

# Universitat Politècnica de València



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## RESUMEN TESIS DOCTORAL

Programa de doctorado: Industrias de la comunicación y culturales

PLAtaforma TEcnológica Multimedia para la  
Agricultura de Precisión (PLATEM Precision  
Agriculture)

Autor: Carlos Cambra Baseca

Director: Jaime Lloret Mauri

Codirectora: Sandra Sendra Compte

Julio, 2019

# Abstract

There are many works related to the automation of processes in agriculture. With the revolution of the Internet of Things (IoT), many devices capable of interconnecting sensors are appearing on the market. The focus is on intensive agriculture in a market where designers and marketers of IoT products present designs for the automation of crop production, claiming systematic achievements that are not always compatible with agricultural reality. Many technological products, such as remote or WiFi management of irrigation programmers, focused on precision agriculture, are independent systems with no connection to other agricultural technologies. At this time and with the current technological advance, it must be integrated irrigation schedules in response to the real time needs of crop nutrition determining cultivation needs are transmitted via satellite or drone, in a platform will automatically integrate intelligent irrigation systems on the plot of land in relation to thermal analysis and crop vigor. If the production patterns of a farm are promising, PLAtaforma TEcnologica Multimedia (PLATEM) will allow disseminate a strategy followed to cooperative partners or people who are registered in the social network can see it and see the contents published in it on agricultural control systems.

This thesis will attempt to solve the above-mentioned issues: the integration from start to finish of data capture and open data decisions for a community of professional farmers.

Firstly, we will review the literature on data harvesting of irrigation decisions for cultivation through computer-processed videos recorded by drones with autonomous flight mapping.

Next, the devices present in a Wireless Sensor Network (WSN) are presented aimed at capturing terrestrial sensory data connected to tele-managed irrigation systems with ultra-low energy consumption. Hence, the focus of this work is firmly set on narrowband communication networks that are very suitable for use in rural areas. Our system maintains a communicated device capable of maneuvering valves within an area of 16 hectares with a commercial 9-volt battery throughout an irrigation campaign, with no need for solar panels.

Finally, all the information and interoperability described in the previous sections will need integral management. At this point, we present a server with a business rules engine and machine learning with (self-learning) decision trees capable of generating decisions for irrigation controllers. The basic layer consists of the data processing of data mining models. The second layer consists of model training with historical data and the third layer applies to machine

learning that generates the best results for guidance on recommendations. This information can be published and shared on social media between groups of users for the exchange of working methods and opinions regarding crops, cultivation strategies and demonstration plots.

All of the proposed developments and proposals have been grounded in systematic energy consumption studies of all devices in the intelligent irrigation systems. In addition, a field study is conducted of the WSN deployed in rural areas under highly problematic conditions to determine the correct functioning of the entire system.

# Resumen

Hay muchos trabajos relacionados con la automatización de procesos en agricultura. Con la revolución del Internet de las Cosas (del Inglés, Internet of things o IoT) están apareciendo en el mercado multitud de dispositivos capaces de interconectar sensores. Más enfocado a la agricultura intensiva, aparecen muchas comercializadoras de productos IoT que, aunque sus desarrolladores aseguran que son capaces de automatizar las tareas en los cultivos, vemos que no es así. Muchos productos tecnológicos desarrollados para ser usados en la agricultura de precisión, como son los programadores de riego tele-gestionados funcionan de forma independiente con otras tecnologías de la agricultura. En estos momentos y con el avance tecnológico actual, se debe integrar una programación de riego acorde a las necesidades reales del cultivo en tierra y con unas mediciones de necesidades de cultivo tomadas vía satélite o mediante dron desde el aire adaptando las variables de forma automática en una única plataforma de gestión. Si el patrón de producción de mi explotación funciona bien, la PLAtaforma TEcnológica Multimedia (PLATEM) permitirá compartir la estrategia seguida para que socios cooperativistas o personas que estén registrados en la red social, puedan verla y ver los contenidos publicados en ella sobre sistemas de control agrícolas.

Esta tesis se centra en la investigación, diseño y desarrollo de nuevas tecnologías para integrar todos los sistemas presentes en un sistema automáticos, considerando, desde la monitorización de parámetros, hasta el procesado y toma de decisiones para una administración eficiente, siendo plata una herramienta óptima para la comunidad profesional de agricultores y con una usabilidad cercana al agricultor.

Primeramente, se presentan trabajos previos relacionados con la captura de datos procedentes de cultivo y funcionamiento de riego a través del procesado de vídeo realizado con drones de vuelo autónomo.

Seguidamente, se presentan los dispositivos presentes en la red inalámbrica de sensores orientada a captura de datos de los sensores terrestres y actuadores en sistemas de riego tele-gestionados de ultra bajo consumo energético. Por esto, nuestro trabajo se centra en redes de comunicaciones de banda estrecha, muy adecuadas para el uso en el medio rural. Nuestro sistema permite mantener un dispositivo comunicado y capaz de maniobrar las válvulas de hasta una extensión de 16 hectáreas con una pila comercial de 9 voltios toda una campaña de riego, sin necesidad de placas solares.

Por último, toda la información e interoperabilidad de los apartados anteriores necesitan una gestión integral en un único sistema amigable con el usuario. En este punto presentamos un servidor con un motor de reglas de negocio y machine learning con autoaprendizaje capaz de generar decisiones para los controladores de riego, datos sensoriales de parcela o ambientales. Esta información es capaz de publicarse entre grupos sociales de usuarios e intercambiar métodos de trabajo y consignas.

Todos los desarrollos y propuestas han sido precedidos de estudios de consumos energéticos en todos los dispositivos incluidos en el sistema. Además, se ha realizado un estudio en campo de las redes inalámbricas de sensores desplegadas en el medio rural bajo condiciones altamente problemáticas para comprobar el correcto funcionamiento del sistema entero.

# Resum

Existeixen gran quantitat de treballs relacionats amb l'automatització de processos en agricultura. Amb la revolució la Internet de les coses (de l'anglès Internet of Things o IoT) estan apareixent al mercat multitud de dispositius capaços d'interconnectar sensors. Més enfocat a l'agricultura intensiva, s'estan comercialitzant productes IoT que, tot i que els seus desenvolupadors asseguruen que són capaços d'automatitzar les tasques en els cultius, veiem que no és així. Molts productes tecnològics desenvolupats per a utilitzar-los a l'agricultura de precisió, com són els programadors de reg tele-gestionats, funcionen de forma independent amb altres tecnologies usades en l'agricultura. En aquests moments i amb l'avanç tecnològic actual, existeix la possibilitat d'aplicar unes rutines de reg adequades amb les necessitats reals del cultiu en terra, combinat amb la mesura de les necessitats de cultiu preses via satèl·lit o mitjançant vehicles aeris no tripulats o dron des de l'aire, adaptant les variables de forma automàtica en una única plataforma de gestió. Si el patró de producció de la meua explotació funciona bé, la PLAtaforma TEcnològica Multimedia (PLATEM) permetrà compartir l'estratègia seguida per tal que socis cooperativistes o persones que estiguin registrats en la xarxa social, puguin veure-la i veure els continguts publicats en ella sobre sistemes de control agrícoles.

Aquesta tesi es centra en la investigació, disseny i desenvolupament de noves tecnologies per a integrar tots els sistemes presents en un sistema automàtics, considerant, des de la monitorització de paràmetres, fins al processat i presa de decisions per a una administració eficient, sent PLATEM una ferramenta òptima per a la comunitat professional d'agricultors i amb una usabilitat propera a l'agricultor.

Primerament, es presenten treballs previs relacionats amb la captura de dades procedents de cultiu i funcionament de reg a través del processat de vídeo realitzat amb drons de vol autònom.

Seguidament, es presenten els dispositius presents en la xarxa sense fils de sensors orientada a captura de dades terrestres i els actuadors utilitzats per al reg tele-gestionats d'ultra baix consum energètic. Per això, el nostre treball se centra en xarxes de comunicacions de banda estreta, molt adequades per a l'ús en el medi rural. El nostre sistema permet mantenir un dispositiu comunicat i capaç de controlar les vàlvules en terrenys extensió de 16 hectàrees amb

una pila comercial de 9 volts durant tota una campanya de reg, sense necessitat de plaques solars.

Finalment, tota la informació i interoperabilitat dels dispositius que integren la xarxa necessiten una gestió integral en un únic sistema amigable amb l'usuari. En aquest punt presentem un servidor amb un motor de regles de negoci que aplica machine learning amb autoaprenentatge capaç de generar decisions per als controladors de reg, tenint en compte les dades dels sensors de parcel·la i ambientals. Aquesta informació és capaç de publicar-se entre grups socials d'usuaris i intercanviar mètodes de treball i consignes.

Tots els desenvolupaments i propostes han estat combinats amb estudis de consums energètics. A més, s'ha realitzat un estudi en camp de les xarxes sense fils de sensors desplegades en el medi rural sota condicions altament problemàtiques per a comprovar el correcte funcionament del sistema sencer.

