

Simulando WSNs desde la Web

Diego Alberto Godoy^{1,a}, Eduardo O. Sosa^{1,2,b}, Rebeca Díaz Redondo^{3,c}, Hernan Bareiro^{1,d}, Juan de Dios Benitez^{1,e}

¹Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (C.I.T.I.C.)/Universidad Gastón Dachary (UGD), Depto. de Ingeniería y Ciencias de la Producción. Av. López y Planes 6519. Posadas, Misiones, Argentina Teléfono: +54-376-4438677

²Secretaría de Investigación y Posgrado (SECIP). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM

³Departamento de Ingeniería Telemática. E. E. Telecomunicación. Universidad de Vigo (UVigo). Campus universitario s/n. 36310 Vigo.España Teléfono: +34 986813469

diegodoy@citic.ugd.edu.ar, es@fceqyn.unam.edu.ar, hernanbareiro@gmail.com,
juan.benitez@citic.ugd.edu.ar

Resumen

La mayor difusión de WSNs debido a sus principales características como la reducción del tamaño de los dispositivos y la disminución de los costos, da lugar a que cada nodo tenga únicamente el hardware estrictamente necesario para realizar de manera eficiente la tarea que se le ha encomendado. Sin embargo, tanto los investigadores como la industria necesitarán conocer cómo podría comportarse una WSN simulada antes de realizar cualquier despliegue de nodos. Si bien existen simuladores de WSN la mayoría son aplicaciones de líneas de comando y muy pocas de entorno gráfico.

Es por ello que en este trabajo se presentan los avances en la construcción del simulador Basado en la Web de WSN utilizando Shawn. El simulador es construido de forma metodológica usando WebML como lenguaje de modelado. El simulador permitirá simular redes de Nodos ISense desde una interfaz gráfica sin tener que conocer detalladamente el funcionamiento de Shawn.

Palabras clave: Simulación Basada en la Web, WebML, Redes de Sensores Inalámbricos.

Contexto

Este trabajo se realiza en el marco del proyecto de investigación denominado “Diseño de arquitecturas de soporte a la Internet del Futuro y Ambientes Inteligentes” que se ha formalizado por la resolución (19/A/12) de la U.G.D. mediante el llamado al 5to Concurso de Proyectos de Investigación en 2012. Asimismo se relaciona directamente con diversos proyectos de investigación en la Secretaría de Investigación y posgrado de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones sobre el tema “Internet del Futuro” e “Internet de las Cosas”, a saber: Proyecto 16Q457 “Hacia la Programación de Sensores Inalámbricos en la Forma Web 2.0”, proyecto 16Q474 “Simulaciones de Sistemas Modernos de Comunicación” y proyecto (en evaluación) “Ambientes Inteligentes. Una Mirada a Internet del Futuro. Referente a este proyecto existen 5 tesis de grado en curso, un trabajo final de Especialización finalizado, y una Tesis Doctoral en curso. Cabe destacar que el Doctorando cursa sus estudios en la UVigo, con la cual se ha realizado convenios de cooperación con la UGD, incluyendo una Red de Cooperación Cyted denominada TriComFor

Introducción

El proceso de instalación y configuración de un sistema de simulación de propósito específico, puede ocasionar un consumo importante de tiempo. Ya sea porque requiera instalar desde un sistema operativo en particular, hasta adquirir el hardware y conocimiento para la instalación correcta del simulador en sí.

Además luego de realizar la puesta en funcionamiento del simulador se debe entender cómo proceder con la configuración correcta, para obtener resultados de simulación lo más cercano posible a sistemas reales. Esto implica en algunos simuladores actuales conocer no solo de la problemática a simular, sino también de como ingresar los parámetros, donde ubicar los archivos que son necesarios como fuentes del proyecto y finalmente cómo generar la visualización de los resultados de simulación.

En este sentido, al momento de poner en funcionamiento un sistema de simulación, se buscan herramientas portables o multiplataforma. Que tengan una interfaz que abstraiga al usuario de la complejidad necesaria en la configuración del sistema de simulación. Este tipo de herramientas evitan que los tiempos de un proyecto de simulación se trasladen en mayor medida a la instalación y puesta en marcha del simulador.

Una de las principales características de los sistemas Web es su portabilidad, así también como su facilidad de acceso en forma remota. Con el uso del modelo cliente-servidor al utilizar, un navegador Web como interfaz, se abstrae al usuario de toda la complejidad interna de un sistema. La complejidad en este caso queda completamente transparente del lado del servidor. Con la utilización de Shawn [1] como sistema de simulación específico para nodos ISense [2], se ha comprobado que es una herramienta de software poderosa para la simulación de Redes de Sensores

Inalámbricos. Pero también se ha observado una gran complejidad para realizar la instalación, configuración y puesta a punto de los módulos del simulador [2].

Esto implica que al momento de realizar, por ejemplo, una capacitación de estudiantes en el uso del sistema o la realización de pruebas en un laboratorio de investigación surjan diferentes particularidades en la instalación de acuerdo con el tipo de hardware o software que se tenga. Además, al ser este simulador una aplicación de ejecución desde línea de comandos, hace de Shawn un software difícil de aprender a utilizar. Al mismo tiempo que se debe dedicar, mucho más tiempo en su configuración, que en el diseño en sí de experimentos de simulación. Cada usuario debe utilizar únicamente en forma individual el simulador instalado en su propia estación de trabajo. Estas características y limitaciones hacen que Shawn sea un sistema de simulación especialmente adaptable a la Web.

Si bien ya existen trabajos similares de Simulación Basados en la Web, se considera de gran utilidad realizar una adaptación al ámbito de la simulación de redes, particularmente a las Redes de Sensores Inalámbricos (Wireless Sensor Networks - WSN); donde actualmente se disponen de escasas alternativas que aprovechen la sinergia entre simulación y los sistemas basados en la Web. Entre las alternativas se pueden mencionar a “A Web-Based integrated environment for simulation and analysis with NS-2”. En el que se desarrolla un completo entorno basado en la web para la simulación y pos-proceso de las salidas generadas por Network Simulation version 2 (NS-2) [3]. La aplicación Web denominada ns2web permite la ejecución remota de simulaciones de redes inalámbrica, incluyendo WSNs y cableadas. También ofrece un conjunto de herramientas para

analizar los archivos de rastreo que genera como salida el simulador. Una implementación del simulador se encuentra on-line para público acceso en [4]. Otro Ejemplo es “Web-based simulation management: A web-based interface for storing and excuting simulation model”, el cual consiste en el desarrollo de un sistema de simulación basado en la web para el lenguaje de simulación SIMAN [5]. El lenguaje SIMAN permite la simulación de sistemas discretos y dinámicos. El principal aporte realizado en ésta investigación es la implementación de una interfaz basada en la web para la ejecución y guardado de modelos de simulación SIMAN a través de Internet.

El sistema permite a los usuarios acceder a través de Internet a sus modelos de simulación almacenados en una base de datos. Esto les brinda la capacidad de editar, actualizar o eliminar sus modelos a través de formularios HTML. Una vez que los modelos han sido guardados, se pueden compilar, ejecutar y depurar en el servidor SIMAN a través de la Web. El resultado de éstos tres procesos se envían al usuario en forma de un documento HTML estándar [6]. SIMAN es un simulador de propósito general, lo cual no se condice con las propiedades específicas para realizar simulación de WSN. Para éste caso Shawn ofrece más características que se adaptan mejor.

Objetivos

El objetivo general propuesto de este proyecto es Diseñar un prototipo de simulador basado en la Web de WSN utilizando Shawn como motor de simulación y visualización remota. Así mismo se han planteado lo siguientes objetivos específicos. A) Analizar el estado del arte en la Simulación Basada en la Web y particularmente la simulación de Redes de Sensores Inalámbricos utilizando el simulador Shawn. B) Especificar los

requerimientos de datos necesarios para captar los parámetros de simulación desde el Navegador Web. C) Modificar la aplicación Shawn para que sirva de motor de simulación remoto del lado del servidor, permitiendo la recepción de parámetros, ejecución de la simulación y envío de resultados vía Web. D) Desarrollar los módulos de software que sirvan de enlace entre el front-end del lado del cliente y el motor de simulación Shawn del lado del servidor, permitiendo la simulación de diferentes escenarios. E) Diseñar escenarios de simulación para realizar pruebas de simulación basada en la Web y la interacción del simulador con la interface Web.

Construcción del Simulador

La arquitectura de software para realizar el desarrollo del simulador se apoya en el esquema de Simulación y Visualización Remota [7] y [8]. Donde el motor de simulación y visualización se encuentran del lado del servidor. El acceso al sistema de simulación es a través del navegador Web. Es así que se utiliza este último como interfaz liviana para ingresar los parámetros de la simulación que luego son enviados al servidor Web obtiene los parámetros que luego son dirigidos al motor de simulación Shawn. Una vez que la simulación termina de ejecutarse en el servidor, los resultados son devueltos al usuario a vez de la interfaz web.

Es importante destacar que además de ingresar los parámetros que controlan la ejecución de la simulación, se debe enviar al servidor el código fuente (archivo de la aplicación que ejecutará el cada nodo) que dará el funcionalidad a los sensores. Una vez que se encuentra en el servidor el archivo de código fuente este debe ser previamente compilado en el servidor para luego, si está correcto ser ejecutado por el simulador. De este modo el usuario puede ir guardando sus

diferentes modelos de simulación en el servidor para luego realizar pruebas con diferentes soluciones. En la Figura 1 se muestra un esquema general de la solución.

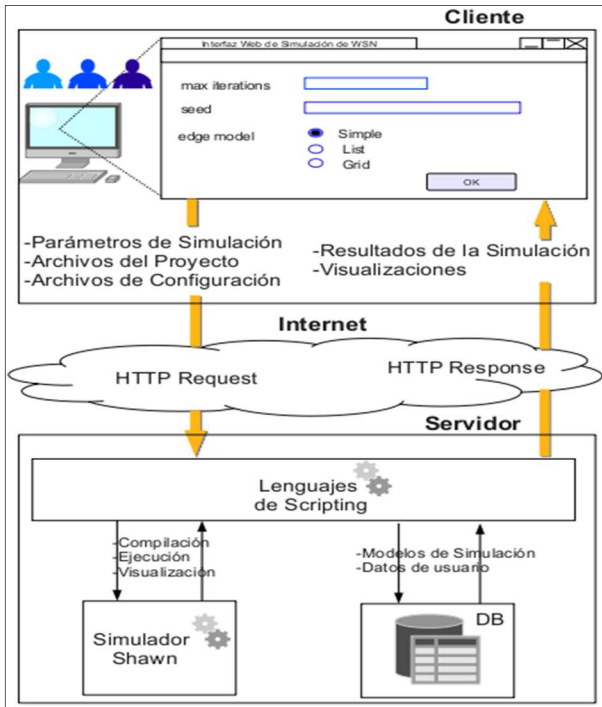


Figura 1 Esquema general del simulador Basado en la Web.

La interfaz de usuario que se ejecuta en el navegador Web del lado del cliente se desarrolla utilizando HTML5, JavaScript, CSS y estará disponible para dispositivos tipo PC. Con el fin de almacenar información relativa a los proyectos de simulación de los usuarios, datos de la aplicación, modelos de simulación y estructuras de datos, se empleará el sistema de gestión de bases de datos PostgreSQL.

Para comprobar el comportamiento del simulador y la vinculación con la interfaz Web, se corrieron diferentes modelos de ejemplo que vienen incluidos en el simulador Shawn. En este caso el modelo HelloWorld, que como su nombre lo indica es una aplicación muy simple. La aplicación consiste en: después que cada nodo arranca difunde un mensaje particular a toda la red, cada nodo que recibe el mensaje imprime su propio identificador dentro de la red así como el

identificador del remitente. Pasado un número x de iteraciones, los nodos imprimen la cantidad de vecinos conocidos y las etiquetas de éstos. Si un nodo no recibe ningún mensaje, significa que el nodo no puede ser alcanzado por ningún otro nodo dentro de la red, dadas las condiciones de simulación establecidas.

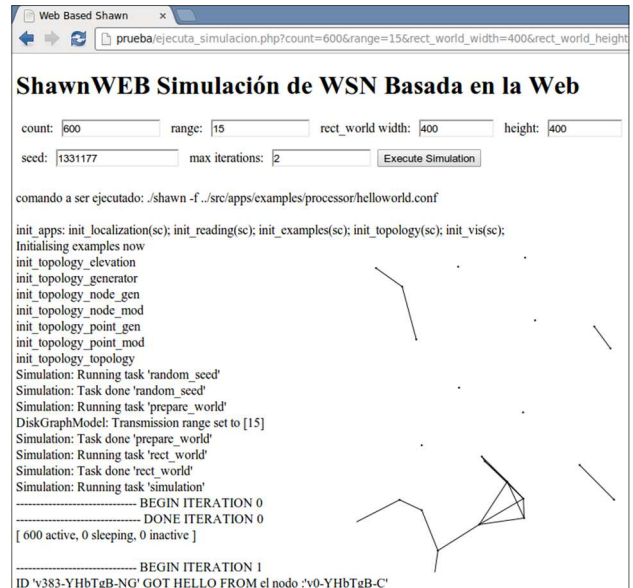


Figura 2. Interfaz Web con una corrida de simulación y la visualización de conectividad entre los nodos.

En la Figura 2 se puede ver el front-end del simulador ejecutando una corrida de simulación del modelo HelloWorld y la correspondiente visualización de los resultados. Para simplificar en este caso solamente se ingresaron como parámetros a través de la interfaz Web seis parámetros; la cantidad de nodos (count), el rango de cobertura del sensor (range), las medidas de ancho y el alto de medio rectangular (width y height), la semilla (seed) de la simulación, y cantidad de iteraciones (max iterations). Con estos resultados como se puede ver en la sección inferior derecha de la figura 2, que algunos nodos no tienen conexión y quedan sin comunicación con los otros nodos de la red. Entonces lo que se puede hacer es modificar algunos de los parámetros, por ejemplo la cantidad de nodos y ver qué

sucede con la interconexión de todos los nodos. Si finalmente modificando ese parámetro o algún otro, todos los nodos de la red quedan interconectados.

Resultados

Se ha avanzado en la implementación de un prototipo de simulador basado en Web utilizando como motor de Simulación al simulador Shawn. El simulador servirá en un futuro para que investigadores y estudiantes puedan realizar simulaciones de WSN enfocándose solamente en la aplicación y el diseño de la red, sin necesidad de tener que lidiar con cuestiones de instalación y de tener conocimiento avanzado de Shawn.

Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo se encuentra formado por un Doctor en Ciencias Informáticas, un Doctorando en Ingeniería Telemática y Especialista en Ingeniería de Software, un auxiliar de investigación graduado, un auxiliar de investigación graduado residente en la ciudad de Córdoba Capital, y ocho auxiliares de investigación (Resolución rectoral 21/I/12) en período de realización de trabajos finales de grado. El número de tesinas de grado en curso con proyecto aprobado es de cinco y el número de trabajos de especialidad finalizado es uno dentro de la línea de investigación. Los proyectos de grado se titulan “Plataforma para la publicación de datos de Redes de Sensores Inalámbricos, orientada a la visión de la Internet de las Cosas, Ambientes Inteligentes y Mashups”, “Diseño de un prototipo para monitoreo eficiente de iluminación basado en WSN utilizando HTML5”, “Contribución a la Gestión de Residuos Domiciliarios como una Aplicación en Ciudades Inteligentes” y “Análisis y comparación de modelos de propagación para optimizar la localización geográfica de Ganado”.

Bibliografía

- [1] Stefan Fischer, Dennis Pfisterer, and Sándor P. Fekete, “*Shawn: The fast, highly customizable sensor network simulator*”. Braunschweig University of Technology and University of Lubeck, Alemania, 2007. ISBN 1-4244-1231-5.
- [2] Coalesense. (2013) iSense Wireless Sensor Network Software. [Online]. <http://www.coalesenses.com/index.php?page=i-sense-software>
- [3] Shawn Community. (2013) Wiki de Shawn. [Online]. <https://github.com/itm/shawn/wiki>
- [4] NS2 Community. (2011) NS2 Wiki. [Online]. <http://nslam.isi.edu/nslam>
- [5] NS2 WEB Community. (2013) NS2 WEB. [Online]. <http://vlssit.iitkgp.ernet.in/ns2web/ns2web>
- [6] C. Dennis Pegden, “*Introduction to SIMAN*”. Proceedings of the 15th conference on Winter simulation-Volume 1. IEEE Press, 1983.
- [7] Ashu Guru, Paul Savory, and Robert Williams, “*Web-based simulation management: a web-based interface for storing and executing simulation models*”. 32nd conference on Winter simulation. Society for Computer Simulation International, Diciembre de 2000.
- [8] Larry Whitman, Brian Huff, and Senthil Palaniswamy, “*Commercial simulation over the web*”. 30th conference on Winter simulation: IEEE Computer Society Press, 1998.
- [9] James Byrne, Cathal Heaveya Heaveya, and P.J. Byrne, “*A review of Web-based simulation and supporting tools*”. Simulation Modelling Practice and Theory Vol 18: Elsevier Publisher, 2010.