

Implementación y desarrollo de una arquitectura inalámbrica para su uso en agricultura de precisión

Honorio Navarro Hellín¹, Cristina Albaladejo Pérez¹, Juan Antonio López Riquelme²

¹Parque Tecnológico de Fuente Alamo, Edif. CEDIT. Carretera del Estrecho-Lobosillo Km. 2, 30320, Fuente Alamo. (Murcia). Widhoc Smart Solutions S.L. hono.navarro@widhoc.com

²Campus Muralla del Mar, Doctor Fleming, s/n, 30202, Cartagena (Murcia). Universidad Politécnica de Cartagena, Grupo de Investigación en Ingeniería Electrónica. DSIE. jantonio.lopez@upct.es
hono.navarro@gmail.com

Resumen. En el presente artículo, se describe una arquitectura inalámbrica que permita la optimización del agua en cultivos agrícolas. La arquitectura propuesta está basada en diferentes nodos inalámbricos dotados de conectividad GPRS. Cada uno de los nodos inalámbricos es totalmente autónomo y hace uso de la energía solar y baterías recargables, lo que les confiere autonomía prácticamente ilimitada. A los nodos se conectan diferentes sensores comerciales para medir los diversos parámetros del cultivo. Los datos son enviados y procesados en un servidor, el cual, haciendo uso de sistemas de Bases de Datos almacena la información obtenida de los sensores, permitiendo una posterior consulta y análisis de los mismos de forma sencilla y versátil.

1. Introducción

El consumo racional de agua en cada uno de los aspectos de nuestra vida es una necesidad indudable para el ser humano. Tal es el caso de la agricultura, donde este recurso es totalmente indispensable para el desarrollo de la misma y en donde su optimización supone además un elemento fundamental para la viabilidad económica de la actividad. Por ello, la aplicación de tratamientos de riego que aporten mejoras en cuanto a la optimización del aporte hídrico, repercuten de un modo notable en la sostenibilidad del cultivo.

Para conseguir esta optimización de recursos es necesario conocer lo que le ocurre a la planta y a su entorno. Para ello se suelen instrumentar tres variables muy importantes como son: suelo, agua y planta. De forma que puedan construirse modelos de riego adaptados a cada cultivo. En muchas ocasiones, el proceso de instrumentación de la planta supone un gran inconveniente para el agricultor, ya que al utilizarse la tecnología cableada, puede dificultar las labores agrícolas [1]. Además otro de los principales problemas es que las medidas realizadas por los sensores en elevadas ocasiones deben de ser pre-procesadas antes de poder ser analizadas, lo que conlleva disponer de equipos que realicen este procesamiento de la información.

2. Descripción del equipo y arquitectura del sistema

El equipo utilizado es una evolución de otros dispositivos diseñados anteriormente [2-3] los cuales han sido utilizados en diversas aplicaciones tales como la agricultura [2-3] y la oceanografía [4]. Está basado en un diseño modular, compuesto por dos placas electrónicas:

1) Una placa principal denominada *MEWIN Main-Board* (ver Fig. 1). Esta placa contiene los componentes básicos más importantes que permiten su utilización en cualquier aplicación dentro del ámbito de las WSNs (*Wireless Sensor Networks*). Estos componentes son el micro-controlador y el módulo de radio, que dotan al dispositivo de capacidad de procesamiento y comunicación.

2) Una placa secundaria, *MEWIN GPRS-Board*. Esta placa ha sido diseñada específicamente para su uso con un módem GPRS. Además permite la conexión de una gran variedad de sensores, tanto específicos para la agricultura de precisión como de cualquier otra índole.

Una de las características principales de la placa *MEWIN Main-Board* es su reducido tamaño (65 x 115 mm) y la presencia de una interfaz de comunicación con tarjetas Secure Digital (en adelante, microSD) y de un reloj en tiempo real. La combinación de estas dos herramientas permite al dispositivo actuar de “*datalogger*”, de forma que se almacena en la microSD la información de los sensores con su correspondiente hora y fecha de lectura de los mismos. La comunicación inalámbrica entre dispositivos se puede realizar a través del estándar de comunicación ZigBee [6], ya que esta placa cuenta con un módulo de radio (CC2520) y de un amplificador (CC2591) de Texas Instruments. ZigBee está construido sobre las capas definidas por el estándar IEEE 802.15.4 [7] de redes WPAN y es muy utilizada con radios digitales de bajo consumo. Además, la placa *MEWIN MainBoard* también consta de una interfaz USB que permite la comunicación con dispositivos externos.

La alimentación del nodo se proporciona mediante baterías de polímero de litio de 1900 mAh, con una tensión nominal de 3,7 V. Esta batería, cuya tensión máxima de carga es de 4,2 V, cuenta con un circuito de protección que impide que se descargue por debajo de los 3,25 V. Además, es necesario realizar una adaptación de tensiones proporcionando 3 V al microcontrolador, al módulo de radio y a la interfaz USB mediante un convertidor DC/DC.

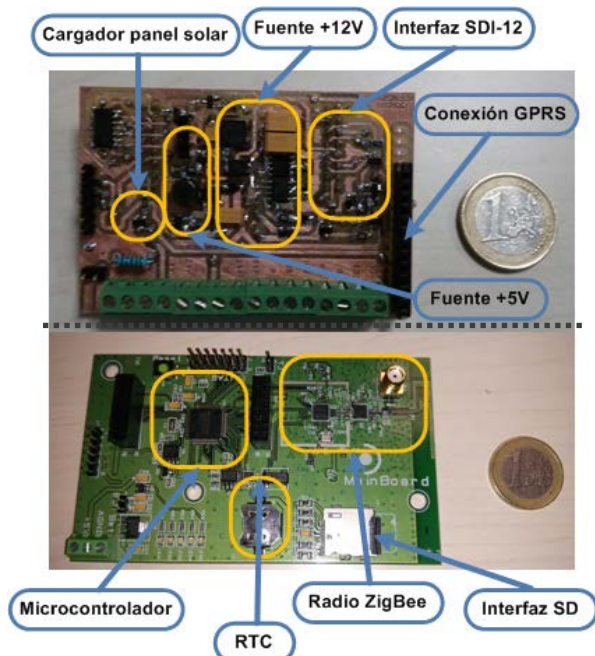


Fig. 1: MEWIN MainBoard y GPRS-Board

En cuanto a *MEWIN GPRS-Board* (ver Figs. 1 y 2), consta de una serie de interfaces y convertidores de voltaje de forma que se puedan conectar al dispositivo una amplia variedad de sensores. Por un lado, se dispone de dos convertidores de voltaje DC/DC a 12V y 5V e interfaces SDI-12 y 4-20mA o 0-3V, así como entradas de pulsos, lo que permite la conexión de un amplio espectro de sensores comerciales. También dispone de una interfaz inteligente de carga de batería a través de paneles solares externos, de esta forma, se maximiza la vida útil de la batería del dispositivo, cargándola sólo cuando ésta baja de un valor umbral y dejándola de cargar si se supera un valor límite. Una de las características principales de esta placa de interfaz es que permite la conexión de un modem GSM-GPRS, de forma que el dispositivo es totalmente autónomo y se puede comunicar con un servidor remoto con acceso a Internet. Para ello se ha utilizado el modem SIM900 de SIMcom, el módem se conecta al microcontrolador a través de la interfaz serie utilizando comandos AT. En la Fig. 2 se puede apreciar el dispositivo montado completamente, conectado a la placa de interfaz y la placa GPRS con su correspondiente antena.

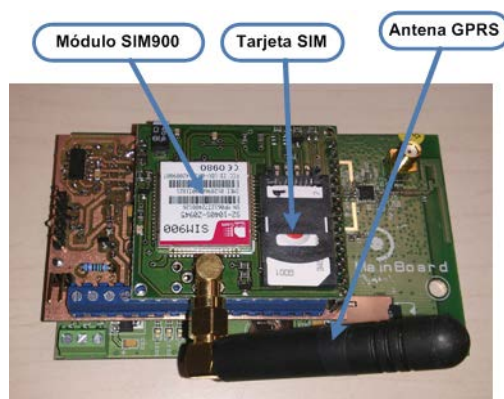


Fig. 2: Dispositivo ensamblado

La batería está monitorizada por el microcontrolador mediante una interfaz de medida, lo que permite realizar un muestreo periódico de su nivel de carga.

En la Fig. 1 se muestra la placa genérica *MEWIN Main-Board* (parte inferior) y la placa secundaria *MEWIN GPRS-Board* (parte superior).

La electrónica se encuentra dentro de una caja IP-67 de reducidas dimensiones (120x122x75 mm), la tapa de la misma es transparente de forma que el panel solar queda situado interior, en la parte superior de la misma. El panel solar utilizado es de 0,8 W de potencia (5V/160 mA).

3. Funcionamiento del sistema

La arquitectura del sistema es centralizada, todos los datos de todos los dispositivos (también llamados nodos) desplegados se envían a un servidor central donde son procesados y almacenados adecuadamente. A continuación se describirá el funcionamiento de los nodos y el servidor central que se encarga de procesar y almacenar los datos.

Una de las principales características de los dispositivos es que son totalmente configurables por medio de la tarjeta microSD, de forma que cambiando un archivo de configuración en la misma, se pueden especificar varios parámetros: el periodo de muestreo y envío de los datos, el número y tipo de sensores conectados, los parámetros de la conexión, etc. Una vez configurado, el nodo lee de los sensores y almacena en la microSD el dato con su correspondiente hora así como un “flag” que indica si el dato se ha enviado al servidor o no. Posteriormente, el nodo envía todos los datos almacenados y no enviados hasta ese momento, de esta forma, se optimiza al máximo el uso de la batería ya que el mayor consumo del dispositivo se da cuando se establece la comunicación a través del módem GPRS. No obstante, si se precisa tiempo real en la aplicación, es posible enviar los datos conforme se van leyendo de los sensores.

El servidor recibe los datos a través de un socket TCP y los procesa según los requerimientos para después almacenarlos en una Base de Datos relacional implementada en MySQL. Este mismo servidor,

dispone de una instancia del servidor web Apache. Se ha desarrollado una página web con sistema de autenticación para que el usuario pueda consultar los datos del sensor requerido, ver su posición geográfica, su representación gráfica y descargarlos en formato Excel (ver Fig. 3)

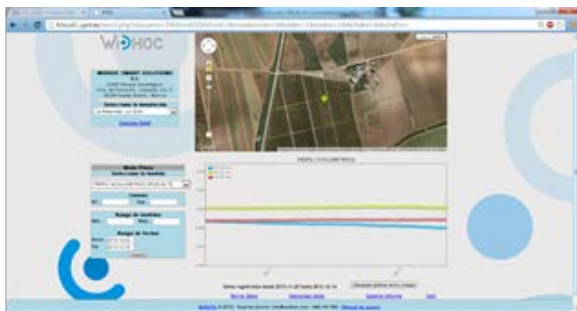


Fig. 3: Interfaz web de acceso a los datos

4. Resultados

Tanto las pruebas de laboratorio realizadas con los sensores comerciales como las pruebas de campo para el análisis de coberturas llevadas a cabo, han sido plenamente satisfactorias y en la actualidad se continúa instalando nodos como el presentado.

En la Fig. 4 se muestra el nodo con varios sensores conectados instalado en una finca de mandarinos, situado en la pedanía de la Guía en Cartagena.



Fig. 4: Nodo instalado en campo

Los datos obtenidos por los sensores, son totalmente coherentes y han sido analizados por expertos agrónomos que han comprobado la validez de los mismos. La utilización de los datos proporcionados por los sensores, permite conocer perfectamente el estado hídrico de la planta, con esta información, es posible optimizar el uso del agua, regando la planta, solo cuando esta lo necesita [5].

5. Conclusiones

Se ha presentado el diseño electrónico de los dispositivos y el software remoto necesarios para llevar a cabo el despliegue de nodos sensores

autónomos para su uso en agricultura de precisión. La principal característica del sistema es su facilidad de despliegue y repliegue, cómoda consulta de los datos por parte del usuario del sistema y la gran autonomía y robustez del mismo. Para comprobar el correcto funcionamiento, se ha presentado los datos de la evolución de un nodo agrícola en una finca de cítricos en Miranda (Cartagena). Gracias a la utilización de sistemas de carga inteligente de baterías a través de paneles solares, la autonomía del equipo es prácticamente ilimitada. Este nodo se encuentra instalado desde septiembre de 2013. En la actualidad, el nodo comentado sigue estando en pruebas y el funcionamiento del mismo es totalmente satisfactorio.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al proyecto “Manejo sostenible del agua de riego en nectarina extratemprana y uva de mesa. Mejora de la productividad del agua y calidad de la cosecha” (ref. AGL2010-19201-C04-04) cofinanciado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, dentro del Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada (convocatoria 2010) y a la empresa Widhoc Smart Solutions S.L. por su apoyo para la realización de estos trabajos.

Referencias

- [1] Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), marzo de 2012.
- [2] J.A. López Riquelme, F. Soto, J. Suardíaz, A. Iborra, “GAIA 2: Un mote multifuncional para agricultura de precisión,” in *Proc. of SAAEI 2010*.
- [3] J.A. López Riquelme, F. Soto Valles, R. Torres Sánchez, C. Albaladejo Pérez, J. Suardíaz Muro, H. Navarro Hellín, “Mewin: un nodo sensor inalámbrico multientorno. Validación en agricultura de Precisión,” in *Proc. of SAAEI 2011*.
- [4] C. Albaladejo, F. Soto, M. Jiménez, R. Torres, J.A. López, A. Iborra, “Boya para una red de sensores oceanográfica,” in *Proc. of SAAEI 2011*.
- [5] J.A. López Riquelme, M. García Riquelme, R. Domingo Miguel, H. Navarro Hellín, J. Suardíaz Muro, R. Torres Sánchez, A. Pérez Pastor, “Uso de redes inalámbricas de sensores para la optimización del riego en frutales,” in *Proc. of SAAEI’13*.