

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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



Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Амангельді Ақбота Нұрланқызы

«Медициналық көмекші роботтың қозғалыс жүйесі»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6В07111 – Робототехника және мехатроника

Алматы 2023

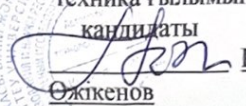
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі РТЖАТК
техника ғылымының
кандидаты

Озиксенов К.О.
» мамыр 2023 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы: «Медициналық көмекші роботтың қозғалыс жүйесі»

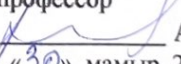
6B07111 – Робототехника және мехатроника

Орындаған

Рецензент
ААА «Жалпы білім беру» кафедрасының
меңгерушісі
Т.Ғ.К., қауымдастырылған профессоры

Сейитилдаева А.К.
«26» мамыр 2023 ж.

Амангельді А.Н.

Ғылыми жетекшісі
Алимбаев Ч.А., Ph.D,
қауымдастырылған
профессор

Алимбаев Ч.А.
«30» мамыр 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

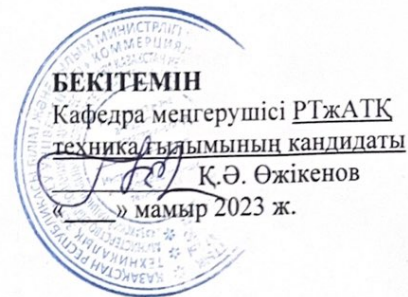


SATBAYEV
UNIVERSITY

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Робототехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

6B07111 – Робототехника және мехатроника



**Дипломдық жобаны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Амангельді Ақбота Нұрланқызы

Тақырыбы: Медициналық көмекші роботтың қозғалыс жүйесі

Университет ректорының 2022 жылғы «23» қараша № 408-П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «___» мамыр 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: Arduino UNO, Fusion 360.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) *Төрт доңғалақты медициналық мобильді роботтардың аналогтарын талдау*

б) *Құрылымдық элементтерін таңдау нәтижесінде роботты құру*

в) *Fusion 360 бағдарламасында басқару блогының визуализациясын құру*

Графикалық материалдың тізбегі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

жұмыс презентациясы слайтарда 14 көрсетілген




Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 14 атаулардан

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

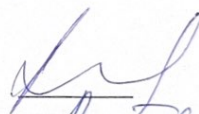
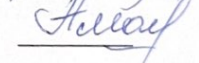
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, әзірленетін сұрақтар тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескертпелер
Теориялық бөлім	25.01-15.02.2023 ж	Орындалды
Бағдарламалық бөлім	17.02-25.03.2023 ж.	Орындалды
Зерттеу бөлімі	28.03-19.04.2023 ж.	Орындалды
Қорытынды бөлім	20.04-25.05.2023 ж.	Орындалды

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

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қол
Қалып бақылаушы	Ж. С. Бигалиева, техника ғылымдарының магистрі, лектор	30.05.23	
Негізгі бөлім	Алимбаев Ч.А, Ph.D, қауымдастырылған профессор	30.05.23	
Есептеу бөлім	Алимбаев Ч.А, Ph.D, қауымдастырылған профессор	30.05.23	

Ғылыми жетекшісі

Алимбаев Ч.А

Білім алушы тапсырманы орындауға алды

Амангельді А.Н.

Күні

«30» Мамыр 2023 ж.

АНДАТПА

Соңғы жылдары мүмкіндіктері кең мобильді роботтарды жасап қолдану даму барысында. Құрылымы жоқ және динамикалық орталарда навигация үшін ерекше перспективалы болып табылатын роботты жүйелер класы көмекші роботтар болып табылады.

Роботтардың қозғалыс жүйелері манипуляциялық жүйелермен қатар олардың атқарушы жүйелерімен байланысты. Қазіргі заманғы мобильді роботтарда белгілі көліктердің барлығы дерлік қолданылған.

Навигация үшін робот жүйесі маршрутты құра алуы, қозғалыс параметрлерін (доңғалақтардың айналу бұрышы мен олардың айналу жылдамдығын орнату) бақылауы, датчиктерден алынған қоршаған әлем туралы ақпаратты дұрыс түсіндіре алуы және үнемі өз координаттарын бақылайды.

АННОТАЦИЯ

В последние годы возможности мобильных роботов расширились. Особенно перспективными роботизированными системами для навигации в неструктурированных и динамических средах являются роботы-помощники в классе.

Системы движения роботов связаны с манипулятивными системами, а также с их исполнительными системами. Используются практически все известные современные мобильные роботизированные машины.

Для навигации роботизированная система может прокладывать маршрут, контролировать параметры движения (устанавливая угол поворота колес и скорость их вращения), правильно интерпретировать информацию об окружающем мире, полученную от датчиков, и постоянно проверять свои координаты.

ANNOTATION

In recent years, the capabilities of mobile robots have expanded. Particularly promising robotic systems for navigation in unstructured and dynamic environments are classroom assistant robots.

The motion systems of robots are connected with manipulative systems, as well as with their executive systems. Almost all known modern mobile robotic machines are used.

For navigation, the robotic system can plot a route, control movement parameters (by setting the angle of rotation of the wheels and the speed of their rotation), correctly interpret information about the surrounding world received from sensors, and constantly check its coordinates.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Роботтардың қозғалыс жүйесі	9
1.1	Лидарға негізделген SLAM тәсілдері	9
1.2	ROS негізіндегі навигациялық жүйе	12
1.3	Роботтардың орын ауысу жүйесі – навигация	13
1.4	Роботтардың техникалық көру жүйесі	18
1.5	Автономды мобильді роботтардың бағдарлау әдістерінің жүйелік талдауы	18
1.6	Мобильді роботтың навигациясының үлгілері	19
2	Практикалық бөлім	21
2.1	Роботтың құрастырушы элементтері	21
2.2	Датчикпен жұмыс істеуге арналған кітапхананы орнату	26
2.3	Мобильді роботтың анимация жасау	27
2.4	Жұмыс жасау принципі	30
	Қорытынды	
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	
	Қосымша А	

КІРІСПЕ

Робототехниканың пайда болғаннан бері адамдар өз жұмысын автоматтандыру үшін әртүрлі әдістерді қолданды. Қазіргі уақытта роботты жүйелер адам өмірінің әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады.

Кез келген мобильді роботтар үшін ортаны бағдарлау олардың қозғалыстарына ажырамас бөлігі болып табылады. Кедергілермен соқтығысу және қауіпті жағдайлар (жоғары немесе төмен температура, судың немесе радиацияның әсері) сияқты қауіпті жағдайларды болдырмау сияқты шарттар роботтарды жобалау кезінде ескеріледі.

Осы жұмыста навигациялық басқару әдістері және роботтық жүйелерді құру, навигация түрлері, олардың кемшіліктері көрсетіліп, шешу жолдары қарастырылады. Роботтық жүйелерді навигациялау бастапқы жағдайға қатысты олардың орнын анықтау және қоршаған ортаның берілген нүктесіне жол ашу мүмкіндігін қамтиды, ол үшін оларға осы ортаның картасы қажет. Сондықтан бұл қазіргі уақытта біздің күнделікті өмірімізге жақын арада енетін және күнделікті өмірімізге көмектесетін роботтық жүйелерді дамыту саласын дамыту үшін өте өзекті зерттеу тақырыбы болып табылады.

Бүгінгі таңда озық технологиялар өмірімізді тікелей басқаруда. Бұл көптеген салаларда көрініс табады. Бірақ ең маңыздыларының бірі - медициналық. Өйткені, ол ең алдымен адам өмірін қолдауға және сақтауға жауапты. Адамдарды диагностикалауға және емдеуге көмектесетін көптеген техникалық құрылғылар медицинада ұзақ уақыт бойы қолданылған. Бірақ технологияның дамуымен жасанды интеллекттің соңғы әзірлемелерімен жабдықталған жұмыс орындары мен роботтық жүйелер бар. Олар әртүрлі салаларға бөлінеді: әскери, тұрмыстық, өндірістік, әлеуметтік, сондай-ақ медициналық.

Медициналық роботтар ауруханаларда немесе емханаларда көмекші операцияларды орындау үшін қолданылатын роботтар. Мысалы, үй-жайларды дезинфекциялау, науқастарға дәрі-дәрмек, азық-түлік және ең қажетті заттарды жеткізу, сынақтарды, медициналық жабдықтар мен жабдықтарды тасымалдау, қоқыс жинау және т.б. Бұл робот өз бетінше тапсырманың шешімін табуы, іс-қимыл бағдарламасын анықтауы керек, нақты жағдайды, содан кейін қажет болған жағдайда әрекеттер тізбегін өзгерте алу керек. Осы ерекшеліктерге сәйкес оны интеллектуалды сервистік роботтарға жатқызуға болады. [6]

Медицинада робототехниканы қолдану тәжірибесі роботтардың диагностикалық және емдік шаралар барысында процестердің тиімділігі мен жылдамдығын арттырып, оңалтуды жеделдетуге көмектесетінін көрсетеді. Қазіргі даму деңгейінде жасанды интеллект құрылғылары пациенттерге ішінара көмек көрсетуге қабілетті. Роботтар аурухананың қауіпсіз ортасын сақтауда табысты болды.

Медициналық роботтар аз инвазивті процедураларды қабылдайды, созылмалы аурулары бар науқастарды үнемі бақылай алады, оңалту

терапиясының белсенді элементтері болып табылады және егде жастағы адамдардың әлеуметтік белсенділігін арттыруға көмектеседі.

Ең қарапайым жағдайда, мобильді роботтың тиімді жұмыс істеуі үшін оның кеңістікте берілген бағытта (жабдықталған дәліз бойымен) автономды қозғалуына мүмкіндік беретін навигациялық жүйе болуы қажет. Неғұрлым күрделі нұсқада, кеңістіктегі бір нүктеден екінші нүктеге жалпы қозғалыспен ерікті бағытта (кедергісіз тегіс жерде), ең соңында, ең қиын нұсқада, ойлы-қырлы жерде бір нүктеден екінші нүктеге еркін қозғалыспен. кедергілерді болдырмау мәселесін шешу мүмкіндігінің болуында. Бұл мәселені шешу өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Робот бөлменің бүкіл аумағын айналып өтіп, кедергілерді сезініп, алдын ала карта жасайды, содан кейін оның негізінде жұмыс істейді.

Осы мәселелерді шешу үшін қазіргі уақытта автономды мобильді роботтар белсенді түрде әзірленуде. Мұндай роботтар бұрын белгісіз жағдайларда жұмыс істеуге және көптеген сенсорлардың көрсеткіштеріне негізделген сыртқы ортада шарлауға тиіс болғандықтан, мұндай жүйелерге классикалық математикалық тәсілдерді қолдану мүмкін емес.

Мұндай жүйелердің күрделі және бұрын белгісіз ортада жұмыс істеуі және басым көпшілігінде оларға енгізілген мінез-құлық логикасына негізделген дұрыс шешім қабылдайды.

Инженерияда интеллектуалды жүйені қатаң белгіленген бағдарлама бойынша жұмыс істемейтін, бірақ оларда енгізілген ережелерге сүйене отырып шешім қабылдайтын жүйе деп атайды. Мұндай роботтардың интеллектісі ең қарапайым (адамның ақыл-ойы тұрғысынан) тапсырмаларды орындау болып табылады, бірақ соған қарамастан техникалық іске асыруда айтарлықтай күрделі. Мысалы, мобильді роботтың кедергілері бар ортадағы мақсатты нүктеге классикалық автономды қозғалысы. Бұл міндетті адам санасы санадан тыс деңгейде орындайды. Дегенмен, оның техникалық орындалуы өте күрделі болуы мүмкін.

1 Роботтардың қозғалыс жүйесі

1.1 Лидарға негізделген SLAM тәсілдері. [13]

21 ғасырда SLAM робототехника индустриясында әрбір заманауи роботқа, әсіресе автономды мобильді роботтар мен ұшқышсыз көліктерге ықпал ететін негізгі элемент ретінде маңызды рөл атқарады. Көптеген SLAM алгоритмдері зерттеліп, ғылыми-зерттеу және қолданбалы есептерде ұсынылған. Дегенмен, SLAM алгоритмдерінің ішінен ең қолайлысын таңдау және оны белгілі бір робот платформасында құру әрқашан оңай емес. Алгоритмді таңдаудың күрделілігі бағалау көрсеткіштерінің роботтың есептеу қуаты мен датчиктеріне байланысты. Осылайша, роботтарға арналған операциялық жүйе (ROS) зерттеушілер мен әзірлеушілерге әртүрлі роботтық платформаларда қосымшаларды жылдам енгізуге арналған икемді орта ретінде ұсынылды.

Картаны құрастырғаннан кейін біз әртүрлі сценарийлердегі әртүрлі алгоритмдердің эксперимент нәтижелерін бағалау керек.

Ұсынылған құрылымды қалай қабылдау керектігін көрсету үшін Google Cartographer SLAM (қысқаша Cartographer) және Hector SLAM сияқты екі танымал SLAM әдісімен танысу керек.

Картаны құрастырғаннан кейін біз әртүрлі сценарийлердегі әртүрлі алгоритмдердің эксперимент нәтижелерін бағалауымыз керек.

Ұсынылған құрылымды қалай қабылдау керектігін көрсету үшін біз Google Cartographer SLAM (қысқаша Cartographer) және Hector SLAM сияқты екі танымал SLAM әдісімен танысамыз.

Бір мезгілде локализация және картаға түсіру (SLAM) – қоршаған ортаның моделін (картасын) құрумен бір уақытта мобильді роботтың орналасқан жерін бағалау процесі. SLAM қауымдастығы соңғы екі онжылдықта ішкі мобильді роботтарды навигациялаудан бастап ауқымды нақты әлем қолданбаларына дейін таң қалдыратын жетістіктерге жетті. Көптеген SLAM алгоритмдері зерттеу үшін де, қолданбалы мәселелер үшін де ұсынылған. Дегенмен, SLAM алгоритмдерінің ішінен ең қолайлысын таңдау және оны белгілі бір робот платформасында құру әрқашан оңай емес.

SLAM өнімділігін дәлдік, өңдеу уақыты және аппараттық ресурстарды тұтыну (яғни, процессор мен жедел жадты пайдалану) тұрғысынан зерттеу үшін ұсынылған құрылымды көрсету.

Бір мезгілде локализация және карталау (SLAM) роботтарды зерттеудің белсенді бағыты болып табылады, ал мобильді роботтарды орналастыру технологиясы SLAM саласындағы өте маңызды мәселе. Роботтарда төмен құны мен жоғары өнімділігін теңестіру мүмкін емес және оны арзан датчиктермен жақсырақ өнімділікке қол жеткізуді жоспарлап осы дипломдық жұмыстың мақсаты.

Карта жасау мобильді роботтың негізгі қосымшаларының бірі болып табылады. Мобильді роботтың лазерлік сенсор, сонар және камера сияқты сенсорлары картаны жасау үшін пайдаланылады. Карталау әдістерінің көпшілігі

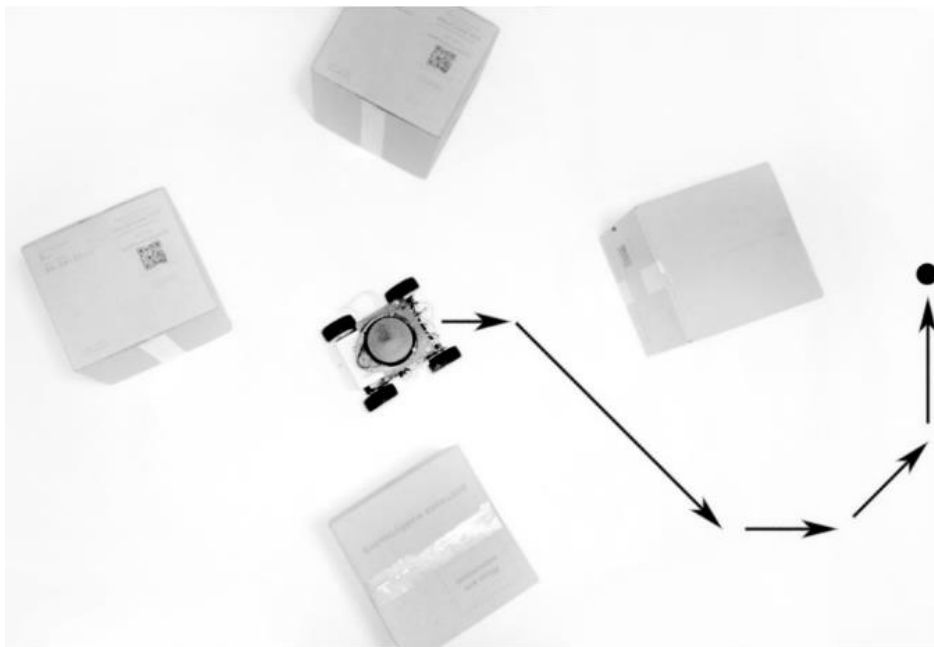
бір мезгілде локализация мен карталауды (SLAM) пайдаланады. SLAM картасын жасауға және ондағы роботтың орнын локализациялауға мүмкіндік береді.

Мобильді роботтардың навигациясы мәселесін шешуде негізгілердің біріне айналған роботты қозғалыс және қоршаған кеңістікті картаға түсіру ортасында бір мезгілде локализациялаудың SLAM технологиясы талқыланады. Әртүрлі алгоритмдерге негізделген және әртүрлі аппараттық базаларды пайдалана отырып, осы технологияны енгізудің танымал тиімді әдістеріне қысқаша шолу берілген.

SLAM әрбір заманауи автономды мобильді роботта қолданылатын негізгі элементке айналды. SLAM мәселелерінің алғашқы шешімдері робот орналасу нүктелерін болжау үшін кеңейтілген Калман сүзгісін немесе бөлшектер сүзгісін және ықтималдық үлгілеріне негізделген картаны сүзуге және пайдалануға негізделген. Дегенмен, революциялық дәуірде бұл әдістер баяу орындалу уақытынан зардап шекті және нақты уақыттағы ауқымды операциялар үшін жарамсыз болды.

Уақыт өте келе, SLAM-тың жылдамырақ және дәлірек басқа нұсқаларын енгізу үшін көптеген күш-жігер жұмсалғанымен, соңғы он жылда назар SLAM сүзу әдістерінен графикті оңтайландыру тәсілдеріне ауысты. SLAM деп аталатын алғашқы сәтті балама шешімдердің бірі SLAM мәселесін шешу үшін тегістеу әдісін қолданды және қазіргі заманғы SLAM шешімдеріне қарағанда есептеу уақытында да, дәлдікте де жақсы өнімділікке қол жеткізді.

Келесі бөлімде бір бөлігі ретінде жинақталған Google Cartographer SLAM және Hector SLAM өнімділігін зерттейміз.



1.1 - сурет – Карта бойынша траектория жасау

Лидар негізіндегі SLAM ғана емес, сонымен қатар визуалды SLAM өнімділігін зерттеуге арналған ұсынылған құрылымның жалпы архитектурасы көрсетілген. Бағдарламалық қамтамасыз ету деңгейіндегі барлық модульдер робот операциялық жүйесінде (ROS) құрастырылды және клиент-сервер моделі негізінде әзірленді. Сервер модулі SLAM алгоритмдерін орындау үшін мобильді роботтың есептеу платформасында орналастырылады. Сонымен қатар, клиенттік модуль картаны көрсету, роботты картадан табу және роботты қолмен шарлау үшін жұмыс үстелі және ноутбук сияқты компьютерлік жүйелерде жұмыс істейді.

SLAM түйіні, сияқты бағдарламалық жасақтама деңгейлері көк жәшіктермен ұсынылған түйіндердің функционалдығы төменде қысқаша сипатталған.

- SLAM түйіні imu түйінімен калибрленген IMU деректеріне, лидар түйіні беретін лидар деректеріне және жұдырықша түйіні түсірген кескіндерге негізделген SLAM алгоритмдерін жүзеге асыратын негізгі түйін болып табылады. Содан кейін ол құрастырылған картаны, сондай-ақ роботтың орнын визуализациялау үшін клиент модуліне орны мен картаны жариялайды.

- Imu түйіні қабылданған деректердің дәлдігін жақсарту үшін RTQF біріктіру алгоритмін пайдаланып IMU сенсорының деректерін калибрлейді.

- lidar түйіні 360 градустық лазерлік сканерлеуді алу үшін лидар сенсорымен өзара әрекеттеседі және lidar негізіндегі SLAM алгоритмдерін орындау үшін деректерді ROS-та SLAM түйініне LaserScan форматында жариялайды.

- камера түйіні кескіндерді түсіру үшін камерамен байланысады және көрнекі SLAM алгоритмдерін орындау үшін SLAM түйініне деректерді жариялайды.

- rsa түйіні клиенттік модульден командаларға, соның ішінде бағыт пен жылдамдықты бекітеді, содан кейін роботтың қозғалысын басқару үшін контроллеріне (мотор драйвері деп аталады) сәйкес командаларды жібереді.

- джойстик түйіні мобильді роботты қашықтан басқаруға арналған бағдарламалық джойстиктен пәрмен сигналдарын өңдейді. Содан кейін ол rsa түйініне сәйкес пәрмендерді жасайды және жариялайды.

Карта құру – бұл бір немесе бірнеше түрдегі әртүрлі датчиктердің ақпаратты жинау және біріктіру процесі. Бұл процесс барысында роботтың навигациялық жүйесі жұмыс кеңістігінің қалай көрінетінін түсінуге тырысады. Процестің негізгі аспектілері датчиктерден алынған деректерді түсіндіру, сондай-ақ қоршаған ортаны қорғау деректерін ұсыну болып табылады.

Локализация – кеңістікте роботты анықтау процесі. Оны жергілікті және жахандық деп бөлуге болады. Жергілікті белгілі нөлдік нүктемен, яғни роботтың бастапқы орнының белгілі координаталарымен кеңістікте нақты уақытта орналасуына жауап береді. Жахандық робот кез келген бөлмеге қарамастан, роботтың қайда орналасқаны туралы сұраққа жауап бере алады, мысалы, GPS бақылауы. Осылайша, SLAM бір-бірінен тәуелсіз шешілмейтін екі процесс деп қорытынды жасауға болады. Робот қоршаған орта қалай көрінеді деген сұраққа

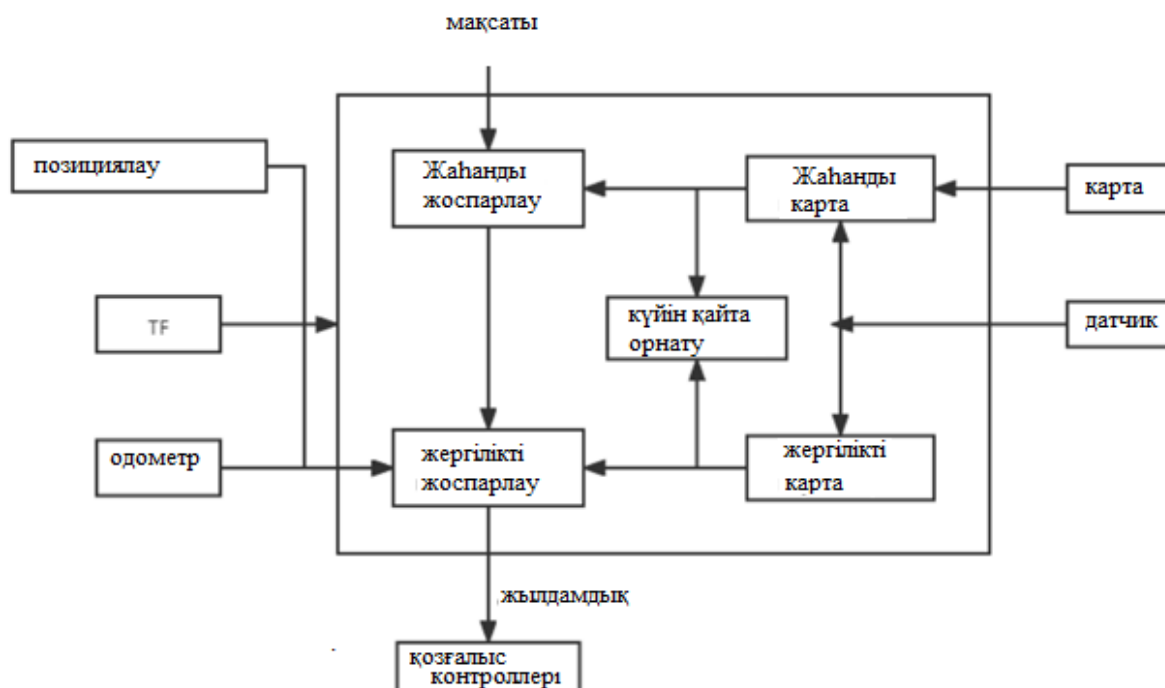
жауап бермес бұрын (бір қатар бақылаулар негізінде) ол бақылаулардың қай жерде жасалғанын білуі керек. Бұл ретте картасыз роботтың қазіргі орнын бағалау қиын. Осылайша, SLAM әдеттегі мәселесі болып шықты: карта локализация үшін қажет, ал локализация картаны жасау үшін қажет.

Автономды навигация режимінде оператор картадағы нысананың орнын енгізеді, ал автономды навигацияны басқару модулі нысананы қабылдайды, роботты басқару командаларын береді және мобильді роботты нысанаға өту үшін басқарады. Экологиялық карталарды лидар көмегімен алуға болады. Мобильді роботтың қозғалысымен қоршаған ортаның картасын құру біртіндеп аяқталады.

Әдетте, толық навигациялық жүйе нақты уақыттағы кедергілерді болдырмайтын жаһандық жоспарлау мен жергілікті жоспарлауды қамтиды. Робот жүйесінің барлық деректерін дулығада көрсетуге болады. Оператор бұл деректермен қол контроллері арқылы әрекеттесе алады. Бұл пайдаланушы виртуалды шындық құрылғысы арқылы мобильді роботқа навигациялық мақсаттарды жібере алады дегенді білдіреді. Оператор нақты уақыт режимінде мобильді роботтың орналасқан жерін картадан көре алады.

1.2 ROS негізіндегі навигациялық жүйе

Роботты навигация жүйесі негізінен жаһандық жолды жоспарлау модулінен, жергілікті жолды жоспарлау модулінен, позициялау модулінен, tf координаттарын түрлендіру модулінен, сенсор модулінен және т.б. тұрады. ROS жүйесінде навигациялық пакет функциясын жасау және жүйеге сәйкес параметрлерді өзгерту оңай.



1.2- сурет – ROS-тағы навигациялық жүйе құрылымының диаграммасы [14]

Суретте көрсетілгендей :

- Позициялау модулі роботтың жүгірісі мен картаның ерекшеліктері туралы өз деректеріне сәйкес, құрастырылған тор картасы негізінде позициялау үшін пайдаланылады, ол роботты жөндеу үшін бөлшектерді реттеуге негізделген Монте-Карло алгоритмін пайдаланады. Белгілі картадағы роботтың орналасуы
- Координатты түрлендіру (TF) модулі роботтың картадағы орнын анықтау және сенсор деректері мен статикалық карта арасындағы байланысты орнату үшін қолданылады.
- Одометр модулі нақты уақыттағы одометр туралы ақпаратты жариялау үшін пайдаланылады.
- Сенсорлық модуль қоршаған ортадағы кедергілерді болдырмау үшін нақты уақытта лазерлік сканерлеу ақпаратын беру үшін пайдаланылады.
- Жолды жоспарлау модулі жахандық, жергілікті жолды жоспарлауды және жергілікті орналасуды реттеуді қамтиды. Ғаламдық және жергілікті шығындар карталарына сәйкес, ғаламдық және жергілікті жолды жоспарлауды орындау үшін A* алгоритмі және DWA алгоритмі қолданылады.
- Қозғалыс контроллерінің модулі навигациялық модуль жоспарлаған жылдамдық туралы ақпаратты алуға, содан кейін роботтың қозғалысын басқаруға арналған.
- Карта модулі көрсетілген растрлық картаны алу үшін қолданылады.

1.3 Роботтардың орын ауысу жүйесі – навигация

Навигация – объектілердің бір нүктеден екінші нүктеге қозғалысын бақылау және басқару процесін зерттейтін ғылым саласы. Навигация төрт негізгі категорияға бөлінеді: құрлықтағы навигация, теңіз навигациясы, аэронавигация және ғарыштық навигация. Роботтық жүйелер үшін бұл олардың бағдарламалық қамтамасыз етуінің ажырамас бөлігі болып табылады, өйткені навигация роботты басқаруда үлкен рөл атқарады, бұл навигация көмегімен «көз» жұмысы, кеңістіктегі нүктеге жол салуға қатысты шешімдер қабылданады, кедергілермен соқтығысуды болдырмау шешімдері. Пайдалы әрекеттерді орындау үшін жүйеде қоршаған орта туралы ақпарат алу үшін жеткілікті сенсорлар болуы керек, жүйенің жұмыс істеу принципі (1.4-сурет) көрсетілген.



1.3 - сурет – Тұйық айналма жүйе

Бұл принцип бойынша жүйе қоршаған ортаның өзгеруіне байланысты датчиктерден ақпаратты алады, одан әрі әрекеттер туралы шешім қабылдайды [1].

Көп жағдайда роботты басқару операторға роботтың қозғалыс деңгейінде тікелей жүктеледі, мұндай басқару кезінде операторға жүйемен үздіксіз бақылау және оның әрекеттерін лезде түзету қажет. Бұл тәсіл көптеген шектеулер қояды, автономды жұмыс пен тәуелсіз шешім қабылдауды болдырмайды. Роботтарға арналған алғашқы навигациялық жүйелер сканерлеу сенсорларына, орынды анықтауға және диапазонға негізделген. Арнайы роботты есептеу схемасы ақыр соңында электр сигналдарын әртүрлі кедергілердің аналогтарына әкелді және одан әрі қозғалыс туралы шешім қабылдады. Әдетте навигациялық жұмыс сәйкесінше жақын, орта және алыс үш деңгейге бөлінеді.

Қашықтағы деңгейде роботты навигация роботтың негізгі бағытын жоспарлауға арналған. Компьютерлік көрудің негізгі қызметі – бағдарды тану. Осы мәселенің шешімін қамтамасыз ететін оптоэлектрлік схема өзгермелі фокустық қашықтығы бар линзадан, камераның еңкейту және бұрылу механизмін басқаратын электрлік блоктан тұрады. Кіріс сигналдары дөрекі картографиялық көріну, көрнекі бағдар үлгілері, рельефті карталау және тапсырма сипаттамасы арқылы анықталады. Сыртқы орта туралы өкілдіктер аумақтардың көріну картасы (роботтың өту мүмкіндігі), роботтың орналасуы, маршрут қозғалатын аумақтардың орналасу реттілігі негізінде құрылады. Орташа деңгейде навигация картаны қамтиды, ол қашықтағы навигация жүйесінің карталау жүйесінің ішкі жиыны болып табылады, ол егжей-тегжейлі ақпаратты қамтиды.

Навигацияның міндеті - біркелкі көріну жағдайында қозғалысты қамтамасыз ету, яғни робот бос кеңістікте дәлізден өтеді немесе маневр қажет. Аралық навигациялық жүйе мұндай дәліздердің кезектесуін және олардың енін ұлғайту және маршрутты кішігірім учаскелерге бөлу арқылы дәйекті түзетуді қамтамасыз етеді. Бұл жүйенің кіріс деректері алыс қашықтықтағы

навигациялық картаға, белгілі кедергілердің үлгілеріне және аймақтың айқын бағдарларына, алыс қашықтыққа навигациялық жүйе негізінде жоспарланған маршрутқа негізделген.

Жақын деңгейлі навигация робот қозғалатын аралық қауіпсіз аймақты анықтаумен, сондай-ақ рельеф құрылымын талдаумен бірге тікелей қашықтықты өлшеу үшін қолданылады. Енгізілетін деректер - бұл жүрілген жол мен бағытты есептеуге арналған модульдерден келетін ақпарат, бос кеңістік туралы ақпарат. Жүйе қашықтықты өлшеуі, жер бедерінің құрылымын бағалауы, кедергілерді қауіпсіз айналып өтуді анықтауы және белгілі бір траекториялар бойынша өтуді жоспарлауы керек.

Қысқа қашықтықтағы навигациялық жүйенің жеке міндеті - маршрутты орындау. Ол жолдың қиылысатын және қисық учаскелерін, тік түсулері мен көтерілулерін еңсеру, сондай-ақ басқа объектілер болған кезде навигацияны қамтамасыз ету, маршрутқа елеулі өзгерістер тізбегін жоспарлауды қамтиды. Осылайша, барлық навигациялық жұмыстардың бұл негізгі міндеті мобильді роботтардың навигациялық жүйелерін дамытудың алғашқы кезеңдерімен байланысты болды.

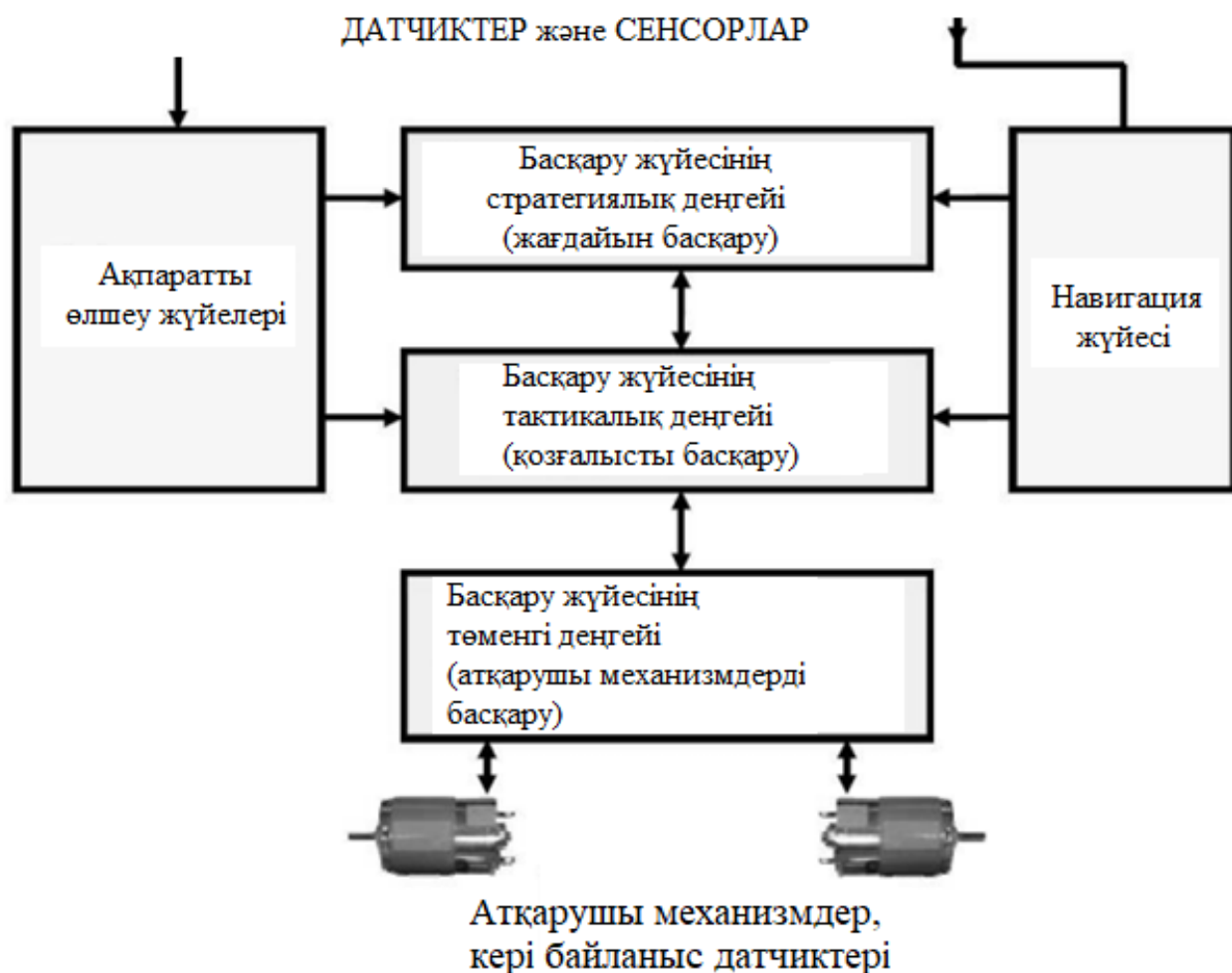
Роботтың навигациясы кезінде басқару процесі абстракциялау дәрежесі жоғары деңгейлерден қойылған тапсырмаларды төменгі деңгейлерге ауыстырудан тұрады, ал роботтың жағдайы туралы ақпарат қарама-қарсы бағытта өтеді. Бұл ретте әрбір навигация деңгейі өзінің жұмыс аймағының картасын сақтайды. [2]

Мобильді роботтардың навигациясы әртүрлі технологиялар мен қолданбалардың кең ауқымын қамтиды. Ол өте ескі технологияларға да, ғылым мен техниканың ең жаңа жетістіктеріне де сүйенеді.

Өнеркәсіптік азды-көпті автономды роботтардың алғашқы үлгілері 1960 жылдары жасалды, олар зауыт ғимараттарының еденінің астына салынған электр кабельдері арқылы белгіленген маршрут бойынша қозғалды. Жұмыстарда кабельдің электромагниттік сәулеленуін қабылдауға арналған қарапайым датчиктер орнатылды, бұл кабельдің қай жерде төселгенін анықтауға және оны қадағалауға мүмкіндік берді. Құрылғылар әртүрлі жиіліктегі сигнал бірнеше кабель арқылы берілетіндіктен, әртүрлі бағытта қозғала алады. Бірақ мұндай схема қымбат және икемсіз болды.

Алғашқы компьютерлік көру жүйелері пайда болған кезде, олар кабельдерден бас тартып, еденде сызылған сызықтарды танитын камераларды пайдалана алды, сондықтан робот осы сызықтар бойымен өздігінен қозғалды.

Бірақ, сызықтар жиі өшірілді, көбінесе басқа құрылғылар мен адамдар бұғаттады, ал сызықтар қиылысатын жерлерде жұмыс әдетте ары қарай жылжу мүмкіндігін жоғалтып, тоқтап қалды.



1.4 - сурет – Мобильді роботты басқару жүйесінің классикалық блок-схемасы

Мобильді роботты басқарудың интеллектуалды жүйесінің классикалық блок-схемасы 1.4-суретте көрсетілген. Ол келесі құрылымдық бөлімшелерді қамтиды: [9]

1. Робот жетектерін басқару үшін контроллердің микропроцессорларының ішінде жүзеге асырылатын жылдамдық пен позиция реттегіштерін білдіретін басқару жүйесінің төменгі (жеткізу) деңгейі. Басқару жүйесінің төменгі деңгейінің кірісінде буындардың айналу жылдамдығы мен бұрыштары бойынша тапсырмалар қабылданады, ал шығыста робот қозғалтқыштары үшін басқару кернеулері қалыптасады.

2. Басқару жүйесінің тактикалық деңгейі кедергілер бар ортада мобильді роботтың қозғалысының мәселелерін шешетін интеллектуалды алгоритмдерден, сондай-ақ робот қолының қозғалысын контурлық басқару жүйесінен, оның ішінде интеллектуалды жүйелерден тұрады. Басқару жүйесінің тактикалық деңгейінің кірісі қозғалысты басқару жүйесі үшін де, робот-манипулятор үшін де мақсатты нүктелерді алады. Шығуда – берілген жылдамдықтар мен буындардың бағдарлану бұрыштары болады.

Қозғалыс бағыты белгілі бір биіктікте орналастырылған белгілі бір пішіндегі маркерлердің объектілерінен тұрғызылды, робот қарапайым сенсорларды пайдалана отырып, бұл маркерлерді танып, осылайша оның орнын анықтады. Бірақ мұндай навигациялық жүйе көлік құралы мен оның қоршаған ортасы арасындағы қажетсіз физикалық байланысқа сүйенеді. Сонымен қатар, жұмыстар әрқашан маркерлерді дұрыс тани алмады және олардың орналасуын өте дәл таңдау керек болды.

Біркелкі, маркер енгізілген навигациялық модельдер аналогтық датчиктермен жабдықталған, жанасу күшін өлшеуді және маркердің пішінін анықтауды үйренді, қазір бұл мақсатта маркерлерден қоршаған орта туралы егжей-тегжейлі мәліметтерді алуға қабілетті цифрлық матрицалық сенсорлар қолданылады. [8]

Басқа навигациялық әдіс лазерлік қашықтық өлшегіштерді және ультрадыбыстық сенсорларды пайдаланады. Дегенмен, лазер сәулесі тек көру сызығында ғана тиімді. Сонымен қатар, сәуленің жолында жиі кішігірім кедергілер пайда болады, осылайша қатені енгізеді. Ультрадыбыстық датчиктердің ұзақ жауап беру уақыты түрінде айтарлықтай кемшілігі бар (егер робот үлкен және ашық кеңістікте орналасса), ол роботтың жылдамдығын секундтың оннан бір бөлігімен шектейді. Сонымен қатар, әртүрлі жағдайларда дыбыс жылдамдығы әртүрлі, қашықтықты бағалаудың дәлдігіне әсер етеді, нәтижесінде робот қоршаған ортаның жалпы бейнесін бұрмалайды.

Алдын ала белгіленген ортада роботтың қозғалысын ұйымдастыру тәсілдерінің бірі оптопармен жабдықталған роботтың қозғалысын басқару жүйесіне арналған алгоритмдерді пайдалану болуы мүмкін - көпбұрыштың бетіне қолданылатын жолақ үшін бақылау сенсоры. Бортта оның жалпыланған координаттарының жұмысын автономды анықтау пропорционалды сигналды қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Бүгінгі таңда роботтардың көпшілігі рельефті шарлау үшін навигациялық жүйенің негізі ретінде одометрияны пайдаланады (одометрия – жүріп өткен қашықтықты өлшеу). Әдетте, одометрияны алу үшін доңғалақ осіне тікелей орналастырылған оптикалық кодерлер қолданылады. [7]

Бүгінгі күні роботтардың жылдамдығы мен қозғалысын өлшеу үшін қолданылатын айналмалы сенсорлардың тізімі:

- қылшық контактілері бар кодерлер;
- потенциометрлер;
- оптикалық кодтаушылар;
- магниттік шифрлағыштар;
- электромагниттік кодтағыштар.

Қазіргі оптикалық сенсорлар сәуленің үзілуін анықтайтын кішірек сенсордан тұрады. Онда белгілі бір фотодетекторға бағытталған және бағытталған жарық шоғы білікте айналатын арнайы ұялары бар диск арқылы мезгіл-мезгіл үзіледі.

Алғашқы компьютерлік көру жүйелері пайда болған кезде, олар кабельдерден бас тартып, еденде сызылған сызықтарды танитын камераларды пайдалана алды, сондықтан робот осы сызықтар бойымен өздігінен қозғалды.

1.4 Роботтардың техникалық көру жүйесі

Көру жүйелерінде қолданылатын әдістер мен тәсілдерді жіктеу үшін көру үш негізгі ішкі класқа бөлінеді: төмен, орташа және жоғары көру. Төмен деңгейлі көру жүйелері сезгіш сенсорлардан ақпаратты өңдеуге арналған.

Бұл жүйелерді «ақылды» машиналар класына жатқызуға болады.

Жұмыс кеңістігінің шектеулі түрлері үшін осындай қасиеттері бар көру жүйелерін құру негізінен мүмкін, бірақ мұндай жүйелердің сипаттамалары адамның көру мүмкіндіктерінен алыс. Техникалық көру нақты мәселелерді шешуге бағытталған аналитикалық формализацияға негізделген. Адамның мүмкіндіктеріне жақын сенсорлық сипаттамалары бар машиналар жақын арада пайда болмайды. Дегенмен, табиғатты көшіру бұл мәселенің жалғыз шешімі емес. Ғарышта ұшу мәселесінің қазіргі заманғы шешімі табиғат ұсынған шешімдерден түбегейлі ерекшеленеді. Жылдамдығы мен қол жеткізуге болатын биіктігі бойынша ұшақтар құстардың мүмкіндіктерінен әлдеқайда асып түседі.

Орта деңгейлі техникалық көру жүйелері жекелеген объектілерді сегменттеу, сипаттау және тану міндеттерімен байланысты. Бұл тапсырмалар аналитикалық көріністерге негізделген көптеген тәсілдерді қамтиды. Жоғары деңгейлі көру жүйелері жоғарыда талқыланған мәселелерді шешеді. Жоғары деңгейдегі техникалық көру мәселелерін және оның төменгі және орта деңгейлі техникалық көрумен байланысын нақтырақ түсіну үшін біз бірқатар шектеулерді енгіземіз және шешілетін мәселені жеңілдетуге болады.

1.5 Автономды мобильді роботтардың бағдарлау әдістерінің жүйелік талдауы

Қоршаған ортамен (ОС) және адам операторымен әрекеттесетін роботтың құрылымын сұлба арқылы көруге болады (1.6-сурет). Сұлбада көрініп тұрғандай, жалпы жағдайда робот төрт жүйеден тұрады: атқарушы (моторлы), басқару (интеллектуалдық), ақпараттық-өлшеу (датчик) және байланыс жүйесі.

Атқарушы немесе қозғалтқыш жүйе басқару жүйесі шығаратын басқару сигналдарын өңдеуге арналған. Бұл роботтың қоршаған ортаға мақсатты әсер ету мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Атқарушы жүйе роботтың динамикалық қасиеттерін, атап айтқанда оның әртүрлі қозғалыстарды орындау қабілетін анықтайды. [7]

Ақпараттық-өлшеу немесе сенсорлық жүйе сыртқы ортаның жай-күйі, атқарушы жүйенің оған әсер ету нәтижелері және роботтың өзінің күйі туралы ақпаратты қабылдау және түрлендіру үшін пайдаланылады. Сенсорлық жүйенің

элементтері ретінде телевизиялық және оптоэлектрондық құрылғылар, лазерлік және ультрадыбыстық диапазон өлшегіштер, тактильді, күш-моментті, контактілі және индуктивті позиция мен жылдамдық датчиктері, акселерометрлер және т.б.

1.6 Мобильді роботтың навигациясының үлгілері

Үш навигация схемасын ажыратады:

- ғаламдық – ұзақ маршруттар бойынша қозғалу кезінде құрылғының абсолютті координаталарын анықтау;
- жергілікті - кейбір (әдетте бастапқы) нүктеге қатысты құрылғының координаталарын анықтау. Бұл схема алдын ала белгіленген аумақта миссияларды орындайтын тактикалық ұшқышсыз ұшақтарды және жердегі роботтарды әзірлеушілерге сұранысқа ие;
- жеке - роботпен оның денесінің бөліктерін орналастыру және манипуляторлармен жабдықталған құрылғыларға қатысты жақын маңдағы объектілермен өзара әрекеттесу.

Құрылғы неғұрлым үлкен болса, ол үшін жаһандық навигацияның маңыздылығы соғұрлым жоғары болады және жеке навигацияның маңыздылығы соғұрлым төмен болады деп есептеледі. Кішігірім роботтары үшін керісінше болады [9]

Навигациялық жүйелер тағы бір ерекшелігі бойынша жіктеледі - олар пассивті және белсенді болуы мүмкін. Пассивті навигациялық жүйе сыртқы көздерден өзінің координаталары мен қозғалысының басқа сипаттамалары туралы ақпаратты алуды қамтиды, ал белсендісі орналасқан жерді өз бетімен анықтауға арналған.

Әдетте, барлық ғаламдық навигация схемалары пассивті, жергілікті - екеуі де, ал жеке схемалар әрқашан белсенді. 60-шы жылдары жасалған азды-көпті автономды навигациясы бар өнеркәсіптік роботтардың алғашқы үлгілері зауыттық ғимараттардың еденінің астына салынған электр кабельдері арқылы қатаң белгіленген маршрут бойынша қозғалды. Роботтарға кабельден электромагниттік сәулеленуді қабылдауға арналған қарапайым құрылғылар орнатылып, қозғалыс бағытын анықтауға мүмкіндік берді. Құрылғылар әртүрлі жиіліктегі сигналдың бірнеше кабель арқылы берілуіне байланысты әртүрлі бағытта қозғала алады. Бірақ мұндай схема қымбат және икемсіз болды.

Нарықта көптеген коммерциялық қол жетімді GPS қабылдағыштары бар болса да, оларды жаһандық навигацияда пайдалану осы уақытқа дейін жалпы тақырып тапсырмаларымен шектелді. Бұл робототехника заңдарының мұндай навигацияның дәлдігіне деген айқын талабымен байланысты - өз координаталарын анықтаудағы қате автономды көлік құралының өлшемінен аспауы керек (әйтпесе, бірдей немесе кішірек өлшемдегі құрылғылармен соқтығысуы және басқа да қайшылықтар. қоршаған орта мүмкін).

Әдеттегі өздігінен жүретін коммерциялық роботтың ұзындығы әдетте бір немесе екі метрден аспайды және ұшыру алаңынан 10 км қашықтықта болуы мүмкін, бірақ GPS сигналы шамамен 100 м дәлдік береді, ал жаңартылған GPS қабылдағыштары 20- дәлдікпен. 20 м алдағы жылдары азаматтық ұйымдарға қолжетімді болады. Сондықтан негізгі GPS-навигация ретінде негізінен ірі ұшақтардың немесе мұхит лайнерлерінің автопилоттарында қолданылады. Сонымен қатар, Жердің әртүрлі аймақтарында, қиын жерлерде және ғимараттарда GPS сигналы тұрақсыз және кедергімен қабылдануы мүмкін. Осылайша, бұл жүйе ұзақ уақыт бойы шағын көліктердің жаһандық навигациясы проблемаларында негізгі жүйе ретінде қолданыла алмайды.

Кейде GPS жүйесінің мүмкіндіктері қосымша жерүсті станцияларын орналастыру арқылы кеңейтіледі - егер олардың координаттары белгілі болса, онда GPS ақпараты негізінде шамамен 5 м дәлдікпен объектінің орналасқан жерін анықтауға болады. [8]

Бағдарлау үшін жасанды құрылымдарды (мысалы, арнайы мұнаралар) пайдалану идеясы пассивті жергілікті навигациялық жүйелерді әзірлеушілер арасында танымал. Ол коммерциялық нұсқаларда жақсы енгізілген және машиналық көру жүйесімен жабдықталған робот оның көрінетін кескінінің геометриялық өлшемдерінің өзгеруін талдау арқылы мұнараға дейінгі қашықтықты өте дәл есептей алады. Егер жасанды маяктарды орнату мүмкін болмаса, робот қоршаған ортаның статикалық элементтерін (биік ағаш, тау) өз бетінше таңдауға және олардың координаттарын байланыстыруға тырысуы мүмкін. Бұл тәсілдің кемшілігі қоршаған орта жағдайлары (мысалы, жарықтандыру деңгейі) өзгерген кезде негізгі объектілерді табу проблемаларында жатыр. [7]

2 Практикалық бөлім

2.1 Роботтың құрастырушы элементтері

Тереңдік камераларының көмегімен картаны құру әдісі бастапқыда көлемдік кеңістікті сканерлеуге қабілетті. Бұл жағдайда алгоритм роботтың қозғалысы кезінде сканерлейтін барлық объектілердің проекцияларын картаға түсіреді. Нәтижесінде алынған карта азырақ көрнекі болады, бірақ роботтың қозғалуы үшін толық және қауіпсіз болады. Сонымен қатар, роботтың жолын жоспарлаушы барлық нысандарды ескере отырып, өз бағытын бірден салады; ал лидар негізінде құрастырылған картаны пайдаланған кезде робот алдымен дәл осы лидар бекітпеген кедергіге жақындайды, содан кейін оны камера арқылы таниды, содан кейін ғана өз бағытын қалпына келтіреді. [11]

Роботтың белгілі бір операцияларды орындауға арналғанын, олардың түріне байланысты құрылғылардың стационарлық және жылжымалы түрлерін ажыратуға болады. Мобильді роботтарды типтерге бөлудің негізгі критерийлерінің бірі қозғалыс режимі болып табылады. Осы жобада қозғалыс ретінде доңғалақты қозғалмалы робот көмекшіні жобалау орындалды.

Толыққанды роботты жасау үшін көптеген компоненттер қажет және біз оларды әрі қарай пайдалану үшін жүйелеуге әрекет жасадық. Әрбір дерлік роботтың «миы» микроконтроллер немесе олардың комбинациясы болып табылады, олардың әрқайсысы белгілі бір функцияларға жауап береді.

Микроконтроллерді таңдаудағы негізгі аспектілер: бит тереңдігі, цифрлық және аналогтық кірістер мен шығыстардың саны, флэш-жад көлемі, жедел жадының көлемі, тактілік жиілік, таймерлердің және басқа перифериялық құрылғылардың болуы. Мобильді роботтар үшін маңызды критерий жұмыс кернеуі мен қуат тұтыну болып табылады.

Жетектер кез келген дерлік роботтардың ең маңызды құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады, олар кеңістікте қозғалуға мүмкіндік береді. Ең қарапайым шешімдердің бірі электр сервожетегін пайдалану болып табылады, ол орнатылған беріліс қорабы және білік позициясының датчигы бар электр қозғалтқышы болып табылады, оның арқасында жетек дәл қозғалады. Жетек ретінде қадамдық қозғалтқышты пайдалану да кең таралған шешім болып табылады: ол сонымен қатар электр қозғалтқышын пайдаланады, бірақ білік позициясының сенсорын пайдаланбайды, өйткені айналу бұрышын біліктердің ауытқу бұрышын алдын ала білетін контроллер басқарады. Тұрақты ток қозғалтқыштарына балама пьезоқозғалтқыштар болып табылады, олар роторды айналдыру үшін ультрадыбыстық жиілікте пьезоэлектрлік аяқтардың тербелісін пайдаланады. [12]



2.1 - сурет – Ультрадыбыстық қашықтық өлшегіш HC-SR04 [11]

Ультрадыбыстық қашықтық датчигының модулі (дальномер) HC-SR04 тұрақты және қашықтықты дәл өлшейді. Жоғары дәлдіктегі модуль.



2.2 - сурет – Жетек 6V DC 1:120 екіөсті редуктормен (X4) [11]

Литий-ионды батарея сипаттамасы бойынша 7,4 В 1500 мАсағ мәндерге ие. Мотордың номинал тогы 60 мА

$$t = \frac{c}{l} \quad (2.1)$$

Сонда 1мотордың жұмыс жасау уақыты:

$$t = \frac{1500}{60} = 25 \text{ сағ}$$

Сәйкесінші 4 мотордың жұмыс уақыты:

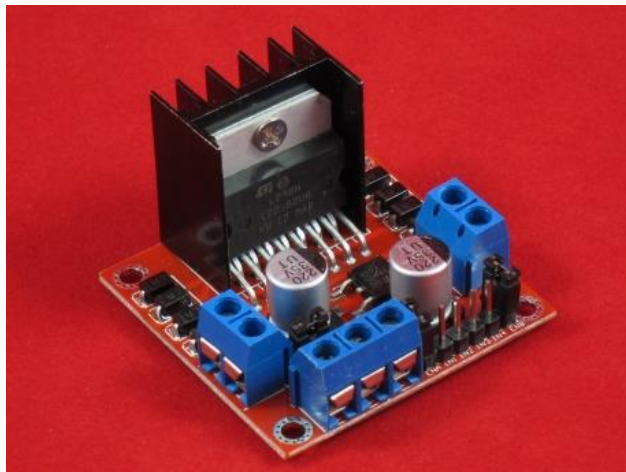
$$t = \frac{1500}{240} = 6,25 \text{ сaғ}$$

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.2)$$

Тұтынатын ток күші кернеуді кедергіге бөлінгенге тең. Сондықтан кедергі неғұрлым жоғары болса, ток соғұрлым аз болады.

Кесте 1.1 – Кернеудің әрүрлі мәніндегі тоқтың тұтынуы

Кернеу	R - 3 Омды мотор редуктор		R - 6 Омды мотор редуктор	
	Айн\мин	Тұтыну	Айн\мин	Тұтыну
3,7 V	195	120 мА	138	120 мА
4,8V	258	130 мА	192	125 мА
6 V	330	150 мА	246	130 мА
7,4 V	408	170 мА	312	135 мА
12V	672	270 мА	480	160 мА



2.3 - сурет – Қозғалтық драйвері (аналог L298N) [12]



2.4 - сурет – Сервожетек MG90S (X2)

Сыртқы контроллерден кіріс сигналын өңдеу үшін сервожетекте басқару тізбегі орналасқан.

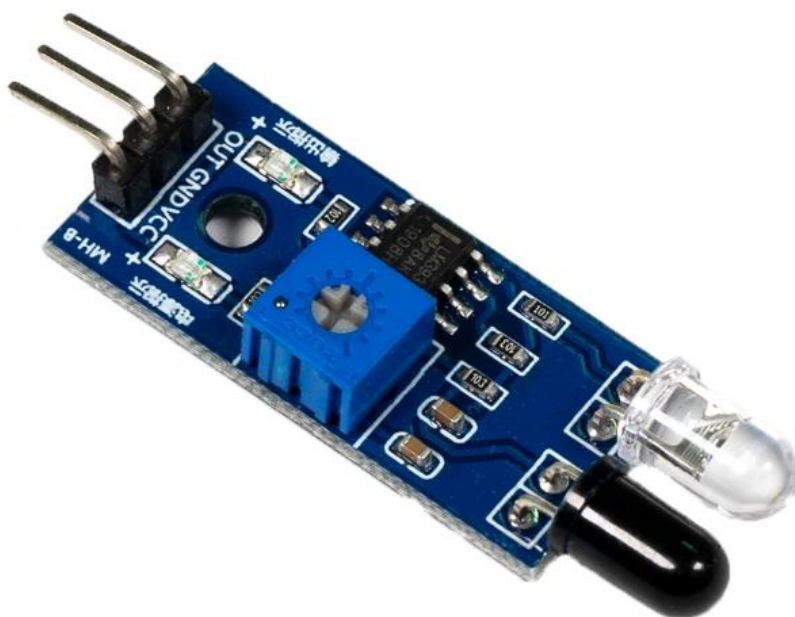
Тұрақты айналмалы жетекте басқару блогы импульстарды қабылдайды және оларды берілген жылдамдықта тұрақты айналуға түрлендіреді.

Басқару схемасы аналогтық немесе сандық болуы мүмкін.

Аналогтық сервожетекте сыртқы контроллерден кіріс логикалық чип арқылы талданады. Аналогтық чип 50 Гц жиілікте сыртқы импульстарды қабылдайды, бұл қозғалтқыштың жауап беру уақыты шамамен 20 мс құрайды.

Сандық сервожетекте кіріс деректері өзінің микроконтроллері арқылы талданады. Контроллер жиілігі 50 Гц сыртқы импульстарды қабылдайды, бірақ сигналдың ішкі жиілігін 50 Гц-тен 500 Гц-ке дейін арттыруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде қозғалтқыштың реакция уақыты 2 мс дейін қысқартылуы мүмкін.

Ұзақтығы 1,5 мс импульстарды қолданғанда сервожетек ортаңғы күйге орнатылады. Импульстік ені 0,6 мс болса, білік орталық күйінен сағат тілімен 90 градусқа бұрылады (сервожетекке жоғарыдан қараған кезде). Импульс ені 2,5 мс болса, білік орталық күйінен сағат тіліне қарсы 90 градусқа айналады. Осылайша, біліктің орны басқару импульсінің ені арқылы беріледі. Импульстің қайталану кезеңі 10-нан 20 мс-ге дейін болуы мүмкін, стандартты мәні 20 мс (жиілігі 50 Гц). Бұл серво (SG90) экстремалды позициялардан тағы бірнеше градусқа бұрыла алады, яғни айналу бұрышының диапазоны 180 градустан сәл артық. Іс жүзінде айналу бұрышы беріліс қорабының берілісіндегі механикалық тоқтаулармен шектеледі, басқару импульстерінің жоғарыда көрсетілген уақыт аралықтары айналу бұрышының диапазонын 180 градус шегінде шектейді, біліктің механикалық тоқтауларға бұрылуын болдырмайды. [11]



2.5 - сурет – YL-63 инфрақызыл кедергілерді анықтау сенсоры

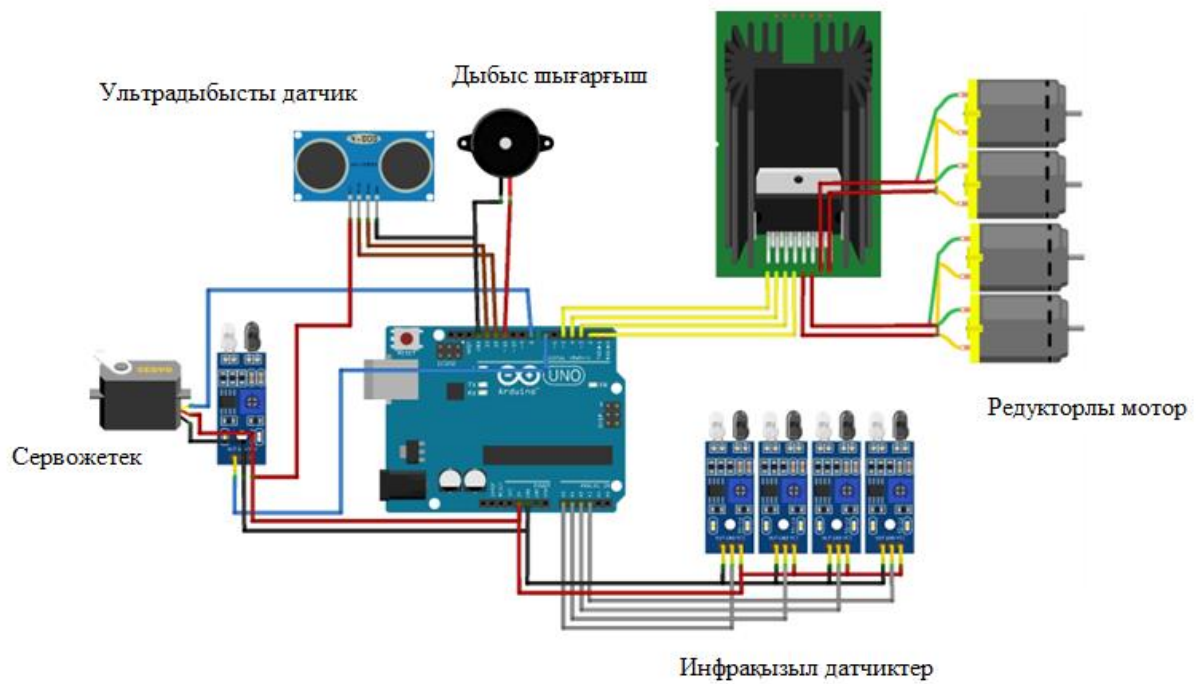
Arduino кедергі датчигы ол кедергілерді айналып өту үшін немесе кедергілердің болуын анықтау кезінде, өлшемді бақылау, жарықтың оптикалық қосқышы және басқа құрылғыларда қолданылады.

ИК датчигының сигналын өңдеу принципі ИК қабылдағыш арқылы қабылданған сигналдың «жаңғырығын» анықтау болып табылады. Кедергі материалына байланысты шағылу коэффициенті әртүрлі болады, сондықтан әртүрлі объектілерді анықтау диапазоны да тұрақты болмайды.



2.6 - сурет – Дыбысшығарғыш

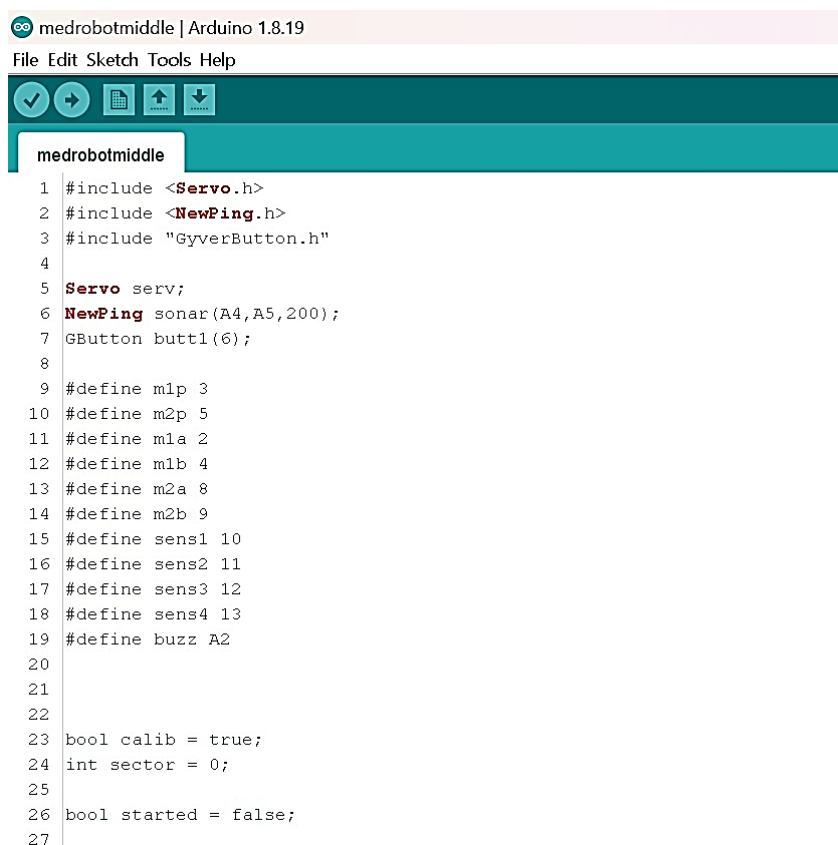
Бұл модульдер жұмыс істеуі үшін дыбыстық сигнал қажет құрылғылар мен жүйелерде дыбыстық хабарландыру үшін пайдаланылады. Дыбыстар әртүрлі тұрмыстық техникада және электронды тақталарды пайдаланатын ойыншықтарда кеңінен қолданылады. Екібитті жүйеде 1 және 0 екі разрядты санау жүйесіне негізделген пәрмендерді дыбыстық сигналдарға түрлендіреді.



2.7 - сурет – Мобильді роботтың құрастыру сұлбасы

2.2 Датчикпен жұмыс істеуге арналған кітапхананы орнату

Arduino жүйесіндегі датчикпен жұмыс істеу үшін Adafruit-тен Adafruit_VL6180X.h кітапханасын орнату қажет.



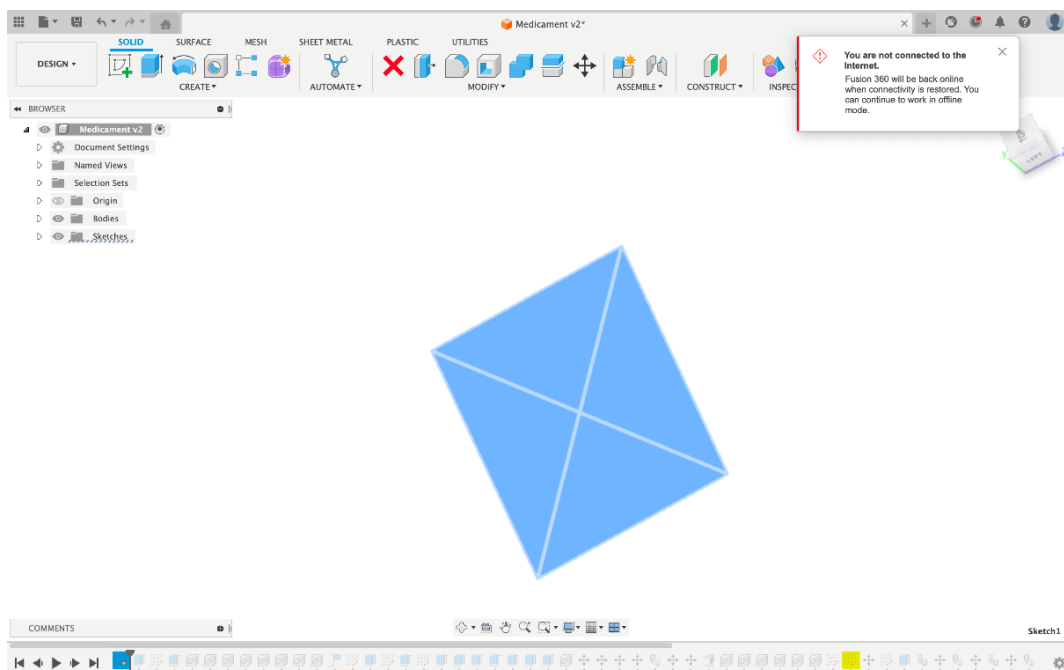
2.8 - сурет – Бағдарламалау

2.3 Мобильді роботтына анимация жасау

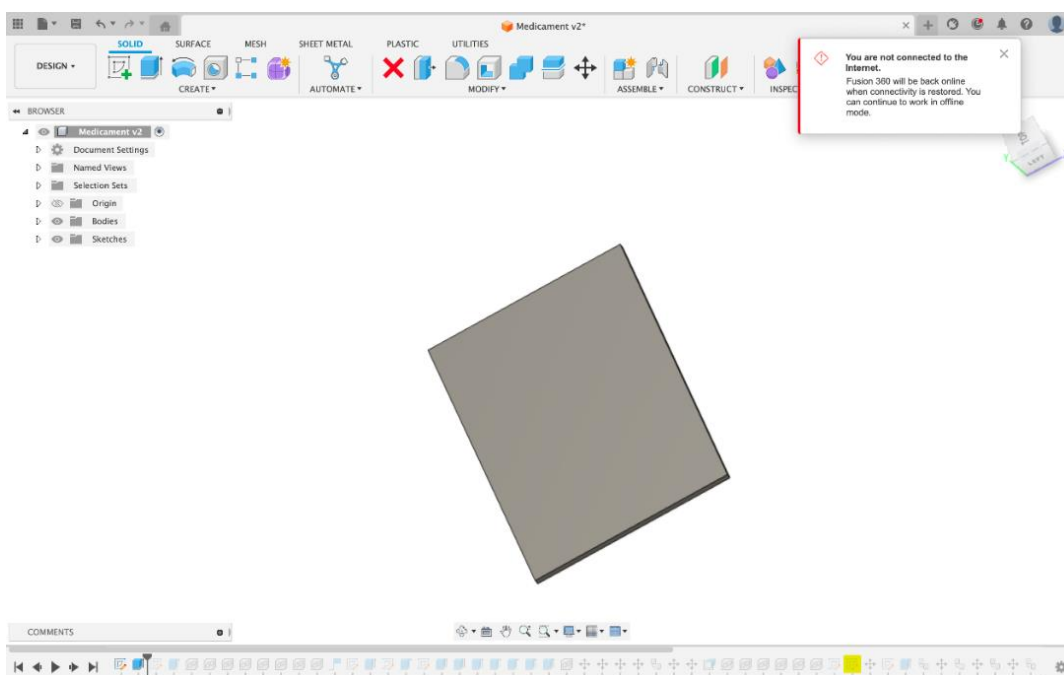
Осы тапсырманы орындау үшін белгілі Fusion 360 программасын таңдадым.

Autodesk Fusion 360 – CAD, CAM және CAE жүйелерін біріктіретін 3D модельдеу, жобалау және есептеу бағдарламалық құралы.

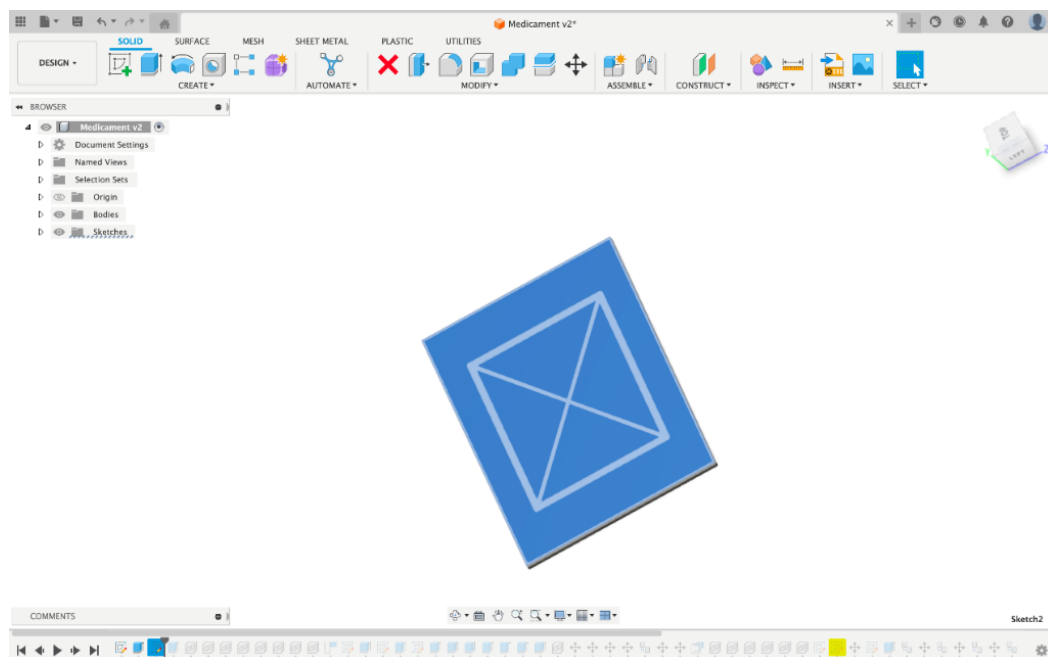
Fusion 360 бастауында модельдер мен жинақтарды жасауды қамтитын өте ыңғайлы дизайн және модельдеу бағдарламасы Inventor болды. Содан кейін компания бұдан да сәтті және заманауи бағдарламаны шығарды - Fusion 360 - ол өз жұмысын негізінен бұлтта жасайды, бұл командалық жұмысты қамтамасыз етеді және файлдарды бұлттық қоймада сақтайды. Бұл инновациялық шешім болды және бағдарламаны құру процесі шолулар мен кері байланысқа негізделген - кейбір командалар мен қосымшалар компания мен пайдаланушылардың бірлескен жұмысының арқасында жасалды. Бұл бағдарламаның негізгі ерекшеліктерінің бірі - прототиптен бастап дайын шешімге дейінгі бөлікті құрудың бүкіл процесін онда жүзеге асыру.



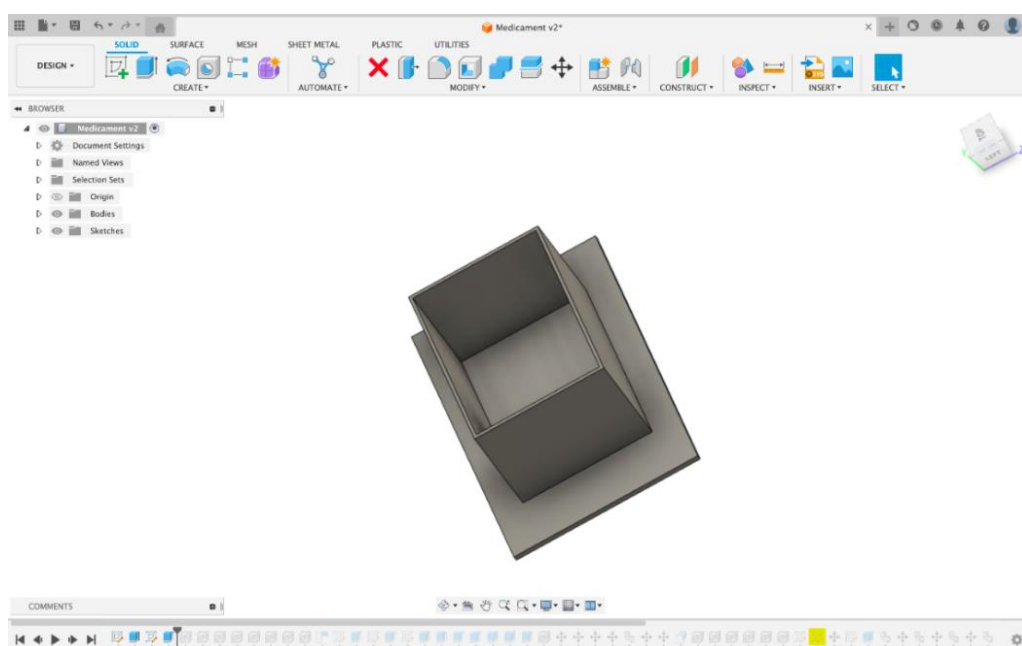
2.9 - сурет – Макеттің астыңғы көрінісі



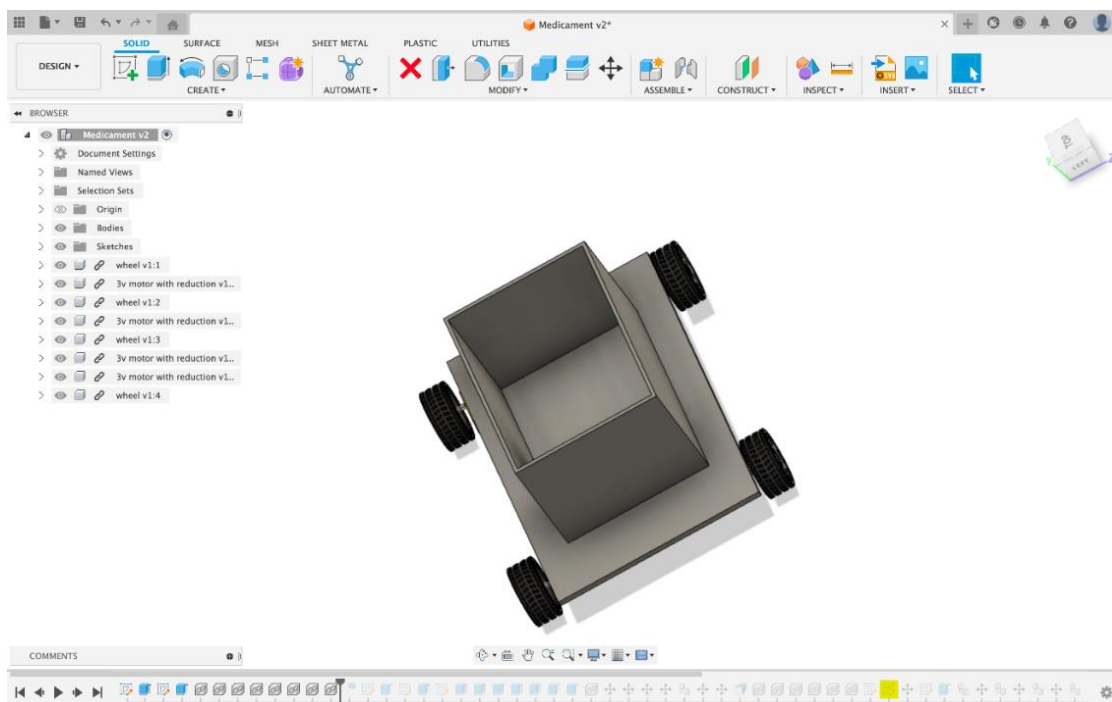
2.10 - сурет – Макеттің астыңғы көрінісінің 3D моделі



2.11 - сурет – Макеттің астыңғы бөлігіне ортаңғы бөлігін сызу



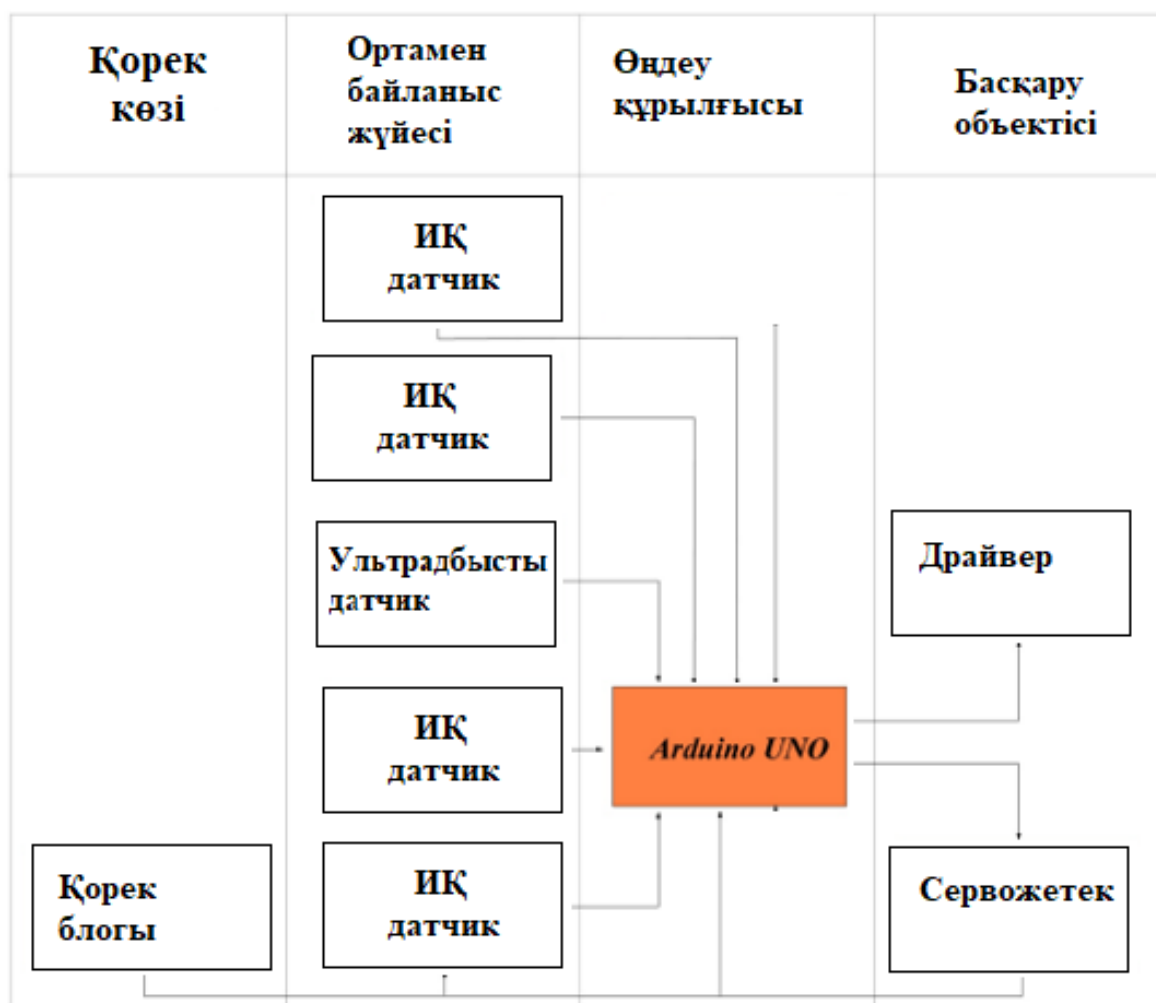
2.12 - сурет – Макеттің ортаңғы бөлімінің 3D моделі



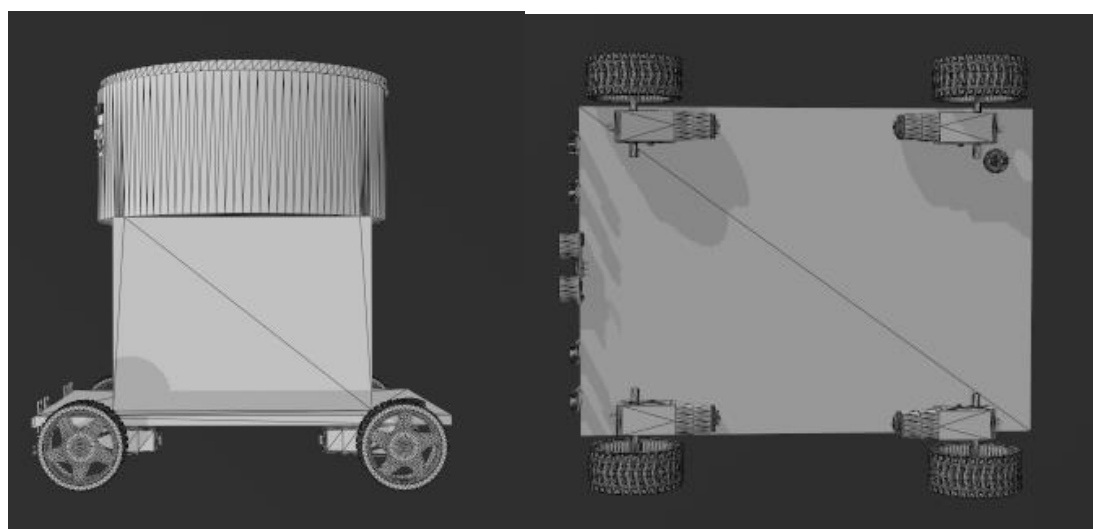
2.13 - сурет – Макеттің 3D моделі

2.4 Жұмыс жасау принципі

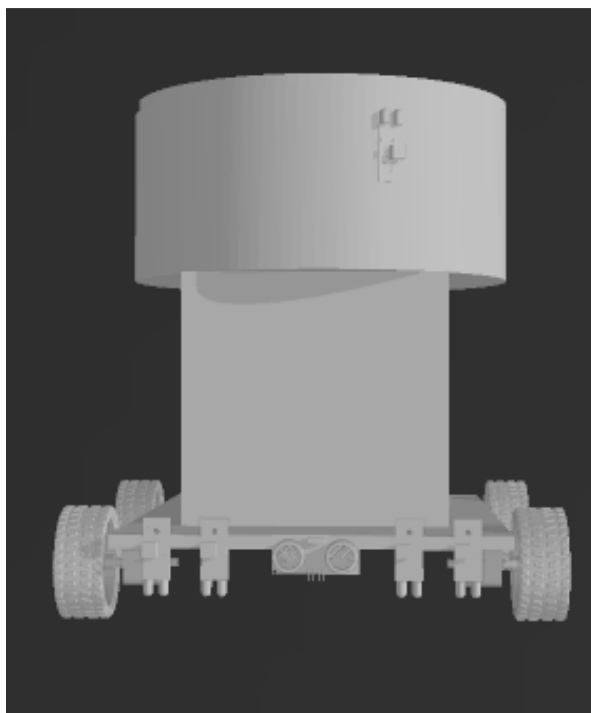
Дипломдық жобада мақсаты бойынша медицина саласындағы көмекші роботын жобалау қажет болды. Сол мақсатта қыра сызық бойымен инфрақызыл датчиктер арқылы бағдарламаланған бағытта және уақытта қозғалыс жасайтын атқарушы жүйелермен жабдықталған ауруханада қолдануға болатын робот көмекші жобаланды. Көмекші робот аурухана дәлізіндегі қара сызық арқылы палаталардың алдына белгілі бір уақыт тоқтап, дыбыс шығарғыш арқылы сигнал беріп, палата алдына пациенттерді белгілі уақытта дәрі дәрмектерін тарату қызметін орындау керек.



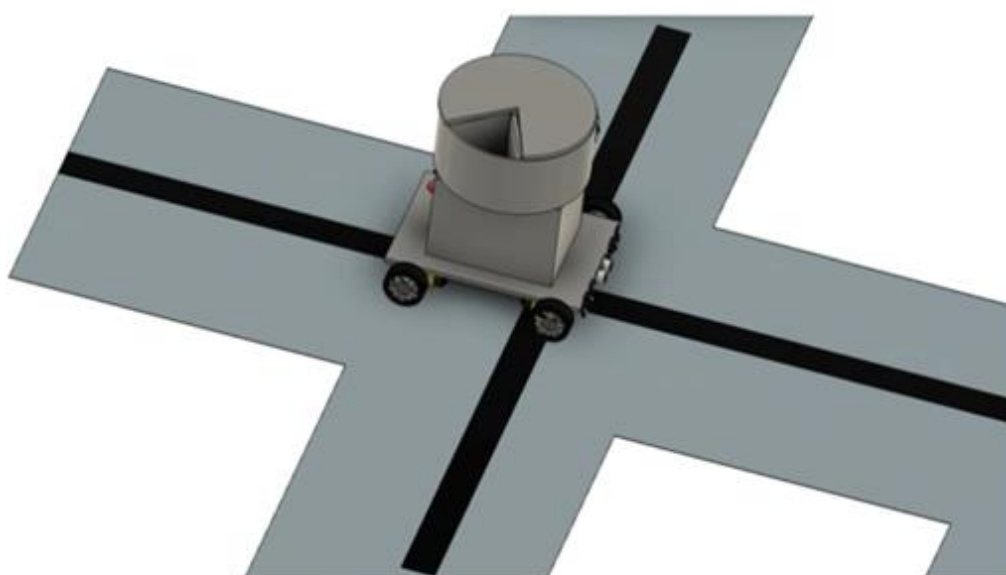
2.14 - сурет – Құрылымдық сұлбасы



2.15 - сурет – Құрылымдық сұлбасы



2.16 - сурет – Роботтың 3D бейнесі



2.17 - сурет – Анимациясы

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі уақытта мобильді роботтарды жасау және пайдалану мәселесі өте өткір болды. Роботтар күнделікті өмірге көбірек енгізілуде. Сонымен, егер бұрын автоматтандырылған жүйелер негізінен өндірісте қолданылса, қазір ойыншық робот-иттер, автономды шаңсорғыштар немесе шөп шабатын машиналар, медицинада қолданылатын роботтар кеңімен таралған..

Робототехникада навигация үшін көбінесе қоршаған кеңістіктің нақты карталарына негізделген бір немесе басқа тәсіл қолданылады. Сонымен қатар, инженерлер әдетте ғимараттардың ішіндегі жергілікті навигацияға назар аударады, ал жаһандық навигация да жеке көзқарасты қажет ететін маңызды міндет болып табылады. Адамдар қаладағы А нүктесінен В нүктесіне жету мәселесін екі масштабта навигацияны біріктіру арқылы және қоршаған кеңістіктің жоғары дәлдіктегі 3D картасын жасамай шешеді. Оның орнына, навигатордан үлкен картадағы негізгі нысандарды есте сақтай аламыз және жақындаған кезде оларды тани аламыз.

Навигация адамның бақылауынсыз өз бетінше қозғалатын қазіргі уақытта бар барлық мобильді құрылғылардың негізгі мәселесі болып қала береді. Сәтті навигация үшін роботтың борттық жүйесі маршрутты құра алуы, қозғалыс параметрлерін басқаруы (дөңгелектердің айналу бұрышы мен олардың айналу жылдамдығын орнату), сенсорлардан алынған қоршаған әлем туралы ақпаратты дұрыс түсіндіре алуы керек және үнемі өздерінің координаттарын бақылайды.

Медициналық роботтардың әртүрлі түрлері қазірдің өзінде кең ауқымды тапсырмаларды орындайды.

Жалпы, медицинада роботтарды қолдану дамып келе жатқан бірнеше негізгі бағыт бар. Бір жағынан, бұл әдеттегіден босату, екінші жағынан емдеуді сапалы жақсарту және стандартты емес, күрделі міндеттерді шешу. Көмекші роботтардың медицинаның даму деңгейіне әсері зор.

Медицинадағы робототехника дәрігерлерге көп күш пен уақытты қажет ететін, бірақ айтарлықтай ақыл-ой күшін немесе шешім қабылдауды қажет етпейтін ұқсас тапсырмаларды шешуге көмектеседі. Олардың қатарында науқастарды тіркеу, электронды картамен жұмыс, анықтамалық ақпарат беру, робот курьерлер бар. Көптеген робо-хатшылар әзірленді және олар әртүрлі салаларда қолданылады. Болашақта медициналық мекемелердегі әкімшілік жұмыстың әсерлі бөлігін интеллектуалды роботтар қолға алуы әбден мүмкін.

Жобаның нәтижесінде медицинада қолдануға болатын көмекші мобильді робот және олардың навигациясын басқару жүйесі құрылды, әзірлеу барысында навигацияны жүзеге асырудың жолдары зерттелді және олардың барлығы әртүрлі және өз мүмкіндіктеріне сәйкес пайдаланылады.

Осы жұмыста бірінші бөлімінде жалпы мағлұматтар, навигация туралы мағлұматтар, артықшылықтары мен кемшіліктері ұсынылды. Құрастырылған роботтың құрастырушы элементтері сипатталды, олардың сызбалары берілді. Мобильді роботтың макеті әзірленді. Және де роботтың 3D моделі жасалып, оның анимациясы берілді.

Қорыта келгенде, тақырыптың өзектілігі анықталып, дипломдық тақырып бойынша міндеттер орындалды. Құрастырылған робот ауруханада дәрі тасымалдаушы қызметін атқаратын робот ретінде ұсынылды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] Роботизированная хирургия. [Электронный ресурс]: ru.wikipedia.org.
URL:
- [2] <https://ru.wikipedia.org/>
- [3] Gyles C. Robots in medicine. Can Vet J. 2019 Aug;60(8):819-820. PMID: 31391598; PMCID: PMC6625162.
URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6625162/>
- [4] Применение роботов в медицине и перспективные разработки на будущее [Электронный ресурс]: geekometr.ru.
URL: <https://geekometr.ru/statji/primenenie-robototekhniki-v-meditsine.html>
- [5] Робот на все руки. Как современная робототехника помогает людям восстанавливаться после инсультов. [Электронный ресурс]: Хабр.
URL: <https://habr.com/ru/company/leader-id/blog/663854/>
- [6] Инструментарии роботостроения [Электронный ресурс] / Колорадо, М. Тим Джонс. - Режим доступа до ресурсу: www/ URL: <http://developerworks.ru/library/lrobotools/#author.html/> - 05.09.2008 г. - Загл. з екрану.
- [7] Навигация зрячего робота [Электронный ресурс] Режим доступа до ресурсу: www/ URL: http://cofelis.ru/?page_id=46&page=3.html/ - 17.09.2008 г. - Загл. з екрану.
- [8] Навигация мобильных роботов [Электронный ресурс] / Лондон, Имперский Колледж. - Режим доступа: www/ URL: http://computervision.ucoz.ru/MobRoboNavigati/mobile_robot_navigation.html/ - 10.06.1997 г. – Загл. з екрану.
- [9] Бобровский, С.Н. Навигация мобильных роботов [Текст] / С.Н. Гончаров// Журн. PC Week. - 2004. - №9. - С. 60-63
- [10] Мартыненко, Ю. Г. Управление движением мобильных колёсных роботов [Текст] / Ю.Г. Мартыненко - МГУ им. М.В. Ломоносова, 2005. - 29- 80с.
- [11] <https://ampermarket.kz/base/arduino/>
- [12] <https://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno>
- [13] <https://mech.novtex.ru/jour/article/view/317>
- [14] <https://robroy.ru/operaczionnaya-sistema-robota-ros.html>

Қосымша А

```
#include <Servo.h>
#include <NewPing.h>
#include "GyverButton.h"

Servo serv;
NewPing sonar(A4,A5,200);
GButton butt1(6);
#define m1p 3
#define m2p 5
#define m1a 2
#define m1b 4
#define m2a 8
#define m2b 9
#define sens1 10
#define sens2 11
#define sens3 12
#define sens4 13
#define buzz A1

bool calib = true;
int sector = 0;

bool started = false;

void setup() {
  pinMode(A2, INPUT_PULLUP);

  pinMode(m1p, OUTPUT);
  pinMode(m2p, OUTPUT);
  pinMode(m1a, OUTPUT);
  pinMode(m1b, OUTPUT);
  pinMode(m2a, OUTPUT);
  pinMode(m2b, OUTPUT);
  analogWrite(m1p, 150);
  analogWrite(m2p, 150);
  digitalWrite(m1a, 0);
  digitalWrite(m1b, 0);
  digitalWrite(m2a, 0);
  digitalWrite(m2b, 0);
```

Қосымша А

```
pinMode(sens1, INPUT);
pinMode(sens2, INPUT);
pinMode(sens3, INPUT);
pinMode(sens4, INPUT);
pinMode(buzz, OUTPUT);
digitalWrite(buzz, 1);
  Serial.begin(9600);
  butt1.setDebounce(30);
  butt1.setTimeout(300);
  butt1.setClickTimeout(600);

serv.attach(7);
serv.write(89);

}

void forw(){
  digitalWrite(m1a, 1);
  digitalWrite(m1b, 0);
  digitalWrite(m2a, 0);
  digitalWrite(m2b, 1);
}
void tori(){
  digitalWrite(m1a, 1);
  digitalWrite(m1b, 0);
  digitalWrite(m2a, 0);
  digitalWrite(m2b, 0);
}
void tole(){
  digitalWrite(m1a, 0);
  digitalWrite(m1b, 0);
  digitalWrite(m2a, 0);
  digitalWrite(m2b, 1);
}
void sto(){
  digitalWrite(m1a, 0);
  digitalWrite(m1b, 0);
  digitalWrite(m2a, 0);
  digitalWrite(m2b, 0);
}
```

Қосымша А

```
void turnbag(){
serv.write(85);
started = true;
if(started == true and butt1.isClick() and to != sector){
sector += 1;
}
else if(sector == to and started == true){
sector = to;
serv.write(93);
delay(150);
serv.write(89);
started = false;
turning = false;
unsigned long startedd = millis()+60000;
while(millis() < startedd){
buzzing2();
if(digitalRead(A2) == 0){
break;
}
}
forw();
delay(1000);
}
}
```

```
void buzzing2(){
digitalWrite(buzz, 0);
delay(200);
digitalWrite(buzz, 1);
delay(200);
}
```

```
void buzzing(){
digitalWrite(buzz, 0);
delay(500);
digitalWrite(buzz, 1);
delay(500);
digitalWrite(buzz, 0);
delay(500);
digitalWrite(buzz, 1);
delay(500);

digitalWrite(buzz, 0);
```

Қосымша А

```
    delay(500);
    digitalWrite(buzz, 1);
    delay(500);
    digitalWrite(buzz, 0);
    delay(500);
    digitalWrite(buzz, 1);
    delay(500);
}

void loop() {
    int cmm = sonar.ping_cm();
    Serial.println(cmm);

    butt1.tick();
    if(cmm < 30){
        sto();
        buzzing();
    }
    if(butt1.isClick()){
        serv.write(93);
        delay(150);
        serv.write(89);
        calib = false;
    }
}
```