**Семинар 8. Дөңгелекті шассиде сатылы серво мен мобильді робот көмекшісін орналастыру кезінде М2М өзара әрекеттесуінің прототиптік моделі**

Мобильді роботтардың түрлері Мобильді роботтар доңғалақты, ұшатын және жаяу болып бөлінеді. Жаяу роботтар өз кезегінде екі аяқты, төрт аяқты, алты аяқты және көп аяқты болып бөлінеді. Мақсаты мен міндеттеріне байланысты қадаммен қозғалатын роботтарды екі топқа бөлуге болады: - өндірістік жаяу роботтар; - роботтардың зерттеу қадамы. Ауыр, біркелкі, зиянды және қауіпті физикалық жұмысқа арналған. Мұндай роботтардың тән ерекшелігі-автоматты басқару құрылғыларының болуы (адам қолының қозғалысына еліктейтін манипуляторлар, шассидің әр түрі бар өздігінен жүретін көліктер және т.б.). Өнеркәсіптік роботтар өз кезегінде бірнеше түрге бөлінеді: - өнеркәсіптік; - құрылыс; - ауыл шаруашылығы; - көлік; - үй шаруашылығы; - әскери. Өнеркәсіптік роботтар - бұл робот -манипуляторлар, яғни манипулятор мен атқарушы органдардың қажетті қозғалысын көрсететін басқару әрекеттерін орындайтын басқарылатын, басқарылатын құрылғыдан тұратын автоматты құрылғы. Ол өндірістік қондырғыларды жылжыту және әр түрлі технологиялық операцияларды орындау үшін қолданылады. Басқаша айтқанда, бұл роботтар негізінен әр түрлі салаларда қолмен және тасымалдау операцияларының барлық түрлерін автоматтандыруға арналған (1.1 -сурет). Өндірістік роботтарды өндірісті автоматтандырудың басқа құралдарымен (автоматтандырылған желілер, учаскелер мен кешендер) ұштастыра қолдану үнемді болып саналады [1]. Механикалық манипуляторлардың, содан кейін бағдарламалау жүйелерінің (оның ішінде цифрлық бағдарламаланған басқарудың) пайда болуы өнеркәсіптік роботтардың, яғни әр түрлі операцияларды орындауға арналған бағдарламаланатын манипуляторлардың құрылуына әкелді [2]. Ядролық дәуірдің басталуы өнеркәсіптік манипуляторлардың пайда болуына да ықпал етті. 1947 жылы Америка Құрама Штаттарында Аргонн ұлттық зертханасы қызметкерлерінің командасы Р.Герцтің жетекшілігімен бірінші автоматтандырылған электромеханикалық манипулятор әзірленді, ол - адамдардың қозғалысын жаңғырту және радиоактивті материалдарды тасымалдау. Мұндай манипуляторлардың көмегімен қандай да бір кері байланысты физикалық түрде қамтамасыз ету мүмкін болмағандықтан, кілтті 11 бұру немесе заттарды жерге дұрыс қою қиынға соқты. Алайда, 1948 жылы General Electric осы кері байланыс арқылы Handy Man көшіргішін жасады. Бұл манипулятор көмегімен операторлар манипуляторға объектіні ұстауға мүмкіндік беретін күшке қол жеткізе алды [3].

ArduinoIDE бағдарламалық қамтамасыз ету ортасында қозғалтқыштың қажетті жылдамдық бойынша айналу жылдамдығын автоматты түрде басқаратын бағдарлама жасалды (3 -сурет, а). Сондай -ақ, Arduino UNO аналогты кірістерінің біріне қосылған потенциометр көмегімен біліктің айналу жылдамдығын басқаруға арналған бағдарлама жазылған және сыналған (3 -сурет, б). Бағдарлама фрагменттерінің тізімі 4 -суретте көрсетілген.



Сурет 2. Микроконтроллерге негізделген тұрақты ток қозғалтқышының айналу жиілігін басқаруға арналған схема.



Сурет 3. Arduino негізіндегі тұрақты ток қозғалтқышының жылдамдығын басқаруға арналған электр тізбегі: а) бағдарламалық қамтамасыз ету, б) потенциометр





Сурет 4. Бағдарламалар тізімінің фрагменттері

Жұмыстың келесі қадамы мобильді робот үшін навигациялық жүйені таңдау болды. Қазірдің өзінде орналасудың дәлдігі жоғары навигациялық жүйелер көп, бірақ олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Бұл дәлдікке көбірек көңіл бөлу қажет болатын жергілікті жағдайда бағдарлауға бағдарланбаған жаһандық навигация әдістерінің дамуына байланысты [9–11].

Талдау мен теориялық зерттеулерден кейін, қолданыстағы жағдайларда ең тиімді ретінде келесі навигация әдістері таңдалды: шағылған толқын әдісі және инерциялық әдіс.

Бірінші қарастырылатын әдіс таратқыштың сигналдың акустикалық эмиссиясына негізделген. Ультрадыбыстық сигналдың ауадағы жылдамдығы белгілі мән болып табылады, ал жергілікті навигация жағдайында оны тұрақты ретінде қабылдауға болады. Таратқыш шамамен 40 кГц қысқа ультрадыбыстық импульс шығарады. Бұл сигнал шығарылған кезде ол жақын орналасқан объектілерден шағылысады. Шығарылған сигналдың кідіріс уақытын өлшеу арқылы шығарылатын сигналдарды көрсететін объектілерге дейінгі қашықтықты анықтауға болады. Бұл әдісті жаһандық навигацияда қолдану мүмкін емес, өйткені алыс қашықтықтағы дыбыс толқынының жылдамдығы әр түрлі.

Бұл әдістің артықшылықтары: дизайнның қарапайымдылығы, үлкен есептеу қуатын қажет етпейтін контроллер, объектілерге дейінгі қашықтықты анықтауда жеткілікті жоғары дәлдік. Кемшіліктерге навигация объектісінің нақты координаттарын анықтау мүмкін еместігі мен жоғары энергия шығыны жатады, себебі жүйе белсенді режимде жұмыс істейді.

Дәлдікті жақсарту үшін бұл әдісті инерциялық бағдар сенсорымен біріктіру туралы шешім қабылданды, яғни. координаттарды анықтау әдісімен. Инерциялық әдіс денелердің инерция қасиеттеріне негізделген және автономды, т. ол сыртқы сілтеме нүктелерін немесе сыртқы сигналдарды қажет етпейді [12–14].

Әрине, бұл әдістің артықшылықтары да, кемшіліктері де бар. Артықшылықтардың ішінде келесі параметрлер бар: автономия (басқа навигациялық құрылғыларға тәуелсіз жұмыс істеу мүмкіндігі); шу иммунитеті (құрылғы Жерге тартылудың үдеуі ғана әсер етеді, осылайша жалпы навигациялық жүйенің қалған бөлігін шатастыратын электромагниттік толқындардан қорғауды қамтамасыз етеді); жылдамдық пен дәлдік (кейбір жағдайларда). Олардың радиотехника мен оптоэлектронды әдістерге тән емес маңызды кемшілігі - белсенді жұмыс кезінде өлшеу қателіктерінің жинақталуы. Бұл әдістемелік қателік жүйенің өзінің интегралды әрекетіне байланысты [15].

Таңдалған навигациялық әдістің артықшылықтары мен кемшіліктерін растау үшін аралас жүйенің тәжірибелік прототипі жасалды. Шағылған толқын әдісі Arduino Uno микроконтроллері негізінде жүзеге асырылды. HC-SR04 ультрадыбыстық диапазоны сигнал қабылдайтын және тарататын құрылғы ретінде таңдалды. Бұл құрылғының көру бұрышын жоғарылату үшін диспетчерді айналдыра отырып, 180 градусқа бұруға қабілетті сервопривод қолданылды. Бұл жүйе объектілерді 0,5 м дейінгі қашықтықта және ± 0,01 м дәлдікте анықтауға қабілетті.Монитор экранындағы графикалық кескін үшін өңдеу программалау тілі қолданылған, соның арқасында бағдарлау процесін көруге болады. өзі Құрылғы компьютерден USB кабелімен қуатталады. Сынақтар кезінде кемшіліктер анықталды - бұл құрылғының шағын диапазоны, бірақ мәселені диапазонды қуатты беруші -қабылдау сенсорына ауыстыру арқылы шешуге болады.

Екі навигация әдісінің деректерін біріктіру кезінде проблемалар туындады, оларды шешу үшін сенсорлардан алынған деректерді реттеу арқылы дәлдікті жақсартатын бақылау жүйесі ретінде жұмыс істейтін сүзгілер қолданылды. Бірінші сүзгі - Majwick сүзгісі. Ол модульге салынған магнитометрден алынған параллельді деректерге сүйене отырып, бүкіл қозғалатын жүйенің айналу бұрыштарын дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді. Екінші сүзгі ультрадыбыстық датчиктердің біреуін қолдануға негізделген: сенсор x немесе y координат осьтерінің біреуінің бойымен инерциялы модуль мен объектінің түзу сызықты қозғалысының сызығы бар коллинеарлы сызыққа бекітілген; бағдарламалық түрде, ультрадыбыстық сенсордан алынған мәліметтерге сүйене отырып, ең жақын объектіге дейінгі қашықтықты есептеу және одан әрі объектіге дейінгі қашықтық пен ағымдағы арасындағы айырмашылықты есептеу процесі жүреді; Осылайша жүріп өткен қашықтықты ала отырып, оны инерциялық модульден алынған қашықтықпен салыстырады, осылайша жалпы орынды түзетеді.



Сурет 5. Толқындық дыбысты орнатудың фотосуреті



Сурет 6. Интегралды зонд навигация жүйесін енгізудің эксперименттік моделі

Жоғарыда келтірілген ескертулерге, талдауға алынған әр түрлі әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктеріне, өткен әзірлемелерге сүйене отырып, СНК қатысушылары интегралды зондтық навигация жүйесін енгізу моделін құрды (6 -сурет). Ол Arduino Mega микроконтроллер тақтасы (4) бекітілген контейнерден (1), гироскоптан, магнитометрден, барометрден және акселерометрден тұратын инерциялық модульден (2) және ультрадыбыстық модульден (3) тұрады. Модульдер контейнер қақпағына стационарлық түрде бекітілген, сонымен қатар жұмыс кезінде техникалық қателіктердің ықтималдығын азайту үшін тураланған.

Барлық сенсорлар бір уақытта жұмыс істейді және Arduino Mega қуатты толтыруының арқасында бір -біріне әсер етпейді, осылайша деректерді біріктіруге еш қиындықсыз мүмкіндік береді. Алайда, осы навигациялық әдістердің бір -бірімен интеграциясын жүзеге асыру барысында келесі мәселелер анықталды:

- микроконтроллер өңдеуді қажет ететін ақпараттың үлкен көлемі;

- іске асырылған бағдарлау жүйелері арасындағы қайшылықтың бастапқы кезеңінде пайда болуы.

Зерттеуді жалғастыра отырып шешуге болатын туындаған мәселелерге қарамастан, бір платформада бірнеше навигациялық әдістерді біріктіру жергілікті кеңістіктегі объектілердің бағдарлануының дәлдігі тұрғысынан өте жақсы нәтиже берді. Тіпті егер бірнеше навигациялық жүйелердің комбинациясы эксперименттік модельдің құнының өсуіне әкелген болса да, нарықтық модельдермен салыстырғанда, ол қолайлы болып көрінеді.