

АРХИТЕКТУРА НА РЕГИОНАЛЕН ЦЕНТЪР ЗА ДАНИИ ЗА ИНТЕЛИГЕНТНО РАСТЕНИЕВЪДСТВО ОБЛАСТ ПЛОВДИВ

Емил Дойчев, Атанас Терзийски, Стоян Тенев,
Ася Стоянова-Дойчева, Александър Петров

Резюме. В тази статия ще бъде представена архитектурата на Регионален център за данни в област Пловдив. Ще бъдат представени основните хранилища, в които се съхраняват данни от различни IoT устройства, разположени в полетата с растения. Обработката на тези сурови данни и подготовката им във вид подходящ за използване от интелигентни компоненти, за да могат да се правят изводи и прогнози за по-добро отглеждане на културите, също е обсъдена в статията.

Ключови думи: регионален център за данни, интелигентно растениевъдство.

Въведение

Изследването, представено в тази статия, е част от Националната научна програма „Интелигентно растениевъдство“, подкрепена от българското Министерство на образованието и науката и одобрена с Решение на Министерския съвет. Сред целите на програмата е разработването на пилотен проект за виртуален оперативен център за интелигентно земеделие в област Пловдив. Съществен компонент на този пилотен проект е изграждането на регионален център за данни за интелигентно земеделие [1]. Основните функции на регионалния център за данни за интелигентно земеделие са следните:

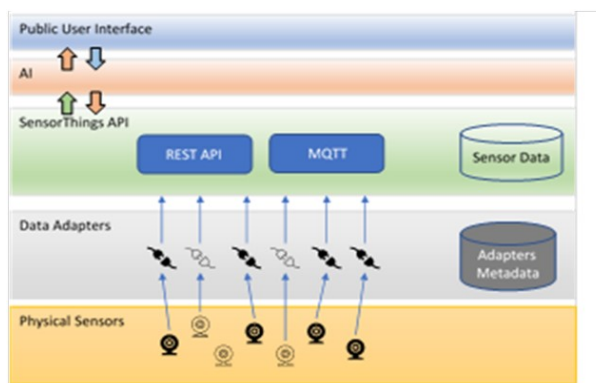
- съхраняване и обработка на данни за състоянието на наблюдаваните земеделски площи и ниви в област Пловдив;
- изготвяне на статистики, анализи, прогнози, планове и превенция от регионално значение;
- предоставяне на заинтересованите страни на достъп до данни чрез интелигентни компоненти и уеб услуги;
- обмен на данни с други регионални центрове за изготвяне на

по-мощни прогнози и анализи за състоянието и добивите от земеделските култури.

В тази статия ще бъде представена архитектурата на регионалния център за данни за интелигентно растениевъдство, като е обърнато специално внимание на физическото ниво.

Инфраструктура на регионалния център за данни

Инфраструктурата на регионалния център за данни се състои от пет слоя, които са проектирани и поддържани от нас (фигура 1). Физическият слой включва всички сензорни устройства, които могат да измерват или оценяват физическата среда, напр. влажност на почвата, температура, относителна влажност, слънчева радиация и др. След това генерираните данни се предават на адаптери за данни. Адаптерите за данни валидират получените данни от сензора и подготвят входни пакети за следващия (API) слой чрез добавяне на метаданни. Някои основни изчисления също се извършват във втория слой, напр. изчисления на температурата на оросяване и нивото на атмосферното налягане. Третият слой е API слой. Той осигурява отворен и унифициран начин за съхранение и обслужване на данни. API е публично достъпен и обслужва заявки само за четене до крайните потребители. Благодарение на API слой, регионалният център отговаря на принципите FAIR за откриваеми, достъпни, оперативно съвместими и повторно използвани данни. API слой непрекъснато снабдява с данни следващия AI слой. Включва общо вземане на решения въз основа на различни потребителски критерии. Последният слой е потребителският интерфейс, който включва мобилни приложения и достъпен в мрежата портал за данни.



Фигура 1. Инфраструктура на регионалния център за данни

Регионалният център е разпределена хардуерна система от мно-

жество децентрализирани сървъри, които са разположени в Пловдивския университет.

Физически слой

Тук накратко ще представим текущото състояние на сензорната мрежа. Изградена е първата сензорна мрежа за открити житни блокове на територията на Института по растителни генетични ресурси в град Садово. Експерименталната постановка се състои от множество сензори, използвани за наблюдение на почвата, влажността на листата и свойствата на въздуха. Сензорите, които използваме, са дадени в таблица 1.

Сензор	Среда	Измервани стойности
ADCON EnviroPro 40	Soil	four levels: moisture, salinity (electrical conductivity), and temperature
Seeed Studio 101990667	Soil	temperature, moisture, and electrical conductivity
ADCON WET Leaf Wetness	Leaves	leaf wetness
Seeed Studio 314990738	Leaves	leaf wetness and temperature

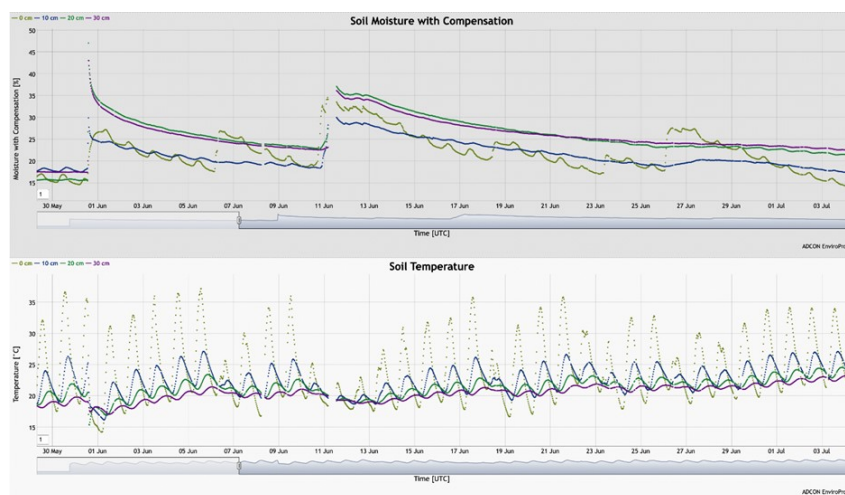
Таблица 1. Сензори

Сензорът ADCON EnviroPro 40 [1] оценява влажността на почвата с разделителна способност 0,01% и точност $\pm 2\%$, соленост (или електропроводимост) с резолюция $0,001 dS/m$ и точност $\pm 5\%$, и температура с разделителна способност $0,01^\circ C$ и точност $\pm 1^\circ C$. Сензорите са разположени на четири нива – дълбочина 0 см (повърхност на почвата), 10 см, 20 см и 30 см. Уредът извършва прецизни и повтарящи се измервания; следователно, в нашата пилотна настройка, ние го използваме като референтно устройство за валидиране на други евтини сензори като Seeed Studio 101990667 [2]. Сензорът Seeed Studio 101990667 оценява температурата на почвата с точност $\pm 0,5^\circ C$ и разделителна способност $0,1^\circ C$, точност на влажността $\pm 2\%$ и разделителна способност 0,03% (под 50%) и 1% (над 50%). Измерената електрическа проводимост е в диапазона от $0 \approx 10000 \mu S/cm$, с точност $\pm 3\%$ и разделителна способност $10 \mu S/cm$. Сензорът осигурява вградена функционалност за температурна компенсация в диапазона $0-50^\circ C$. Експерименталната инсталация съдържа още два сензора за оценка на влажността на листата: референтния ADCON WET Leaf Wetness [3] и евтиния сензор Seeed Studio 314990738 [4].

Текущата настройка работи до времето за прибиране на реколтата и оценява горепосочените стойности на всеки 30 минути. Резултатите

както в необработени данни, така и в графики могат да бъдат намерени на нашия сайт за център за данни и са публично достъпни <https://meter.ac/gs/agro/sadovo-2022/history.html>.

Измерванията на почвената влага и температура в интервала от края на май до началото на юни 2022 г. са показани на фигура 2.



Фигура 2. Влажност и температура на почвата от Май до Юни 2022 г.

Слой адаптери и SensorThings API

Слоят адаптери съдържа софтуерен компонент – адаптер, който приема суровите пакети от данни от възлите във физическия слой. За всеки вид възел, или по-точно за всеки вид пакет данни, се създава отделен адаптер. Неговата цел е да унифицира суровия пакет данни, като премахне различията породени от разликите в сензорите за една и съща величина, използвани в различните възли.

Друга роля на адаптерите е да коригират данните от тези възли и сензори, за които е известно, че дават фиксирани отклонения от реалните показатели. Също така те идентифицират и сигнализират за стойности, които са извън очакваните граници. Това спомага за ранното откриване на дефектирани възли и компоненти. Информацията за очакваните гранични стойности на различните видове сензори се поддържа в базата с мета данни. Там се съхраняват и данните, необходими за корекция на определени величини от определени възли.

По-нататък унифицираните от адаптерите данни се предават към следващия слой, който е изграден от две различни системи с различно предназначение. Едната е Influx Database, в която директно се записват унифицираните данни. Тази база данни се използва от консуматори,

които се интересуват от моментните и средните стойности в определен период от време – напр. визуализация на определени величини върху карта или на графики на изменение на стойностите (напр. Grafana). Втората система в този слой е предназначена за трансформиране на унифицирания пакет данни в REST заявка, която се предава към последния слой – предоставящ SensorThings API. Трансформирането се извършва чрез Node-Red – система, която позволява визуално изграждане на трансформираща логика, чрез използване на възли с предефинирана бизнес-логика. Това дава възможност за намаляване на усилията свързани с имплементирането на този слой, както и облекчаване на поддръжката при необходимост от добавяне на нови правила за нови сензори и възли.

Трансформиращата логика също борави с мета данните, които съдържат описание на специфичните възли и сензори. От един унифициран пакет данни, подаден от адаптер, трансформиращата логика генерира набор от REST заявки към SensorThings API [6] – по една за всяка величина.

Заключение

Архитектурата на регионалния център за данни позволява суровите данни, които се генерират от разнообразни по вид сензори, групирани в различни възли, с различна архитектура, да бъдат унифицирани и достъпни за трети системи чрез стандартен интерфейс. Това дава възможност за интегриране на регионалния център за данни в независими работни потоци, анализиращи данните в реално време.

Благодарности

Тази работа е подкрепена от Фонд „Научни изследвания“ по грант № КР-06-Н36/2, проект BG PLANTNET „Създаване на национална информационна мрежа Генбанка – растителни генетични ресурси“ и частично подкрепена от проект № МУ21-ФМИ-002 „Извличане на знания от сензорни данни на отворена мрежа“ към НПД на Пловдивски университет.

Литература

- [1] E. Doychev, A. Terziyski, P. Atanasova, O. Rahneva, V. Ivanova, A. Stoyanova-Doycheva, A Regional Data Center for Intelligent Agriculture, *2021 Big Data, Knowledge and Control Systems Engineer-*

- ing* (BdKCSE), 28–29 Oct. 2021, DOI:10.1109/BdKCSE53180.2021.9627285, Electronic ISBN: 978-1-6654-1042-7.
- [2] <https://www.adcon.com/products/sensors-284/precision-soil-probes-2469>
- [3] https://www.mouser.bg/datasheet/2/744/Soil_Moisture_26Temperature_26EC_Sensor_User_Manua-1878431.pdf
- [4] <https://www.adcon.com/products/sensors-284/wet-leaf-wetness-sensor-1759>
- [5] <https://www.mouser.bg/ProductDetail/Seeed-Studio/314990738?qs=DRkmTr78QATemsGz2M0fHg%3D%3D>
- [6] F. Liu, Xs. Mao, Jx. Zhang, et al. Isothermal diffusion of water vapor in unsaturated soils based on Fick’s second law. *J. Cent. South Univ.* 27, 2020, 2017–2031, <https://doi.org/10.1007/s11771-020-4427-6>.
- [7] <https://www.ogc.org/standards/sensorthings>

Емил Дойчев¹, Атанас Терзийски², Стоян Тенев³,
Ася Стоянова-Дойчева^{4,*}, Александър Петров⁵
^{1,2,3,4,5} Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“
^{1,4,5} Факултет по математика и информатика
^{2,3} Химически Факултет
Автор за кореспонденция: astoyanova@uni-plovdiv.bg

REGIONAL DATA CENTRE ARCHITECTURE FOR SMART CROP PRODUCTION IN PLOVDIV REGION

Emil Doychev, Atanas Terziiski, Stoyan Tenev,
Asya Stoyanova-Doycheva, Aleksandar Petrov

Abstract. *This article will present the architecture of the Regional Data Center in the Plovdiv region. The main repositories that store data from various IoT devices located in the plant fields will be presented. Processing this raw data and preparing it in a form suitable for use by intelligent components so that inferences and predictions can be made for better crop cultivation is also discussed in the paper.*

Key Words: regional data center, intelligent agriculture.