

Redes de Sensores Inteligentes para Monitoreo de Datos Remotos

Valdez J.C., Pandolfi D., Villagra A.
 Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEM)
 Instituto de Tecnología Aplicada (Caleta Olivia)
 Universidad Nacional de la Patagonia Austral
 {jcvaldez, dpandolfi, avillagra}@uaco.unpa.edu.ar

Resumen

Una red de sensores inalámbricos (en inglés *Wireless Sensor Network, WSN*) es un conjunto de nodos sensores y actuadores desplegados sobre la región de actuación. Los sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) se aplican a la administración de la recolección de información de los procesos de controles industriales, tales como las redes eléctricas, redes de distribución de agua, transporte, etc.). Los sistemas Multi-Agente (en inglés *Multi-Agent System, MAS*) aparecieron como un nuevo enfoque arquitectónico en aplicaciones de ingeniería complejas y altamente dinámicas. Además, los MAS pueden incluir agentes reactivos como Arduinos y agentes inteligentes tales como Redes Neuronales Artificiales (en inglés *Neural Network artificial, NNa*), o Lógica Difusa (en inglés *Fuzzy Logic, FL*).

En este trabajo, se propone construir un sistema tipo SCADA flexible e interoperable, basado en la integración de protocolos de arquitecturas MAS. El sistema propuesto será implementado para administrar algunos de los siguientes posibles escenarios: monitoreo de una red de transporte público de pasajeros o tránsito de una ciudad, monitoreo de una red de distribución de agua potable, y monitoreo de

una red eléctrica en edificios públicos.

Palabras clave: Red de sensores inalámbricos, agentes inteligentes, sistemas multiagentes, Arduino.

Contexto

La línea de investigación presentada en este documento se lleva a cabo en el Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEM) en el marco del Programa de Investigación en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Unidad Académica Caleta Olivia. En el ámbito de una convocatoria de proyectos de I&D UNPA, proyecto denominado: “Desarrollo de una planta piloto de desalación de agua de mar”.

Introducción

Los sensores son dispositivos económicos, de bajo consumo de energía con recursos limitados. Una *WSN* se compone de gran número de nodos de sensores con capacidad limitada de computación, almacenamiento y comunicación. Los ambientes, donde se despliegan los nodos sensores, pueden ser aplicados en ambientes controlados (tales

como el hogar, oficina, almacén, bosque, etc.) o no controlados (tales como áreas hostiles o de desastre, regiones tóxicas, etc.). Las *WSN*, representan una de las áreas de investigación más prometedoras debido al completísimo campo de aplicación y el desarrollo de nuevas tecnologías de controladores electrónicos o electromecánicos, y los avances en la tecnología de comunicación inalámbrica [7]. El diseño de una *WSN* debe hacer frente a la ocurrencia de defectos de alguna o múltiples componentes en la red y por lo tanto es necesario la aplicación de técnicas robustas que puedan tolerar los fallos, sin resentir el buen funcionamiento de la red. Los problemas y las necesidades de mecanismos de mejora de la fiabilidad dependen de los recursos y aplicaciones disponibles para el que se aplica la *WSN* [20].

Los rápidos avances en las tecnologías electrónicas han dado lugar al desarrollo de una variedad de nuevas y baratas placas electrónicas con capacidades de detección, monitoreo y control que ofrecen oportunidades para su implementación en múltiples áreas de aplicación. La placa Arduino se desarrolló originalmente en el año 2005 en el *Interaction Design Institute*, de Ivrea Italia, como una plataforma de hardware de código abierto. Estudios sobre Arduino, muestran su utilidad en las mediciones automatizadas, y ofrecen una guía para otros investigadores en el desarrollo de sensores de bajo costo y sistemas de monitoreo y automatización en diversos campos de aplicación [17].

RFID (Identificación por Radio Frecuencia) describe un sistema de identificación remota [5]. RFID se basa en almacenar y recuperar de forma remota información o datos y se compone de una etiqueta, un lector y de una base de datos back-end [19]. RFID no es una tecnología nueva y ha pasado por muchas décadas de uso en áreas como bibliotecas,

seguridad, salud, deporte, granjas de animales, aplicaciones militares y otras áreas. Las industrias utilizan tecnologías RFID para diversas aplicaciones tales como el control personal / control de acceso de vehículos, seguridad de las tiendas, seguimiento de los equipos, equipaje, establecimientos de comida rápida, logística, etc. [2].

La comunicación entre los sensores y el sistema de control, la *WSN* y RFID son componentes importantes de la computación ubicua. Ambas, son tecnologías inalámbricas que tienen gran variedad de aplicaciones y proporcionan potencialidades futuras ilimitadas. La integración de las tecnologías RFID con un sistema de control u otros nodos, permite que la información pueda ser recogida fácilmente a partir de múltiples etiquetas RFID [10].

Según [1], un sistema SCADA es responsable de recopilar información y datos en tiempo real de la variedad de procesos o ambiente y proporcionar estos datos a los operadores situados en cualquier lugar y en cualquier momento. Desafortunadamente, muchos de los sistemas SCADA convencionales no son capaces de proporcionar la gestión de la información y enfoques inteligentes de alto nivel. Los MAS proponen soluciones a problemas distribuidos en los dominios computacionales dinámicos y abiertos. Según Luck, [15] los sistemas informáticos, especialmente los relacionados con las aplicaciones industriales modernas, tales como los sistemas SCADA, se están volviendo cada vez más interconectados y más difícil en mantener. Los enfoques basados en agentes (MAS) parecen ser una solución prometedora y el rápido desarrollo del campo de los sistemas basados en agentes ofrece un nuevo paradigma interesante para el desarrollo de programas sofisticados en entornos dinámicos y

abiertos.

Debido a los grandes avances realizados en las tecnologías RFID y *WSN*, se ha estudiado en varios tipos de aplicaciones que involucran vehículos, tales como el pago automático de peaje, gestión de flotas, seguridad de la navegación y sistemas de transporte inteligentes [18]. Además, para mejorar la eficiencia y la seguridad en los sistemas de transporte, se está utilizando tecnología RFID en diferentes tipos de aplicaciones tales como estacionamiento inteligente, los billetes electrónicos, el cobro de peajes, seguimiento de la ruta virtual y control de semáforos digital [6] y [8]. La tecnología RFID se puede utilizar en la identificación automática de vehículos para obtener información en tiempo real de las rutas, y simplemente consiste en colocar etiquetas RFID pasivas en varios lugares de la ruta elegida, y lectores RFID en el autobús [21]. Araar y Khali [4], propusieron la incorporación de las tecnologías RFID y *WSN* con el fin de identificar y rastrear vehículos sustituyendo sistemas basados en GPS (Sistema de posicionamiento global).

El uso de *WSNs* para la auditoría y la gestión del consumo de energía en un edificio es un área de investigación emergente [11]. En [16] se presenta un sistema de control y gestión para la conservación de la energía en grandes edificios públicos diseñado para conectar el sistema de medición de distribución de energía, una red de sensores inalámbricas, y la automatización de edificios. Corucci et al. [9], proponen GreenBuilding, un sistema basado en sensores para la administración de energía automatizada de aparatos eléctricos en un edificio capaz de proporcionar un importante ahorro energético mediante el uso de estrategias de conservación de la energía apropiados adaptados a aparatos específicos.

Las *WSNs* han emergido como una

tecnología eficaz para el control de la infraestructura crítica, tales como tuberías de agua, petróleo y gas. En [3] se muestra un diseño escalable y la simulación de un sistema de monitoreo de fugas de tuberías de agua utilizando la Identificación por Radio Frecuencia (RFID) y tecnología *WSN*. Huang et. al [13] proponen un enfoque viable y eficaz en el uso de una *WSN* para monitorear la calidad del agua de un lago y además se propone un motor de razonamiento basado en reglas que se utiliza para llevar a cabo un sistema de soporte de decisiones a través de técnicas de razonamiento y sensibilidad al contexto. En [14] se propone un sistema de monitoreo ambiental del agua basado en una red de sensores inalámbricos. Se compone de tres partes: nodos de control de datos, estaciones base de datos y un centro de monitorización remota.

Resultados obtenidos/esperados

El sistema de administración de redes de sensores inteligentes para procesamiento de datos remotos se propone con las siguientes ventajas:

- a) simplicidad de operación;
- b) flexible y ser capaz de adaptarse a su ambiente cambios dinámicos;
- c) interoperable;
- d) de bajo costo y fuente abierta y
- e) tolerantes a fallas.

Su aplicación a diversos escenarios remotos permitirá validar las características funcionales propuestas. Los escenarios propuestos para redes remotas de monitoreo se ajustarán a: redes de transporte o tráfico, redes de agua, y redes de energías en

edificios públicos.

Formación de recursos humanos

Un integrante del proyecto está desarrollando su tesis de Maestría orientada a esta línea de investigación.

Referencias

- [1] H. Abbas, S. Shaheen, M. Amin; “*Simple, Flexible, and Interoperable SCADA System Based on Agent Technology*”; Journal of Intelligent Control and Automation, 2015, 6, 184-199. Published Online August 2015 in SciRes.
- [2] K. Ahsan, H. Shah and P. Kingston; “*RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study*”; IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 7, Issue 1, No. 3, January 2010 ISSN (Online): 1694-0784 ISSN (Print): 1694-0814.
- [3] A. Almazayad, Y. Seddiq, A. Alotaibi, A. Al-Nasheri, M. BenSaleh, A. Obeid, S. Qasim; “*Proposed Scalable Design and Simulation of Wireless Sensor Network-Based Long-Distance Water Pipeline Leakage Monitoring System*”; Journal of Sensors 2014, 14(2), 3557-3577.
- [4] A. Araar, A. and Khali, H.; “*Investigating RFID Tags Fusion in a Clustered WSN Applied to Vehicle Identification and Tracking*”; (2012) International Journal of Computing and Information Technology, 1, 17-24.
- [5] J. Bohn, “*Prototypical implementation of location-aware services based on a middleware architecture for super-distributed RFID tag infrastructures*”, Pers Ubiquit computing, (2008) Journal 12:155-166.
- [6] J. Caffery, and L. Gordon: “*Subscriber Location in CDMA Cellular Network*”; (2010) IEEE Transactions on Vehicular Technology, 47, 406-416.
- [7] E.H. Callaway, “*Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols*”; (2004) CRC Press, Boca Raton, 1-40 .
- [8] P. O. Charlebois, “*Radio Frequency Indentification (RFID): Principles and Applications. Electromagnetic Fields and Waves*”; (2004) McGill University, Montreal.
- [9] F. Corucci, G. Anastasi and F. Marcelloni, “*A WSN-based testbed for energy efficiency in buildings, Computers and Communications*”. (ISCC), 2011 IEEE Symposium on, Kerkyra, 2011, pp.990-993. doi: 10.1109/ISCC.2011.5983971.
- [10] C. Englund, and H. Wallin, “*RFID in Wireless Sensor Network,*” Technical Report, Department of Signals and Systems, Chalmers University of Technology, Sweden, April 2004.
- [11] A. Guerrieri, A. Ruzzelli, G. Fortino, and G. O’Hare; “*A WSN-based building management framework to support energy-saving applications in buildings*”. (2011); Advancements in Distributed Computing and Internet Technologies: Trends and Issues, Al-Sakib Khan Pathan, Mukaddim Pathan, Hae Young Lee, eds, 161-174.
- [12] A. 12 and T. Koiv, “*Energy Consumption Monitoring Analysis for Residential, Educational and Public Buildings*”; (2012) Smart Grid and Renewable Energy, Vol. 3 No. 3, 2012, pp. 231-238.

- [13] X. Huang, J. Yi , S. Chen and X. Zhu; “*A Wireless Sensor Network-Based Approach with Decision Support for Monitoring Lake Water Quality*”; (2015) Journal of Sensors, ISSN 1424- 8220 15(11), 29273-29296.
- [14] P. Jiang, H. Xia, Z. He and Z. Wang; “*Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks*”; (2009); Journal of Sensors, 9(8), 6411-6434.
- [15] M. Luck, “*From Definition to Deployment: What Next for Agent-Based Systems?*”; The Knowledge Engineering Review, (1999) 14, 119-124.
- [16] X. Ma, R. Cui, Y. Sun, C. Peng and Z. Wu, “*Supervisory and Energy Management System of large public buildings,*” Mechatronics and Automation (ICMA), 2010 International Conference on, Xi'an, 2010, pp. 928-933. doi: 10.1109/ICMA.2010.558996.
- [17] E. Melgar y C. Diez, *Arduino and Kinect Projects: Design, Build, Blow Their Minds*; Apress Berkely, CA, USA ©2012 ISBN:1430241675 9781430241676.
- [18] S. P. Narayan, M. H. Assaf, S. K. Prasad, “*Wireless Sensor Enabled Public Transportation System*”; International Journal Communications, Network and System Sciences, 2015, 8, 187-196 Published Online May 2015 in SciRes.
- [19] J. Schwierien, G. Vossen, “*A Design and Development Methodology for Mobile RFID Applications based on the ID-Services Middleware Architecture*”, IEEE Computer Society, (2009), Tenth International Conference on Mobile Data Management: Systems, Service and Middleware.
- [20] L. Venkatesan, S. Shanmugavel, C. Subramaniam; “*A Survey on Modeling and Enhancing Reliability of Wireless Sensor Network, Journal of Wireless Sensor Network*; (2013), 5, 41-51 <http://dx.doi.org/10.4236/wsn.2013.53006>.
- [21] Y. Zhang, “*RFID-Based Tracking in Supporting Real-Time Urban Traffic Information*”. (2009), IEEE 5th International Joint Conference on INC, IMS and IDC, Seoul, 25-27 August 2009, 657-65