

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Ельтинов Мухаммед Болатович

Тау-кен өнеркәсібіне арналған алты қимыл дәрежесі бар роботтың модельдерін және басқару
алгоритмдерін әзірлеу

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Алматы 2023

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Автоматтандыру және басқару
кафедрасының меңгерушісі,
физика-математика ғылымдарының
кандидаты



Алдияров Н.У.
« 30 » мамыр 2023 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы «Тау-кен өнеркәсібіне арналған алты қимыл дәрежесі бар роботтың модельдерін
және басқару алгоритмдерін әзірлеу»

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

Орындаған:

Ельтинов Мухаммед Болатович

Рецензент:

Ғылыми жетекші:

Доктор PhD, доцент

Доктор PhD, қауымдастырылған профессор

Иманбекова Ұ.Н.

Абжапаров Қ.А.

« 30 » мамыр 2023 ж.

« 30 » мамыр 2023 ж.

Алматы 2023

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

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6В07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Автоматтандыру және басқару
кафедрасының меңгерушісі,
физика-математика ғылымдарының
кандидаты

Алдияров Н.У.

2023 ж.



Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы Ельтинов Мухаммед Болатович

Жобаның тақырыбы: «Тау-кен өнеркәсібіне арналған алты кимыл дәрежесі бар роботтың модельдерін және басқару алгоритмдерін әзірлеу»

Университет проректоры Б.А. Жаутиковтың «23» қараша 2022 ж. № «408-П/Ө» бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «07» маусым 2023 ж.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
функционалдық сұлба




Жұмыс презентациясы 21 слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 10 атаулардан тұрады.

**Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім	19.03.23	
Арнайы бөлім	18.04.23	

Аяқталған дипломдық жоба үшін, оған қатысты бөлімдердің жобасын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық бөлім	Абжапаров Қ.А., PhD доктор, қауымдастырылған профессор	24.05.23	
Арнайы бөлім	Абжапаров Қ.А., PhD доктор, қауымдастырылған профессор	24.05.23	
Норма бақылаушы	Жанабаева Э.Ж., техника ғылымдарының магистрі, ассистент	24.05.23	

Ғылыми жетекшісі  Абжапаров Қ.А.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Ельтинов М.Б.

Күні « 6 » сәуіртқсан 2022 ж.

АНДАТПА

Бұл аңдатпа тау-кен өнеркәсібіне арналған алты қозғалмалы роботты басқару модельдері мен алгоритмдерін әзірлеуге арналған жұмыстарға шолу жасайды. Робототехника тау-кен өнеркәсібіндегі перспективалы сала болып табылады, бұл пайдалы қазбаларды игеру және өндіру процестерін автоматтандыруға, жұмыстардың қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Бұл жобанда роботтың механикалық дизайны, электроника, сенсорлар және қозғалысты басқару алгоритмдерін қоса алғанда, алты қозғалмалы роботты басқару модельдері мен алгоритмдерін әзірлеудің негізгі аспектілері зерттеледі. Алты қозғалмалы роботтарды модельдеу мен басқарудың әртүрлі тәсілдері, соның ішінде классикалық және заманауи әдістер қарастырылады.

Зерттеу көрсеткендей, тау-кен өнеркәсібінде еркіндік дәрежесі алтыға тең роботты басқару модельдері мен алгоритмдерін әзірлеу процестерді жақсартуға және тиімдірек және қауіпсіз жұмысқа қол жеткізуге үлкен әлеуетке ие.

АННОТАЦИЯ

Данная аннотация представляет обзор проекта, посвященной разработке моделей и алгоритмов управления шестиподвижного робота для горнодобывающей промышленности. Робототехника является перспективной областью в горнодобывающей промышленности, позволяя автоматизировать процессы разработки и добычи полезных ископаемых, повысить безопасность и эффективность работ.

В работе исследуются основные аспекты разработки моделей и алгоритмов управления шестиподвижными роботами, включая механическую конструкцию робота, электронику, датчики и алгоритмы управления движением. Рассматриваются различные подходы к моделированию и управлению шестиподвижными роботами, включая классические и современные методы.

Исследование показывает, что разработка моделей и алгоритмов управления шестиподвижными роботами в горнодобывающей промышленности имеет большой потенциал для улучшения процессов и достижения более эффективной и безопасной работы.

ANNOTATION

This annotation provides an overview of the project devoted to the development of models and control algorithms for a six-movable robot for the mining industry. Robotics is a promising area in the mining industry, allowing you to automate the processes of mining and mining, improve safety and efficiency of work.

The paper examines the main aspects of the development of models and algorithms for controlling six-moving robots, including the mechanical design of the robot, electronics, sensors and motion control algorithms. Various approaches to modeling and control of six-moving robots, including classical and modern methods, are considered.

The study shows that the development of models and algorithms for controlling six-moving robots in the mining industry has great potential to improve processes and achieve more efficient and safe operation.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Технологиялық бөлім	8
1.1 Роботтар және олардың еркіндік дәрежесі	8
1.2 Параллель робот	10
1.3 Әрекет принципі	12
1.4 Өнеркәсіптік роботтардың қолданылуы	13
1.5 Біздің заманымыздың озық үлгідегі роботтар	15
2 Арнайы бөлім	24
2.1 Роботқа қойылатын талаптар	24
2.2 Роботтардың қозғалыс координаталары және кинематиканың тура есебі	24
3 Роботтың модельін және басқару алгоритмін жасау	30
3.1 Сервоқозғалтқыш таңдау	30
3.2 Роботтың құрама бөліктері	31
3.3 Роботты Arduino арқылы басқару	37
Қорытынды	40
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	41

КІРІСПЕ

Робототехника технологияларының дамуы әртүрлі салаларда еркіндік дәрежесі алтыға тең роботтарды жасау және пайдалану мүмкіндігіне әкелді. Осындай салалардың бірі - тау-кен өнеркәсібі, мұнда роботтар тау-кен жұмыстарын орындау үшін қолданылады. Тау-кен өнеркәсібіне арналған еркіндік дәрежесі алтыға тең роботтың үлгілері мен басқару алгоритмдерін әзірлеу күрделі және көп қырлы тапсырма болып табылады. Оны шешу үшін механика, электроника, бағдарламалау, жасанды интеллект және басқа да салалардағы ғылымдарды біріктіруді талап етеді. Мұндай модельдер мен алгоритмдерді әзірлеудің мақсаты тау-кен жұмыстарында қауіпсіздікті, сенімділікті және оңтайлы өнімділікті қамтамасыз ете алатын тиімді роботты басқару жүйесін құру болып табылады. Бұл жұмыста тау-кен өнеркәсібіне арналған еркіндік дәрежесі алтыға тең роботтың модельдері мен басқару алгоритмдерін әзірлеудің негізгі аспектілері қарастырылады.

Еркіндік дәрежесі алтыға тең роботтарды модельдеуге және басқаруға арналған әртүрлі тәсілдер, сондай-ақ тау-кен өнеркәсібінің практикалық мәселелерінде осы модельдер мен алгоритмдерді қолдану мысалдары қарастырылады. Қорытындылай келе, тау-кен өнеркәсібіне арналған еркіндік дәрежесі алтыға тең роботтың үлгілері мен басқару алгоритмдерін әзірлеу тау-кен жұмыстарының тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруда маңызды рөл атқарады. Бұл белсенді зерттеу саласы және осы саладағы әрі қарайғы зерттеулер мен инновациялар тау-кен өндірісіндегі жаңа жетістіктер мен жақсартуларға әкелуі мүмкін.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Роботтар және олардың еркіндік дәрежесі

Роботтар біздің өмірімізде біртіндеп көбірек орын алады және қазірдің өзінде адамның күнделікті өмірінің ажырамас бөлігіне айналды. Олар адамға өмірінің барлық саласында, үй шаруасынан бастап жұмысқа дейін көмектеседі. Робот позициялаудың қажетті дәлдігіне байланысты адамды сәтті алмастыратын жоғары технологиялық салаларға ғана емес, сонымен қатар адам денсаулығына зиянды және қауіпті салаларға, атап айтқанда шахталарда жұмыс істеуге де қатысты. Шахталарда жұмыс істеу әрқашан өмірге қауіп төндіреді, сондықтан адамдарды қорғау үшін роботтарды енгізу қажет. Тау-кен өнеркәсібі үнемі екі қажеттілікке тап болады: адам қауіпсіздігі және шахталардағы өнімділікті арттыру. Робототехника маңызды рөл атқаратыны кеңінен танылды, бұл сөзсіз өнімділікті арттырады және адамға теріс әсерді айтарлықтай азайтады. Роботтың шахтадағы жетістігі көбінесе оның навигациялық мақсатта қоршаған ортаны дұрыс түсіну қабілетіне байланысты. Бұл жобада тау-кен өнеркәсібіне арналған робототехника ұсыныстарына шолу және талдау берілген.

Еркіндік дәрежесі бойынша ӨР үш топқа бөлінеді: шағын (еркіндіктің үш дәрежесіне дейін); орташа (еркіндіктің 4-6 дәрежесі) және жоғары еркіндік (алты дәрежеден астам). ӨР еркіндік дәрежелерінің саны оның әмбебаптығын анықтайды. Қазіргі ӨР-да әдетте екі-жеті еркіндік дәрежелері бар: ең қарапайым - екі; ең қиыны - жеті, кейде одан да көп. Заманауи әлемдегі ӨР саябағының құрылымында төрт және бес еркіндік дәрежесі дәрежесі (67%) бар құрылымдар басым.

Әлемдегі ең ірі өндіруші компания "BHP Billiton" Австралиядағы темір шахталарында пилотсыз жүк көліктерін игеруде. Канадалық жетекші "SuncorEnergy" мұнай өндірушісі кварц құмын өндіруде роботты самосвалдарды сынайды. Германияда "KUKA Roboter" компаниясы арка бекіткіштерін орнату үшін роботты манипуляторды қолданады. ТорТес неміс фирмасы күрделі тау-кен жұмыстарын жүргізу үшін бөлшектеу роботын жасады. Олардың техникасын тегіс немесе тегіс емес беті бар кез-келген жабық бөлмелерде қолдануға болады. Бөлшектеу роботы гидравликалық балғамен жабдықталған, ол әлсіз кері соққыға ие және соққылардың дыбысын жақсы сіңіреді, ал поршеньнің ерекше формасы жойылу энергиясын күшейтетін қосымша соққы толқынын жасайды. Испанияда "SANDVIK" компаниясы әзірлеген Alpine am-105EX роботтандырылған үрлемелі комбайн қолданылады (1.1-сурет). AM 105 комбайндары көлденең қимасы 40 шаршы метрге дейінгі және максималды еңсеру бұрыштары бар көлденең және көлбеу жұмыстарға арналған. Жаңа құрал-жабдықтардың жұмыс істеуі қашықтан басқару жүйесімен жабдықталғандықтан, жүргізіліп жатқан жұмыстардың қауіпсіздігіне ықпал етеді.



1.1 - сурет – Alpine am-105EX ұңғыма комбайны

Параллель роботтар. Олар Стюарт платформасын пайдалануға негізделген, бұл платформа негізге қатысты алты еркіндік дәрежесі бойынша 32 координатада жылжыту үшін сызықтық жетектерді пайдалануға мүмкіндік береді (1.2 - сурет). Мұндай механизмдер тізбектің бірдей координатасындағы күшті, жылдамдықты және қозғалысты басқаруға мүмкіндік береді. Дизайн ерекшеліктеріне байланысты олар "Дельта роботтары" деген жалпы атау алды. Роботтардың бұл түрі өте жоғары жылдамдықпен қозғалыстар жасайды. Осылайша, олар минутына 150-ге дейін өнім жасай алады. Мысал ретінде Adept Technology (АҚШ) компаниясының Adept Quatro роботын келтіруге болады, ол 2 кг-ға дейінгі жүктерді көтереді және диаметрі 1,3 м аймаққа қызмет көрсетуге арналған айналмалы платформада орнатылған. [1]



1.2 - сурет – Параллель робот (дельта роботы)

Өндірістік жағдайларда нақты өндірістік роботты пайдаланудың орындылығы бірқатар талаптарды ескере отырып айқындалады. Өндірістік роботтың жүк көтергіштігінің өңделетін объектінің массасына (салмағына) сәйкестігі. Роботтың жүк көтергіштігі заттың массасынан (салмағынан) басқа, ұстағыш құрылғының массасын (салмағын) да қамтитынын ескеру қажет. Роботтың техникалық сипаттамалары көбінесе номиналды жүктемені ғана емес,

сонымен қатар номиналды жүктемеден едәуір асатын максималды жүктемені де көрсетеді. Осылайша, TUR 15 үй роботының моделі номиналды жүк көтергіштігі 15 кг, ал қосымша жүктеме 10 кг құрайды. TX-40 үлгісіндегі Staubli роботы 1,7 кг номиналды жүктеме кезінде 2,3 кг максималды жүктемеге мүмкіндік береді. 2 кг номиналды жүк көтергіштігі бар американдық Adept Cobra-i600 өнеркәсіптік роботының максималды жүк көтергіштігі 5,5 кг құрайды. Бірақ максималды жүктемемен жұмыс іс жүзінде мүмкін емес, өйткені төлқұжаттың басқа сипаттамалары қарастырылмайды, мысалы, жұмыс аймағының мөлшері азаяды, қозғалыс жылдамдығы мен дәлдігі төмендейді және т.б. Осылайша, негізінен металл кескіш машиналар автоматтандырылған жүктеу үшін қолданылатын позицияны басқару жүйесіндегі роботтар жұмыс денелерін көптеген бағдарламалау нүктелері бар күрделі траекториялар бойынша жылжытады.

3D сенсорларымен жабдықталған адаптивті басқару жүйесі бар робот оған объектілерді "көруге", тануға және күрделі манипуляциялар жасауға мүмкіндік береді. Мұндай робот, мысалы, машиналарды кәдімгі контейнерде кездейсоқ орналасқан дайындамалармен жүктей алады. ӨР еркіндік дәрежелерінің санын қажетті операцияларды орындау үшін қажетті минималды мөлшерге сәйкестендіру керек. Қазіргі роботтарда төрт-алты немесе одан да көп басқарылатын осьтер бар.

Еркіндік дәрежесінің қажетті саны манипуляциялық әрекеттердің алгоритмымен, қызмет көрсетілетін жабдықтың жұмыс аймақтарының мөлшері мен орналасуымен және оның санымен, сондай-ақ бірқатар басқа факторлармен анықталады. Өндірістік роботтың жұмыс аймағының мөлшері қызмет көрсетілетін жабдықтың жұмыс аймақтарының мөлшеріне, пішініне және орналасуына сәйкес келеді. Өндірістік роботтың жұмыс органдарының қозғалу жылдамдығының қажетті өнімділікке сәйкестігі және өндірістік роботтың орналасу қателігінің негізгі немесе қосалқы операцияларды орындау дәлдігіне қойылатын талаптарға сәйкес болуы керек. Қайта реттеу циклінің қарапайымдылығы мен қысқалығы, басқа автоматтандырылған өндіріс ішкі жүйелерімен конструктивті және бағдарламалық қондыру, сенімділік, үнемділік қажет.

1.2 Роботтардың мақсаты бойынша бөлінуі

Орындалатын операциялардың мақсаты мен сипаты бойынша барлық өнеркәсіптік роботтар әртүрлі өндірістік және технологиялық белгілері бар үш топқа бөлінеді.

1) Өндірістік (технологиялық) роботтар (ӨР) технологиялық процестің негізгі операцияларын орындайды. Олар иілу, дәнекерлеу, бояу, құрастыру және т. б. сияқты операцияларды орындайтын өндіріс немесе қайта өңдеу машиналары ретінде технологиялық процеске тікелей қатысады.

2) Көмекші (көтеру-тасымалдау) роботтар (VLOOKUP) алу-ауыстыру-қою сияқты әрекеттерді орындайды. Олар қондырғының қосалқы операцияларын

автоматтандыру үшін негізгі технологиялық жабдыққа қызмет көрсету кезінде қолданылады: дайындамаларды, бөлшектерді, құрал-саймандар мен жабдықтарды алу, бөлшектер мен жабдықтардың базаларын тазарту, конвейерлерді қуаттандыру және т.б.

3) Универсалды роботтар (UPR) гетерогенді, негізгі және қосалқы техникалық операцияларды орындайды, яғни олар алғашқы екі топтың сипаттамаларын біріктіреді. Бұл термин ӨР-та орындалатын операцияның сипаты мен мамандану дәрежесі бойынша сипаттайды.

Мамандану дәрежесі бойынша өнеркәсіптік роботтар арнайы, мамандандырылған (мақсатты) және әмбебап болып бөлінеді.

Арнайы өндірістік роботтар белгілі бір технологиялық операцияны орындайды (негізгі технологиялық жабдықтың белгілі бір моделіне қызмет етеді немесе бояу, дәнекерлеу, төсеу және т.б. орындайды), белгілі бір объектіге қызмет көрсетудің (технологиялық операцияны орындау) белгіленген шектерінде өз әрекеттерін қайта бағдарламалауды қамтамасыз етеді.

Мамандандырылған өндірістік роботтар манипуляциялық іс-қимылдардың ортақтығымен біріктірілген технологиялық жабдық модельдерінің белгілі бір тобымен жұмыс істеу кезінде бір типтегі негізгі технологиялық операцияларды немесе қосалқы ауысуларды орындауға арналған.

Әмбебап өндірістік роботтар негізгі және қосалқы технологиялық операциялардың кең спектрін орындауға қабілетті.

Өнеркәсіптік роботтың қозғалтқыш жүйесі (манипуляторы) өзінің функционалдық мақсатына сәйкес шығыс буынының және оған бекітілген манипуляция объектісінің кеңістікте берілген траектория бойынша және берілген бағдармен қозғалуын қамтамасыз етуі керек. Объектіні кеңістікте ерікті түрде манипуляциялау үшін механизмнің қозғалғыштығының алты дәрежесі жеткілікті және олардың әрқайсысы бойынша қозғалыс басқарылу керек. Негізінен соңғы буын роботты тағайындауды жүзеге асыратын жұмыс органын (еркіндіктің жетінші дәрежесі) алып жүреді. Алты еркіндік дәрежесі бар өнеркәсіптік робот күрделі автоматты жүйе болып табылады. Бұл жүйені жасау да, пайдалану да күрделі. Сондықтан өнеркәсіптік роботтардың нақты конструкцияларында алты қозғалыстан аз манипуляторлар жиі қолданылады. Қарапайым манипуляторларда үш-төрт, сирек екі еркіндік дәрежесі бар. Мұндай манипуляторларды жасау және пайдалану әлдеқайда арзан, бірақ жұмыс ортасын ұйымдастыруға нақты талаптар қойылады. Бұл талаптар робот механизміне қатысты манипуляция объектілерінің берілген бағытына байланысты. Сондықтан қызмет көрсетілетін жабдық қажетті бағдармен осындай роботқа қатысты орналасуы керек. Басқаша айтқанда, қозғалтқыш, ақпараттық және басқару жүйелері жүзеге асыратын функциялар неғұрлым шектеулі болса, қоршаған орта соғұрлым детерминистік (ұйымдастырылған және анықталған) болуы керек. Роботтың функционалдық қасиеттерін кеңейту сыртқы ортаны ұйымдастыруға аз көңіл бөлуге мүмкіндік береді.

1.3 Әрекет принципі

Алты буыны бар өнеркәсіптік роботтар адамның қолына (иық, шынтақ және білек) ұқсайды. Көп жағдайда иық бекітілген негізде орнатылады. Нәтижесінде мұндай робот 6 еркіндік дәрежесіне ие болуы мүмкін, яғни ол 6 түрлі бағытта қозғала алады.

Адамның қолы сияқты, манипулятор да соңғы эффекторды бір жерден екінші жерге жылжытады. Соңғы эффекторды әртүрлі құрылғылармен жабдықтау кезінде робот белгілі бір технологиялық операцияларды орындай алады. Ең көп таралған нұсқалардың бірі - роботқа заттарды бір жерден екінші жерге түсіруге және жылжытуға мүмкіндік беретін қол түрі.

Көбінесе манипуляторларда кіріктірілген қысым датчиктері болады, сондықтан олар ұстау күшін басқара алады және қысып алған затты бұзбайды. Мысалы, роботтың міндеті оның жұмыс істеп тұрғанын тексеру үшін шамды бір жерден екінші жерге жылжыту болуы мүмкін. Егер күш жоғары болса, онда шам жарылып кетеді. Қысу күшін басқару шамның зақымдалмауын қамтамасыз етеді. Басқа соңғы эффекторлардың көмегімен ұнтақ бүріккіштерді, әртүрлі бұрғыларды және т.б. пайдалануға болады.

Мұндай роботтарды басқару жолдары:

- Программа арқылы.

- Адаптивті басқару. Бұл жағдайда сенсорлық құрылғылар қолданылады.

Алынған сигналдар талданады, содан кейін қажетті әрекет орындалады. Басқаруды адамдар орындайды, бірақ қашықтықтан.

- Жасанды интеллект.

Өнеркәсіптік роботтарды барлық жерде қолдануға болады. Бүгінгі таңда автоматтандыру деңгейі жоғары болғандықтан, роботтар адамды толығымен ауыстыра алады. Сонымен қатар, бір робот бірнеше немесе тіпті ондаған мамандардың күш-жігерін алмастыра алады. Робот демалысты білмейді, оған жалақы мен көптеген әлеуметтік қорларға аударымдар қажет емес, ұйықтап, тамақтанудың қажеті жоқ. Ол қымбат құралдар мен жабдықтардың істен шығуына немесе бұзылуына әкелетін адам қателіктерімен таныс емес. Сондықтан бүгінде көптеген салалар автоматтандыруға тырысуда. [3]

Мобильді роботтың алты еркіндік дәрежесі бар (DOF). Еркіндіктің үш дәрежесі: x , y және z үш өлшемді кеңістіктегі объектінің орнын анықтауға мүмкіндік беретін үш координаталық осьтермен байланысты. Еркіндіктің қалған үш дәрежесі роботтың кеңістіктегі бағдарымен байланысты. Бұл орам (қозғалыс осіне қатысты робот корпусының бүйірлік көлбеуі немесе тербелісі), қадам (көлденең оське қатысты құрылғының көлбеуі, яғни роботтың алдыңғы жағын еңкейту немесе көтеру) және иілу (роботтың қозғалыс бағытының шамалы оңға немесе солға өзгеруі) сияқты шамалар. Дифференциалды жетекті робот екі өлшемді (2D) жазықтықта қозғалады және оның кез-келген сәтте орналасуын көлденең жазықтықта жатқан екі ғаламдық x және y координаттарымен сипаттауға болады. Бұл жағдайда роботтың бағыты θ деп белгіленеді. Бұл деректер дифференциалды жетекті роботтың орнын сипаттау үшін жеткілікті.

Алты еркіндік дәрежесі бар жұмыс ауқымының үш түрі бар. Олар тікелей, жартылай тікелей (шартты) және жанама болып табылады және олардың барлығы маневрді орындау үшін қалған уақытқа, маневрді орындау үшін қалған энергияға және ақырында қозғалысты биологиялық объект (мысалы, адам) басқаратынына тәуелді емес, роботты объект (мысалы, компьютер) немесе екеуі де.

1. Тікелей түрі: қатысып тұрады, еркіндік дәрежесі арнайы шарттарсыз тікелей басқаруылады және қалыпты жұмыс ретінде сипатталады.

2. Жартылай тікелей түрі: тиісті дәреже белгілі бір шарттар орындалған кезде белгіленуі мүмкін. Мысалы, ұшақтағы кері тарту

3. Жанама түрі: ол қоршаған ортамен өзара әрекеттесу арқылы қол жеткізілетін дәрежеде қатысады және бақылауға алынбайды. Мысалы, кемеңің теңіздегі тангаж бойынша қозғалысы.

Өтпелі түрі кейбір көліктерде де бар. Мысалы, ғарыш кемесі ғарышта болған кезде, бұл аппарат тік алтыбұрыш ретінде сипатталады, өйткені оның алты бұрышын басқаруға болады. Алайда, ғарыш кемесі қайтып оралу үшін жер атмосферасында болған кезде, көптеген техникалық себептерге байланысты тікелей алты бұрыш қолданылмайды.

Алты буынды өнеркәсіптік робот адамның қолына ұқсайды - оның иыққа, шынтаққа және білекке ұқсастығы бар. Әдетте, иық жылжымалы корпусқа емес, бекітілген негізгі құрылымға орнатылады. Роботтың бұл түрі алты еркіндік дәрежесіне ие, яғни ол алты түрлі бағытта бұрыла алады. Салыстыру үшін адамның қолында жеті еркіндік дәрежесі бар.

Сіздің қолыңыздың міндеті - бір жерден екінші жерге ауысу. Сол сияқты, манипулятордың міндеті - соңғы эффекторды бір жерден екінші жерге жылжыту. Манипуляторды белгілі бір тапсырмаларға арналған әртүрлі соңғы эффекторлармен жабдықтауға болады. Кең таралған эффекторлардың бірі-қолдың жеңілдетілген нұсқасы, ол әртүрлі заттарды ұстап, алып жүре алады. Манипуляторларда көбінесе компьютерге белгілі бір затты қаншалықты қысу керектігін айтатын кіріктірілген қысым датчиктері болады. Бұл роботқа қолына түскеннің бәрін бұзбауға мүмкіндік береді. Басқа соңғы құрылғыларға үрлегіштер, бұрғылар және ұнтақ немесе бояу бүріккіштері жатады.

1.4 Өнеркәсіптік роботтардың қолданылуы

Өндірістік роботтар қолданылатын салалар:

- байланыс дәнекерлеу;
- плазмалық кесу;
- бояу;
- металл құю;
- лак жағу;
- доғалық дәнекерлеу;
- тиеу жұмыстары;

- контактісіз өңдеу;
- өнімдерді тасымалдау;
- кесу арқылы өңдеу;
- қаптамалар;
- фрезерлік операциялар;
- материалдарды кесу;
- бақылау-өлшеу операциялары;
- ірі бөлшектерді өңдеу;
- төселген өнімнің орналасуы;
- көлемді құрылымдар жасау.

Өнеркәсіптік роботтар бақыланатын ортада бірдей әрекеттерді қайта-қайта орындауға арналған. Мысалы, робот тіс пастасы түтіктерінің қақпақтарын қатайта алады. Роботты мұны қалай жасау керектігін үйрету үшін бағдарламашы қол контроллері арқылы қозғалыс тәртібін сипаттайды. Робот қозғалыстар тізбегін жадына жазады және жаңа өнім құбырға кірген кезде оны қайта-қайта жасайды.

Өнеркәсіптік роботтардың көпшілігі көлік құрастыру желілерінде жұмыс істейді. Роботтар бұл жұмысты адамдарға қарағанда тиімдірек етеді, өйткені олардың дәлдігі жоғары. Олар әрқашан бір жерде бұрғылайды, қанша сағат жұмыс істегеніне қарамастан, болттарды бірдей күшпен қатайтады.

Роботтарды құрастыру компьютерлік индустрия үшін де маңызды. Кішкентай микрочипті адам күшімен дәл құрастыру өте қиын.

Еркіндік дәрежесі – параметрдің (сызықтық немесе бұрыштық координатаның) өзгеруімен сипатталатын ең қарапайым тәуелсіз қозғалыс.

Буындарды байланыстыратын кинематикалық жұптарда буындардың салыстырмалы қозғалысына шектеулер қойылады. Бір еркіндік дәрежесін алып тастауды шектеу деп атайды. Солай еркіндік дәрежесінің саны мен буындардың саны алтыға тең.

Өнеркәсіптік роботтың манипуляторы өзінің функционалдық мақсатына сәйкес берілген траектория бойынша және кеңістікте берілген бағытта манипуляциялау кезінде шығыс буыны мен оған бекітілген объектінің қозғалысын қамтамасыз етуі керек. Осы талапты толығымен қанағаттандыру үшін манипулятордың негізгі тұтқасы кем дегенде алты еркіндік дәрежесіне ие болуы керек және олардың әрқайсысының қозғалысы басқарылуы керек. Алты еркіндік дәрежесі бар өнеркәсіптік робот күрделі автоматты жүйе болып табылады. Бұл жүйені жасау да, пайдалану да күрделі. Сондықтан өнеркәсіптік роботтардың нақты конструкцияларында алты еркіндік дәрежесінен аз механизмдер жиі қолданылады. Қарапайым манипуляторлардың үш, сирек екі еркіндік дәрежесі бар. Мұндай манипуляторларды жасау және пайдалану әлдеқайда арзан, бірақ оларға жұмыс ортасын ұйымдастыруға арнайы талаптар қойылады. Бұл талаптар робот механизміне қатысты манипуляция объектілерінің берілген бағытына байланысты. Сондықтан жабдықты қажетті бағдармен осындай роботқа қатысты орналастыру керек.

1.5 Біздің заманымыздың озық үлгідегі роботтары

Еркіндік дәрежесі алтыға тең LWA 4.6 өнеркәсіптік роботында екі координатты Powerball ERB айналмалы модульдері бар (1.3 - сурет).



1.3 - сурет – Еркіндік дәрежесі алтыға тең робот LWA 4.6 SHUNK

Француздық "Montabert" компаниясы "Robofore" роботтандырылған бұрғылау қондырғысын құрастырды, ол берілген бағдарлама бойынша ұңғымаларды бұрғылауды автоматты бұрғылау операцияларымен және екі манипуляторды ауыстырумен қамтамасыз етеді. "Nitronobelмес" швед компаниясы ұңғымаларды сусымалы қазбаларда жарылғыш заттармен зарядтау үшін қашықтан басқарылатын HF-51 және EG-33 мобильді манипуляторларын құрды. Шведтік BrokkAB компаниясы ауыр техниканы пайдаланбай шахталарда ұңғымаларды бұрғылауға, жабық кеңістіктерде тау жыныстарын өндіруге, түйреуіштерді соғуға, ірі материалдарды ұсақтауға қабілетті сериялық роботтарды әзірледі және енгізді. Бұл роботтар (1.4 - сурет) айналым диапазоны 270 г-нан 360 г-ға дейінгі маневрлік манипулятормен жабдықталған. Бұл көлденең бұрғылау сияқты әртүрлі жазықтықтарда жұмыс істеуге мүмкіндік береді. [5]



1.4 - сурет – Бөлшектеу роботтары

Тау-кен өнеркәсібіне роботтандыруды енгізу бойынша ТМД елдері де өз үлестерін қосуда. Мәселен, мысалы, украиналық новокраматорлық машина жасау зауыты өзін-өзі диагностикалау жүйелерімен және микропроцессорларға негізделген радио басқару жүйесімен жабдықталған П-110 көмір қазу комбайнын құрды (1.5 - сурет). Қазақстан Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті одан әрі қарай жүріп, сериялық жиынтықтауыштар негізінде роботтандырылған кешен әзірледі. Кешеннің құрамына механикаландырылған бекіткіш және бағдарламалық басқарумен қазу манипуляторы кіреді. [6]



1.5 - сурет – Ұңғыма комбайны П-110

Өз кезегінде тау-кен өнеркәсібінде роботтандырылған технологияларды дамытудағы жетістіктермен тек шетелдік әріптестер ғана емес, сонымен қатар роботтарды шахталарға енгізу бойынша перспективалық әзірлемелер мен ұсыныстар ұсынатын Ресей ғалымдары да мақтана алады. Пермь ғалымдары "Робот-Шахтер" ойлап тапты, олар өз идеялары бойынша шахтада барлық қажетті операцияларды орындауы керек. Оны бұрғылау жұмыстарында да, орнату және жөндеу жұмыстарында да қолдануға болады. Бұл роботтың артықшылықтарының бірі - ол манипулятор қолы кішкентай және қозғаушы платформада орналасқан. [2]

Осылайша, роботтық технологияларды енгізу шахталарда өндірісті кеңейтуге мүмкіндік береді, өйткені роботтар кез-келген жағдайда жұмыс істей алады. 1 км-ден астам тереңдікте терең көмір қабаттарын жасау мүмкіндігі бар. Өндірісті үздіксіз, тәулік бойы жүргізуге болады, өйткені робот-шахтерға жер бетіне көтерілудің қажеті жоқ және демалуды қажет етпейді. Шахталардағы қауіпсіздік мәселесі түбегейлі шешілетін болады, өйткені роботтандырылған шахталар жер астында адамдардың үнемі болуын қажет етпейді. Роботтар оттегісіз атмосферада жұмыс істей алады, бұл өздігінен метанның жануы мен жарылу мүмкіндігін болдырмайды. Роботты шахталар көмірден басқа, күрделі және қымбат газсыздандыру жүйелерін пайдаланбай, энергия тасымалдаушылар үшін құнды метан өндіре алады. Роботты шахталарды кенжардан метанды айдау жүйелерімен жабдықтау, содан кейін оны тазарту және бетінде қайта өңдеу жеткілікті.

Impulse – бұл өндірістік процестерді автоматтандыруға, сондай-ақ ғылыми-зерттеу, білім беру жобаларында және ойын-сауық саласында қолдануға арналған робот-манипуляторлар желісі. Робот-манипуляторлар процесс параметрлерінің шамалы өзгерістерімен қайталанатын тапсырмаларды автоматтандыруға өте ыңғайлы, мысалы: орау және сақтау, станоктарды тиеу/түсіру, тығыздағышты қолдану, конвейерде жұмыс істеу, кофе мен коктейльдер жасау және т.б. Импульстің модульдік дизайны және алты еркіндік дәрежесі бар. Іс жүзінде бұл PULSE көмегімен барлық өндірістік тапсырмалардың 95% автоматтандыруға болатындығын білдіреді. Робот өз өндірісіміздің сервомоторлары негізінде жасалған.

Олар роботты ISO 9409-1-50-4-M6 халықаралық стандартының әмбебап фланецімен жабдықтайды. Бұл дегеніміз, роботты басқа салада жұмыс жасауға ауыстыру үшін PULSE-ке кез-келген басқа ұстау механизмін орнату жеткілікті: дәнекерлеу жабдықтарымен, лазерлік құралдармен, бейнекамералармен, кофе жабдықтарымен және т. б. PULSE роботты қол манипуляторы қауіпсіз, қымбат қорғаныс қоршауын орнатуды қажет етпейді және адаммен тікелей байланыста жұмыс істей алады. PULSE роботтарын қолмен оқыту режимінде бағдарламалауға болады. Бұл роботты тіпті бағдарламалау тәжірибесі жоқ қолданушы үшін де орнатуды, конфигурациялауды және жөндеуді жылдам әрі қарапайым етеді. Максималды бақылау үшін озық пайдаланушылар API (Java, Python) мүмкіндіктерін пайдалана алады. [7]

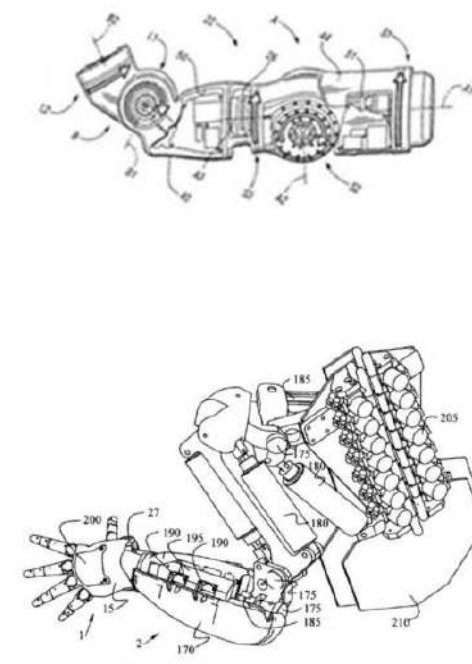


1.6 - сурет – 6 осьтік бірлескен робот манипулятор

Кесте 1.1 – PULSE модельдерінің опциялары

Модель	PULSE 75	PULSE 90
Максималды пайдалы жүктеме	6 кг	4 кг
Жұмыс радиусы	750 мм	900 мм
Еркіндік дәрежесі	6	6
Қайталануы	+/- 0,1 мм	+/- 0,1 мм
Пайдалану шарттары	0...35 °С	0...35 °С
Робот салмағы	12.6 кг	13.6 кг
Үдеу уақыты	2 м/с	2 м/с
Түсіру құрылғысындағы фланец	ISO 9409-1-50-4-M6	ISO 9409-1-50-4-M6
Негізі	120 мм	120 мм
Интерфейс	Веб-интерфейс	Веб-интерфейс
Программалау	Қолмен басқару	Қолмен басқару

Robonaut R2 – ғарыш аппараттарының сыртқы бетінде жұмыс істеуге арналған антропоморфты робот, роботтың сыртқы түрі 1.7 - суретте көрсетілген. Роботты әзірлеу АҚШ-тың Oceanering Space Systems зертханасының NASA және АҚШ Қорғаныс министрлігінің жетілдірілген жобалар кеңсесінің (DARPA) басшылығымен жүзеге асырылады.



1.7 – сурет – Robonaut R2 роботы: жалпы көрініс, қол, аяқ

Роботтың негізгі міндеттері ашық ғарыштағы штаттан тыс жағдайларды жою, сервистік жұмыстар, сондай-ақ ғарыш аппараттарының сыртқы бетін тексеру болып табылады. Роботтың өлшемдері мен пропорциялары адамға сәйкес келеді, оның құрамына: екі "қол", "бас", "мойын" және "дене" кіреді. Роботтың "басында" төрт бейнекамера бар, олардың екеуі робот пен операторларға стерео кескін беруді қамтамасыз етеді, ал қалған екеуі тек роботтың жеке басқару жүйесінде қолданылады. Сонымен қатар, "ауыз" аймағында инфрақызыл камера орналасқан. Роботтың "мойнында" үш еркіндік дәрежесі бар. Әрбір "қолдың" R2 манипуляторы жеті еркіндік дәрежесіне ие және жердегі ауырлық жағдайында жүктемені 9 кг-ға дейін көтере алады. Әрбір R2 "білезігі" 12 еркіндік дәрежесіне ие: төртеуі – бас бармақ, үшеуі – ортаңғы және сұқ саусақ, біреуі – сақина және кішкентай саусақ. Роботтың барлық процессорлары оның "денесінде", атап айтқанда "іш аймағында" орналасқан. Робот батареялары немесе қуат түрлендіргіші (жұмыс режиміне байланысты) "рюкзакта" орналасқан. Роботтың "қолдарының" әрқайсысының сенсорлық жүйесінде температуралық, кеңістіктік, тактильді датчиктерді, сондай-ақ қолданылатын күштің өлшеу датчиктерін қоса алғанда, жүз елу датчик бар. Роботты басқарудың бір әдісі - алты еркіндік дәрежесі бар арнайы күштік кері байланыс таяқшасы. Сондай-ақ, дауыстық және қимыл командаларының көмегімен іс-әрекеттерді орнатуға болады.

Робот стереоскопиялық көру қабілетіне ие және жұмыс кеңістігіндегі операциялардың интуитивтілігін арттыра отырып, операторды жұмыс кеңістігіне визуалды түрде кіргізу үшін виртуалды әлем құру технологиясын қолданады. Көрнекі кері байланыс стерео кескін дулығасымен қамтамасыз етілген. R2 "қолдары" мен "саусақтарына" салынған күш датчиктері операторға механикалық өзара әрекеттесу арқылы робот қабылдаған жүктемелерді сезінуге мүмкіндік береді. Robonaut 2 NASA ғарышқа 2011 жылдың 24 ақпанында STS-133 ұшыру кезінде discovery шаттлында XFC-та тұрақты орналасу мақсатында ұшырылды, 1.8 - суретте орбитаға жіберу үшін контейнерге салынған Robonaut 2 көрсетілген. Роботтың сипаттамалары 1.2 - кестеде келтірілген. [10]



1.8 - сурет – Robonaut 2 халықаралық ғарыш станциясына жіберуге арналған капсулада

Кесте 1.2 – Robonaut 2 параметрлері

Параметр	Анықтама
Роботтық жүйенің еркіндік дәрежелерінің саны	42, оның ішінде 2 манипулятор, 2 буын түйіндері, мойын аймағы
Манипулятордың еркіндік дәрежесі	7
Автономды жұмыс	Қуат көзі: Li-Ion, 2500 вт/сағ; жұмыс жасау уақыты – 4 сағатқа дейін
Шешілетін тапсырмалар	А) қызмет көрсету жұмыстары; Б) зерттеулерге қатысу
Басқару түрі	Көшіру, супервизорлы
Вакуумда жұмыс істей алу қабілеттілігі	Бар
Жұмыс істей алу температурасының диапазоны, °С	-100-ден +120-ға дейін
Максималды манипулятор күші, Н	90
Масса, кг	150
Ұзындық x ені x биіктігі, мм	800 x 400 x 1300
Интерфейс	MLVDS
Күш-сәттік сезім	бар

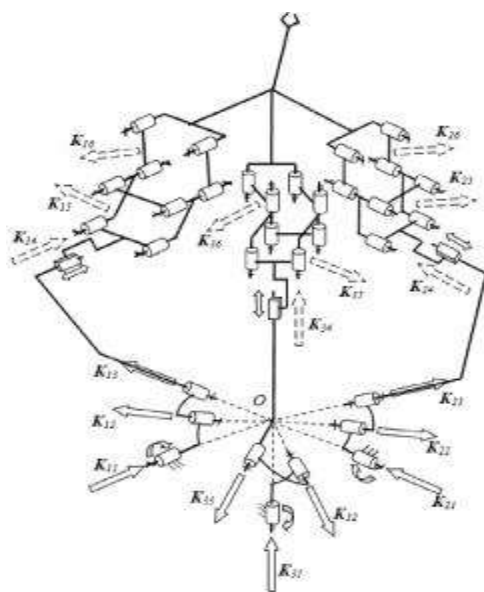
Робот операторы станция экипажының мүшесі де, жердегі оператор да бола алады. Сонымен қатар, алдыңғы ұрпақтағы роботен салыстырғанда, R2 тұрақты телебасқаруды қажет етпейді. Қашықтық пен уақыттың кешігуі үздіксіз басқаруды проблемалы ететін болашақ мақсаттарды ескере отырып, R2 командаларды қабылдай алады және оларды периодты түрде күй тексеруімен дербес орындай алады.

Алты еркіндік дәрежесі бар оператор - микрокомпьютер диалог режимінде қашықтықтан басқарылатын американдық роботта механикалық бөліктен басқа визуалды кері байланыс үшін телебағдарлама, борттық микропроцессор, интерфейс құрылғылары, қабылдағыш және таратқыш бар. Жылжымалы корпуста орнатылған робот қуаты 0,25 а.к. болатын екі тұрақты ток электромагниттерімен, қуат кернеуі 12 В (аккумуляторлардан) қозғалады.

Түрлендіргіштердің ішкі жүйесі операторды қоршаған орта туралы, кедергілердің бағыттары мен өлшемдері туралы, роботтың орналасуы, оның кедергілермен байланысы және т.б. факторлар туралы ақпаратпен қамтамасыз етеді. Үлгіні тану алгоритмдерін жердегі компьютерді математикалық қамтамасыз етуге қосу операторға түрлендіргіштерден деректерді автоматты түрде талдауға мүмкіндік береді.

Борттық микропроцессор үшін сақтау құрылғысының сыйымдылығы 1000 сегіз биттік сөзден тұратын микрокомпьютер қолданылады. Микропроцессор түрлендіргіштер арқылы алынған ақпаратты кодтайды (беру үшін), жердегі компьютерден келетін ақпаратты декодтайды, роботты сынақтан өткізеді, қателерді анықтайды, қоршаған орта туралы деректерді талдау арқылы роботтың зақымдануын болдырмайды және т.б. Робот пен жердегі басқару пунктiнiң жедел басқару құрылғысы бейне монитордан, осциллоскоптан және деректер пернетақтасынан тұрады. Түрлендіргіштерден алынған ақпарат шағын компьютерлермен өңделеді және осциллоскопта символдар түрінде ұсынылады, ал бейне монитормда визуалды ақпарат көрсетіледі.

Алты еркіндік дәрежесі және 3 P-P-P-R-R-R қосылатын үш кинематикалық тізбегі бар параллель құрылымның механизмдерін қарастырайық (1.9 - сурет). Әрбір кинематикалық тізбекке бір жетекті трансляциялық жұп, екі трансляциялық жұп, бір жетекті айналмалы жұп және екі жетексіз айналмалы жұп кіреді. Барлық айналмалы жұптардың осьтері O нүктесінде қиылысады. $(0, 0, 0, 1, 0, 0)$, $K_{12} (0, 0, 0, 0, k_{12y}, k_{12z})$, ..., $K_{34} (0, 0, 1, 0, 0, 0)$, $K_{35} (k_{35x}, k_{35y}, k_{35z}, 0, 0, 0)$, $K_{36} (k_{36x}, k_{36y}, k_{36z}, 0, 0, 0)$. Алты кинематикалық шығыс бұрандасы: $\Phi_1 (1, 0, 0, 0, 0, 0)$, $\Phi_2 (0, 1, 0, 0, 0, 0)$, $\Phi_3 (0, 0, 1, 0, 0, 0)$, $\Phi_4 (0, 0, 0, 1, 0, 0)$, $\Phi_5 (0, 0, 0, 0, 1, 0)$, $\Phi_6 (0, 0, 0, 0, 0, 1)$.



1.9 - сурет – Алты еркіндік дәрежесі бар робот

Роботты тиімді басқару үшін оның дәл кинематикалық моделі болуы керек. Қазіргі уақытта робот-манипуляторлардың кинематикасын сипаттайтын теңдеулерді құрастыру тәсілдері кеңінен қолданылады. Олардың ішіндегі тиімді және жақсы зерттелген Денавит-Хартенберг түрлендіруі кең таралған. Математикалық сипаттаманың бұл әдісі өте жалпы болып табылады және роботтардың әр түрі үшін нақтылауды қажет етеді. Сондай-ақ, әдебиетте роботтардың кинематикасын сипаттаудың классикалық тәсілін қолданған кезде

олар бекітілген бұрыштардың есептік мәндерден ықтимал ауытқуларының шамасын ескермейді. Осыған мысал ретінде роботтардың буындарындағы механикалық саңылауды қарастыруға болады, оларды ұзақ уақыт пайдалану тәжірибесі дәлелдейді. Кинематика теңдеулеріндегі алшақтық мөлшерін есепке алу робот-манипуляторды басқарудың дәлдігін арттыру үшін, сондай-ақ оны автоматты түрде калибрлеу кезінде қажет. [9]

Katana 6M робот буындарындағы саңылауларды ескеру. Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет: Katana робот-манипуляторының үш конфигурациясының кинематикасының негізгі техникалық сипаттамаларын жүйелеу; манипулятордың кинематикалық құрылымын талдау, оның негізінде негізгі және жергілікті координаталық жүйелерді таңдау; матрицалық түрде кинематика теңдеулерін формальды түрде жазу. Зерттеу жүргізу үшін біз Швейцариялық Neugonics өндірушісінің еркіндік дәрежесі алтыға тең манипуляторын қолдандық. Катана манипуляторының әртүрлі типтегі үш конфигурациясының жалпы көрінісі 1.10 - суретте келтірілген. Манипулятор алты еркіндік дәрежесіне ие, манипулятордың әр буыны айналмалы Harmonic Drive толқындық беріліс қорабымен бірге орнатылған тұрақты ток электр жетегімен қамтамасыз етілген. Қозғалтқыштар жеке басқарылатын PWM түрлендіргіштерімен жұмыс істейді. Реттеу жүйесі қозғалтқыштың позициясы және/немесе жылдамдығы бойынша жабық. Жеке буындардың электромеханикалық жүйелерін басқару жергілікті робот контроллері негізінде жүзеге асырылады, орталықтандырылған басқару компьютерден немесе PLC контроллері арқылы жүзеге асырылуы мүмкін.



1.10 - сурет – Katana робот манипуляторының үш конфигурациясының жалпы көрінісі: а-6M180, б-6M90А, в-6M90В

Электр жетегі бойынша деректер 1.3 – кестеде келтірілген. Роботтың жұмыс органының ұсынылатын максималды жүктемесі 500 г құрайды, бұл жоғары өнімділік пен дәлдікті ескере отырып, роботты адаммен өзара әрекеттесу кезінде интерактивті көмекші ретінде пайдалануға, сондай-ақ технологиялық процесті автоматтандырудың бірқатар практикалық мәселелерін шешуге мүмкіндік береді (микро дәнекерлеу, объектілерді манипуляциялау). [4]

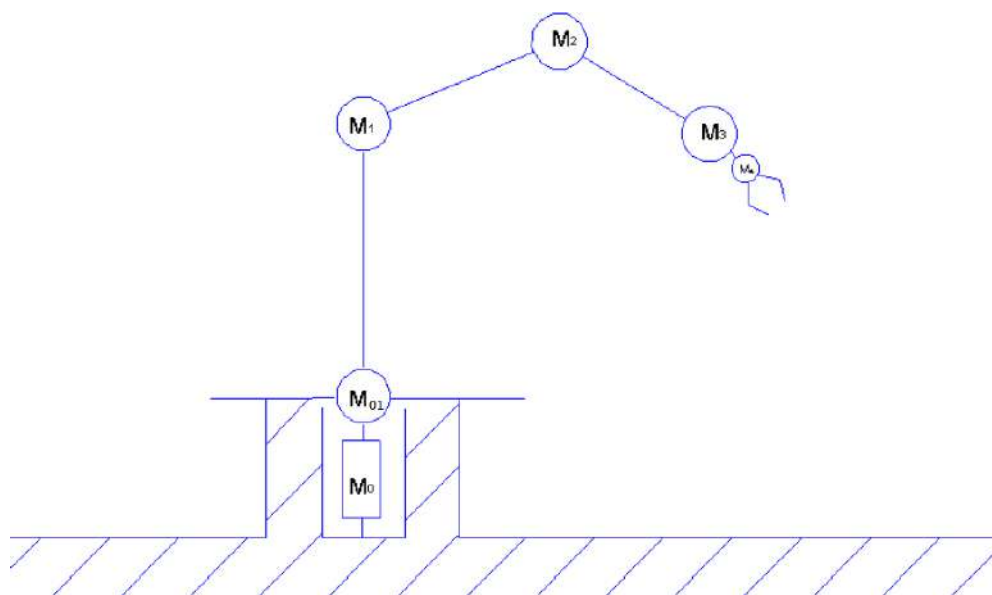
Кесте 1.3 – Katana роботының әр артикуляциядан кейін параметрлер өзгерісі

Артикуляция	Қозғалтқыш			Редуктор	
	Қозғалтқыш қуаты, Вт	Айналу жиілігі, айн/мин	ПӘК	Жалпы беріліс коэффициенті	ПӘК
1	44,5	6400	0,84	100	0,80
2	47,9		0,85	371	
3	23,2		0,79	371	
4	44,5		0,84	100	
5	3,88	7800	0,81	100	
6	3,88				

2 Арнайы бөлім

2.1 Роботқа қойылатын талаптар

Әзірленіп жатқан манипулятор мүмкіндігінше үлкен қызмет көрсету аймағына ие болуы керек, сондықтан оның айналмалы негізі болуы керек. Нысанды түсірудің максималды қашықтығы 10 сантиметрге жетуі керек. Атқарушы құралда диаметрі шамамен 1 см болатын заттарды жылжыту үшін ұстағыш болуы керек. Объектті жылжыту мүмкіндігі 2.1 - суретте көрсетілген кинематикалық схемамен анықталады.



2.1 - сурет – Манипулятордың кинематикалық схемасы

2.2 Роботтардың қозғалыс координаталары және кинематиканың тура есебі

Негізгі қозғалыс координаталар жүйесі және ΘP -тың кинематикалық схемасы еркіндік дәрежелерінің санын азайту арқылы таңдалады. Таңдау негізінен жұмыс аймағының мөлшері мен формасымен және роботтық позициялардың санымен анықталады.

Өнеркәсіптік манипулятордың кинематикалық тізбектері:

- жұмыс кеңістігінің берілген нүктесіне соңғы буынның жақындауына және бағдарланған қозғалыстардың орындалуына технологиялық қажетті мүмкіндікті қамтамасыз етуі керек;
- кинематикалық тізбектердің өзара қозғалысын қанағаттандыру;
- қолданыстағы жүктемелердің әсерінен қозғалысты қамтамасыз ету;
- қозғалтқыш үшін төмендету сілтемелерін теңестіру.

Есептерді шешу үшін манипулятордың кинематикалық схемасы, схеманың негізі барлық буындарының геометриялық өлшемдері, сондай-ақ кинематикалық жұптардың түрлері, саны және таралуы жасалады.

Өнеркәсіптік манипулятор - бұл кинематикалық жұптар арқылы бір-біріне қосылатын ашық кинематикалық тізбек. Әдетте, бұл бесінші кластағы бір қозғалмалы кинематикалық жұптардың біреуі - айналмалы немесе трансляциялық.

Кеңістіктегі кинематикалық тізбектің орналасуы кинематикалық жұптардағы салыстырмалы қозғалыстарды сипаттайтын жалпыланған g ($i=1,2,3, n$) координаттары арқылы анықталады.

Салыстырмалы ережелерді анықтау шешімі манипуляторлардың позицияларының кинематиканың тура есебі көмегімен табады. Шешім қабылдаған кезде g_i ($i=1,2,\dots,n$) кинематикалық жұптардағы берілген салыстырмалы қозғалыстар бойынша жұмыс органы мен манипулятор буындарының орнын есептейді, мұнда манипулятордың жұмыс кеңістігі мен жұмыс аймағының геометриялық сипаттамалары, z_i қателігінің дәлдік сипаттамалары, Z_j түсіру координаттары, кинематикалық жұптардағы салыстырмалы қозғалыстарды дәлдеу, қызмет көрсету сипаттамалары.

Манипулятордың позициясы туралы кері есепті шеше отырып, манипулятордың жалпыланған координаттары (g_i) анықталады. Кері және тура есепті шешудің көмегімен басқа кинематикалық сипаттамалар анықталады.

Қозғалтқыштары жалпы қозғалтқыш блогында орналасқан өнеркәсіптік роботтың кинематикалық тізбектерінің өзара әсерін жою n -ші буындағы i -ші буынның i бұрышқа бұрылуы мен тиісті қозғалтқыш білігінің i бұрышқа бұрылуы арасындағы өзара сәйкестікті қамтамасыз ету болып табылады.

Сфералық координаттар жүйесі өнеркәсіптік роботты қуыс сфера (немесе оның бөлігі) аймағында жылжытуға мүмкіндік береді. Осы координаттар жүйесінде жұмыс істейтін роботтар жоғарыда сипатталғандармен салыстырғанда ең әмбебап және технологиялық мүмкіндіктерге ие. Дегенмен, олар қарастырылғаннан гөрі конструктивті түрде күрделірек, оларды бағдарламалау және қайта бағдарламалау кезінде қиындықтар туындайды. Сфералық координаттар жүйесінде жұмыс істейтін роботтар компактты, айтарлықтай жұмыс аймағына және икемділікке ие. Сонымен қатар, олар өндіріс заттарын күрделі траекториялар бойынша жылжыта алады және тығыздау, құрастыру және т. б. үшін технологиялық роботтар ретінде қолданылады.

КТЕ - кинематиканың тура есебі. КТЕ белгілі кинематикалық схема мен жалпыланған координаттар векторы бойынша белгілі бір технологиялық координаттар жүйесінде құралдың есептік нүктесінің орналасу векторын табудан және оның бағытынан тұрады.

ККЕ - кинематиканың кері есебі. ККЕ механизмнің жалпыланған координаттарының векторын оның берілген кинематикалық схемасы және технологиялық координаттар жүйесіндегі құралдың орналасуы мен бағдарлану векторы бойынша табудан тұрады. [8]

Позиция және бағдар векторы алты өлшемді:

$$x = [\varphi \theta r \beta \gamma]^T \quad (2.1)$$

жалпыланған координаталар векторы q :

$$q = [q_1 q_2 q_3 q_4 q_5 q_6]^T \quad (2.2)$$

мұндағы жалпыланған координаталар векторы деп n айнымалылардан тұратын векторды айтады, n – еркіндік дәрежелерінің саны.

Жалпыланған координаттарды сызықтық түрлендіру керек:

$$q_i = k_i q_i + a_i \text{ бұл жердегі } i = (1, 2, 3, 4, 5, 6) \quad (2.3)$$

мұндағы k_i – қозғалтқыш жетектің қосылуын анықтайтын коэффициент;

a_i – орындаушы механизмнің кинематикалық сұлбасының бар жалпыланған координатасының тірек нүктесіне қатысты тірек нүктесінің ығысуы.

Кесте 2.1 – Денавит-Хартенберг жалпыланған параметрлері

Манипулятор буындарының координаталық жүйелерінің параметрлері				
Артикуляция i	a_i	d_i	α_i	θ_i
1	0	0	90	θ_1
2	0	0	90	θ_1
3	0	0	90	θ_2
4	0	0	90	θ_3
5	0	0	90	θ_3

Денавит – Хартенбергтің жалпыланған түрлендірулерін қолдана отырып, тікелей кинематикалық есепті шешу үшін i -ші артикуляция үшін A_i матрицаларын аламыз:

$$A_i = \begin{bmatrix} Cq_i & -Sq_i C\alpha_i & Sq_i S\alpha_i & a_i Cq_i \\ Sq_i & Cq_i C\alpha_i & -Cq_i S\alpha_i & a_i Sq_i \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

мұндағы $Cq_i = \cos(q_i)$;

$Sq_i = \sin(q_i)$, $i = 1, 2 \dots 6$, $A_i (A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6)$

$$A_1 = \begin{bmatrix} Cq_1 & 0 & -Sq_1 & 0 \\ Sq_1 & 0 & Cq_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_0 осін айналып өту.

$$A_2 = \begin{bmatrix} Cq_2 & 0 & -Sq_2 & 0 \\ Sq_2 & 0 & Cq_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_1 осін айналып өту.

$$A_3 = \begin{bmatrix} Cq_3 & 0 & -Sq_3 & 0 \\ Sq_3 & 0 & Cq_3 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_2 осін айналып өту.

$$A_4 = \begin{bmatrix} Cq_4 & 0 & -Sq_4 & 0 \\ Sq_4 & 0 & Cq_4 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_3 осін айналып өту.

$$A_5 = \begin{bmatrix} Cq_5 & 0 & -Sq_5 & 0 \\ Sq_5 & 0 & Cq_5 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_4 осін айналып өту.

$$A_6 = \begin{bmatrix} Cq_6 & -Sq_6 & 0 & 0 \\ Sq_6 & Cq_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Z_5 осін айналып өту.

Келесі өрнекті қолдана отырып, манипулятордың есептеу нүктесінің орналасу матрицасын аламыз:

$$T = A_1 * A_2 * A_3 * A_4 * A_5 * A_6 \quad (2.5)$$

T матрицасы келесідей:

$$T = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Көбейту нәтижесінде алынған T матрицасының элементтері:

$$n_x = Cq_6(Cq_5(Cq_4Cq_1Cq_2 + Sq_1 + Sq_4) + Cq_1Sq_2Sq_5) - Cq_6(Cq_4Sq_1 - Sq_4Cq_1Cq_2), \quad (2.7)$$

$$n_y = Cq_6(Cq_4Cq_1 - Sq_4Sq_1Cq_2 - Cq_5(Cq_4Cq_2Sq_1 + Sq_4Cq_1) - Sq_1Sq_2Sq_5), \quad (2.8)$$

$$n_z = -Cq_6(Sq_2Sq_4 - Cq_5Cq_4Sq_2 + Cq_2Sq_5), \quad (2.9)$$

$$o_x = -Sq_6(Cq_5(Cq_4Cq_1Cq_2 + Sq_4Sq_1) + Cq_1Sq_2Sq_5) - Cq_6(Cq_4Sq_1 - Sq_4Cq_1Cq_2), \quad (2.10)$$

$$o_y = Sq_6(Cq_5(Cq_4Cq_2Sq_1 + Sq_4Cq_1) - Sq_1Sq_2Sq_5) + Cq_6(Cq_4Cq_1 - Sq_4Cq_4Sq_1), \quad (2.11)$$

$$o_z = Sq_6(Cq_5Cq_3Cq_4 - Cq_2Sq_5) - Cq_6Sq_2Sq_4, \quad (2.12)$$

$$a_x = -Sq_5(Cq_4Cq_1Cq_2 + Sq_4Sq_1) + Cq_1Cq_5Sq_2, \quad (2.13)$$

$$a_y = Sq_1Sq_2Cq_5 + Sq_5(Cq_4Sq_1Cq_2 + Sq_4Cq_1), \quad (2.14)$$

$$a_z = Sq_5Cq_4Sq_2 + Cq_2Cq_5, \quad (2.15)$$

$$p_x = -Cq_1Sq_2d_3, \quad (2.16)$$

$$p_y = -Sq_1Sq_2d_2, \quad (2.17)$$

$$p_z = -d_1 - Cq_2d_3 \quad (2.18)$$

$A_1 * A_2 * A_3 * A_4 * A_5 * A_6 = T$ көбейту нәтижесінде T матрицасы алынады, ол координаталық жүйеде жиырылу орны мен бағытын ерекше белгілейді.

$$T = \begin{bmatrix} S\alpha C\gamma - C\alpha S\beta S\gamma & S\alpha S\gamma + C\alpha S\beta S\gamma & C\alpha C\beta & P_x \\ -C\alpha C\gamma - S\alpha S\beta S\gamma & -C\alpha S\gamma + S\alpha S\beta S\gamma & -S\alpha C\beta & P_y \\ -C\beta C\gamma & C\beta S\gamma & S\beta & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Эйлер бұрыштарын есептеу үшін келесі матрицаларды жазамыз:

$$R_x(\alpha) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ 0 & \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{vmatrix}, \quad (2.19)$$

$$R_z(\gamma) = \begin{vmatrix} \cos(\gamma) & -\sin(\gamma) & 0 \\ \sin(\gamma) & \cos(\gamma) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (2.20)$$

$$R_y(\beta) = \begin{vmatrix} \cos(\beta) & 0 & \sin(\beta) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\beta) & 0 & -\cos(\beta) \end{vmatrix} \quad (2.21)$$

T_6 матрицасы мен алынған матрицаны салыстырған кезде мынаны аламыз:

$$\beta = \arcsin(a_x), \quad (2.22)$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a_z}{-\cos(\beta)}\right), \quad (2.23)$$

$$\gamma = \arccos\left(\frac{n_x}{\cos(\beta)}\right) \quad (2.24)$$

Сондай-ақ T матрицасының бөлігі:

$$p_x = a_2 C_1 - d_2 S_1 + d_4 C_1 S_3, \quad (2.25)$$

$$p_y = a_2 S_1 + d_2 C_1 + d_4 S_1 S_3, \quad (2.26)$$

$$p_z = d_4 C_3 \quad (2.27)$$

3 Роботтың моделін және басқару алгоритмін жасау

3.1 Сервоқозғалтқыш таңдау

Робот буындарының айналуы және қысқыштың қысылуы цифрлық сервомоторлар көмегімен жүзеге асырылады. Буындар мен ұстағыштың ұзындығымен манипулятордың шамамен ұзындығы шамамен 10 см болады. Буындардың салмағын, қысқышқа арналған сервомоторларды және звеноларды көтеруді ескере отырып, роботтың шамамен массасы есептелуі керек. Бір сервомотордың салмағы 12 грамм, звенолар пластмассадан жасалған.

Уақыт пен бюджет негізінде Keyes цифрлық сервоқозғалтқыштары таңдалды. Негізгі техникалық сипаттамалары:

- Жұмыс кернеуі: тұрақты ток 4,8V~6V;
- Бұрыш диапазоны: шамамен 90° (1000→2000μсек ішінде);
- Импульстік ені диапазоны: 1000→2000 μсек;
- Тоқтату моменті: $1,1 \pm 0,01$ кг/см (тұрақты ток 4,8V);
- Тоқтату тогы: 600 ± 30 mA (DC 4,8V); 750 ± 30 mA (тұрақты ток 6V);
- Жүктемесіз жылдамдық: $0,12 \pm 0,01$ сек/60° (тұрақты ток 4,8V);
- Жұмыс температурасы: -10°C~50°C;
- Қауіпсіз температура: -20°C~60°C;
- Мотор сымның ұзындығы: 250 ± 5 мм;
- Өлшемдері: 22,7×12,12×25,7 мм.



3.1 - сурет – Micro servo 9G сервоқозғалтқышы

Роботтың “қолын” қозғалту үшін металдан жасалған редукторы бар сервоқозғалтқыш қолданылды. Бұл сервоқозғалтқыштың негізгі сипаттамалары:

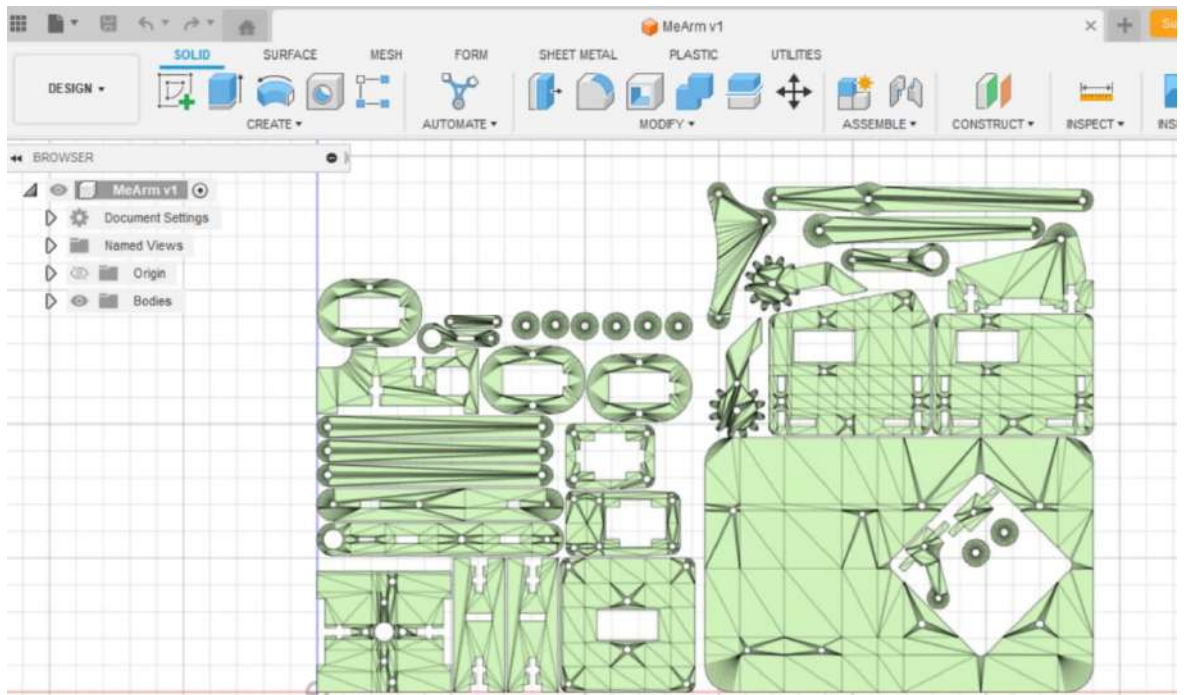
- Жұмыс кернеуі: 4,8 В;
- Жұмыс жылдамдығы: 0,10 сек/60 градус (4,8V); 0,08 сек/60° (6,0V);
- Жұмыс температурасы: 0°C~55°C;
- Салмағы: 13,4 г;
- Тоқтау моменті: 1,8 кг/см (4,8V); 2,2 кг/см (6,6V);
- Өлшемдері: 22,8×12,2×28,5 мм;
- Серво сымның ұзындығы: 25 см;
- Қуат көзі: сыртқы адаптер.



3.2 - сурет – Tower Pro MG90S сервоқозғалтқышы

3.2 Роботтың құрама бөліктері

Роботты қолмен басқару үшін Sony PlayStation 2 консольінің контроллері қолданылады. PS2 контроллері кнопкалары мен симметриялы түрде орналасқан аналогтық стиктары бар екі қолмен басқару пульті болып табылады. Алғашқы DualShock геймпад Жапонияда 1997 жылдың аяғында, АҚШ-та 1998 жылдың мамырында ұсынылды; оның сатылымы барлық жерде өте табысты болды. Алдымен PlayStation үшін қосымша перифериялық құрылғы ретінде ұсынылды, уақыт өте ол бастапқы сандық контроллерді де, Sony қос аналогтық контроллерін де ауыстырды және кейінірек консольмен бірге орнатыла бастады.



3.3 – сурет – 360 Fusion бағдарламасындағы 3D модель



3.4 – сурет – Лазерлік кесуден кейінгі кескін



3.5 – сурет – Қуат қосқышы

Қуат көзі ретінде 18650 қайта зарядталатын батареялар қолданылады. Олардың әрқайсысында 2500 mAh және 3.7 V бар.



3.6 – сурет – 18650 қайта зарядталатын батареялары

Роботты басқару үшін PS2 JoyStick контроллері қолданылған. Әр осьтің басқарылуы Arduino бағдарламасында енгізілген.



3.7 - сурет – PS2 JoyStick

Манипулятордың ұстағышы диаметрі шамамен 1 см болатын заттарды жылжыта алады.



3.8 - сурет – Ұстағыш



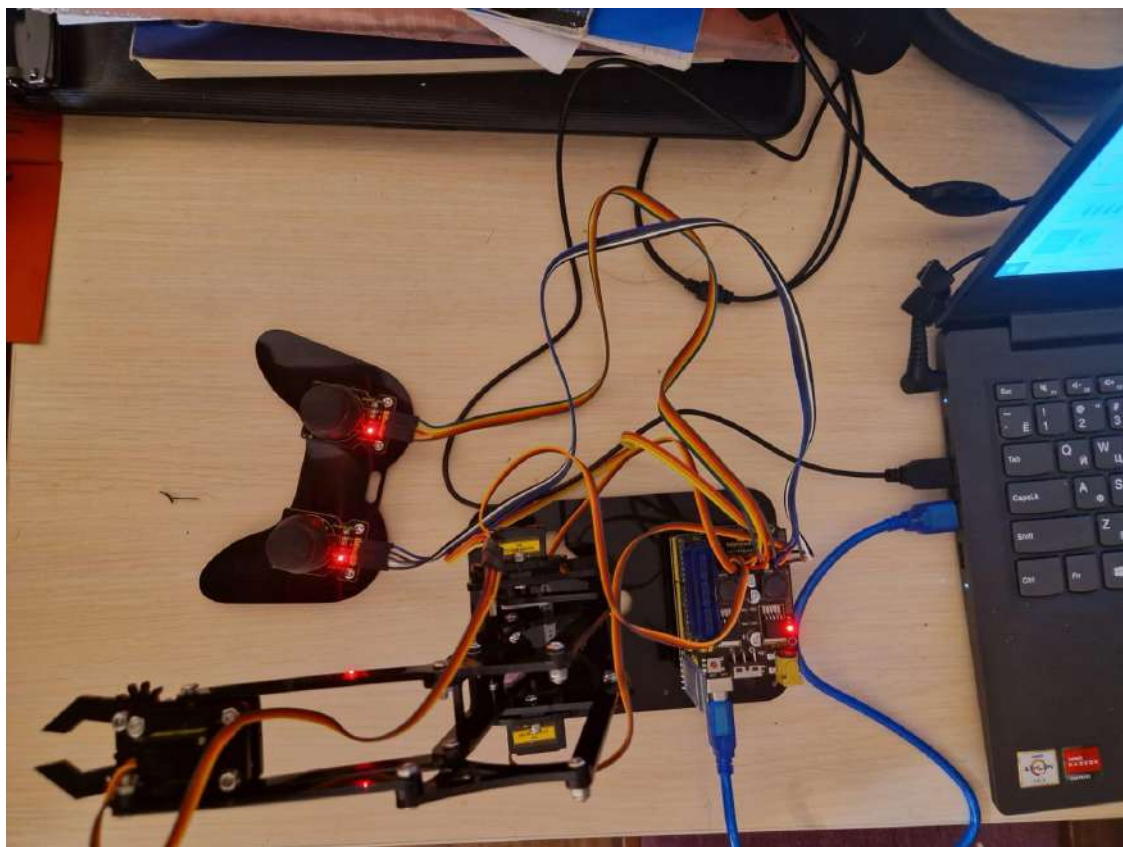
3.9 - сурет – Arduino USB

3.9 - суретте көрсетілген USB арқылы компьютердегі бағдарламаға жазылған скетч ардуино платасына жүктеледі. Arduino Uno құрылғысында компьютердің USB портын қысқа тұйықталу токтарынан және шамадан тыс токтардан қорғайтын кірістірілген қалпына келтірілетін сақтандырғыш (машина) бар. Барлық дерлік компьютерлерде мұндай қорғаныс бар болса да, бұл сақтандырғыш қосымша тосқауыл береді. Сақтандырғыш USB порты арқылы 500 мА-ден астам ток өткен кезде іске қосылады және токтардың қалыпты мәндері қалпына келгенше тізбекті ашады.

Arduino Uno USB немесе сыртқы қуат көзінен қуат алады - қуат көздің түрі автоматты түрде таңдалады.

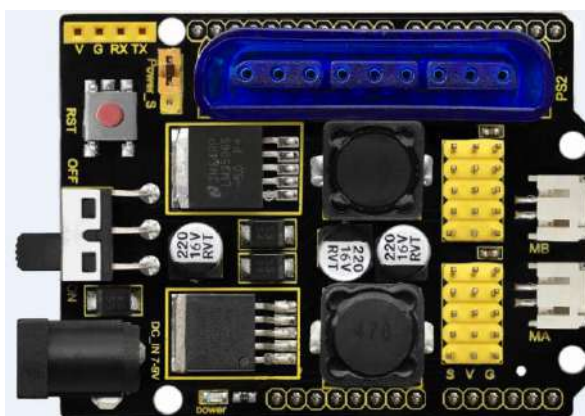
Сыртқы айнымалы ток/тұрақты ток адаптерін немесе батареяны сыртқы қуат көзі (USB емес) ретінде пайдалануға болады. Адаптердің штекері (диаметрі - 2,1 мм, орталық контакт - оң) тақтадағы сәйкес қуат қосқышына салынуы керек. Батарея қуаты жағдайында оның сымдары POWER қосқышының Gnd және Vin терминалдарына қосылуы керек.

Сыртқы қуат көзінің кернеуі 6-дан 20 В-ға дейінгі диапазонда болуы мүмкін. Дегенмен, қоректену кернеуінің 7 В-тан төмен төмендеуі 5 В шығысындағы кернеудің төмендеуіне әкеледі, бұл құрылғының тұрақсыздығына әкелуі мүмкін. 12 В жоғары кернеуді пайдалану кернеу реттегішінің қызып кетуіне және тақтаның істен шығуына әкелуі мүмкін. Осыны ескере отырып, кернеуі 7-ден 12В-ға дейінгі диапазондағы қуат көзін пайдалану ұсынылады.

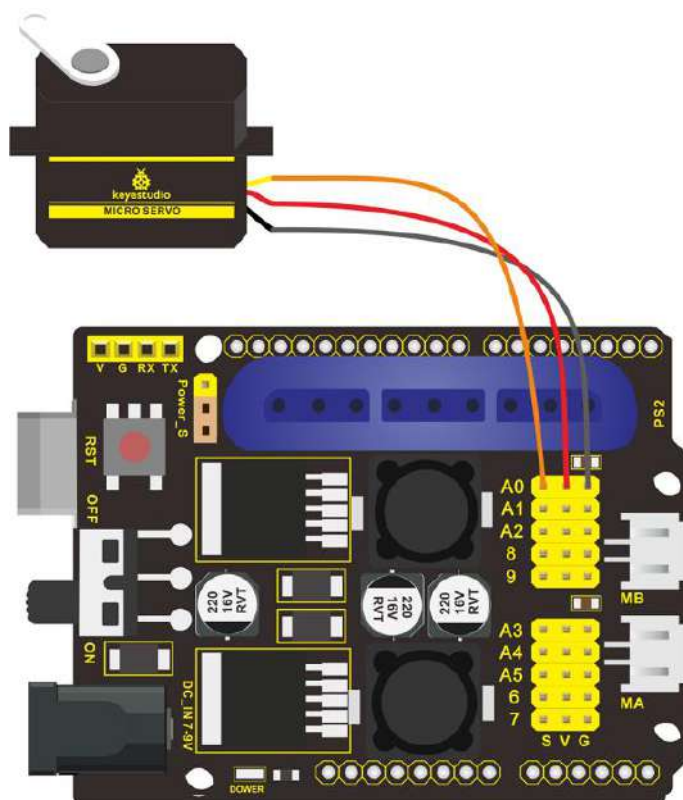


3.10 - сурет – Толығымен құрастырылған робот

Arduino Uno – 2010 жылы Arduino.cc әзірлеген Microchip ATmega328P MCU негізіндегі ашық бастапқы микроконтроллер тақтасы. Тақта әртүрлі кеңейту тақталарымен (қалқандармен) және басқа схемалармен байланыса алатын сандық және аналогтық кіріс/шығыс (енгізу/шығару) түйреуіштерінің жиынтығымен жабдықталған. Тақтада 14 сандық енгізу/шығару істіктері, 6 аналогтық енгізу/шығару істіктері бар және B типті USB кабелі арқылы Arduino IDE (біріктірілген даму ортасы) арқылы бағдарламаланады. USB кабелі немесе тікбұрышты 9 вольтты батарея сияқты 7-20 вольт кернеуін қабылдайтын цилиндрлік қосқышы бар.



3.11 - сурет – Arduino Uno платасы



3.12 - сурет – Micro Servo 9G платаға жалғану мысалы

Arduino ортасында жазылған программа скетч деп аталады. Скетч мәтінді қию/қою, іздеу/ауыстыратын құралдары бар мәтіндік редакторда жазылған. Жоба сақталған және экспортталған кезде хабарлама аймағында түсіндірмелер пайда болады және қателер де көрсетілуі мүмкін. Мәтінді шығару терезесі (консоль) Arduino хабарламаларын, соның ішінде қате туралы толық есептерді және басқа ақпаратты көрсетеді. Құралдар тақтасының түймелері бағдарламаны тексеруге және жазуға, скетч жасауға, ашуға және сақтауға, сериялық шинаны ашуға мүмкіндік береді.

3.3 Роботты Arduino арқылы басқару

Роботты басқару үшін Arduino IDE бағдарламасын қолданамыз. Бағдарламада әр сервоқозғалтқыштың платадағы қай пинға байланысты қозғалатынын көрсетеміз. А әріпі бар пиндардың барлығы аналогты сигналды қабылдайды, ал тек қана сан жазылған пиндардың барлығы цифрлы сигналдарды қабылдайды. Мен жазған скетчтағы write командасы әр сервоқозғалтқыштың бастапқы позицияда қай бұрышта тұратынын көрсетіп тұрады. Attach командасы әр сервоқозғалтқыштың қай пинға жалғанғанын көрсетіп тұр. Бізде екі сервоқозғалтқыш аналогты сигнал қабылдаса, екеуі цифрлы сигналды қабылдайды. Осыдан бөлек скетч ішінде сервоқозғалтқыштарды белгілі бір бұрышқа бұру үшін интерполяция тәсілі қолданған.

```

#include <Servo.h>

Servo servo1;
Servo servo2;
Servo servo3;
Servo servo4;

int joystickRPinX = A2;
int joystickRPinY = A5;
int joystickLPinX = A3;
int joystickLPinY = A4;

int Butt = 7;

void setup() {
  servo1.attach(A1); // Base
  servo2.attach(A0); // Strela
  servo3.attach(6); // Strela
  servo4.attach(9); // Crab
  servo1.write(90);

  servo4.write(0);
  servo3.write(0);
  servo2.write(0);
  pinMode(Butt, INPUT);
}

```

3.13 - сурет – Сервоқозғалтқыштардың қосылған пин командалары

```

void loop() {

  int joystickLX = analogRead(joystickLPinX);
  int joystickLY = analogRead(joystickLPinY);
  int joystickRX = analogRead(joystickRPinX);
  int joystickRY = analogRead(joystickRPinY);

  int servoAngle1 = map(joystickLX, 0, 1023, 0, 180);
  int servoAngle2 = map(joystickRY, 0, 1023, 0, 90);
  int servoAngle3 = map(joystickLY, 0, 1023, 90, 180 );
  int servoAngle4 = map(joystickRX, 0, 1023, 90, 180);

  servo1.write(servoAngle1);
  servo2.write(servoAngle2);
  servo3.write(servoAngle3);
  servo4.write(servoAngle4);
}

```

3.14 - сурет – Arduino бағдарламасында жасалған интерполяция

```
#include <Servo.h>
Servo myservo; // create servo object to control a servo

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  delay(1000);
}

void loop()
{
  myservo.attach(A0); // Change pin to adjust one by one
  myservo.write(0); //Angle
  delay(1000);
}
```

3.15 – сурет – Arduino бағдарламасында жазылған скетч

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе, тау-кен өнеркәсібі үшін еркіндік дәрежесі алтыға тең роботты басқару модельдері мен алгоритмдерін әзірлеу күрделі және көп қырлы тапсырма болып табылады. Алайда, дұрыс көзқараспен және озық технологияларды қолдана отырып, мұндай роботтар тау-кен өнеркәсібіндегі қауіпсіздікті, тиімділікті және өнімділікті айтарлықтай жақсарта алады.

ArmKit робот-манипуляторын жасаған кезде, негізге Arduino Uno платасы алынған. Роботты құрастыру кезінде ең алдымен оның 3D моделінің эскизін құрастырдым. Осы дайын эскизді 3D принтерде шығарып, барлық бөлшектер лазерлік кесуден өткізілді.

Роботты басқару үшін Arduino IDE бағдарламасы қолданылды. Бұл бағдарламада роботтың барлық сервоқозғалтқыштарының скетчтары жазылған. Бағдарлама орнатылған компьютер мен Arduino платасына зақым келтірмеу үшін, компьютерден платаға қарай сигнал жіберер кезде кешіктіру уақыты қойылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Online каталог – промышленные роботы. Актуальная информация о роботах и технологиях [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.vseroboti.ru>, свободный.
- 2 Поезжаева Е.В. Роботизация горного дела [Текст] / Е.В. Поезжаева // Науковедение. – 2016. - № 7. – С. 52-57.
- 3 Игнатьев М. Б., Покровский А. М. Алгоритмы управления роботами-манипуляторами – М.: Машиностроение, 1972 г.
- 4 Katana 450 Benutzerhandbuch. Neuronics AG. – Document Nr: 233493. – Version 2.0.4. – 2001-2008.
- 5 RoboTrends [Электронный ресурс]; науч. инт. журн. / Разр. роб. предл. – Электрон. журн. –Москва, 2017. - .–режим доступа к журн.: <http://robotrends.ru/>
- 6 А.Д. Мехтиев. Роботизированный комплекс [Текст] / А.Д. Мехтиев//Когнитивная робототехника межд.научн.конф. – 2016. - № 12. – С. 34-35.
- 7 rozum.com/ru/robotizirovannaya-ruka
- 8 Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами. 2-е изд. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. — 480 с.
- 9 Жмылевская М.Л., Гришин. Б.В. Мобильные и подвижные роботы, используемые в немашиностроительных отраслях: - ВНИИ-ТЭМР, 1991 -280 с
- 10 Лавриненко В.В, Карташев И. А., Вишневский В. С. Пьезоэлектрические двигатели. М.: Энергия, 1980 г.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ельтинов Мухаммед Болатович

Название: Тау-кен өнеркәсібiне арналған алты кимыл дәрежесi бар роботтың модельдерiн және басқару алгоритмдерiн әзiрлеу

Координатор: Сарсенбаев Н.С.

Коэффициент подобия 1: 2.25%

Коэффициент подобия 2: 1.00%

Замена букв: 7

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 2.25% и Коэффициент подобия 2: 1.00%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«30» мая 2023 г.

Дата

Подпись Научного руководителя



**Протокол анализа Отчета подобия
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения заявляет, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ельтинов Мухаммед Болатович

Название: Тау-кен өнеркәсібіне арналған алты кимыл дәрежесі бар роботтың модельдерін және басқару алгоритмдерін әзірлеу

Координатор: Сарсенбаев Н.С.

Коэффициент подобия 1: 2.25%

Коэффициент подобия 2: 1.00%

Замена букв: 7

Интервалы: 0

Микропробелы: 0


Белые знаки: 0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем не допускаю работу к защите.

Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 2.25% и Коэффициент подобия 2: 1.00%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

« 30 » мая 2023 г.
Дата


Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:
Дипломный проект допускается к защите.

« 30 » мая 2023 г.
Дата


Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ «Қ.Н. Сәтбаев атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ
ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы**

Автоматтандыру және роботтандыру мамандығының студенті
Ельтинов М.Б. дипломдық жобасына

СЫН ПІКІР

Дипломдық жоба тақырыбы: «Тау-кен өнеркәсібіне арналған алты кимыл дәрежесі бар роботтың модельдерін және басқару алгоритмдерін әзірлеу»

Ельтинов М.Б. дипломдық жобасы өзекті тақырыпқа орындалған. тау-кен өнеркәсібінде роботтардың модельдері мен басқару алгоритмдерін әзірлеу жетекші рөл атқарады.

Кіріспеде дипломдық жобаның мақсаты мен маңыздылығы анық қойылған. Бірінші бөлімде роботтардың ерекшеліктері, негізгі артықшылықтары және әдістері мен пайдалану ерекшеліктері қарастырылған.

Негізгі бөлімде алты кимыл дәрежесі бар роботтың кинематикалық сұлбасы құрылып, кинематиканың тура есебі шығарылған. Сонымен қатар, роботты басқарудың алгоритмі құрылып, басқару бағдарламасы жақсы таңдалынған.

Сонымен қатар дипломдық жобада келесідей кемшіліктер анықталды:

1. Дипломдық жобада роботтың мүмкіндіктері толықтай қарастырылмаған.
2. 1972, 1980 жылғы ескі әдибиеттер қолданды.

Жобаны бағалау

Аталып кеткен ескертулерге қарамастан дипломдық жоба жоғарғы дәрежеде жазылып 92 «өте жақсы» деген бағаға ие, ал авторы Ельтинов М.Б. «Автоматтандыру және басқару» мамандығының бакалавр деген дәрежесіне сай.

Пікір беруші:
Ғ.Даукеев атындағы
АЭЖБУ «IT-
Инжиниринг»
кафедрасының
доценті, PhD

Иманбекова У.Н.



Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

ҚЫЗМЕТІ Фурсуматова З.Д. аты-жөні З.Д.
« 31 » 05 2023

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Ғылыми жоба

Ельтинов Мухаммед Болатұлына

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру»

Тақырыбы : «Тау-кен өнеркәсібіне арналған алты қимыл дәрежесі бар роботтың модельдерін және басқару алгоритмдерін әзірлеу».

Бұл жобада алты қимыл дәрежесі бар роботтардың құрылымына жалпылама тоқталып, сипаттама берілген. Технологияның даму барысындағы жүйенің өзгерістері, жұмысына тоқталған. Автоматтандырылған микропроцессорлық жүйелерін жасау тәсілдері, микроконтроллерлердің жалпылама құрылымы, микроконтроллерді бағдарламалау және терең түрде Arduino микроконтроллерінің құрылымы мен түрлері және басқа микроконтроллерден ерекшеліктеріне тоқталған.

Екінші бөлімде алты қимыл дәрежесі бар роботтың кинематикалық сұлбасы құрылып, кинематиканың тура есебі шығарылған. Сонымен қатар, роботты басқарудың алгоритмі құрылған.

Жобаның нәтижесінде автоматтандырылған «Манипуляционды роботтың» микропроцессорлық жүйесі Arduino микроконтроллерінде моделі құрылған.

Жалпы, жоба талаптарға сәйкес ұйым стандарты бойынша жасалынған, ал авторы Ельтинов Мухаммед Болатұлы дипломдық жобасын бағалай отырып, 6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» оқыту бағдарламасының бакалавр дәрежесін лайықты деп санаймын.

Пікір беруші:
Қ. Сәтбаев атындағы
ҚазҰТЗУ «Автоматтандыру
және басқару» кафедрасының
қауымдастырылған-профессоры,
доктор PhD

 Абжапаров Қ.А.
« 30 » маусым 2023 ж.