

Ministerul Educației și Cercetării Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică
Departament Informatică și Ingineria Sistemelor

Admis la susținere

Șefa departament : conf. univ., dr. V. Sudacevschi

_____” _____

Sistem IoT pentru control și monitorizare a cultivării culturii biologice pentru domeniul de brutărie casnică

Teză de master în

Calculatoare și Rețele Informaționale

Masterand: _____ (st. gr. CR-221M Artiom Cazac)

Conducător: _____ (conf. univ., dr. Irina Cojuhari)

Chișinău – 2024

ADNOTARE

La teza de master: „Sistem IoT pentru control și monitorizare a cultivării culturii biologice pentru domeniul de brutărie casnică”,

elaborat de Cazac Artiom, Chișinău, 2023

Cuvinte cheie: IoT, conexiuni fără fir, sistem automat, culturi biologice.

Scopul lucrării este de a proiecta și implementa un sistem IoT pentru urmărirea și controlul creșterii culturilor biologice.

În cadrul acestei teze de master a fost creat un sistem automat de control a procesului de creștere a culturilor biologice și a fost proiectată interfața WEB, care oferă posibilitate de monitorizarea stării culturii biologice. Sistemul este complet automatizat și nu necesită intervenție umană. Sistemul funcționează în baza unei rețele locale Wi-Fi, ceea ce îi permite să fie utilizat cu orice dispozitiv cu acces la Internet.

Sistemul automat pentru cultivare a culturilor biologice este simplu în utilizare și oferă o interfață utilizator simplă, care permite de a optimiza procesul de creștere a culturilor biologice. Aceasta lucrare trece în revista studiile efectuate cu privire la cultivarea culturilor biologice în incubatoare și prezintă o analiză a metodelor de control a principalilor parametri, care afectează calitatea culturilor biologice. Soluțiile propuse pentru cultivarea culturilor biologice se bazează pe tehnologiile IoT și sunt deosebit de interesante, oferind posibilitatea de a obține rezultate destul de bune în procesul de creștere a culturilor biologice, fără a se aprofunda în complexitatea procesului.

Tehnologiile utilizate sunt: Wi-Fi, WEB, HTML, UART.

Capitolul 1 prezintă analiza domeniului de creștere a culturilor biologice, sunt analizate soluțiile tehnologice oferite pe piață, se analizează algoritmi de conducere: clasici și inteligenți.

Capitolul 2 conține descrierea procesului de proiectare a sistemului automat pentru cultivare a culturilor biologice.

Capitolul 3 prezintă soluția software pentru monitorizarea și conducerea procesului de creștere a culturilor biologice.

ANNOTATION

On the Master thesis “IoT System for Control and Monitoring of Organic Crop Cultivation for Home Bakery Field”

elaborated by Cazac Artyom. Chişinău, 2023

Keywords: IoT, wireless, Biological crops.

The goal of the work is to design and implement an IoT system for tracking and controlling the growth of biological crops.

In the framework of this master's thesis, an automatic system for managing the process of growing biological crops was created and the WEB interface was designed, which offers the possibility of monitoring the state of the biological culture. The system is fully automated and requires no human intervention. The system works on the basis of a local Wi-Fi network, which allows it to be used with any device with Internet access.

The automatic system for growing biological crops is simple to use and offers a simple user interface that allows to optimize the process of growing biological crops. This paper reviews the studies carried out on the cultivation of biological crops in incubators and presents an analysis of the methods of regulation of the main parameters affecting the quality of biological crops. The proposed solutions for the cultivation of biological crops are based on IoT technologies and are particularly interesting, offering the possibility of obtaining quite good results in the process of growing biological crops without delving into the complexity of the process.

The technologies used are: Wi-Fi, WEB, HTML, UART.

Chapter 1 Describes the analysis of plant solutions for growing biological crops, as well as methods for regulating the main characteristics.

Chapter 2 Describes the design of the hardware of the device.

Chapter 3 Describes writing software for a previously designed system in accordance with all the requirements studied at the stage of analysis of factory solutions and control algorithms.

АННОТАЦИЯ

К магистерской работе: “IoT-система для контроля и мониторинга выращивания органических культур для домашней пекарни”

разработан Казаком Артемом, Кишинев, 2023 г.

Ключевые слова: IoT, wireless, Биологические культуры.

Цель работы – спроектировать и внедрить IoT-систему для отслеживания и контроля роста биологических культур.

В рамках магистерской работы создана автоматическая система управления процессом выращивания биологических культур и спроектирован WEB-интерфейс, предоставляющий возможность мониторинга состояния биологической культуры. Система полностью автоматизирована и не требует вмешательства человека. Система работает на основе локальной сети Wi-Fi, что позволяет использовать ее с любого устройства, имеющего доступ в Интернет.

Автоматическая система выращивания органических культур проста в использовании и предлагает простой пользовательский интерфейс, позволяющий оптимизировать процесс выращивания органических культур. В статье рассмотрены исследования, проведенные по выращиванию биологических культур в инкубаторах, и представлен анализ методов регулирования основных параметров, влияющих на качество биологических культур. Предлагаемые решения по выращиванию биологических культур основаны на технологиях IoT и представляют особый интерес, предлагая возможность получения достаточно хороших результатов в процессе выращивания биологических культур, не вникая в сложность процесса.

Использованные технологии: Wi-Fi, WEB, HTML, UART.

Глава 1 Описывает анализ заводских решений для выращивания биологических культур, а так же методы регулирования основных характеристик.

Глава 2 Описывает проектирование аппаратной части устройства.

Глава 3 Описывает написание программного обеспечения для ранее спроектированной системы согласно всем требованиям определенным на этапе анализа заводских решений и алгоритмов регулирования.

Содержание

Список терминов	9
ВВЕДЕНИЕ	10
1. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ IoT В ДОМАШНЕМ ХЛЕБОПЕКАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	11
1.1 Введение в IoT	11
1.2 Бытовое применение IoT	12
1.3 Анализ устройств	14
1.3.1. Краткое описание процесса инкубации биологических культур	14
1.3.2. Типы инкубаторов	14
1.3.3. Сравнение инкубаторов	17
1.4 Основы регулирования	17
1.4.1. Введение в принципы регулирования	17
1.4.2. Алгоритм регулирования Fuzzy	18
1.4.3. Компонент P	20
1.4.4. Компонент I	21
1.4.5. Компонент D	22
1.4.6. PID регулятор	22
1.4.7. Сравнение Fuzzy регулятора и PID регулятора	24
1.4.8. Описание PID регулирования с точки зрения программирования	25
1.5 Применение PID регулирования на практике	27
1.6 Поставленные задачи	27
1.7 Выделение достоинств и недостатков реализуемой системы	28
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ И КОНТРОЛЯ РОСТА БИОЛОГИЧЕСКИХ КУЛЬТУР	29
2.1 Определение необходимого функционала системы	29
2.2 Разработка нагревательного элемента	31
2.4 Проектирование цепи питания	42
2.4.1 Проектирование шины переменного тока	42
2.4.2 Подсчет мощности устройств в системе и выбор источника питания	43
2.4.3 Применение понижающего преобразователя для питания элементов	45
2.5 Проектирование PWM-PID драйвера для нагревательного элемента	45
2.6 Разработка системы подключения внешних устройств	46
2.7 Сравнение с аналогами	47
3. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РОСТА БИОЛОГИЧЕСКИХ КУЛЬТУР	49
3.1 Распределения задач между микроконтроллерами	49
3.2 Разработка WEB интерфейса	50
3.3 Структурирование кода микроконтроллера Arduino Mega	53
3.3.1 Управление миксером в системе	54
3.3.2 Отслеживание роста биологической культуры	54
3.3.3 Отслеживание температуры в системе	57
3.3.4 Регулирование температуры в системе по средствам PID регулирования	57
3.3.5 Метод подключения внешних устройств	58
3.4 Структурирование кода микроконтроллера ESP8266	59
3.5 Передача данных по UART по средствам метода Point-to-Point	60
Вывод	62
Библиография	63
Приложение 1. Программное обеспечение проекта	65

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире, где технологии стали неотъемлемой частью повседневной жизни, понятие Internet of Things (IoT) приобретает все большее значение. Несмотря на первоначальное восприятие IoT как сложной и недоступной технологии, сегодня данная технология стала доступной для каждого, с точки зрения стоимости и доступности понимания теории об IoT. IoT открывает перед людьми огромные перспективы для применения в различных сферах.

Интернет вещей предоставляет возможность управлять устройствами и собирать данные из разных источников с помощью интернет-соединения. Например, находясь в любой точке мира можно отследить состояние микроклимата в доме и т.д. Эта концепция может быть применена в разнообразных сценариях и отраслях. Один из таких примеров - домашние хлебопечение.

Кроме того, IoT легко интегрируется с современными смартфонами, которые стали неотъемлемой частью повседневной жизни каждого человека. Смартфоны способны подключаться к системам с помощью разных и распространённых интерфейсов, таких как Bluetooth и Wi-Fi. Это сильно упрощает задачу отслеживания состояния в системе, а также обеспечивает эффективную коммуникацию между системой и пользователем, выполняя роль НМИ (Human Machine Interface). С использованием смартфона в качестве интерфейса пользователи получают привычный и удобный способ управлять устройством и получать информацию о его работе. Этот аспект сделал IoT более доступным и функциональным для широкого круга пользователей.

Многие люди выпекают свой хлеб по разным причинам. В поисках совершенства и удобства в приготовлении хлеба, люди активно исследуют различные способы улучшения этого процесса. Одним из методов является применение технологий IoT. На IoT устройство можно переложить определенные рутинные задачи с которыми система будет справляться куда точнее, а что самое главное человеческий фактор таким образом сводится к минимуму. Система четко следит за временем, моментально реагирует на изменения, в то время как человек может допустить ошибку.

С развитием современных технологий и доступностью Internet of Things предоставляется возможность сделать приготовление хлеба еще более удобным. Поэтому, разработка IoT устройства для выращивания биологической культуры, как основы для теста представляет собой актуальное и перспективное направление.

Целью данной магистерской работы является разработка IoT устройства для выращивания биологической культуры, которое поможет людям, занимающимся домашней выпечкой, повысить качество своих изделий. Такое устройство позволит контролировать и оптимизировать процессы поднятия теста, выпечки и охлаждения, обеспечивая постоянное качество хлеба.

Библиография

1. YoLong: *Стационарный инкубатор*, ©2024 [цитат 10.10.2023]. Disponibil: <https://yolongbrevvtech.com/ru/product/products-fermenters-fermentation-vessels-tanks/>
2. BIOBASE: *Подвижный лабораторный инкубатор*, ©2024 [цитат 10.10.2023]. Disponibil: <http://ru.biobase.com/product/mould-incubatorbjpx-mn>
3. Имид Аквакультура: *Инкубационный шкаф*, ©2024 [цитат 10.10.2023]. Disponibil: <http://surl.li/olbih>
4. ПРООборудования: *Мультитермостат*, ©2005-2024 [цитат 10.10.2023]. Disponibil: <https://prooborudovanie.com/laboratornye-termostaty/pro-tso-5-100-60>
5. Снекс милк: *Заквасочная система*, ©2010-2024 [цитат 10.10.2023]. Disponibil: <https://sneks.ru/Product.aspx?urlkey=modul-vneseniya-zakvaski>
6. Active Fisher: *Принцип работы эхолотатора*, ©2019-2024 [цитат 26.11.2023]. Disponibil: <https://activefisher.net/kak-polzovatsa-eholotom-princip-raboty-eholota/>
7. I. Cojuhari, "*Data-Driven Control of the Second Order Inertial Systems with Astatism*" 2023 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), Craiova, Romania, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIELMEN59038.2023.10290771.
8. I. Fiodorov, I. Cojuhari, B. Izvoreanu, N. Popovici and D. Moraru, "*Hybrid Fuzzy-PID Controller with Auto-Tuning According to the Stability Degree of the System*" 2023 24th International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS), Bucharest, Romania, 2023, pp. 22-27, doi: 10.1109/CSCS59211.2023.00013.
9. I. Cojuhari, I. Fiodorov, B. Izvoreanu and D. Moraru, "*Synthesis of PID Controller for the Automatic Control System with Imposed Performance based on the Multi-Objective Genetic Algorithm*" 2020 International Conference and Exposition on Electrical And Power Engineering (EPE), Iasi, Romania, 2020, pp. 598-603, doi: 10.1109/EPE50722.2020.9305638.
10. V. Ababii, V. Sudacevschi, M. Podubnii and I. Cojuhari, "*Sensors network based on mobile robots*" 2014 International Conference on Development and Application Systems (DAS), Suceava, Romania, 2014, pp. 70-72, doi: 10.1109/DAAS.2014.6842430.
11. I. Cojuhari, I. Fiodorov, B. Izvoreanu and D. Moraru, "*Synthesis of PID Algorithm for Speed Control of the DC Motor*" 2022 International Conference on Development and Application Systems (DAS), Suceava, Romania, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/DAS54948.2022.9786125.
12. Рос Качество: *Бытовое применение IoT*, ©2024 [цитат 10.10.2023]. Disponibil: <https://rskrf.ru/tips/eksperty-obyasnyayut/chto-takoe-iot-i-zachem-on-nuzhen/>

13. SASWELL: *Смарт термостаты*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: https://ru.saswell.com/blog/smart-thermostats-survey_b13
14. EstaDoor: *Смарт замки*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: <https://www.estadoor.ru/sovety/smart-zamki-dlya-dverej/>
15. SvetilnikOFF: *Умные светильники*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: <https://svetilnikof.com.ua/blog/chto-takoe-umnyi-svetilnik>
16. Security-Club: *Протокол Zigbee*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: <https://security-club.ru/articles/obzor-protokola-zigbee/>
17. SmartHOFF: *Смарт системы безопасности*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: <https://smarthof.ru/info/sistemy-bezopasnosti-umnogo-doma/>
18. Xiacom: *Смарт холодильник*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: <https://xiacom.ru/articles/umnyy-kholodilnik-chto-eto-i-kak-on-rabotaet/>
19. Sekta Science: *Умные весы*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: <https://sektascience.com/2022/07/umnye-vesy-ili-net/>
20. Yellow home: *Умные умывальники*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: <https://yellowhome.ru/2017/06/01/smart-texnologii-na-poroge-vanno-j-komnaty/>
21. Всё Smart: *Умные шторы*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: <http://surl.li/ozhqс>
22. Home Connect: *Умные кофемашины*, ©2024 [citat 10.10.2023]. Disponibil: https://www.home-connect.com/kz/ru/smart_home_appliances/kofe-maschi