

“Tecnologías de la información y las comunicaciones mediante IoT para la solución de problemas en el medio socio productivo”

Jorge R. Osio^{1,2}, Juan. E Salvatore¹, Daniel Alonso¹, Valentin Guarepi¹, Marcelo Cappelletti¹, María Joselevich¹, Martin Morales¹

¹Instituto de Ingeniería y Agronomía - UNAJ

²UIDET CeTAD –Fac. de Ingeniería - UNLP

{josio, jsalvatore, dalonso, vguarepi, mcappelletti, mjoselevich, martin.morales}@unaj.edu.ar

Resumen

El presente proyecto se basa en la utilización de internet de las cosas (IoT) como herramienta fundamental para proveer soluciones tecnológicas a problemáticas de interés social como son la crisis energética, la ausencia de soluciones tecnológicas a sectores productivos marginados, el impacto del alto costo de los servicios básicos y el diseño de interfaces para educación a distancia. Entre las líneas de investigación que se llevarán adelante para contribuir con las problemáticas planteadas, se propone en primer lugar, atender las necesidades de sectores tales como el frutícola, hortícola y florícola, que carecen de soporte y no disponen de herramientas para automatizar procesos y acceder a información crítica en tiempo real mediante IoT. Por otro lado, se plantea el diseño de un algoritmo inteligente de eficiencia energética, que permita minimizar el consumo en sistemas alimentados con energía convencional y energía alternativa. Por último, mediante las interfaces IoT, se colaborará en el diseño de laboratorios remotos, propuestos en el proyecto de investigación dirigido por la Dra. María Joselevich, y en el control de un robot humanoide desarrollado específicamente

para acceder a lugares nocivos para la salud.

Palabras clave: *redes de sensores, Arquitecturas de procesadores embebidos, Internet de las cosas (IoT), Eficiencia Energética, Laboratorios Remotos, Robótica.*

Contexto

Las líneas de Investigación descriptas en este trabajo forman parte del Proyecto de Investigación Científico-Tecnológico “Tecnologías de la información y las comunicaciones mediante IoT para la solución de problemas en el medio socio productivo”, que se desarrolla en la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ) y es continuación del proyecto presentado en la edición anterior de WICC [1].

El proyecto cuenta además, con financiamiento en el marco del programa “Universidad, Diseño y Desarrollo Productivo” del Ministerio de Educación a través del proyecto “Sistema de eficiencia energética” y está a la espera de su Aprobación para obtener financiamiento de la convocatoria “UNAJ Investiga 2017”.

Parte de las líneas de investigación desarrolladas se encuentran enmarcadas

en los convenios de colaboración en Actividades de Investigación firmados por la UNAJ con la UIDET-CeTAD y El convenio firmado con la Asociación de Productores Hostí-Florícolas de Varela y Berazategui APHOVABE.

1. Introducción

El concepto de internet de las cosas ha adquirido gran relevancia en los últimos años, debido a la posibilidad que ofrece de interconectar objetos entre si y la conectividad a internet que provee a las redes de objetos [10]. Aunque los sistemas IoT son más que conocidos, su implementación y desarrollo no ha sido completamente explotado en determinados sectores. IoT aplicado a la agricultura es un área en la que la evolución tecnológica nunca ha sido una prioridad, entre los factores que han postergado la investigación en esta área se tiene la falta de capacitación y falta de soporte e interacción con los productores para determinar cuáles son las principales problemáticas que se pueden resolver. Para este tipo de ambientes se dispone de un conjunto de protocolos de comunicación e interfaces como GSM/GPRS, Wifi, bluetooth y zigbee que se pueden implementar mediante herramientas basadas en Arquitecturas de Sistemas Embebidos como las desarrolladas en [5]. Las investigaciones realizadas mediante IoT se podrían aplicar en el monitoreo de cultivos, herramientas de soporte para la toma de decisiones, controlar automáticamente riego, protección de heladas, fertilización y monitoreo e iluminación artificial, entre otras.

Otra problemática común en el sector fruti-hortícola, es el acceso al suministro de energía, en cuyo caso requiere de sistemas costosos de energía alternativa.

Actualmente, se considera una problemática a tratar de manera urgente el uso eficiente de la energía [11], debido a que se está investigando mucho sobre energías alternativas pero hay mucho por hacer respecto a la reducción en el consumo de energía en función del factor humano y del control automático de los sistemas eléctricos/electrónicos. En este sentido, se debe tener en cuenta la necesidad de minimizar el consumo en los sistemas de energías alternativas, principalmente energía fotovoltaica [12], debido a que estos sistemas almacenan la energía en baterías altamente contaminantes y al lograr optimizar el consumo eficiente de energía se extendería notablemente la vida útil de la misma. Estos sistemas son de gran interés, principalmente por ser de uso común en los sectores agrícolas, donde se aplicarán las investigaciones realizadas conjuntamente con el proyecto “Estudio de sistemas inteligentes para optimizar el aprovechamiento de la radiación solar en la actividad agroindustrial del territorio de la UNAJ” dirigido por el Dr. Marcelo cappelletti. Para minimizar el consumo, se considera necesario implementar un algoritmo inteligente que tenga en cuenta todos los factores intervinientes, para esto es necesario diseñar un algoritmo basado en redes neuronales.

Respecto a la aplicación de IoT en robótica, tiene como objetivo el diseño y fabricación de un robot humanoide que posibilite el monitoreo remoto [13]. Los resultados de esta línea de investigación se orientarán a la realización de tareas en ambientes nocivos para el ser humano, como por ejemplo en la industria nuclear como medida de protección radiológica. Se prevé que el uso de sistemas robóticos se intensifique en los próximos años, es por eso que se considera necesario diseñar, desarrollar y construir nuevos sistemas que brinden soluciones a

situaciones problemáticas de manera eficiente y en la medida de lo posible, de bajo costo.

Respecto a la aplicación de IoT en Laboratorios remotos, desde el proyecto se diseñará la interfaz de Hardware y Software embebido entre servidor y los laboratorios desarrollados en el proyecto de la Dra. María Joselevich [14].

Metodología:

Para optimizar el uso racional de la energía, primero se deben tener en cuenta todos los factores de consumo, entre ellos el factor humano, el factor ambiental y el destino de cada uno de los recursos. Con un sistema diseñado a medida se puede lograr optimizar el consumo al máximo mediante la implementación de un algoritmo de decisión, basado en el perceptrón, que pueda interpretar los parámetros de entrada y generar una salida eficiente. Para tener en cuenta todos estos factores se debe desarrollar un sistema complejo que tenga la capacidad de combinar todos estos aspectos de manera óptima e inteligente.

En cuanto a las soluciones tecnológicas en las actividades florihortícolas en su mayoría requieren de la disponibilidad oportuna de datos, tanto del clima como del suelo, la iluminación y el agua. El desarrollo del sistema informático se realizará a partir de un algoritmo de software con soporte para diferentes aplicaciones, que en base a la información proporcionada por una red de sensores, emita mensajes de alertas a los usuarios y provea información de interés. Para que la propuesta sea aplicable en cualquier lugar, se plantea la utilización de una interfaz GSM/GPRS que permite transmitir información mediante las antenas celulares. El diseño del sistema

local a utilizar en huertas a campo abierto y bajo cubierta, estará formado por un sistema de procesamiento (basado en tecnologías de microcontroladores, arduino, LPC1769 y raspberry Phy), al cual se conectarán los sensores y el dispositivo de comunicación GSM/GPRS.

Para el diseño del robot humanoide, se propone utilizar sistemas embebidos de última generación, los cuales poseen alto poder de cómputo y bajo costo. Se implementarán sobre estos sistemas embebidos los algoritmos de automatismo y control necesarios para ejecución de las acciones del sistema robótico.

Antecedentes del Grupo de Trabajo

Se pretenden encausar temas de estudios de posgrado actuales y futuros de docentes y profesionales surgidos de la UNAJ dentro de estas líneas de investigación. El director del proyecto participa en proyectos de investigación desde el año 2005 en la Facultad de Ingeniería de la UNLP como colaborador y a partir de 2010 como investigador. Actualmente, el grupo de trabajo investiga en los temas: Trasmisión de datos IoT (mediante la interfaz Ethernet y GSM/GPRS), Eficiencia Energética, Robot Humanoide y Arquitecturas de procesadores embebidos; pertenecientes a estudios de Especializaciones, Maestrías y Doctorados que se realizan en el marco de acuerdos de colaboración entre el Laboratorio CeTAD (UNLP) y la UNAJ a través del proyecto de investigación.

Como resultado del trabajo realizado recientemente en la UNAJ se han publicado artículos en diferentes congresos nacionales de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación [1 - 5].

2. Líneas de Investigación y Desarrollo

El grupo de investigación que se ha constituido en la UNAJ es multidisciplinario, y sus miembros cuentan con experiencia en sistemas multiprocesador, Arquitecturas de Procesadores Embebidos, IoT, sistemas operativos embebidos, protocolos de comunicación TCP y UDP y robótica.

En cuanto a la eficiencia energética, en la actualidad se considera que un sistema de iluminación es eficiente energéticamente cuando permite adaptar el nivel de iluminación en función de la variación de la luz solar o en función de la detección o no de presencia. En esta propuesta se considera que las soluciones existentes no ha sido suficientemente desarrollada, ya que para un uso eficiente de la energía se deben tener en cuenta varios factores y combinar una amplia variedad de métodos para lograr un algoritmo inteligente que permita optimizar el consumo al máximo.

En cuanto a la investigación aplicada al sector fruti-hortícola, se plantea el diseño de una red de sensores que interactúan entre si y se comunican con un servidor mediante una red IoT, en este sentido se propone usar el protocolo LoRa para determinar la eficiencia de dicho protocolo en aplicaciones que exigen el uso energía alternativa.

En cuanto a la robótica, el robot humanoide ha tenido poco desarrollo en Latinoamérica y la investigación orientada a inspeccionar sectores de difícil acceso o en ambientes donde la contaminación impide la permanencia de seres humanos en un nicho poco explotado. Para esto se deberá desarrollar algoritmos de aprendizaje basados en redes neuronales básicas y monitoreo remoto mediante IoT.

Temas de Estudio e Investigación

- Programación de diferentes Arquitecturas de Procesadores (freescale, LPC1769, CIAA, Arduino, Raspberry Phy) embebidos para la implementación de nodos en las redes de sensores y para la implementación de algoritmos de control.
- Utilización y configuración de sistemas operativos de tiempo real y Linux embebidos para la ejecución de los algoritmos y la adquisición de datos de sensores.
- Implementación de una red de sensores inalámbrica mediante protocolos estándar de IoT (LoRA) e interfaces RF.
- Investigación relacionada con los protocolos TCP y UDP ([6] y [7]) para el envío de paquetes, donde, en condiciones de red conocidas, se deben determinar las tasas de transmisión mínimas para asegurar el funcionamiento óptimo del sistema de eficiencia energética y los laboratorios remotos ([8] y [9]).
- Determinación de la eficiencia en la ejecución de algoritmos de control de un robot humanoide sobre un sistema multicore.
- Implementación de un algoritmo de básico de redes neuronales para la optimización del consumo en los sistemas de eficiencia energética.

3. Resultados Obtenidos/Esperados

Hasta el momento se han obtenido resultados satisfactorios en relación a los siguientes temas:

- Se obtuvieron resultados aceptables en la implementación de una

plataforma para IoT basada en el procesador Cortex M3 de 32 bits y la interfaz wifi.

- Se implementó un sistema de telemetría mediante la interfaz GSM/GPRS mediante el módulo M92 de Quectel, que permite supervisar el estado del cultivo (temperatura, iluminación y humedad) mediante una aplicación móvil.
- Por último, se encuentra en la etapa final un sistema que permite optimizar el consumo energético en instituciones educativas mediante la ejecución de algoritmos que toman en cuenta diferentes factores. Este sistema utiliza la plataforma IoT desarrollada en [5] para la implementación y ejecución del algoritmo.

Los resultados esperados para los nuevos temas que se están desarrollando en el proyecto son:

- Se espera para el año en curso realizar las pruebas de funcionamiento en campo del sistema autónomo y escalable que se encarga de minimizar el consumo de energía conjuntamente con la implementación de un sistema informático que provea información precisa de magnitudes climatológicas, del estado del suelo y del nivel de iluminación para determinados cultivos. En función de los resultados que se obtengan se realizarán las correcciones pertinentes.
- El objetivo en cuanto al sistema robótico, consiste en finalizar el diseño y programación del robot humanoide que provea soluciones innovadoras, eficientes y de bajo

costo para inspección en ambientes inhóspitos.

- Finalmente, la incorporación de esta nueva línea buscará proveer soluciones de software embebido para la implementación de laboratorios remotos propuestos en el Proyecto de la Dra. María Joselevich.

4. Formación de Recursos Humanos

Dentro de la temática de la línea de I+D, todos los miembros del proyecto participan en el dictado de asignaturas de la carrera de Ingeniería Informática de la UNAJ.

En este proyecto existe cooperación a nivel nacional. Hay un investigador realizando Doctorado, tres realizando Maestrías en temas relacionados con sistemas multiprocesador, IoT, sistemas embebidos y software embebido y transmisión de datos mediante TCP y UDP. Además, participan tres Doctores especializados en la temática y se cuenta con la colaboración de estudiantes avanzados.

5. Bibliografía

- [1] J. Osio, J. Salvatore, E. Kunysz, D. Montezanti, D. Alonso, V. Guarepi, M. Morales, "Análisis de Eficiencia en Arquitecturas Multiprocesador para Aplicaciones de Transmisión y Procesamiento de Datos", ITBA, CABA, WICC 2017.
- [2] J. Osio, D. Montezanti, M. Morales, "Análisis de Eficiencia en Sistemas Paralelos", Ushuahia, Tierra del Fuego, WICC 2014
- [3] J. Osio, J. Salvatore, M. Morales, "Análisis de Eficiencia en Arquitecturas Multiprocesador en aplicaciones de

- Telemedicina”, UNS, Ciudad de Salta, WICC 2015.
- [4] J. Osio, J. Salvatore, E. Kunysz, V. Guarepi, M. Morales, “Análisis de Eficiencia en Arquitecturas Multiprocesador para Aplicaciones de Transmisión y Procesamiento de Datos”, UNER, Ciudad de Concordia, WICC 2016.
- [5] Osio J., C. Aquarone, E. Hromek, J. Salvatore, “Plataforma de desarrollo para IoT”, IV conaiisi, 2017
- [6] Richard Stevens, “The Protocols TCP/IP Illustrated, Volume 1”, 1993
- [7] Jan Axelson, “Embedded Ethernet a internet complete”, LLC, 2003
- [8] L. Iogna Pratt, J. Osio, J. Rapallini, “Implementación de un web server embebido”, Fac. Ing., UNLP, 2013.
- [9] J. Salvatore, “Desarrollo de un Sistema de voz sobre IP”, Fac. Ing., UNLP, 2012.
- [10] Leila Fatmasari Rahman, ”Choosing your IoT Programming Framework: Architectural Aspects”, 2016 IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud
- [11] Eficiencia energética en los edificios, José María Fernández Salgado, AMV ediciones, 2011
- [12] Energía Solar Fotovoltaica 2ª Edición, Miguel Aparicio, Edit. marcombo, 2009
- [13] Mohammad Jamshidi y Patrick J. Eicker, Robotics and remote system for hazardous environments, Prentice Hall, New Jersey, Estados Unidos (1993)
- [14] Laboratorio remoto en un entorno virtual de enseñanza aprendizaje, M. A. Revuelta, FI- UNLP, 2016