

Proyecto de desarrollo de un sistema para asistir en la toma
de decisiones en tiempo real en una red de sensores

J. Toloza, N. Acosta

INTIA/INCA – Departamento de Computación y Sistemas – Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Campus Universitario – Paraje Arroyo Seco (B7001BBO) Tandil – Buenos Aires – Argentina
+54 (2293) 439680
e-mail: {jmtoloza, nacosta}@exa.unicen.edu.ar

Resumen

Se presenta un proyecto de desarrollo de un sistema que permite asistir a un usuario en tiempo real en el proceso de toma de decisiones. Dicho proyecto está relacionado a la indagación de técnicas software y la implementación de algunas de ellas para minimizar errores encontrados en las mediciones realizadas por medio de diversos sensores. Las técnicas investigadas deben tratar problemas como la oscilación de valores, la falta de precisión, entre otros hallados al momento de adquirir información de sensores.

Palabras clave

Toma de decisiones, tiempo real, sensores, red de sensores, procesamiento de señales.

Contexto

El siguiente proyecto de desarrollo está vinculado con el área de procesamiento de señales, en el marco del Proyecto Institucional “Plataformas digitales de sistemas de entrada/salida complejos” perteneciente al grupo INCA del instituto INTIA de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Introducción

El empleo de los sensores en la tecnología, tanto en el ámbito industrial como doméstico, se ha vuelto usual. La medición de magnitudes mecánicas, térmicas, eléctricas y químicas en sectores como industrias automatizadas, la robótica, la ingeniería experimental, el ahorro energético, el control

ambiental, automóviles [Bul05], electrodomésticos, computadoras, serían impensables sin la aplicación de los sensores [Are04], [Kar05]. En general, los sensores son dispositivos de entrada que proveen una salida usable en respuesta a la medición obtenida [Lip06], [Cor06].

El empleo de variados sensores para el estudio de un fenómeno implica la creación de una red de sensores. Esta red no sólo posibilita el estudio de distintos aspectos relacionados a ese fenómeno sino también permite obtener información de un nivel más abstracto. La tarea de fusionar los datos adquiridos por la red es muy importante tanto para observar los diversos factores del fenómeno como para eliminar o reducir posibles errores en la etapa de medición. Esta reducción de errores es posible porque en la red hay sensores que brindan el mismo tipo de dato (redundancia) o porque hay sensores de diferente tipo que permiten complementar la información obtenida y así contrastar o verificar los valores leídos por los otros sensores. En definitiva, con este esquema se pretende tener un sistema de adquisición de datos tolerante a fallos.

En los últimos años, las redes de sensores han cobrado gran importancia como una manera de estudiar e interactuar con el mundo físico y están ampliamente desplegadas en instituciones académicas, campus y residencias [Sho06], [Liu07], [Jur07]. Están empezando a ser usadas para el monitoreo colectivo y para diseminar información acerca de una variedad de fenómenos de interés [Li08]. Generalmente, una red de sensores consiste de un elevado número de diminutos nodos sensores y posiblemente de unos pocos nodos con poder de control (también llamados

estaciones bases) [Bak08]. Cada nodo tiene uno o unos pocos componentes que detectan condiciones (temperatura, humedad, presión, etc). Normalmente, los nodos están desplegados aleatoriamente en un ambiente y comunicados entre sí [Liu07], [Sto05].

Las redes de sensores son una tecnología emergente preparada para un rápido crecimiento del mercado. Los principales campos de aplicación son: monitoreo y control industrial [Yu06], domótica [Bak08], seguridad civil y militar [Jur07], seguimiento de cadenas de suministro [Cal04], agricultura inteligente [Mah06], monitoreo ambiental [Swa07] y medicina [Soh07].

En resumen, las redes de sensores son capaces de obtener mediciones, procesarlas, tomar decisiones y comunicar resultados. Están compuestas por una gran variedad de sensores que continuamente miden magnitudes físicas [Cha05].

Estas redes representan una tecnología de gran utilidad, pero para maximizar las prestaciones sería óptimo que los sensores entreguen mediciones adecuadas. Es difícil asegurar que dichas mediciones sean correctas ya que existen una gran cantidad de factores que pueden influir negativamente en la adquisición de datos de un sensor. A causa de esto, se puede tomar una decisión errónea. Es una tarea delicada afirmar que tanto la medición obtenida como la decisión tomada sean correctas. Por ello se deben emplear diversas técnicas que permitan acotar el error introducido en dichos procesos.

Los sensores son diseñados y construidos en base a diferentes materiales que en su conjunto realizan las operaciones deseadas. Estos materiales en muchas ocasiones no cumplen su función de la manera esperada lo que hace variar el resultado obtenido por el mismo. Por este motivo, los sensores, tal vez brinden cierta información inexacta. Probablemente los valores obtenidos varíen de manera brusca; por tanto, llegar a obtener una medición estable puede ser muy costoso o difícil. Además, si la precisión de los valores obtenidos es insuficiente puede afectar la toma de decisiones. Dado que en muchas

ocasiones deben funcionar en ambientes hostiles [Cha05] pueden ser afectados por ruidos, malas condiciones meteorológicas, cortes de energía, suciedad, entre otros. Además, hay que tener en cuenta la infraestructura y el contexto donde están funcionando dichos sensores. Existen casos en los cuales el error introducido no sólo está dado por el sensor sino también por otros componentes del sistema. Un ejemplo de ello es un sistema GPS donde no sólo el error puede ser introducido por el sensor sino que también pueden provenir del ambiente donde se estén adquiriendo los datos o que por condiciones climáticas los valores obtenidos sean poco precisos.

Para afrontar los problemas de fiabilidad se emplean técnicas hardware tales como la redundancia de sensores. Con ella se puede obtener de manera simultánea una medición proveniente de más de un sensor. También el empleo de sensores de diferente tipo puede servir como una técnica para complementar la información que se obtiene en un cierto momento. Asimismo, la aplicación de técnicas software sirve para procesar esta información y encontrar alguna contradicción. Algunos ejemplos pueden ser funciones de suavizado, promedios, filtro de Kalman, redes neuronales, lógica difusa, etc.

Como podemos observar el proceso de adquisición de datos es complejo y difícil, principalmente al momento de afirmar la veracidad o exactitud de los valores obtenidos. Se plantea entonces la necesidad de indagar algoritmos o técnicas capaces de reducir los errores introducidos en la etapa de adquisición.

Líneas de investigación y desarrollo

La línea de investigación principal está relacionada al tratamiento de señales de sensores provenientes de múltiples orígenes. El entorno de funcionamiento prescribe un sistema de tiempo real donde se debe procesar y analizar datos provenientes de diferentes fuentes de sensores. En este contexto, se pueden mencionar una gran variedad de temas

relacionados directa e indirectamente tales como velocidad de procesamiento, seguridad e integridad de las mediciones realizadas, tolerancia a fallos y aplicación de inteligencia a un sistema, entre otros.

Esta área trata con sensores o conjunto de sensores compuestos por: codificadores angulares, medidores de temperatura, medidores de presión, medidores de caudal, medidores de distancia, medidores de humedad, medidores lumínicos (en diferentes espectros de frecuencias), sonares, radares, conversores analógico a digital, conversores digital a analógico, cámaras, posicionadores, entre otros tantos sistemas de adquisición del ambiente cuya información es procesada para controlar actuadores tales como: motores hidráulicos, motores DC, motores AC, motores neumáticos, motores trifásicos, servomotores, actuadores lineales (hidráulicos, neumáticos, eléctricos, etc.), brazos robóticos, electro válvulas (hidráulicas o neumáticas), vehículos, (aéreos, terrestres, navales, espaciales), entre otros tantos tipos de actuadores.

El principal problema que tienen estos desarrollos es la especificación del comportamiento de todo el sistema, la cual dependerá en gran medida de la plataforma sobre la cual se diseñe el sistema. Estas líneas de trabajo serán abordadas en diferentes plataformas, desde computadoras de uso general, pasando por microcontroladores genéricos dedicados a la aplicación, hasta microcontroladores de arquitectura dedicada a la aplicación.

Resultados y objetivos

El objetivo general del presente proyecto es el estudio de diferentes técnicas software y la implementación de algunas de ellas para asistir a un usuario en la toma de decisiones en tiempo real en una red de sensores.

Como objetivos particulares se pueden mencionar la implementación de algoritmos óptimos, proveer integridad y seguridad de valores detectados, analizar la contradicción de valores, establecer políticas de acción

frente a problemas como la falta de datos, la oscilación de valores, falta de precisión, etc.

Los algoritmos mencionados deben ser lo suficientemente veloces y pequeños en tamaño ya que deben funcionar en un sistema embebido de tiempo real.

Los resultados que se esperan de este proyecto de investigación y desarrollo pueden dividirse en dos grupos: por un lado, los relacionados a componentes de bajo nivel como la velocidad de procesamiento, seguridad e integridad de las mediciones realizadas; y por otro, aquellos de alto nivel relacionados con la tolerancia a fallos y la aplicación de inteligencia a un sistema en un entorno de sensores.

Algunas de las actividades involucradas abarcan desde la implementación de una arquitectura de red de sensores ad-hoc hasta la programación de algoritmos capaces de asistir al usuario en la toma de decisiones. Dichos algoritmos deben ser testeados de manera de cumplir con las restricciones de tiempo que se tienen en un sistema de tiempo real.

Para el desarrollo del proyecto se utilizan diferentes plataformas hardware que permiten la obtención de datos reales de diferentes sensores (ópticos, temperatura, humedad, distancia, ruido, etc.). Se desarrollan algunos PCB que permiten tener montados una serie de sensores. Estos PCB llevan embebidos microcontroladores los cuales realizan la captura de datos, los analizan y activan actuadores en consecuencia. Esta captura de datos es esencial para el proyecto ya que los mismos son la entrada al sistema de procesamiento.

Para concluir, se espera terminar con el desarrollo de un sistema que permita asistir al usuario en la toma de decisiones basada en los datos brindados por los sensores. El sistema en cuestión posibilita al usuario aplicar diferentes técnicas software y, si se desea, la combinación de algunas de ellas para el análisis de los datos recolectados. Como consecuencia de la aplicación de estas técnicas se desea obtener información libre de errores introducidos por los sensores.

Formación de recursos humanos

La adquisición de datos de diferentes fuentes de sensores involucra ocho estudiantes avanzados de varias carreras de informática de universidades nacionales (dos de UNaM, dos de UNdeC, y cuatro de UNCPBA), se realizan tres postgrados en el área, y dos tesinas de grado.

Referencias

[Are04] Ramón Pallás Areny, "Sensores Y Acondicionadores De Señal" ISBN: 8426713440. ISBN-13: 9788426713445, 494 Págs. 4ª edición (02/2004).

[Bak08] Amol B. Bakshi and Viktor K. Prasanna, "Architecture-Independent Programming for Wireless Sensor Networks", John Wiley & Sons Inc, ISBN: 978-0-471-77889-9, 187 Págs. (2008).

[Bul05] Nirupama Bulusu and Sanjay Jha, "Wireless Sensor Networks – A Systems Perspective", ISBN: 1-58053-867-3, 344 Págs. (2005).

[Cal04] Edgar H. Callaway Jr., "Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols", ISBN: 0-8493-1823-8, 342 Págs. (2004).

[Cha05] K. Chakrabarty and S.S. Iyengar, "Scalable Infrastructure for Distributed Sensor Networks", ISBN: 1-85233-951-9, 194 Págs. (2005).

[Cor06] Carlos de Moraes Cordeiro and Dharma Prakash Agrawal, "Ad-Hoc & Sensor Networks – Theory and Applications", ISBN: 981-256-681-3, 641 Págs. (2006).

[Jur07] Raja Jurdak, "Wireless Ad Hoc and Sensor Networks: A Cross-Layer Design Perspective", University College Dublin, Dublin, Ireland, ISBN: 0-387-39022-7, 264 Págs. (2007).

[Kar05] Holger Karl and Andreas Willig, "Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks", University of Paderborn & Hasso-Plattner-Institute at University of Potsdam, GERMANY, John Wiley & Sons Ltd, ISBN: 0-470-09510-5, 497 Págs. (2005).

[Li08] Yingshu Li, My T. Thai and Weili Wu, "Wireless Sensor Networks and Applications", ISBN: 978-0-387-49591-0, 441 Págs. (2008).

[Lip06] Béla G. Lipták, "Instruments Engineers' Handbook – Process Control and Optimization – Volume II", ISBN: 0-8493-1081-4(v. 2), 2304 Págs. 4ª edición (2006).

[Liu07] Donggang Liu and Peng Ning, "Security for Sensor Wireless Networks", ISBN: 0-387-32723-1, 209 Págs. (2007).

[Mah06] Imad Mahgoub and Mohammad Ilyas, "Smart Dust: Sensor Networks Applications, Architecture and Design", ISBN: 0-8493-7037-X, 352 Págs. (2006).

[Sho06] Rajeev Shorey, A. Ananda, Mun Choon Chan and Wei Tsang Ooi, "Mobile, Wireless, and Sensor Networks – Technology, Applications and Future Directions", John Wiley & Sons Inc, ISBN: 0-471-71816-5, 430 Págs.(2006).

[Soh07] Kazem Sohraby, Daniel Minoli and Taieb Znati, "Wireless Sensor Networks – Technology, Protocols, and Applications", ISBN: 978-0-471-74300-2, 307 Págs. (2007).

[Sto05] Ivan Stojmenović, "Handbook of Sensor Networks – Algorithms and Architectures", University of Ottawa, John Wiley & Sons Inc, ISBN: 0-471-68472-4, 531 Págs. (2005).

[Swa07] Ananthram Swami, Qing Zhao, Yao-Win Hong and Lang Tong, "Wireless Sensor Networks - Signal Processing and Communications Perspectives", University of Ottawa, John Wiley & Sons Inc, ISBN 978-0-470-03557-3, 394 Págs. (2007).

[Yu06] Yang Yu, Viktor K. Prasanna and Bhaskar Krishnamachari, "Information Processing and Routing in Wireless Sensor Networks", Motorola Labs and University of Southern California, USA, ISBN: 981-270-146-X, 185 Págs. (2006).