototipos, para poder realizar los test y mediciones correspondientes.

4. Selección del modelo más eficiente para el problema planteado.

3- Resultados Obtenidos/Esperados

Esperamos que la aplicación de nuestros proyectos en distintas situaciones nos permita generar una matriz de conocimiento donde podamos ver en cada uno de los escenarios propuestos el tipo de sensores utilizados y en base a nuestra investigación y pruebas de campo cual consideramos más adecuado.

Deseamos difundir y transferir los logros alcanzados mediante la presentación y participación en diferentes congresos, jornadas y workshops de carácter nacional e internacional relacionados con la temática.

4- Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo está compuesto por investigadores del área de Sistemas y del área de Ciencias de la Educación, se cuenta con investigadores en formación, becarios de posgrados y becarios de grado. Además se incorporan alumnos para que se inicien en tareas de investigación.

Se espera contribuir para generar 2 Tesinas de Licenciatura en Sistemas, 1 Prácticas Profesionales Supervisadas llamada "Visualización de variables ambientales con la EDU-CIAA", 1 Becario de intercambio internacional.

Actualmente se encuentran en desarrollo 1 trabajo de Especialista, 4 Tesis de Magíster y 1 Tesis Doctoral.

5- Bibliografía

- [1] Pallás Areny, R, (2003), *Sensores y Acondicionadores de señal*, Barcelona- España, Boixareu.
- [2] http://www.logicbus.com.mx/transductores_sensores.php
- [3] https://www.edu.xunta.gal/centros/iescamposanalberto/aulavirtual2/pluginfile.php/9022/mod_resource/content/0/Sistemas_de_Control.pdf
- [4] Edu-CIAA. [OnLine]: <http://www.proyecto-ciaa.com.ar/dev/wiki/doku.php?id=desarrollo:edu-ciaa:edu-ciaa-nxp>
- [5] Sensor de temperatura lm35 [OnLine]: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- [6] Sensor de humedad relativa HIH-4000-00 [OnLine]: <http://sensing.honeywell.com/HIH-4000-001-Humidity-Sensors>
- [7] Portal de micropython [OnLine]: <https://micropython.org/>
- [8] Sensor DTH22 . AM2302 [OnLine]: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- [9] Ramírez, L., Jiménez, G., Carreño, J. (2014), *Sensores y actuadores: Aplicaciones con Arduino*, Grupo Editorial Patria
- [10] Kymberly Tuck., "Tilt sensing using linear accelerometers", *Acelerometer Systems and Applications Systems. Rev. 6*, 2007.
- [11] Fernández, C., García, A.(2009), *Sensores y actuadores*, Departamento de Publicaciones de la Escuela Universitaria de Informática de Madrid
- [12] Alvarez, H., Robledo Fernández, D., Bretón, A. (2014), *Desarrollo de aplicaciones para Android II*, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Área de Educación