



TUPROQ NPK SENSORI VA ARDUINO: O'SIMLIK LARNI SOG'LOM O'STIRISH UCHUN AQLLI MONITORING TIZIMI

Kamolaxon Haydarova

Qo'qon Universiteti o'qituvchisi

MAQOLA HAQIDA	ANNOTATSIYA / АННОТАЦИЯ / ANNOTATION
Qabul qilindi: 24-dekabr 2024-yil Tasdiqlandi: 26-dekabr 2024-yil Jurnal soni: 13 Maqola raqami: 94 DOI: https://doi.org/10.54613/ku.v13i.110 KALIT SO'ZLAR / КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА / KEYWORDS <i>Arduino, NPK sensor, azot, fosfor, kaliy, OLED display, RS485(MAX845) moduli, Bluetooth.</i>	Ushbu maqolada qishloq xo'jaligida tuproqning azot (N), fosfor (P) va kaliy (K) tarkibini aniqlash uchun qo'llaniladigan sensorlar va zamonaviy texnologiyalar tahlil qilinadi. Qishloq xo'jaligida tuproq sifatini va unumdorligini oshirish maqsadida innovatsion texnologiyalarni qo'llash, ayniqsa, an'anaviy vaqti o'tkazuvchi va qimmat laboratoriya usullaridan voz kechishga imkon beradi. Sensor texnologiyalarining rivojlanishi tuproqning ozuqa moddalari haqida aniq va tezkor ma'lumotlarni olishni ta'minlaydi. Shu bilan birga, bu texnologiyalar orqali olingan natijalar fermerlarga real vaqtda to'g'ri qarorlar qabul qilish imkoniyatini yaratadi. Arduino va Soil NPK Sensor (Tuproq NPK datchigi) kombinatsiyasidan foydalanib, tuproq tarkibini o'lchash va ushbu ma'lumotlarni OLED displeyda yoki Android ilova orqali ko'rsatish mumkin. Ushbu maqolada Soil NPK Sensorining ishlash tamoyillari, texnik xususiyatlari va Arduino bilan integratsiyasi batafsil yoritiladi.

Kirish

Tuproq unumdorligi o'simliklarning sog'lom o'sishi va yuqori hosil olish uchun muhim omillardan biridir. O'simliklar hayotiy faoliyati uchun kerak bo'lgan 17 ta asosiy elementdan 14 tasi tuproq orqali olinadi, uchta elementi esa havo va suv orqali qabul qilinadi. Ushbu elementlardan azot (N), fosfor (P), va kaliy (K) eng muhim hisoblanib, ular tijorat o'g'itlarida keng qo'llaniladi. Shu sababli, tuproqning NPK tarkibini aniq o'lchash va monitoring qilish o'simliklar uchun optimal sharoit yaratishda muhim ahamiyatga ega.

O'zbekiston Respublikasida qishloq xo'jaligi sohasidagi avtomatlashtirish darajasi hozirgi kunda o'rtacha darajada rivojlanmoqda. O'zbekiston qishloq xo'jaligida avtomatlashtirish darajasi hozirgi kunda 10-20% atrofida bo'lib, bu texnologiyalar asosan yirik fermer xo'jaliklari va agrar korxonalarda keng qo'llanilmoqda. Kichik va o'rta fermer xo'jaliklarida bu jarayonlar hali rivojlanayotgan bo'lib, kelajakda ularga ko'proq imkoniyatlar yaratish uchun davlat tomonidan qo'shimcha rag'batlantirish va infratuzilma rivojlanishi talab etiladi.

Tuproq NPK sensorlarining rivojlanishi: NPK sensorlari tuproqdagi ozuqa moddalari darajasini o'lchash uchun ishlab chiqilgan bir nechta turdagi qurilmalardan iborat. Ushbu sensorlar an'anaviy laboratoriya tahlillariga qaraganda ancha qulay, iqtisodiy va samarali variantlarni taqdim etadi. Sensorlar o'zining kichik o'lchami, arzonligi, past quvvat sarfi va tezkor aniqligi bilan ajralib turadi. Sensorlarni rivojlantirishning asosiy yo'nalishi – ularni yanada ixcham, arzon va samarali qilishdir.

Internet of Things (IoT) va mashina o'rganish texnologiyalari: So'nggi yillarda IoT texnologiyalari va mashina o'rganish (ML) metodlari tuproqni monitoring qilish va uning tarkibini aniqlashda keng qo'llanilmoqda. IoT tizimlari sensorlar orqali olingan ma'lumotlarni tarmoqqa uzatishga va masofaviy monitoringni amalga oshirishga yordam beradi. ML texnologiyalari esa sensorlar orqali yig'ilgan ma'lumotlar asosida tuproq tarkibi haqida aniq prognozlar qilish imkoniyatini yaratadi. ML yordamida tuproqdagi ozuqa moddalari (N, P, K) darajalarini aniq prognoz qilish mumkin, bu esa fermerlarga o'z resurslarini samarali taqsimlashga yordam beradi.

An'anaviy va zamonaviy metodlar: Tuproq o'rganish uchun qo'llaniladigan metodlar ikki guruhga bo'linadi: an'anaviy va zamonaviy. An'anaviy metodlar laboratoriya tahlillari orqali amalga oshiriladi, lekin ular vaqt va mablag' talab qiladi. Zamonaviy metodlar esa sensorlar, IoT tizimlari va ML yordamida o'z vaqtida va samarali natijalar olishni ta'minlaydi. Shu bilan birga, yangi texnologiyalar tuproq monitoringini tez va arzon qilishga yordam beradi.

Kelajak istiqbollari: Sensorlar va IoT tizimlarining rivojlanishi qishloq xo'jaligi sohasida tuproqni monitoring qilishning yangi imkoniyatlarini yaratadi. O'rganilayotgan sohalar orasida yuqori aniqlikda ishlov beradigan, keng tarqalgan va arzon sensorlarni ishlab

chiqish alohida e'tiborga loyiqdir. Shuningdek, ML va IoT texnologiyalari orqali tuproqdan olingan ma'lumotlarni real vaqtda tahlil qilish, natijalar asosida samarali qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

Qishloq xo'jaligida avtomatlashtirishni amalga oshirgan olimlarning ishlari tahlil qilish, bu sohadagi innovatsion yondashuvlarni va texnologiyalarning o'sib borayotgan rolini yaxshilab tushunishga yordam beradi. Avtomatlashtirish texnologiyalarining qishloq xo'jaligiga kiritilishi tufayli fermerlar uchun samaradorlikni oshirish, resurslarni tejash va ekologik barqarorlikni ta'minlash imkoniyatlari yaratildi. Quyida bu sohadagi olimlar tomonidan amalga oshirilgan ishlarning tahlili, ularning yutuqlari va kamchiliklari keltirilgan.

O'g'itlash jarayonlarini avtomatlashtirish bo'yicha bir qancha olimlar izlanishlar olib bordilar. Masalan, Zhang va boshqalar (2020) [1] tomonidan olib borilgan tadqiqotda, NPK datchiklari va IoT tizimlari yordamida o'g'itlash jarayonini optimallashtirishga qaratilgan tizim ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, tuproqning real vaqt rejimida monitoring qilinishi orqali o'g'itlash miqdori aniq belgilandi va bu jarayonni samarali boshqarishga imkon yaratdi. Ularning ishlari tuproq unumdorligini oshirish va ekologik izni kamaytirish nuqtai nazaridan muhimdir.

Lee va boshqalar (2019) [2] irrigatsiya tizimlarini avtomatlashtirishga oid tadqiqotlar olib borib, IoT va sun'iy intellekti qo'llash orqali sug'orishni optimallashtirish usullarini ishlab chiqdilar. Ularning ishlari, tuproq namligini o'lchash sensorlari va AI algoritmlari yordamida sug'orish tizimining samaradorligi oshirildi. Tizim avtomatik ravishda tuproqdagi suv miqdorini kuzatib boradi va kerakli vaqtda o'g'itlash va sug'orishni amalga oshiradi. Bu usul nafaqat suvni tejash, balki hosilning sifatini yaxshilashga ham yordam beradi.

Kumar va boshqalar (2021) [3] o'z tadqiqotlarida mobil ilovalar va masofaviy monitoring tizimlarini ishlab chiqishga qaratilgan yondashuvni ko'rib chiqdilar. Ularning ishlari, tuproq holatini masofadan kuzatish, real vaqtda NPK o'lchovlarini olish, va fermerlarga doimiy ma'lumotlar taqdim etishning samaradorligini tasdiqladi. Mobil ilovalar orqali fermalarda yerning holati tezda tahlil qilinadi, va fermerlar o'g'itlash yoki sug'orish haqida to'g'ri qarorlar qabul qilishlari mumkin. Bu yondashuv ayniqsa kichik va o'rta fermerlar uchun juda foydalidir, chunki ular zamonaviy texnologiyalarni kam xarajat bilan qo'llay olishadi.

Santos va boshqalar (2020) [4] tomonidan olib borilgan tadqiqotda, avtomatlashtirilgan qishloq xo'jaligi texnikasi (masalan, traktorlarda robototexnika va sun'iy intellekt) qo'llanilishi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, bu texnikalar 40% ga oshirishga erishildi. Ular taklif qilgan tizimlar orqali manpalar va vaqtni tejash, mehnat samaradorligini oshirish va ekologik izni kamaytirish mumkinligini ko'rsatdilar.

Zhang va Chen (2021) [5] tomonidan olib borilgan ishda, sun'iy intellektni qishloq xo'jaligida qo'llash orqali avtomatlashtirilgan tizimlar ishlab chiqildi. Ular, ma'lumotlarni tahlil qilish, o'g'itlashni optimallashtirish va biodiversitetni saqlashga qaratilgan algoritmlar yordamida innovatsion yechimlarni taklif qilishdi. AI tizimlari yordamida avtomatik ravishda tuproqning xususiyatlarini prognozlash va zaruriy choralarini ko'rish mumkin. Bu texnologiyalar nafaqat samaradorlikni oshirish, balki ekologik barqarorlikni ta'minlashda ham katta rol o'ynaydi.

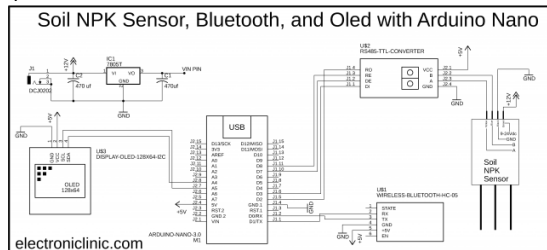
Avtomatlashtirish tizimlarining qishloq xo'jaligiga tatbiq etilishi bir qancha qiyinchiliklarga duch keladi. Solishtirish va monitoring tizimlarining yuqori narxi va tuproqning har xil sharoitlarda turli javoblar berishi tizimning samarali ishlashiga to'sqinlik qilishi mumkin. Kichik fermerlar uchun bu texnologiyalarni joriy etish ko'pincha moliyaviy jihatdan qiyin bo'ladi, chunki ilg'or texnologiyalarning sotib olish va o'rnatish xarajatlari yuqori bo'ladi. Shuningdek, texnik va ilmiy bilimlarning cheklanganligi ham ba'zi holatlarda tizimlarni samarali ishlatishda muammolarni keltirib chiqaradi. Ushbu maqolada shunday loyihalarning birini yasash va uni amaliyotga tadbiq qilish haqida ma'lumotlar berilgan.

Usullar

Ushbu loyihada ishlatiladigan sensorlar va aktuatorlar haqida avvalgi maqolalarimizda [6] ma'lumotlar berib o'tilgan. O'simlik o'sishi uchun aqli monitoring qilish tizimi bir nechta sensor va aktuatorlarni Arduino platformasida jamlaydi. Ushbu tizimni qurish uchun quyidagi komponentlar ishlatiladi:

- Soil NPK Sensor (Tuproq tarkibini o'lchovchi datchik)
- Arduino Nano (asosiy boshqaruvchi modul)
- MAX485 RS-485 interfeysi (Modbus protokoli orqali ma'lumot almashish uchun)
- SSD1306 OLED display (tuproq tarkibiy qismlarini ko'rsatish uchun)
- HC-05 yoki HC-06 Bluetooth moduli (Android ilova bilan ulanish uchun)
- 12V quvvat manbai (sensor va Arduino uchun)

Tuproq NPK datchigi Modbus RTU protokoli orqali ishlaydi va RS485 interfeys orqali Arduino bilan bog'lanadi. Sensor 9V-24V kuchlanishda ishlaydi va tuproq tarkibini mg/kg birliklarida aniqlaydi.



1-sxema. Tuproqning makroelementlarini aniqlab beruvchi tizim loyihasi ulanish sxemasi. (O'ng tarafdin: NPK sensori, Max485 moduli, Bluetooth, Arduino NANO, OLED displeyi)
Qurilmaning ulanish sxemasi: (1-jadval)

Tuproq NPK Sensorining o'zaro ulanishi quyidagi sxema asosida amalga oshiriladi:

Sensorning VCC pini — 12V quvvat manbaiga ulanadi.

GND pini — Arduino GND piniga ulanadi.

A va B pinlari — MAX485 interfeys modulining mos keluvchi pinlariga ulanadi.

MAX485 interfeysining RO va DI pinlari — Arduino D2 va D3 pinlariga ulanadi.

HC-05 Bluetooth moduli TX va RX pinlari — Arduino RX va TX pinlariga ulanadi.

OLED display — Arduino A4 (SDA) va A5 (SCL) pinlariga ulanadi.

1-jadval. Loyiha qurilmalarining ulanish holati.

Qurilma	Pin	Ulanadigan joyi
NPK sensor	VCC	12V quvvat manbai
	GND	Arduino GND
	A	Max485 A
	B	Max485 B
MAX485	VCC	Arduino 5V
	GND	Arduino GND
	RO	Arduino D2
	DI	Arduino D3
	DE/RE	Arduino D4
	A	NPK Sensor A
HC-05 Bluetooth	B	NPK Sensor B
	VCC	Arduino 5V
	GND	Arduino GND
	TX	Arduino D0 (RX)
OLED Display	RX	Arduino D1 (TX)
	VCC	Arduino 5V
	GND	Arduino GND
	SDA	Arduino A4
	SCL	Arduino A5

Dasturiy ta'minot va Modbus so'rovlar:

Arduino dasturida SoftwareSerial va Modbus kutubxonalari ishlatiladi. Sensor quyidagi Modbus buyruqlari orqali boshqariladi:

Azotni (N) o'qish uchun: 0x01, 0x03, 0x00, 0x1E, 0x00, 0x01, 0xE4, 0x0C

Fosforini (P) o'qish uchun: 0x01, 0x03, 0x00 0x1F, 0x00, 0x01, 0xB5, 0xCC

Kaliyni (K) o'qish uchun: 0x01, 0x03, 0x00, 0x20, 0x00, 0x01, 0x85, 0xC0

Dastur ushbu buyruqlarni ketma-ket yuborib, natijalarni OLED displeyda va Android ilovada aks ettiradi.

Dasturning kod qismini yozishda bir nechta kutubxonalardan foydalaniladi. Loop() va Setup() funksiyalarini bajarishdan oldin mavjud qurilmalarning ishlash holati e'lon qilib boriladi. Quyida dasturning kirish qismi uchun namuna kodi berilgan.

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

// For the i2c supported Oled display module which is 128x64
#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels
#define OLED_RESET -1 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

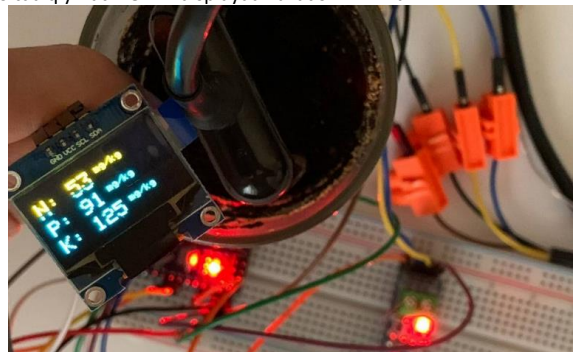
#define RE 8
#define DE 7

// The following are the Inquiry frames which are send to the NPK sensor
//for reading the Nitrogen, Phosphorus, and Potassium values
// We defined three arrays with names nitro_inquiry_frame, phos_inquiry_frame, and i
// Each inquiry frame have 8 values
const byte nitro_inquiry_frame[] = {0x01, 0x03, 0x00, 0x1E, 0x00, 0x01, 0xE4, 0x0C};
const byte phos_inquiry_frame[] = {0x01, 0x03, 0x00, 0x1F, 0x00, 0x01, 0xB5, 0xCC};
const byte pota_inquiry_frame[] = {0x01, 0x03, 0x00, 0x20, 0x00, 0x01, 0x85, 0xC0};

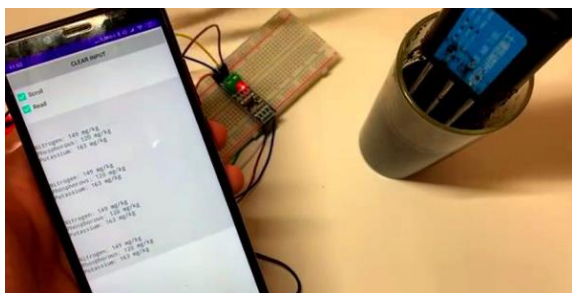
byte values[11];
SoftwareSerial modbus(2,3);
```

Natijalar

Shakllantirilgan dastur kod qismi Arduino IDE dasturi orqali Arduino mikrokontrolleriga yuboriladi. Dasturni ishga tushirib NPK sensor qiymat o'lchanishi kerak bo'lgan tuproqqa qo'yiladi. Kerakli sharoitda qiymatni OLED displeyda kuzatishimiz mumkin.



1-rasm. Qiymatlarning OLED displeyda ko'rinish holati



2-rasm. Qiymatlarning android telefonda ko'rinish holati

Tizim sinovdan o'tkazildi va quyidagi natijalarga erishildi:

1. Tuproq NPK Sensorining aniqligi $\pm 2\%$ F.S. gacha bo'lib, tajriba natijalari standart laboratoriya sinovlari bilan taqqoslanganda qoniqarli natijalar berdi.

2. OLED display orqali real vaqtda ma'lumot aks ettirildi, bu esa fermerlar va tadqiqotchilar uchun tezkor monitoring qilish imkonini yaratdi.

3. HC-05 Bluetooth orqali Android ilovaga ma'lumotlar yuborildi, foydalanuvchilar ilova orqali tuproq tarkibini masofadan kuzatish imkoniyatiga ega bo'ldi.

Muhokama

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, Soil NPK Sensor va Arduino platformasi kombinatsiyasi qishloq xo'jaligida aqlli monitoring tizimi yaratish uchun samarali yechim bo'lishi mumkin. Tizim quyidagi afzalliklarga ega:

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Lou, X., Zhang, L., Zhang, X., Fan, J., & Li, C. (2020, November). Design of intelligent farmland environment monitoring system based on wireless sensor network. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1635, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
2. Li L. et al. Two-dimensional mosaic bismuth nanosheets for highly selective ambient electrocatalytic nitrogen reduction //Acs Catalysis. – 2019. – T. 9. – №. 4. – C. 2902-2908.
3. Visvesvaran, C., Kamalakannan, S., Kumar, K. N., Sundaram, K. M., Vasan, S. M. S. S., & Jafrrin, S. (2021, October). Smart greenhouse monitoring system using wireless sensor networks. In 2021 2nd

Ko'chma va foydalanishga qulay: Qurilma oson ko'chiriladi va har qanday turdagi tuproqni o'lchash mumkin.

Arzon va iqtisodiy samarador: Tijorat laboratoriyalarida NPK o'lchash qimmat bo'lsa, ushbu tizim kam xarajat bilan aniq natijalar taqdim etadi.

Masofaviy monitoring imkoniyati: Bluetooth orqali Android ilova yordamida real vaqt rejimida kuzatish mumkin.

Biroq, tizimning ayrim cheklavlari ham mavjud:

Sensor faqat 5°C dan 45°C gacha bo'lgan haroratda ishlaydi, juda sovuq yoki issiq sharoitlarda natijalar noto'g'ri bo'lishi mumkin.

O'lchash faqat 0-1999 mg/kg oralig'ida amalga oshiriladi, agar tuproq tarkibidagi elementlar ushbu diapazondan tashqarida bo'lsa, qo'shimcha sinovlar talab qilinadi.

Xulosa: Tuproq monitoringi sohasidagi texnologiyalarni rivojlantirish va ularni amaliyotga joriy etish, fermerlarga yuqori hosil olish va resurslarni samarali ishlatish imkoniyatini yaratadi. Sensorlar, IoT tizimlari va mashina o'rganish texnologiyalarining integratsiyasi kelajakda tuproqni boshqarish va kuzatish jarayonlarini sezilarli darajada optimallashtiradi.

Ushbu maqolada Arduino va Soil NPK Sensor asosida tuproq unumdorligini monitoring qilish tizimi yaratildi va tajribalar orqali sinovdan o'tkazildi. Tizim aniq, tezkor va foydalanuvchilar uchun qulay bo'lib, qishloq xo'jaligi va ilmiy tadqiqotlarda keng qo'llanilishi mumkin.

Tuproqni kuzatishning ushbu innovatsion yondashuvi fermerlarga o'g'itlash jarayonini optimallashtirishga, hosildorlikni oshirishga va resurslardan samarali foydalanishga yordam beradi.

international conference on smart electronics and communication (ICOSEC) (pp. 96-101). IEEE.

4. González-Santos S. P. Creating Life: An Embryo Assembly Line //Beauty and Monstrosity in Art and Culture. – Routledge. – C. 153-161.

5. Wang, S., Zhou, C., Zhang, D., Chen, L., & Sun, H. (2021). A deep learning framework design for automatic blastocyst evaluation with multifocal images. IEEE Access, 9, 18927-18934.

6. Haydarova K. ROBOTOTEXNIKADA SENSORLAR VA AKTUATORLAR. MA'LUMOT CHIQUVCHI DISPLAY TURLARI //QO'QON UNIVERSITETI XABARNOMASI. – 2024. – T. 13. – C. 366-371.