



ROBOTOTEXNIKADA SENSORLAR VA AKTUATORLAR. MA'LUMOT CHIQARUVCHI DISPLAY TURLARI

Haydarova Kamolaxon Zokirjon qizi

Qo'qon Universiteti Raqamli texnologiyalar va matematika kafedrasida o'qituvchisi

haydarova.kamolaxon@gmail.com

MAQOLA HAQIDA

Qabul qilindi: 24-dekabr 2024-yil

Tasdiqlandi: 26-dekabr 2024-yil

Jurnal soni: 13

Maqola raqami: 89

DOI: <https://doi.org/10.54613/ku.v13i.1099>

KALIT SO'ZLAR/ КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА/

KEYWORDS

Sensor, aktuator, Arduino, LCD, OLED, TFT displaylari,

ANNOTATSIYA

Ushbu maqola robototexnikada keng qo'llanilgan sensorlar va aktuatorlarning murakkab, samarali va ko'p qirrali tizimlarni ishga tushirishdagi muhim rolini ko'rsatib beradi. Bundan tashqari bir nechta aktuatorlar va sensorlar haqida, monitor qurilmalaridan LCD, OLED, TFT displaylari haqida ma'lumot berilgan. Ularning Arduino'ga ulanish sxemalari va dastur kodlari berilgan. Empirik va qiyosiy tahlil usuli orqali ushbu displeylar o'zaro tahlil qilingan. Venn diagrammasi orqali hulosalangan.

KIRISH

Robototexnika sohasidagi texnologik yutuqlardan biri sensorlar va aktuatorlar sohasi robot tizimlarining imkoniyatlari va qo'llanilishini sezilarli darajada oshiradi. Ushbu komponentlar robotlarga o'z muhitini idrok etish va uning ichida harakat qilish imkonini beradigan, shu bilan robototexnika sohasidagi ko'plab innovatsiyalar uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Sensorlar va aktuatorlar robototexnika uchun asos bo'lib, robotlarga atrof-muhit bilan o'zaro aloqada bo'lish va vazifalarni bajarishga imkon beruvchi muhim elementlar bo'lib xizmat qiladi. Sensorlar atrof-dagi ma'lumotlarni to'playdi, bu esa robotlarga o'zlarining operatsion kontekstini idrok etish va tushunish imkonini beradi. Boshqa tomondan, aktuatorlar robotlarga ob'ektlarni harakatlantirish va boshqarish imkonini beruvchi mexanizmlardir. Ushbu komponentlarning robot tizimlariga integratsiyasi robotlarning aniqligi, samaradorligi va ko'p qirraliligini oshirishga qaratilgan tadqiqotning asosiy nuqtasi bo'lib xizmat qiladi.

Robot texnikasidagi sensorlar masofani o'lchash uchun oddiy qurilmalardan robotning atrofi haqida batafsil ma'lumot berish uchun yuqori o'lchamli ma'lumotlarni qayta ishlashga qodir bo'lgan murakkab tizimlarga aylandi. Ushbu transformatsiya asosan neyron tarmoqlar va chuqur o'rganish texnologiyalaridagi yutuqlar bilan izohlanadi.

Ishga tushirish jarayonida robot tizimlaridagi aktuatorlar robot harakatlarining aniqligi, tezligi va ishonchligini oshirishga qaratilgan muhim komponentdir. Neyron tarmoqlarning aktuatorni boshqarish mexanizmlariga qo'shilishi ko'proq sezgir va moslashuvchan robotlarni yaratish uchun yangi yo'llarni ochdi.

Sensor (ruscha датчик), birlamchi o'zgartirgich — o'lchanayotgan fizik kattalik (bosim, temperatura, elektr kuchlanish, siljish va b.)ni

uzatish, unga ishlov berish va qayd qilish uchun signal (odatda, elektr signal)ga aylantirib beradigan vosita¹. Sensorlar - bu robot berilgan vazifalarni bajarish uchun foydalanishi mumkin bo'lgan miqdorlarni o'lchaydigan qurilmalar.

Aktuator - bu biror narsa sodir bo'lishiga olib keladigan qurilma. Bu ko'pincha motorlar yordamida erishiladigan robot harakati bo'lishi mumkin, yoki robot nima qilayotganini boshqalarga bildirishi ham mumkin.




Aktuator avtomatik boshqaruv tizimining ajralmas qismidir. "Actuator" so'zi inglizcha "actuate" (harakatga keltirish) fe'ldan kelib chiqqan. "Actuate" esa lotincha "actuare" so'zidan olingan bo'lib, "harakat" ma'nosini bildiradi. Bundan tashqari aktuatorlarni "harakatlantiruvchi", "Mexanik harakatlantiruvchi", "Gidravlik yoki pnevmatik harakatlantiruvchi" deb atashimiz mumkin.

Actuator - mexanik energiyaga oid bir qurilma bo'lib, u elektr, gidravlik yoki pnevmatik energiyani mexanik harakatga aylantiradi. U odatda biron-bir mexanik tizimni harakatga keltirish yoki nazorat qilish uchun ishlatiladi.











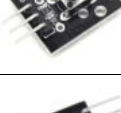



Jismoniy aktuatorlar robot tizimlarining muhim komponentlari sifatida elektron buyruqlarni jismoniy harakatlarga aylantirishda muhim rol o'ynaydi va shu bilan robotlarga atrof-muhit bilan samarali munosabatda bo'lish imkonini beradi. Aktuator texnologiyasidagi yutuqlar, xususan, robot-manipulyatorlar va yumshoq robotik birikmalar robototexnikasida samaradorlik va funktsionallikning yangi davrini boshlab berdi.



Robototexnikada eng keng qo'llaniladigan dasturlash muhiti bu — Arduino platformasi. Ushbu platformaga moslab maxsus sensor va aktuatorlar ishlab chiqilgan. Quyida bir qancha aktuator va sensorlarning jadvalini keltirib o'tamiz (1.-jadval).

1-jadval. Arduino platformasida eng ko'p ishlatiladigan sensor va aktuatorlar ro'yhati

Sensor va aktuator nomlari (Inglizcha)	Vazifasi	Rasmi
Ultrasonic	Ultratovush orqali masofani o'lchaydi	
DHT11	Temperatura va namlikni o'lchaydi	
Potensiyometr	Manbadan o'tuvchi kuchlanishni boshqaruvchi qurilma	

¹ O'zbekiston milliy ensiklopediasida 1 jild, Toshkent-200

(Motion sensor) PIR	Har qanday obyekt harakatini aniqlaydi	
Shock	Har qanday turdagi zarbani sezadi	
Vibration	Har qanday tebranishlarni aniqlaydi	
Optical switch	Qurilmalarning aylanish tezligini hisoblaydi	
Laser	Lazer nurlarini yuboradi va qabul qiladi	
Sound	Ovoz to'liqlarini aniqlaydi	
Joystick	X va Y o'qlari bo'yicha qiymatlar yuboradi. Robot qo'llarni boshqarishda qo'llaniladi	
Fotorezistor (LDR)	Fotoo'tkazuvchan sxema bo'lib, yorug'lik to'liqlarini aniqlaydi	
IR sensor	infraqizil nurni uzatadi va fotodiod yorug'likni aniqlaydi.	
Piezo	Aktiv va passiv ovoz to'liqlarini chiqaradi	
Button	Bosish orqali tarmoqdan o'tayotgan kuchlanishni ulaydi	
RGB	Qizil, yashil, ko'k rangli yorug'lik chiqaruvchi lampa	
Soil Moisture	Tuproqdagi suv miqdorini aniqlaydi	
Water sensor	Suv darajasini aniqlovchi sensor	

MQ-4	Turli gaz qiymatlarini aniqlaydi	
Raindrop sensor	Havodagi suv tomchilariga qarab yomg'ir yog'ishini aniqlaydigan sensor	

ADABIYOTLAR TAHLILI

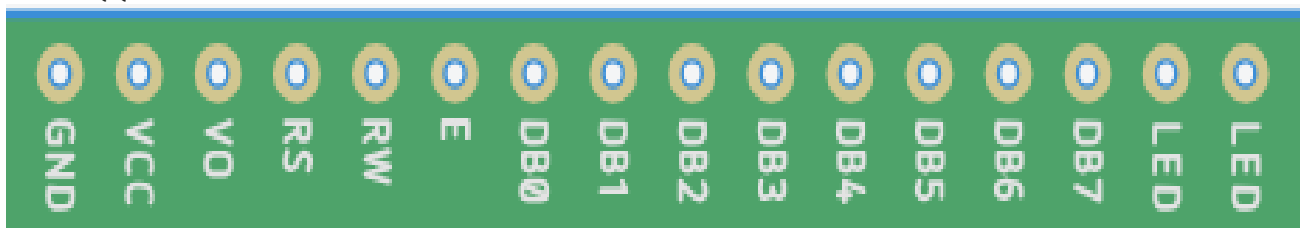
Ahmad Humaizi 2024 yil 16-martda yozgan "Sensors and actuators in robotics" nomli maqolasida sensorlar va aktuatorlarning ilg'or ishlanmalarini, ularning robot ishlashini yaxshilash va yanada murakkab, samarali va ko'p qirrali tizimlarni ishga tushirishdagi muhim roli haqida to'xtalib o'tgan.

Deng, Liu, Zhao, Pham, Hu, Wang, & Chjou (2024) dinamik muhitda maqsadni aniqlash uchun Rekursiv Neyron Tarmoqlar (RNN) va Uzoq Qisqa muddatli Xotira Tarmoqlari (LSTM) qo'llanilishini muhokama qilgan. RNN va LSTM tarmoqlari orasidagi asosiy farq shundaki, LSTM tizimlari RNN'lar bilan taqqoslaganda uzoq muddatli xotirani saqlashda samaraliroq ishlaydi. RNN'lar ma'lumotlarni ketma-ketlikda qayta ishlashga qodir, lekin ular uzoq muddatli xotirani yo'qotishi mumkin, LSTM esa bu muammoni hal qilishga qodir bo'lib, ko'proq murakkab va dinamik muhitlarda yanada samarali bo'lishi mumkin.

Yang, Amtsberg, Sedlmair va Menges (2024) yog'ochni tayyorlashda to'qnashuvni aniqlash modellarini nozik sozlash yondashuvini ta'kidlaydi. Ular robot kontrollerlari va kuch/moment datchiklari o'rtasidagi xavfsizlik PLC-lariga to'g'ridan-to'g'ri ulanishlar, shuningdek, real vaqtda to'qnashuvni baholash uchun zamonaviy GPU modullaridan foydalanish kabi yaxshilanishlarni taklif qilishadi. Ushbu yutuqlar robot xavfsizligi va samaradorligini oshirish uchun murakkab hisoblash texnologiyalarini ishga tushirish tizimlari bilan integratsiya qilish imkoniyatlarini ta'kidlaydi.

Halwani, Ayyad, AbuAssi, Abdulrahman, Almaskari, Hassanin, & Zweiri (2024) tomonidan o'rganilgan ko'p funksiyali sensorlarning rivojlanishi sensor texnologiyasida yana bir sakrashni anglatadi. Oddiylik va pozitsiyani yuqori aniqlik bilan aniqlashga qodir bo'lgan ushbu sensorlar vizual fikr-mulohazalarni samarali qayta ishlash uchun konvolyutsion neyron tarmoqlardan (CNN) foydalanadi. Ushbu innovatsion yondashuv markerni qo'lda yorliqlash zaruratini yo'q qiladi va aniq robot ishlab chiqarishda taktik sezishning aniqligi va samaradorligini sezilarli darajada yaxshilaydi.

TADQIQOT METADOLOGIYASI



GND – "Ground" so'zining qisqartmasi bo'lib, - bu elektr darajasi 0 voltda bo'lgan joy. U asosan boshqa barcha elektron qismlarga havola sifatida ishlatiladi, ular to'g'ri ishlash uchun bitta umumiy nuqtaga muhtoj va bu odatda GND.

VCC- "voltage at the common collector" umumiy kollektordagi kuchlanish hisoblanadi, ushbu pin orqali 2,7 volt qiymatidan 5 volt kuchlanish oralig'ida qiymat chiqishini taminlaydi

VO- Ekran kontrastini aniqlovchi pin hisoblanadi

RS- LCD displey xotirasining qayeriga ma'lumot yozayotganingizni boshqaruvchi registri tanlash. Siz ekranda bo'ladigan narsalarni saqlaydigan ma'lumotlar registri yoki LCD boshqaruvchisi keyingi nima qilish kerakligi bo'yicha ko'rsatmalarni qidiradigan ko'rsatmalar registri tanlashingiz mumkin.

RW - O'qish yoki yozish rejimini tanlaydigan Registr'larga yozish imkonini beruvchi yoqish pin

E – Registr'larga yozish qobiliyatini ochib beruvchi pin HIGH modulini ishlatganda shu ekran qismini ochib beradi

Robototexnika sohasida ishlab chiqilgan loyihalarning ko'p xollarida natijani qaysidur qurilma orqali ko'rish kerak bo'ladi. Bunday vazifalarni bajarish uchun odatda bizga bir necha xildagi ekranlar yordamga keladi. Hozirgi kunda Arduino platformasiga mos bir necha ma'lumotni ekranga chiqaruvchi aktuatorlar mavjud. Bulardan suyuq kristalli ekranlar (Liquid Crystal Display LCD), OLED display (Organic Light-Emitting Diode), TFT display (Thin Film Transistor) kabilar eng mashxurlari hisoblanadi.

Liquid Crystal Display (LCD)

Ushbu displeylar orasida HD44780 drayveri keng qo'llaniladi. Ushbu drayver ko'pincha 16x2 yoki 20x4 o'lchamlarida bo'ladi (ya'ni 16 yoki 20 ustun va 2 yoki 4 qator). Ushbu LCD displeylar arduino bilan oson ishlaydi va ko'plab kutubxonalar mavjud. Past energiya sarflaydi, shuning uchun ko'p loyihalarda ishlatiladi. Odatda qora fon va yashil yoki ko'k rangda matn chiqaradi. (1-rasm).



1-rasm. HD44780 drayveri

LCD monitorda 16 ta maxsus PIN lar mavjud bo'lib ular quyidagi ketma-ketlikda joylashgan: GND, VCC, VO, RS, RW, E, DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6, DB7, LED (anod), LED (katod) (2-rasm).

2-rasm

DB-DB7 – 8 ta ushbu pinlarning holati (yuqori yoki past) siz yozish paytida registrga yozayotgan bitlar yoki siz o'qiyotganingizda o'qiyotgan qiymatlardir

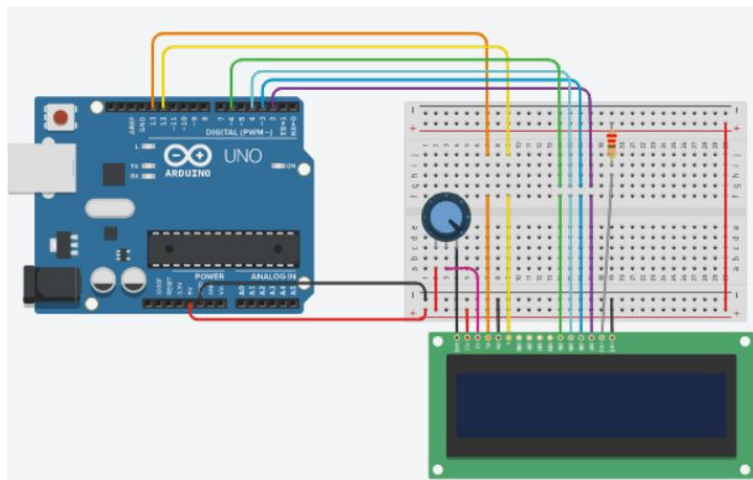
LED – anod va katod, yoritgichi pinlari mavjud bo'lib, siz LCD displeyni quvvatlantirish, displey kontrastini boshqarish va LEDni yoqish va o'chirish uchun foydalanishingiz mumkin.

LiquidCrystal kutubxonasi Hitachi HD44780 drayveriga mos keluvchi LCD displeylarni boshqarish imkonini beradi. Ushbu ekranga yozuvchi chiqarish uchun kichik dastur qilib ko'raylik. Buning uchun avval LCD-ning ma'lumotlar pinlarini Arduino platasining raqamli pinlariga ulashimiz kerak (3-rasm).

1. LCD displeyning RS pinini Arduino platasining 13-piniga ulang.
2. LCD ekranning yoqish pinini Arduino platasining 12-piniga ulang.
3. LCD displeyning D4 pinini Arduino platasining 6-piniga ulang.
4. LCD displeyning D5 pinini Arduino platasining 4-piniga ulang.
5. LCD displeyning D6 pinini Arduino platasining 3-piniga ulang.

6. LCD displeyning D7 pinini Arduino platasining 2-piniga ulang.
7. Potansiyometrning o'rta terminalini VEE (kontrast pin) ga ulang.

8. Potansiyometrning ikki uchini yerga va 5V ga ulang.
9. Rezistorning bir uchini LCD displeyning A va K ga, ikkinchi uchini esa 5V ga ulang.



3-rasm. LCD monitoring Arduino platasiga ulanish sxemasi

OLED display

Ushbu 0,96 dyuymli I2C OLED displey moduli ekranga ma'lumot chiqarishdagi loyihalarda eng ko'p ishlatiladigan aktuatorlar qatoriga

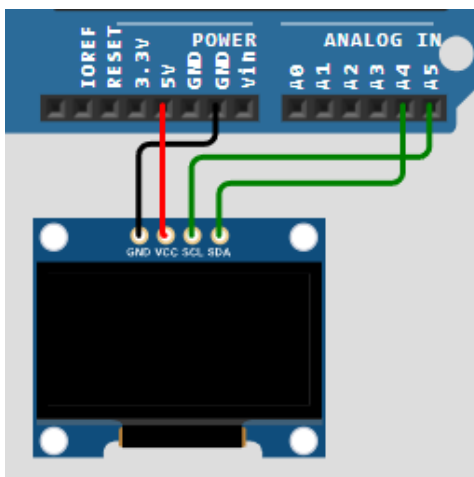
kiradi. Ushbu qurilmani Arduino bilan ulanishini sozlash juda oddiy. Sababi ushbu qurilmada 4 dona ulanuvchi PIN lar mavjud. Ular: VCC, GND, SDA (Serial Data Line), SCL (Serial Clock Line).



4-rasm. OLED display

Arduino platasiga displeyni ulash uchun pinlarni quyidagicha bog'lab chiqiladi:

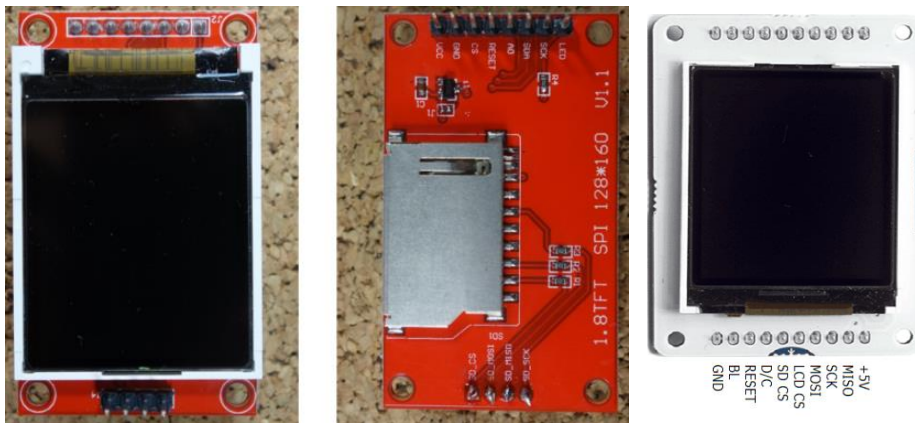
1. OLED-ning VCC-ni Arduino-ning 3,3V ga,
2. OLED-ni GND portini Arduino GND ga,
3. SDA-ni Arduinoning A4 analog portiga
4. SCL-ni Arduinoning A5 analog portiga ulang.



5-rasm. OLED ning Arduinoga ulanish sxemasi

<Adafruit_GFX.h> va <Adafruit_SSD1306.h> - Bu ikkita kutubxona shart, chunki ular bizning uzun kodlar yozish ishimizni osonlashtiradi
TFT display

1.8 TFT ekrani 128 x 160 rang piksellari mavjud bo'lgan qurilmadur. Display SD-kartadan tasvirlarni yuklash imkoni bo'lgan SD-karta tushadigan porti mavjud.

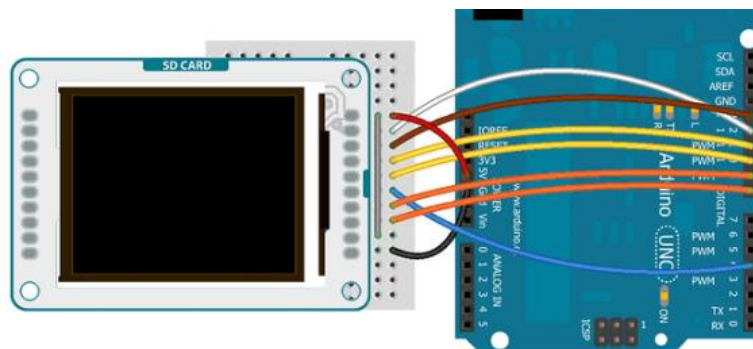


6-rasm. 1.8 TFT ekranining old va orqa tomoni

Ushbu modul SPI aloqasidan foydalanadi - quyidagi simlarni ko'ring. Displayni boshqarish uchun biz Arduino IDE 1.0.5 va undan keyingi versiyalariga kiritilgan TFT kutubxonasidan foydalanamiz.

Ushbu qurilmada 9 ta port mavjud. Ular mos ravishda tegishli pinlarga ulanadi. 7 ta port o'zaro jadval asosida Arduining raqamli pinlariga ulanadi. Qolgan portlari esa Ground va kuchlanishga ulanadi.

+5V:	MISO:	SCK:	MOSI:	LCD CS:	SD CS:	D/C:	RESET:	BL:	GND
+5V	pin 12	pin 13	pin 11	pin 10	pin 4	pin 9	pin 8	+5V	GND



7-rasm. Ulanish sxemasi

TAHLIL VA NATIJALAR

LCD displayning dastur kodi

```
#include <LiquidCrystal.h> // Ushbu qatorda LCD monitor
kutubxonasi kiritiladi
LiquidCrystal lcd(13, 12, 6, 4, 3, 2); // Arduino platasidagi
raqamli portlarni chiquvchi qilib e'lon beriladi
void setup() // doimiy bir xil qiymatni bir marta o'quvchi funksiya
{ lcd.begin(16, 2); // LCD ekranning qiymat chiqaruvchi
yacheysalari 2 qator va 16 ustundan iboratligini e'lon qilish
lcd.print("hello Arduino"); // Ekranga qiymat chiqarish buyrug'i,
bunda "hello Arduino" qiymati chiqadi
}
void loop() // dasturlarni boshqaruvchi asosiy funksiyaning
boshlanishi
{
  lcd.setCursor(0, 1); // qiymat ekranga chiqarish uchun birinchi
qatorning birinchi ustunidan boshlaydi
  lcd.print(millis() / 1000); // sekundlarni ketma-ket sanab
beruvchi operator
}
```

OLED display dastur kod qismi:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT,
&Wire, -1);
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) { // Address
0x3D for 128x64
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for(;;) }
  delay(2000);
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setCursor(0, 10); // Display static text
  display.println("Hello, world!");
  display.display();
}
void loop() { }
```

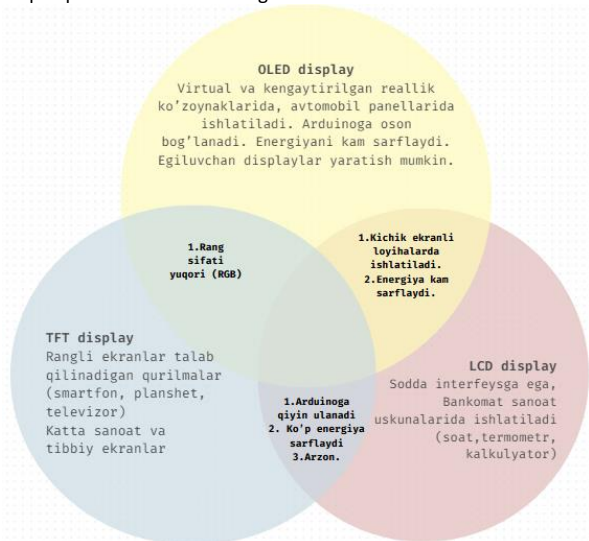
TFT display dastur kod qismi

```
#include <TFT.h>
#include <SPI.h>
#define cs 10
#define dc 9
#define rst 8
TFT TFTscreen = TFT(cs, dc, rst);
void setup() {
  TFTscreen.begin();
  TFTscreen.background(0, 0, 0);
```

```
TFTscreen.setTextSize(2);
}
void loop() {
  int redRandom = random(0, 255);
  int greenRandom = random(0, 255);
  int blueRandom = random(0, 255);
  TFTscreen.stroke(redRandom, greenRandom, blueRandom);
  TFTscreen.text("Hello, World!", 6, 57);
  delay(200);
}
```



Ushbu 3 ta ma'lumot chiqaruvchi ekranlar o'z navbatida mos loyihalarda keng qo'llaniladi. Har bir displayning o'ziga yarasha xususiyati va muhiti mavjud. Agar **LCD, OLED va TFT displeylarini ishlatilish darajasi** bo'yicha taqqoslasak, ularning qaysi sohalarida ko'proq ishlatilishini Venn diagrammasida tasvirlash mumkin.



1-diagramma. OLED, LCD, TFT displeylarning Venn digrammasi orqali solishtirilishi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lukas Kaul. "Practical Arduino Robotics: A hands-on guide to bringing your robotics ideas to life using Arduino" Birmingham-2023. – 334 p.
2. Purvee Chauhan, Vikram Kapila. "STEM education with robotics" New York-2023. – 288 p.
3. Nguyen Van Toan, Phan Bui Khoi. "A Robotic Framework for the Mobile Manipulator: Theory and Application" CRC Press, Year: 2023. – 115 p.
4. Alex Khang, Vugar Abdullayev Hajimahmud, Ragimova Nazila Ali, Vladimir Hahanov, Zoran Avramovic, va Triwiyanto "Machine Vision and Industrial Robotics in Manufacturing" CRC Press-2024. – 256 p.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Robototexnikada sensor va aktuatorlar loyihaning asosiy qismi hisoblanadi. Ish jarayonida loyihaning aniq va sifatli chiqishi sensor va aktuatorlarning fizik va texnikaviy harakteriga bog'liq.

Arduinoda sensorlar va aktuatorlar muhim komponentlardir, chunki ular fizik muhit bilan o'zaro aloqani ta'minlaydi. Sensorlar atrof-muhitdan ma'lumot to'playdi, masalan, harorat, yurug'lik yoki harakat kabi parametrlarni o'lchaydi. Aktuatorlar esa bu ma'lumotlarga asoslanib, mexanik harakatlarni amalga oshiradi, masalan, motorlarni ishga tushirish yoki LED lampalarni yoqish. Ushbu komponentlarning birgalikda ishlashi, avtomatlashtirilgan tizimlar yaratishda asosiy rol o'ynaydi va innovatsion loyihalarning rivojlanishiga yordam beradi.

Yuqoridagi ma'lumotlardan kelib chiqib, turli sohalarida ishlatilishiga qarab OLED displeylari 16X2 LCD va TFT displeylariga qaraganda samarali deyishimiz mumkin. Chunki boshqa displeylarga qaraganda kamroq elektr energiyasini sarflaydi, Arduino platasiga bog'lanishda kam portlarni talab qiladi va bu sxemasi sodda tushda as qotadi. LCD va TFT displeylarda displeyni ko'rish uchun 4 dan ortiq simlarni plataga ulashimiz kerak. Biroq, OLED-larda bunday emas. OLED ishlashi uchun 4 dona sim kerak bo'ladi. Buning sababi, ekranga ma'lumot chiqarish uchun SDA va SCL pinlarining mavjudligi. Shunday qilib, OLED displeylari LCD va TFT displeylariga qaraganda ancha ixchamroq displey usuli hisoblanadi. Uning narxi qimmat bo'lishiga qaramay hozirgi kunda qo'llanilish sohasi va soni oshib bormoqda.

5. Sultanov R.O, Matyaqubov K.K. "Robototexnika asoslari" o'quv qo'llanma. Chirchiq-2022. –124 sahifa
6. Pradeep Kumar Jha, Brijesh Tripathi, Elango Natarajan, Harish Sharma. "Proceedings of Congress on Control, Robotics, and Mechatronics". Singapur-2024. – 675 p.
7. Alan G. Smith. "Introduction to Arduino: A piece of cake!" Canada-2011. – 172 p.
8. Scot Fitzgerald and Michael Shiloh "The Arduino projects book" Italy-2012. – 175 p.
9. John J. Craig. "Introduction to Robotics. Mechanics and Control" London. pearson-2022. – 408 p.