

Automatización de Sistemas de Cultivos Hidropónicos

Marcelo Marinelli, Graciela Lombardo, Carlos Kornuta, Guillermo Wurn, Lisandro Solonezen.
Cichanowski, Miguel Alejandro

Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. Universidad
Nacional de Misiones
Felix de Azara 1552, Posadas, Misiones
Te: 376-4422186

marcelomarinelli@fceqyn.unam.edu.ar, gracielalombardo@gmail.com, ckornuta@gmail.com
guillermow77@gmail.com, lsolonezen@gmail.com, miguel.cicha@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta línea de investigación es desarrollar, implementar y evaluar sistemas de control de distintos dispositivos de cultivos hidropónicos, utilizando sistemas embebidos y minicomputadores de placas de hardware libre, de bajo costo. El software del sistema utiliza técnicas de lógica difusa para evaluar las variables del proceso y generar señales de control. Se evaluaron distintos tipos de sensores de humedad, temperatura, conductividad eléctrica y pH. Se seleccionaron distintas metodologías para el diseño de los controladores difusos. Se desarrollaron sistemas de adquisición de imágenes para verificar en forma remota la evolución del crecimiento de los cultivos.

CONTEXTO

Este proyecto se enmarca en el “Programa de Investigación en Computación” del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales (F.C.E.Q. y N.) de la Universidad Nacional de Misiones (U.Na.M.); también vinculado con el Doctorado en Ciencias Aplicadas de la U.Na.M.

Dentro del proyecto se desempeñan docentes, tesistas y becarios de las carreras de Analista en Sistemas de Computación, Licenciatura en sistemas de Información,

Profesorado en Física, Profesorado en Matemática, Doctorandos de la Facultad de Ciencias Exactas, de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (U.N.C.P.B.A.), y Doctorado en Ciencias Aplicadas de la F.C.E.Q. de la U.N.aM.

1. INTRODUCCIÓN

La Teoría de los conjuntos borrosos iniciada por Zadeh (1) a diferencia de la lógica matemática permite utilizar términos lingüísticos de fácil interpretación. Una rama de la lógica difusa se ocupa del estudio de sistemas de control (2). Los controladores difusos tienen la ventaja de poseer mayor interpretabilidad para poder ser diseñados en función de un experto en una temática determinada. A tal efecto, se pueden utilizar etiquetas lingüísticas para las variables intervinientes como: “muy bajo”, “bajo”, “alto”, “muy alto”. Por otra parte, los conjuntos difusos que definen las variables, tienen valores de pertenencia flexibles. Estas características hacen que los sistemas de controles difusos tengan una mejor respuesta que los sistemas reactivos convencionales. En las cámaras de germinación hidropónicas una variable importante, en la germinación de las semillas y el desarrollo de los cultivos, es la ventilación, no solo por el aporte de CO₂ sino también por el control de temperatura (3) y (4). Por estas razones se propone el desarrollo de un

sistema de control que tome muestras de temperatura y humedad dentro de la misma, y por medio de inferencias difusas controle el sistema de ventilación forzada y el aporte de temperatura provisto por una lámpara incandescente.

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Las variables de humedad y temperatura se adquieren con sensores DHT22 que permiten tomar muestras de estas variables por una conexión I2C.

Para el procedimiento de adquisición de los datos, software de controlador difuso tipo Sugeno embebido y control de las señales de salida, se utilizó una plataforma de hardware de código abierto *Raspberry PI* (Fig. 1).

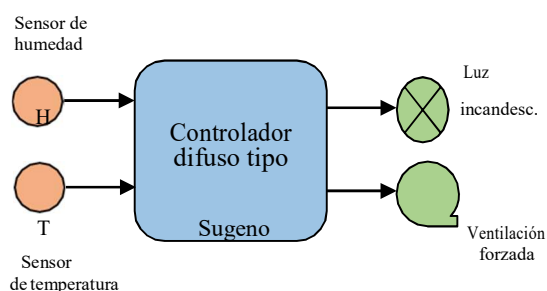


Fig.1: Diagrama del sistema de control

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Se está trabajando en distintas líneas de investigación y desarrollo relacionadas con la automatización, utilizando sistemas embebidos y técnicas de I.A., a continuación, se detallan las más importantes:

- Controladores difusos aplicados al proceso de la elaboración de yerba mate.
- Sistemas de control de cultivos hidropónicos.

- Aplicación de controladores difusos desarrollados con la herramienta FIS de Matlab.
- Telemetría con tecnología *bluetooth* para el control de procesos y variables ambientales.
- Desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles y tecnología *bluetooth*, con el objeto de usar los dispositivos móviles para el control de procesos.

3. RESULTADOS OBTENIDOS Y ESPERADOS

En el marco de este proyecto se concluyó con la tesis doctoral “**Control Automatizado de cultivos Hidropónicos mediante Lógica Difusa**” (Marinelli 2015), del Doctorado en Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Misiones. También se concluyeron dos tesis de grado de licenciatura en Sistemas de Información: **Desarrollo de un Sistema de Navegación y Telemetría en Tiempo Real para Un Robot Móvil desde un Smart Phone Via Wifi (IEEE 802.11)**, Autor: Cichanowski, Miguel Alejandro Y **Desarrollo e implementación de un controlador difuso para la navegación de robots móviles utilizando el algoritmo de Wang & Mendel**, Autor: Lisandro Solonezen.

Se realizaron las siguientes publicaciones con referato:

- Marinelli, M., Acosta, N., Toloza, J. M., & Kornuta, C. (2016). Control difuso de una cámara de germinación. In XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2016).
- Marcelo Marinelli, Guillermo Wurm. (2016). Sistema de adquisición en tiempo real de conductividad eléctrica y pH en nutrientes hidropónicos. IV Seminario Argentina-Brasil de Tecnologías de la Información y la

Comunicación (SABTIC 2016). ISBN 978-987-3619-15-1.

Presentaciones a congresos:

- XXII CACIC2016 (Congreso Argentino de Ciencias de La Computación) 3 al 7 de octubre de 2016 U.N.S.L, San Luis.
- IV Seminario Argentina-Brasil de Tecnologías de la Información y la Comunicación (SABTIC 2016). 4 y 5 de noviembre de 2016, UNNE, Corrientes.

Como resultados esperados se desarrollará un sistema de control de variables basado en *Internet of things*, abreviado (IoT) (5), para el control de las variables ambientales y actuadores en el proceso de control de cultivos hidropónicos. Este sistema permite integrar la representación de los datos, los sistemas de telemetría y comunicación de alarmas en forma integrada con los servicios de Internet.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En el proyecto se forman dos doctores, un Doctorando de CONICET y se dirigen dos tesis de grado de licenciatura en Sistemas de Información de la F.C.E.Q. y de la Universidad Nacional de Misiones. F.C.E.Q. y N. de la U,Na,M.

Se prevén incorporar tesis de la Maestría en Tecnología de Información y del Doctorado en Ciencias Aplicadas de la F.C,E,Q, y N. de la U.Na.M.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Zadeh L.: The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. *Information Sciences*, 1(8), 199–249 (1975).
2. Nguyen H., Prasad N.: *Fuzzy Modeling and Control: Selected Works of Sugeno*. CRC Press, Boca Raton, Estados Unidos. (1999).

3. Domingues D., Hideaki W. Takahashi B., Camara C. & Nixdorf. S.: Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production. *Computers and Electronics in Agriculture*. 84, 53–61. (2012).

4. Mohamed M. & Alsadon A. (2010). Influence of ventilation and sucrose on growth and leaf anatomy of micropropagated potato plantlets. *Scientia Horticulturae*, 123, 295–300.

5. Campoverde, A. M., Hernández, D. L., & Mazón, B. E. (2015). Cloud computing con herramientas open-source para Internet de las cosas. *Maskana*, 6(Supl.), 173-182.