ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Коммерциялық емес акционерлік қоғам
Ғұмарбек Даукеев атындағы
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
Ғарыштық инженерия және телекоммуникация институты
Электроника және Робототехника кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі
доцент Чигамбаев Т.О.
_____
«___»_____2020ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Робот саусақтарының икемді қозғалысын бақылау және сенімділігін тексеру»
Мамандығы: 5В071600 – Аспап жасау
Орындаған: Түймебекова А.Е. Тобы: ПСк(кип)-16-2
Ғылыми жетекшісі: доктор PhD, доцент Жауыт Ә.
Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
доцент Боканова Г.Ш.
_____«___»_____2020ж.
(қолы)
өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Абикенова А.А.
_____«___»_____2020ж.
(қолы)
есептеу техникасын қолдану бойынша:
доктор PhD, доцент Жауыт Ә.
_____«___»_____2020ж.
(қолы)
Норма бақылаушы: аға оқытушы, Нұрғизат Е.С. _____
(ғылыми дәрежесі, лауазымы, Т.А.Ж.)

Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, лауазымы, Т.А.Ж.)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Коммерциялық емес акционерлік қоғам
Ғұмарбек Даукеев атындағы
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»

Ғарыштық техника және телекоммуникация институты
«Электроника және робототехника» кафедрасы
Мамандығы: 5В071600 – Аспап жасау

Диплом жұмысқа орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Түймебекова Алтынай Ерболатқызы

Жұмыстың тақырыбы: «Робот саусақтарының икемді қозғалысын бақылау және сенімділігін тексеру»

20__ж. «__»_____ №____университет бұйрығымен бекітілді

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі_____«___»_____ 2020ж.

Жұмысқа алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жұмыс) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):

1. Биометриялық сенсорларды қолдану арқылы Arduino жұмысының және басқарудың құрылымын зерттеу.

2. Құрылғыны және бағдарламалау.

3. Құрастыру, реттеу және жұмыс жасау қабілеттілігін тексеру.

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:

Манипулятор көмегімен робот саусақтарын Arduino платформасында икемді қозғалысын бақылау және сенімділігін арттыру. Әзірленуі тиіс мәселелер:

1) arduino Uno платасы көмегімен жұмыс жасау жүйесін әзірлеу;
2) робот саусақтары негізделген құрылғыны жасау;
3) жасалынған құрылғыны бағдарламалау.

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:

1. Бағдарламаның құрылымдық схемасы.
2. Бағдарламаның блок схемасы.
3. Құрылғыны құрастыру, құрылғыны жұмыс жасау принципын талдау.
4. Жобаны құрастырудың схемалық диаграммасы.

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1. Perspective directions of development of information and communication technologies. - Almaty: Scientific book, 2007. - 272 p.
2. Kalyaev, I. A. Homogeneous neuropodic structures in systems for selecting actions of intelligent robots / I. A. Kalyaev, A. R. Gaiduk. - Almaty: Janus-K, 2015. - 280 p.
3. Braunl, Thomas Embedded robotics systems. The design and application of mobile robots with embedded systems management / Thomas Braunl. – M.: RSUH, 2012. - 520 p.
4. Soong R. Ch. A new design for single DOF mechanical presses with variable speeds and length-adjustable driving links. Mechanism and Machine Theory, Vol. 45, 2010, p. 496-511.
5. Удивительная техника. - К.: Эксмо, Наше слово, 2016. - 176 с.
6. Перспективные направления развития информационно-коммуникационных технологий. - А.: Научная книга, 2007. - 272 с.
7. Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги. - Алматы: Мир, 2016. - 183 с.
8. Hsieh W. H., Tsai C. H. On a novel press system with six links for precision deep drawing. Mechanism and Machine Theory, Vol. 46, 2011, p. 239-251.
9. Жантасова Ж. З. Қазақстандағы білім беру робототехника саласындағы зерттеулердің мәселелері мен перспективалары / Ж. З. Жантасова, А. К. Садақбаева // Матер. Халықаралық. ғыл.-практ. конф. "Заманауи білім беру жүйесі: мәселелері мен болашағы". - Өскемен, 2015.
10. Algazy Zhauyt, Kuanyshkali Alipov, Aizhan Sakenova, Adilet Zhankeldi, Raushan Abdirova, Zhastalap Abilkaiyr. The synthesis of four-bar mechanism. Vibroengineering PROCEDIA, Vol. 10, 2016, p. 486-491.
11. J. L. Pons et al., Multifingered dextrous robotics hand design and control: a review. Robotica [online], vol. 17, n° 6, pp. 661-674, June 1999.17.
12. L. Birglen et al., “Grasping vs. Manipulating” in Underactuated Robotic Hands. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer, 2008, pp. 7-17.
13. J.C. Becker et al., “A study of human hand tendon kinematics with applications to robot hand design”, in IEEE Int. Conf. Robotics & Automation, San Francisco, 1986, pp. 1540 – 1545.
14. Ә. Жауыт. Тербеліс атқарушы қондырғы механизмді кинематикалық зерттеу. ҚазККА хабаршысы, №3(82), 2013, Б. 32-38.

15. D. Lane et al., “The AMADEUS Dextrous Subsea Hand: Design, Modeling, and Sensor Processing”, IEEE Journal of Oceancs Engineering [online], vol. 24, n°1, pp. 96-111, Jan. 1999.

16. Бербюк, В. Е. Динамика и оптимизация робототехнических систем / В.Е. Бербюк. - М.: Наукова думка, 2014. - 103 с.

17. Форд, Мартин Роботы наступают. Развитие технологий и будущее без работы: моногр. / Мартин Форд. - М.: Альпина нон-фикшн, 2016. - 550 с.

18. Перспективные направления развития информационно-коммуникационных технологий. - М.: Научная книга, 2007. - 117 с.

19. Куафе, Ф. Взаимодействие робота с внешней средой / Ф. Куафе. - Москва: ИЛ, 2009. - 340 с.

20. Крейг, Джон Введение в робототехнику. Механика и управление: моногр. / Джон Крейг. - М.: Институт компьютерных исследований, 2013. - 458 с.

21. 9. Краснова, С. А. Блочный синтез систем управления роботами-манипуляторами в условиях неопределенности / С.А. Краснова, В.А. Уткин, А.В. Уткин. - М.: Ленанд, 2014. - 115 с.

22. Бройнль, Томас Встраиваемые робототехнические системы. Проектирование и применение мобильных роботов со встроенными системами управления / Томас Бройнль. - М: РГГУ, 2012. - 389 с.

23. Потапова, Р. К. Речевое управление роботом. Лингвистика и современные автоматизированные системы / Р.К. Потапова. - М: СИНТЕГ, 2012. - 116 с.

Жұмыс бойынша бөлімдеріне қатысы белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономикалық бөлім	Доц. Боканова Г.Ш.	17.04-14.05.2020 ж.	
Өмір тіршілігінің қауіпсіздігі бөлімі	Доц. Абикенова А.А.	18.04-19.04.2020 ж.	

Дипломдық жұмысының дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну	Ескерту
1. Жүйенің жұмыс жасау принциптері	24.01.2020 ж.	
2. Ардуино микроконтроллеріне шолу	18.05.2020 ж.	
3. Жабдықтарды таңдау	19.05.2020 ж.	
4. Жобаға қажет құрылғылар мен радиобөлшектер	19.05.2020 ж.	
5. Бағдарламамен қамтамасыз ету	1.05.2020 ж.	

Тапсырманың берілген уақыты «__» _____2020ж.

Кафедра меңгерушісі:_____ (Чигамбаев Т.О.)
(қолы)

Жұмыстың ғылыми жетекшісі:_____(Жауыт Ә.)

(қолы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент:_____ (Түймебекова А.Е.)
(қолы)

Аңдатпа

Бұл дипломдық жобада антропоморфтық қолды жобалаудың жалпы теориясын және табиғи қолды ұстап тұратын функционалды қолды ұсынуға бағытталған. Бұл мәселені қарастыру үшін анатомиялық консистенциядан, өзін-өзі ұстай білуден және бейімделуден шабыттандырылған 2-ЕД роботтық саусақты ойлап табу және басқару арқылы зерттелінеді. Осы мақсатта бір деңгейде ұстау және бекіту рефлекстеріне ұқсас сенсоримоторлық үйлестірудің басқару жүйесін ұсынылып енгізіледі. Бұл тезисте осы сенсорлық, іске қосу және басқару мақсаттарына жету үшін қолданылатын механизмдер, дизайн мен олардың артындағы биологиялық әсерлер туралы толығырақ көрсетіліп, қарапайым тактильді-модуляцияланған басқару схемасы бар Arduino Uno платасында эксперименттердің нәтижелері сипатталынады.

Аннотация

Целью данного исследования является разработка прототипа тактильной сенсорной платформы для исследования антропоморфных манипуляций. Я иследую эту проблему путем изготовления и простого управления плоским роботизированным пальцем 2-СС, вдохновленным анатомической последовательностью, самодостаточностью и адаптивностью. С этой целью я предлагаю и внедряю управляющую структуру для сенсомоторной координации, аналогичную рефлексам захвата и фиксации. В этом тезисе подробно описываются механизмы, используемые для достижения этих сенсорных, исполнительных и контрольных целей, а также философия дизайна и биологические факторы, стоящие за ними. Также описаны результаты поведенческих экспериментов использованы плата Arduino Uno с простой тактильно-модулированной схемой управления.

Annotation

The purpose of this study is to develop a prototype tactile sensory platform for the study of anthropomorphic manipulations. I am exploring this issue by manufacturing and simply controlling a 2-DOF flat robotic finger, inspired by anatomical sequence, self-sufficiency and adaptability. To this end, I propose and implement a control structure for sensorimotor coordination, similar to the capture and fixation reflexes. This thesis describes in detail the mechanisms used to achieve these sensory, executive, and control goals, as well as the design philosophy and the biological factors behind them. The results of behavioral experiments are also described. An Arduino Uno board with a simple tactile-modulated control circuit is used.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Негізгі бөлім 8
1.1 Дипломдық жұмыстың мақсаты 10
1.2 Роботты саусақтардың эволюциясы туралы түсінік және оның пайда болуы 10
1.3 Робот саусақтарын жіктеу және оның жұмыс атқару принциптері 12
1.4 Робот саусақтарының бейімделуі 14
1.5 Физикалық анатомиялық сәйкестігі 16
2 Негізгі жағдайы 20
2.1 Граспинг механизмі және робот саусақтарының постуралық синергиялық сипаттамалығы 22
2.2 Эксперименттік парадигма және робот саусақтарының қолданылу мәліметтері 23
2.3 Қолдағы сандар арасындағы қозғалыс қатынасы 26
2.4 Саусақтардың постуральды синергиялық сипаттамасы 28
2.5 Антропоморфиялық қолдардың дизайнын бақылау
3 Антропоморфиялық резервті қорғанысы 34
3.1 Робот саусақтарының кинематикалық өткізу механизм дизайны 34
3.2 Беріліс механизмін оңтайландыру (БМО) 36
4 Конструкторлық бөлім 41
4.1 Arduino Uno платасы 41
4.2 MG90S сервоқозғаутқышы 43
4.3 Манипулятор, робот саусақтары және қосу сымдары 47
5 Бағдарламалық бөлім 49
6 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі 52
6.1 Негізгі заңдар 52
6.2 Кәсіпорын алаңын жоспарлау және жайластыру, санитарлы қорғаныс аймағы 52
6.3 Жұмыс орнындарында микроклиматтың нормативті көрсеткіштерін қамтамасыз ету 53
6.4 Басқару бөлмесі туралы қысқаша шолу, оның желдету жүйесін есептеу, ауаның шаңдылығымен және газдылығымен күресу іс-шаралары 53
6.5 Нормативтік жарықтандыру қамтамасыз ету 55
6.6 Электр қауіпсіздігі 56
6.7 Техникалық регламент талаптарын енгізу 58
6.8 Өрт-жарылыс қауіпсіздігі 59

7 Экономикалық есептеу бөлім 62
7.1 Робот саусақтарының сипаттамасы мен қажеттілігінің негіздемесі 63
7.2 Жобалау мен жинаудың еңбек сыйымдылығы мен ұзақтығын есептеу 64
7.3 Жұмысшылар жалақысымен әлеуметтік аударымдарды есептеу 65
7.4 Аспапты жасауға кеткен материалдық шығындарды есептеу 65
7.5 Аспаптың амортизациясын және өзіндік құнын есептеу 68
7.6 Игеру саласындағы жылдық бір жолғы шығындар есебі 69
7.7 Жобаның тиімділігін бағалау 71
Қорытынды 74
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 75
А қосымшасы 77

Кіріспе

Роботты саусақтардың дамытуға деген қызығушылық соңғы жылдары кең қолданысқа ие болғандықтан өнеркәсіпте өте маңызды болды. Мысалы, орнықты, аяқ-қолдардың протездері, сонымен қатар көптеген өндірістік тапсырмаларды икемді автоматтандыру және құрастыру міндеттерін автоматтандыру. Қазіргі өнеркәсіптік әзірлемелер негізінен робот кез-келген пішін мен өлшем нысандарымен жұмыс істеуге мәжбүр болған кезде белгілі бір мақсатты ұстағыштар мен құралдармен шектеледі. Көптеген келтірілген қосымшаларға қол жеткізу үшін адам қолының дизайнын қабылдау жеткілікті шешім болып саналады, өйткені адам қолы адам денесіндегі ең күрделі және күрделі сыртқы аяғы және мыңжылдық эволюциясының нәтижесі. Сондықтан, антропоморфизмнің жоғары деңгейі бар роботты саусақтар түпкі эффекттерді жобалауда қажет мақсат болып табылады. Антропоморфтық қолдардың арқасында роботты саусақтарды протез сияқты қолдануға, адамға бағытталған ортада жұмыс істеуге, сонымен қатар адамдар көбейте алатын интерфейстермен байланысқа түсуге болады. Оператордың саусақтармен ұстауы.

Өнеркәсіпте кеңінен зерттелген және ашылған, сонымен қатар дизайн, бақылау және сенсорлық жетістіктерге қарамастан, роботты қолдарда әлі де шешілетін немесе жетілдіруді қажет ететін мәселелер бар. Саусақтардың роботты қабілеттілігін өлшейтін көрсеткіш «ептілік» деп аталады. Декстус-роботты саусақтардың белгілі бір сипаттамалары бар, бұл оларды қажетті дизайнға айналдырады. Дегенмен, роботты саусақтардыңептілігі тек әсер етпейді, сонымен қатар орынсыз сенсорлық және қоздырғыш жүйесімен және алдын-ала бақылау процедураларымен ысырылып қалмайды. Сонымен қатар көп саусақты қолдардың кинематикалық, тарату жүйелеріне және басқаларына қатысты типтік мәселелер бар. Жетек жүйесін жақсарту туралы көптеген шешімдер ұсынылды және әзірленді. Пневматикалық икемді саусақтар көбінесе сыртқы қоздырғышты қажет етпейтіндіктен қолданылады. Сондай-ақ, ең күрделі құрылғыларда электр қозғалтқыштары мен сіңірдің әсерінен болатын саусақтар қолданылады. Дәстүрлі емес жетектер әзірленді және олар типтік жетектерді қолданудың жақсы баламасына айналды. Соңғы жылдары сенсорлық жүйенің жақсаруы және қоздырғыш жүйесіндегі жаңа әдістердің қолданылуы роботты қолдармен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Бақылау әдістері, сонымен қатарептілік дәрежесі жүргізілуде.

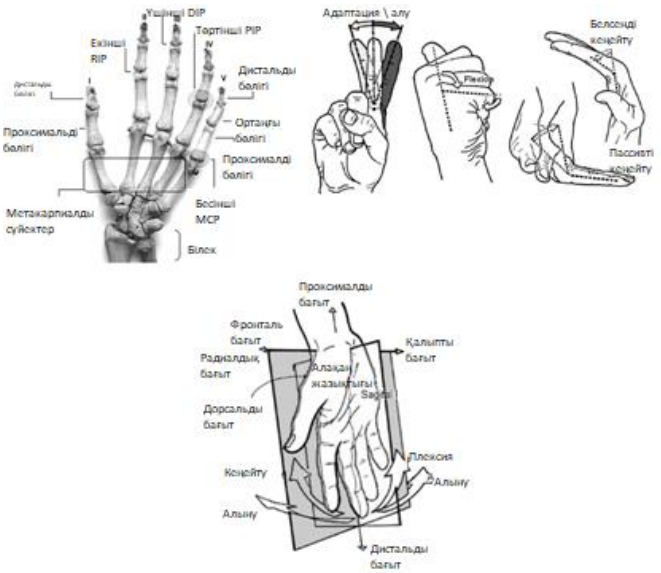
1 Негізгі бөлім

1.1 Дипломдық жұмыстың мақсаты

Соңғы жылдары роботтылық тұрғыдан алғанда адам қолын зерттейтін жобалардың саны академиялық және өнеркәсіптік қосымшаларға қызығушылықтың артуына байланысты тез артты. Бұл дипломдық жобада Arduino көмегімен робот саусақтарының икемді қозғалысын бақылау жұмыс жасайтын үлгісін құрастыру процесі қарастырылады. Құрылғыны құру барысында қажетті компоненттер мен бөлшектерді таңдау, принципті схема және элементтерді одан әрі жинақтау арқылы жұмыс төлеміне арналған бағдарлама кодын жазу қарастырылады.

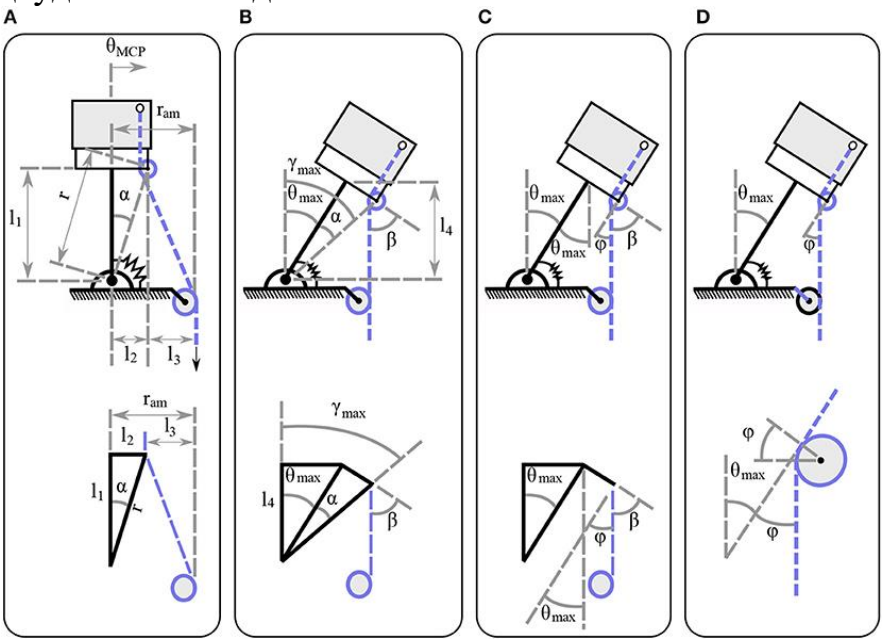
1.2 Роботты саусақтардың эволюциясы туралы түсінік және оның пайда болуы

Адам қолы қоршаған ортамен роботты интерфейске үлгі бола алады. Жиырма бес градустан асатын еркіндік (ЕД) оның әмбебаптығы жасанды айла-шарғы жасауды зерттеуді ынталандырады. Адамның қолының алдын-алу және тежеу қабілеттері өнеркәсіптік соңғы құрылғылар үшін міндет болып саналғанымен, оның манипулятивті және қабылдау қабілеттері медициналық, ойын-сауық және қызмет көрсету жүйелерінің негізгі детерминанттарын белгілейді. Бұл қосымшалар роботтардан күнделікті әрекеттерден бастап қауіпті қолмен жұмыс істеуге дейінгі кез-келген нәрсені орындауды талап етеді. Протездік және телекоммуникациялық манипуляторлар осы қолмен жасалатын көптеген мүмкіндіктерге ие болуы керек, өйткені оларды басқару адамның пайдаланушысының табиғи жүріс-тұрысын картаға түсіруге қатты тәуелді. Қолдың күші мен ептілігі қанаттандырылған буындардың, байламдардың және бұлшықет-түйіндердің күрделі геометриясын қамтиды, оларды үйлестірілген тұлға ретінде талдауға болады.



Сурет 1.1 – Адам қолы (a) тірек-қимыл аппараты. DIP (дистальды интерталангал буындар), PIP (проксимальді интерталангальды буындар), MCP (метакарпофалангальды буындар) (b), (c) жасалуы мүмкін қозғалыстар

Сонымен қатар, буындар мен ұлпаларға күш беретін бұлшықеттердің көбеюімен туындаған анықталмаған проблема қолдың динамикасына қатысты көптеген сандық шешімдер әлі де күтілуде дегенді білдіреді. Қолдың күрделі механикасы оның функционалды бірегейлігінің жалғыз факторы емес. Кескінді және кинестетикалық нейрондық релелер бізге әлемнің физикалық параметрлері және олардың ішіндегі біздің өзара әрекеттесуіміздің жай-күйі туралы ақпарат береді. Адамның қолының алдын - алу және тежеу қабілеттері өнеркәсіптік соңғы құрылғылар үшін міндет болып саналғанымен, оның манипулятивті және қабылдау қабілеттері медициналық, ойын - сауық және қызмет көрсету жүйелерінің негізгі детерминанттарын белгілейді. Бұл қосымшалар роботтардан күнделікті әрекеттерден бастап қауіпті қолмен жұмыс істеуге дейінгі кез - келген нәрсені орындауды талап етеді.



Сурет 1.2 – (A) Импульстің жағдайын анықтауға арналған бастапқы конфигурациядағы механизм сипаттамалары. (B) Импульс орнын анықтау үшін максималды бұрышындағы механизм сипаттамалары. (C)Үйкеліс шығынын анықтауға арналған максималды бұрышындағы механизм сипаттамалары.(D) Механизм сипаттамалары үйкеліс жоғалуын анықтау үшін максималды бұрышындағы сіңірдің бағыттаушы түйреуішіне бағытталған

Гуманоидті роботтарға арналған қолдар, егер олар интуитивті өзара әрекеттесуге ықпал ететін болса және әзірлеушілер сенімді ғылыми платформаларға қосыла алатын болса, осындай үйлесімділікті білдіруі керек. Осы сипаттамаларға сүйене отырып, жоғары бейімделгіш, сенсорға негізделген робот қолдарының тез қалыптасуы туралы көптеген алғашқы болжамдар тым оптимистік екендігі таңқаларлық емес. Қол функциясын композициялық талдауға тек көптеген пәндердің бірлескен нәтижелері арқылы қол жеткізуге болатындығы түсінікті, бұл өз кезегінде роботтық аналогты қайта қабылдау, сенсоримотор мен моторды басқару тетіктерінің өзара әрекетін талап етеді. Инженерлік тұрғыдан алғанда мұндай жүйелік өзара тәуелділік әрбір индивидуальды ішкі жүйенің туындаған мәдениеттері туралы айтпағанда, үлкен қиындық тудырады. Осылайша, жасанды қолды алуға тырысулар тек оқшауланған, тәжірибелік сипаттамаларға шоғырланған. Төменгі жүйенің

күрделілігі үшін сауда - саттық манипуляторлардың ептілігі есебінен жүзеге асырылады. Сонымен қатар, сезгіштігінің жеткіліксіздігі манипуляцияны сенімді басқарудың маңызды жетіспеушілігі болып табылады.

Сурет 1.3 – Қолдың роботты антропоморфизм деңгейі

Зерттеу деңгейінде, тақырып бойынша көптеген жұмыстар ерте механикалық көру жұмыстарының ізімен жүретін статикалық тактильді суреттерді өңдеуге қатысты болды. Сонымен қатар, егер қазіргі қол платформасы осындай белсенді зондтауды қолдамаса, ол әдетте саусақтармен шектеледі. Жүйенің жұмыс сипаттамалары нақтыланған және көптеген материалдар, құрылғылар және мәліметтерді талдау әдістері зерттелгеніне қарамастан, робот тактильді сенсорлық құрылғылардың қазіргі нарығы маргиналды және қымбат болып қала береді.

Бұл жұмыстың негізгі мақсаты - тактикалық сенсорлық платформаға әкелуі мүмкін негізгі аппараттық және бағдарламалық құралдарды жасау. Физикалық жүйемен бірге бұл мәтін адам қолының функциясы мен қабылдауын жасанды эмуляциялаумен байланысты кейбір қиындықтарды және таратылған бақылау мәселелерін шешуге тырысады. Робот саусағымыздың көшірмесін жасауға, өзгертуге және гуманоидқа қолданылатын көп таңбалы қолға біріктіруге болатындығына көз жеткізу үшін оның сәулетіне өзін-өзі ұстау, бейімделу және антропоморфизм әсер етті.

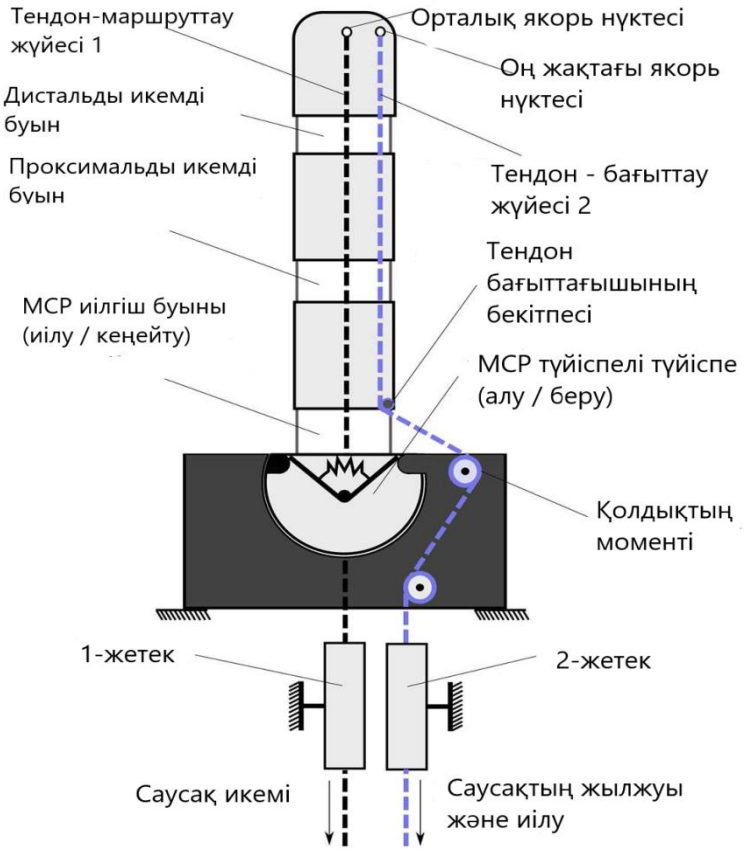
1.3 Робот саусақтарының бейімделуі

Адамның қолының функционалдығына қол жеткізу үшін инорганикалық материалдармен жұмыс істейтін дизайнерлердің ең үлкен кедергілерінің бірі - қоздырғыштарды, жетек жүйелерін, қуат көздерін, буындар мен сенсорларды тұрақты, ықшам дизайнға біріктіру. Протездер мен гуманоидты роботтар үшін

корпус нақты қолдың пішіні мен мөлшеріне сәйкес келуі керек.

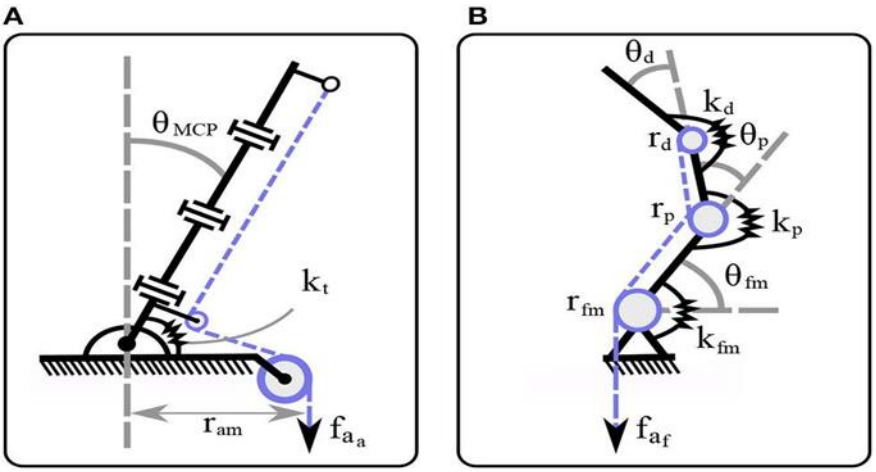
Сонымен қатар, егер манипулятор гуманоидты роботқа арналған болса, онда қол пропорцияда болуы керек және оның кез-келген сыртқы диск компоненттерін дененің қалған бөлігіне сіңіру керек.

Бұлшықетті сипаттайтын жоғары күш-масса қатынасы автономды және жоғары артикуляциялық роботтардың механикалық әрекет ету жүйелеріне өте қажет. Сонымен қатар, бұл арақатынаста энергия көзінің массасы болуы керек, бұлшық ет өзінің табиғи корпусымен қамтамасыз етіледі, модель салыстыру үшін.



Сурет 1.4 – Бір уақытта шығаруға / ұзартуға және алу / беру мүмкіндігін беретін әрекет ету механизмі. Бұл бұрағыш сағат тілімен жүреді. Сағат тіліне қарсы қозғалыс үшін оң жақтағы якорьді сол жақта бұру керек. Екі бағытты беру үшін орталық зәкірді сол жақтың сол жағына қою керек

Бұл факторлар берілген конструкцияның беріліс жүйесі арқылы пайда болатын жылдамдық пен күшті анықтайды. Осы диссертацияда сипатталған саусақ екі бағытты кабель арқылы қосылыстарды жүргізетін миниатюралық моторларды қолдану арқылы жақындады. Кабельдер саусақ шұңқырлары арқылы өткізіледі және қолдың профилінде бірнеше қозғалтқыш болуы мүмкін.

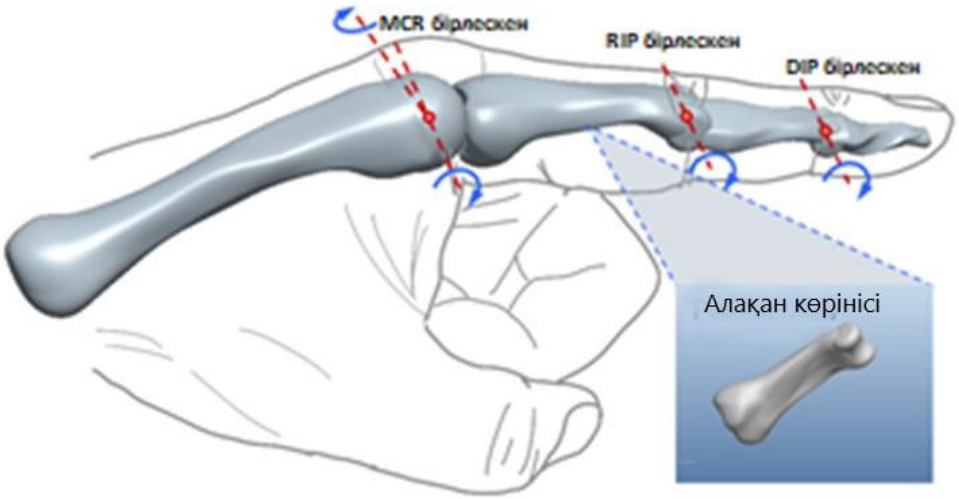


Сурет 1.5 – Түзу, қисық сызығы бар бағыт = 0. Бір байланыс F_a инерциалды жақтауда беріледі, ал екінші сілтеме жазықтықпен қозғалыс жасайды

Өзін-өзі ұстау мен модулділікті жеңілдететін материалдар мен дизайнды таңдауға ерекше назар аударылды. Бұл тәсілдер саусақтардың саны мен әртүрлі пішіндері бар әртүрлі манипуляторларды, сондай-ақ бүкіл адам қолымен жасалған аналогты жасауға мүмкіндік береді. Жаппай өндірісті тездететін (кем дегенде, басқа робот саусақтарына қарағанда) және әр түрлі сенсорлық қондырғылармен тәжірибе жасау мүмкіндігін арттыратын арзан процестерді зерттеу үшін тағы бір ынталандыру болды.

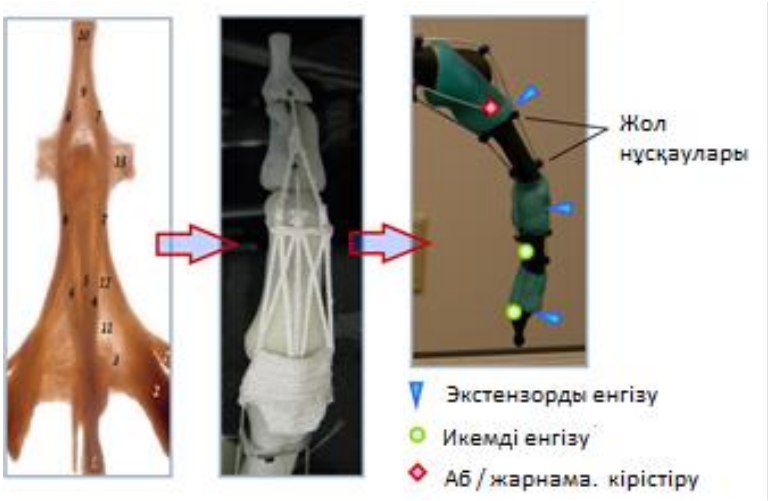
1.4 Робот саусақтарын жіктеу және оның жұмыс атқару принциптері

Кәдімгі соңғы экторлар адам қолынан асып түсетін әрбір берілген тапсырма үшін, тіпті жақындастыра алмайтын көптеген заттар бар. Егер жүйенің проблемалық домені кең ауқымды заттарды өңдеуден бастап, дәл және өңделуге дейін өзара әрекеттесудің кең спектрін қамтыса, құрылғы «жалпы мақсаттағы манипулятор» деп аталады. Бұл манипуляторлар сәйкес күштер, конфигурациялар және жылдамдықтар тудыру арқылы міндеттер мен объектілердің сипаттамаларына реакция жасау үшін көп модальды сенсорлық іске қосу интеграциясын қолдайды. Өнеркәсіптік манипуляторлық құрастыру көбінесе мүмкіндіктерін кеңейту үшін арнайы тапсырмаға сай аксессуарларды жасауды қажет етеді. Мен робот қолдарының адам қолдануына арналған құралдарды қолдана алуы мүмкін және өте тиімді деп санаймын.



Сурет 1.6 – Лазермен сканерленген адам индексінің 3D моделі

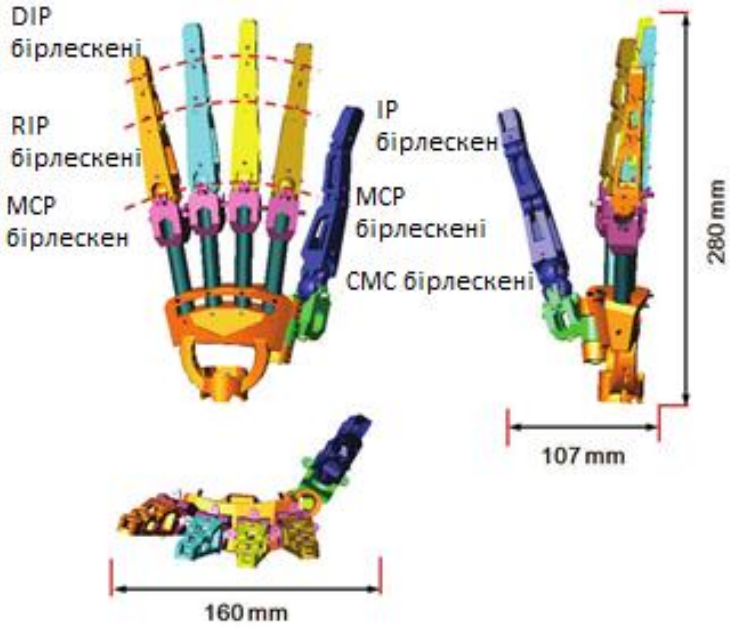
Жетілдірілген инженерлік және жасанды интеллигенция тұрғысынан, адамның қолының икемділігі мен үйлесімділігі сервистік және жеке роботтарды дамыту үшін қажет, олар біздің үйлеріміз бен бизнесіміздің динамикалық ортасында әрекет етуі керек. Бұл тезистің жұмысы жүйеге бейімделу қажеттілігімен негізделген. Робот икемділікті көрсету үшін айналасындағы заттар туралы кері байланыс алудың сенімді құралдарына ие болуы керек. Жоғарыда келтірілген сипаттамадан биологиялық тұрғыдан қарастыру жасанды интеллектуалды жүйелер дизайнымен кепілдендірілген техникалық стратегиялар үшін құнды қосымша бола алатындығы айқын. «Биомеханикалық», «биомиметикалық», «биомехатронды» немесе «бионикалық» тәсіл деп те аталады, негізгі мақсат - тірі жүйенің функциясын ішінара немесе толығымен механикалық түрде көрсету.



Сурет 1.7 – Адамның қолы, АСТ қолы мен роботты қондырғы арасындағы экстензорлық механизмді салыстыру сіңір контурының конструкциялық эволюциясы

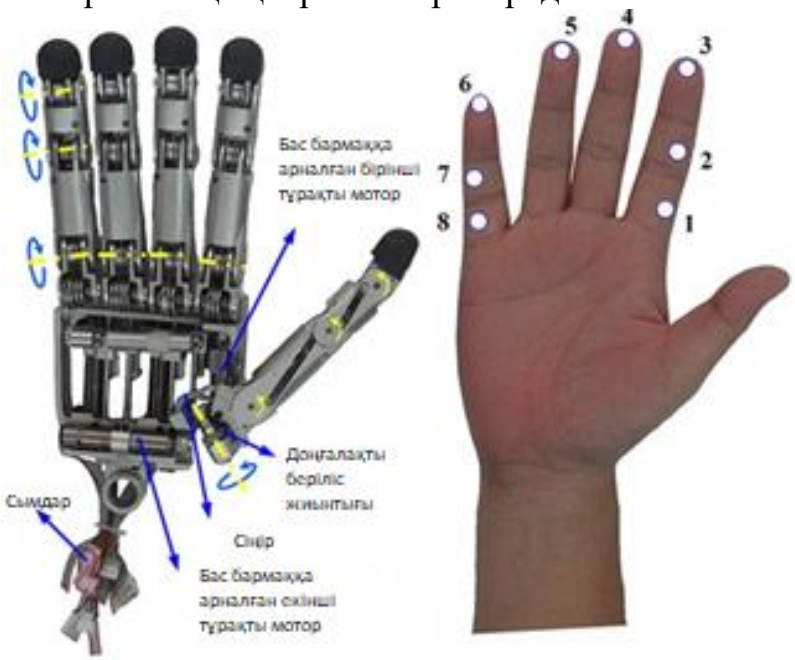
Сурет 1.8 – Роботты қондырғы үшін қолданылатын шпульстік жүйенің сызбасы

Тазартылған манипулятордың құрамына кіретін бұл жұмысқа кейбір биологиялық, атап айтқанда антропоморфты орналастыру міндетті түрде қажет болды, өйткені біз адам қолының қабілетіне қол жеткізуге тырысамыз. Алайда робототехника қоғамдастығында мұндай соңғы эктор адам болып көрінуі керек пе деген мәселе шешілмеген. Сонымен, бұл тезистегі жұмыс танымдық процестерді дамыту әлемдегі қабылдау, форма және қызмет арасындағы қарым-қатынаста үйлеседі деген сенімге негізделген.



Сурет 1.9 – Антропоморфты роботты қолдың 3D моделі

Тіршілік иесінің бейнесі оның әрекеттерін «тікелей физикалық байланыстыру және оның салдары арқылы тіршілік иесінің жеке сенімдері туралы дереу кері байланыс жасай отырып, әлеммен динамикалық бөлік» ретінде анықтайды. Біздің морфологиямыз, сенсоримоторлық жүйеміз және неврологиялық аппараттар тіршілік иелері ретінде біздің жүріс-тұрысымызды қалыптастыратын эмпирикалық ақпаратты біріктіреді.



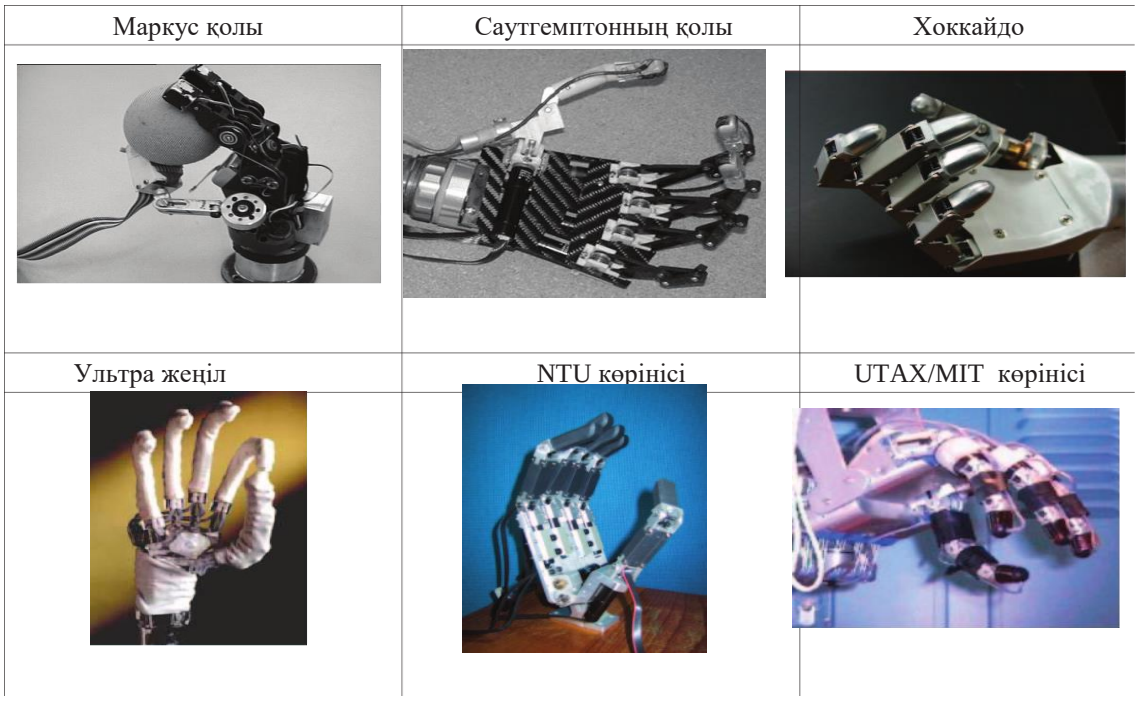
Сурет 1.10 – Х-қол мен адамның қолы бірдей масштабта жасалған

Инженерлік деңгейде, компьютерлік модельдеу жұмыс істегенде (жүйенің әлеуетті табысының дәлелі деп санайды) физикалық жабдыққа аударылған кезде, іске асырудың әсері дәлелденеді. Жүйенің күрделілігі мен жоспарланған автономиясына байланысты бұл ауысу мүлдем пайдасыз болуы мүмкін.

Бағдарламалық қамтамасыздандыру тұрғысынан биологиялық ұқсастықты басқару, сенсор интеграциясы, ойлау, үйрену және т.с.с. модульдерді жүзеге асыру үшін қолдануға болады. Бұл функцияларды орындаудың көптеген әртүрлі әдістері әдебиетте, тіпті өте қарапайым деңгейлерде де кездеседі. Олардың артындағы жүйелер толықтай ашылмаған. Сондықтан «биоконтрольды» әртүрлі деңгейлерде, әртүрлі алгоритмдермен орындауға болады.

1.5. Физикалық анатомиялық сәйкестігі

Антропоморфизмді анықтайтын робот саусақтарының конструкциялары, әдетте, фалангтарды байлап тұратын 2-3 топса тәрізді буындардан тұрады. Айналмалы қосылыстың қосылуымен қатар, бас буыны, кейде провидтер де серпіліп тұрады. Алайда, төменде келтірілген жұмыстардың мысалдарында түсіндірілгендей, адамның метакарпаль-фаланжальды (MCP) буынының кондилоидтық сипаты (1.2-сурет) көбінесе екі айналмалы буынға бөлінеді. Бұл механизмнің компьютерлік бақылауды қиындататыны белгілі, себебі буындардың кеңейтілген осьтері оңай біріктірілмейді. Бес саусақты қолдану қолдың тұтас дизайнына қатысты, оны ұстап алу және манипуляциялау үшін өте күрделі болып саналғаны қызықтырады.



Сурет 1.10 – Антропоморфты робот саусақтардың көріністері

Жалпы айтқанда, біреуіне арналған үш саусақты конфигурацияның жалпы мақсатына сай келеді. Шындығында, бес саусақты қолдың эволюциялық катализаторы әлі де анықталмаған және ол функционалды түрде шабыттандырылғаннан гөрі біздің алғашқы су негізіндегі ата-бабаларымызға байланысты болуы мүмкін.

Бұл дипломдық жоба үшін құрастырылған роботтың құрылымы мен артикуляциясы адамның сұқ саусағының сүйектері мен буындарынан кейін жасалады. Алайда, саусақтың бұл нұсқасы MCP буынындағы үшінші ЕД-ні жеткізбейді. Бұл кемшілік талшықты-оптикалық кабельді қарапайым бағыттаудың арқасында тактильді шешуге мүмкіндік береді. Біз осы ЕД-тің қосылуы проблемалық мәселе болады деп күтпейміз және оны енгізудің ықтимал

шешімін зерттедік. Жасанды бірлескен технология тері астындағы сырғанайтын шеміршек пен синергетикалық сіңір қосымшаларын құрайтын физикалық буындардың өздігінен майластыратын триумфаларын әлі де көбейте алмайтындығын атап өту керек. Жаңа эластомерлі композиттермен және үш өлшемді басып шығару техникаларымен тәжірибе жасау осы саланың дамуына әкелуі мүмкін.

Роботтың өлшемі мен пішінін анатомиялық дәйекті түрде сақтаудың тағы бір себебі - адамның саусақтарын қоюға арналған қарапайым құралдарды автоматты түрде білуге және ұқыпты пайдалануға көмектесу. Бұл көптеген манипуляторларға қатысты, әсіресе протезде және теле-манипуляцияда, қолдың адамдық моделінің жетілуі қолдың интуитивті басқаруға мүмкіндік береді.

Жоғарыдағы бөлімдерде адамның бұлшық етіне қатысты сипатталғандай, табиғи жүйелерді қарау арқылы қоздырғыштың сипаттамаларын пайдалы бағалауға болады. Біздің роботтың әрекет ету схемасы бұл мүмкіндіктерді елемеуге тырыспайды, керісінше аз қуатты, ықшам күштер шығарудың кейбір характеристикаларын болжайды. Айналмалы қозғалтқыштар мен кабельдер біздің бұлшық еттеріміздің сызықты жиырылуын салыстырмайды.

2 Бөлім

2.1 Граспинг механизмі және робот саусақтарының постуралық синергиялық сипаттамалығы

Алдыңғы бөлімде айтылғандай, адам қолының қозғалыс деректерін алғаннан кейін, саусақтардың қозғалысқа келтіретін мәліметтерінің нүктелік бұлттарын CMC, MCP және саусақтардың DIP буындары, PIP және DIP буындары. Атап айтқанда, бірлескен қозғалыс туралы мәліметтерді матрицамен көрсетуге болады, мұндағы n цифрдағы буындардың санын білдіреді, және m бастапқы конфигурациядан 33 фрастиптиптерге дейінгі конфигурацияның соңғы конфигурациясына дискретті бірлескен бұрыштардың санын білдіреді. Q матрицасы - дискретті нүктеде цифрмен бірлескен бұрыш. Санның құрамындағы қосылыстар арасындағы қозғалыс қатынасы Q_d матрицасында негізгі компоненттік талдауды (PCA) қолдану арқылы әр санның күрделі қозғалысын былайша көрсетуге болады:

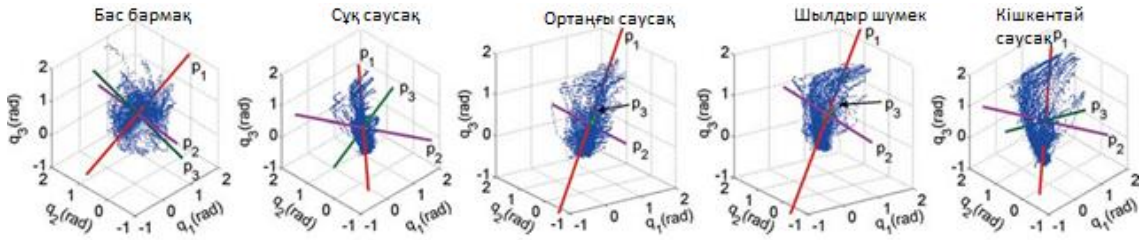
$$q = \bar{q} + \eta_1 p_1 + \eta_2 p_2 + \eta_3 p_3, \tag{2.1}$$

$$q = (q_1\, q_2 q_3)\mathcal{R}^{3\times1}, \tag{2.2}$$

$$(q - \bar{q})T\ (Q_d Q_d^T)^{-1}\,(q - \bar{q}) = c^2 \tag{2.3}$$

$(q_1\ q_2 q_3)$ мұнда сандардың бірлескен қозғалысын білдіреді және де MCP, PIP IP бірлескен бұрыштарын білдіреді. (осьтің айналасындағы CMC бірлескен бұрышы және MCP және IP бас бармақтың бірлескен бұрыштары). Бірлескен бұрышының q_{ij} екінші жазбасы изомиттикалық экспрессті көрсетеді. Q-ні қолдану $p_1 p_2$ және p_3 бірінші, екінші және үшінші ректорлар, сәйкесінше цифрлардың бірлескен қозғалысының ортогональды эигендирекциясы. $\eta_1 \eta_2$, және η_3- координаталар осіне қатысты $p_1 p_2$және p_3. $q \sum \mathcal{R}^{3\times1}$

Цифрларды ортогональды бағыт бойынша үш қарапайым қозғалысқа бөлуге болады, демек цифрлардың қозғалысы тірек қозғалыстарының бойымен үш идентификациядан тұрады, дегенмен ұстап алу кезінде адамның қолының қозғалыс өте күрделі $Q_d Q_d^T$коварианттық матрицаның $\lambda_i (i = 1,2,3)$ Евгенвекторлары p_iге сәйкес келеді.



Сурет 2.1 – Сандардың бірлескен қозғалысы

$(i = 1,2,3)$ қатынасы бар: $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3$. Эиген мәні неғұрлым үлкен болса,

сәйкесінше эигендирекция кезінде қозғалыс туралы мәліметтердің өзгеруі соғұрлым көп болады, демек, қозғалыс туралы мәліметтердің көбірек λ_i (i = 1,2,3,4) эвгенвийлерін қолдана отырып, біріккен қозғалыстың жалпы өзгеруінің жиынтығының жиынтық өсу коэффициенті келесідей анықталады.

$$t_w \sum_{i=1}^{w} \lambda_i \sum_{i=1}^{w} \lambda_i \Big/ \sum_{i=1}^{3} \lambda_i \tag{2.4}$$

p_1, ..., p_w эгендирирациялары кеңістіктегі санның бірлескен қозғалысы t_w 80% болған кезде негізгі қозғалыс деп аталады, ал кеңістіктегі оңтүстік тіректерден басқа, кеңістіктегі бірлескен қозғалыс деп аталады. Қайталама қозғалыс негізіндегі tw индексін есептегенде, t_1> 80% күнделікті тіршілік әрекеттерін түсіну кезінде барлық сандар үшін, демек, эигендирекциясын цифрдың негізгі қозғалыс бағыты деп атауға болады (іс жүзінде ұстап тұру сызығын құрайтын қозғалыс) цифрдың бастапқы қозғалысы арқылы жасалады). p_2және p_3 ескертулерімен жоспарлан p_1 ған тақырыпты цифрдың екінші қозғалысы деп атауға болады, ол цифрды ұстап тұрған нысанның пішініне бейімделу қабілетімен қамтамасыз етеді. Осылайша, бастапқы қозғалыс qpm және цифрдың қайталама қозғалысы q_{sm} ретінде ұсынылуы мүмкін.

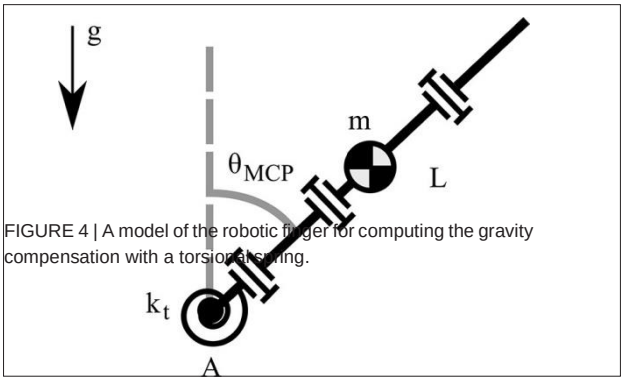


FIGURE 4 | A model of the robotic finger for computing the gravity compensation with a torsional spring.

Сурет 2.2 – Айналмалы серіппен гравитациялық өтемді есептеуге арналған роботты сұқ саусақтың моделі

Сонымен қатар цифрдағы буындар арасында постуральды синергиялардың бар екенін көрсетеді, яғни регентегі эгенвектордың элементтерінің пропорционалды қатынасы арқылы анықталатын цифрдағы буындар арасындағы байланыстырылған қозғалыс қатынасы бар. Басқаша айтқанда, егер MCP буынының цифрмен қозғалысы берілсе, онда PIP және DIP буындары сияқты басқа буындардың қозғалысын анықтауға болады. Санның қозғалыс процесі (дәл конфигурациясы) p_1 бастапқы қозғалыс бағыты бойымен η_1 координатасымен сипатталған.

Сандардың бірлескен қозғалысының сипаттамаларын Q ковариация матрицасымен анықталған тұрақты тығыздықтағы эллипсоидпен түсіндіруге болады $Q_d Q_d^T$; эллипсоид түрінде көрсетілген.

$$(q - \overline{q})^T (Q_d\, Q_d^t)^{-1}\, (q - \overline{q}) = c^2 \tag{2.5}$$

мұндағы с - тұрақты. Эллипсоидтың негізгіосінің p_i ұзындығы (i = 1,2,3)

Көрсеткіш саусаққа сәйкес келетін тұрақты тығыздықты эллипсоид.

Пигательдің p_i бойындағы цифр, бұл цифрлы буынның әртүрлі бағыттар бойынша қозғалу қабілеттілігін эллипсоидтың бағыты мен формасымен сипаттауға болады. Жалпылылықты жоғалтпай, 2.1-суретте көрсеткіш саусағына сәйкес келетін тұрақты эллипсоид көрсетілген.

2.2 Эксперименттік парадигма және робот саусақтарының қолданылу мәліметтері

Антропоморфтық қолды адамның қолымен ұстап тұру функциясын қайталау үшін, қолмен ұстап тұру механизмін талдауға негіз болатын қолдың қозғалысы туралы мәліметтер жиынтығын алу үшін ақылға қонымды тәжірибелік парадигманы құру қажет. Адам қолының постуральды синергетикалық сипаттамасы.

Сурет 2.3 – Адам қолының буындары мен кинематикалық моделі

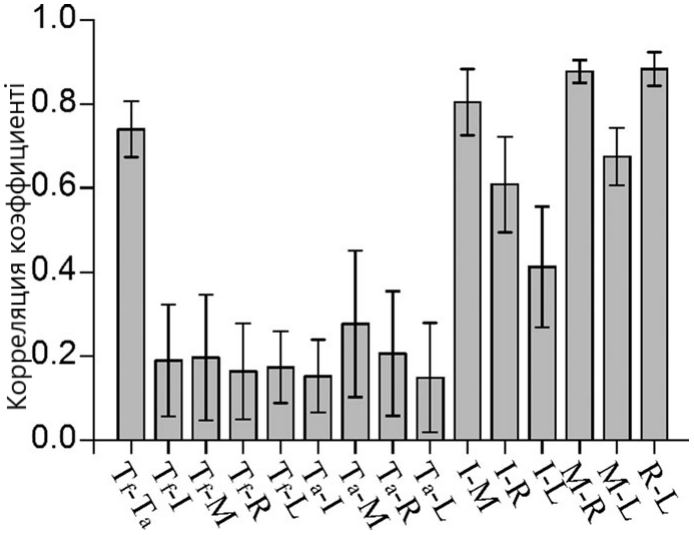
2.3-суретте көрсетілгендей, адамның бас бармағында үш буын бар: интерфалангальды (ИП), MCP және CMC буыны. ЦМС буыны - құрлықсыз екі осьтер әр түрлі сүйектерде орналасқан және осылайша едәуір төмендейді. ЦМС осі метакарпалды сүйектің проксимальды ұшын жасайды, ал CMC иілу-созу осі трапецияның карпальды сүйегімен қиылысады. Дистальды фалангалар мен ортаңғы, арасындағы және проксимальды сүйектер арасындағы буындар сәйкесінше дистальді интерфаланжды (DIP), проксимальді интерфаланжды (PIP) және MCP буындары деп аталады. DIP, PIP және MCP қосылыстары осьі айналасында қозғалыс тудыруы мүмкін.

Сурет 2.4 – Робот қолының затты ұстап тұру түрлері мен түпкі конфигурациясы

Адамның қолы әртүрлі нысандарды түсіне алатындығына қарамастан, оны ұстану заңдылықтарын әрдайым шектеулі түрлерге жіктеуге болады. Фейкс өндіруге арналған торлардың таксономиясын кеңейтілген, күнделікті тіршілік әрекеттері үшін бір-біріне қатысты 33 түрлі типтер анықталып, орналастырылған. Демек біздің ұстанатын эксперименттік парадигмада 33 әр түрлі таңдалған түрлері бар. Осылайша, біз осы тапсырмалар кезінде адам қолының қозғалыс деректерін жинаймыз.

2.3 Қолдағы сандар арасындағы қозғалыс қатынасы

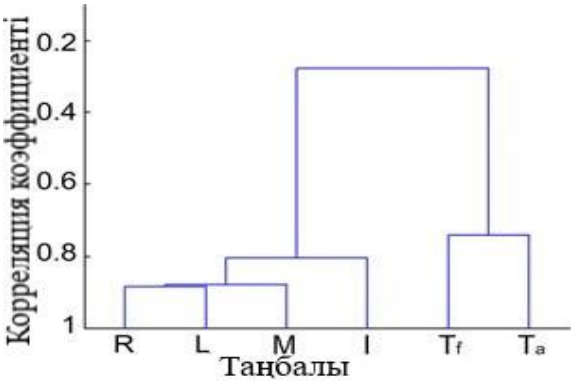
Күнделікті тіршілік әрекетінде адамның қолының бірнеше сандары ұстап алуға қатысады. Цифрлардың қатысу саны ұстап тұру түріне байланысты. Атап айтқанда, ұстап алу кезінде қай сандардың үйлестірілген қозғалыста екенін зерттеу керек және сандар арасындағы үйлестірілген қозғалыс дәрежесін сандық бағалау қажет. Қолдың анатомиясы саусақтың сыртқы флексоры мен экстензорлы бұлшықеттерінде әр саусақтың бірнеше буынынан тұратын сіңірлері бар екенін көрсетеді. Бас бармақтың ЦМС буыны мен төрт саусақтың МСР буындарының жиырылуы орталық жүйке жүйесінен қозғалтқыштың бұйрығымен қозғалады, ал бас бармақтың және алақанның басқа буындарында бүгілу пайда болады. Сонымен қатар, ми адам қолының бұлшық еттерінің немесе буындарының қозғалысын тікелей басқармайды. Бұл фактілер саусақтардың бас бармақ және МСР буындарының ЦМС буыны адамның қолының моторикасында маңызды рөл атқаратынын көрсетеді.



Сурет 2.5 – Саусақтардың бас бармақтары мен МСР буындары арасындағы қозғалысқа тәуелділік

Қате жолақтары SD-ті тақырыптар бойынша көрсетеді және жеке айырмашылықтарды білдіреді. Эксперименталды парадигмадан анықталған адам қолының қимыл қозғалысы туралы деректерді пайдаланып, 2.5-суретте көрсетілгендей, төртбұрыштың қимыл-қозғалысының деректері, яғни төрт саусақтың микросхемалары (индекс: I, Ортаңғы: M, Сақина: R, Кішкентай: L) және бас бармақ 2.6 -суретте сипатталған ЦМС-де ось-де (T_f) және ось-а (T_a) айналасындағы қозғалыстар. Екі буын арасындағы корреляция коэффициенті неғұрлым үлкен болса, екі буын арасындағы қозғалысқа тәуелділік дәрежесі соғұрлым жоғары болады. Бас бармақтың ЦМС буыны мен саусақтардың МСР буындары арасындағы қозғалысқа тәуелділіктер келтірілген. Статистикалық бағалау цифрлар арасындағы корреляциялық қатынастардың айырмашылығын тексеру үшін дисперсияны бір жақты қайталанған өлшенетін талдау көмегімен жүзеге асырылады; нәтиже $p < 0.001$ (мән деңгейі $p < 0.05$ деңгейінде белгіленген) екенін көрсетеді.

2.6-суреттен T_f және T_a буындары арасындағы корреляция коэффициенті 0,740 ± 0,057 (орташа ± SD), бұл T_f мен T_a арасындағы корреляциялық байланыс жоғары екенін білдіреді. Бас бармақтың ЦМС буыны құрама буын деп аталуының себебі осы. Бас бармақтың СМС буыны мен басқа төрт саусақтың МСР буындары арасындағы заттар арасындағы корреляция коэффициенттерінің орташа мәні 0,277-ден төмен, бұл бас бармақ пен басқа төрт саусақтың арасындағы корреляциялық байланыс төмен екенін білдіреді. Пәндер бойынша жеке айырмашылық бар болғанымен, төрт саусақтың МСР буындары арасындағы корреляция коэффициенттері бас бармақтың СМС буыны мен басқа төрт саусақтың МСР буындары арасындағы коэффициенттерден үлкен екенін білеміз. Төрт саусақтың қозғалысқа тәуелділігі бас бармақ пен төрт саусақтың арасындағы қабілетке қарағанда жоғары.

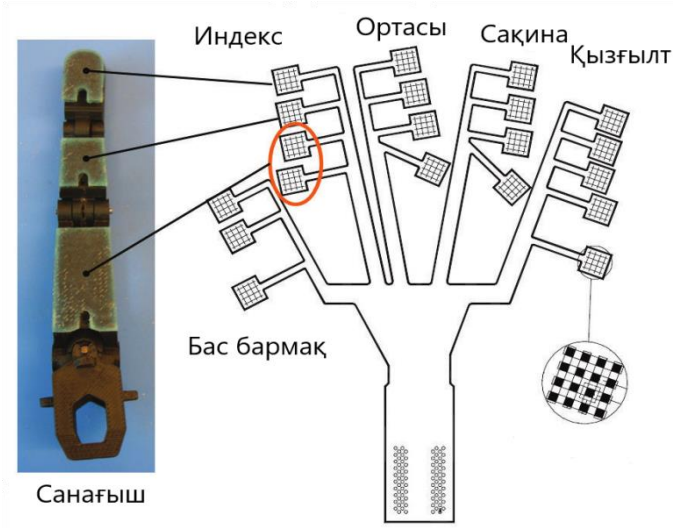


Сурет 2.6 – Сандар арасындағы қозғалысқа тәуелділіктің кластерлік дендрограммасы

Ұстау кезінде қандай сандар корреляциялық қозғалыста болатындығын нақты сипаттау үшін біз агломерациялық иерархиялық кластерлеу әдісін қолданамыз. Бұл кластерлеу әдісі жеке сандық қозғалыс айнымалыларынан басталады. Осылайша, бастапқыда айнымалы ретінде көптеген кластерлер болады. Қозғалысқа тәуелділікті сипаттайтын кез-келген екі сандық ауыспалылар арасындағы корреляция коэффициенті жұп айнымалыға ұқсастық өлшемі ретінде алынады. Топтарды біріктіру бірыңғай байланыс алгоритмімен жүзеге асырылады. *U* және *V* кластері жұбы арасындағы r_{UV} өлшемі келесідей анықталады:

$$rUV = max\{rij \mid i \in U, j \in V\} \qquad (2.6)$$

мұндағы r_{ij} - U кластерінің *i* элементі мен *V* кластердің *j* элементі арасындағы корреляция коэффициенті. Ұқсастық азая түскен сайын барлық кіші топтар бір кластерге біріктіріледі.



Сурет 2.7 – Жақсартылған сенсордың жасанды терінің 2-ші қабаты ретіндегі байланысы

2.5-суретте адам қолының цифрларының қозғалыс кластері суреттелген кезде CMC және MCP буындарының арасындағы корреляция коэффициенттері

көрсетілген. 2.6 суреттен T_f және T_a қозғалысының бір кластерге жататындығын, ал индекстің, ортаңғы, сақиналы және кішкентай саусақтардың MCP буындары арқылы пайда болатын қозғалыс басқа кластерге жататындығын табуға болады. Бас бармағындағы T_f және T_a арасындағы қозғалыстар корреляцияланған, ал индексті, ортаңғы, сақиналы және кішкентай саусақтардың арасындағы қозғалыстар да өзара байланысты.

2.4 Саусақтардың постуральды синергиялық сипаттамасы

Сандар арасындағы қозғалыс қатынасын талдау нәтижелері төрт саусақтың бір уақытта қозғалысқа келтірілгенін көрсетеді, бірақ төрт саусақтың бәрі бірдей ұстап тұрып бір-бірінен тәуелсіз қозғалады. Төрт саусақ арасындағы қозғалысқа тәуелділік төрт саусақта постуральды синергияның бар екендігін білдіреді.

Алдыңғы бөлімдерде айтылғандай, әр саусақтағы буындар арасында қозғалысқа келтірілген үйлесімді байланыс бар. Осылайша, төрт саусақтағы MCP буындарының үйлесімді қозғалысы анықталғанша, төрт саусақта постуральды синергияны анықтауға болады. Функционалды матрицаның Q-тің $h = (q_1^1 q_1^2 q_1^3 q_1^4)^T \sum \mathcal{R} 4^{\times} m$ қозғалыс мәліметтері матрицасындағы сингулярлы ыдырауды қолдану, $q_1^1 \sum R^{1^{\times} m}$, $q_1^2 \sum R^{2^{\times} m}$, $q_1^3 \sum R^{3^{\times} m}$, $q_1^4 \sum R^{4^{\times} m}$ және q - индекс, ортаңғы, сақиналы және кішкентай саусақтардың MCP бірлескен бұрыштық сериясы.

$$Q_h = ULV^T \tag{2.7}$$

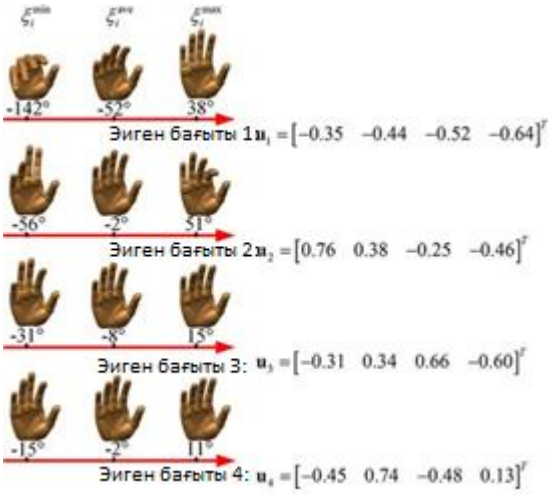
мұндағы $U = (u_1 u_2 u_3 u_4) \sum R^{4^{\times} 4}$ және $u_i \sum R^{4^{\times} 1}$, $V = (v_1 v_2 v_3 v_4) \sum R^{m^{\times} 4}$ және $v_i \sum R^{m^{\times} 1}$, I = 1,2,3,4 әрқайсысы U және V матрицаларының ортонормальды бағандары болады, осылайша

$$T_U = I_4,\ V^T V = I_4,\ (I_4 \sum R^{4^{\times} 1} \text{ сәйкестендіру матрицасы}) \tag{2.8}$$

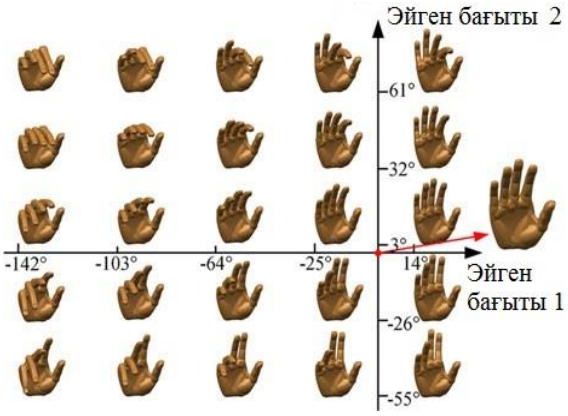
L Q_h матрицасының сингулярлық мәні болатын 1 диагональ элементі бар (4 × 4) диагональды матрица.

Q_h матрицасының бағаны $\Delta q_h \sum R^{4^{\times} 1}$, ол барлық қол саусақтары адам қолының конфигурация кеңістігінде табиғи кеңейту күйінде болатын бастапқы конфигурациядан кейінгі кетуді білдіреді. u_1, u_2, u_3 және u_4 төрт саусақтың бірінші, екінші, үшінші және төртінші постуральды синергетикасы деп аталатын төрт ортомормальды эигендирекция. u_i құрамындағы төрт элементтің пропорционалды байланысы (i = 1,2,3,4) төрт саусақтың үйлестірілген қозғалыс сипаттамасын (дәлірек айтсақ, постуральды синергетикалық сипаттама) анықтайды. ξ_i - координат осі бойындағы сызық, оның мәні адамның қолының конфигурациялық кеңістігінде табиғи иілу қалпын қалыптастырған игенграф скалярлық салмағын білдіреді (i = 1,2,3,4).

Координатаның диапазоны: ξ_i^{max}, ξ_i^{min}, ξ_i^{ave}, (i = 1,2,3,4). Әрбір егу бағытымен бірге минимум, орташа және максималды конфигурацияны білдіретін үш пост тұр:



Сурет 2.8 – Саусақ бастапқы конфигурациясында бекітілген төрт саусақтың постерогенді сипаттамасы. Тек төрт саусаққа қатысты МСР буындарының қозғалысы қарастырылады. Мұнда төрт МСР буынының үйлесімділігі төрт саусақтың ішінде, мұндағы $q_1 \sum R^{1^{\times}m}$, $q_2 \sum R^{1^{\times}m}$, $q_3 \sum R^{1^{\times}m}$ әртүрлі эгендирацияларда көрсетілген



Сурет 2.9 – Адам қолының қозғалыс спектрлері

2.8 суретке ұқсас, мұнда тек төрт МСР буын қарастырылғаны көрсетіледі.

Басқаша айтқанда, адам қолының созылуының әртүрлілігі төрт Евгенграфтың сызықты тіркесуімен тұжырымдалған. Шын мәнінде, Q_h матрицасының $l_i^{1/2}$ (i = 1,2,3,4) сингулярлық мәнін қолдана отырып, қозғалысты қайта құру үшін әр түрлі эвенграфтардың үлес салмағын анықтай аламыз.

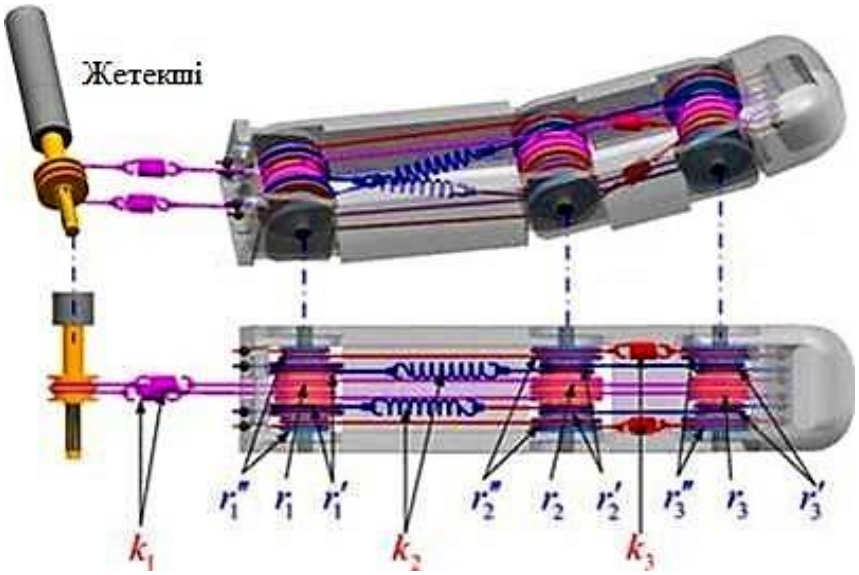
$$C_r^i = l_i / \sum_{j=1}^{4} l_j,\ i = 1,\ldots,4 \qquad (2.9)$$

Демек, адам қолының нақты қозғалысын шамамен бірінші және екінші игенграсптардың сызықтық тіркесімі арқылы қалпына келтіруге болады. 2.8-суретте көрсетілгендей, адам қолының тартылу спектрін 2-деңгейлі координаталық ортогональды координаталық рамада сипаттауға болады.

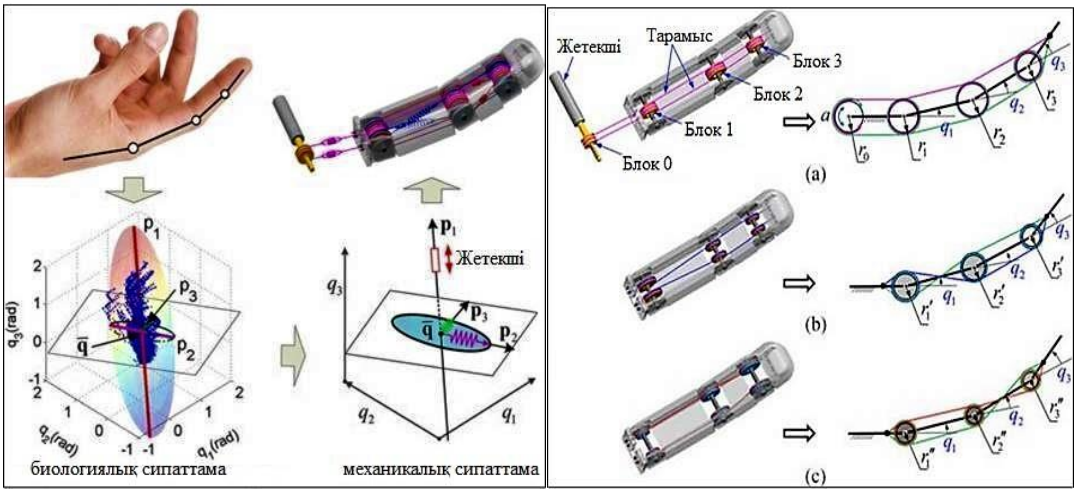
2.5 Антропоморфиялық қолдардың дизайнын бақылау

Антропоморфты қолдың цифрларының дизайн философиясы - адам қолының цифрлық ұстап тұрған қозғалысын жасау. Біріншілік қозғалыс және қайталама қозғалыс адам қолының сандық қозғалысының екі негізгі формасы болып табылады. Мысалы, 2.1-кестеде үш ортогональды игенмотореяның

бағыты және олардың саусақ үшін қозғалыс қалпына келтіруге қосқан үлесі көрсетілген. 2 кестеден бірінші, екінші және үшінші регенерацияның $p_1 p_2$ және p_3 көрсеткіштерін саусақтың қозғалысын қалпына келтіруге қосқан үлесі сәйкесінше 91%, 8% және 1% құрайды деп білуге болады. Ұстау үлгісін қалыптастыру үшін пайдаланылатын негізгі қозғалыс бірінші эгенмоциональды p_1 арқылы жасалады, ал екінші қозғалыс объектінің пішініне бейімделу үшін пайдаланылады және екі рет қозғалады және үштұғырдан тұрады.



Сурет 2.10 – Сұқ саусағының бастапқы және екінші ретті қимылын көбейту механизмі



Сурет 2.11 – Адам санындағы буындар арасындағы байланысты қозғалыстың ықшам механикалық санмен реттелуі, тәуелсіз модуль ретінде сіңір-импульсті беру механизмі жобаланған механикада қолданылады. Координаталық жақтаудың шығу тегі барлық саусақтар кеңейту күйінде болатын бастапқы ұстанымға сәйкес келеді

Бастапқы қозғалыс қоздырғыш арқылы қол жеткізіледі, ал екінші ретті қозғалыс адамның қозғалысы туралы деректердің статистикалық параметрлеріне сәйкес келетін механикалық сәйкестікпен жүзеге асырылады.

2.11-суретте механикалық санға енгізілген серіппелердің деформациясын

ескере отырып және де қоздырғыштың әсерін ескере отырып, келесі қозғалыс қатынасын табуға болады:

$$\Delta_e = R \cdot \Delta q \qquad (2.10)$$

мұндағы $\Delta_e = [\Delta_1 \Delta_2 \Delta_3]^T$ серіппелердің деформация векторын білдіреді, Δi (i = 1,2,3) сіңірге имплантацияланған бірнеше серіппенің деформациясын білдіреді, $\Delta q = [\Delta q_1\ \Delta q_2\ \Delta q_3]^T$ механикалық санның бірлескен бұрыштарының $\Delta q_1 = q_1 - q_{10}$, $\Delta q_2 = q_2 - q_{20}$, $\Delta q_3 = q_3 - q_{30}$, q_{i0}=(i = 1,2,3) санның бұрышы. Геометриялық трансформация матрицасы

$$R = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_1' & -r_2' & -r_3' \\ r_1^n & r_2^n & -r_3^n \end{bmatrix} \qquad (2.11)$$

мұндағы r_i (i = 1,2,3,4) сіңір - импульстік беріліс механизміндегі иілгіш жұптың радиусы, r_i' (i = 1,2,3) механизмдегі иілгіш жұптың радиусы және механизмдегі швеллердің жұпының радиусы. Механикалық санда сақталатын серпімді потенциал механикалық санда сақталған серпімді потенциал ретінде ұсынылады.

$$E_p = (1/2)\Delta_e^T K_\Delta \Delta_e \qquad (2.12)$$

$$K_\Delta = diag[k_1 k_2 k_3] \qquad (2.13)$$

механикалық санға енгізілген серіппелердің қаттылық матрицасы.(2.10 сурет) k_1-қоздырғыштың сіңірлеріне имплантацияланған жұп серіппенің қаттылығы, k_2-механизмге имплантацияланған жұп серіппелердің қаттылығы, ал k_3 - а-ның қаттылығы. Тетікке имплантацияланған серіппелер жұбы.

$$\Delta q = P\eta \qquad (2.14)$$

мұндағы $P = p_1 p_2\ p_3 \sum \mathcal{R}^{3\times3}$ және $\eta = [\eta_1 \eta_2\ \eta_3]^T \sum \mathcal{R}^{3\times1}$ механикалық сан адам санының қозғалысын кеңістігіндегі p_i эигментациялық кеңістікте көбейтуге бағытталған (i = 1,2,3).

$$E_p = (1/2)\ \eta^T\ (P^T R^T K_\Delta \mathrm{RP})\eta \qquad (2.15)$$

(1.15)-ден механикалық санның қаттылық матрицасын эйгенмоустық кеңістіктегідей сипаттауға болатындығын табуға болады.

$$K_p = (RP)^T K_\Delta (RP) = P^T K_q P \qquad (2.16)$$

Содан кейін, біз эллипсоидтың сәйкестігін эйгенмоциональды кеңістікте сипаттай аламыз.

$$\eta^T (K_P^T\ Kp)\ \eta = 1 \qquad (2.17)$$

Механикалық санның бейімделу қабілетін объектінің пішініне адам

санының бейімделуімен сәйкестендіру үшін, механикалық сан оның эллипсоидқа сәйкестігінің сандық деңгейінің гумандигитпен сәйкес келуі керек.

$$\Delta_1 = c_1\eta_1 \text{ , } \Delta_2 = c_2\eta_2 \text{ және } \Delta_3 = c_3\eta_3 \qquad (2.18)$$
$$\Delta_e = c\eta$$

(2.10) мен (2.18) салыстыра отырып, табуға болады

$$R \cdot \Delta q = c\eta \qquad (2.19)$$

(2.14) -ті (2.19) -ге ауыстыру және $P^{-1} = P^T$,

$$r_1 : r_2 : r_3 = \|p_1^1\| : \|p_1^2\| : \|p_1^3\| \qquad (2.20)$$
$$r_1' : r_2' : r_3' = \|p_2^1\| : \|p_2^2\| : \|p_2^3\| \qquad (2.21)$$
$$r_1^n : r_2^n r_3^n = \|p_3^1\| : \|p_3^2\| : \|p_3^3\| \qquad (2.22)$$

Доңғалақ радиусына пропорционалды қатынас бар, онда «:» белгісі пропорционалды білдіреді, және (2.20) -ді (2.16)-ға ауыстыру нәтиже береді.

$$c_1 = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2} \qquad (2.23)$$

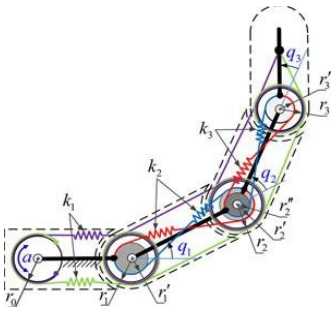
$$c_2 = \sqrt{(r_1')^2 + (r_2')^2 + (r_3')^2} \qquad (2.24)$$

$$c_3 = \sqrt{(r_1^n)^2 + (r_2^n)^2 + (r_3^n)^2} \qquad (2.25)$$

$$K_p = c^T K_\Delta c = diag\ [c_1^2 k_1\ c_2^2 k_2 c_3^2 k_3] \qquad (2.26)$$

$$\eta^T\ diag[c_1^4 k_1^2\ c_2^4 k_2^2 c_3^4 k_3^2] \qquad (2.27)$$

(2.26) теңдеуі көрсетілген механикалық санның сәйкестігінің эллипсоидінің бағыты оң бағытқа сәйкес келетіндігін көрсетеді.



Сурет 2.12 – Жеке сұқ саусағы көрсетілген кинематикалық кескіні

$$1/c_1^2 k_1 : 1/c_2^2 k_2 : 1/c_3^2 k_3 = \sqrt{\lambda_1} : \sqrt{\lambda_2} : \sqrt{\lambda_3} \qquad (2.28)$$

$$\frac{k_2}{k_3} = \frac{\sqrt{\lambda_3}((r_1^n)^2 + (r_2^n)^2 + (r_3^n)^2}{\sqrt{\lambda_2}((r_1')^2 + (r_2')^2 + (r_3')^2} \qquad (2.29)$$

Қысқаша айтқанда, антропоморфты механикалық санды адам қолының

сандық қозғалысын жаңғырта алатындай етіп құру үшін оның геометриялық және физикалық параметрлері жобалау принципін құрайтын барлық қалаған антропоморфты механикалық сандар (2.21), (2.23) және (2.30) шарттарға сәйкес келуі керек.

Механикалық цифрлық дизайнды қарапайымдандыру. Механикалық цифрлық құрылымды барлық сіңір-импульстік механизмдерді антропоморфты жасанды санға орналастыруға болатындай етіп жасау керек.

$$\Delta q_1 \; r_1 r_2^{'} r_3^{'} + r_1^{'} r_2 r_3^{'} + r_1^{'} r_2^{n} r_3 \tag{2.30}$$

$$\Delta q = \begin{bmatrix} \Delta q_1 \\ \Delta q_2 \\ \Delta q_3 \end{bmatrix} = \frac{a r_0}{r_1 r_2^{'} r_3^{'} + r_1^{'} r_2 r_3^{'} + r_1^{'} r_2^{n} r_3} \begin{bmatrix} r_2^{'} r_3^{'} \\ r_1^{'} r_3^{'} \\ r_1^{'} r_2^{n} \end{bmatrix} \tag{2.31}$$

мұндағы r_0 - механикалық қозғағыштың радиусы.

$$\Delta q_1 : \Delta q_2 : \Delta q_3 = p_1^1 : p_1^2 p_1^3 \tag{2.32}$$
$$r_2^{'} / r^{'} = p_1^1 / p_1^2 , \; r_3^{'} / r_2^{n} = p_1^2 / p_1^3$$

Жеңілдетілген механикалық санға салынған серіппелердің деформациясы мен механикалық санның бірлескен бұрыштарының тиісті ығысуы арасындағы байланыс төмендегідей болуы мүмкін.

$$\Delta_e = R^{'} \Delta q \tag{2.33}$$

мұндағы R геометриялық трансформация матрицасы.

$$R^{'} = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_1^{'} & -r_2^{'} & 0 \\ 0 & r_2^{n} & -r_3^{'} \end{bmatrix} \tag{2.34}$$

Жеңілдетілген механикалық сан үшін, K_q қаттылық матрицасы бірлескен кеңістікке өзгертіледі.

$$K_q = \begin{bmatrix} r_1' k_1 + (r_1')^2 k_2 & r_1 r_2 k_1 - r_1' r_2' k_2 & r_1 r_3 k_1 \\ r_1 r_2 k_1' - r_1' r_2' k_2 & r_2^2 k_1 + (r_2')^2 k_2 + (r_2^n)^2 k_3 & r_2 r_3 k_1 - r_2^n r_3' k_3 \\ r_1 r_2 k_1 & r_2 r_3 k_1 - r_2^n r_3' k_3 & r_3^2 k_1 + (r_3')^2 k_3 \end{bmatrix} \tag{2.35}$$

$M_\eta = K^T_p K_p$ мұнда $K_p = P^T K_q P$; онда, бізде

$$M_{\eta =} P^T K_q^T P \tag{2.36}$$

Кеңістікте сипатталған эллипсоидты келесідей формулада ұсынуға болады

$$\eta^T M_\eta \eta = 1 \qquad (2.37)$$

Жеңілдетілген механикалық сан адам қолының цифрлық ұстап тұратын қозғалысын көбейте алатындығына кепілдік беру үшін, жеңілдетілген механикалық санның бастапқы қозғалысы және екінші реттік қозғалысы адам санына сәйкес келуі керек.

Біріншіден, жеңілдетілген механикалық санның геометриялық параметрлері шартты қанағаттандыруы керек, осылайша бастапқы қозғалысты сәйкестендіруге болады. Екіншіден, екі эллипс, дәлірек айтсақ: 1) екінші және үшінші ригидтермен $p_2 p_3$ арқылы қиылысатын жазықтықпен қиылысатын эллипсоидтың түзуі нәтижесінде пайда болған эллипс, және 2) бірдей жазықтықпен қиылысқан тұрақты тығыздықтағы эллипсоид нәтижесінде пайда болған эллипс әрқайсысына сәйкес келуі керек. Жеңілдетілген механикалық сан адам цифрының қайталама қозғалысын жасай алатындай етіп, 2.13-суретте көрсетілгендей, басқалардың пішіні беріледі. Бұл M_s матрицасы диагональды болуы керек және оның диагональ элементі қиылысатын эллипстің негізгі осьтерінің ұзындығының квадратына кері пропорционал екенін білдіреді.

3 Бөлім

3.1 Робот саусақтарының кинематикалық өткізу механизм дизайны

Жоғарыда айтылғандай, бас бармақ басқа төрт саусаққа тәуелсіз қозғалады, ал төрт саусақ бір уақытта қозғалыста болады, бірақ барлық төрт саусақ бір-бірінен тәуелсіз қозғалмайды. Төрт саусақтың арасындағы қозғалыс тәуелділігі оларда постуральды синергия бар екенін білдіреді. Мұнда жобалау мақсаты - бас бармақтан басқа, бірнеше саусақтардың арасында антропоморфты ұстап тұру қимылын синергетикалық түрде көбейту үшін төрт саусақты үйлестіру механизмін ойлап табу.

$$Q_h = S\sigma, S = \begin{bmatrix} l_1^{\frac{1}{2}} u_1 & l_2^{\frac{1}{2}} u_2 \end{bmatrix}, \sigma = [v_1 v_2]^T \tag{3.1}$$

мұндағы $Q_h = [q_1^1 \dots . q_1^4]^T$ жобаланатын қолдың төрт саусағының MCP буындарының қозғалыс шығыс сериясы деп саналады, $\sigma = \sum R^{2^{\times}m}$ оны қозғалыс қатарлары ретінде қарастыруға болады, ал $S\sum R^{4^{\times}2}$ матрицасы кинематикалық беріліс матрицасы деп аталады, бұл күнделікті тіршілік әрекеттерін анықтайтын фактор.

(1.40) теңдеуі механикалық қолдың саусақтары кинематикалық беріліс механизміне (дәлірек айтқанда **S** матрицасы) әсер ете отырып, 2-дәрежелі қоздырғыштың көмегімен адамның саусақтарының қозғалмалы қозғалысын қалыптастыра алатындығын көрсетеді.

S матрицасын екі беріліс материясына ыдыратуға болады. $D \sum R^{4^{\times}4}$ және $S \sum R^{4^{\times}2}$ трицтері .

$$S = DS' \tag{3.2}$$

және $s_{ij}(i = 1,2,3,4)$ $j = 1,2)$ *S* кірістілікке матрицаның элементтері.

$$Q_h = DI\ , I = S'\sigma \tag{3.3}$$

Қимылдарды тарату механизмінің дизайны: мысалы, әр математикалық сипаттамаларға ие болу керек, мысалы, әр жолдағы барлық элементтердің қосындысы 1-ге тең, бірақ әр элементтің мәні әр түрлі болуы мүмкін. *S* матрицасы арқылы берілетін кинематикалық қатынасты былайша түсіндіруге болады: екі параллель сызық бойымен екі қозғалыс кірісі өткізілген кезде, беріліс матрицасы арқылы анықталған қозғалыс шығыс орны қозғалысқа сәйкес келетін екі позицияның қосылу сызығында болуы керек, және қозғалыстың шығу орны екі қозғалыс кіріс позициясына қатысты анықталады.

Осылайша, 3.1-суретте көрсетілгендей жылжымалы және бағыттаушы штангалық механизмді жобалаған кезде оның параметрлері шартқа сәйкес келуі керек.

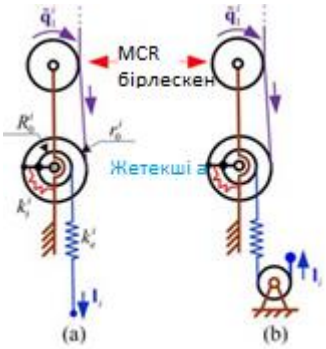
$$d1i\ /d0 = si1/(si1 + si2)\ \text{және}\ di2\ /d0 = si2/(si1 + si2) \tag{3.4}$$

Осылайша механизм қозғалыс үлестірімі қатынасын жүзеге асыра алады

$$Ii = (si1/(si1 + s\,si2)\sigma_1 + (si2/(si1 + si2)\,\sigma_2 \qquad (3.5)$$

мұндағы $d0$ - екі кіріс ілмектері арасындағы горизонтальдық қашықтық, $d1i$ - бірінші кіретін топса мен шығыс ілмек арасындағы көлденең қашықтықты, ал $d^2_i = d_0 - d^1_i$ көлденең ара қашықтықты білдіреді, $d1i$ позицияның біртектілігін қамтамасыз ету үшін қол қойылған мән ретінде орнатылады. Жобаланған механизм (3.2-сурет) қозғалысты тарату механизмі деп аталады, оның үлестіру коэффициенттері тиісінше $si1/(si1 + si2)$ және $s_{i1}/(s_{i1} + s_{i2})$, $s_{i2}/(s_{i1} + s_{i2})(i = 1,...,4$, олар $d0$, $d1i$ және $di2$ тетіктері арқылы жүзеге асырылуы тиіс.

Ii қозғалыстың шығысына дейін 1.15-суретте көрсетілгендей, сіңір-импульстік механизмді жасағанда, ол оны қамтамасыз етуі керек.



Сурет 3.1 – Қозғалыстарды механикаландыру. $si1 + si2 \geq 0$ (a). $si1 + si2 < 0$ болған кезде (b) механизмді таңдалынады

Кірістер мен шығыстардың арасындағы байланыс келесідей:

$$q_1^i = (si1 + si2)I_i,\ i = 1,....,4 \qquad (3.6)$$

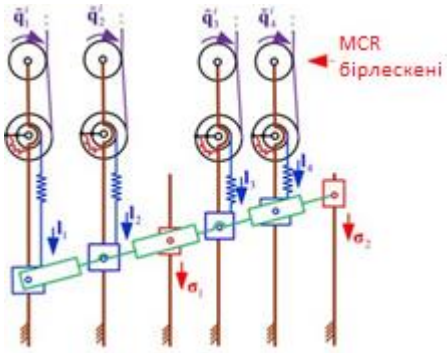
Төменгі шкивтердегі сәт тепе-теңдігін ескере отырып, 3.3-суреттен келесі қатынасты алуға болады:

$$I_i = R_0^i\ (1 + k_e^i/((R_0^i)^2 k_t^i))\ a_i \qquad (3.7)$$

мұндағы k_e^i және k_t^i сәйкесінше R_0^i жетегінің созылу және бұралу серіппелерінің қаттылығы. $a_i \sum R^{1\times m}$ интерактивті детектордың радиусы. Механикалық цифрлық қозғағыштың қондырғысы. r_i жетекінің сыртқы импульсінің радиусы b_i саусақтардың параметрімен байланысты.

$$r_0^i\ b_i = (r_1 r_2' r_3' + r_1' r_2 r_3' + r_1' r_2^n r_3) / (r_2' r_3') \qquad (3.8)$$

$$(r_0^i / b_i)\ (R_0^i k_e^i / (k_t^i + (R_0^i)^2 k_e^i)) = si1 + si2 \qquad (3.9)$$



Сурет 3.2 – Берудің соңғы кинематикалық механизмі

Мұндай механизм қозғалыс масштабының механизмі деп аталады, ал оның масштабтау коэффициенті $s_{i1} + s_{i2}$ (i = 1, ..., 4). $(R_0^i)^2 k_e^i) \gg k_t^i$

$$r_0^i / R_0^i = b_i(s_{i1} + s_{i2}) \tag{3.10}$$

Беріліс матрицасын механикалық түрде жүзеге асыратын соңғы механизм 1.16- суретте көрсетілген. Осылайша, төменгі өлшемді қозғалысты (σ_1 және σ_2) синергетикалық түрде жоғары өлшемді қозғалысты қайта құру үшін қолдана аламыз.

3.2 Беріліс механизмін оңтайландыру.

Берілістің кинематикалық механизмі синергетикалық антропоморфты ұстап тұру қозғалысын көбейту үшін төрт саусақты үйлестіре алады. Алайда, механизмнің өлшемі алақанға салу үшін тым үлкен немесе екі топса арасындағы қашықтық механикалық элементтерді тар кеңістікке орнату үшін шамалы болуы мүмкін. Есептеуді жеңілдету үшін калькуляцияны жеңілдету үшін T матрицасы анықталады. f_1, f_2, φ_1, және φ_2 төрт белгісіз параметрлер, олар берудің жаңа кинематикалық механизмінің параметрлерімен байланысты.

$$T = \begin{bmatrix} f_1 \cos\varphi_1 & f_2 \cos\varphi_2 \\ -f_1 \sin\varphi_1 & -f_2 \sin\varphi_2 \end{bmatrix} \tag{3.11}$$

Екі теңдеуге сәйкес T матрицасының s_{42}^*, s_{21}^* f_1, f_2, φ_1, және φ_2 параметрлерімен байланысты S^* матрицасының элементтері

$$\begin{Bmatrix} s_{i1}^* = (s_{i1} \cos\varphi_1 - s_{i2} \sin\varphi_1) f_1 = x_{i1} f_1 \\ s_{i2}^* = (s_{i1} \cos\varphi_2 - s_{i2} \sin\varphi_2) f_2 = x_{i2} f_1 \end{Bmatrix} \tag{3.12}$$

мұндағы $\varphi_1 = \arctan(s_{21}+s_{22})$ = - 76.7° және $\varphi_2 = \arctan(s_{41}+s_{42})$ = 78.6°

φ_1 және φ_2 тұрақтылар болғандықтан, $x_{iu} = s_{i1} \cos\varphi - s_{i2}$, $\sin\varphi$ (i = 1,...,4, u = 1, 2) де тұрақты болып табылады. Объективті функция кинематикалық берілу механизмін алақанға салуға болатындығына көз жеткізу үшін, механизмнің мөлшерін мүмкіндігінше аз ұстау керек. Мұнда кез-келген екі ілмек арасындағы көлденең қашықтықты максималды азайту екенін анықталынады. Бұл, $min\{max d_{ij}\}$ (3.16)

мұндағы d_{ij} - топсаның ілмектері арасындағы көлденең қашықтық, i,j = 1,

..., 4, және $i \neq j$.

$$d_{ij} = d_0 \left| s'_{i2} * - s'_{j2} * \right| \text{ және } d_{allow}^{min} = d_0 \left(\begin{matrix} min \\ i,j \\ i \neq j \end{matrix} \left\{ \left| s'_{i2} * - s'_{j2} * \right| \right\} \right) \quad (3.13)$$

мұндағы $s'_{i2} * = s'_{i2} * / (s'_{i1} * + s'_{i2} *)$ және $s'_{j2} * = s'_{j2} * / (s'_{j1} * + s'_{j2} *)$

S^* матрицасының элементтерімен , $S *$ матрицасынан ыдырайтын элементтер кез-келген іргелес ілмектер арасындағы рұқсат етілген минималды қашықтық болып табылады. s^*_{ij}(i = 1,...,4, j = 1, 2)

Объективті функцияны келесідей жазуға болады

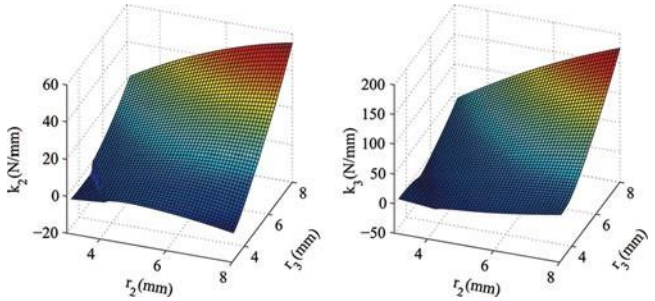
$$min \frac{\begin{matrix} max \\ i,j \\ i \neq j \end{matrix} \left\{ \left| \frac{x_{i2}(f_2/f_1) \quad x_{j2}(f_2/f_1)}{x_{i1} + x_{i2}(f_2/f_1) x_{j1} + x_{j2}(f_2/f_1)} \right| \right\}}{\begin{matrix} min \\ i,j \\ i \neq j \end{matrix} \left\{ \left| \frac{x_{i2}(f_2/f_1) \quad x_{j2}(f_2/f_1)}{x_{i1} + x_{i2}(f_2/f_1) x_{j1} + x_{j2}(f_2/f_1)} \right| \right\}} d_{allow}^{min} \quad (3.14)$$

Мысалы, егер P_i сырғытпалы соққысы тым үлкен болса, онда механикалық қолдың алақан мөлшері ересектердің алақанының мөлшерінен едәуір үлкен болады. Керісінше, егер P_i сырғытпалы соққысы тым аз болса, механикалық қолдың күш беруіне әсер етеді, нәтижесінде кішкене МСР бірлескен сәт пайда болады. Осылайша, P_i жүгірткісі қолайлы диапазонда болуы керек, дәлірек айтсақ:

$$P_{allow}^{min} \leq P_i \leq P_{allow}^{max}, \quad i = 1,...,4 \quad (3.15)$$

мұндағы P_{allow}^{min} және P_{allow}^{max} слайдер соққысының рұқсат етілген минималды және максималды мәндері, сәйкесінше 14 және 28 мм. $P_i = \hat{q}_1 / (s^*_{i1} - s^*_{i2})$

мұндағы $\hat{q}_1$ - механикалық қолдың МСР буынының қозғалыс ауқымы, әдетте $\hat{q}_1 = \pi/2$.



Сурет 3.3 – Қимылдың масштабтау механизмі

r_2, r_3, k_2 және k3 арасындағы байланыс.

$$\frac{P_{allow}^{min}}{P_{allow}^{max}} \ll \frac{x_{i1} + x_{i2}(f_2/f_1)}{x_{j1} + x_{j2}(f_2/f_1)} \leq \frac{P_{allow}^{max}}{P_{allow}^{min}} \quad (3.16)$$

Қимылдың масштабтау механизмі үшін масштабтау шкивтерінің радиусын шығару мүмкін емес. Осылайша, масштабтау біліктерінің радиус қатынасының шектеулерін сипаттауға болады

$$\gamma^{\circ} \leq r_0^i / R_0^i \leq 1/\gamma \tag{3.17}$$

мұндағы γ^{0} - масштабтау шкивтерінің радиус қатынасының рұқсат етілген шекті мәні. Радиустың шегі 4–8 мм-ге тең болса, γ^{0} 0,5-ке тең болады.

Кинематикалық берілістің жаңа механизміне келесі түрде жазуға болады:

$$\gamma^{\circ} \leq b_i((\mathrm{s}_{i1}^{*} + \mathrm{s}_{i2}^{*}) \leq 1/\gamma \tag{3.18}$$

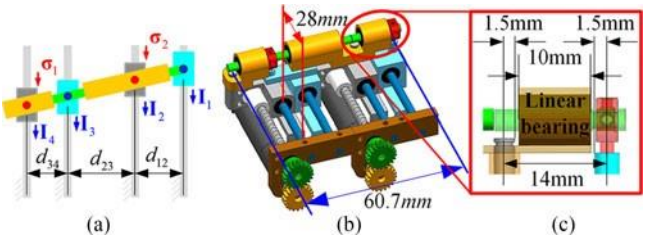
Оптимизация мәселесін тұжырымдау

$$xx^{*} = arg \min_{xx \in D} \left\{ \frac{\max\limits_{\substack{ij \\ i \neq j}} \left| \frac{x_{i2}xx}{x_{i1}+x_{i2}xx} - \frac{x_{j2}\,xx}{x_{j1}+x_{j2}xx} \right|}{\min\limits_{\substack{ij \\ i \neq j}} \left| \frac{x_{i2}xx}{x_{i1}+x_{i2}xx} - \frac{x_{j2}\,xx}{x_{j1}+x_{j2}xx} \right|} d_{allow}^{min} \right\} \tag{3.19}$$

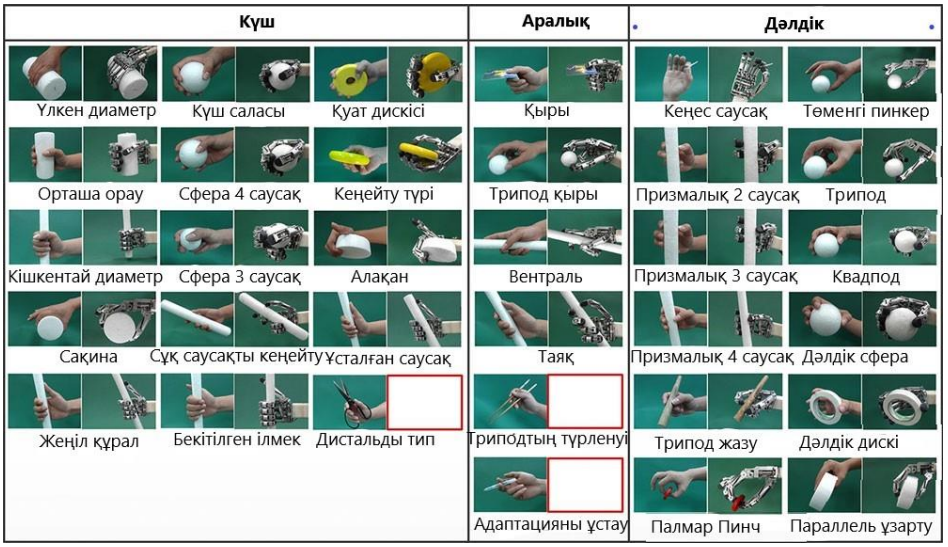
$$\begin{cases} \dfrac{x_{i1} + x_{i2}xx}{x_{j1} + x_{j2}xx} - \dfrac{P_{allow}^{max}}{P_{allow}^{min}} \leq 0 \\ \dfrac{P_{allow}^{max}}{P_{allow}^{min}} - \dfrac{x_{i1} + x_{i2}xx}{x_{j1} + x_{j2}xx} \leq 0 \\ \dfrac{x_{i1} + x_{i2}xx}{x_{j1} + x_{j2}xx} - \dfrac{b_j}{b_i} \dfrac{1}{(\gamma^{\circ})^2} \leq 0 \\ \dfrac{b_j}{b_i}(\gamma^{\circ})^2 - \dfrac{x_{i1} + x_{i2}xx}{x_{j1} + x_{j2}xx} \leq 0 \end{cases} i, j = 1, \dots, 4, \text{және } i \neq j \tag{3.20}$$

Антропоморфты механикалық сан жеті геометриялық параметрлерден, яғни,

$r_1, r_{2,} r_{3,} r_1{}', r_2{}^n, r_3{}'$, және үш физикалық параметрлерден, яғни, $k_1, k_{2,} k_3$ тұрады. Бұл қарастырған шарттар жеңілдетілген механикалық санның адам қолының сандық иілу қимылын көбейте алатындығына кепілдік беретін төрт тежеуді құрайды. Жобаланған элементтердің жарамдылығын ескере отырып, жобалау процесінде берілген шарттардың шектеу теңдеулерін қанағаттандыратын мүмкін параметрлер тобын таңдай аламыз. Шын мәнінде, біз болашақта зерттелетін мәселе болып табылатын жүктеме қабілеті, тұрақтылық және т.б. сияқты кейбір өнімділікті оңтайландыру арқылы параметрлерге қол жеткізе аламыз. Механизмді бас бармақтың қозғаушы модуліне орын қалдырып, антропоморфты алаканға салуға болады. Жоғарыда есептелген механикалық параметрлер негізінде антропоморфты қол өлшемімен жасалынған.



Сурет 3.4 – Қозғалыс механизмінің құрылымы



Сурет 3.5 – Х-қолмен орындалатын антропоморфты ұстау тапсырмалары

Бас бармақ пен басқа төрт саусақтың ұқыпты ынтымақтастығы ұстап тұруда шешуші рөл атқарады. Бұл ынтымақтастықты Капанджи сынағы арқылы қарастыруға болады. Капанджи сынағында адам тақырыбы саусақтарының бас бармағының ұшымен әдетте сегіз анықталатын жерге тиіп тұруы керек. Капанджи сынағының негізінде 3.10-суретте көрсетілгендей бас бармақ пен саусақтардың мүмкін орналасуы біздің роботты қолымызда қабылданған, екі тұрақты қозғалтқыш кинематикалық беріліс механизмін басқару үшін қолданылады, осылайша төрт саусақ антропоморфты ұстап тұрады.

4 Конструкторлық бөлім

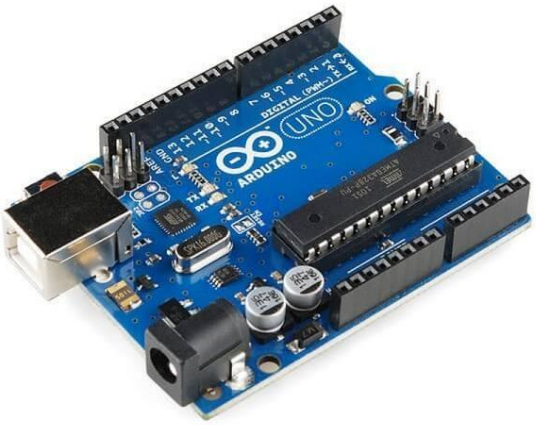
4.1 Arduino Uno платасы

Arduino Uno – бұл ATmega328 негізінде құралған микроконтроллерлы плата. Платада 14 санды кіріс/шығыс пиндары (олардың 6-ын ШИМ шығысы ретінде пайдалануға болады), 6 аналогты кіріс, 16 MHz керамикалық резонатор, USB кірісі, қуат ұяшығы, ICSP баспасы және қалпына келтіру батырмасы орналасқан. Плата микроконтроллермен жұмыс жасау үшін қажетті барлық заттарды қамтиды: USB кірісі арқылы платаны компьютерге жалғау немесе платаны айнымалы токтан тұрақты тоққа адаптер арқылы қоректендіруге болады.

Arduino Uno-ның бұған дейін FTDI USB қолданған платалардан өзгешелігі, Arduino Uno платасы Atmega16U2 контроллерін қолданады.

Платаның негізгі параметрлері:

- Микроконтроллер — ATmega328;
- Жұмыс істеу керенуі — 5 [В];
- Кіріс кернеу(ұсынылған) — 7-12 [В];
- Кіріс кернеу(шектелген) — 6-20 [В];
- Сандық кіріс/шығыс — 14(6 ШИМ шығысы ретінде қолданыла алады);
- Аналогты кіріс — 6;
- Кіріс/шығыс арқылы тұрақты ток — 40 [мА];
- 3.3 В шығару үшін тұрақты ток — 50 [мА];
- Флеш-жады — 32 Кб [ATmega328] оның 0.5 жүктеуші қолданады;
- ОЗУ — 2 Кб [ATmega328];
- EEPROM — 1 Кб [ATmega328];
- Такт жиілігі — 16 [МГц];



Сурет 4.1 – Arduino Uno платасы

Қорек көзі:

Arduino Uno қуатты USB қосылымы немесе сыртқы қуат көзінен ала алады. Қуат көзі автоматты түрде ажыратылады. Сыртқы қуат (USB емес) айнымалы/тұрақты кернеу түрлендіргіші (қуат көзі) немесе батарея арқылы беріледі. Кернеу түрлендіргіші орталық оң полюсі бар 2.1 [мм] коннектордың

көмегімен қосылады. Батарея кабелі қуат қосқышының Gnd және Vin түйіспелеріне қосылады. Бағдарлама 6 [В]-тен 20 [В]-қа дейінгі сыртқы қуаттың жұмысына қабілетті. Қуат кернеуі 7 [В]-тан төмен болған кезде, 5[В] шығысы 5 [В]-тан аз кернеу беріп, ал бағдарлама тұрақсыз жұмыс істеуі мүмкін. 12 [В]-тан жоғары кернеуді қолданған кезде, кернеу реттегіші платаның күйіп кетуіне және бұзылуына алып келуі мүмкін. Ұсынылған диапазон 7 [В]-дан 12 [В]-қа дейін.

Қоректендіру:

– VIN. Кіріс сыртқы көзден қуат беру үшін қолданылады (USB коннекторынан немесе басқа реттелетін қуат көзінен 5 [В] болмаған жағдайда). Қоректендіру кернеуі осы пин арқылы беріледі;

– 5V. Борттағы микроконтроллер мен бөлшектерді қуаттандыру үшін қолданылатын реттелетін кернеу көзі. Қуат VIN істікшесінен кернеу реттегіші арқылы немесе USB коннекторынан немесе басқа 5[В] кернеу көзінен беріледі;

– 3V3. 3.3 [В] терминалындағы кернеуді тізбектегі ішкі реттегіш жасайды. Максималды ток шығыны 50 [мА];

– GND. Жерлендіру.

Жады:

ATmega328 микроконтроллерінде 32 кБ флэш-жады бар, оның 0,5 [кБ] жүктеушіні сақтау үшін қолданылады, ал тағы 2 кбайт жедел жады (SRAM) және 1 [кБ] EEPROM (EEPROM кітапханасы арқылы оқылады және жазылады).

Кірістер мен шығыстар:

Платаның барлық он төрт сандық пиндары pinMode(), digitalWrite(), digitalRead() командалары бойынша кіріс немесе шығыс болып конфигурацияланады. Пиндар 5 [В] кернеуінде жұмыс істейді.

Барлық сандық пиндар жүктеме кедергісі (әдепкі бойынша ажыратылған) 20-50 [кОм] және ток күші 40[мА] резисторлар және бар. Кейбір нәтижелер ерекше белгілерді қамтиды:

– жүйелі: 0(RX) және 1(TX). Бұл пиндар деректерді оқу үшін (RX) және деректерді жіберу үшін (TX) қолданылады. Бұл пиндар ATmega8U2 USB-TTL шинасының пиндарына жалғанған;

– сыртқы үзілулер: 2 және 3. Бұл пиндар төмен, көтерілу немесе құлау жиіліктерінде үзіліс жасауға немесе мәнді өзгертуге конфигурациялануы мүмкін. Толық нұсқаулар Interrupt () функциясының сипаттамасында берілген;

– ШИМ: 3, 5, 6, 9, 10, 11. Бұл пиндардың барлығы 8 битты analogWrite() командасы көмегімен ШИМ-ды қамтамасыз етеді;

– SPI: 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), 13(SCK). Осы берілген пиндар арқылы SPI байланысы жасалады, ол үшін SPI кітапханасы қолданылады;

– LED: 13. 13-ші сандық пинға қосылған ішкі светодиод. Егер терминалдағы мән үлкен әлеуетке ие болса, онда LED диоды жанады;

– TWI: A4 немесе SDA пины және A5 немесе SCL пины. Wire библиотекасын қолданып TWI қосылуын қамтамасыз етеді;

– AREF: Аналогтық кіріс үшін анықтамалық кернеу. AnalogReference () функциясымен бірге қолданылады;

– Reset: Төмен шығыс сигнал микроконтроллерді қайта іске қосады. Әдетте, кеңейту платасында қалпына келтіру түймесін қосу үшін пайдаланылады, ол осы Arduino платасындағы түймені қол жеткізуді блоктайды.

Байланыс:

Arduino Uno платформасында компьютермен, басқа arduino құрылғыларымен немесе микроконтроллерлермен байланыс жасау үшін бірқатар құрылғылар қолданылады. Платада қолданылатын ATmega8U2 чипі бұл интерфейсті USB арқылы жібереді, бағдарламалар компьютермен виртуалды COM порты арқылы «байланысады». ATmega8U2 микробағдарламасы стандартты USB COM драйверлерін қолданады, басқа драйверлер қажет емес, бірақ Windows-қа қосылу үшін ArduinoUNO.inf файлы қажет. Arduino бағдарламасының сериялық шинасын бақылау (Serial Monitor) платформаға қосылған кезде мәтінді жіберуге және алуға мүмкіндік береді. Платформадағы RX және TX жарық диодтары FTDI чипі немесе USB қосылымы арқылы деректерді беру кезінде жыпылықтауы керек (бірақ 0 және 1 терминалдары арқылы сериялық беруді қолданғанда емес). SoftwareSerial кітапханасын Uno кез келген сандық пины арқылы деректерді сериялау үшін пайдалануға болады.

ATmega328 I2C (TWI) және SPI интерфейстерін қолдана алады. Wire кітапханасы I2C шинасын пайдалану ыңғайлылығы үшін Arduino-ға қосылды.

4.2 MG90S сервоқозғаутқыш

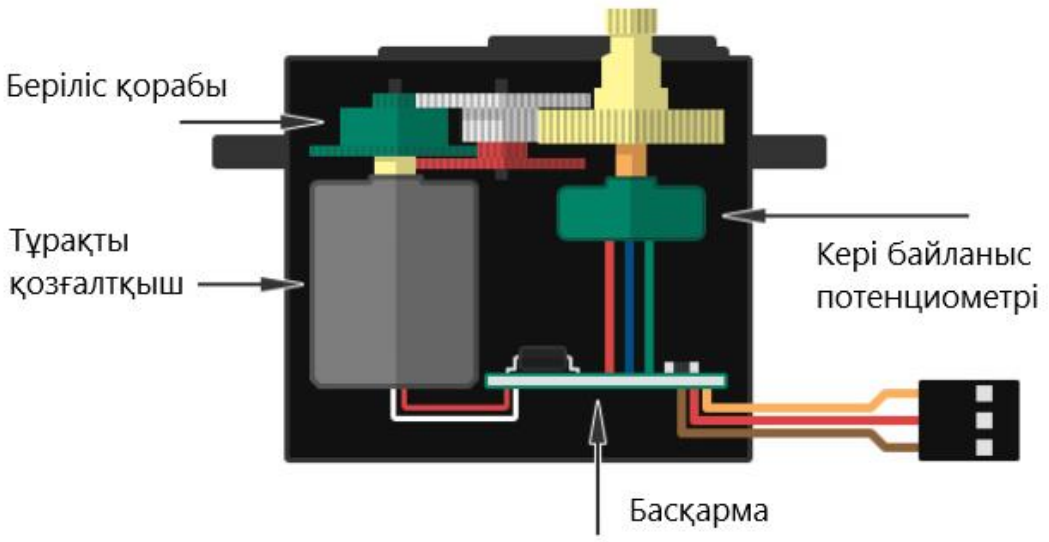
MG90S сервоқозғаутқышы- бұл теріс кері байланыс негізінде қозғалтқыш пен басқару жүйесінен тұратын құрылғылар тобы. Мұндай жетектердің басты ерекшелігі - қозғалыс параметрлерін дәл басқару мүмкіндігі, мысалы, жылдамдық, күш немесе біліктің ұстанымы. Әуесқой сферада, сервостарда, соңғы параметр әдетте бақыланады - біліктің орны. Бұдан әрі осы типтегі құрылғылардың жалпы жұмыс принциптері қарастырылады. MG90s сервоқозғалтқышы (4.2-сурет) шағын және жеңіл, жоғары шығыс күші бар, ұшақ, тікұшақ, квадкоптер және роботтар жасауға өте ыңғайлы және жақсы.

MG90S сервоқозғалтқышы шағын және орташа электрлік модельдер үшін жақсы үйлесімді болып келеді. Бұл миниатюрлық MG90S серво мотордың басты ерекшелігі – оның беріліс механизмі толығымен металдан тұрады. Егер қандай да бір себептермен немесе басқа себептермен сервомоторды пайдалану кезінде оны байқаусызда құлыптасаңыз, бұл сервомотордың пластикалық берілістеріне зақым келтірмейді.

Сервоқозғаутқыш шамамен 180 градусқа бұрыла алады және әдеттегі сервоқозғалуқыштар сияқты жұмыс істейді, бірақ кішірек.

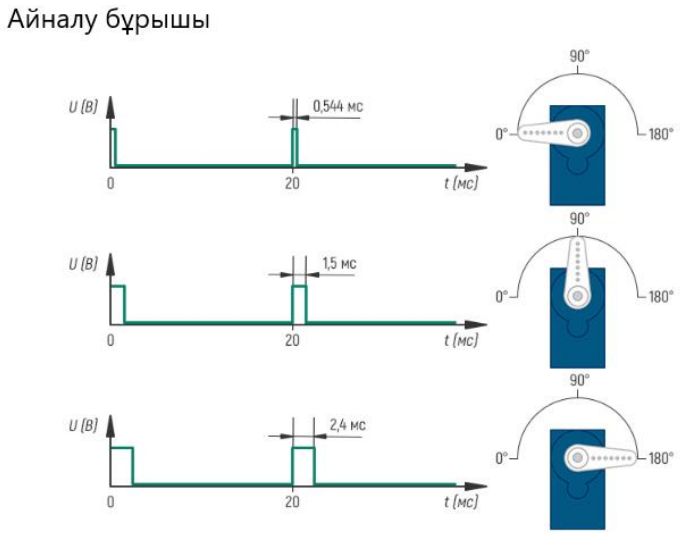
Сипаттамалары:

- салмағы: 13.4 [г];
- өлшемдері: 22.5x12x35.5 [мм];
- айналу күші: 1.8 [кгф·см](4.8В), 2.2 [кгф·см](6В);
- айналу жылдамдығы: 0.1 с/60 градус(4.8В), 0.08 с/60 градус(6В);
- жұмыс істеу кернеуі: 4.8[В]-6[В];
- өлі жолақтың ені: 5 [μs].

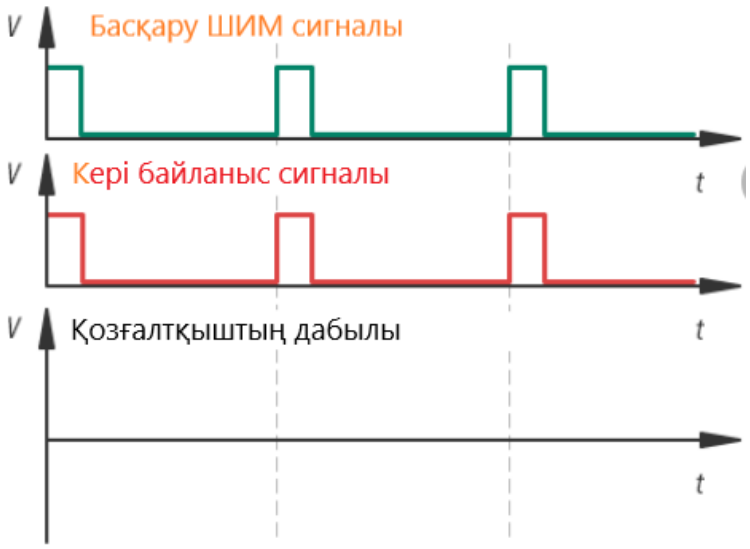


Сурет 4.2 – Сервоқозғаутқыш құрылымы

Сервоқозғаутқыш қисыны өте қарапайым. Кіріске ШИМ басқару сигналы қолданылады, ол кері байланыс жүйесімен құрылған сигналмен салыстырылады. Ал егер кері байланыс сигналының импульстік ені PWM сигналының импульстік енінен қысқа болып шықса, онда қозғалтқыш бір бағытта, ал егер ол ұзын болса, қарсы бағытта айналады. Егер сигналдардың импульстары сәйкес келсе, онда қозғалтқыш тұрақты күйде қалады.



Сурет 4.3 – Айналу бұрышы



Сурет 4.4 – Сервоқозғаутқышты басқару принципі

Көптеген жетектерге тән белгілердің бірі - біліктің шектеулі бұрылу бұрышы. Бұл потенциометрді позиция датчигі ретінде қолданумен түсіндіріледі. Әуесқой салада кең таралған сервок жетектерінің ішінде ең көп тарағандары - 60 ° -80 ° бұрылу рұқсат етілген бұрышы бар модельдер, бірақ 360 ° дискілерді де табуға болады.

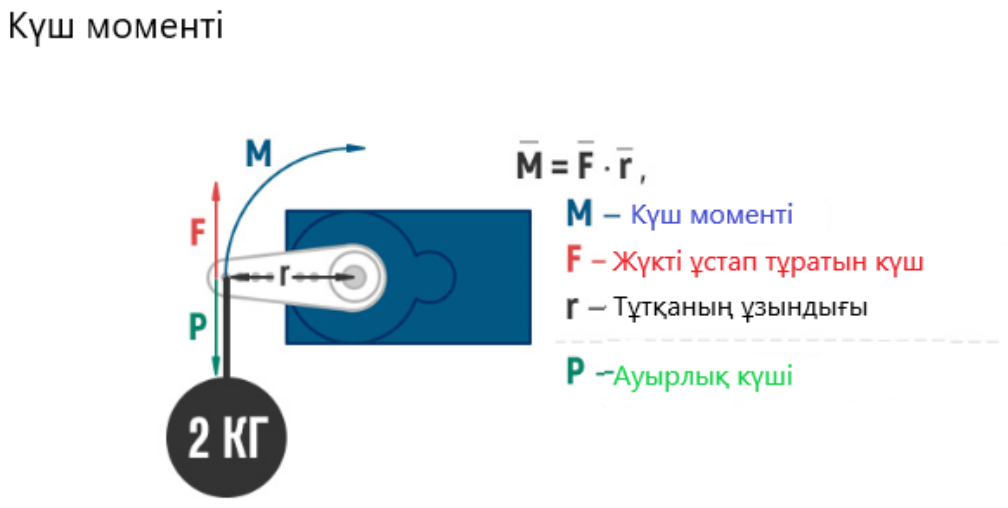
Мұндағы маңызды сәт, кері байланыс импульстарының ұзақтығы кірістірілген потенциометрмен реттеледі, оның білігінің позициясы беріліс берілісі арқылы қозғалтқыш білігі арқылы орнатылады: қозғалтқыш білігі қайда болса, потенциометрдің тұтқасы болады. Осылайша, қозғалтқыш білігінің кез-келген қозғалысы кері байланыс сигналының импульстік ұзындығының өзгеруімен жүреді. Бұл байланыс кері байланысты қалыптастырады. Сіз оны жоғарыдағы серво мотор құрылғысының диаграммасынан көре аласыз.

Күш моменті (момент). Практикалық тұрғыдан алғанда, бұл параметр гравитациялық салмақты белгілі бір ұзындықтағы иықта ұстап тұруға қабілетті екенін айтады. Мысалы, күші 2 [кг] см болатын сервоқозғалтқыш 1 [см] ұзындықта 2 [кг] салмағы бар жүкті көтере алады.

Неғұрлым қатаң тұжырым жасау келесідей: күш моменті - бұл күш векторының векторлық көбейтіндісіне және вектордың физикалық шама және айналу осінен осы күшті қолдану нүктесіне дейін түсірілген вектор. Қатты дененің айналу әрекетін сипаттайды.

SI жүйесіндегі осы шаманы өлшеу бірлігі Ньютон метрі болып табылады [N · m], бірақ іс жүзінде басқа бірлікті кездестіруге болады - килограмм-сантиметр [кгс · см]. Сондай-ақ, см көбінесе [кг · см] деп жазылады.

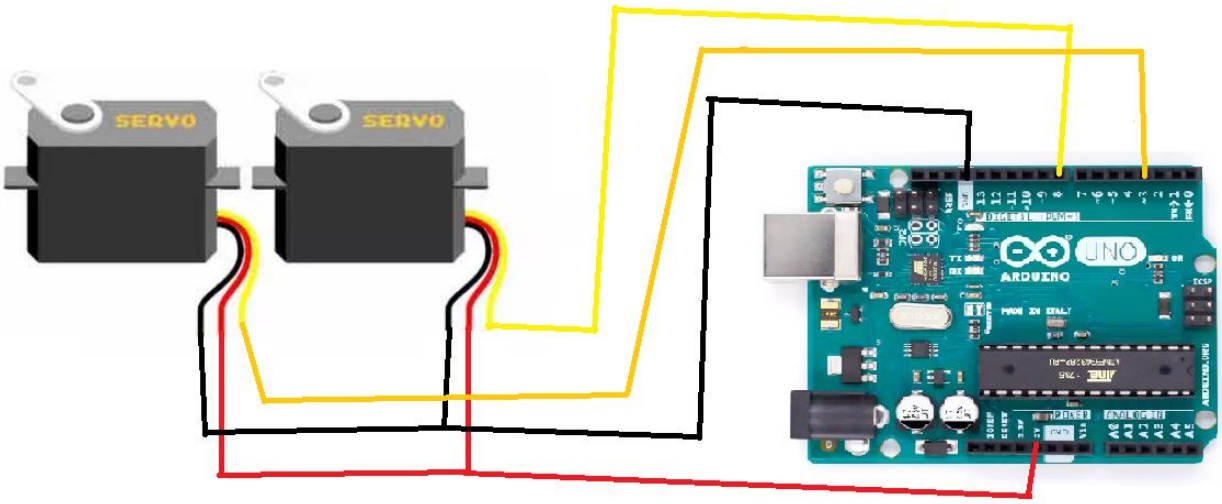
1 кгс · см ≈ 0,098 [N · м].



Сурет 4.5 – Сервоқозғаутқыштың платаға қосылуы

Сервоқозғаутқыш әдетте секундына 60 ° [сек / 60 °] кезінде өлшенеді. Бұл мән серво шығыс білігінің 60 ° айналатындығын көрсетеді.

Айта кету керек, әдетте жоғары жылдамдықты дискілердің күші азырақ болады, керісінше - қуатты сервомоторлар аз қуаттыға қарағанда баяулайды.



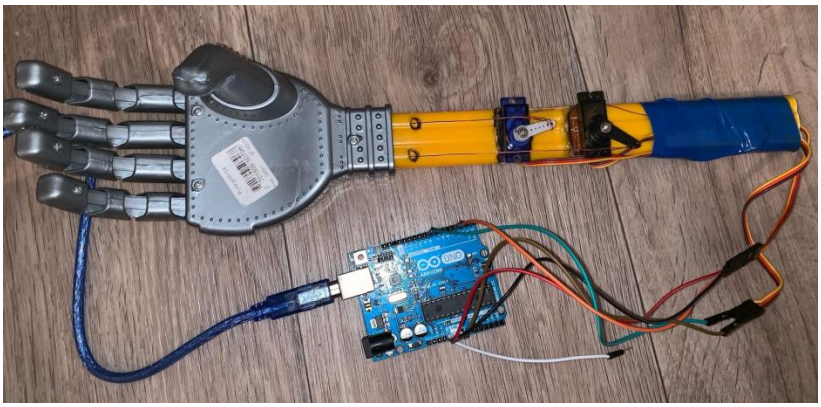
Сурет 4.6 – Сервоқозғаутқыштың платаға қосылуы

4.3 Манипулятор, робот саусақтары және қосу сымдары

Манипулятор - бұл еңбек құралдары мен құралдарының кеңістіктік жағдайын бақылау механизмі.

Сурет 4.7 – Манипулятор, робот саусақтары

Манипулятор буындармен байланысқан сүйектен жасалған қол тәрізді, артикуляциялық байланыстардан тұрады. Механикалық және механикалық емес ұстамалар бар.



Сурет 4.8 - Толықтай жиналған құрылғы

Құрылғының барлық элементтерін дұрыс қосып, бағдарламалау қажет. Программаланған құрылғыны жұмыс дұрыстығына тексереміз. Егер бағдарламаланған құрылғы дұрыс жұмыс жасап тұрса, іске қосып көреміз. Соңғы 4.8-суретте толықтай жиналып, есікке орнатылған құрылғы көрсетілген.

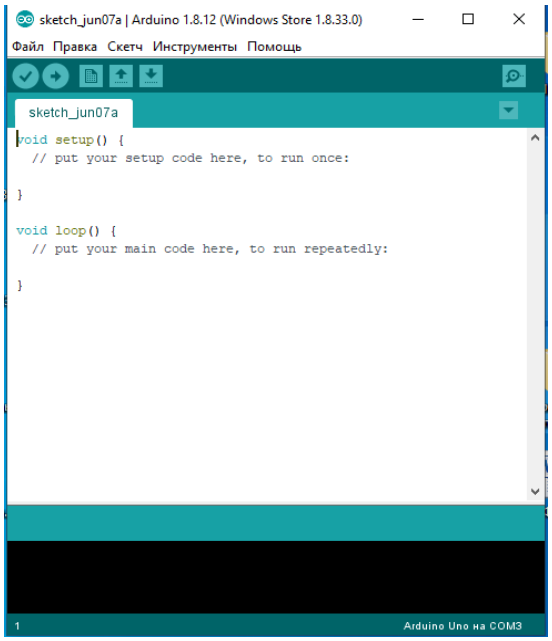
5 Бағдарламалық бөлім

5.1 Arduino IDE

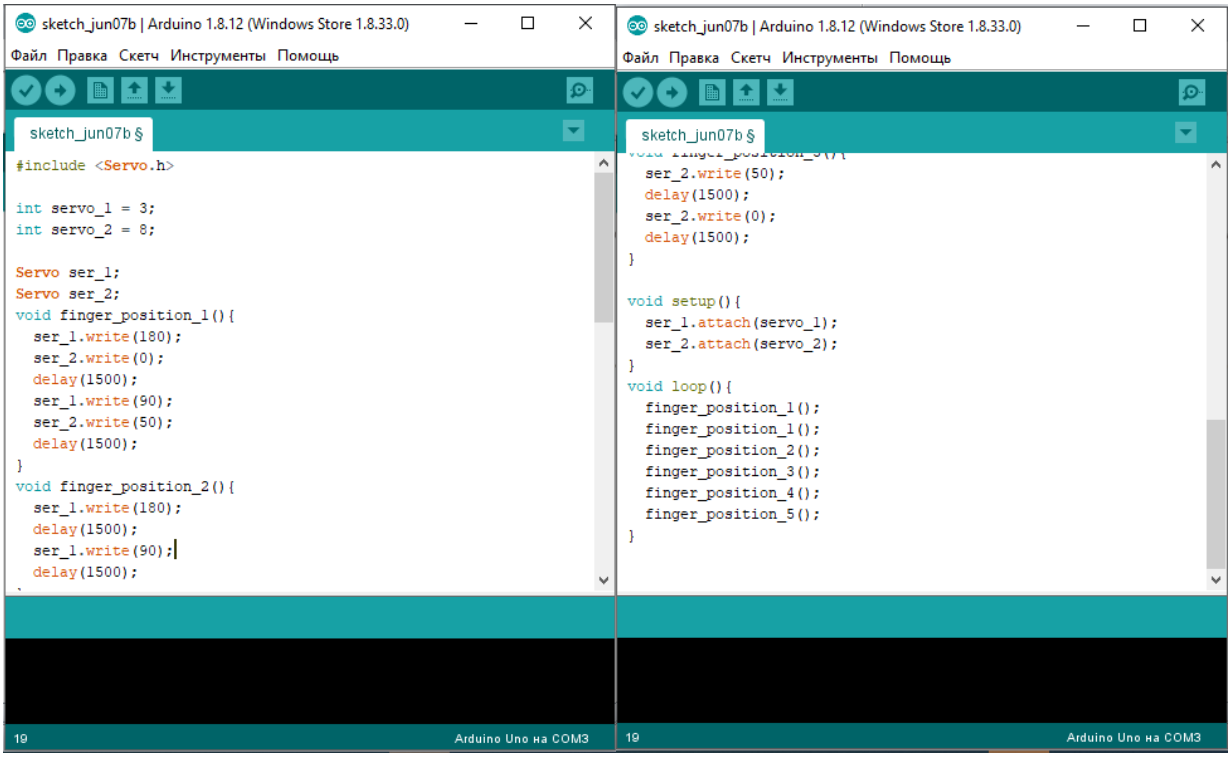
Arduino IDE – Arduino, ең алдымен, тегін компьютерлік бағдарламалық қамтамасыздандыру көзі болып табылады. Бұл программа (IDE) қажет болған кодты жазып, компиляциялап, программалауға арналған. Arduino IDE C++ бағдарламалау тілін қолданады және үнемі өсіп келе жатқан Arduino үлкен кітапханасына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Программада мәтіндік редактор, жоба менеджері, предпроцессор, компилятор және бағдарламаны микроконтроллерге жүктеуге арналған құралдар бар. Ол Java-да өңдеу жобасы негізінде жазылған, Windows, Mac OS X және Linux-та жұмыс істейді. Arduino бағдарламасымен жазылған кодтар скетч деп аталады және ino кеңейтімі бар фалдарда сақталады. Сонымен қатар, стандартты C++ файлдарын жобаға құру және қосу мүмкіндігі бар. Arduino процессорының өзі C ++ тілінде талап етілетін негізгі () функцияны құра алады және қажетті бастапқы операцияларды енгізе алады.

Бағдарламалаушы Arduino setup() және loop() үшін екі міндетті функцияны жазуы керек. Біріншісі іске қосу кезінде бір рет орындалады, екіншісі шексіз циклда жұмыс жасайды.

Arduino IDE Project Manager-де жеке кітапхананы қосу механизмі бар. Олар стандартты C ++ бағдарламасында бастапқы код ретінде IDE жұмыс каталогындағы белгілі бір папкасына қосылады. Кітапхана атауы IDE мәзіріндегі кітапхана тізіміне қосылады. Оларды жинақ тізіміне енгізу үшін бағдарламашы қажетті кітапханаларды белгілеуі керек.

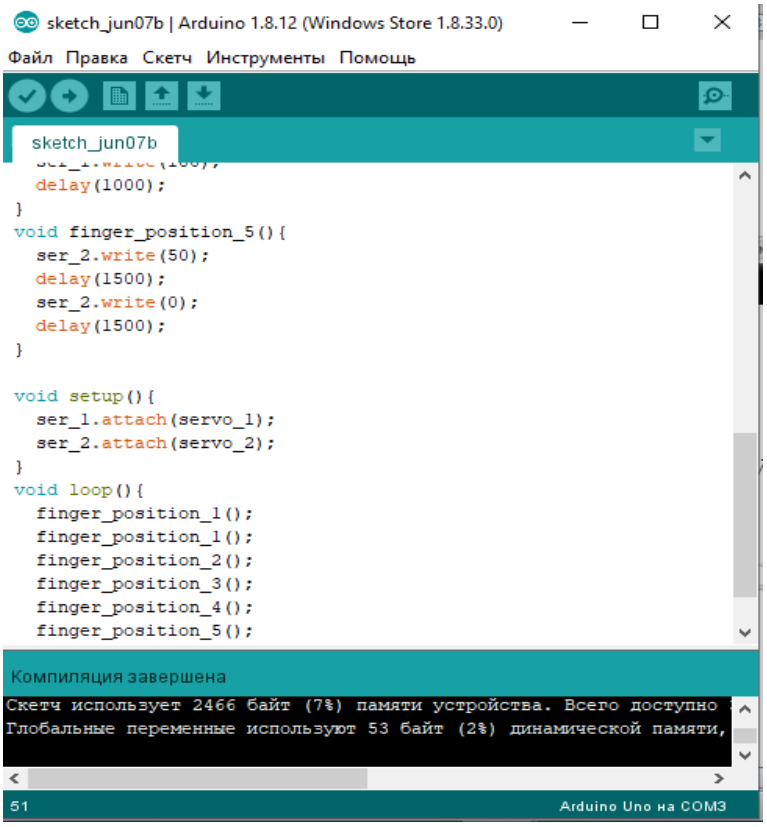


Сурет 5.1 – Arduino IDE бағдарламаушы терезесі



Сурет 5.2 – Манипуляторды еңгізу процессы

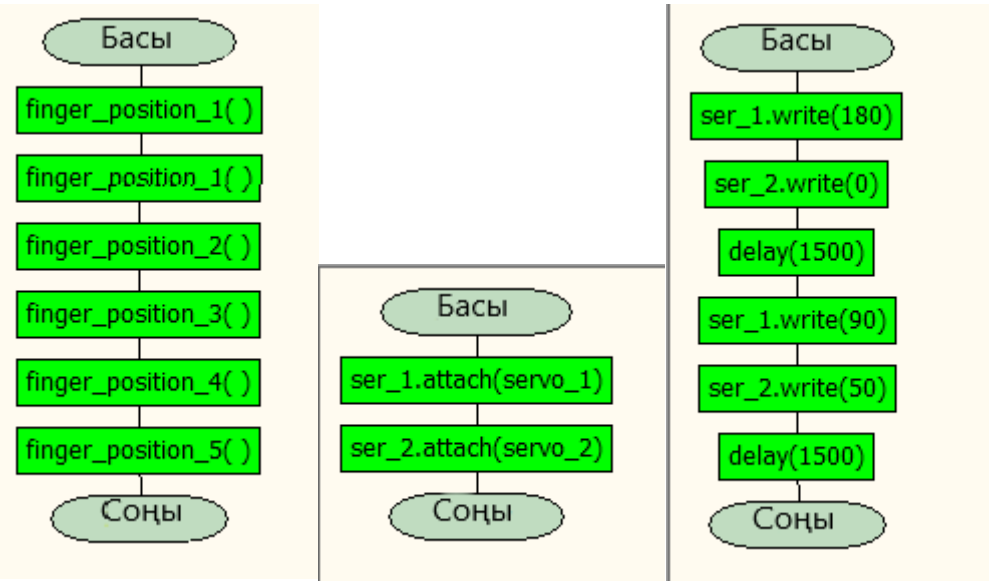
Тіркелген сервоқозғаушы үшін жазылған кодты дұрыстыққа тексеру қажет (5.3-сурет):



Сурет 5.3 – Сервоқозғаушы үшін жазылған кодты тексеру

Манипуляторды плата жадысына жүктеу үшін Arduino IDE-да бағдарлама кодын жазамыз. Жазғаннан кейін порт мониторына кіріп саусақ ізінің #ID-ін беріп, саусақ ізін базаға тіркейміз. Жазылған кодты сервоқозғалтқышпен жұмыс

жасайтындай өзгертуіміз қажет. Сондықтан сервоқозғаушы үшін жазылған кодты алып, саусақ ізі сканерінің кодымен қосамыз және өндейміз. Пайда болған код төмендегідей болып келеді:



Сурет 5.4 – Блок-сұлбасы

Ең соңғы жасайтынымыз – жазылған кодты платаға жүктейміз. Жазылған бағдарлама бойынша құрылғы толықты және дұрыс жұмыс жасайды.

6 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау

6.1 Негізгі заңдар

Осы дипломдық жұмыстың еңбек қорғау бөлімі Қазақстан Республикасының келесі заңдарына сүйене отырып жазылған:

– 15.05.2015 ж. «Қазақстан Республикасының еңбек кодексі»;
– 23.11.2015ж. «Еңбек қорғау және еңбек қауіпсіздігі туралы заң»;
– 10.12.2012 ж. «Еңбек туралы заң»;
– 25.05.2014 жыл « Өрт қауіпсіздігі туралы заңы»;
– 15.05.2013 жыл «Қауіпті өндірістік объектілердегі өндірістік қауіпсіздік заңы № 251 – З – II ҚРЗ.

Дипломдық жоба Құрылысқа қажетті робот саусақтарының құрылыстарын шығаратын желілерді жасау тақырыбына арналған.

Құрылыс объектісінің салынуы құрылыс объектісінің бүкіл өмірлік циклі кезінде (кейіннен кәдеге жарату кезеңін қоспағанда) қауіпсіздікке қойылатын мынадай маңызды талаптардың орындалуы қамтамасыз етілетіндей етіп ұйымдастырылуы (құрылыс өнімін пайдалана отырып жобалануы және салынуы) тиіс:

1) механикалық беріктігі және орнықтылығы;
2) өрт қауіпсіздігі;
3) денсаулыққа (адамдар мен жануарлардың) және қоршаған ортаға қауіпсіздігі;
4) пайдалану (қолдану) процесіндегі қауіпсіздік;
5) шудан қорғау;
6) қуатты үнемдеу және жылуды сақтау.

Жұмысшылар мен қызметкерлергі негізгі кауіпті факторлар:

1. Электр тогы;
2. Өрт болу қауіпі;
3. Дұрыс жобаланбаған жарықтану;
4. Дұрыс жобаланбаған микроклимат;
5. Шу;
6. Психофизиологиялық факторлар.

6.2 Кәсіпорын алаңын жоспарлау және жайластыру, санитарлы қорғаныс аймағы

Еңбек қорғаудың маңызды бөлігі қауіпсіздік шараларының шарты болып табылады. Нормативтік құжат еңбек қорғау аумағында нормалау приципті рімен көрсетіледі. Еңбекті қорғау жұмысында еңбектік процесте қолданылатын техника және технологиялық құралдар маңызды мағынаға ие. Қауіпті өндірістік факторларда жұмыс істеушілерге әсер ететін техникалық құрал және ұйымдық шаралар жүйесі техника қауіпсіздігі деп аталады. Еңбек қорғау жұмысындағы негізгі мәселе еңбек қорғау туралы заңдарды қабылдау болып табылады. Осы заңдарда еңбек процесіндегі адамдардың өзара қатынасының негізгі ережелері анықталады. Заңдардың дамуымен салалық, нормативтік құжаттар және еңбек қорғау бойынша ережелер, сала аралық нормалар реті еңбек қорғау бойынша стандарттар жүйесімен жасау болып табылады. Заңды нормативтік және ұйымдық қызмет ету алдымен адам еңбегінің шарттарын жасауға бағытталады.

Осы шарттарда анықтау үшін ең алдымен адам организмінің медикобиологиялық ережелерін білу керек.

Тіршілік қауіпсіздігінің ғылым ретіндегі негізгі мақсаты адамдарды техносферада антропогенді, техногенді әсерден қорғау және табиғи пайда болатын тіршілік қауіпсіздігінің қолайлы жағдайларына жету.

Еңбек қорғау-өндірістік қауіптілікті және кәсіби заңдылықтарды зерттеп табады. Олардың алдын алу, кәсіби ауруларды, аварияларды және өрттерді жою мақсатындағы әдістерді жасайды.

6.3 Жұмыс орнындарында микроклиматтың нормативті көрсеткіштерін қамтамасыз ету

Өндірістік микроклиматты ұйымдастыру. МЕСТ 1.02.006-14 құжаты кәсіпорындағы жұмыс зонасының ауасына қойылатын талаптарды бекітеді. Бұл стандарт микроклимат көрсеткіштеріне қойылатын жалпы санитарлық – гигиеналық талаптар мен жұмыс зонасының ауасының зиянды заттардың шегін бекітеді.

Өндірістік ортаның метеорологиялық жағдайлары (жұмыс бөлмесі, өндіріс цехтары, ашық жұмыс алаңдары және т.б.) ауаның физикалық күйіне байланысты және негізгі метеорологиялық элементтермен: температурамен ауа қозғалысының жылдамдығы және ылғалдығымен, бұйымның және өңделетін материалдарының және жабдықтың жылытылған беттерінің жылулық сәулеленуімен сипатталады.

Метеорологиялық факторлар, жекеше қалай маңызды болса, бөлек үйлесімділігімен де солай, адамның функционалдық қызметіне, оның денсаулығына үлкен әсер көрсетеді.

6.4 Басқару бөлмесі туралы қысқаша шолу, оның желдету жүйесін есептеу, ауаның шаңдылығымен және газдылығымен күресу іс-шаралары

Бұл берілген жұмыста антропоморфтық қолдардың, яғни робот саусақтарының жұмыс атқарып отыратынын бақылайтын жұмысшылардың санын айтып кетсем, басқару бөлмесінде жұмысшылар екі топқа бөлінеді - негізгі және көмекші.

1) Негізгі жұмысшы саны: 30;

2) Көмекші жұмысшылар: 120.

Өндірістегі жұмысшылар өнімді өндіруде тікелей технологиялық процеске қатыспайды, олардың мақсаты антропоморфтық қолдардың қызмет жасауын бақылау. Өнеркәсіп салаларындағы қызметкерлерге техника инженерлері, инженер–операторлар,тасымалдаушылар, электриктер жатады.

Ауаның шаңдануы және газдануы. Нормалды микроклиматта және қандай да бір бөлінулердің жоқтығынан керекті ауа алмастыруды құрайды:

$$Q = N \cdot Z = 94 \cdot 87 = 2697 \text{ [м}^3\text{/с]} \qquad (6.1)$$

мұндағы Z -бір жұмысшыға арналған ауаның керекті шығыны.

Егер астыңғы желдеткіштің ойығының ауданын 4 [м^2] деп қабылдасақ,онда қозғалыстың жылдамдығы :

$$V = Q \div (\eta \cdot F_H) = 2697 \div (0{,}15 \cdot 4) = 44{,}95 \text{ [м/с]}. \qquad (6.2)$$

Қабылдайтын желдеткіш тесіктеріндегі қысымды жоғалту:

$$H_H = (V^2 \cdot \gamma_H)/(2 \cdot g) = (44{,}95^2 \cdot 1{,}1)/(2 \cdot 9{,}8) = 5{,}34 \ [\text{кгс/м}^2] \qquad (6.3)$$

Бөлмеден шығатын ауаның температурасын мына формуламен анықтайды:

$$T_B = (t - t_1 + m \cdot t_1)/m = (17 - 15 + 0{,}82 \cdot 15)/0{,}82 = 17{,}43 \ [^\circ\text{C}] \qquad (6.4)$$

Бөлмеден шығарылатын ауаның меншікті салмағы:

$$\gamma_B = (0{,}445 \cdot 700)/(273 + 17{,}43) = 1{,}09 \ [\text{кгс/м}^2] \qquad (6.5)$$

Ауа қысымының шығыны:

$$F = H \cdot (\gamma_H - \gamma_B) = 4.2 \cdot (1{,}1 - 1.09) = 0{,}042 \ [\text{кгс/м}^2] \qquad (6.6)$$

Желдеткіш тарту ойығының керекті жиынтықты ауданы:

$$F = Q/(\mu \cdot (H_B \cdot 2 \cdot g)/\gamma_B) = 2697/(0{,}15 \cdot (0.12 \cdot 2 \cdot 9{,}8)/1{,}1) = 123{,}7 \qquad (6.7)$$

Басқару бөлменің жұмыс алаңында ауа қозғалысының жылдамдығы-мен салыстырмалы ылғалдылығы, температурасының оптималды нормалары 6.1-кестеде көрсетілген.

6.1-кесте–Ауа қозғалысының жылдамдығымен салыстырмалы ылғалдылығы, температурасының оптималды нормалары

Жыл мезгілі	Ауа температурасы, [^{0}C]	Салыстырмалы ылғалдылық,[%]	Ауа қозғалысының жылдамдығы, [м/сек]
Жылу	22–25	60–30	0,2–0,5
Салқын	20–22	60–30	0,2-ден көп емес

Өндіріс аумағын жиі желдету және қысқа уақытта келесі шараларды өткізу қажет:

-лас тұрған ортаның температурасын белгілі шегіне дейін төмендету;

-жанғыш затты бөлме аймағынан жою немесе оның нысан аймағында проценттік қатынасын төмендету;

-өндіріс аймағынан тотықтырғыштарды жою немесе жану реакциясы тоқталуына дейін оның концентрациясын төмендету;

-бөлме температурасының нормаларын сақтау.

6.5 Нормативтік жарықтандыру қамтамасыз ету

Өндірістік жарықтандыру. Бөлмені бірқалыпты жарықтандыру үшін нүктелік жарықтандыру әдісі қолданылады. Бөлмеде жарықтандыру аралас әдіспен жасалған; Олар табиғи мен жасанды жарықтандыру. Бөлменің жалпы көлемі: 2900 [м^2] болғанда, жарықтандыру нормасы Ен= 170 [лк]. Жарықтандыру

құрылғысы ретінде ЛЛ - 30 F-2100 [лм]. люминисцентті шамдар қолданамыз. Егер бөлменің ені – 29 м, ұзындығы –50 [м] ретінде алсақ, 7м биіктікте орналастырамыз.

Шамның бағанадағы санын анықтаймыз:

$$m = \frac{l}{l_{cb}} = \frac{50}{1.6} = 31{,}25 \quad 32 \text{ дана аламыз.} \tag{6.8}$$

Шамның қатар санын төмендегі формуламен анықтаймыз:

$$N = \frac{E_н \cdot S \cdot k}{n \cdot F_n \cdot z \cdot \eta \cdot m} \tag{6.9}$$

мұндағы , n жарық шамдағы шам саны -2;

Z - минималды жарықтандыру коэффициенті – 1,1;

η - жарық ағынының қолдану коэффициенті. Ол өндіріс үйінің индексіне байланысты.

$$i = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{1864.7}{7(46+41)} = 3.0 \tag{6.10}$$

η – 0,42тең

$$N = \frac{150 \cdot 1864{,}7 \cdot 1{,}4}{2 \cdot 2100 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}42 \cdot 28} = 7{,}2 \tag{6.11}$$

6.6 Электр қауіпсіздігі

ҚР ҚНжЕ 4.04.23-2004 құжаты негізінде 400 [Гц]-ге дейін жиілікте тұрақты және айнымалы токпен жұмыс істейтін электр қондырғыларының қорғаныс жерлену мен нөлдеуіне арналған, және қорғаныс жерлену мен нөлдеу арқылы электр қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Стандарт жарылысқа қауіпті зоналар, электр транспорттар, кемелер, металликалық резервуарларда, су астында, жер асты мен медициналық техниканың қорғаныz жерлену мен нөлдеуіне қолданбайды.

Қорғаныс жерлену мен нөлдеу, изоляцияның бұзылғанының арқасында электр қондырғысының ток жүрмейтін металл бөліктері кернеу астында қалғанды, адамның сол металл бөліктеріне тиіп кеткен жағдайда электр тогынан қорғау керек.

Қорғаныс жерлену электр қондырғысының металликалық бөлімімен жер немесе жерге балама арасындағы әдейі жасалған электрлік байланыста айтады.

Нөлдеу электр қондырғысының металликалық бөлімімен қоректі көздің жерленген нүктесі арасында қорғаныс нөлдік өткізгіш арқылы электр байланысы айтылады.

Қорғаныс жерлену мен нөлдеуге электр қондырғыларының ток жүргізбейтін металликалық бөлімдерінің басқа түрлі қорғаныс әдісі болмаған жағдайда қамтылу керек.

Электр қондырғыларының қорғаныс жерлену мен нөлдеуін келесі шарттарға сәйкес орындау керек:

-айналмалы токтың номинальді кернеуінің 380 [В]-тан, тұрақты токтың 440

[В]-тан жоғары болған кезде міндетті түрде болу керек;

-ҚР ҚНжЕ 4.04.23-2004 құжатына сәйкес қауіпті және аса қауіпті жұмыстарда айналмалы токтың номинальді кернеуінің 42 – 380 [В] аралығында, тұрақты токтың 110 – 440 [В] аралығында болған кезде міндетті түрде болу керек.

Электр қондырғыларында қорғаныс жерлеу ретінде алғашқы кезеңде табиғи жерлегіштер қолданылуы керек.

Шекті кернеу мен жерлегіш құралдарының кедергісі жылдың кез келген мезгілінде қамтылу керек.

Бір немесе көп қызмет атқаратын электр қондырғыларына жерлегіш қызметін атқаратын құралдар, осы электр қондырғысының жерлегіш функциясын атқаратын барлық талаптарына сәйкес болу керек.

Жерлегіш мен нөлдеу қорғанысқа қолданылатын өткізгіш ретінде осы қызметке арнайы жасақталған құралдарды пайдалану керек, немесе құрылыс металликалық, электро монтаждық конструкцияларды қолданған жөн. Нөлдегіш өткізгіштер ретінде алғашқы кезеңде жұмысқа қабілетті тұрған өткізгіштерді пайдалану керек.

Жерлегіш қорғаныс пен нөлдеуге қолданатын өткізгіштердің материалы, конструкциясы мен размері, жылдың барлық мезгіліне және механикалық пен химиялық әсерлерге тұрақтылықты қамтамасыз ету керек.[8]

Металликалық құрылыс заттары мен өнеркәсіптік конструкциялар арасында потенциалдарды теңестіру үшін жерлегіш немесе нөлдегіш желілеріне қосылуы керек.

Электр жабдықтарын қорғаныстық жерге қосу. Тікбұрыш өлшемдері: ені: b=40[м], ұз: l=2[м]. Жердің меншікті кедергісін мезгілдігімен қоса анықтаймыз: Тік жерлендіргіш электродтар үшін: $\rho = \rho_{\grave{o}} \cdot \psi = 700 \cdot 1{,}4 = 980$ [Ом м]

Топырақ. Кәсіпорын II климатикалық аймағында орналасқан,сонда: $\rho_{\grave{o}} = 700$ [Ом м]

ψ - II климатикалық аймағындағы қалыпты ылғалдылықтағы маусымдық коэффициент, ψ=1,4;L=2 [м].

Көлденең жерлендіргіш электрод үшін:

$\rho = \rho_{\grave{o}} \cdot \psi = 700 \cdot 1 = 700$ Ом мұндағы $\rho_{\grave{o}} = 700$ [Ом] [мψ]=1.

Жасанды жерлендіргіштің кедергісінің шекті шақтамалы мәні:

$$R_{\text{ØÅÊ}\,.} = \frac{R_{å} \cdot R_{í}}{R_{å} - R_{í}} = \frac{5{,}7 \cdot 2}{5{,}7 - 2} = 3{,}08 \quad [\text{м}] \tag{6.12}$$

Тік жерлендіргіш кедергісі мына формуламен есептеледі:

$$R_{\text{ÆÅÐ}} = \frac{0{,}336 \cdot \rho}{l} \cdot \left(\lg \cdot \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{l}{2} \cdot \lg \cdot \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) \tag{6.13}$$

мұндағы l -тік электродтың ұзындығы, l=2 м;

d- тікэлектродтыңдиаметрі, d=0,85м;

t-жер беті мен жерлендіргіштің ортасына дейінгі ара қашықтығы, t=0,5[м].

$R_{ЖЕР} = 86{,}8$ [Ом].

Көршілесті квертикальді электродтардың ара қашықтығы a/L=2 қатынасында a=7. Алдын ала электродтардың жуық санын төмендегі формуламен анықтаймыз:

$$\left(N_E \cdot n\right) = \frac{R}{R_H} = \frac{86{,}8}{3{,}08} = 28{,}1. \qquad (6.14)$$

мұндағы n=29,сандарды толық сандарға жуықтағанда, біз тік электродтардың санын анықтаймыз n=29, ηе=0,9.

Вертикальді электродтарды қосу үшін қалыңдығы 6 мм жолақты болат және 180 мм^2 қимасымен қабылданады.

Қосылатын жолақтың ұзындығын анықтаймыз:

$L = 1{,}05 \cdot (n-1) \cdot a = 1{,}05 \cdot (22{,}4-1) \cdot 7 = 157{,}2$ м. $\rho = 950$ [Ом м] жолақтың тоқтың ағуына кедергісі:

$$R = \frac{0{,}336 \cdot \rho}{L} \cdot \lg \cdot \frac{2 \cdot L^2}{c \cdot t} = \frac{0{,}336 \cdot 980}{157{,}2} \cdot \lg \cdot \frac{2 \cdot 157{,}2^2}{0{,}04 \cdot 0{,}5} = 5{,}2 \text{ [Ом]} \qquad (6.15)$$

мұндағы С-жолақтың қалыңдығы, С=0,04м;

t-жерлендірудің тереңдігі, t=0,5 м.

a/L=2 және n=22,4 мәндерінде көлденең вертикальды электродтардың коэффициенті ηЭ=0,55 және жолақ ηП=0,56 табамыз.

Жасанды жерлендіргіштің барлық жерлендіруін есептейміз:

$$R_{Æàñ.Æåðë.} = \frac{R \cdot R_{Ï}}{R \cdot \eta_{Ï} + R_{Ï} \cdot \eta_{Ý} \cdot n} = \frac{5{,}2 \cdot 2}{5{,}2 \cdot 0{,}56 + 2 \cdot 0{,}55 \cdot 22{,}4} = 1{,}32 \text{ [Ом]}. \qquad (6.16)$$

6.7 Техникалық регламент талаптарын енгізу

Осы дипломдық жобада «Өнеркәсіптік қауіпсіздікті техникалық реттеу және жұмыскерлеріне қойылатын техникалық талаптар.» -2014 жылғы 22 қазандағы қаулыға сәйкес. «Өнеркәсіптік техникалық конструкцияларының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламентін қолдана отырып жасалды.

Осы Техникалық регламентте мыналар:

Оператор орнынан көрініс оператордың, антропоморфтық қолдардың және оның құрал-жабдықтарын қолдану кезінде қауіпті аймақта болатын адамдардың жалпы қауіпсіздігін қамтамасыз етуі тиіс.

Өнімнің, қызметтің қауіпсіздігі және сапасы. Өнімнің бәсекеге қабілеттілігін жоғарылату. Табиғи және энергетикалық ресурстарды үнемдеу. Техникалық реттеудің мемлекеттік жүйесінің бірлігі және тұтастығы. Бірыңғай терминологияны, өнімге, қызметке, процестерге қойылатын талап-тарды анықтау ережелерін қолдану.

Отандық және импортқа шығарылатын өнімге, қызметке және рәсімдерге қойылатын талаптардың теңдігі.

Техникалық регламенттер мен стандарттарды әзірлеу кезінде ғылым мен техниканың жетістіктерін, халықаралық және өңірлік ұйымдардың стандарттарын қолдану.

Техникалық регламенттер талаптарының мемлекет экономикасының, материалдық-техникалық базасының даму деңгейіне, ғылыми-техникалық дамуына сәйкестіктері.

Техникалық регламенттердің, стандарттардың және олар туралы, оларды әзірлеу, бекіту, жариялау тәртібі туралы ақпараттың қол жетімділігі. Сәйкестікті растаудың бірыңғай жүйесі және ережелері.

Жұміскердің өзіне жүктелген қызметтерді орындауы, ал құралын пайдалану, баптау және қызмет көрсетуі кезінде қандай да бір адамға және қоршаған ортаға залал келтірмеу мақсатында құрастырылуы және жасалуы қажет.

Техникалық регламентке және нормативті құжат талаптарына сәйкес нарыққа шығаруды қамтамасыз ету үшін аспапты өңдеу және шығару кезінде барлық қажетті сынау түрлерінен өтуі керек.

Жарылғыш қоспа, шаңның жарылғыш концентрациясы түзілуі мүмкін жерлерде жұмыс істеу үшін арналған роботтар жарылыстан қорғаушы электржетектермен және электр жабдықтарымен қамтамасыз етілуі керек.

Сыртқы шудың және жұмыс орнындағы шудың деңгейі нормативті құжаттардағы мәнінен аспауы керек.

Құралдар оның қол жетімді жерлерінде орналастырылған және бекітілген өрт сөндіруге қажетті құралдармен жабдықталуы тиіс. Өрт сөндіру құралы орналасқан орын арнайы белгі немесе жазумен көрсетілуі тиіс.

6.8 Өрт-жарылыс қауіпсіздігі

Өрт және жарылыс қауіпсіздігі. Кәсіпорын объектілерді өрттен қорғау:объектіні отқа тұрақтылық дәрежесін дұрыс таңдаумен; өрт ошағының пайда болған жағдайдағы оттың таралуын шектеу; жарылысты басымырақ басуға бағытталған жүйені қолдану, түтінге қарсы қорғаныс жүйесін қолдану; адамдарды қауіпсіз көшіру; өрт сөндіру мен өрт дабылдағыш құралдарын қолдану; өрттен қорғануға ұйымдастырумен қамтамасыз етілуі тиіс.

Кәсіпорын объектілердің өртке қарсы құралдары жаңа өнеркәсіп орындарын жобалау барысында өндірілетін инженерлі-техникалық іс-шаралардың комплексі болып табылады. Сондықтан өндірістегі өрт қауіпсіздігі белсенді өрт қорғанысымен алдын алу тәсілдерімен қамтамасыз етіледі.

Өртті жою және алдын алу үшін біріншіден оның пайда болу себебін білу қажет. Оның себептері әр түрлі болуы мүмкін және физикалық,химиялық,биологиялық құбылыстарымен түсіндірілуі мүмкін.

6.2-кесте –Өрт қауіпсіздігі бойынша өндіріс санаты

Өндіріс	Өндіріс санаты	Өндірістегі заттар сипаттамасы
Өртке қауіпті өндіріс	Өртті локализациялау	Суық кезде жанбайтын заттар мен материалдар

Өртті локализациялау және жою үшін, қысқа уақытта келесі шараларды

өткізу қажет:

-Өртеніп тұрған ортаның температурасын белгілі шегіне дейін төмендету;

-Жанғыш затты өрт аймағынан жою немесе оның өрт аймағындапроценттік қатынасын төмендету;

-Өрт аймағынан тотықтырғыштарды жою немесе жану реакциясы тоқталуына дейін оның концентрациясын төмендету.

Өрттің пайда болу себептері (статистикалық көрсеткіштері бойынша):

- Отты абайсыз қолдану;

- Өндірістік жабдықтардың бұзылуы және технологиялық прцесстерді бұзу;

- Электрикалық құрылғылардың ақаулы күйі және оларды пайдалану ережелерін бұзу;

- Жылыту аспаптарының ақаулы күйі мен оларды пайдалану кезінде өрт қауіпсіздігін ережелерін бұзу.

Кішігірім өрттердің барлық түрін сөндіруде қолданылатын, сиымдылығы 2, 5 және 8 [л] тең ОУ-2, ОУ-5 және ОУ-8 қолмен сөндіруге ар-налған көмірқышқыл өрт сөндіргіштері.Бұл өрт сөндіргіштер қысым вентилінің маховикті айналдыруы арқылы іске қосылады. Қар тәрізді көмірқышқыл ағыны 2 [м] қашықтыққа 30-40 секунд уақыт ішінде әсер етеді. Балондағы көмірқышқыл сұйығы 6 [мПа] қысымда болады да, тұтқаның вентилін ашқанда ондағы қысым 0,98*105 [Па] дейін төмендейді. Нәтижесінде сұйық көмірқышқыл температураның төменгі көрсеткішінде газ тәрізді күйге өтеді. Сондықтан өрт сөндіру құралдарымен жұмыс істегенде сақ болу керек

Өртке қауіпті объектілерде өрт хабарлаушы датчиктер орналастырылады. Олар өрт болған кезде сым арқылы (немесе сымсыз) қабылдаушы аппараттарға дабыл береді. Бұл автоматты өрт дабыл беру құрылғысы деп аталады.

Өрт қауіпсіздігі. ҚР ҚНжЕ 2.02-05-2014 құжаты әртүрлі объекттердің қорғаныс жағдайы бойынша өмір циклінің барлық сатысына жалпы талаптарды орнатады. Ал өмір циклінің сатылары келесідей болады: зерттеу, нормативті құжаттарды жасау, құрастыру, жобалау, дайындау, құрылыс, қызметті орындау, тәжірибе жұмыстары, сатып алу, сату, сақтау, тасымалдау, орнату, монтаж, техникалық қызмет, ремонт, эксплуатация, утилизация. Бұл нормаларға сәйкес келмейтін объекттерге, стандарт, өрт қауіпсіздігін құрылыс, реконструкция мен эксплуатация сатыларына орындалады.

6.3-кесте –Құрылыстың отқа төзімділік категориясына байланысты шығыстардың ара қашықтығы мен отқа төзімділік көрсеткіші

Құрылыстың көлемі, [м^3]	Қауіпті өрт категориясы	Құрылыстың отқа төзімділік көрсеткіші	Ағын тығыздығы кезіндегі (адам./[м^2]) шығыстардың шеткі мүмкін болатын ара қашықтығы [м]		
			1	2-3	4-5
15 дейін	А, Б	I, II	40	25	15
	B_1-B_2	I, II	100	60	40
	B_2-B_3	III	70	40	30
	B_3-B_4	IV	50	30	20
30	А, Б	I, II	60	35	25
	B_1-B_2	I, II	145	85	60

	B_2-B_3	III	100	60	40
40	А, Б B_1-B_2 B_2-B_3	I, II I, II III	80 160 110	50 95 65	35 65 45

6.3-кестенің жалғасы

50	А, Б B_1-B_2	I, II I, II	120 180	70 105	50 75

Өндіріс санаты “Г” (суық кезде жанбайтын заттар мен материалдар). Учаскенің құрама бөлігі (іргетас,тіректер) және дайын өнімдер (дайындама,бұйымдар) I топқа жатады (өртенбейтін материалдар).

6.4-кесте – Өрт сөндіру нормалары бойынша басқару бөлмесі келесі құрал-жабдықтармен жабдықталған

Өрт сөндіру нормалары бойынша басқару бөлмесі жабдықталған құрал-жабдықтар	Саны
ОУ-5 көмірқышқылды өрт сөндіргіш	10 дана
ОВП-10 ауа-көбікті өрт сөндіргіш	10 дана
Құмжәшік	5 дана
Сүймендер	24 дана
Багорлар	16 дана
Балталар	10 дана

7 Экономикалық есептеу бөлімі

7.1 Робот саусақтарының сипаттамасы мен қажеттілігінің негіздемесі

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімі робот саусақтарының кинетикалық және динамикалық талдау әдістерін зерттеу жұмысын жүргізуге кеткен шығындарды есептеуден құралады. Есептеудің шикізатқа, реактивке, құрал-жабдықтарға, суға, электроэнергияға, ыдыстарға кеткен шығындар бойынша жүргіземіз.

Өнеркәсіптік құрылым өте қиын қоғамдық процесс. Ол өндіріс бөлімінің және жеке адамның жұмыстарын бірге қосып аспаптар шығарады. Өндіріс процесін тікелей ұйымдастыру жоспарлауды, епті басқаруды талап өтеді.

Үнемділік - өндіріс тиімділігін сипаттайтын негізгі көрсеткіш. Күрделі шығындар - бұл құрылғылардың немесе кәсіпорынның құрылысына кеткен барлық шығындардың жиыны. Меншікті күрделі шығындар күрделі шығындарға қарағанда ең көрнекі көрсеткіштер болып табылады, олар аммофос құрылғылары құнының оның жылдық өнімділігіне қатынасынан шығады.

Негізгі экономикалық көрсеткіш ретінде өз құны алынады. Бұл өндірісте өнімнін 1 түрі шығарылады. Оның өзіндік құнын әр топтамасының шығарылу мүмкіндігінше есептейді, себебі энергия ресурсынын үнемі өсуіне байланысты өнімнің накты бағасын белгілеп аныктау өте қиын.

Екінші маңызды экономикалық көрсеткіш ретінде төлемақы болып саналады. Төлемақы қорын есептеу штатты тізім бойынша есептеледі. Цехта 2 түрлі енбек төлеуі бар: мерзімді және мерзімді сыйлык.

Келесі экономикалық көрсеткіш–номенклатура бойынша жоспарды орындау. Бұл өте маңызды болып саналады, себебі бұның негізінде көптеген басқа да көрсеткіштердің есебі жүргізіледі.

Аспап шығынының ішіне еңбек ақы шығыны да, еңбек ақыдан аударылымдар, амортизациялық және тағы да басқа шығындар кіреді, олар мынандай формуламен анықталады:

$$\boldsymbol{C} = ЕАҚ + О_{СН} + А + С_{ЭЭ} + С_{МжК} + С_{ТО} + С_{ПР} + С_{Н}, \qquad (7.1)$$

мұндағы, $ЕАҚ$ – еңбек ақы қоры;
$О_{СН}$– әлеуметтік салық;
$А$ –амортизациялық аударылымдар;
$С_{ЭЭ}$ – электрэнергисының шығындары;
$С_{МжК}$ – материалдар және көмекші бөлшектер шығыны;
$С_{ТО}$ – техникалыққызметкөрсетушығыны;
$С_{ПР}$– басқада шығындар;
$С_{Н}$– үстеме шығындар.

7.2 Жобалау мен жинаудың еңбек сыйымдылығы мен ұзақтығын есептеу

Бұл дипломдық жұмыстағы аспапты жобалау мен жинау келесі сатылардан тұрады:

– пәндік облысты зерттеу;

– таңдалған әдістің өнімділігін есептеу;
– аспапты құрастырып жинау және бағдараламалау;
– құрылғыны сынақтан өткізу.

Еңбек сыйымдылығының кезеңдері мен жұмыс түрі бойынша аспапты дайындау (құрастыру) жұмыстарының еңбек сыйымдылығы бағаланады. Себебі бірнеше ескеру керек қиын факторлардан тұрады.

Жобаны жасауға 2 қызметкер қатысуы керек. Олар: инженер-техника қызметкері және инженер-бағдарламалаушы.

Инженер-техника қызметкері аспапқа қажетті компоненттерді таңдап оны құрастырып тексеруін қамтамасыз етеді. Инженер бағдарламалаушы аспап жұмысының алгоритмін құрып соны төмен деңгейлі тіл MSC Adams Software тілінде жүзеге асырады.

Аспапты құрастыру бойынша еңбек сыйымдылығына баға беру 7.1-кестеде көрсетілген.

7.1-кесте – Аспапты құрастыру бойынша еңбек сыйымдылығын есептеу

№	Жұмыстың мазмұны	Орындаушылар	Ұзақтығы, [күн]
1	Пәндік облысты зерттеу	Инженер-техника қызметкері Инженер бағдарламалаушы	5 5
2	Таңдалған тәсілдің өнімділігін есептеу	Инженер-техника қызметкері Инженер бағдарламалаушы	4 1
3	Аспапты құрастырып жинау және бағдараламалау	Инженер-техника қызметкері Инженер бағдарламалаушы	5 5
4	Аспапты сынақтан өткізу	Инженер-техника қызметкері Инженер бағдарламалаушы	5 5
5	Аспапты орнату	Инженер-техника қызметкері Инженер бағдарламалаушы	4 3
Барлығы			42

Жоба бойынша істелген жұмыстың еңбек сыйымдылығы:
– инженер-техника қызметкері – 23 адам-күн;
– инженер бағдарламалаушы – 19 адам-күн.

7.3 Жұмысшылар жалақысымен әлеуметтік аударымдарды есептеу

Еңбек ақы екі жасаушыдан құрылады: негізгі еңбек ақы және қосымша еңбек ақы сомасы (немесе еңбек ақы қоры, *ЕАҚ*) негізгі еңбек ақы және қосымша еңбек ақы сомасы мына формуламен есептеленеді:

$$ЕАҚ = З_{осн} + З_{доп} \quad (7.2)$$

мұндағы, $З_{осн}$– негізгі еңбек ақы, мың тенге;

$З_{доп}$ – қосымша еңбек ақы, мың тенге.

Жұмысшылардың негізгі еңбекақысы мына формула мен анықталады:

$$З_{осн} = З_{ср} * T \quad (7.3)$$

мұндағы, $З_{осн}$ - жұмысшылардың еңбек ақысы;
$З_{ср}$ - орташа күндік еңбекақы;
T - еңбек ресурсы (42 күн).

Жұмысшылардың негізгі еңбекақысын есептеу
А) инженер-техника қызметкері:
Орташа күндік еңбекақы:
$З_{ср}$ =180000(https://qyzmet.kz/viewjob?id=830086&src=js) /22 (бір айдағы жұмыс күні) =8181 тг.
$З_{осн} = 8181 * 23 = 188163$ тг.
Б) инженер бағдарламалаушы:
Орташа күндік еңбекақы алматы қаласы үшін:
$З_{ср}$ =350000(https://kz.trud.com/kazakhstan/salary/304584/3322.html)/22 (бір айдағы жұмыс күні) = 15909 тг.
$З_{осн} = 15909 * 19 = 302272$ тг.

7.2-кесте – Негізгі жалақы есебі

Қызметкерлер	Айлық, тг/ай.	Қызметақы тг/күн.	Еңбек сыйымдылығы, адам-күн.	Сомасы, тг.
Инженер-техника қызметкері	180000	8181	23	188163
Инженер бағдарламалаушы	350000	15909	19	302272
Қызметкерлердің негізгі жалақы $З_{осн}$				490435

Қосымша еңбек ақы негізгі еңбек ақының 20 % құрайды және келесі формуламен есептелінеді:

$$З_{доп} = 0,2 \times З_{осн} \quad (7.4)$$

А) Инженер-техника қызметкері:
$З_{доп} = 0,2 \times 188163$=37632,6 [тг].
Б) Инженер бағдарламалаушы:
$З_{доп} = 0,2 \times 302272$= 60545,4 [тг].
Толық ЕАҚ: *ЕАҚ =490435+98178*=588613 [тг].
Әлеуметтік салық ЕАҚ 9,5 % құрайды (ҚР СК 358 б. 1-тарау) жұмыскердің табысынан, мынандай формуламен есептеледі:

$$О_{СН} = (ЕАҚ - ЗА) \times 9,5\% \quad (7.5)$$

мұндағы, *ЗА*– зейнетақы аударылымдар, ЕАҚ-тан 10% құрайды және әлеуметтік салықпен міндеттелмейді:

$$ЗА = ЕАҚ - 10\% \quad (7.6)$$

Зейнетақы аударылымдар:
ЗА=529751,7 [тг].
Әлеуметтік салық:
$O_{СН}$=(588613-*529751,7)*×*9,5%*=559182,35[тг].

7.4 Аспапты жасауға кеткен материалдық шығындарды есептеу

Аспапты жасау үшін аппараттық компоненттер алынды, соларға кеткен шығындар 7.3-кестеде көрсетілген.

7.3-кесте - Жабдықтардың құны мен тізімі

Зат атауы	Маркасы	Саны	Құны(теңге)	Жалпы құны(теңге)	Бағаларының сілтемесі
Arduino	Nano	1	1800	1800	https://www.olx.kz/obyavlenie/arduino-nano-v3-0-atmega168-IDi1gm2.html#93a5cf020f
Ауа сапасының датчигі	MQ-135	1	1000	1000	https://almaty.satu.kz/p70242350-arduino-mq135.html

7.3-кестенің жалғасы

Температура мен ылғалдылық датчигі	DHT-11	1	700	700	https://almaty.satu.kz/p65728136-dht11-datchik-temperatury.html
Жарық диодтары	Лот F3 3 мм	3	20	60	http://megaom.kz/radiodetali/optoelektronika-i-istochniki-sveta-led/opt/dip-svetodiody-vyvodnye/svetodiod-5mm-krasnyj-

					matovyj-600-800-mcd-svetodiod-diametrom-5-mm-i-vysotoj-linzy-8-7-mm
Нақты уақыт модулы	DS3231SN	1	850	850	https://aliexpress.ru/popular/ds3231.html
Резистор	10 кОм	3	10	30	http://megaom.kz/radiodetali/rezistory/smd-rezistory/smd-rezistory-1206-1/rezistor-smd-10k-1206-1
Қашықтықтан басқаратын автономды метеостанция	RisingHF	1	300	300	http://www.lojarf.com/risinghf/wireless-module/rhf0m301-lora-gateway-and-concentrator-module
Байланыстыр усымдары	FM 10[см] 2,54[мм]	1	90	90	Нарықтан алынған
Плата	SYB-170	1	5	30	Нарықтан алынған
Болт	M2,5	6	5	30	Нарықтан алынған
Гайка	M3	6	10	120	Нарықтан алынған
Шайба	M3	12	1000	1000	Нарықтан алынған
Аспап корпусы	16 [см]х 6 [см] х 9 [см]	1	1800	1800	Нарықтан алынған
Барлығы: $C_{обр}$				6460 [тг]	

Электр энергия шығындары мына формуламен есептеледі:

$$C_{ЭЭ} = Қ \times k_з \times T \times C_{[кВт\text{-}сағ]} \quad (7.7)$$

мұндағы, $Қ$ – ЭЕМ қуаты (450 [Вт]=0.45 [Вт]);

$k_з$ –жүтеме коэффициенті (0.8);

$C_{кВт.с}$ – 1 [кВт]-[сағ] электрэнергиясының құны;

T – жұмыс уақыты, [сағ.] (бағдарламалушының жұмыс уақыты 19 күн, 152 сағат)

$C_{кВт.с}$ – 19,17 [тг]. НДС-пен.

Электрэнергия шығындары:

$C_{ЭЭ}=0,45\times0,8\times152\times19,17$=1048,98 [тг].

Материалдар мен көмекші бөлшектер шығыны, аспапты жинау мен бағдарламалық өнімін жазу барысында қолданылды ($C_{МжК}$), сонымен қатар техникалық қызмет көрсету шығыны ($C_{ТО}$), жабдықтың құнынан 1.5% және 2.5% құрайды және мына формулалар мен есептеледі (8 – 9):

$$C_{МжК} = 0,015\times C_{обор,} \quad (7.8)$$

$$C_{ТО} = 0,025 \times C_{обор} \quad (7.9)$$

Материалдар мен көмекші бөлшектер шығыны:

$C_{МжК}= 0,015\times6460$ =96,9 [тг].

Техникалық қызмет көрсету шығыны:

$C_{ТО} = 0,025 \times6460$=161,15 [тг].

Басқару мен қызмет көрсетуге байланысты үстеме шығындар, сондай-ақ жабдықты пайдалану кезіндегі және де кәсіпорын үдерістері мен айналымдарынан қосымша шығындар еңбек ақы қорынан 50% құрайды және де мына формуламен есептеледі:

$$C_Н = 0,5\times ЕАҚ \quad (7.10)$$

Үстеме шығындар:

$C_Н = 0,5\times529751,7$ =264875,85 [тг].

7.5 Аспаптың амортизациясын және өзіндік құнын есептеу

Амортизациялық аударымдар $C_а$ келесі формуламен анықталады:

$$C_a = Н \times Ф \quad (7.11)$$

мұндағы, Н – орташа жылдық амортизация нормасы, %;

Ф – құрылғының бастапқы бағасы, [тг].

Қазақстан Республикасының салық кодексының 25.12.2017 N 120-VI ЗРК «Салықтар және бюджетке түсетін басқа төлемдер туралы» бөлімі бойынша автокөлік және құрылғылар (II топ) үшін амортизацияның шектік нормасы 25 %-ды құрайды.

Құрылғы жаңадан жобаланып отырғанына орай онын бағасын есептейміз, ол үшін интеллектуалды еңбегімізді есептейміз.

Интеллектуалды еңбектің бағасы (бағдарлама нәтижесі және ғылыми – зерттеу жұмысы).

Баға – бұл өзіндік құн, таза табыс және НДС қосындысы

$$Ц = С + П \quad (7.12)$$

мұндағы, Ц – баға;
С - өзіндік құн;
П – таза табыс;

Заттың бастапқы бағасын табатын кезде тиімділіктің болжам деңгейін аламыз, бұл жағдайда тиімділіктің байланыс саласы бойынша орташа деңгейін 20 – 40% аламыз

$$Ц_п = C\ (1 + P/100) \qquad (7.13)$$

мұндағы, Р – тиімділік (20 – 40%);
$Ц_п$ – бастапқы баға.
С – өзіндік құн ретінде негізгі материалдық шығынды алатын болсақ 8935 шамасына сәйкес келеді.

Заттың бастапқы бағасы:

$Ц_п$ = 6460 (1+40/100) = 9044 [тг].

Сату бағасын қосымша салық бағасымен (НДС) есептеп табамыз

$$Ц_р = Ц_п + НДС \qquad (7.14)$$

Қосымша салық бағасы НДС 12% (2010).

Сонымен, $Ц_р = Ц_п * 1,12$.

Сату бағасы: $Ц_р$= 12509*1,12 =10129,28 [тг].

Аспап үшін амортизациялық аударым көлемі:

$С_a = 10129,28 \times 0,25 = 2532,32$ [тг].

$С_{жоба} = 529751,7 + 559182,35 + 2532,32 + 1048,98 + 96,9 + 161,15 + 264875,85 = 1357649,2$ [тг].

Жобаның әр кезеңіндегі шығындар соммасы 7.4-кестеде көрсетілген:

7.4-кесте – Жобаны жасауға кеткен шығындардың соммасы

Шығын бабы атауы		Сомасы, теңге	Әр баптың үлесі, %
ЕАҚ	$ЕА_{нег}$	490435	54,9
	$ЕА_{қос}$	98178	10,99
Үстеме шығындар, $С_{Накл}$		264875,85	29,66
Әлеуметтік салық шығыны, ӘС		559182,35	6,26
Пайдалану шығындары	$С_{ээ}$	1048,98	0,11
	$С_{ТО}$	161,15	0,018
	$А_{жыл}$	2532,32	0,28
Материалдаржәне көмекші, $С_{МжК}$		96,9	0,010
Барлығы:		1357649,2	100%

7.6 Игеру саласындағы жылдық бір жолғы шығындар есебі

Ақпараттық технологиялар (АТ) енгізуде пайдалану шығындарының өзгеруіне өте үлкен мән қойылады. Фирма шығындары жүйенің зерттеме және тираждауына шығындары кіреді. Сондықтан пайдалану шығындарын АТ енгізу алдында және кейін де есептеген жөн. Ал АТ енгізудің және пайдаланудың мақсатқа сәйкестілігін анықтау үшін пайдалану шығындарын толық есептеудің

керегі жоқ. Тек шығын баптарының АТ енгізгенде ғана өзгеретін (азайатын немесе көбейетін) жерлерін қарастырған жөн.

Ақпараттық технологияларын қолданған кездегі жылдық шығындары келесі баптардан тұрады:

- жылдық ЕАҚ;
- әлеуметтік салық аударым;
- басқа да шығындар.

Осының барлығысын енді формула арқылы жазайық:

$$Сэ = ЗП + О_{СН} + П_Р \qquad (7.15)$$

мұндағы, $ЗП$ – жылдық еңбек ақы шығыны, мың теңге;

$О_{СН}$ – әлеуметтік салық аударым, мың теңге;

$П_Р$ – басқа да шығындар, мың теңге.

АТ енгізгеннен кейінгі мамандардың жылдық еңбек ақы шығындары келесі формуламен есептеледі:

$$ЗП = (О_С \times t \times К_Р) \times Ч \times (1 + К_Д) \qquad (7.16)$$

мұндағы, $О_С$ – маманның сағаттық ақысы (инженер-техника қызметкері – 1022 [тг]., инженер бағдарламалаушы – 1988 [тг]. 7.4 кестедегі мәліметтерден);

t – жұмыс күнінің ұзақтығы, 8 [сағ].;

$К_Р$ – жылдағы жұмыс күндер саны, 245 [күн];

$Ч$ – үдеріске қатысы бар мамандар саны, адам (сериялық өндірісте 4 –бағдарламашы және 10 – техника қызметкері жұмыс жасайды);

$К_Д$ – қосымша еңбек ақы коэффициенті, 20 [%].

Басқа да шығындар – материалға деген шығындар, үстеме шығындар жылдық еңбек ақы шығындарынан 30 % құрайды және келесі формуламен есептеледі:

$$Пр = ЗП \times 0,3 \qquad (7.17)$$

А) Инженер-техника қызметкері:

ЗП = (1022×8×245) ×8×(1+0.2)=19 229 952 [тг].

Б) Инженер бағдараламашы:

ЗП =(1988×8×245) × 5 ×(1+0.2) =23 378 880 [тг].

Толық жалақы:

ЗП = 19 229 952 + 23 378 880 =42 608 832 [тг].

Әлеуметтік салық аударым:

$О_{СН}$=42 608 832 × 0,095 =4 047 839,04 [тг].

Басқа да шығындар:

Пр =42 608 832 × 0,3= 12 782 649,6 [тг].

Сонымен жылдық шығын:

Сэ =42 608 832 + 4 047 839,04 + *12 782 649,6* =59 439 320,6 [тг].

Ақпараттық технологияларын қолданған кездегі жылдық бір жолғы

шығындар 7.5-кестеде.

7.5-кесте – Ақпараттық технологияларын қолданған кездегі жылдық бір жолғы шығындар

Шығын баптары атауы	Сомасы, мың теңге
Жылдық ЕАҚ	42 608 832
Әлеуметтік салық аударым	4047, 839
Басқа да шығындар	12782, 649
Барлығы:	59 439, 320

7.7 Жобаның тиімділігін бағалау

Ғылыми-зерттеу жұмыстарының басты ғылыми әсерінің көрсеткіштері жұмыс жаңашылдығы, теориялық пысықталуының дәрежесі, болашағы, нәтижелерінің тарауу дәрежесі және іске асыру ықтималдылығы болып табылады. Ғылыми-зерттеу жұмыстарының ғылыми әсерін екі көрсеткішпен сыйпаттауға болады: ғылыми жаңашылдығының дәрежесі және теориялық пысықталуының деңгейі.

Ғылыми әсерді мінездейтін көрсеткіш келесі формуламен анықталады:

$$Э_{н} = 0{,}6k_{нов} + 0{,}4k_{теор} \qquad (7.18)$$

мұндағы, $k_{нов}$, $k_{теор}$ - ғылыми жаңашылдығының дәрежесі мен теориялық пысықталуының деңгейінің көрсеткіштері;

0,6; 0,4 – ғылыми жаңашылдығының дәрежесі мен теориялық пысықталуының деңгейінің көрсеткіштерінің коэффициенттері.

Жобаның ғылыми жаңашылдығының дәрежесі 5 баллға тең. Ал теориялық пысықталуының деңгейі бойынша 6 баллға тең.

Осы көрсеткіштерге байланысты жобаның ғылыми әсері келесідей болады:

$$Э_{н} = 0{,}6 \times 5 + 0{,}4 \times 6 = 5{,}4$$

Жобаны толықтай жасап шығару үшін 1357649,2 тг көлемінде шығын кетті. Ал ғылыми әсерінің бағасы 5,4 балды құрайды. Жұмыс ғылыми жаңашылдығының дәрежесі мен теориялық пысықталуының деңгейіне байланысты әдәуір жаңа болып табылады.

Бұл құрылғы жүйелі түрде соңына жеткізіп нарыққа шықса өзіндік сұранысқа ие болатынына сенімдімін. Робот саусақтарының жүйесінің негізгі бөліктерінің бірі ол өз кезегінде Цифрлы Қазақстан жобасының келесі деңгейі, сондықтан бұл аспап нарықта сұранысқа ие болады. Тағыда артықшылығы аспап шет елдерінде жаңа ақпараттарды қабылдау технологиясын қолданады ол өз кезегінде құрылғыны өзге бәсекелестерінен артықшылығын білдіреді.

Қорытынды

Бұл жұмыста адамның қолының табиғи ұстап тұру функцияларын тарататы антропоморфтық және телекоммуникацияның техникалық сипаттамаларының жалпы жобалық теориясын жасауға бағытталған, қолды биосигналды басқарудың көмегімен бірнеше қоздырғышпен жобаланған қолды қолдану арқылы мүмкін болады. Антропоморфтық саусақтарды жобалаудың мәні төменгі өлшемді кеңістіктегі бірнеше қоздырғыштың қозғалысы арқылы (экстракционды кеңістікті) бірнеше эксклюзивті қозғалыс көмегімен құрылымды қозғалыс және қайта құру арқылы адамның қолындағы қозғалыс кеңістігінің өлшемін азайту болып табылады.

Мұндай теорияны тұжырымдау үшін күнделікті тіршілік кезінде ұстап тұру адамның қолының бірлескен бұрыштары алынған эксперименттік парадигмада сенсорлық құралмен өлшенеді. Адам сандарының қозғалу механизмін зерттеу үшін қолданылады, нәтиже әрбір цифрдың күрделі қозғалысын үш ортогональды эигендирекция бойымен үш қарапайым қозғалыстарға ыдырауға болатындығын көрсетеді. Сандардың бастапқы қозғалысы (яғни қозғалыс сызбасын құрайтын қозғалыс) бірінші эгендирекция бойымен қозғалыс арқылы жасалады және цифрдың қайталама қозғалысы (цифрды объектінің пішініне бейімделу қабілетімен қамтамасыз етеді) ұстап алынған) қалған екі кеңейтілген ортогональ жазықтықта орналасқан. Адам қолындағы сандар арасындағы қозғалысқа тәуелділік агломерациялық, иерархиялық кластерлеу әдісімен талданады. Бас бармақ ұстап тұрған басқа төрт саусаққа тәуелсіз қозғалатындығын және төрт саусақта постуральды синергетикалық сипаттама бар екенін анықтауға болады, ол SVD көмегімен зерттеледі. Нәтиже күрделі ұстамалы пішінді ұстап тұруды қалыптастыру үшін әр түрлі үлестіру жылдамдықтарын құрайтын таза ыдырауға болатындығын, ал бірінші және екінші игенграпстар адам қолының қозғалысын қалпына келтіруде басты рөл атқаратындығын білдіреді. Адамның қолын ұстап алуды когнитивтік зерттеу негізінде адам санының табиғи иілу қозғалысын көбейтетін механикалық сан сіңір импульсті беру механизмімен жасалады. Оның геометриялық және физикалық параметрлері механикалық санның эллипсоиды мен адам санының тұрақты тығыздығы эллипсоидының сәйкес келетін өлшеміне сәйкес анықталады. Цифрлар арасындағы антропоморфты ұстап тұру қозғалысын екі қоздырғыш арқылы синергетикалық түрде қайталауға болады. Қозғалыс үлестіру және механизмді, монополиялық, механикалық қолдың алақанына ендіру үшін шектеуді оңтайландыруымен анықтауға болады. Бұл дипломдық жобадағы жүргізілген эксперимент антропоморфты қолдың тарту қабілеті бар екенін көрсетеді, ал робот саусақтары 500 мл бөтелкедегі суды оңай көтереді, демек антропоморфтық қолдың ұсынылған жобалау әдісі тиімді. Осы жұмыста келтірілген робот саусақтарын жобалау әдісі басқару арқылы моральдық, қимылдық факторларды көбейтуі күтілетін басқа роботтық жүйелерге қолданылады деп ойлаймын.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Perspective directions of development of information and communication technologies. - Almaty: Scientific book, 2007. - 272 p.
2. Kalyaev, I. A. Homogeneous neuropodic structures in systems for selecting actions of intelligent robots / I. A. Kalyaev, A. R. Gaiduk. - Almaty: Janus-K, 2015. - 280 p.
3. Braunl, Thomas Embedded robotics systems. The design and application of mobile robots with embedded systems management / Thomas Braunl. – M.: RSUH, 2012. - 520 p.
4. Soong R. Ch. A new design for single DOF mechanical presses with variable speeds and length-adjustable driving links. Mechanism and Machine Theory, Vol. 45, 2010, p. 496-511.
5. Удивительная техника. - К.: Эксмо, Наше слово, 2016. - 176 с.
6. Перспективные направления развития информационно-коммуникационных технологий. - А.: Научная книга, 2007. - 272 с.
7. Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги. - Алматы: Мир, 2016. - 183 с.
8. Hsieh W. H., Tsai C. H. On a novel press system with six links for precision deep drawing. Mechanism and Machine Theory, Vol. 46, 2011, p. 239-251.
9. Жантасова Ж. З. Қазақстандағы білім беру робототехника саласындағы зерттеулердің мәселелері мен перспективалары / Ж. З. Жантасова, А. К. Садақбаева // Матер. Халықаралық. ғыл.-практ. конф. "Заманауи білім беру жүйесі: мәселелері мен болашағы". - Өскемен, 2015.
10. Algazy Zhauyt, Kuanyshkali Alipov, Aizhan Sakenova, Adilet Zhankeldi, Raushan Abdirova, Zhastalap Abilkaiyr. The synthesis of four-bar mechanism. Vibroengineering PROCEDIA, Vol. 10, 2016, p. 486-491.
11. J. L. Pons et al., Multifingered dextrous robotics hand design and control: a review. Robotica [online], vol. 17, n° 6, pp. 661-674, June 1999.17.
12. L. Birglen et al., “Grasping vs. Manipulating” in Underactuated Robotic Hands. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer, 2008, pp. 7-17.
13. J.C. Becker et al., “A study of human hand tendon kinematics with applications to robot hand design”, in IEEE Int. Conf. Robotics & Automation, San Francisco, 1986, pp. 1540 – 1545.
14. Ә. Жауыт. Тербеліс атқарушы қондырғы механизмді кинематикалық зерттеу. ҚазККА хабаршысы, №3(82), 2013, Б. 32-38.
15. D. Lane et al., “The AMADEUS Dextrous Subsea Hand: Design, Modeling, and Sensor Processing”, IEEE Journal of Oceancs Engineering [online], vol. 24, n°1, pp. 96-111, Jan. 1999.
16. Бербюк, В. Е. Динамика и оптимизация робототехнических систем / В.Е. Бербюк. - М.: Наукова думка, 2014. - 103 с.
17. Форд, Мартин Роботы наступают. Развитие технологий и будущее без работы: моногр. / Мартин Форд. - М.: Альпина нон-фикшн, 2016. - 550 с.
18. Перспективные направления развития информационно-коммуникационных технологий. - М.: Научная книга, 2007. - 117 с.
19. Куафе, Ф. Взаимодействие робота с внешней средой / Ф. Куафе. - Москва: ИЛ, 2009. - 340 с.

20. Крейг, Джон Введение в робототехнику. Механика и управление: моногр. / Джон Крейг. - М.: Институт компьютерных исследований, 2013. - 458 с.

21. Краснова, С. А. Блочный синтез систем управления роботами-манипуляторами в условиях неопределенности / С.А. Краснова, В.А. Уткин, А.В. Уткин. - М.: Ленанд, 2014. - 115 с.

22. Бройнль, Томас Встраиваемые робототехнические системы. Проектирование и применение мобильных роботов со встроенными системами управления / Томас Бройнль. - М: РГГУ, 2012. - 389 с.

23. Потапова, Р. К. Речевое управление роботом. Лингвистика и современные автоматизированные системы / Р.К. Потапова. - М: СИНТЕГ, 2012. - 116 с.

А қосымшасы

```
#include <Servo.h>

int servo_1 = 3;
int servo_2 = 8;

Servo ser_1;
Servo ser_2;
void finger_position_1(){
  ser_1.write(180);
  ser_2.write(0);
  delay(1500);
  ser_1.write(90);
  ser_2.write(50);
  delay(1500);
}
void finger_position_2(){
  ser_1.write(180);
  delay(1500);
  ser_1.write(90);
  delay(1500);
}
void finger_position_3(){
  ser_2.write(0);
  delay(1500);
  ser_2.write(50);
  delay(1500);
}
void finger_position_4(){
  ser_1.write(90);
  delay(1500);
  ser_1.write(180);
  delay(1000);
}
void finger_position_5(){
  ser_2.write(50);
  delay(1500);
  ser_2.write(0);
  delay(1500);
}

void setup(){
  ser_1.attach(servo_1);
```

```
 ser_2.attach(servo_2);
}
void loop(){
  finger_position_1();
  finger_position_1();
  finger_position_2();
  finger_position_3();
  finger_position_4();
  finger_position_5();
          }
```