ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Абдылдаұлы Бауыржан

Мобильдік робот үшін көшіретін манипуляторды жасау

дипломдық жобасына

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

5В071600 - Аспап жасау мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
РТжАТҚ кафедра меңгерушісі
техн. ғыл.кандидаты
_____ Қ.А. Ожикенов
«23» мамыр 2019 ж.

дипломдық жобаның

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

Тақырыбы: «Мобильдік робот үшін көшіретін манипуляторды жасау»

5В071600 - Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындаған Абдылдаулы Б.

Сын пікір жазушы
PhD доктор
_____ Муратов М.М.
«23» мамыр 2019 ж.

Ғылыми жетекшісі
техн.ғыл. канд.
_____ Ожикенов Қ.А.
«23» мамыр 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5В071600 - Аспап жасау

БЕКІТЕМІН
РТжАТҚ кафедра меңгерушісі,
т.ғ.к.
_____ Қ.А. Ожикенов
«____» _____2019 ж.

Дипломдық жобаны орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушыға Абдылдаулы Бауыржан
Жобаның тақырыбы: Мобильдік робот үшін көшіретін манипуляторды жасау
Университет Ректорының 2018 жылғы «06» қарашадағы № 1252-б бұйрығымен бекітілген.
Орындалған жобаны өткізу мерзімі «24» мамыр 2019 жыл
Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері: Манипуляциялық робот туралы, робот-манипулятордың функционалы және қолданылу саласы, манипуляторлардың функционалдық схемалары, Arduino IDE ортасында бағдарламалық коды жазылды.
Есеп-түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша дипломдық жобаның мазмұны:
а) Манипуляциялық робот туралы талдау жасау
б) Технологиялық бөлім
в) Конструкторлық және электрлік бөлім
г) Бағдарламалық бөлім
Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген) 15 слайд
Ұсынылған негізгі әдебиеттер 22 әдебиеттер тізімі

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескертулер
Негізгі бөлім	05.02 – 10.03.2019 ж.	Орындалған
Конструкторлық және электрлік бөлімі	14.03 – 04.04.2019 ж.	Орындалған
Бағдарламалық бөлімі	05.04 – 07.05.2019 ж.	Орындалған

Аяқталған дипломдық жұмыс (жобаға) және оған қатысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының

ҚОЛТАҢБАЛАРЫ

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні,тегі, ғылыми дәрежесі,атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Қалып бақылаушы	Ж.С. Бигалиева, техникалық ғылым магистрі, ректор	15.05.2019 ж	

Ғылыми жетекшісі _____ Қ.А. Ожикенов
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Б. Абдылдаұлы
(қолы)

Күні «23» мамыр 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың мақсаты – өндіріс саласындағы адамдардың заманауи технологиясы арқылы көшіретін манипулятор көмегімен қашықтықтан басқарып, автономды түрде адамның көмегінсіз жұмыс істеу.

«Мобильдік робот үшін көшіретін манипуляторды жасау» құрылғысы Arduino Uno микроконтроллері арқылы жасалынады, оның басты міндеті − потенциометрлерден алынатын деректер есебінен сервожетекке келген сигналды көшіріп қайталануын қарастырады.

Конструкторлық бөлімде робот түрінде құрастырылған автоматтандырылған жұмыс орнының негізгі бөліктерінің жұмысы сипатталған. Сұлбалардың параметрлері есептелінді. Arduino бағдарламасында құрылғының басқару жүйесі құрылды.

АННОТАЦИЯ

Целью дипломной работы является дистанционное управление с помощью копировального манипулятора с использованием современных технологий людей в области производства, автономная работа без человеческой помощи.

«Разработка копирующего манипулятора для мобильного робота» была построена на базе микроконтроллера Arduino Uno, основной задачей которого является дублирование сигнала, поступающий в сервопривод за счет данных, получаемых от потенциометров.

В конструкторном разделе описывается работа основных частей автоматизированного рабочего места, которая разработана как робот. Вычислены параметры схемы. Программа Arduino была разработана системой управления устройствами.

ANNOTATION

The aim of the diploma project is remote control using a copy manipulator using modern technologies of people in the field of production, autonomous work without human assistance.

"Development of a copying manipulator for a mobile robot" was built on the basis of the microcontroller Arduino Uno, whose main task is to duplicate the signal entering the servo drive due to the data obtained from the potentiometers.

The design section describes the work of the main parts of the automated workplace, which is designed as a layout. The parameters of the circuit are calculated. The Arduino program was developed by the device management system.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ 9

1	Манипуляциялық робот	10
2	Технологиялық бөлім	12
2.1	Робот-манипулятордың функционалы және қолданылу саласы	12
2.2	Өндірістік манипуляторлардың жұмыс режимдері	13
2.3	Манипулятордың еркіндік дәрежесі	14
2.4	Манипуляторлардың функционалдық схемасы	16
2.4.1	Атқарушы механизм	17
2.4.2	Жұмыс органы	18
2.5	Жетек түрлері	19
3	Конструкторлық және электрлік бөлім	21
3.1	Жасалатын макеттің тұжырымдасы	21
3.2	Орындаушы механизмдер	21
3.2.1	Қоректендіру жүйесі	23
3.2.2	Сервожетек	24
3.2.3	Ішкі интерфейс	26
3.2.4	Потенциометр	27
3.2.5	Резистор	28
3.3	Электр құраушыларын құрастыру және роботты автоматтандыру	30
4	Бағдарламалық бөлім	33
4.1	Arduino IDE бағдарламасын жасау ортасы	33
	ҚОРЫТЫНДЫ	35
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	36
	ҚОСЫМША А	

КІРІСПЕ

Дипломдық жобаның мақсаты – қауіпті радиоактивті аймақтарда көшіретін манипулятор арқылы белгілі бір қашықтықтан отырып басқару.

Дипломдық жобаның міндеттері: манипуляциялық робот туралы мағлұмат беру, робот-манипулятордың функционалы және қолданылу саласын талдау, конструкторлық және электрлік бөлімде құрастырылған модельге сипаттама беру, жобаланатын құрылғының сенімділік есебін қарастыру.

Диплом жобасының өзектілігі – қазіргі уақытта түрлі өндіріс салаларда мобильді робот үшін көшіретін манипуляторларды құрау және қолдану Қазақстандағы ең өзекті бағыттардың бірі болып табылады. Қазақстанның жер қойнауында Менделеев кестесінің 118 элементінің 99-ы анықталды. Сол себепті Қазақстан жер асты ресурстарына бай аймақ болып табылғандықтан барлық өндіріс саласы жақсы даму үстінде. Осыған орай көшіретін манипуляторлардың атқаратын қызметі мен сапа көрсеткіші жоғары, әрі тиімді болып табылады.

Роботтарды өнеркәсіпке белсенді енгізу адамның өндірістік процестерге қатысуын болдырмауға мүмкіндік берді. Бұл процестің еңбек сыйымдылығын күрт төмендетуге және адамды еңбектің монотонды және зиянды жағдайларынан босатуға мүмкіндік берді.

Қойылған мақсаттарға жету үшін келесі тапсырмаларды міндетті түрде шешу керек:

- басқару мен реттеу алгоритмін жасау;
- электр жабдығын таңдау;
- Arduino Uno микроконтроллерінің жұмыс істеу принципін зерттеу;
- әр түрлі көрсеткішті датчиктердің Arduino Uno микроконтроллерімен байланысқан жұмысын зерттеу;
- сервожетектерді таңдау;
- потенциометрді таңдау.

Бұл зерттеудің маңыздылығы барлық өнеркәсіпте қолдануға тиімді. Сондай-ақ бұл жобамен жоғары оқу қабырғасында да айналысып дамытуға болады.

1 Манипуляциялық робот

Робототехника − инженерлік тәжірибенің кең ауқымды саласы болып табылады. Қазіргі әлемде робототехниканы дамыту қарқынды жүріп жатыр. Роботтар мүмкіндігінше барлық жерде қолданылады: медицина, кинематограф, өндіріс, қорғаныс, көлік, тіпті қазіргі балалар роботтардың белсенді пайдаланушылары болып табылады, өйткені әр түрлі ойыншықтардың үлкен саны олардың нағыз өкілдері болып табылады.

"Робот" ұғымының әмбебаптығына қарамастан және осы терминнен туындайтын қауымдастықтар маманданбаған, өнеркәсіпте пайдаланылатын роботтардың басым көпшілігі микропроцессорлық контроллерлер арқылы басқарылатын манипуляторлар болып табылады [1].

Роботтар екі негізгі топқа бөлінеді: мобильді және манипуляциялық.

Мобильді робот − автоматты басқарылатын жетектерімен жылжымалы шасси бар автоматты машина. Мобильді роботтар кеңістікте қозғалу үшін, көбінесе адам үшін қол жетімсіз орындарға жету үшін жасалған. Қазіргі уақытта роботтар тірі табиғатта кездесетін қозғалыстардың барлық түрлерін игерді: жүру (екі және төрт аяқпен), жүзу, ұшу, жүгіріп өту, ал кейбіреулері тіпті қабырғамен жүзе алады.

Манипуляциялық робот − бұл манипуляторлармен жабдықталған және өзінің жұмыс кеңістігінде түрлі механикалық операцияларды өз бетінше орындауға қабілетті техникалық құрылғы. Бұл робототехникалық құрылғылардың ең кең класы. Оған барлық өнеркәсіптік роботтар (ӨР), сондай-ақ операцияны орындау орнында бола алмайтын немесе оны өздігінен су астында, ғарыш кеңістігінде, жоғары радиация және т.б. жағдайларында адамды ауыстыруға арналған манипуляциялық роботтар (МР) жатады. Бұл міндеттер өнеркәсіптік роботтарға бірқатар критерийлер бойынша қатаң талаптар қояды: жағдайды өлшеу дәлдігі бойынша, позициялау дәлдігі бойынша, буындардың еркіндік және қозғалу дәрежелері бойынша. Осыған байланысты, ӨР манипуляторының өзі де, басқару бағдарламаларын да әзірлеу оларға көп кезеңді шешімді болжайтын күрделі міндет болып табылады [2].

Олар бірқатар ерекшеліктерге ие күрделі электромеханикалық объект болып табылады. Біріншіден, манипуляциялық роботтар көптеген тәуелсіз немесе өзара байланысты буындарды қамтитын күрделі кинематикалық құрылыммен ерекшеленеді. Екіншіден, кеңістіктегі соңғы жағдайдың өзгеруі манипуляторда әрекет ететін физикалық күштерге әсер етеді. Үшіншіден, қозғалтқыштардың үлкен санын синхронды бақылау қажет.

Көрсетілген ерекшеліктердің болуына байланысты өндірістік процеске МР енгізу үшін арнайы әзірленетін басқару жүйелері талап етіледі. Олар адам-оператор мен МР арасындағы өзара іс-қимылды ұйымдастыру үшін қызмет етеді және технологиялық операцияларды автоматтандыру үшін қажетті процестердің орындалуын қамтамасыз етеді.

Осының салдарынан кинематикалық, геометриялық параметрлердің синтезі және олардың есептеу әдістерін әзірлеу міндеті орынды болады [3].

Адамның басқаруға қатысу дәрежесіне байланысты манипуляциялық роботтар үш түрге бөлінеді: автоматты, биотехникалық және интерактивтік.

Автоматты манипуляциялық роботтар станоктарды бағдарламалық басқару жүйелерінен пайда болып, дамыды. Олардың іс-әрекеттерін басқару процесі адамның қатысуымен және тікелей қатысуынсыз болуы мүмкін.

Автоматты манипуляциялық роботтарда оператор-адаммен байланысқа байланысты үш түрді бөліп көрсетуге болады: бағдарламалық, адаптивті және интеллектуалды.

Бағдарламалық роботтар жад құрылғысына салынған қатты бағдарлама бойынша жұмыс істейді, алайда оларды басқа қатаң әрекет бағдарламасымен жұмысқа ауыстыруға болады. Олар автоматты бағдарламалық манипуляторлар немесе өнеркәсіптік роботтар деп те аталады [4].

Адаптивті роботтар бағдарламалық роботтардан сыртқы (оптикалық, телевизиялық, тактильді) және ішкі датчиктермен ерекшеленеді. Бұл типті роботтарды басқару жүйесі күрделі, тек қатаң қозғалыс бағдарламасы бойынша жұмыспен шектелмейді жәнесыртқы жағдайларға байланысты оны біршама түзетуі мүмкін. Әдетте, олар өзін іске асыру үшін басқарушы ЭЕМ талап етеді.

Интеллектуалды роботтардың ерекшелігі − олардың адаммен диалог жүргізуі, күрделі жағдайларды тану және талдау, манипулятор қозғалысын жоспарлау және сыртқы орта туралы шектеулі ақпарат жағдайында оларды жүзеге асыру қабілеті. Осының барлығы жасанды интеллект элементтерін, жұмыс процесінде оқыту мен бейімделу қабілетін қамтитын басқару жүйелерін жетілдірумен қамтамасыз етіледі.

Биотехникалық манипуляциялық роботтар көшіруші және командалық механикалық жүйелерден өз бастауын алады. Осы типті роботтар орындайтын операциялар автоматты роботтар жүзеге асыратын технологиялық операциялардан кем болып табылады. Олар радиоактивті материалдармен жұмыс істеу кезінде кеңінен таралған [5].

Интерактивті манипуляциялық роботтар адамның басқару процесіне белсенді қатысуымен ерекшеленеді, ол ЭЕМ-мен өзара әрекеттесудің әртүрлі формаларында көрінеді. Бұл жерде басқарудың үш түрі бар: автоматтандырылған, супервизорлы және диалогтық.

Автоматтандырылған басқару кезінде қарапайым операцияларды оператор тарапынан басқарусыз, ал қалғандары − биотехникалық режимде оператордың қатысуымен орындайды. Супервизорлық басқару операциялардың барлық циклі автоматты түрде манипуляциялық робот орындайтын бөліктерге бөлінеді, бірақ бір бөліктен екіншісіне ауысуды оператор тиісті командаларды беру жолымен жүзеге асырады. Оператор мен ЭЕМ диалогтық басқару кезінде бірлескен шешім қабылдауға және күрделі жағдайларда манипуляторды басқаруға мүмкіндік алады [6].

2 Технологиялық бөлім

2.1 Робот-манипулятордың функционалы және қолданылу саласы

Функционалы бойынша бөлінеді:

- роботтар объектілерді ауыстыру үшін пайдаланылатын манипуляторлар, мысалы, түсіру-тиеу жұмыстары шеңберінде, ыдысты-даналы және басты жүктерді қайта тиеу және ауыстырып тиеу кезінде, көптеген өндірістік процестерде өңдеу станогынан дайын өнімді қабылдау үшін пайдаланылатын манипуляторлар;
- бөлшектерді бояу үшін пайдаланылатын бояу роботтары. Өңделетін беттің күрделілігіне байланысты әр түрлі еркіндік дәрежелері, жұмыс құралының қозғалысы бар құрылымдар ажыратылады;
- жекелеген бөлшектерді бір-бірімен дәнекерлеу үшін қолданылатын дәнекерлеу жұмыстары;
- құрастыру операцияларын орындау үшін пайдаланылатын құрастыру роботтары, оның ішінде дайындамаларды бір-біріне қатысты жоғары дәлдікті позициялау және жұмыс органындағы күшке аса мұқият көзқарас талап етілетін дәл машина жасауда [7].

2.1 Сурет – Робот-манипулятор

Сондай-ақ манипуляторлар ажыратылады:
- стационарлық және жылжымалы;
- буындардың саны бойынша (олар неғұрлым көп болса, роботтың қолының қозғалысы соғұрлым жоғары және соғұрлым күрделі қозғалыстар мен траекторияларды орындай алады);
- орындалатын операцияларды теру бойынша (басқарушы бағдарламаны және жұмыс органын ауыстыру мүмкіндігі);
- басқару жүйесі бойынша (қолмен, теңдестірілген, автоматтандырылған және автоматты) [8].

2.2 Өндірістік манипуляторлардың жұмыс режимдері

Манипуляторлар арнайы бағдарламалық қамтамасыз етумен басқарылады, ол алдын ала анықталған есептеулер (аналитикалық бағдарламалау) негізінде немесе оқыту (оператор командаларын есте сақтау) арқылы әзірленеді. Бағдарламалау кезінде мәндер атқарушы элементтің қозғалыс траекториясының соңғы нүктесі және бүкіл қозғалыс жолы ретінде анықталуы мүмкін. Программалаудың тағы бір тәсілі бар − жасанды интеллект элементтерін роботтың түпкі мақсаты ретінде пайдалану және машина оған қол жеткізудің өзіндік әдісін (қозғалыс траекториясы) әзірлеуі керек. Бағдарлама деректерді тасымалдаушыға, перфорацияланған таспаға немесе перфокартаға және оптикалық дискілерге жазылуы мүмкін. Роботтар қатты кодталған, икемді түрде бейімделіп, қайта бағдарламаланған [9].

Сондай-ақ, қайта бағдарламалауға (автооператор) жатпайтын қайта бағдарламаланатын және қатаң бағдарламаланатын роботталған манипуляторлар бар. Қатаң бағдарламалау жады командасына енгізілген монотонды роботталған тізбекті іске асыруды қамтиды. Қоршаған орта детерминацияланған (уақыт бойынша болжанатын өзгерістер), тұрақты және біркелкі (өзгертілмейді немесе өзгерістер алдын ала белгілі және беріледі) болып саналады. Мұндай шарттар, мысалы, массаға, сериялық өндіріске немесе бірқатар ұқсас өнімдерге жатады. Командаларды орындау реті тұрақты немесе алдын ала анықталған функцияда өзгереді. Кейбір жағдайларда функция әртүрлі датчиктердің болуын болжайтын роботтың сыртқы немесе ішкі басқарылатын ортасының мәндеріне байланысты. Адаптивті бағдарламалық робот бірнеше бағдарламалардың жиынтығы болып табылады, олардың бірі негізгі (бағдарламаланатын қатты роботтардың ұқсас бағдарламасы), ал қалған бөлігі − сыртқы орта өзгерген жағдайда борттық компьютерді басқаратын екінші дәрежелі. Бұл жағдайда, қосымша қиындықтар туындаған кезде, бағдарлама мазмұнына арналған негізгі командалардан басқа, қосалқы бағдарламаларды немесе қосалқы бағдарламаларды қосу рәсімі бар.

Икемді бағдарламаланатын өнеркәсіптік роботтар ең тәуелсіз, бірақ одан да күрделі болып келеді. Олардың бағдарламалық қамтамасыз етуі сыртқы әлемнің математикалық моделін, сондай-ақ келіп түсетін ақпаратты талдау жүйесін (қысым датчиктерімен, бейнекамерамен, дыбыстық датчиктермен және т.б.) ұсынады. Бағдарлама өз шешімдерін дербес қабылдауы керек, адам тек түпкі мақсатты белгілейді. Оператордың көмегімен өзін-өзі үйрету жүйелерінде ерте кезеңдерде. Икемді "жасанды интеллект" үшін бағдарламаланатын машиналар, роботтардың классикалық түрлері бірінші, екінші және үшінші буынға жатады. Биотехникалық жүйелер жағдайында (манипуляторлармен басқарылатын) бағдарламалық қамтамасыз ету басқару блогынан сигналдардың аналогтық немесе цифрлық диспетчері болып табылады және оларды атқару механизмі үшін түсінікті командалар ретінде түрлендіреді. Кез-келген робот түрінің (биотехникалық немесе автоматты) адам арасындағы диалогы сөзсіз. Бұл батырманы және тұтқаны басқару туралы айтпағанда, мәтіндік хабарламалар командалар түрінде объектілі-бағытталған тілде болуы мүмкін [10].

Бағдарлама сандық код (сандық басқару, СБ), аналогтық сигналдар (АС), аралас немесе тізбекті операциялар сериясы түрінде ұсынылады. Заманауи роботтар әрдайым сандық кодпен жасалынады. СБ-мен заманауи манипуляторлар, әдетте, 10-50 операция транзакциясының көлеміне есептелген. Робот позициялаушы нүктелердің аз саны бар қозғалыстардың шектеулі санын жасағанда, операция қысқа уақытты алады (бірінші типті роботтар). Егер ықтимал қозғалыстар саны, позициялау нүктелері айтарлықтай болса, ал операция салыстырмалы ұзақ уақытты талап етсе, онда позициялық бақылауды (екінші түрі) пайдаланады [11].

Соңында, басқарудың бағдарламалық контурын (үшінші тип) пайдалана отырып, белгілі бір жылдамдықта берілген бағыт бойынша қозғалу. Басқарудың бағдарламалық құралы жұмыс денесінің траекториясына сүйенбестен позиционалды орналасуын бақылайды. Контурлық басқару − дайын өнімді тиімді бақылаусыз қозғалыс бақылауы.

Бейімделу механизмдері контурлық мен бақылау күйінде ғана бар. Көп жағдайда басқару жүйесі физикалық түрде өндірістік роботтың (манипулятор, кран) механикалық жүйесінен жойылады. Бұл жабдықтың мүмкіндігін бірте-бірте жақсарту, сондай-ақ манипуляторды басқару немесе қашықтағы консоль арқылы оның мінез-құлқын түзету үшін жасалады [12].

2.3 Манипулятордың еркіндік дәрежесі

Механизмнің жетекші буындарына қойылатын тәуелсіз қозғалыстардың W саны, оның барлық қалған буындары тірекке қатысты өте анық қозғалуы үшін механизмнің еркіндік дәрежелері деп аталады.

Жазық механизмдер үшін еркіндік дәрежесі келесіге сүйене отырып анықталуы мүмкін: механизм n буындардан тұрады, олардың бірі – тіреу. (n-1) буындардың әрқайсысы (кинематикалық жұптарға қосылғанға дейін) байланысты емес, үш еркіндік дәрежесі болуы мүмкін. Бірақ мұндай механизмнің барлық буындары өзара осы буындардың салыстырмалы қозғалысына шектеу қоятын V және IV сыныптардағы жұптарға біріктірілуі мүмкін. Егер белгілесек: p_5 − әрқайсысы жазықтықта екі байланысты құрайтын V класты кинематикалық жұп саны; p_4 − бір байланысты қоятын IV класты жұп саны, онда қалған сан механизмнің еркіндік дәрежелерінің саны:

$$W = 3(n-1) - 2p_5 - p_4. \qquad (2.1)$$

Механизмнің құрылымдық формуласын 1869 жылы академик П. Л. Чебышев алғаш рет ұсынды.

Манипулятордың жұмыс кеңістігі − оның буындарының көптеген мүмкін болатын жағдайларына жанасатын беттерімен шектелген кеңістіктің бір бөлігі.

Манипулятордың қызмет көрсету аймағы − манипулятордың ұстау орталығының көптеген ықтимал жағдайына сәйкес кеңістіктің бір бөлігі. Қызмет көрсету аймағы манипулятордың маңызды сипаттамасы болып

табылады. Ол манипулятордың қол координаталарының құрылымымен, жүйесімен, сондай-ақ кинематикалық жұптардағы буындардың салыстырмалы орын ауыстыруларымен салынған конструктивтік шектеулермен анықталады [13].

Манипулятордың қозғалғыштығы W − кеңістіктегі ұстаудың (схват) жағдайын бір мәнді анықтайтын тәуелсіз жалпылама координаттар саны.

А. П. Малышев (1923 ж.) жалпы түрдегі кеңістіктік кинематикалық тізбектер үшін, атап айтқанда манипуляторлар үшін:

$$W = 6 \cdot n - \sum_{i=1}^{5} (6 - i) \cdot p_i, \qquad (2.2)$$

мұндағы n – манипулятор буындарының саны; p – кинематикалық жұптардың саны.

Тұйықталмаған кинематикалық тізбектер үшін:

$$W = \sum_{i=1}^{5} i \cdot p_i. \qquad (2.3)$$

Манипулятордың маневрлік манипуляторы M − тіркелген (қозғалмайтын) схват кезіндегі манипулятордың қозғалуы.

$$M = W - 6. \qquad (2.4)$$

Қызмет көрсету аймағының берілген нүктесінде оны орталыққа орналастырған кезде ұстаудың (схват) бағдарын өзгерту мүмкіндігі сервис бұрышымен − ψ дене бұрышымен сипатталады. Ол қызмет көрсету аймағының берілген нүктесінде ұстау орталығын бекіту кезінде манипулятордың соңғы буынын сипаттай алады [14].

$$\psi = f_c / l, \qquad (2.5)$$

мұндағы f_c − сфералық беттің ауданы; l – буынның ұзындығы.

Еркіндік дәрежесіне байланысты W манипуляторлар үш топқа бөлінеді:

- шағын $W = 1\text{-}3;$
- орташа $W = 4\text{-}6;$
- үлкен $W \geq 7.$

Еркіндік дәрежелерінің саны манипулятордың құрылымдық синтезін жүзеге асыру үшін қажетті негізгі өлшем болып табылады. Механизмнің құрылымдық синтезі ретінде механизмнің құрылымдық сұлбасын жобалауды білдіреді, ол оған кіретін тұрақты, жылжымалы буындармен, кинематикалық будың көрсетілген түрлерімен және олардың өзара орналасуымен схеманы білдіреді [15].

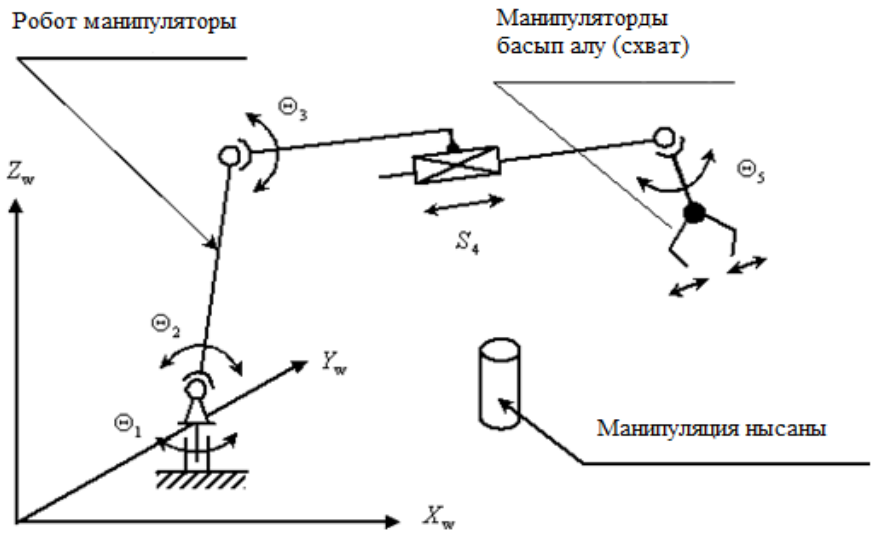
Манипуляторлар қозғалатын негізде (шасси) әртүрлі қозғағыштары бар қозғалмайтын (стационарлық) және жылжымалы болуы мүмкін.

$W_м$ манипуляторының қозғалу саны − бұл оның тіректерінің кеңістікте өзара анықталған орын ауыстырулар саны. Мүмкін орын ауыстырулар санына

байланысты манипуляторлардың жұмыс аймағынан тыс бір, екі және үш деңгейдегі қозғалғыштығы болуы мүмкін. Стационарлық манипулятор үшін $W_м = 0$.

2.4 Манипуляторлардың функционалдық схемасы

Жұмыс аймағының нысаны және объектіні манипуляциялау мүмкіндігі манипулятордың кинематикалық құрылымдық схемасымен анықталады.



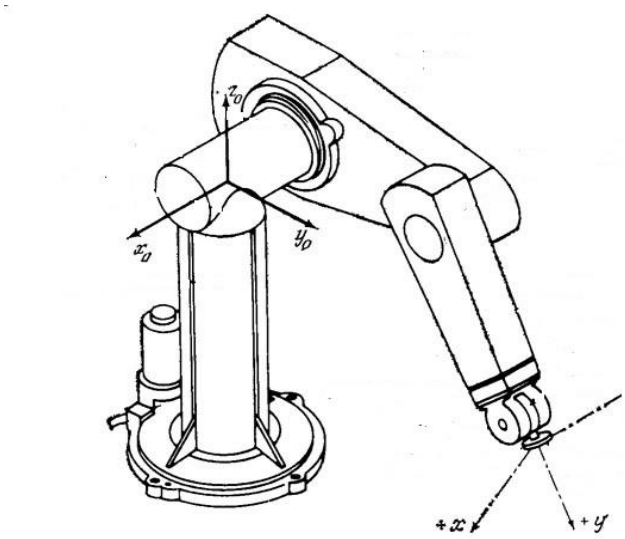
2.2 Сурет – Робот-манипулятордың кинематикалық схемасы

Манипулятор өзінің функционалдық мақсаты бойынша, берілген траектория бойынша және берілген бағдармен кеңістікте манипуляциялау объектісінің орнын ауыстыруды қамтамасыз етуі тиіс. Осы талапты толық орындау үшін манипулятордың негізгі тетігінде кемінде алты еркіндік дәрежесі болуы тиіс. Алайда, алты еркіндік дәрежесі бар манипуляторлар дайындауда да, пайдалануда да күрделі, сондықтан нақты конструкцияларда кемінде алты қозғалыс дәрежесі пайдаланылады. Ең қарапайым манипуляторлардың үш, кем дегенде екі еркіндік дәрежесі бар, бұл конструкцияны арзандатады және жеңілдетеді [16]. Әзірленетін көшіруші робот-манипуляторда төрт еркіндік дәрежесі іске асырылатын болады, бұл берілген траектория бойынша қозғалысты қамтамасыз етеді және объектінің кеңістікте бағдарын сақтауға мүмкіндік береді, бірақ бұл ретте конструкцияны қиындатпайды.

2.3 Сурет – Көшіруші робот-манипулятор

2.4.1 Атқарушы механизм

Манипулятордың атқарушы механизмі буындары әр түрлі (айналмалы немесе үдемелі) бөлшектермен бір-бірімен тізбектелген ашық кинематикалық тізбекті білдіреді. Буындар мен құрамдастардың комбинациясы мен өзара орналасуы қозғалыс дәрежелерінің санын, сондай-ақ роботты басып алудың әрекет ету саласын анықтайды. Көбінесе манипулятордың атқару тетігіндегі алғашқы үш жанасу қозғалушылықтың көліктік дәрежесін қамтамасыз етеді (жұмыс органының талап етілетін жағдайға ауысуын қамтамасыз ете отырып), ал қалған жанасу – қозғалушылықтың бағдарлы дәрежесін іске асырады (жұмыс органын тапсырмаға сәйкес бағдарлай отырып) [17].



2.4 Сурет – Манипулятор роботының жалпыланған схемасы

Алғашқы үш буынның түріне байланысты роботтардың көпшілігі төрт санаттың біріне жатады:

- декарттық координат жүйесінде жұмыс істейтін роботтар – барлық үш бастапқы буындары бар үдемелі роботтар болып табылады;
- цилиндрлік координаттар жүйесінде жұмыс істейтін роботтар − олардың бастапқы буындары арасында екі үдемелі және бір айналмалы буындары бар роботтар;
- координаттардың сфералық жүйесінде жұмыс істейтін роботтар – олардың бастапқы буындары арасында бір үдемелі және екі айналмалы буындары бар роботтар;
- бұрыштық немесе айналмалы координаттар жүйесінде жұмыс істейтін роботтар – онда барлық үш бастапқы буын айналмалы болып табылады [18].

Кейбір роботтар − манипуляторлар үшін жылжымалы және бағдарлы қозғалу дәрежелерін бөлу қолданылмайды. Мысалы, артық кинематикасы бар манипуляторлар (яғни қозғалу дәрежелері алты адамнан көп); мұндай жүйелерде жұмыс органының орнын ауыстыруды басқару және оның бағдарын басқару жеке топтармен бөлінбеген.

2.4.2 Жұмыс органы

Манипулятордың шеткі буынында арнайы тапсырманы орындайтын жұмыс органы – құрылғы орналасады. Жұмыс органы рөлінде қызықты құрылғы немесе арнайы құрал болуы мүмкін.

Басып алу құрылғысының ең әмбебап түрі – объектіні басып алу және ұстап тұру осы құрылғының бөліктерін салыстырмалы түрде жылжыту арқылы жүргізілетін құрылғы. Әдетте, өз конструкциясы бойынша ұстау (схват) адам қолының білегіне ұқсайды: объектіні басып алу (захват) механикалық "саусақтардың"көмегімен жүзеге асырылады. Тегіс заттарды басып алу үшін пневматикалық сорғыш құрылғысы қолданылады [19]. Сондай-ақ ілмектер (конвейерлерден бөлшектерді көтеру үшін), шөміш немесе қалақ (сұйық, сусымалы немесе түйіршіктелген заттар үшін) қолданылады. Көптеген бір типті бөлшектерді басып алу үшін арнайы құрылымдар қолданылады.

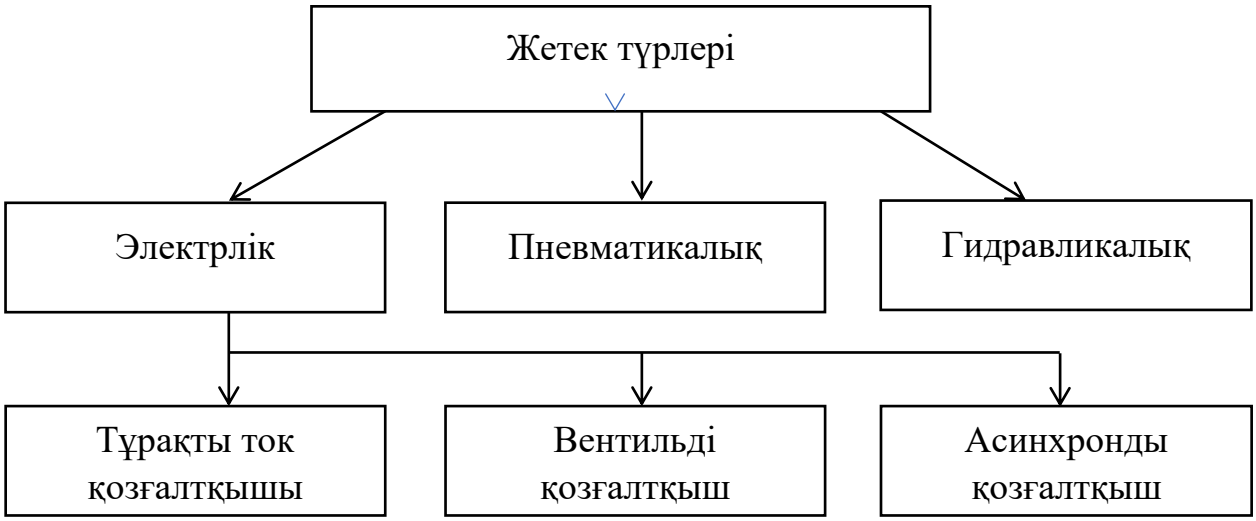
Объектіні ұстау тәсілі бойынша басып алу құрылғылары бөлінеді :

- ұстап қалушы (сұйықтықты немесе сығылған ауаны айдайтын серпімді жұмыс камералары бар механикалық басып алулар және құрылғылар);
- қолдаушы (оларда объект қысылмайды, оны ұстап тұру үшін төменгі беті, объектінің шығыңқы бөліктері немесе онда бар тесіктер қолданылады);
- ұстағыштар (оларда объектіге әртүрлі физикалық әсерлердің (вакуумдық, магниттік және электростатикалық қармау, адгезия және т.б.)) есебінен күштік әсер етеді.

Жұмыс құралын ұстап тұру үшін пайдаланылатын өнеркәсіптік роботтардың қолдану саны салыстырмалы түрде аз.Көп жағдайда технологиялық операцияны орындау үшін қажетті құрал жұмыс органы бола отырып, роботтың білегіне тікелей бекітіледі. Бұл бүріккішпен бояу, нүктелі дәнекерлеу қысқыштары, доғалы дәнекерлеу басы, диск пышағы, дрель, фреза, бұрауыш, гайковерт және т. б. болуы мүмкін.

2.5 Жетек түрлері

Манипуляциялық роботтың негізгі міндеттері жұмыс органын жайғастыру және берілген траекторияны орындау болып табылады. Манипулятордың тағайындалуына байланысты, роботтар модульдерінің қозғалысын қамтамасыз ету үшін тәжірибеде жетектердің әр түрлі түрлерін қолданады [20].



2.5 Сурет – Манипуляторларда пайдаланылатын жетектердің түрлері

Гидравликалық жетектер дамып келе жатқан күш-жігердің едәуір көлемін немесе жоғары жылдам әрекетті қамтамасыз ету қажет болған жағдайда қолайлы; әдетте мұндай жетектермен үлкен жүк көтергіштігі бар ірі роботтар жабдықталады. Электр жетектері бірдей үлкен күшке немесе жылдам әрекетке ие емес, бірақ ең жақсы дәл сипаттамаларға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Ал, пневматикалық жетектер әдетте қарапайым және жылдам циклдық операцияларды орындайтын шағын роботтар үшін қолданылады. Қазіргі заманғы өнеркәсіптік роботтардың шамамен 50% -да − электр жетегі, 30% -да − гидравликалық және 20% -да – пневматикалық.

Қазіргі уақытта бар манипуляциялық роботтардың көпшілігі электр жетегі қозғалысын орындау үшін пайдаланылады. Пневматикалық және гидравликалық жетектердің негізгі артықшылықтары:

- жоғары ПӘК;
- шағын габариттер;
- басқару ыңғайлылығы;

- қуаттардың кең ауқымы.

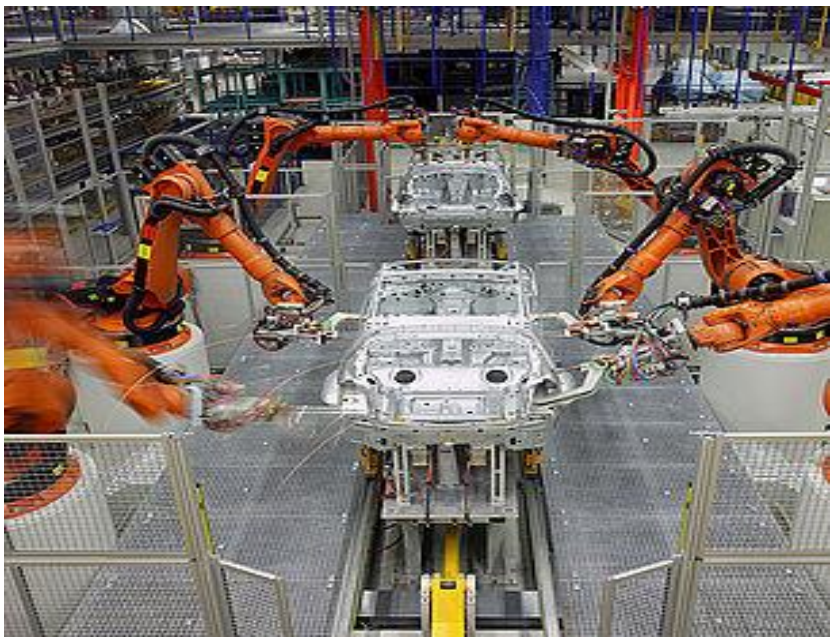
Қазіргі заманғы өнеркәсіптік манипуляторларда жиі тұрақты ток қозғалтқыштары (ТТҚ), адымдық және вентильді қозғалтқыштар қолданылады. ТТҚ және вентильді қозғалтқыштар жиі қолданылады [21].

3 Конструкторлық және электрлік бөлім

3.1 Жасалатын макеттің тұжырымдасы

Жұмысты дистанциондық орындау кезінде, әсіресе адам денсаулығы үшін қауіпті жағдайларда, көшіруші манипуляторлар кең тараған. Мұндай манипуляторлардың негізгі ерекшелігі − орындаушы манипуляция механизмімен кинематикалық ұқсастығыбар құрылғыны пайдалану. Бұл берілген құрылғының қозғалысын басқара отырып, жұмыс процестеріне тән табиғи қозғалыстарды қолмен жасайтын оператордың әрекеті жеңілдетіледі.

Көшіруші манипуляторлар кедергілер болған жағдайда жұмыс аймағының күйін өзгертудегі әртүрлі және неғұрлым күрделі операцияларды орындауға мүмкіндік беретін ең көп әмбебап құрылғылар болып табылады.



3.1 Сурет – Дистанционды басқарылатын көшірме манипулятордың түрі

3.2 Орындаушы механизмдер

Көшіруші манипулятор жобасы Arduino UNO аппаратты-есептегіш платформасы негізінде орындалды.

Arduino UNO – бұл бірегей тәжірибе алу тәсілі: электроника негіздерінен тез жобалауға дейінгі, бұл платформа бірнеше мыңдаған мүмкіндіктерге ие.

Arduino UNO – жобаларға практикалық қатысу арқылы электроникамен жұмыс істеу үшін мінсіз платформа болып табылады. Бұл платформа сандық жүйелерді жобалауды жүзеге асыру үшін қолдануға тиімді. Arduino UNO өзіне ұқсас платформалардың ішінде құжатталған және жиі қолданылатын платформа. 3.2-суретте Arduino UNO платформасы бейнеленген.

3.2 Сурет – Arduino UNO платформасы

UNO платформасы USB платасының серияларындағы бірінші және Arduino платформасы үшін үлгілі модель болып табылады.

Arduino UNO – 8 разрядты микроконтроллер 32 Кб флэш-жадылы және 2 Кб ОЗУ, ATmega 328 базасындағы микроконтроллер платформасынан тұрады. Платформа микроконтроллерді сақтауға арналған барлық қажеттілерді құрайды. Жұмысты бастау үшін платформаны USB кабелі көмегімен дербес компютерге немесе ноутбукке қосу керек. Сонымен қатар қорек көзін айнымалы ток адаптерінен немесе аккумулятордан беруге болады.

Сипаттамасын қарастыра отырып, неге осы платформа таңдалғаны түсінікті болады, оның жұмыстық кернеуі 5В құрайды, яғни ол жұмысты жобалауда маңызды рөлге ие, өйткені міндетті кернеу 5В құрауы керек. Осылайша, Arduino UNO ақпарат өңдеу мен жұмыс қабілетінің жылдамдығын арттыратын ATmega 328 микроконтроллері базасында жұмыс істейтінін ұмытпау керек.

Салыстыру үшін басқа микроконтроллер, Arduino Mini сипаттамасын талдау қажет.

Екі плата сипаттамаларын салыстыра отырып (3.1-кесте), таңдаудың Arduino Uno платасына түсетіні анық, себебі оның жұмыстық кернеуі 5В құрайды. Өйткені дипломдық жұмыс үшін жұмыстық кернеуі 5В болуы қажет. Сонымен қатар, Arduino Uno ATmega 328 микроконтроллері базасында жұмыс істейді, ол оның жұмыс қабілеті мен ақпарат өңдеу жылдамдығын жоғарлатады.

3.1 Кесте – ATmega микроконтроллерін салыстыру кестесі

Сипаттамалары	Arduino UNO R3	Arduino Mini
Микроконтроллер	ATmega328	ATmega168
Жұмыстық кернеуі	5 В	3.3 В
Кіріс кернеуі (ұсынылатын)	7-12 В	3.5-7 В
Шығыс кернеуі (шектік)	6-20 В	6-12 В
Сандық кірістері/шығыстары	14 (оның ішінде 6 ШИМ шығыстары ретінде қолданыла алады)	14 (оның ішінде 6 ШИМ шығыстары ретінде қолданыла алады)
Аналогты кірістері	6	6
Бір шықпаның максималды тогы	40мА	40мА
3.3V шықпасының максималды шығыс тогы	50мА	50мА
Флеш-жады	32 Кбайт (ATmega328), оның 0.5 Кбайты жүктегіш арқылы қолданылады	16 Кбайт (ATmega168), оның 2 Кбайты жүктегішпен қолданылады
ОЗУ	2 Кбайт (ATmega328)	1 Кбайт (ATmega168)
EEPROM	1 Кбайт (ATmega328)	512 байт (ATmega168)
Тактілік жиілігі	16 Гц	8 МГц

3.2.1 Қоректендіру жүйесі

Портативті батарея тек электр желісінен жұмыс істейтін қарапайым зарядтау құрылғыларына жақсы мүмкіндік болып табылады.

Заманауи сымсыз зарядтау құрылғыларының қатарына USB Power Bank жатады. Ол қарапайым зарядтағышты электр желісінен пайдалану мүмкіндігі болмаған жағдайда ұялы телефонның жұмысын ұзартуға арналған.

Мен өзімнің дипломдық жобамда заманауи көшірме манипуляторының макетін жасағандықтан, талапқа сай Yoobao Power Bank зарядтау құрылғысын (3.3-сурет) қолдандым.

3.3 Сурет – Yoobao Power Bank зарядтау құрылғысы

3.2 Кесте – Yoobao Power Bank зарядтау құрылғысының техникалық сипаттама кестесі

Сипаттамалар	Мәні
Сыйымдылығы	8000 мА · сағ
Кіріс тоғы	2000/2000 мА
Шығыс тоғы	2100 мА
Өлшемі	114x68x8 мм
Салмағы	116 г
Желіден зарядтау уақыты	5-7 сағ

3.2.2 Сервожетек

Сервожетек кері байланыс принципіне негізделген электроқозғалтқыш болып табылады. Оның арқасында керекті жылдамдыққа немесе қажетті бұрыштың деңгейіне ие болуға болады. Сервожетектің өзінің негізгі принципі электрқозғалтқыштың жұмысын түзету мен өзгерту негізінде болып, басқарушы сигналдың қызметін атқарады.

Сервожетектің конструкциясы электромеханикалық түйіндерден тұрып, корпусының ішінде элементтері орналасады. Сервожетек электрқозғалтқышты, редукторды, басқару блогын және датчикті қосады.

Сервожетектің негізгі сипаттамасына қорек көзінің кернеуі, айналу жиілігі, айналу моменті және т.б жатады.

Сервожетектің артықшылықтарын айта кету керек. Олар:

- дыбыссыздығы мен жұмыс кезіндегі байсалдылығы;
- сенімділігі мен жұмыс кезінде тоқтаусыздығы;
- жоғары дәлділігі;
- қозғалтқыштың қабілеті қолданушының нақты бір есепті шешу мақсатына қарай таңдалынады. Идеалды құрылғының да осал тұстары болады. Ол конфигурациялауы қиын және бағасы қымбат.

Басқаша айтқанда:

- сервожетек бақылау параметрін енгізу мәнін алады. Мысалы, айналу бұрышы;
- басқару блогы мәнді өзінің сенсорының мәні бойынша салыстырады;
- салыстыру нәтижесінің негізінде жетек бірнеше әрекеттер жасайды.

Мысалы: ішкі сенсордың мәніне сыртқы басқару параметрлері барынша жақын болуы үшін айналым, жылдамдату немесе бәсеңдету сияқты бірқатар әрекеттер.

Көрсетілген жылдамдықтағы айналуды қолдайтын сервожетектер мен көрсетілген бұрышты ұстайтын сервожетектер ең көп таралған жетектерге жатады.

Жетек – редукторлы электрмотор болып табылады. Электрді механикалық айналымға түрлендіру үшін электрмотор қажет. Бірақ көбінесе мотордың айналу жылдамдығы тәжірибелік пайдалану үшін кейде тым үлкен болады. Жылдамдықты төмендету үшін редуктор қолданылады: айналым кезінде таратушы және түрлендіруші механизм тістері.

Электрмоторды қосқанда және өшіргенде сервожетектің соңғы тісін шығушы білікті бұрау арқылы нені басқарғымыз келеді соны тіркеуге болады. Бірақ, құрылғыдағы қалыпты бақылау үшін сенсордың кері байланысы – энкодер керек, ол айналым бұрышын электрлік сигналда қайта түрлендіретін болады. Ол үшін потенциометр жиі қолданылады. Потенциометрдің жүгіруші айналымында оның қарсы пропорционалды айналым бұрышы өзгеріс жасалады. Осылайша, оның көмегімен механизмнің ағымдағы қалпын орнатуға болады. Ол теріс кері байланыстың жүргізілуіне де жауап береді. Сервожетекке үш сым тартылады. Олардың екеуі мотордың қуат алуына жауап береді, ал үшіншісі құрылғы қалпының орналасуы үшін пайдаланатын басқару сигналын жеткізеді.

Сервожетектердің 4 негізгі типтік размерлері болады:

- микро: 24мм х 12мм х 24мм, салмағы: 8-10г;
- мини: 30мм х 15мм х 35мм, салмағы: 23-25г;
- стандарт: 40мм х 20мм х 37мм, салмағы: 50-80 г;
- гигант: 49х25х40 мм, салмағы: 50-90 г.

Сервержетекке керекті қалыпты көрсету үшін, арнайы сымға басқару сигнал жіберу керек. Басқару сигнал – ол тұрақты импульс жиілігі және айнымалы ені.

Сервержетектің қандай да бір қалыпта болуы, импульстардың ұзындығына байланысты. Басқарушы схемаға сигнал барған кезде, ішіндегі импульстардың генераторы, ұзақтығын потенциометр арқылы белгіленетін өз

импульсын өндіреді. Сызбаның басқа бөлігі екі импульстің ұзындығын салыстырады. Егер ұзындық әртүрлі болса, электрмоторды іске қосады. Айналу бағыты қай импульс қысқа сол бойынша анықталады. Егер импульстардың ұзындықтары бірдей болса электрмотор тоқтатылады.

Сервожетектің екі ең басты сипаттамасы: айналу мезеті және айналым жылдамдығы.

Күш кезеңі немесе айналым сәті – векторлы физикалық мөлшер, күш векторын, күш қолдану нүктесіне айналу осіне алынған радиус векторы көбейтіндісіне тең. Қатты денеге айналма әрекетінің күші сипатталады.

Былайша айтқанда, сервожетек берілген ұзындықта тыныштық күйінде қолы қаншалықты ауыр жүкті ұстауға қабілетті екендігін сипаттама көрсетті. Егер сервожетектің айналу мезеті 5 кг*см-ге тең болса, демек горизонталды қалыпта қолы 1 см ұзындықта ауырлықты көтереді, бос шетіне 5 кг салмақты көтере алады.

Сервожетектің тұтқасы 60 градус бұрылу үшін сервожетек жылдамдығы уақыт аралығымен өлшенеді. Одан минут айналымында неғұрлым үйреншікті мөлшердегі жылдамдығын есептеп шығару қиын емес, бірақ сервожетектің сипаттамасына көбінесе осындай бірліктер пайдаланылады.

Әрине, біз әрқашан үлкен қуаттылықты талап ететін қондырғыны ала аламыз, ең бастысы оның сипаттамасы біздің қажеттілігімізді қанағаттандыру керек.

Tower Pro MG90S − металл редуктормен шағын сервопривод (жез − алюминий қорытпасы).

Ұшақтар, автомобильдер, кемелер модельдерінде қолданылады. Редуктор металдан жасалған, 2 шарикті подшипниктерде орнатылған.

Arduino, AVR, PIC, ARM және т.б. микроконтроллерлерінің көмегімен басқарылады.

Сервожетек қозғалтқыштан, редуктордан және басқару төлемінен тұрады.

MG90S сервожетектің қосылу сұлбасы үш сымнан тұрады: жер, қорек, басқару сигналы.

3.4 Сурет – Tower Pro MG90S сервожетегі

3.3 Кесте – Tower Pro MG90S сервожетектің техникалық сипаттама кестесі

Сипаттамалар	Мәні
Қуат кернеуі	4.8 – 6.0 В
Жүктемесіз жылдамдық	4.8 В кезінде – 0.11 сек / 60 градус 6 В кезінде − 0.1 сек / 60 градус
Момент	4.8 В кезінде − 2.2 кг ·см 6 В кезінде − 2.5 кг ·см
Жұмыс температурасы	-30...+60℃
Салмағы	13.4 гр
Өлшемі	23 х 12.2 х 29 (мм)
Бұрылу бұрышы	180 градус

3.2.3 Ішкі интерфейс

Сервожетектердің аналогты және сандық түрлері бар. Олардың сырттай айырмашылықтары жоқ: электрмоторлары, редукторлары, потенциометрлері бірдей, олар тек ішкі басқару электроникасымен ерекшеленеді.

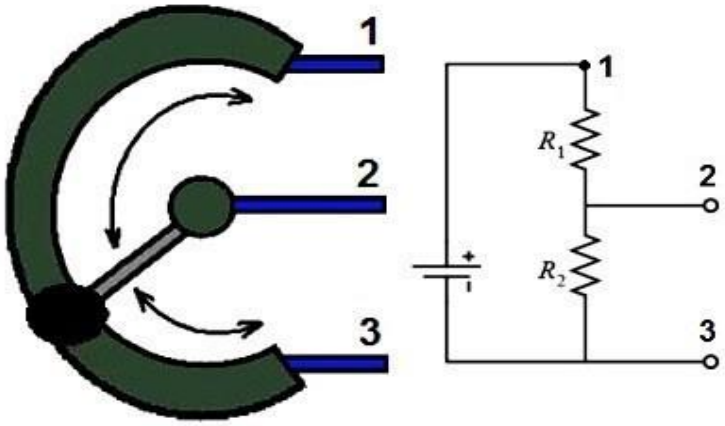
Сервожетектің екі типіде бірдей басқару импульсін қабылдайды. Моторға сигнал жіберу қажет жағдайда, қалыпты жағдайын өзгерту керек пе, аналогты сервожетектен кейін шешім қабылданады. Бұл әдетте 50 Гц жиілікте болады. Осылайша реакцияның минималды уақытында 20 мкс аламыз. Бұл уақытта кез келген сыртқы әсер сервожетек қалпын өзгертуге қабілетті. Бірақ бұл жалғыз мәселе емес. Тыныштық күйінде электрмоторға қысым түспейді, егер теңдіктен аздаған ауытқу болған жағдайда, электрмоторға аз қуатты қысқа сигнал келіп түседі. Қаншалықты үлкен ауытқу болса, соншалықты күшті сигнал болады.

Бұл проблемалар электрмоторды басқару мен сигналдарды өңдеу қабылдау жиілігінің үлкеюі есебінен шешуге болады. Сандық сервожетектер 200 Гц-да үлкен жиілікті сигналды моторға жібереді, басқару импульсін қабылдап оларды өңдейтін арнайы процессор қолдананады. Сонда сандық сервожетек айналу сәтінде және кезекті жылдамдықты тезірек дамытуда, сыртқы әсерлерге тез жауап беруге қабілетті, демек берілген позицияны өте жақсы ұстап тұрады. Әрине бұл үшін көп электр қуатын қажет етеді. Сондай-ақ сандық сервожетекті өндіру де қиындау, сондықтан бағасы айтарлықтай қымбат тұрады. Негізінде, осы екі кемшілік − барлық сервожетекте кездеседі. Техникалық жоспарда олар сөзсіз аналогты сервожетектен басым түседі.

3.2.4 Потенциометр

Потенциометр − компенсациялық әдістің көмегімен әр түрлі кернеулерді немесе ЭҚК салыстыру жолымен кернеуді анықтауға арналған өлшеу құралы. Белгілі бір кернеу кезінде екінші кернеуді анықтауға мүмкіндік береді.

Жұмыс істеу принципі. Резистивті элементтің шығысына реттелетін кернеу беріледі. Жылжымалы контакт − тұтқаны бұру арқылы басқарылатын реттеу элементі. Жылжымалы контактіден кіріс кернеуі потенциометрге тең, нөлден ең үлкен шамаға дейінгі диапазонда болуы мүмкін кернеу алынады және жылжымалы контактінің ағымдағы позициясына байланысты болады.

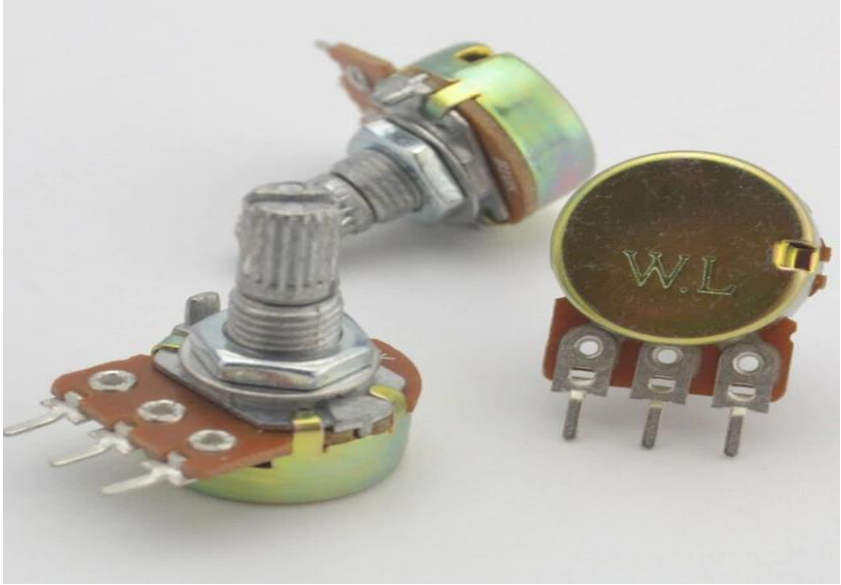


3.5 Сурет – Потенциометрдің схемасы

Потенциометр айнымалы резистордың түрі бойынша әрекет етеді, алайда кернеу бөлгішінің функцияларын орындайды. Оның резистивті компоненті тізбектей біріктірілген екі резистордан тұрады. Сырғымалы контактінің жағдайы 1-ші резистордың 2-ші резисторға кедергі шамасының қатынасын анықтаудағы анықтаушы болып табылады.

Бұл макетте WL потенциометрі қолданылды. Ол потенциометр бір айналымдық болып табылады.

Сырғымалы элемент бір айналымға айналуы мүмкін, дәлірек айтқанда, 270 градусқа. Толық айналымға бұрылуы мүмкін емес, өйткені бұрылыс секторының қалған бөлігінде контактілердің клеммалары орналасқан. Ең көп таралғаны реттеу үшін біреуден артық айналымды талап етпейтін бір айналымдық айнымалы резистор болды.



3.6 Сурет – WL потенциометрі

3.4 Кесте – WL потенциометрінің техникалық сипаттама кестесі

Сипаттамалар	Мәні
Біліктің (вал) диаметрі	6 мм
Білік ұзындығы	15 мм
Қуаты	2 В
Сыртқы диаметрі	24 мм

3.2.5 Резистор

Резисторлар − электр кедергісінің белгілі бір немесе айнымалы мәніне ие, ток күші мен кернеуіне, токтың шектелуіне, электр энергиясының жұтылуына және т. б. байланысты ток күшін сызықтық түрлендіруге арналған электр тізбектерінің пассивті элементі.

Резисторлар радиоэлектрондық аппаратураның ең көп таралған элементтері болып табылады және электр тізбектеріндегі токты реттеу үшін қолданылады.

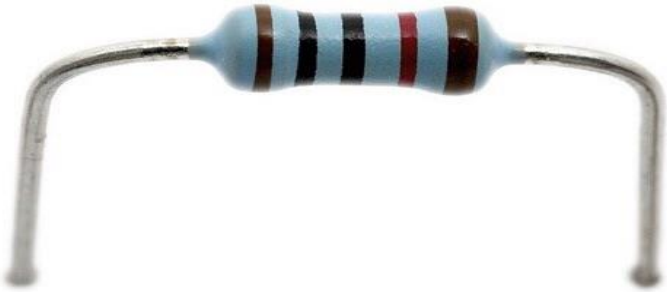
Резистордың кедергісі − оның негізгі сипаттамасы. Электр кедергісінің негізгі бірлігі − Ом.

Барлық резисторлар сызықты және сызықты емес болып бөлінеді.

Сызықты резисторлардың кедергілері берілген кернеуге немесе ағатын токқа байланысты емес.

Сызықты емес резисторлардың кедергілері берілген кернеудің немесе ағатын токтың мәніне байланысты өзгертіледі. Мысалы, ток болмаған кезде қыздыру шамының кедергісі жарықтандыру режиміне қарағанда 10-15 есе аз.

Резисторлар негізінде жалпы мақсаттағы және арнайы мақсаттағы резисторларға бөлінеді. Жалпы мақсаттағы резисторлар омның үлесінен он мегаомға дейінгі номиналдармен шығарылады. Арнайы мақсаттағы резисторлар ондаған мегаомнан тераом бірліктеріне дейін номинал болуы мүмкін, 600 және одан да көп вольт кернеуінде жұмыс істей алады.



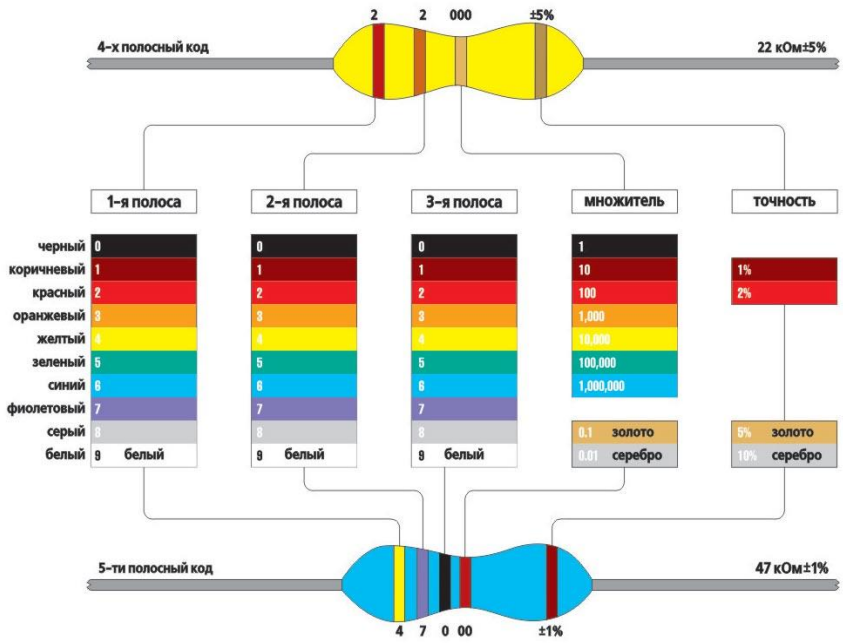
3.7 Сурет – Резистор

Резисторлар әртүрлі номиналдарға шығарылады, мысалы, Е24 кең таралған қатары. Жалпы, резисторлардың стандартталған қатары алтау: Е6, Е12, Е24, Е48, Е96 және Е192. "Е" әрпінен кейінгі сан ондық интервалдағыноминал мәндерінің санын көрсетеді.

3.5 Кесте – Резистордың номиналдарының сипаттама кестесі

Қатар	Сандық коэффициенттер						Ауытқу, %
Е6	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	±20
Е12	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	±10
	1.2	1.8	2.7	3.9	5.6	8.2	
Е24	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	±5
	1.1	1.6	2.4	3.6	5.1	7.5	
	1.2	1.8	2.7	3.9	5.6	8.2	
	1.3	2.0	3.0	4.3	6.2	9.1	

Резистор номиналы *n* дәрежесіндегі 10-ға көбейтілген қатардан алынған санмен белгіленеді, мұнда *n*-бүтін теріс немесе оң сан. Әрбір қатар өзінің жол берілетін ауытқуымен сипатталады.



3.8 Сурет – Резисторларды түсті таңбалау

Резистордың корпусына түсті сақиналар немесе нүктелер түрінде бояу жағылатын таңбалау түрі түс коды деп аталады. Әрбір түс белгілі бір сандық мәнге сәйкес келеді. Резисторлардағы түсті таңбалау шықпалардың біріне жылжиды және солдан оңға қарай оқылады.

Жолақтар көп болса, дәлдік соғұрлым жоғары болады. 3.8-суретте төрт және бес жолағы бар резисторларды түсті таңбалау принципі келтірілген.

Резистордың жұмыс істеу принципі. Әрбір өткізгіштің (проводник) белгілі бір ішкі құрылымы бар. Электр тогының ағуы кезінде электрон (зарядтардың тасымалдаушылары) зат құрылымының әртүрлі біртекті еместігімен бетпе-бет келеді және энергияны жоғалтады, ол жылу түрінде бөлінеді. Яғни, резистордың жұмыс істеу принципін қарапайым сөздермен айтатын болсақ: бұл электр тоғының заттар арқылы ағылуы қаншалықты қиын екенін көрсететін шама. Ол оның меншікті кедергісіне байланысты.

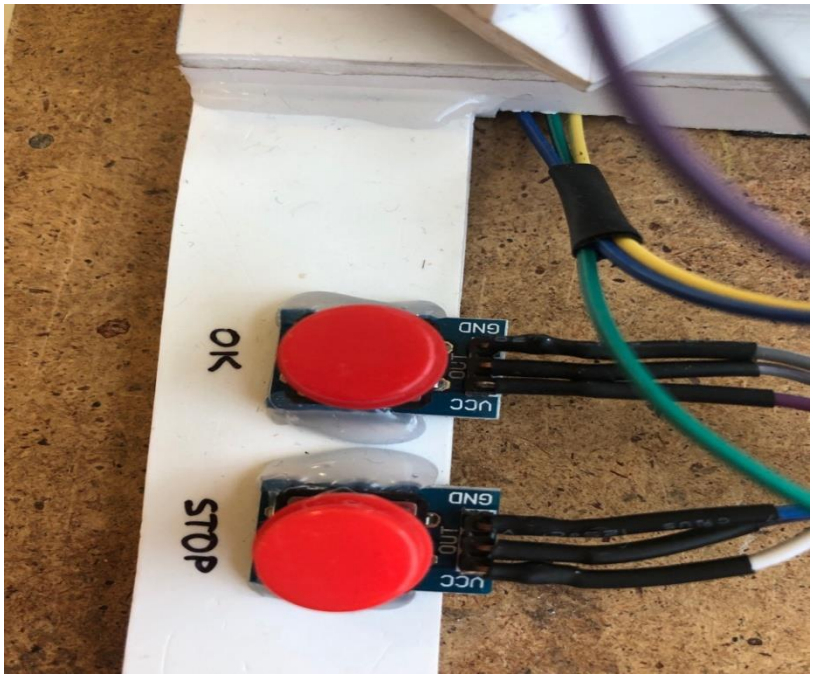
$$R = \frac{\rho \cdot l}{s}, \qquad (3.1)$$

мұндағы ρ – меншікті кедергісі; l – өткізгіш ұзындығы; S – көлденең қима ауданы.

3.3 Электр құраушыларын құрастыру және роботты автоматтандыру

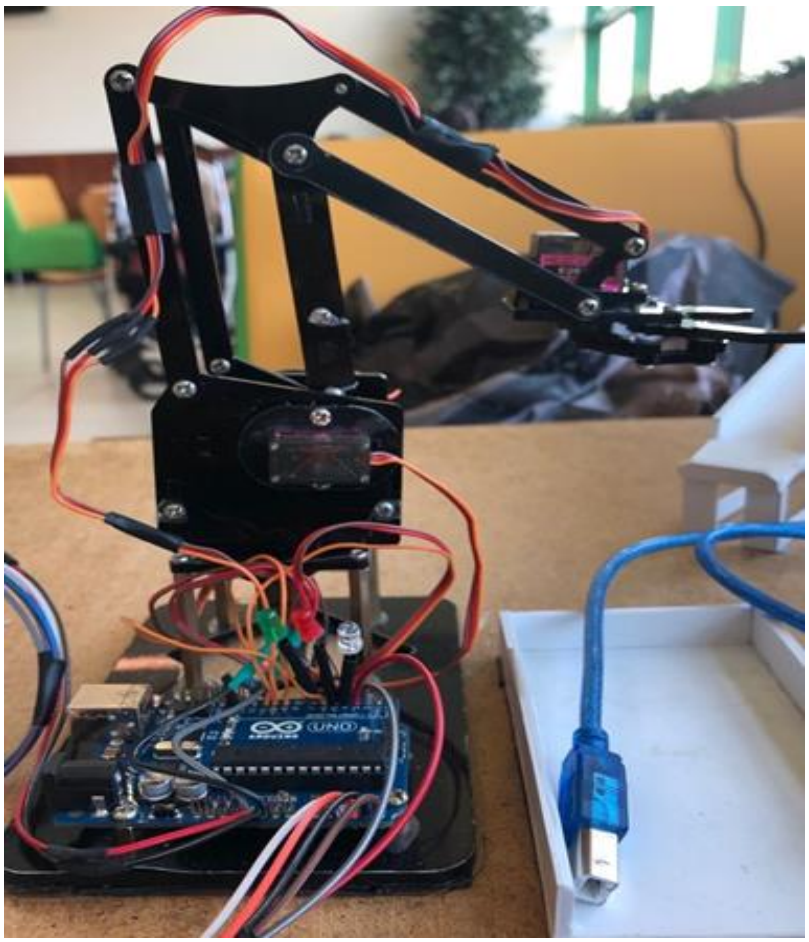
«Мобильдік робот үшін көшіретін манипулятор» кеңістіктегі объектілерді жылжыту кезінде адам қолының функцияларына ұқсас қимыл функцияларын орындау үшін арналған.

Көшіретін манипуляторды құрастыру үшін төменде көрсетілген электр құраушылары қолданылды:

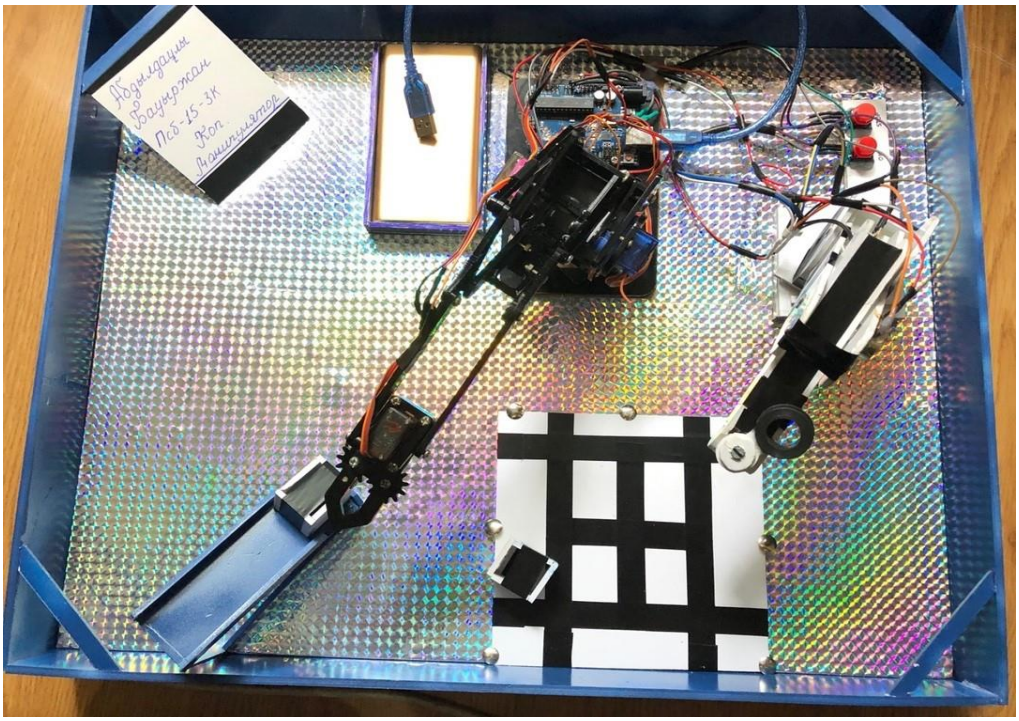


3.9 Сурет – Роботты іске қосу түймелері

3.10 Сурет – Басқарушы робот



3.11 Сурет – Қайталап-көшіруші робот



3.12 Сурет – Автоматтандырылған робот түрі

4 Бағдарламалық бөлім

4.1 Arduino IDE бағдарламасын жасау ортасы

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлігінің бірі роботтың технологиялық параметрлерін бақылау мен басқару мақсатында бағдарлама жазу болып табылады.

Arduino IDE – бұл барлық Arduino микроконтроллері үшін бағдарламалық қамтамасыздандыруды жасау мақсатында қолданылатын бағдарламалық құрылғылар кешені. Осы немесе басқа аспаптар жұмысын жазуға сәйкес келетін кітапханаларының саны өте көп. Сонымен бірге Arduino IDE бағдарламаса функциясын зерттеуді жеңілдету мақсатында кейбір жұмыстардың мысалдары жүктелген. Бағдарламалық қамтамасыздандыру C++ бағдарламалық тілін қолднады. Осылайша оқу үрдісінде C++ бойынша білімдер меңгерілді, сондықтан скетч жазу мен үшін қиын болмады. Скетч – Arduino IDE әзірлеу ортасында жазылған бағдарлама және ino кеңейтілуіне ие.

Arduino әзірлеу ортасы бағдарламалық кодтаманың интегралданған редакторынан, хабарландыру аясынан, мәтінді енгізу терезесінен (консоль), жиі қолданылатын командалардың батырмаларымен аспаптар панелінен және кейбір мәзірлерден тұрады. Бағдарламаны жүктеу мен әзірлеудің өзара байланысы мақсатында Arduino аппараттық бөлігіне қосылады.

Бағдарламада екі ажырамас функцияның болу керек екендігін есте сақтау қажет: setup () және loop (). Функцияның аты аталғаннан кейін және жай жақшалардан соң, ішіне код енгізілетін өрнек жақшалар жазылады.

Setup () функциясы әрбір қуат көзі қосылғаннан немесе Arduino платасын арылтудан кейін бір рет ғана іске қосылады. Бұл функцияның «денесінде» айнымалыларды инициализациялау, сандық порттар жұмысының ретін орнату және т.с.с үрдістер жүргізіледі.

Loop () функциясы шексіз циклде оның «денесінде» жазылған командаларды ретімен орындайды.

Arduino микроконтроллеріне бағдарламаны енгізу үшін қолданылатын платаны, микроконтроллер түрін және ретке келтіруші плата қосылған тізбекті портты дұрыс таңдау қажет. Барлығын құралдар мәзірінде ретке келтіруге болады. Бағдарламанатын құрылғы қосылатын тізбекті портты мәселелер диспетчерінде көруге болады. Бағдарламаны микроконтроллерге жүктеу алдын ала бағдарламаланған арнайы жүктеуіш (барлық Arduino 38 қоса алғандағы микроконтроллерлер осы жүктеуішпен сатылады) көмегімен жүргізіледі. Автоматты жүктеуіш Atmel AVR Application Note AN109 базасы негізінде жасалған. Автоматты жүктеуіш анықталған процессорлы платасының периферийі құрамына байланысты RS232 интерфейсі, USB немесе Ethernet әсерінен жұмыс істеуге қабілетті. Arduino Mini сияқты кейбір платаларға бағдарламалау үшін жеке коннектор қажет болады.

4.1-суретте Arduino IDE бағдарламалық қамтамасыздандырылуындағы жұмыс ортасы көрсетілген.

4.1 Сурет – Arduino IDE жұмыс ортасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жоба барысында көшіруші манипулятордың макеті жасалынды. Жобаланған макеттің жасалуы мен құрастырылуы толық сипатталды, атап айтқанда манипулятордың екі қанқасы тұрғызылды, датчиктер мен атқарушы механизмдердің орналасуы, басқарушы блокка қосылуы. Макетті құраушы элементтердің негізгі ерекшеліктері қарастырылды.

Жұмыс макетінің қолмен және сақтау режимде тестілеуді өткіздім. Сынау нәтижелері бойынша макет келесі басқарылатын параметрлердің бұлжытпай орындады: бір-бірін қайталады, жарық диоттары жұмыс істеді және батырма арқылы 3 ережеге бағынды.

Жобаны орындау барысында алға қойылған барлық тапсырмалар шешілді.

Көшіретін манипулятор жұмыс уақытын және жұмыс атқаратын адамдардың санын шектейді. Сонымен қатар, осындай конструкция өндіретін заттардың сапасын 2 есеге жақсартады. Бұндай манипуляторды тек қана өндірісте ғана емес медицинада, кинематографта, қорғаныста, ғарышта, көлік саласында, тіпті қазіргі мектеп оқушыларынада қолдануға ыңғайлы.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Юревич Е.И. Управление роботами и робототехническими системами. СПб. – 2001. – 168 с.

2. Варков А.А., Разработка и исследование системы управления манипуляционным промышленным роботом на базе контроллера, [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://lib.eltech.ru.

3. Роботы-манипуляторы. рф [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://роботы-манипуляторы.рф.

4. Н. Ю. Встовский, Е. А. Шеленок, Г. В. Шеразадишвили, Разработка учебного робота-манипулятора, аппаратная часть, [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://pnu.edu.ru.

5. А.Г. Схиртладзе, В.И. Выходец, Н.И. Никифоров Классификация и структура промышленных роботов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.metal-working.ru/.

6. Конструкции промышленных роботов: Учеб. Пособие для СПТУ/ Е.М.Канаев, Ю.Г. Козырев, Б.И. Черпаков, В.И. Царенко. М.: Высш. шк., 1987. – 95 с.

7. Промышленный робот [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki.

8. Р.Пол “Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота − манипулятора” – М.: Наука, 1976.

9. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами. − М.: издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана − 2004. − 480 с.

10. Анучин А.С. Системы управления электроприводов/ Анучин А.С .: Издательский дом МЭИ, 2015. – 43 с.

11. Манипулятор (механизм) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ .

12. Fundamentals of robotics / S. Schilling: Издательский дом Prentice hall, 2005. – 90 с.

13. Силовой расчет, уравновешивание, проектирование механизмов и механика манипуляторов: Учебное пособие для студентов смешанной формы обучения / И.Н. Чернышева, А.К. Мусатов, Н.А. Глухов и др.; Под ред. А.К. Мусатова. – М.: Изд-во МГТУ, 1990. – 80 с., ил.

14. Механика промышленных роботов: Учеб. Пособие для вузов: В 3-х кн. / под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. – М.: Высш. шк., 1988.

15. Попов Е. П., Верещагин А. Ф., Зенкевич С. Л. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы. — М.: Наука, 1978. — 400 с.

16. Медведев В. С., Лесков А. Г., Ющенко А. С. Системы управления манипуляционных роботов. — М.: Наука, 1978. — 416 с.

17. Козлов В. В., Макарычев В. П., Тимофеев А. В., Юревич Е. И. Динамика управления роботами. — М.: Наука, 1984. — 336 с.

18. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника / Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 624 с.

19. Справочник по промышленной робототехнике, кн. 1, 1989, с. 19.

20. Бурдаков С. Ф., Дьяченко В. А., Тимофеев А. Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и робототизированных комплексов. − М.: Высшая школа, 1986. − 264 с. − С. 6, 21−22.

21. Воротников С. А. Информационные устройства робототехнических систем. − М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. − 384 с.

22. Тягунов О. А. Математические модели и алгоритмы управления промышленных транспортных роботов // Информационно-измерительные и управляющие системы. − 2007. − Т. 5, № 5. − С. 63−69.