

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
смсс акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы

Тинанов Нуржан Маратулы

«Мобильді робот үшін кеңістікті сканерлеу жүйесін әзірлеу»

дипломдық жобаға

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07113 - Робототехника және мехатроника

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
смес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылымының кандидаты,
профессор
К.Ә. Өжікенов
«01» 05 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБАҒА
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Мобильді робот үшін кеңістікті сканерлеу жүйесін әзірлеу»
6B07113 - Робототехника және мехатроника

Орындаған

Рецензент

Абай атындағы ҚазҰПУ,

Физика кафедрасының қауым. Проф.ма
техника ғылымдарының кандидаты.

Жаменкеев Е. К.
«07» 06 2025 ж.

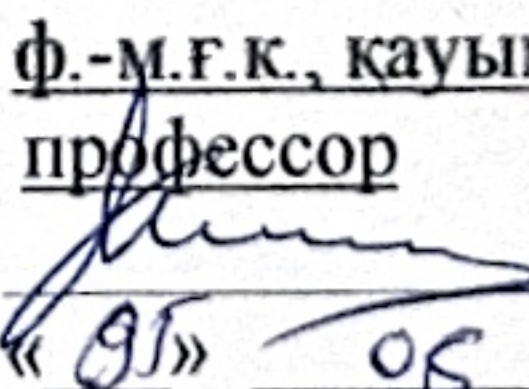


Тинанов Н.М.

Ғылыми жетекшісі

Ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған
профессор

Бактыбаев М.К.
«01» 05 2025 ж.



Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары кафедрасы
6B07113 - Робототехника және мехатроника



**Дипломдық жобаны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Тинанов Нұржан Маратулы

Тақырыбы: Мобильді робот үшін кеңістікті сканерлеу жүйесін әзірлеу.

Университет ректорының 2025 жылғы «__» _____ № __-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «__» мамыр 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Arduino, SolidWorks.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) роботты қолданудың маңыздылығы мен болашағын түсінуге мүмкіндік беретін жан-жақты және терең зерттеу болып табылады

б) роботтың пайдалану мүмкіндіктері

в) роботтың пайдасын дәлелдеу

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

жұмыс презентациясы слайтарда 7 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 14 атаулардан

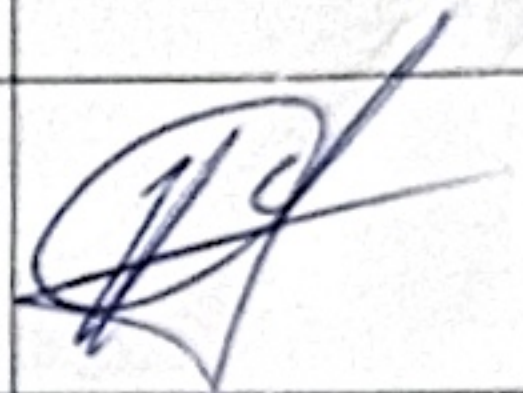
Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

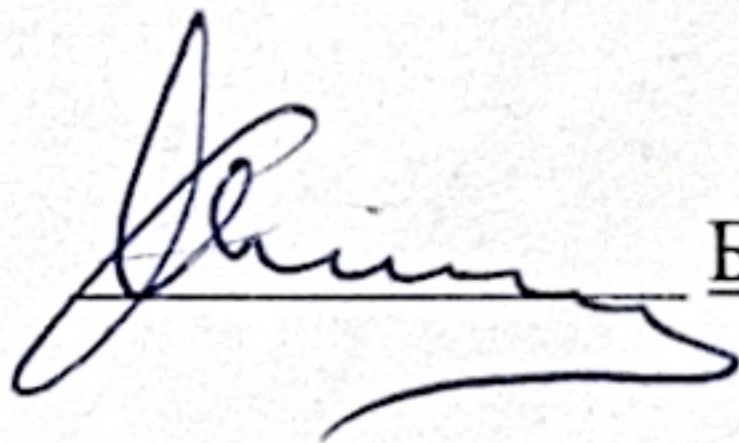
Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	16.01-12.02.2025 ж	Орындалды
Зерттеу бөлімі	20.03-17.04.2025 ж.	Орындалды
Қорытынды бөлім	17.04-20.05.2025 ж.	Орындалды

Аяқталған дипломдық жұмыс (жоба) үшін, оған қытысты бөлімдердің жұмыстарын (жобасын) көрсетумен, кеңесшілері мен қалып бақылаушының

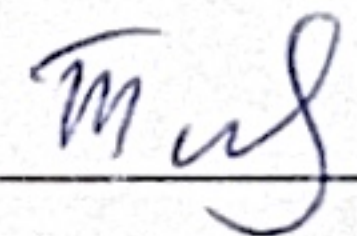
ҚОЛДАРЫ

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Игембай Е.А. техника ғылымдарының магистрі, оқытушы	05.06.2025	

Ғылыми жетекшісі

 Бактыбаев М.К.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

 Тинанов Н.М.

Күні

«05» 06 2025 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада мобильді роботқа арналған кеңістікті сканерлеу жүйесі әзірленіп, жүзеге асырылды. Жүйе ультрадыбыстық сенсор арқылы қоршаған ортаны шолып, кедергілерді анықтайды және мәліметтерді дисплейге шығарып, Bluetooth арқылы басқаруға мүмкіндік береді.

Робот Arduino Uno платформасына негізделіп, 0° – 180° аралығында сканерлеу алгоритмі іске асырылған. Arduino Nano модулі TFT дисплей мен дыбыстық ескерту жүйесіне жауап береді. Қозғалыс бөлігі L298N драйвері мен тұрақты ток моторлары арқылы басқарылады.

Жүйе Arduino IDE ортасында бағдарламаланған және нақты уақытта кедергілерді анықтап, мәліметтерді көрнекі түрде ұсынады. Жоба нәтижесінде автономды, сенімді және кеңейтілетін интеллектуалды робот құрылды. Ол білім беру, қауіпсіздік және логистикада тиімді қолданылуы мүмкін.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте разработана система сканирования пространства для мобильного робота. С помощью ультразвукового датчика система обнаруживает препятствия, выводит данные на дисплей и поддерживает Bluetooth-управление.

Платформа построена на Arduino Uno, реализован алгоритм сканирования в диапазоне 0° – 180° . Дополнительный модуль Arduino Nano управляет TFT-дисплеем и звуковым оповещением. Движение обеспечивается драйвером L298N и моторчиками постоянного тока.

Программа написана в Arduino IDE. Система работает в реальном времени, синхронизируя компоненты и визуализируя данные. В результате создан автономный, надёжный и масштабируемый робот, применимый в образовании, логистике и охране.

ABSTRACT

This project presents a spatial scanning system for a mobile robot using an ultrasonic sensor. The system detects obstacles, displays data on a screen, and supports Bluetooth control.

Based on the Arduino Uno platform, it scans within a 0° – 180° range. An Arduino Nano handles TFT display output and buzzer alerts. Movement is driven by an L298N motor driver and DC motors.

The software, developed in Arduino IDE, enables real-time operation with synchronized components. The result is a reliable, autonomous, and scalable robot suitable for use in education, logistics, and security applications.

МАЗМҰНЫ

1	Кіріспе	3
1.1	Жобаның өзектілігі	4
1.2	Жобаның мақсаты мен міндеттері	5
2	Теориялық негіздер және шолу	6
2.1	Кеңістікті сканерлеу технологиялары	7
2.2	Ультрадыбыстық датчиктердің жұмыс принципі	8
2.3	Мобильді роботтардың архитектурасы және басқару тәсілдері	9
2.4	Bluetooth байланыс модульдері туралы шолу	10
3	Жүйенің техникалық сипаттамасы	11
3.1	Жүйе архитектурасы	12
3.2	Құрылғылар тізімі және жүйе компоненттері	13
3.3	Қосылу схемасы	14
3.4	Компоненттердің өзара байланысы және жұмыс логикасы	15
4	Бағдарламалық қамтамасыз ету	16
4.1	Arduino Uno басқару алгоритмі	17
4.2	Arduino Nano бағдарламасы және дисплеймен жұмыс	18
4.3	Микроконтроллерлер арасындағы деректер алмасу	19
4.4	Bluetooth арқылы басқару функционалы	20
5	Жүйені іске асыру	21
5.1	Компоненттерді жинақтау және жүйені құрастыру	22
5.2	HC-SR04 деректерін өңдеу және сервоприводпен сканерлеу	23
5.3	L298N драйвері арқылы моторларды басқару	24
5.4	TFT дисплейге ақпаратты шығару	25
5.5	Дыбыстық сигнал модулін басқару	26
	Қорытынды	27
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	28

КІРІСПЕ

Қазіргі заманғы техниканың қарқынды дамуы робототехниканы әртүрлі салаларда кеңінен қолдануға мүмкіндік берді. Атап айтқанда, автономды мобильді роботтар қауіпсіздік, логистика, өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы және білім беру сияқты бағыттарда ерекше маңызға ие болуда. Мұндай роботтар қоршаған ортамен өзара әрекеттесіп, кеңістікті тиімді бағдарлай алуы қажет. Бұл үшін оларда кеңістікті сканерлеу, кедергілерді тану және оңтайлы бағытты анықтау қабілеттері болуы тиіс. Кеңістікті сканерлеу — мобильді робот үшін ең маңызды функциялардың бірі. Робот қозғалыс барысында айналасындағы объектілерді танып, оларға сәйкес реакция білдіре алуы қажет. Бұл — қауіпсіз әрі тиімді навигацияның негізі. Сонымен қатар, сканерлеу деректерін нақты уақытта визуализациялау арқылы роботтың әрекетін бақылау және талдау мүмкіндігі артады.

Бүгінгі таңда сенімді әрі қолжетімді сканерлеу жүйесін әзірлеу өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Коммерциялық жүйелердің бағасының жоғары болуы, сондай-ақ күрделі құрылымдардың оқытылу қиындығы білім беру мекемелерінде олардың кеңінен қолданылуын шектейді. Осыған байланысты, арзан әрі тиімді компоненттер негізінде құрастырылған мобильді роботтар студенттердің техникалық ойлауын дамытып, тәжірибелік дағдыларын қалыптастыруда үлкен рөл атқарады. Сонымен қатар, мұндай жүйелер интеллектуалды басқару және автоматтандырылған бақылау салаларында қолдануға тиімді шешім ретінде қарастырылуы мүмкін.

Осы дипломдық жобаның мақсаты — мобильді роботқа арналған кеңістікті сканерлеу жүйесін әзірлеу және жүзеге асыру. Жүйе ультрадыбыстық сенсор көмегімен қоршаған ортаны шолып, кедергілерді анықтап, алынған ақпаратты TFT дисплейге шығарып көрсетуі тиіс. Сонымен қатар, дыбыстық сигнал арқылы ескерту беру және Bluetooth модулі арқылы роботты қашықтан басқару мүмкіндігін қамтамасыз ету көзделеді.

Жобаны жүзеге асыру барысында келесі міндеттер қойылды: кеңістікті сканерлеу мен кедергілерді тану технологияларын талдау; сенсорлар мен сервомеханизмдер негізінде сканерлеу құрылымын жобалау; Arduino Uno және Arduino Nano платформаларында аппараттық бөлік пен дисплей модулін жинақтау; L298N драйвері арқылы қозғалыс жүйесін басқару; барлық құрылғылардың өзара байланысын қамтамасыз ету және бағдарламалық қамтамасыз етуді Arduino IDE ортасында әзірлеу. Сонымен қатар, роботтың нақты уақытта жұмыс істеу қабілетін тексеру үшін тәжірибелік сынақтар жүргізу жоспарланды.

Ұсынылған шешімнің басты артықшылықтары — автономдылық, қолжетімді компоненттерді пайдалану, сенімділік және модульдік құрылым. Бұл роботты білім беру, зерттеу, қауіпсіздік және логистика салаларында қолдануға мүмкіндік береді.

1 Тақырыптың өзектілігі

Бүгінгі таңда интеллектуалды мобильді роботтар қоғамның әртүрлі салаларында - өндірісте, қауіпсіздік жүйелерінде, ауыл шаруашылығында және тіпті күнделікті тұрмыста да кеңінен қолданылып келеді. Мұндай роботтардың басты ерекшелігі - қоршаған ортамен өзара әрекеттесіп, автономды түрде шешім қабылдау қабілеті. Бұл мүмкіндіктер роботтың кеңістікте бағдарлануын және кедергілерге жауап беруін қамтамасыз ететін сканерлеу жүйелерімен тығыз байланысты.

Кеңістікті сканерлеу — роботтың қозғалыс траекториясын дұрыс құруына, кедергілерден айналып өтуіне және қауіпсіз жұмыс істеуіне мүмкіндік беретін маңызды механизм. Дәстүрлі роботтар тек алдын ала жазылған сценарийлер бойынша жұмыс істейді және сыртқы өзгерістерге икемделе алмайды. Ал заманауи сканерлеу жүйелері ультрадыбыстық сенсорлар, инфрақызыл қадағалау, камералар мен лидар секілді технологияларға сүйеніп, нақты уақытта орта жағдайын бағалауға жол ашады.

Бұл жоба аясында ұсынылып отырған сканерлеу жүйесі - арзан, қолжетімді және тәжірибелік жағынан қарапайым құрылғыларға негізделген шешім. Мұндай жүйелерді тек зерттеу немесе хобби мақсатында ғана емес, білім беру мекемелерінде, интеллектуалды жүйелерді оқытуда және қауіпсіздік саласындағы прототиптер ретінде де кеңінен қолдануға болады.

Осы тұрғыдан алғанда, кеңістікті сканерлеуге негізделген мобильді робот құрастыру – робототехниканың өзекті бағыттарының бірі болып саналады. Бұл тақырып практикалық және ғылыми тұрғыдан да маңызға ие, себебі ол заманауи басқару жүйелерінің логикасын түсінуге және қолданбалы шешімдер жасауға жол ашады.

1.2 Жобаның мақсаты мен міндеттері

Бұл дипломдық жобаның негізгі мақсаты — мобильді робот үшін кеңістікті сканерлеу және кедергілерді анықтау жүйесін әзірлеу және оны практикалық түрде жүзеге асыру. Жүйе қоршаған ортаны сенсорлар арқылы шолап, алынған мәліметтерді өңдеп, роботтың қозғалысын басқаруға негіз бола алуы тиіс. Сонымен қатар, қолданушыға деректерді визуалды түрде ұсыну және роботты қашықтан басқару мүмкіндігі қарастырылуы қажет.

Жобаның мақсатына жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- Ультрадыбыстық сенсор мен сервомотор көмегімен кеңістікті шолу алгоритмін құрастыру;
- Arduino Uno және Arduino Nano платформаларын пайдалана отырып микроконтроллерлік басқару жүйесін әзірлеу;
- Сканерлеу нәтижелерін TFT дисплейге шығару және дыбыстық сигнал арқылы ескерту жүйесін ұйымдастыру;

- Роботтың қозғалыс бөлігін жасау және моторларды L298N драйвері арқылы басқару;
- HC-05 Bluetooth модулі арқылы роботты смартфоннан басқару мүмкіндігін іске асыру;
- Жүйені құрастырып, жұмысқа қабілеттілігін сынақтан өткізу.

Бұл міндеттерді орындау нәтижесінде робот қоршаған ортадағы кедергілерді нақты уақытта анықтап, оларға сәйкес әрекет ете алатын интеллектуалды құрылғыға айналады. Сонымен қатар, қолданушы роботпен ыңғайлы түрде өзара әрекеттесе алады және сканерлеу нәтижелерін тікелей бақылай алады.

2 Теориялық негіздер және шолу

2.1 Кеңістікті сканерлеу технологиялары

Кеңістікті сканерлеу - бұл роботтың немесе автоматтандырылған жүйенің қоршаған ортаны тану, объектілердің орналасуын анықтау және қозғалыс траекториясын жоспарлау үшін қолданылатын негізгі технологиялардың бірі. Кеңістікті шолу арқылы робот кедергілерді анықтап, оларды айналып өту немесе тоқтау сияқты әрекеттер жасай алады. Бұл функция мобильді роботтардың автономды әрекет ету мүмкіндігін қамтамасыз ететін негізгі элемент болып табылады.

Сканерлеу технологиялары бірнеше түрге бөлінеді. Олардың ішінде ең кең таралғандары: *ультрадыбыстық сканерлеу, инфрақызыл сканерлеу, лидар (LiDAR), камера негізіндегі компьютерлік көру жүйелері және радарлық жүйелер*. Әр технологияның өзіндік артықшылықтары мен шектеулері бар.

Кесте 2.1 – Кеңістікті сканерлеу технологияларының салыстырмалы кестесі

Сканерлеу технологиясы	Артықшылықтары	Шектеулері	Arduino-пен үйлесімділігі
Ультрадыбыстық (Ultrasonic)	Арзан, қарапайым, сенімді, жақын қашықтықта дәл жұмыс істейді	Қашықтығы шектеулі, кедергі пішіні әсер етеді	Жоғары
Инфрақызыл (IR)	Жылдам жауап, қарапайым құрылым	Жарыққа тәуелді, дәлдігі төмен	Жоғары
LiDAR	Жоғары дәлдік, кең диапазон, 3D карта құру мүмкіндігі	Бағасы жоғары, энергия тұтынуы көп	Төмен
Камера (Computer Vision)	Күрделі талдау, түсті, форманы тану, бейімделу қабілеті	Жоғары есептеу қуатын қажет етеді	Орташа (қосымша процессорлар қажет)

Ультрадыбыстық сканерлеу - арзан және қарапайым реализация жасауға болатын шешім. Бұл әдісте ультрадыбыстық толқындар арқылы объектіге дейінгі қашықтық өлшенеді. Сигналдың шағылу уақыты негізінде арақашықтық есептеледі. Бұл әдіс жақын кеңістіктегі кедергілерді анықтауға ыңғайлы және робототехникада кеңінен қолданылады. Мысалы, HC-SR04 модулі осы қағидада жұмыс істейді.

Инфрақызыл (IR) сканерлеу - жарық сәулесінің шағылуын тіркеуге негізделген. Бұл технология объектінің болуын анықтай алады, бірақ дәл қашықтықты өлшеу үшін сирек қолданылады. Инфрақызыл сенсорлар көбіне қозғалысты анықтау немесе шекара белгілерін тану үшін пайдаланылады.

LiDAR (Light Detection and Ranging) - лазерлік сәуле арқылы кеңістікті жоғары дәлдікпен картаға түсіруге мүмкіндік береді. Бұл технология автономды автокөліктерде, дрондарда және күрделі мобильді жүйелерде қолданылады.

Алайда оның бағасы жоғары, ал энергия тұтынуы көбірек болғандықтан, шағын Arduino-негізіндегі жобаларда сирек кездеседі.

Камера және компьютерлік көру жүйелері - кеңістікте объектілерді тану, қозғалыс бағытын болжау, түс пен пішінге негізделген сараптама жасауға мүмкіндік береді. Бұл технологиялар машиналық оқыту мен нейрожелілермен біріктірілгенде өте қуатты құралға айналады. Бірақ олар үшін жоғары есептеу ресурстары қажет.

Радар жүйелері - көбіне өнеркәсіптік немесе әскери техникада қолданылады. Олар металл немесе тығыз объектілерді анықтауға бағытталған және ауа райының әсерінен қорықпайды, бірақ Arduino сияқты шағын микроконтроллерлермен интеграциялау қиынырақ.

2.2 Ультрадыбыстық датчиктердің жұмыс принципі

Ультрадыбыстық датчиктер - қоршаған ортадағы объектілерге дейінгі арақашықтықты анықтауға арналған сенсорлық құрылғылар. Олар адамның құлағына естілмейтін жоғары жиіліктегі (20 кГц-тен жоғары) дыбыс толқындарын пайдалана отырып жұмыс істейді. Мұндай сенсорлар мобильді роботтарда, қауіпсіздік жүйелерінде және өндірістік автоматтандыру салаларында кеңінен қолданылады.



2.1-сурет – Ультрадыбыстық датчик HC-SR04

HC-SR04 модулі – ультрадыбыстық қашықтық өлшеуіштің ең танымал түрі. Бұл сенсор екі негізгі бөліктен тұрады: трансмиттер (таратқыш) және рэсивер (қабылдағыш). Сенсор белгілі бір бұрышта ультрадыбыстық импульс жібереді, ол кедергіге соғылып шағылған соң қабылдағышпен тіркеледі. Бұл процесте дыбыстың бір нүктеден екінші нүктеге жету уақыты тіркеліп, сол негізде арақашықтық есептеледі.

Кесте 2.2 –Техникалық сипаттамалары

Параметр	Мәні
Жұмыс кернеуі	5 В
Өлшеу диапазоны	2 см – 400 см
Дәлдік	±3 мм
Сигнал жиілігі	40 кГц
Өлшеу уақыты	< 50 мс
Бұрыштық шолу аймағы	шамамен 15° – 30°

Ара қашықтықты есептеу формуласы:

$$\text{Қашықтық} = \frac{T \times V}{2}$$

мұндағы:

- T - сигналдың қайту уақыты (секундпен),
- V - дыбыстың ауадағы таралу жылдамдығы (шамамен 343 м/с),
- 2 бөлу - себебі дыбыс екі бағытта жүреді (барып және қайтып келу).

Мысалы: Егер дыбыс 1 миллисекундта қайтып келсе, онда:

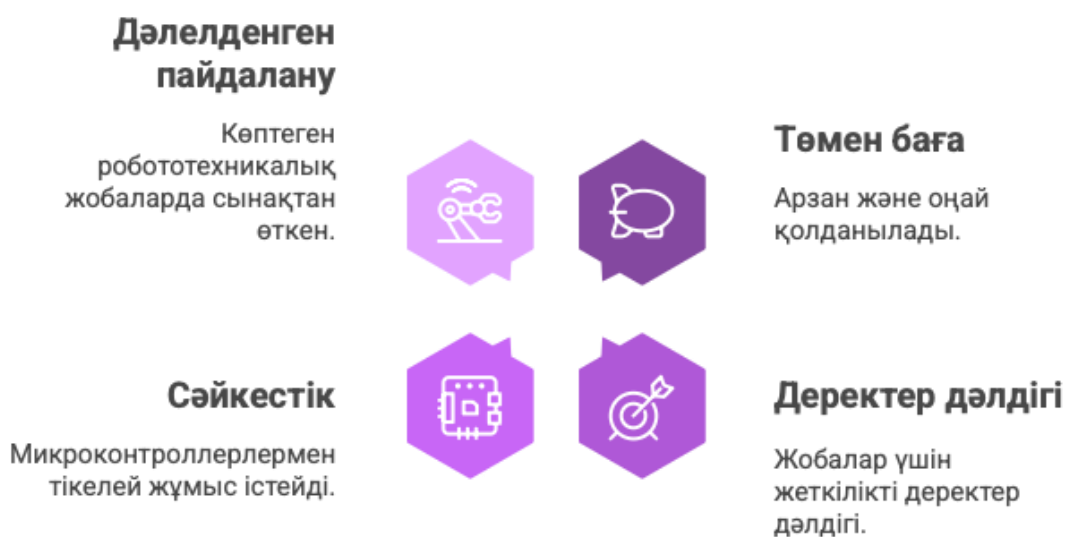
$$\text{Қашықтық} = \frac{0.001 \times 343}{2} = 0.1715 \text{ м} = 17.15 \text{ см}$$

HC-SR04 сенсоры 2–400 см аралығындағы арақашықтықты өлшеуге қабілетті және ±3 мм дәлдікпен жұмыс істейді. Оның төрт пині бар:

- VCC – қорек (5V),
- GND – жер,
- TRIG – импульсті жіберу,
- ECHO – шағылған сигналдың қайтуын тіркеу.

Arduino платформасында TRIG пинге қысқа HIGH импульс беріледі (шамамен 10 микросекунд), содан кейін ECHO пин HIGH күйіне өтеді. Бұл сигналдың ұзақтығы дыбыстың барып-қайту уақытына тең болады, әрі қарай ол pulseIn() функциясы арқылы өлшенеді.

Сенсордың артықшылықтары



2.2-сурет – HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуіштің артықшылықтары

- Бағасы арзан және оңай қолданылады;
- Деректер дәлдігі жеткілікті;
- Ардуино және басқа микроконтроллерлермен тікелей жұмыс істейді;
- Көптеген робототехникалық жобаларда сынақтан өткен.

Шектеулері:

- Жұмсақ немесе дыбысты жақсы сіңіретін беттерден нашар шағылысады;
- Бұрышпен түскен дыбыс дұрыс шағылмауы мүмкін;
- Жоғары шу деңгейінде немесе көп кедергі бар ортада сенімділігі төмендеуі мүмкін.

Ультрадыбыстық қашықтық сенсорының жұмыс процесі



2.3-сурет – HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуіштің жұмыс процесі

Сенсор сервомоторға бекітіліп, айналмалы қозғалыс жасай алады. Мысалы, 0° – 180° бұрыштар аралығында 10° қадаммен сканерлеу жүргізіледі. Әр позициядағы өлшенген арақашықтық TFT дисплейде көрсетіледі немесе дыбыстық ескерту арқылы беріледі. Бұл тәсіл роботқа толық шолу аймағын құруға мүмкіндік береді және навигацияны интеллектуалды етеді

2.3 Мобильді роботтардың архитектурасы және басқару тәсілдері

Мобильді роботтар - өздігінен қозғала алатын, қоршаған ортада бағдар жасап, белгілі бір тапсырмаларды орындай алатын автономды немесе жартылай автономды құрылғылар. Олардың архитектурасы мен басқару логикасы роботтың нақты қолдану саласына, орта жағдайына және тапсырмалардың күрделілігіне байланысты жобаланады.

Кез келген мобильді роботтың негізі мынадай негізгі блоктардан тұрады:

Сенсорлық жүйе - ортадан мәлімет алу (қашықтық, температура, газ, жарық және т.б.);

Басқарушы блок (контроллер) – деректерді өңдеп, шешім қабылдайды (мысалы, Arduino, ESP32, STM32 және т.б.);

Қозғалыс жүйесі – моторлар, сервоприводтар және оларды басқару драйверлері (мысалы, L298N);

Байланыс модульдері – сыртқы құрылғылармен немесе қолданушымен өзара әрекет (Bluetooth, Wi-Fi, RF);

Энергия көзі – аккумулятор немесе батареялар;

Ақпаратты көрсету – дисплей, жарықдиодтар немесе дыбыстық модульдер.

Бұл модульдер өзара байланысып, біртұтас жүйе ретінде әрекет етеді. Сенсорлар ортадан ақпарат жинаса, контроллер оларды өңдеп, қозғалыс немесе басқа әрекеттерге шешім шығарады.

Мобильді роботтарды басқарудың бірнеше тәсілдері бар:

Автономды басқару (жергілікті алгоритмдер)

Робот өзі сенсорлар арқылы орта жағдайын сараптап, алдын ала жазылған логика бойынша әрекет етеді. Бұл жағдайда сыртқы араласусыз толықтай автономды жұмыс қамтамасыз етіледі.

Қашықтан басқару

Робот сыртқы құрылғы (смартфон, компьютер) арқылы басқарылады. Байланыс Bluetooth, Wi-Fi немесе радио арқылы жүзеге асырылады. Бұл тәсіл жобаларда жиі қолданылады, себебі сынақ пен бақылауға ыңғайлы.

Жартылай автономды басқару

Робот негізгі шешімдерді өзі қабылдайды, бірақ қолданушыдан қосымша командалар алуы мүмкін. Мысалы, қозғалысты өзі орындайды, бірақ бағытты қолданушы белгілейді.

Гибридті жүйелер

Автономды және қашықтан басқару бірге іске асады. Мысалы, робот кедергіге тап болса — өзі айналып өтеді, ал ашық ортада қолданушы командаларын орындайды.

Бұл жобада мобильді роботтың басқару жүйесі *гибридті архитектураға* негізделген:

Кеңістікті сканерлеу ультрадыбыстық сенсор мен сервопривод арқылы іске асырылады;

Arduino Uno барлық сенсорлардан ақпарат алып, кедергілерге жауап береді;

Arduino Nano дисплей мен дыбыстық модульді басқарады;

Bluetooth модулі арқылы қолданушы роботты өз смартфонынан басқара алады (мысалы, қозғалыс, сканерлеуді бастау, тоқтату).

Мұндай шешім роботқа толық автономдылықты да, қолданушыдан тікелей басқару мүмкіндігін де қамтамасыз етеді. Архитектура модульдік болғандықтан, болашақта жүйені оңай кеңейтуге немесе күрделендіруге болады (мысалы, жасанды интеллект қосу, GPS навигация, визуалды карта құру).

Кесте 2.3 – Мобильді роботтарды басқару тәсілдерінің салыстырмалы кестесі

Басқару тәсілі	Сипаттамасы	Артықшылықтары	Шектеулері
Автономды басқару	Робот толықтай өздігінен шешім қабылдайды, сенсорлар негізінде әрекет етеді	Толық тәуелсіздік, кедергілерге жедел реакция	Күрделі алгоритмдер қажет, сенсорға тәуелділік
Қашықтан басқару	Қолданушы тарапынан тікелей басқару, Bluetooth/Wi-Fi арқылы	Қарапайым бақылау және сынау мүмкіндігі	Адам қатысуы міндетті, автономдылық жоқ
Жартылай автономды	Робот өздігінен жұмыс істейді, бірақ кейде сырттан командалар алады	Икемділік, қолданушы және робот арасы теңгерілген	Күрделі логика қажет, синхрондау маңызды

Мобильді роботтардың архитектурасы — икемді, модульдік және тапсырмаға бейімделетін жүйе. Жобада қолданылған басқару тәсілі — сенімді, қолдануға жеңіл әрі нақты уақытта әрекет етуге бейімделген шешім ретінде таңдалды.

2.4 Bluetooth байланыс модульдері туралы шолу

Сымсыз байланыс – қазіргі заманғы интеллектуалды жүйелердің ажырамас бөлігіне айналды. Оның ішінде, *Bluetooth* технологиясы қысқа қашықтықта сенімді, қарапайым және төмен қуатпен жұмыс істейтін байланыс түрі ретінде ерекше қолданысқа ие. Әсіресе мобильді робототехникада Bluetooth модульдері қолданушы мен робот арасындағы нақты уақытта өзара әрекеттесуді қамтамасыз ететін тиімді құрал болып саналады.

Bluetooth – 2.4 ГГц жиілікте жұмыс істейтін, шектеулі қашықтықта (әдетте 10 метрге дейін) екі құрылғы арасында деректер алмасуға мүмкіндік беретін протокол. Оның ең үлкен артықшылықтарының бірі – смартфон немесе ноутбук сияқты кең таралған құрылғылармен тікелей байланыс орната алуы.

Кесте 2.4 – Танымал Bluetooth модульдері (Arduino-мен үйлесімдері)

Модуль атауы	Жұмыс режимі	Стандарт	Артықшылықтары	Шектеулері
HC-05	Master/Slave	BT 2.0	Икемді конфигурация, AT-командалар, арзан	Тек классикалық Bluetooth
HC-06	Тек Slave	BT 2.0	Жай басқару үшін жеткілікті, арзан	Тек қабылдаушы, Master режимі жоқ
NM-10	Slave (BLE)	BT 4.0 BLE	Bluetooth Low Energy, энергия үнемдейді	Барлық құрылғылармен үйлеспеуі мүмкін

JDY-08	Slave (BLE)	BT 4.2 BLE	Өлшемі өте шағын, BLE стандартына сай	Қолдау күрделірек, аз құжаттама
RN-42	Master/Slave	BT 2.1	Кәсіби деңгейде, тұрақты байланыс, кең мүмкіндіктер	Бағасы жоғары
ESP32	Dual-mode (BT+BLE)	BT 4.2 + Wi-Fi	Bluetooth та, Wi-Fi та бар (бір микроконтроллерде)	Программалау күрделірек, артық қуат тұтынады

Arduino негізіндегі жобаларда көбіне *HC-05* және *HC-06* модульдері пайдаланылады. Бұл модульдер арзан, қолдануға оңай және UART (TX/RX) арқылы Arduino-мен байланысады.

HC-05 - әрі Master, әрі Slave режимдерінде жұмыс істей алады. Бұл модуль икемді баптаулар мен кеңірек мүмкіндіктер ұсынады.

HC-06 - тек Slave режимінде жұмыс істейді, яғни тек команда қабылдай алады. Ол қарапайым жобалар үшін жеткілікті.

HC-05 – UART байланыс протоколын қолданатын, ең танымал Bluetooth модульдерінің бірі. Оның 6 негізгі пині бар:

VCC – 5 В қорек көзі;

GND – жер;

TX – дерек жіберу;

RX – дерек қабылдау;

EN/KEY – AT режиміне кіру үшін;

STATE – Bluetooth байланыс күйін көрсету.

HC-05 модулі Arduino микроконтроллерімен SoftwareSerial кітапханасы арқылы өзара әрекеттесе алады. Бұл кітапхана стандартты RX/TX порттан бөлек, бағдарламалық түрде қосымша порт жасауға мүмкіндік береді. Осылайша Arduino негізгі сериялық портын бос қалдырып, Bluetooth пен параллель жұмыс істей алады.

HC-05 модулі AT-командалар жүйесі арқылы бапталады. Бұл режимде модульге арнайы командалар жіберу арқылы құрылғының атауын, паролін, жұмыс режимін және басқа параметрлерін өзгертуге болады.

Мысалы:

AT – байланыс тексеру;

AT+NAME=MyRobot – құрылғы атауын өзгерту;

AT+PSWD=1234 – жұптасу құпиясөзін орнату;

AT+ROLE=1 – Master режиміне ауыстыру (0 – Slave).

Бұл мүмкіндіктер модульді әртүрлі құрылғыларға бейімдеуге жол ашады.

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BT(10, 11); // RX, TX
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  BT.begin(9600);
}
```

```

}
void loop() {
  if (BT.available()) {
    char cmd = BT.read();
    if (cmd == 'F') moveForward();
    else if (cmd == 'B') moveBackward();
    // т.б.
  }
}

```

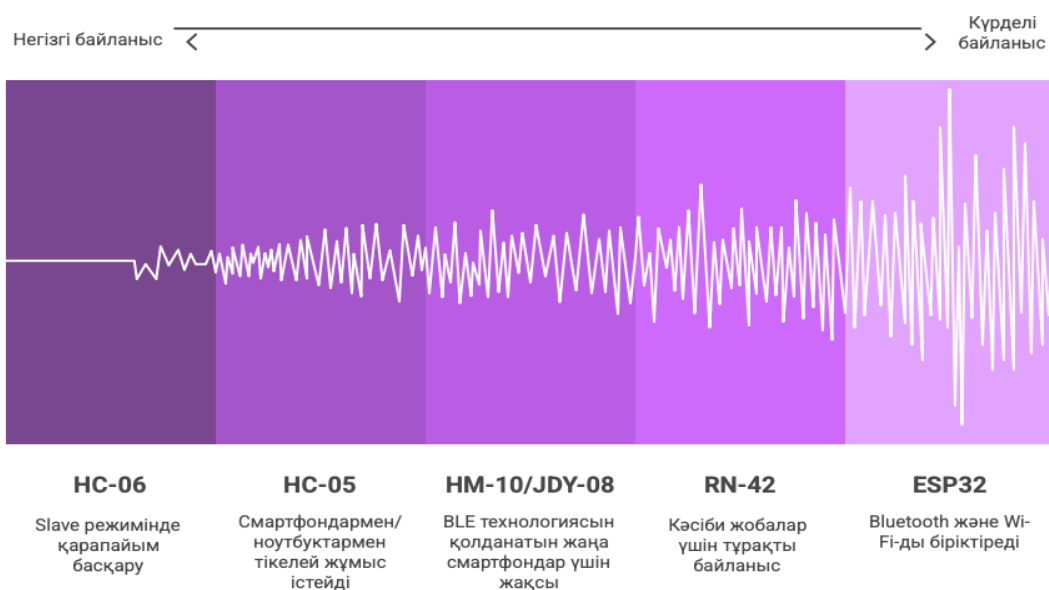
Bluetooth арқылы командалар (мысалы, 'F' — алға, 'B' — артқа) Arduino-ға келеді және ол тиісті мотор функциясын орындайды.

Жобадағы рөлі мен маңызы

Ұсынылған жобада HC-05 Bluetooth модулі қолданушы мен робот арасындағы байланыс арнасы ретінде қолданылады. Мобильді құрылғыдан (смартфоннан) жіберілген командалар нақты уақытта Arduino-ға беріледі. Бұл жүйе роботты физикалық түрде ұстамай-ақ басқаруға, бағыт беру мен әрекетті нақты бақылауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, модульдің жеңіл конфигурациясы мен Arduino-мен үйлесімділігі жобаны оқу және тәжірибелік мақсатта пайдалануға ыңғайлы етеді.

Bluetooth интерфейсінің енгізілуі жобаның мүмкіндіктерін кеңейтті: пайдаланушы роботқа алға, артқа, солға немесе оңға қозғалу, сканерлеуді бастау, дыбыс сигналын қосу сияқты нақты командалар жібере алады. Мұндай тәсіл роботты мобильді, икемді және интерактивті етеді.

Байланыс, қуат және қолдану негізінде Bluetooth модулін таңдау



2.4-сурет – Bluetooth модульдері

Bluetooth модульдері – әсіресе HC-05 – мобильді роботтардың қашықтан басқарылуын жүзеге асыруда ең тиімді шешімдердің бірі. Ол сенімді байланыс, қарапайым конфигурация, және Arduino экожүйесімен толық үйлесімділігімен ерекшеленеді. Осы жоба аясында Bluetooth технологиясын қолдану роботтың функционалдығын арттырып, қолданушымен интерактивті және нақты уақыттағы әрекеттесу мүмкіндігін қамтамасыз етті.

3 Жүйенің техникалық сипаттамасы

3.1 Жүйе архитектурасы

Ұсынылған мобильді роботтың жүйе архитектурасы модульдік құрылымға негізделген және бірнеше микроконтроллер мен компоненттердің өзара үйлесімді әрекетіне бағытталған. Бұл тәсіл роботтың әр бөлігінің нақты функция атқаруына және бүкіл жүйенің сенімді жұмыс істеуіне мүмкіндік береді. Архитектура бірнеше деңгейлі логиканы қамтиды: мәліметтерді жинау, оларды өңдеу, қабылданған шешімге сәйкес әрекет ету және сыртқы құрылғымен байланыс орнату.

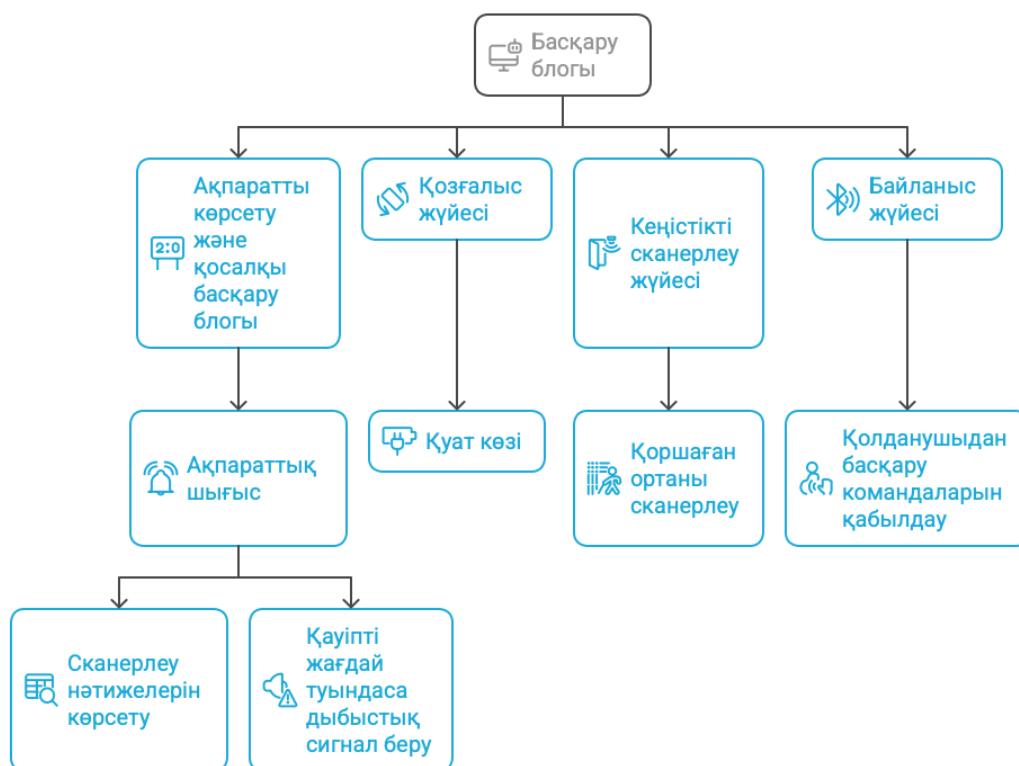
Жүйенің жүрегі ретінде Arduino Uno микроконтроллері таңдалған. Ол кеңістікті сканерлеуге, қозғалысты басқаруға және Bluetooth модулі арқылы басқарушыдан келетін командаларды өңдеуге жауап береді. Сонымен қатар, Arduino Uno ультрадыбыстық сенсор мен сервомоторды басқарып, қоршаған ортаны шолап отырады. Сканерлеу нәтижелері нақты уақытта Arduino Nano арқылы TFT дисплейде көрсетіледі және дыбыстық сигнал арқылы ескертіледі. Arduino Nano осы визуализация және дыбыс модулімен жеке жұмыс істейді, бұл негізгі Arduino Uno-ның жүктемесін азайтуға мүмкіндік береді.

Arduino Uno $\longleftrightarrow$ сенсорлар, мотор драйвер, Bluetooth
Arduino Nano $\longleftrightarrow$ TFT дисплей, дыбыстық модуль

Екі микроконтроллер өзара UART арқылы немесе GPIO негізінде ақпарат алмасады

Сигналдарды қабылдау және беру процестері Bluetooth модулі арқылы жүзеге асады. HC-05 модулі басқару құрылғысынан — мысалы, смартфоннан — келетін командаларды қабылдайды және оларды Arduino Uno-ға жеткізеді.

Роботтың қозғалыс механикасы L298N мотор драйвері арқылы жүзеге асырылады. Бұл драйвер тұрақты ток қозғалтқыштарына қажетті кернеу мен токты қамтамасыз етеді. Алған командаларға сәйкес моторлар алға, артқа немесе бұрылу сияқты қозғалыстар орындайды.



3.1-сурет – Роботтың құрылымдық схемасы

Барлық модульдер 5V немесе 3.3V кернеу көздерінен қоректенеді. Сенсорлар, дисплей, сервомотор және басқа компоненттер сәйкес қорек желілеріне қосылған. Қуат көздері ретінде литий-ион аккумуляторлары немесе тұрақты ток көзі қолданылуы мүмкін. Жүйеде сенсорлардан келетін мәліметтер, Bluetooth арқылы алынатын командалар және қабылданған шешімдер нақты уақыт режимінде өңделіп, қажетті әрекеттерге айналады.

Жүйе архитектурасы сенімді, икемді және кеңейтуге бейім. Микроконтроллерлер арасындағы рөлдік бөлініс әр модульдің өзіне тән міндетін тиімді орындауына жағдай жасайды. Мұндай құрылым роботты болашақта оңай жетілдіруге, мысалы, жаңа сенсорлар, камера немесе жасанды интеллект модульдерін қосуға мүмкіндік береді.

3.2 Құрылғылар тізімі және жүйе компоненттері

Ұсынылған мобильді робот жобасы бірқатар аппараттық құрылғылардың бірлесіп жұмыс істеуіне негізделеді. Бұл бөлімде жүйеде қолданылған негізгі компоненттер мен олардың сипаттамалары келтіріледі.



3.2-сурет – Роботтың негізгі құрылымдық элементтері

1. *Arduino Uno*

Негізгі басқару микроконтроллері;
 ATmega328P негізінде жұмыс істейді;
 14 цифрлық пин, 6 аналогты кіріс;
 Қозғалыс, сканерлеу және Bluetooth командаларын өңдейді.

2. *Arduino Nano*

Қосалқы басқару блогы ретінде қолданылады;
 TFT дисплей мен дыбыстық модульді басқарады;
 Компакт үлгісі, Uno-мен үйлесімді.

3. *HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық сенсоры*

2 см – 400 см диапазонында арақашықтықты өлшей алады;
 5V жұмыс кернеуі;
 Arduino Uno-ға қосылып, кеңістікті сканерлеу үшін пайдаланылады.

4. *SG90 сервомотор*

Сканерлеу бұрышын өзгерту үшін сенсорды бұрады;
 0°–180° бұрылу диапазоны;
 Arduino арқылы PWM сигналымен басқарылады.

5. *HC-05 Bluetooth модулі*

Қолданушыдан қашықтан командалар қабылдайды;
 UART (TX/RX) байланысы арқылы Uno-мен жұмыс істейді;
 AT-командалармен конфигурацияланады.

6. *L298N мотор драйвері*

2 DC қозғалтқышты басқаруға арналған;

5V – 35V жұмыс диапазоны;

Arduino Uno-дан PWM сигналдармен басқарылады.

7. *Тұрақты ток қозғалтқыштары (DC motors)*

Роботты алға/артқа қозғалысқа келтіреді;

Әрқайсысы редуктормен жабдықталған;

Қуат L298N драйвері арқылы беріледі.

8. *TFT дисплей (1.8" немесе 2.4")*

Arduino Nano арқылы басқарылатын көрнекі шығару құралы;

Ультрадыбыстық сенсордан алынған мәліметтерді көрсетеді;

SPI интерфейсі арқылы қосылады.

9. *Дыбыстық сигнал модулі (buzzer)*

Кедергі тым жақын болғанда дыбыстық ескерту береді;

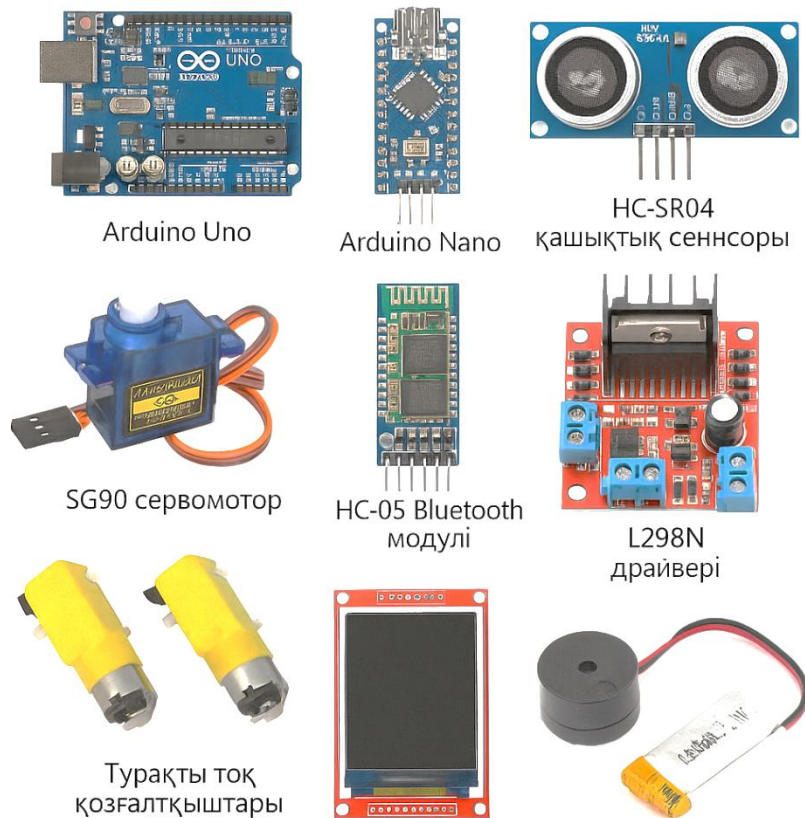
Arduino Nano-дан HIGH/LOW сигналмен басқарылады.

10. *Қуат көзі*

7.4V литий-ион аккумуляторы немесе USB арқылы қорек;

Барлық модульдерді тұрақты қуатпен қамтамасыз етеді;

Қажет болса 5V регулятор қосылады.



3.3-сурет – Роботтың негізгі құрылымдық компоненттері

3.3 Қосылу схемасы

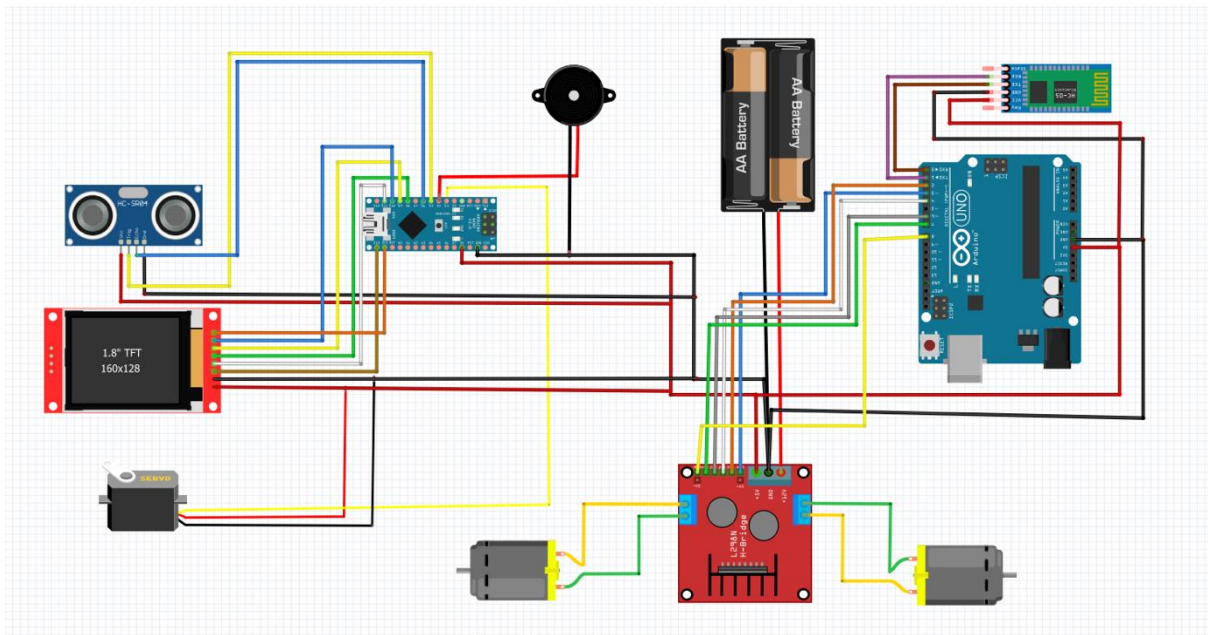
Роботтың барлық компоненттері өзара үйлесімді жалғанып, жүйенің толық функционалды жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Жүйенің негізі – екі микроконтроллер: Arduino Uno және Arduino Nano. Arduino Uno кеңістікті сканерлеу, қозғалысты басқару және Bluetooth арқылы байланыс орнату міндеттерін атқарады, ал Arduino Nano визуализация мен дыбыстық сигнал функцияларына жауап береді. Осы модульдер арасында мәлімет алмасу қарапайым GPIO немесе UART арқылы ұйымдастырылған.

HC-SR04 ультрадыбыстық сенсоры Arduino Uno-ға тікелей жалғанып, қоршаған ортаны сканерлеу үшін пайдаланылады. Сенсордың TRIG және ECHO пиндері сәйкесінше Arduino-ның сандық пиндеріне қосылған. Сенсор сервомоторға орнатылған, ал сервомотор Arduino-ның PWM пиніне жалғанып, сенсордың бұрылуын қамтамасыз етеді. Бұл шешім сканерлеу бұрышын кеңейтіп, объектілерді дәл анықтауға мүмкіндік береді.

Роботтың қозғалысы екі тұрақты ток қозғалтқышы арқылы жүзеге асырылады, олар L298N драйвері арқылы басқарылады. L298N драйвері басқару сигналдарын Arduino Uno-дан алады, ал қажетті қуатты сыртқы қорек көзі қамтамасыз етеді. Бұл драйвердің артықшылығы – екі моторды бір уақытта басқаруға және қозғалыс бағытын өзгертуге мүмкіндік береді.

Bluetooth модулі ретінде қолданылған HC-05 Arduino Uno-мен UART интерфейсі арқылы байланысады. Пайдаланушы мобильді қосымша арқылы роботқа нақты уақытта командалар жібере алады. Командалар Arduino Uno-да өңделіп, қозғалысқа немесе басқа әрекеттерге түрлендіріледі.

Arduino Nano дисплей мен дыбыстық модульді басқарады. TFT дисплей Arduino Nano-ның SPI интерфейсімен қосылып, сканерлеу нәтижелері мен роботтың күйі туралы ақпаратты көрсетеді. Дыбыстық модуль Arduino Nano-ның сандық пиніне жалғанып, қажет болғанда ескерту береді. Екі микроконтроллер де ортақ GND арқылы біріктіріліп, бір қуат көзімен жұмыс істей алады немесе бөлек қорекпен қамтамасыз етіледі.



3.4-сурет – Қосылу схемасы

Негізгі байланыс құрылымы:

HC-SR04 ультрадыбыстық сенсоры Arduino Uno-ның сандық пиндеріне (мысалы, TRIG → D9, ECHO → D8) қосылады;

Сервомотор (SG90) PWM пинге (мысалы, D10) жалғанып, сенсордың бұрышын басқаруға мүмкіндік береді;

L298N драйвері екі DC мотормен бірге Uno-ның D3, D5, D6, D7 пиндері арқылы басқарылады;

Bluetooth модулі (HC-05) Arduino Uno-ның RX/TX пиндеріне (мысалы, SoftwareSerial арқылы D2, D4) қосылады;

Arduino Nano TFT дисплей және дыбыс модулімен SPI немесе цифрлық пиндер арқылы жалғанады;

TFT дисплей Arduino Nano-ның пиндері арқылы (мысалы, D9, D10, D11, D12) SPI интерфейсімен жалғанады;

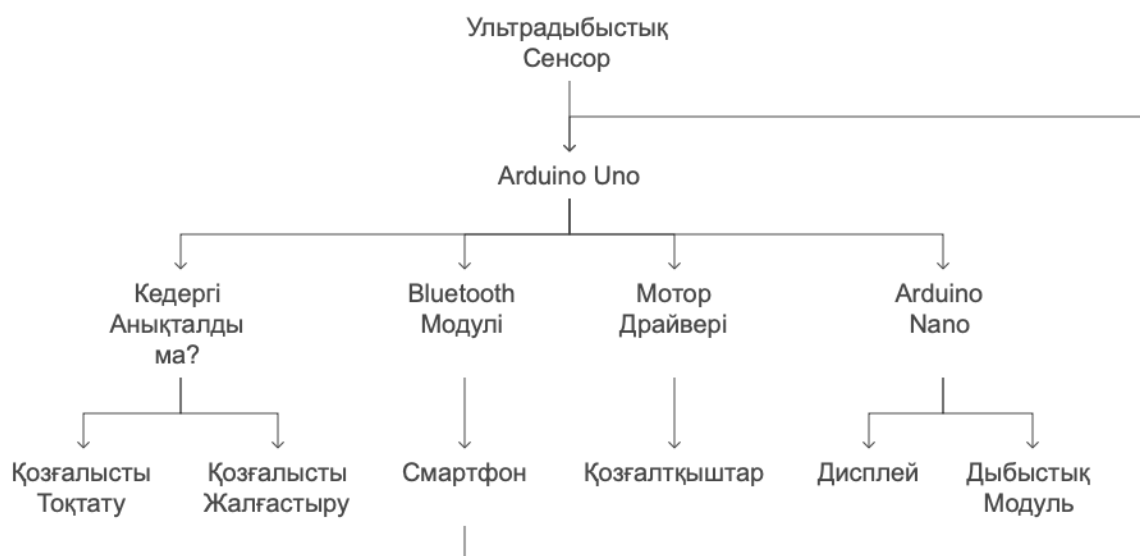
Дыбыстық модуль (buzzer) Arduino Nano-дағы кез келген сандық пинге жалғанып, HIGH/LOW сигналмен басқарылады;

Қуат көзі ретінде литий-ион аккумуляторы немесе тұрақты 5V қорек көзі қолданылады. Барлық модульдер GND арқылы жалпы жермен қосылады.

3.4 Компоненттердің өзара байланысы және жұмыс логикасы

Роботтың барлық компоненттері біртұтас жүйеде үйлесімді әрекет етеді. Олардың арасындағы байланыс нақты функционалдық міндеттерге негізделген және әр модульдің рөлі мен өзара әрекетін ескере отырып құрылған. Жүйеде орталық басқарушы ретінде Arduino Uno қолданылады, ол сенсорлық ақпаратты өңдеп, қозғалысты және Bluetooth байланысын басқаруды қамтамасыз етеді.

Қосалқы басқарушы Arduino Nano дисплей мен дыбыстық модуль арқылы ақпаратты визуализациялап, кері байланыс ұсынады. Ультрадыбыстық сенсор сервомоторға бекітіліп, кеңістікті секторлы түрде шолайды. Arduino Uno сканерлеу бұрышын кезең-кезеңмен өзгертіп, әр позицияда арақашықтықты өлшейді. Бұл мәліметтер нақты уақытта Arduino Nano-ға беріледі немесе тікелей Uno арқылы шешім қабылдауға пайдаланылады. Егер жақын қашықтықта кедергі анықталса, жүйе қозғалысты тоқтатады немесе бағытты өзгертеді. Бұл кезде Nano арқылы дисплейге визуалды ескерту шығарылады, ал дыбыстық модуль іске қосылып, қолданушыға қауіп туралы белгі береді. Bluetooth модулі сыртқы құрылғымен (смартфон) байланыс орнатып, басқару командаларын Arduino Uno-ға жеткізеді. Uno бұл командаларды өңдеп, мотор драйвер арқылы қозғалтқыштарға сәйкес сигналдар жібереді. Қозғалтқыштар L298N драйвері арқылы басқарылып, роботтың қозғалыс бағыты мен жылдамдығы анықталады. Командалар ішінде алға, артқа қозғалу, бұрылу, тоқтау және сканерлеуді бастау секілді әрекеттер болуы мүмкін.



3.5-сурет –Компоненттердің өзара байланысы

Деректер ағыны мен әрекет ету логикасы нақты құрылым бойынша жүреді: сенсорлар → Uno → шешім қабылдау → әрекет (моторлар, дисплей, дыбыс). Сонымен қатар, Nano тек визуализация үшін ғана емес, кей жағдайда Uno-дан тәуелсіз түрде дыбыстық немесе визуалды реакция ұйымдастыра алады. Бұл екі микроконтроллердің бірлескен жұмысы жүйенің жүктемесін оңтайландырып, тұрақты және сенімді әрекет етуін қамтамасыз етеді.

Жалпы алғанда, компоненттердің өзара байланысы нақты мақсаттарға негізделген. Әр модуль өз функциясын анық орындап, орталық басқарушы Arduino Uno-мен үйлесімді жұмыс істейді. Мұндай логика жүйені болашақта кеңейту немесе қосымша құрылғылармен толықтыру үшін қолайлы етеді.

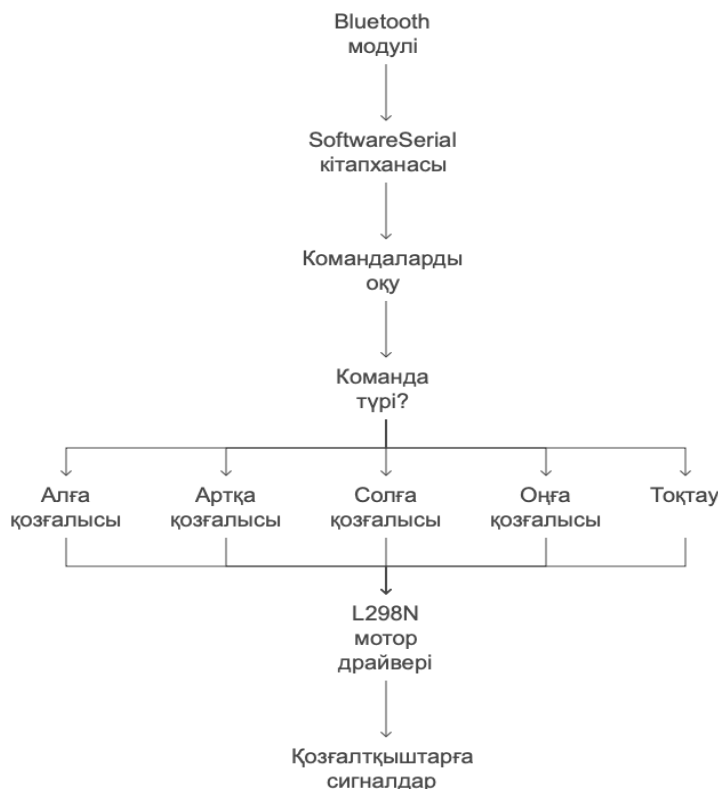
4 Бағдарламалық қамтамасыз ету

4.1 Arduino Uno басқару алгоритмі

Arduino Uno — роботтың негізгі басқарушы блогы ретінде кеңістікті сканерлеу, қозғалысты басқару және Bluetooth арқылы командаларды өңдеуді жүзеге асырады. Бұл микроконтроллер жүйенің орталық логикасына жауап береді: сканерлеу деректерін жинайды, оларды талдайды, шешім қабылдайды және орындаушы құрылғыларға сигнал береді. Сонымен қатар, Uno модулі Bluetooth арқылы келіп түсетін сыртқы командаларды қабылдап, сол бойынша әрекет етеді.

Жүйе іске қосылғанда, Uno алдымен сервомотор арқылы ультрадыбыстық сенсорды бұрыш бойынша қозғалта отырып, кеңістікті сканерлей бастайды. Сенсор әр бұрышта арақашықтықты өлшейді, ал Uno бұл мәндерді ішкі айнымалыларда сақтап, кедергі бар-жоғын анықтайды. Егер кедергі белгілі бір шектен жақын орналасса, қозғалыс тоқтатылады немесе бағыт өзгереді. Бұл кезде дыбыстық сигнал да берілуі мүмкін.

Bluetooth модулі арқылы келіп түсетін командалар арнайы SoftwareSerial кітапханасы арқылы өңделеді. Команда символ түрінде келеді (мысалы, 'F' — алға, 'B' — артқа, 'L' — солға, 'R' — оңға, 'S' — тоқтау), Uno оларды оқып, сәйкес функцияны орындайды. Бұл командалар L298N мотор драйвері арқылы қозғалтқыштарға берілетін сигналдарды өзгертеді.



4.1-сурет – Bluetooth арқылы басқарылатын роботтың жұмыс процесі

Қозғалысты басқару логикасы PWM сигналдары мен HIGH/LOW пиндердің комбинациясына негізделген. Мысалы, алға жылжу үшін бір моторда IN1 – HIGH, IN2 – LOW, ал екіншісінде де осындай конфигурация қолданылады. Артқа қозғалту үшін сигналдар кері беріледі. Осылайша, Uno моторларға бағыт пен жылдамдықты басқару сигналдарын динамикалық түрде жібереді.

Сканерлеу процесі цикл ішінде жүреді. Сервомотор 0°-ден 180°-ге дейін белгілі бір қадаммен айналып, әр қадам сайын арақашықтық өлшенеді. Бұл мәліметтер кейін дисплейге жіберілуі мүмкін немесе келесі әрекетке негіз болады. Егер кедергі 10 см-ден жақын орналасқан болса, жүйе тоқтайды немесе айналып өтуді жүзеге асырады.

Arduino Uno-дағы алгоритм құрылымы үш негізгі бөлімнен тұрады: инициализация (setup()), циклдік жұмыс (loop()), және көмекші функциялар (қозғалыс, сканерлеу, Bluetooth оқу). Бағдарламада уақытша кідірістер (delay()) сканерлеу тұрақтылығы мен мотор жұмысының үйлесімділігін қамтамасыз ету үшін қолданылады.

Arduino Nano жобада қосалқы микроконтроллер ретінде жұмыс істейді. Оның негізгі міндеттері — ультрадыбыстық сенсор арқылы алынған қашықтық деректерін визуализациялау және қауіпті жағдай туындағанда дыбыстық ескерту сигналын беру. Бұл логика негізгі Arduino Uno-мен үйлесімді әрекет етіп, жүйенің интерфейс пен кері байланыс жағын қамтамасыз етеді.

4.2 Arduino Nano басқару алгоритмі

Nano негізінен TFT дисплеймен және buzzer модулімен жұмыс істейді. Дисплей SPI интерфейсі арқылы қосылып, Uno-дан келетін немесе тікелей Nano-да алынған деректерді көрсетуге арналған. Қарапайым интерфейс құрылып, дисплейге объектіге дейінгі қашықтық, ескерту белгілері немесе жүйе күйі (мысалы, «Қауіп жақын!») шығарылады.

Алгоритмнің жұмыс логикасы келесідей: Nano деректерді Serial порт арқылы немесе Uno-мен GPIO байланысы арқылы қабылдайды. Арнайы форматтағы жол (мысалы, D:35) арқылы келіп түскен мәлімет интерпретацияланып, дисплейде көрнекі түрде бейнеленеді. Егер қашықтық шекті мәннен төмен болса (мысалы, 15 см), Nano автоматты түрде дыбыстық модульді іске қосып, пайдаланушыға қауіптілік туралы ескерту жібереді.

Дыбыстық сигнал өте қарапайым түрде басқарылады: белгілі бір пинге HIGH сигналы жіберіледі, бұл кезде дыбыстық модуль үздіксіз немесе импульстік дыбыс шығарады. Ескерту ұзақтығы мен дыбыс жиілігі бағдарламалық түрде орнатылады (tone() немесе digitalWrite() функциясы арқылы).



4.2-сурет – Arduino Nano-ның жұмыс логикасы

Nano басқару алгоритмі үш негізгі бөліктен тұрады: инициализация (setup()), циклдік бақылау (loop()) және кіріс мәліметтерін өңдеу. Инициализация кезінде дисплейдің кітапханасы жүктеледі, экран дайындалады және бастапқы хабарламалар көрсетіледі. Loop ішіндегі логика Serial мәліметті оқиды, өңдейді және сәйкес әрекеттерді орындайды.

Бұл алгоритм визуалды кері байланысты қамтамасыз етіп, жүйенің пайдаланушыға интерактивті жұмыс істеуін жеңілдетеді. Сонымен қатар, негізгі Arduino Uno жүктемесін азайтып, функционалдық блоктарды логикалық түрде бөлуге мүмкіндік береді.

4.3 Микроконтроллерлер арасындағы байланыс

Жобада екі Arduino микроконтроллері – Uno және Nano – өзара үйлесімді әрекет етіп, жүйенің түрлі функцияларын бөлісе орындайды. Бұл архитектуралық шешім жүйенің жүктемесін тиімді бөліп, оның сенімділігін және кеңейтілу мүмкіндігін арттырады. Arduino Uno негізгі басқару міндеттерін атқарып, сенсорлар мен қозғалтқыштарды басқарады, ал Arduino Nano — визуалды және дыбыстық кері байланысқа жауап береді.

Микроконтроллерлер арасындағы байланыс **қарапайым UART протоколы** немесе **сандық GPIO пиндер** арқылы ұйымдастырылады. Екі құрылғы бір-біріне қысқа әрі құрылымдалған мәліметтер жолын жібереді. Uno белгілі бір жағдай орын алғанда (мысалы, объектіге дейінгі арақашықтық азайған

кезде), Nano-ға тиісті ақпарат жібереді, ал Nano оны дисплейде көрсетіп немесе дыбыстық ескерту арқылы сигнал береді.

Байланыс **Serial (TX–RX)** негізінде жүзеге асса, Uno-дан Nano-ға `Serial.write()` немесе `Serial.print()` арқылы жолдама жасалады. Nano өз жағынан `Serial.read()` арқылы осы ақпаратты қабылдап, қажетті өңдеу жасайды. Бұл тәсіл жүйеде сенімді мәлімет алмасуға мүмкіндік береді және тікелей басқару сигналына тәуелді болмайды.

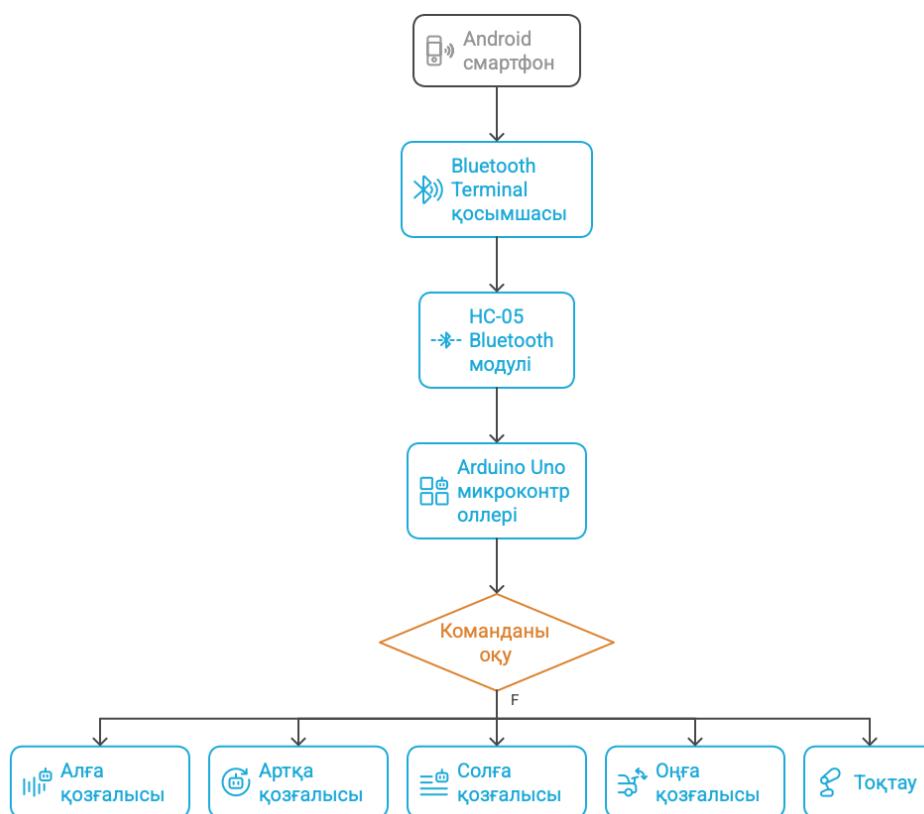
Альтернативті әдіс ретінде, бір немесе бірнеше **сандық пин** арқылы ақпараттық импульстер немесе логикалық деңгейлер берілуі мүмкін. Мысалы, Uno белгілі бір шарт орындалғанда D7 пинін HIGH күйге ауыстырады, ал бұл сигнал Nano-да `digitalRead()` арқылы оқылып, әрекетке түрткі болады.

Бұл байланыс тәсілдері жобаның күрделілігіне байланысты таңдалады. Егер берілетін ақпарат көлемі үлкен болса, UART немесе I2C секілді байланыс протоколдары тиімдірек. Алайда қарапайым жобаларда бірнеше GPIO арқылы басқару логикасы жеткілікті болуы мүмкін.

Жүйенің артықшылығы — микроконтроллерлер өзара толыққанды синхронды жұмыс істейді, бірақ бір-бірінен тәуелсіз де әрекет ете алады. Бұл архитектура модульдерді бөлек тестілеуге, ақауларды оңай оқшаулауға және жүйені болашақта жаңартуға жол ашады.

4.4 Bluetooth арқылы басқару

Bluetooth технологиясы — мобильді роботты қашықтан басқарудың ыңғайлы және кең таралған әдісі. Бұл жобада Bluetooth арқылы басқару **HC-05 модулі** және **Arduino Uno** микроконтроллері негізінде іске асырылды. Қолданушы роботқа Android смартфон арқылы командалар жіберіп, нақты уақытта оның қозғалысын, сканерлеу режимін немесе тоқтауын басқара алады. Бұл жүйе роботпен сымсыз өзара әрекеттесуді жеңілдетіп, тестілеу мен тәжірибе жасауды қолайлы етеді.



4.3-сурет – Bluetooth арқылы басқару жүйесі

Bluetooth модулі Arduino Uno-мен **UART (TX/RX)** интерфейсі арқылы байланысады. Arduino Uno бағдарламасында SoftwareSerial кітапханасы қолданылып, Bluetooth-пен параллель жұмыс істеу үшін қосымша сериялық порт ұйымдастырылады. Командалар символ түрінде қабылданады: мысалы, **'F'** – **алға**, **'B'** – **артқа**, **'L'** – **солға**, **'R'** – **оңға**, **'S'** – **тоқтау**. Uno бұл командаларды қабылдай отырып, сәйкес қозғалыс функциясын іске қосады немесе моторларды тоқтатады.

Пайдаланушы жағынан басқару **Bluetooth Terminal** қосымшасы немесе арнайы жасалған Android интерфейсі арқылы жүзеге асады. Интерфейсте командалық батырмалар орнатылады немесе қолданушы өзі символдарды қолмен жібереді. Команда жіберілген сәтте ол Bluetooth арқылы HC-05 модуліне жетіп, әрі қарай Arduino Uno-ға бағытталады. Uno-да бұл символ BT.read() арқылы оқылып, шартты оператор (if, switch) арқылы нақты әрекетке түрлендіріледі.

Bluetooth модулі Master/Slave режимдерін қолдайды, бірақ бұл жоба аясында **Slave** режимінде жұмыс істейді — яғни сырттан команда қабылдайды. Модуль алдын ала конфигурацияланған: құрылғы атауы, жұптасу коды (қалыпты — 1234), және жұмыс жылдамдығы (әдетте 9600 бод) AT-командалар арқылы орнатылған.

Байланыс тұрақты болуы үшін Arduino Uno мен Bluetooth модулі арасында кернеу үйлесімділігі сақталған. HC-05-тің RX пині 3.3V деңгейін қажет

ететіндіктен, Arduino-ның 5V TX сигналын резисторлық бөлгіш арқылы төмендету ұсынылады.

Жалпы, Bluetooth арқылы басқару — роботқа интерактивтілік қосатын, қолданушының араласуын қамтамасыз ететін сенімді шешім. Бұл жүйе арқылы роботтың барлық әрекеттері нақты уақытта, қашықтан, ыңғайлы түрде жүзеге аса алады.

5 Жүйені іске асыру

5.1 Компоненттерді жинақтау және құрастыру

Жобаны іс жүзінде жүзеге асыру кезеңі - барлық теориялық және бағдарламалық шешімдерді физикалық жүйеге көшіру процесі. Бұл кезеңде барлық аппараттық компоненттер жинақталып, механикалық түрде құрастырылып, қажетті электрлік қосылымдар орындалады. Роботтың денесі берік негізге (мысалы, акрил немесе 3D басылған платформа) орнатылып, сенсорлар мен модульдер логикалық орналасуына сай орналастырылды.

Құрастыру Arduino Uno мен Arduino Nano микроконтроллерлерінен басталды. Uno платформаның артқы бөлігіне орналастырылып, оған L298N мотор драйвері, HC-05 Bluetooth модулі және ультрадыбыстық сенсор қосылды. Arduino Nano жүйенің алдыңғы жағына орналастырылып, TFT дисплей және дыбыстық модульмен тікелей байланыс орнатты. Бұл екі микроконтроллер арасындағы сымдар дәл және ықшам жалғанып, артық кедергілер мен қысқа тұйықталу болмас үшін арнайы макет платалар мен өткізгіштер қолданылды.

Ультрадыбыстық сенсор (HC-SR04) сервомоторға бекітіліп, платформа алдына орналастырылды. Бұл шешім роботқа 0–180° аралығында кеңістікті шолу мүмкіндігін берді. Сервомотор төменгі кернеулі қорек көзіне қосылып, PWM сигналы арқылы басқарылды. Қозғалыс бөлігіндегі екі тұрақты ток моторы редуктормен жабдықталған, олар платформаның екі жағынан бекітілді. Бұл моторлар L298N арқылы қозғалтылып, Arduino Uno-дан басқару сигналдарын қабылдайды.

HC-05 Bluetooth модулі TX/RX пиндері арқылы Uno-ға қосылып, сыртқы командаларды қабылдауға жауап береді. Модуль байланыс күйі индикаторы арқылы жұптасу жағдайын визуалды түрде көрсетті. TFT дисплей Nano-ның SPI пиндерімен байланыстырылып, нақты уақытта ақпаратты көрсетуге арналған. Қуат көзі ретінде 7.4V литий-ион аккумуляторы қолданылып, жүйенің барлық модульдерін тұрақты қуатпен қамтамасыз етті. Қуатты тұрақтандыру үшін AMS1117 сияқты кернеу регуляторлары пайдаланылды.

Компоненттер жинақталған соң, жүйенің толық сынағы өткізілді. Барлық модульдердің дұрыс қосылғаны тексерілді, сымдар бекітіліп, қысқа тұйықталудан сақтандырылды. Платформаның тепе-теңдігі мен салмақ орталығы ескеріліп, моторлар симметриялы орналастырылды. Қозғалыс, сканерлеу, дисплей мен дыбыстық реакция — барлығы үйлесімді жұмыс істей бастады.

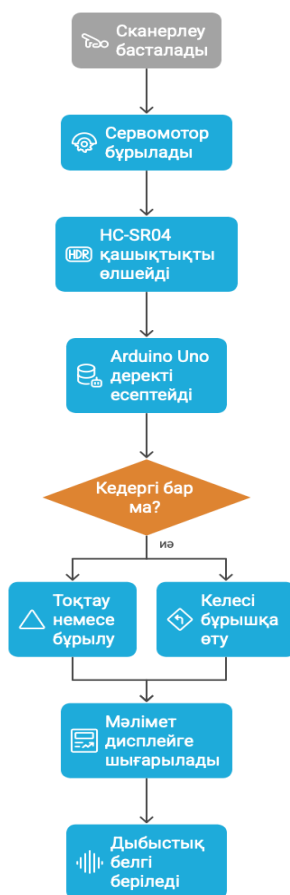
5.2 HC-SR04 деректерін өңдеу және сервоприводпен сканерлеу

Жобада кеңістікті сканерлеу процесі ультрадыбыстық HC-SR04 сенсоры мен SG90 сервомоторының үйлесімді жұмысымен жүзеге асады. Бұл механизм роботқа 180 градусқа дейінгі секторда қоршаған ортаны кезең-кезеңмен шолуға

мүмкіндік береді. Алынған қашықтық деректері кейін дисплейге шығарылып немесе шешім қабылдау үшін пайдаланылады.

Сервопривод сенсорды бұру үшін қолданылады. Arduino Uno жүйені іске қосқан сәттен бастап сервомоторды 0° -ден бастап 180° -ге дейін, әрбір 10° немесе 15° қадаммен бұрады. Әр қадам сайын HC-SR04 сенсоры арақашықтықты өлшейді. Бұл өлшеу digitalWrite(TRIG, HIGH) сигналымен басталып, pulseIn(ECHO, HIGH) арқылы шағылған сигнал уақыты тіркеледі. Ара қашықтық дыбыстың ауада таралу жылдамдығына (343 м/с) сәйкес формуламен есептеледі.

Әр өлшенген мән белгілі бір бұрышпен байланыстырылып, Arduino Uno-да массив немесе құрылымдық айнымалыда сақталады. Осылайша робот "ортаны көреді" - яғни қай бағытта қандай қашықтық бар екенін есептей алады. Егер жақын қашықтықта (мысалы, < 15 см) кедергі анықталса, робот сол бағыттан аулақ болуға шешім қабылдайды немесе дыбыстық сигнал береді.



5.1-сурет – Кедергілерді анықтау және оларды болдырмау процесі

Сканерлеу нәтижелері дисплейге де шығарылады. Әр бұрыш пен арақашықтық сәйкес графикалық белгімен немесе цифрлық мәнмен көрсетіледі. Бұл қолданушыға роботтың айналадағы кеңістікті қалай «түсінетінін» бақылауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, деректер Nano арқылы өңделіп, қажет болса дыбыстық ескерту де беріледі.

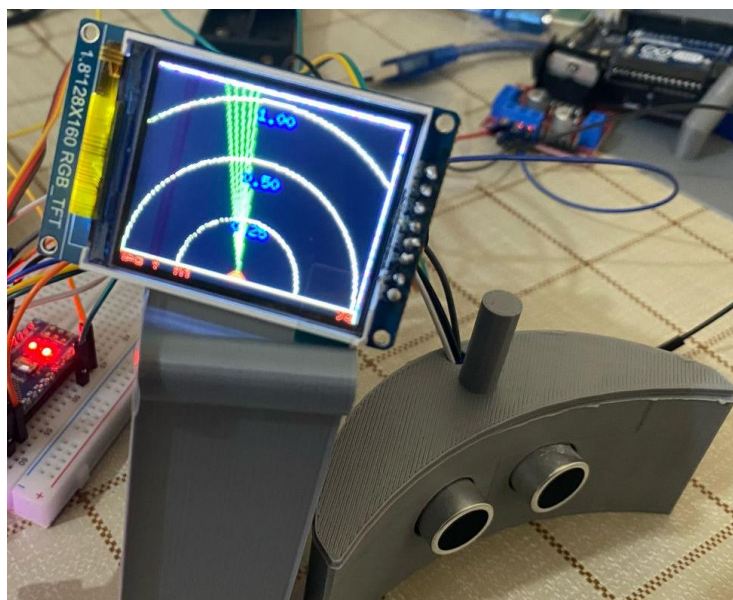
Алгоритм нақты уақытта жұмыс істейді және сканерлеу циклдік түрде орындалады. Сервомотордың бұрылу жылдамдығы мен сенсор өлшеулерінің кідірістері жүйенің жауап беру уақытын теңестіру үшін синхрондалады. Қажет жағдайда робот бұл сканерлеуді тоқтатып, жаңа командаларды орындауға көше алады.

Практикалық сынақтар кезінде бұл жүйе кедергілерді дәл анықтап, кеңістіктегі бос бағытты тиімді таңдауға мүмкіндік берді. Робот кедергіні ерте танып, тоқтайды немесе бұрылады, бұл оның автономды шешім қабылдау қабілетін көрсетеді.

5.3 TFT дисплейге ақпаратты шығару

TFT дисплей роботтың пайдаланушымен байланысының негізгі құралы ретінде қызмет атқарады. Ол сканерлеу нәтижелерін, қашықтық мәндерін және жүйенің жұмыс күйін нақты уақытта визуалды түрде көрсетеді. Дисплей арқылы пайдаланушы роботтың айналадағы жағдайға қалай әрекет етіп жатқанын көре алады, бұл әсіресе тәжірибе немесе сынақ кезінде өте маңызды.

Arduino Nano дисплейді SPI интерфейсі арқылы басқарады. Бұл дисплей кітапханалары (мысалы, Adafruit GFX және ST7735) арқылы жүзеге асады. Инициализация барысында дисплейдің өлшемдері мен түс форматы анықталып, бастапқы экраны дайындалады. Негізгі мәліметтер – бұрыш, қашықтық және қауіп деңгейі – дисплей бетінде нақты және түсінікті түрде көрсетіледі.



5.2-сурет – Сынақ кезіндегі TFT дисплейге ақпаратты шығару

Сканерлеу кезінде әр бұрышқа сәйкес қашықтық өлшеніп, сол мән дисплейдің белгілі бір аймағында көрсетіледі. Мысалы, дисплейдің жоғарғы бөлігінде “Angle: 90°”, ал астында “Distance: 24 cm” деген жазу көрінеді. Егер

кедергі жақын болса, қызыл түспен “Қауіп!” деген хабарлама шығып, дыбыстық ескерту қатар жүреді. Бұл ақпарат әрбір скан қадамынан кейін жаңартылып отырады.

Графикалық интерфейс жүйені қолданушыға ыңғайлы етеді және роботтың шешім қабылдау логикасын визуалды түсіндіруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, дисплей арқылы жүйенің іске қосылу, күту, тоқтау немесе қате жағдайларын да көрсетуге болады. Бұл - роботпен кері байланыстың сенімді арнасы.

TFT дисплейдің артықшылығы - төмен қуат тұтынуымен қатар жоғары ажыратымдылық, түрлі-түсті көрсету қабілеті және SPI арқылы жоғары жылдамдықта жұмыс істеуі. Сынақ барысында дисплейдің жауап беру жылдамдығы жоғары, мәтін мен графика дәл және бірқалыпты көрсетілді.

Жалпы, дисплей модулі роботтың ақылды әрекет етуін және пайдаланушымен интерактивті өзара әрекеттесуін қолдайтын маңызды компонент болып табылады.

5.4 Дыбыстық сигналды басқару

Жоба аясында дыбыстық модуль жүйенің қауіп-қатерге немесе белгілі бір оқиғаға жауап қайтаруы үшін пайдаланылды. Бұл модуль — қарапайым пьезо-динамик (buzzer), ол Arduino Nano арқылы басқарылып, жақын кедергі анықталғанда дыбыстық сигнал береді. Бұл қолданушыға көрнекі ғана емес, естілетін ескерту де ұйымдастырып, жүйенің жауап беру тиімділігін арттырады.

Дыбыстық модуль сандық пинге қосылып, Arduino коды арқылы digitalWrite() немесе tone() функциясы көмегімен іске қосылады. Егер роботтың алдынан кедергі 10–15 см жақын анықталса, Nano пині HIGH күйіне келтіріліп, дыбыстық модуль белгі береді. Дыбыстың ұзақтығы мен жиілігі жағдайға байланысты реттелуі мүмкін. Мысалы, қысқа және жиі дыбыс — шұғыл қауіп, ал үздіксіз дыбыс — әрекет тоқтатылғанын білдіруі мүмкін.

Дыбыстық сигнал сканерлеу циклінен кейінгі шешімге сәйкес жүзеге асырылады. Яғни, дисплейде «Қауіп» деген белгімен қатар, дыбыс та шығарылады. Бұл әсіресе визуалды бақылау мүмкін болмаған жағдайда (мысалы, робот алыста болғанда) пайдалы кері байланыс болып табылады.

Сынақ кезінде дыбыстық модуль сенімді жұмыс істеді. Сигнал нақты сәтте және шекті мәнге жеткен кезде ғана шықты. Сонымен қатар, дыбыстық модуль шағын өлшемді, энергияны аз тұтынатын және бағдарламалық тұрғыдан оңай басқарылатын болғандықтан, жүйеге өте ыңғайлы қосымша болды.

Дыбыстық белгілеу модулі роботтың интерактивтілігін күшейтіп, оның автономды шешімдерін сырттай бақылау үшін маңызды рөл атқарады. Бұл - қауіпсіздік, хабарлама және навигацияда маңызды компонент.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста мобильді роботтың кеңістікті сканерлеу және қоршаған ортаға ден қою қабілетін қамтамасыз ететін интеллектуалды жүйе жобаланып, жасалды. Жоба барысында аппараттық және бағдарламалық компоненттер үйлесімді біріктіріліп, сенсорлар, қозғалыс модульдері, дисплей және Bluetooth арқылы басқару жүйесі толық іске асырылды. HC-SR04 ультрадыбыстық сенсоры мен сервомотордың көмегімен робот айналасындағы кеңістікті шолап, алынған мәліметтер негізінде нақты шешімдер қабылдай алды.

Жүйенің артықшылығы - модульдік архитектурасында. Екі микроконтроллердің (Arduino Uno және Nano) өзара үйлесімді жұмысы роботтың тиімділігін арттырып, сенсорлық аппаратты өңдеу, қозғалысты басқару және пайдаланушымен өзара әрекеттесу функцияларын бірдей орындауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, Bluetooth арқылы қашықтан басқару жүйеге ыңғайлылық және икемділік қосты. TFT дисплей мен дыбыстық модуль роботтың күйі мен әрекетін нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік берді.

Практикалық сынақтар роботтың сенімді жұмыс істеуін көрсетті: кедергілерді дер кезінде анықтап, бағытты өзгерту, сканерлеу нәтижесін визуалды және дыбыстық түрде жеткізу, сыртқы командаларға жедел жауап беру сәтті орындалды. Бұл мобильді жүйе шағын аумақтарда навигация жүргізуге, оқыту және зерттеу мақсаттарына, сондай-ақ қауіпсіздік салаларында қолдануға лайық.

Жобаның болашақта жетілдірілуі де мүмкін: мысалы, камера, жасанды интеллект, Wi-Fi модулі немесе экологиялық датчиктерді қосу арқылы роботтың функционалдығы кеңейтілуі мүмкін. Қорыта айтқанда, бұл жоба — мобильді робототехника саласындағы қолданбалы әрі икемді шешімдердің бірі болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] Banzi M., Shiloh M. Getting Started with Arduino. O'Reilly Media, 2014.
- [2] Margolis M. Arduino Cookbook. O'Reilly Media, 2020.
- [3] Monk S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches. McGraw-Hill, 2022.
- [4] Official Arduino Documentation. URL: <https://www.arduino.cc>
- [5] HC-SR04 Datasheet. URL: <https://components101.com/sensors/hc-sr04-ultrasonic-sensor>
- [6] L298N Motor Driver Module Guide. URL: <https://lastminuteengineers.com/l298n-dc-stepper-driver-arduino-tutorial/>
- [7] Adafruit ST7735 & ST7789 TFT Display Library Documentation. URL: <https://learn.adafruit.com/1-8-tft-display>
- [8] Bluetooth Module HC-05 Configuration. URL: <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/hc-05-bluetooth-module/>
- [9] Сайлауов А.Е., Жұманов М.Р. Микроконтроллер негізіндегі басқару жүйелері. Алматы: Білім, 2021.
- [10] Назарбаев З. Электроника және робототехника негіздері. Астана: НЗМ, 2020.
- [11] Prasad R. Embedded Systems and Robotics with Open Source Tools. CRC Press, 2020.
- [12] Mishra S. Internet of Things with Arduino and ESP32. BPB Publications, 2021.
- [13] John Boxall. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects. No Starch Press, 2021.
- [14] Сейітов Е.Т. Автоматтандыру жүйелерінің элементтері. Алматы: Эверо, 2019.

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Тинанов Нұржанның

«Мобильді роботқа арналған кеңістікті сканерлеу жүйесін жобалау және
жүзеге асыру»

тақырыбындағы дипломдық жұмысына

СЫН-ШІКІР

Тинанов Нұржанның «Мобильді роботқа арналған кеңістікті сканерлеу жүйесін жобалау және жүзеге асыру» тақырыбындағы дипломдық жұмысы қазіргі заманғы робототехника саласындағы өзекті мәселелердің бірі – мобильді құрылғылардың автономды навигациясын шешуге бағытталған. Жұмыс құрылымы жағынан жүйелі, мазмұны терең, теориялық және практикалық бөлімдер өзара үйлесімді құрылған.

Бірінші және екінші тарауларда кеңістікті сканерлеу, ультрадыбыстық сенсорлар, мобильді робот архитектурасы мен басқару тәсілдері туралы толық теориялық негіз берілген. Жұмыс барысында салыстырмалы кестелер, схемалар және техникалық сипаттамалар нақты мысалдармен келтірілген. Бұл студенттің зерттеу жүргізудегі ізденісін және талдау қабілетін көрсетеді. Үшінші және төртінші бөлімдерде роботтың техникалық құрылымы, аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету бөлігі егжей-тегжейлі сипатталған. Микроконтроллерлер арасындағы байланыс, Bluetooth арқылы қашықтан басқару, дисплей және дыбыстық модульдерді қолдану нақты және тиімді түрде орындалған.

Практикалық бөлімдерде жүйені жинақтау, тестілеу және нәтижелерді көрсету кезеңдері нақты сипатталып, жобаның жұмысқа қабілеттілігі дәлелденген.

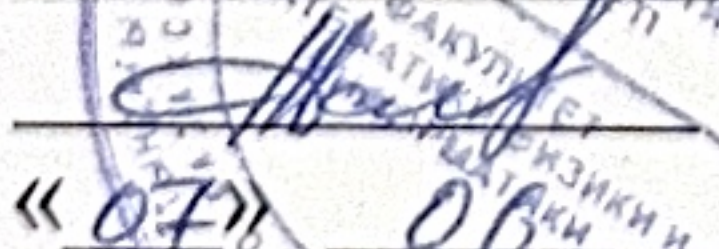
Кемшіліктері: Кейбір тарауларда иллюстрацияларға қысқаша түсіндірмелер жетіспейді; Графикалық материалдарға (сурет, схема) сілтемелер мәтін ішінде бірізді емес.

Қорытынды:

Жалпы, диплом жұмысы қойылған мақсат пен міндеттерге толықтай сай келеді, ғылыми жаңашылдығы және практикалық қолдану мүмкіндігі жоғары. Жұмыс жоғары деңгейде орындалған және **«өте жақсы»** деген бағаға лайық.

Рецензент:

Абай атындағы ҚазҰПУ,
Физика кафедрасының қауым. проф.ма
техника ғылымдарының кандидаты

 Жаменкеев Е. К.
«07» 06 2025 ж.

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Тинанов Нұржанның

«Мобильді роботқа арналған кеңістікті сканерлеу жүйесін жобалау және
жүзеге асыру»

тақырыбындағы атты диплом жұмысына ғылыми жетекшінің

ПІКІР

Тинанов Нұржан дипломдық жұмысты орындау барысында зерттеу дағдыларын, инженерлік есептерді шешу қабілетін және бағдарламалық жобалаудағы біліктілігін көрсетті. Тақырыптың өзектілігін ескере отырып, студент Arduino негізіндегі мобильді роботқа арналған кеңістікті сканерлеу жүйесін құрастырып, оны бағдарламалау және тәжірибелік тексеру жұмыстарын толық орындады.

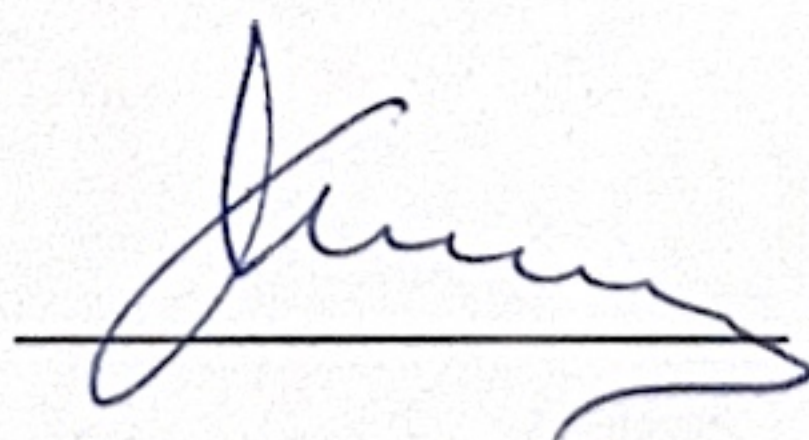
Білім алушы жобаның барлық кезеңдерін – теориялық негіздемеден бастап практикалық құрастыру мен сынақтан өткізуге дейін – өз бетімен, жауапкершілікпен орындады. Компоненттердің дұрыс таңдалуы, модульдік архитектура, визуализация мен дыбыстық кері байланыс жүйесі – жұмыстың нақты инженерлік көзқараспен орындалғанын көрсетеді.

Жұмыста нақты нәтижелер алынған, практикалық сынақтар жүйенің тұрақты әрі сенімді жұмыс істейтінін дәлелдеді. Сонымен қатар, жұмыста көрсетілген болашақ даму бағыттары жобаның келешекте жетілдірілуі мүмкін екенін байқатады.

Қорытынды: Студент диплом жұмысын толық көлемде орындады, қойылған мақсаттарға жетті, өзін жауапты әрі ізденімпаз маман ретінде көрсетті. Жұмыс қорғауға ұсынылады.

Ғылыми жетекші:

ҚазҰТЗУ т.ғ.м., аға оқытушы



/Бактыбаев М.К./



Отчет подобия

Метаданные

Название организации

Satbayev University

Название

Мобильді робот үшін кеңістікті сканерлеу жүйесін әзірлеу

Автор

Научный руководитель / Эксперт

Тинанов Нуржан МаратулыМурат Бактыбаев

Подразделение

ИАиИТ

Объем найденных подобиий

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание!Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

6645

Количество слов



КЦ

53623

Количество символов

Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		37
Интервалы		0
Микропробелы		131
Белые знаки		1
Парафразы (SmartMarks)		0

Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
из базы данных RefBooks (0.00 %)		
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
из домашней базы данных (0.00 %)		
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)

из программы обмена базами данных (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	--------------	---

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---