

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

XANLARZADƏ XANLAR LOĞMAN oğlu

QARDAŞOV ASİM MƏMMƏDSƏİD oğlu

XÜSUSİ TƏYİNATLI MOBİL ROBOTUN İDARƏETMƏ SİSTEMİNİN
İŞLƏNMƏSİ

MAGİSTR DİSSERTASİYASI

İxtisas: 060629 - Mexatronika və robototexnika mühəndisliyi

İxtisaslaşmalar: Mexatronika

Robotlar və robototexniki sistemlər

Elmi rəhbər: t.e.d., dos. Çələbi İftixar Qurbanəli oğlu

BAKİ-2023

M541a2 qrupun tələbəsi Xanlarzadə Xanlar mobil robotlar haqqında ümumi məlumat və mobil robotların strukturu mövzularını işləmişdir.

M541a1 qrupun tələbəsi Qardaşov Asim robotun idarəetmə sisteminin işlənməsi mövzusunun işləmişdir.

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	4
I FƏSİL. MOBİL ROBOTLAR HAQQINDA ÜMUMİ MƏLUMAT	6
1.1. Robotlar haqqında məlumat və əsas növləri.....	7
1.2. Mobil robotların təsnifatı.....	24
II FƏSİL. MOBİL ROBOTLARIN STRUKTURU	27
2.1. Mobil robotların əsas elementləri.....	27
2.2. Xüsusi təyinatlı mobil robotun layihələndirilməsi.....	36
III FƏSİL. ROBOTUN İDARƏETMƏ SİSTEMİNİN İŞLƏNMƏSİ	66
3.1. Elektron sxemlərdə istifadə olunan qurğuların təsnifatı və tətbiqi	50
3.2. İdarəetmə sistemində Arduino texnologiyasının tətbiqi.....	65
3.3. İdarəetmə sistemi üçün proqram təminatının qurulması.....	69
NƏTİCƏ	78
İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT	79

Giriş

Robotlar müxtəlif vəzifələri yerinə yetirmək üçün nəzərdə tutulmuş avtonom və ya yarı avtonom maşınlardır. Onlar istehsal, səhiyyə, kənd təsərrüfatı, kosmik tədqiqatlar və əyləncələr daxil olmaqla, müxtəlif sənaye və tətbiqlərdə istifadə olunur.

Robotlarla bağlı bəzi əsas məqamlar bunlardır:

Tərif: Robot avtomatik və ya minimal insan müdaxiləsi ilə tapşırıqları yerinə yetirmək üçün proqramlaşdırıla bilən mexaniki və ya virtual qurğudur.

Robotların əsas növləri: Sənaye robotları, məişət robotları, insanabənzər (humanoid) robotlar, tibbi robotlar, kənd təsərrüfatı robotları və avtonom nəqliyyat vasitələri də daxil olmaqla bir neçə növ robot var.

Qeyd etmək vacibdir ki, robototexnika çox geniş və fənlərəarası bir sahədir və davamlı tədqiqat və innovasiyalar gələcəkdə robotların imkanlarını və tətbiqlərini formalaşdırır.

Mobil robotlar müxtəlif mühitlərdə hərəkət etmək və işləmək üçün nəzərdə tutulmuş robot növüdür. Bir mövqedə istifadə olunan stasionar robotlardan fərqli olaraq, mobil robotlar müxtəlif yerlərdə hərəkət etmək və tapşırıqları yerinə yetirmək qabiliyyətinə malikdir. Mobil robotlar haqqında bəzi əsas məqamlar bunlardır:

Hərəkətlilik: Mobil robotlar avtonom və ya uzaqdan idarəetmə vasitəsi ilə hərəkət etməyə imkan verən təkərlər, tırtıllar və ya ayaqlarla təchiz edilmişdir.

Tətbiq sahələri: Mobil robotlar müxtəlif sənaye sahələrində, məişətdə, servis sahələrində, hərbi sahədə, kənd təsərrüfatında geniş tətbiq sahəsinə malikdir.

Naviqasiya: Mobil robotlarda hərəkət etmək üçün müxtəlif naviqasiya üsullarından istifadə edirlər. Bunlara GPS (qlobal yerləşdirmə sistemi), lazer sensorları, kameralar, ultrasəs sensorlar, lidar (ışığın aşkarlanması və məsafənin təyini) və inertial naviqasiya sistemləri daxildir.

Gələcək tendensiyalar. Mobil robototexnika sahəsi sürətlə inkişaf edir. Tədqiqatçılar və mühəndislər daha ağıllı və çoxməqsədli mobil robotlar yaratmaq üçün çalışırlar.

Mobil robotlar səmərəliliyi artırmaq, xərcləri azaltmaq və təhlükəsizliyi artırmaqla sənaye sahələrində inqilab etmək potensialına malikdir. Onlar qarşıdakı illərdə bir çox sənaye sahələrinin avtomatlaşdırılması və rəqəmsal transformasiyasında mühüm rol oynamağa hazırlanırlar.

Mövzunun aktuallığı: Xüsusi təyinatlı mobil robot üçün idarəetmə sisteminin yaradılması məsələsi bir neçə səbəbə görə aktualdır:

Funksionallıq: İdarəetmə sistemi mobil robotun necə işlədiyini və onun xüsusi tapşırıqlarını necə yerinə yetirdiyini müəyyən edir. O, robotun müxtəlif vəziyyətlərdə hərəkətlərini və reaksiyalarını müəyyən edir. Səmərəli idarəetmə sisteminin inkişafı robotun öz funksiyalarını dəqiq və effektiv şəkildə yerinə yetirməsini təmin edir.

Tapşırıqların optimallaşdırılması: Xüsusi təyinatlı mobil robotlar sənaye avtomatlaşdırılması, tibbi prosedurlar və ya tədqiqat tapşırıqları kimi xüsusi tapşırıqlar və ya tətbiqlər üçün nəzərdə tutulub.

Təhlükəsizlik: Mobil robotlar çox vaxt dinamik və müxtəlif mühitlərdə insanlarla yanaşı işləyir.

Uyğunlaşma: Xüsusi tətbiqdən asılı olaraq, xüsusi təyinatlı mobil robot dəyişən şərtlərə və ya müxtəlif missiya tələblərinə uyğunlaşa bilər.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri: Dissertasiya işinin məqsədi xüsusi təyinatlı mobil robotun idarəetmə sisteminin işlənməsidir.

Bu məqsəddə çatmaq üçün aşağıdakı əsas vəzifələr yerinə yetiriləcək:

- Robotların idarəetmə sistemlərinin qurulmasına dair elmi texniki ədəbiyyatın təhlili;

- Müxtəlif tip xüsusi təyinatlı mobil robotların strukturu və fəaliyyətinin araşdırılması;

- Pult ilə işlənən xüsusi təyinatlı mobil robotun idarə olunmasında dəyişiklik edərək arduino texnologiyası ilə onu yenidən konfigurasiya edib, arduino proqramında kodlar yazaraq onu bluetooth vasitəsilə idarə etmək

Tədqiqatın obyektı və predmenti: Tədqiqatın obyektı xüsusi təyinatlı mobil robotdur. Tədqiqatın predmeti isə arduinodan istifadə edərək idarə etmə sistemini yenidən quraraq daha təkmil hala gətirməkdir.

Nəticələrin praktiki əhəmiyyəti və tətbiq sahələri. Dissertasiya işi “Mexatronika və robototexnika mühəndisliyi” ixtisası üzrə təhsil alan tələbələrə tədris vəsaiti kimi istifadə oluna bilər. Həmçinin dissertasiya işi xüsusi təyinatlı istənilən tip robotların idarə edilməsində arduino texnologiyasının tətbiqində vəsait kimi istifadə oluna bilər.

İşin elmi yeniliyi. Magistr dissertasiyasının elmi yeniliyi xüsusi təyinatlı mobil robotun idarə etmə sistemində arduino texnologiyasının tətbiqidir.

Dissertasiyanın həcmi və strukturu: Dissertasiya işi girişdən, 3 fəsildən, nəticədən, və istifadə edilmiş ədəbiyyatdan ibarətdir.

1. MOBİL ROBOTLAR HAQQINDA MƏLUMAT

1.1. Robotlar haqqında məlumat və əsas növləri

Bu gün robotlar bir çox sahədə çox fərqli vəzifələri yerinə yetirirlər və robotların yerinə yetirdiyi işlərin sayı durmadan artır. Buna görə də, robotları bir çox fərqli meyarlara görə təsnif etmək olar (Benson, 2012; Robotpark, 2017; Robot Wiki, 2017). Məsələn, mobil və ya stasionar olmasına görə, təyinatına görə, hərəkət növünə görə və s. Təsnifatda robot üçün əsas funksiyalar "nə edir?" və "o bunu necə edir?" suallarına cavab verməlidir. Təhsil robotları isə xüsusiyyətlərinə görə ayrı bir kateqoriyada araşdırılır [1].

Təyinatına görə robotlar - sənaye robotları: İstənilən sənaye istehsal mühitində istifadə olunan robotlardır. Sənaye robotlarının ən əhəmiyyətli xüsusiyyəti onların qollarının olmasıdır. Ümumiyyətlə, sənaye robotları qaynaq, birləşdirmə, rəngləmə əməliyyatlarında, mal və nəqliyyat vasitələrinin istehsalında, montaj və idarəetmə proseslərində istifadə olunurlar. Bu zaman lazım olan materialın daşınması, materialın yüklənməsi, kəsilməsi, tutulması, yerləşdirilməsi, formalaşdırılması, dəyişdirilməsi, səthin örtülməsi, silindrik və müstəvi səthin emal olunması kimi istehsal prosesləri bu qollar vasitəsilə həyata keçirilir.



Şəkil 1.1. Sənaye robotları

Məişət robotları: Evdə istifadəsi üçün hazırlanmış robotlardır. Buraya tozsoranlar, paltaryuyan maşınlar, hovuz təmizləyiciləri, tıxacların təmizlənməsi və digər ev və bağ

işlərini görə bilən robotlar daxildir. Bundan əlavə, bu mühitdə istifadə edilən bəzi müşahidə və telepresensiya robotları ev robotları sayıla bilər. Telepresensiya robotları, insanların həyatları üçün təhlükəli olan nüvə və kimyəvi fəlakətlər kimi mühitində, sağlamlıq sahəsində və hərbi casusluq kimi bir çox vəzifələrdə istifadə edilməsi nəzərdə tutulan insan tərəfindən idarə olunan robotlardır. O, həmçinin məhsul satışı və reklamı, tur bələdçisi, gecə gözətçisi, fabrikin müfəttişi və sağlamlıq məsləhəti üçün istifadə olunur. Distant təhsil sinfində telepresensiya robotu sinifdə gəzən və tələbələrə üz-üzə ünsiyyət quran sinif müəllimi ola bilər. Onlar uzaqdan idarə olunur və simsiz internet bağlantısı və təkrərdən ibarətdir. Tipik olaraq, bu robotlar video və audio imkanları təmin etmək üçün planşetdən istifadə edirlər [1,2].



Şəkil 1.2. Məişət robotları

Tibbi robotlar: Bunlar dərmanların istehsalı və paylanması, tibb müəssisələrində, xəstəxanalarda, materialların daşınmasında və həkimlərə kömək edən robotlardır. Bu robotlardan birincisi və ən vacibi cərrahi robotlardır. Cərrahi əməliyyatlarda həkimlərin ən mühüm köməkçisidir.



Şəkil 1.3. Tibbi robotlar

Xidmət robotları: İstifadə baxımından başqa növlərə aid olmayan robotlar. Bu robotlar avtonom istehsal fəaliyyətlərində istifadə edilmir. O, insanlar tərəfindən görülən təhlükəli və çətin işlərdə insanlara kömək etmək üçün hazırlanmışdır. Onlar insanın rifahını təmin etmək üçün hər cür faydalı xidmətləri yerinə yetirmək üçün tam və ya yarım xidmət dəstəyi verən robotlardır.



Şəkil 1.4. Xidmət robotları

Hərbi robotlar: Hərb sahəsində istifadə üçün hazırlanmış robotlardır. Bomba məhv edən robotlar, müxtəlif nəqliyyat robotları, robot kəşfiyyat təyyarələri bu tip robotlardır. Adətən ilkin olaraq hərbi məqsədlər üçün yaradılan bu robotlardan hüquq-mühafizə, axtarış-xilasetmə və digər əlaqəli sahələrdə də istifadə oluna bilər.



Şəkil 1.5. Hərbi robotlar

Əyləncə robotları: Bunların heç biri xidmət üçün istifadə edilməyən və ya daha çox əyləncə və oyun üçün seçilən robotlardır. Bu robotlar çox geniş çeşidə malikdir. Robotik itlər və AIBO, Poo-Chi kimi heyvanlar, səs tanıma və yerimə kimi bəzi inkişaf etmiş xüsusiyyətlərə malik QRIO və Robosapien kimi insanabənzər (humanoid) oyuncaq

robotlar, hərəkət simulyatoru kimi istifadə edilən artikulyar robot qolları kimi funksional robotlar da bu kateqoriyada qiymətləndirilir.



Şəkil 1.6. Əyləncə robotları

Kosmik robotlar: Kosmosda istifadə üçün istehsal edilən robotlardır. Belə robotlar Beynəlxalq Kosmik Stansiyada, Marsın tədqiqində və digər kosmik missiyalarda istifadə olunur. Bu mənada onların zondları kosmosdakı robotlardır.



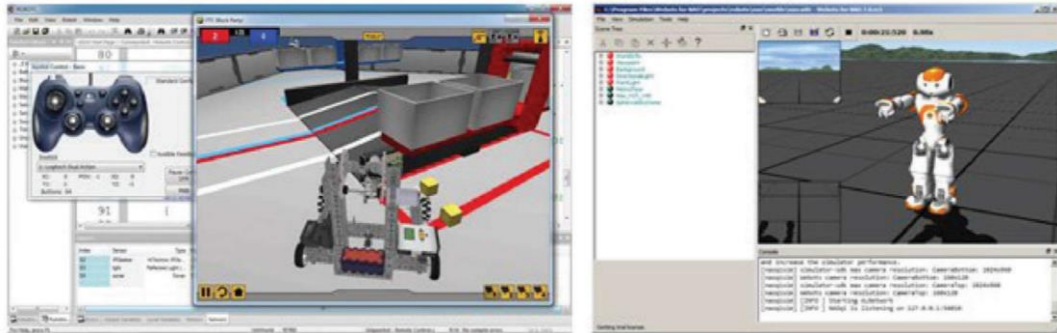
Şəkil 1.7. Kosmik robotlar

Hobbi və yarış robotları: Bunlar şəxsən hazırlanmış robotlardır. Sadəcə əylənmək və istənilən tapşırığı yerinə yetirmək və yarışmaq üçün hazırlanmış robotlar, məsələn, xətt izləyiciləri, sumo-botlar, uçan robotlar bu kateqoriyaya aid edilir. Bu məqsədlə bir çox ölkədaxili və beynəlxalq yarışlar keçirilir.



Şəkil 1.8. Hobbii və yarış robotları

Virtual robotlar: Virtual robotlar real həyatda fiziki olaraq mövcud olmayan robotlardır. Virtual robotların əsas blokları kompüter proqramlarıdır. Virtual robotlar real robotu simulyasiya edə və ya sadəcə təkrarlanan işi yerinə yetirə bilər. İnternetdə istifadə edə biləcəyiniz chatbotlar və zəng mərkəzləri üçün müştəri nümayəndəsi robotları kimi bir çox nümunə istifadə olunur. Robot simulyatorlarından istifadə etməklə xərc və vaxta qənaət edilir.



Şəkil 1.9. Virtual robotlar

Stasionar robotlar: Stasionar robotlar mövqelərini dəyişmədən təkrarlanan işləri yerinə yetirən robotlardır. Robotun bərkidilməsi dedikdə, robotun əsasının sabit olması nəzərdə tutulur. Əks halda robotun qolları hərəkətdədir. Əksər stasionar robotlar sənaye şəraitində istehsal və montaj sektorunda istifadə olunur. Bu növə **Kartezyen / Portal robotları**, **Silindrik robotlar**, **Sferik robotlar**, **SCARA robotları**, **Articulated robotlar (robotik qollar)** və **Paralel robotlar** daxildir.



Şəkil 1.10. Stasionar robotlar

Təkərli robotlar: Təkərli robotlar təkərləri ilə öz mövqeyini dəyişə bilən mobil robotlardır. Təkərli hərəkətin mexaniki şəkildə təmin edilməsi istehsal baxımından asan və ucuzdur. Eyni zamanda, təkərli hərəkəti idarə etmək digər mobil robotlara nisbətən daha asandır. Bu səbəbdən təkərli robotlar mobil robotların ən çox yayılmış növləri arasındadır. Bu robot sinfi əsasən təkərlərin sayına görə təsnif edilir. Bu növə bir təkərli robotlar, mobil top robotları, iki təkərli robotlar, üç və ya daha çox təkərli robotlar və çox təkərli robotlar daxildir. Bu robotlar düz ərazilərdə çox effektivdir və tarla şəraitində çox faydalı ola bilməz.



Şəkil 1.11. Təkərli robotlar

Tırtıllı robotlar: İzlənən robotlar təkərli olmasa da, iş prinsipi baxımından təkərli robotlarla çox oxşar işləyirlər. Bu robotlar hərəkət etmək üçün təkərlər əvəzinə tanklar kimi tırtıllarından istifadə edirlər. Bu hərəkət üsulu qeyri-bərabər, yumşaq, sürüşkən, qarlı və ya palçıqlı səthlərdə təkərli robotlardan daha çox üstünlüklər təmin edir. Tırtıllar yerlə təmas sahəsini genişləndirdiyindən, robotun çəkisi daha geniş səthə paylanaraq onun belə

mərtəbələrdə ilişib qalmasının qarşısını alır. Bu səbəbdən izlənen robotlar təkərli robotlardan daha çox yük daşıya bilir.



Şəkil 1.12. Tırtıllı robotlar

Ayaqlı robotlar: Ayaqlı robotlar da təkərli robotlar kimi mobil robotlardır, lakin onların hərəkət üsulları və texnologiyası çox vaxt təkərli robotlardan üstün və mürəkkəbdir. Ayaqlı robotlar inkişaf etmiş robotlardır. Hərəkət etmək üçün ayaqlarından istifadə edirlər və bir çox mərtəbələrdə hərəkət edə bilirlər, bu da təkərli robotlarla müqayisədə problemlidir. Bu tip robotlarda balans ən vacib elementdir. Bu robotların istehsalı və idarə edilməsi daha mürəkkəbdir və dəyəri təkərli robotlardan daha yüksəkdir. Bu növə tək ayaqlı robotlar, ikiayaqlı robotlar (humanoid-robotlar), üçayaqlı robotlar, dördayaqlı robotlar, altı ayaqlı robotlar və çoxayaqlı robotlar daxildir. Bu gün bir çox qurum və universitetlər tərəfindən araşdırılan və inkişaf etdirilən bir robot növüdür.



Şəkil 1.13. Ayaqlı robotlar

Üzən robotlar: Üzən robotlar suda hərəkət edə bilən robotlardır. Bu robotlar balıq kimi üzgəclərindən istifadə edərək suda manevr edə bilirlər. Adətən pultla idarə olunsa da, avtonom şəkildə də fəaliyyət göstərə bilər. Bunlar dəniz ehtiyatları və balıq növləri ilə bağlı araşdırmalarda, sualtı arxeoloji kəşflərdə, sualtı fotoqrafiyada, sualtı kartoqrafiyada,

neft platformalarının yoxlanılmasında, təftişində və mümkün zərərin aşkarlanmasında istifadə üçün nəzərdə tutulmuş eksperimental robotlardır.



Şəkil 1.14. Üzən robotlar

Uçan robotlar: Uçan robotlar hərəkətlərini havada asılıb qanadları, pərləri və ya şarları ilə manevr edərək təmin edən hərəkət edən robotlardır. Bu robotlara misal olaraq təyyarəyə bənzər qanadlı robotlar, quş/həşərat kimi uçan robotlar, pərli multikopterlər, pilotsuz uçuş aparatları və şar robotlarını göstərmək olar. Bu robotlar bir çox sahədə axtarış-xilasetmə, tədqiqat, təbii fəlakətlər zamanı məlumat əldə etmə missiyaları, insanlar tərəfindən yerinə yetirilməli olan təhlükəli işlərin yerinə yetirilməsi, mal və məhsulların paylanması və müşahidəsi, kənd təsərrüfatı sahələrinə idarəetmə, əyləncə və hobbii məqsədləri üçün istifadə olunur.



Şəkil 1.15. Uçan robotlar

İlan robotları: Bu robotlar hərəkət qabiliyyəti ilə hər cür mühitdə istifadə edilə bilər. Bu robotların inkişafının səbəbi onların divarlar və boşluqlar arasında hərəkət edə bilmələri və axtarış-xilasetmə fəaliyyətlərində məlumat əldə etmək üçün çox əlverişli olmasıdır.



Şəkil 1.16. İlan robotları

Yumşaq elastik robotlar: Hərəkət orqanları və strukturları çevik robotlardır. Ümumiyyətlə, onlar bədənləri silikondan, digər orqanları isə (əl, qol və s.) elektrik cərəyanı ilə stimullaşdırıldıqda ölçüsünü və ya formasını dəyişən bir növ plastıkdən - elektroaktiv polimerdən hazırlanmış robotlardır. Bunlar robototexnika sahəsində özlərinə yeni yer tapmış robotlardır. Bu robotlar çox vaxt kalmar və yer qurdları kimi heyvanlara bənzəyir. Onların özünəməxsus davranışları var.



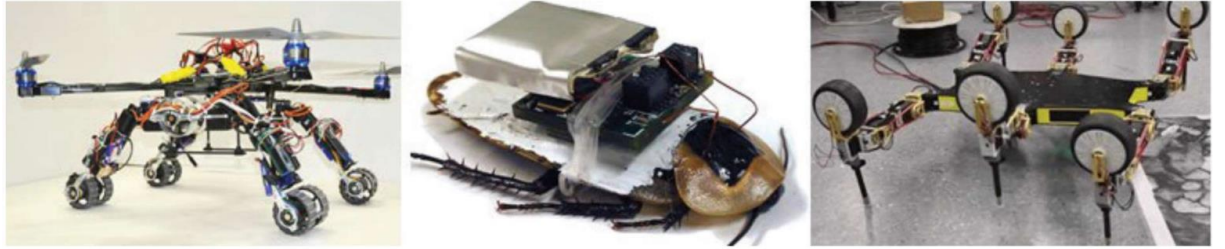
Şəkil 1.17. Yumşaq elastik robotlar

Mobil sferik robotlar (robotik toplar): Bu robotlar görünüşcə topa bənzər robotlardır. Qar və ya qumla örtülmüş səthlərdə təkərli robotlardan daha yaxşı hərəkət etdikləri və yığılma riski az olduğu üçün onlara üstünlük verilir. Əsasən elmi tədqiqatlarda, təhlükəli və çətin relyef şəraitində (planetin kəşfiyyatı) istifadə üçün nəzərdə tutulsa da, oyun məqsədləri üçün hazırlanmış bir çox növləri də var.



Şəkil 1.18. Mobil sferik robotlar (robotik toplar)

Hibrid robotlar: Bu tərif həm çox hərəkət mexanikası olan robotlar, həm də kiber robotlar üçün istifadə olunur. Kiber robotlar həm elektron, həm də bioloji (canlı) elementləri ehtiva edir. Bioloji elementlər kimi eksperimental heyvanların (adətən siçanlar) neyronlarından istifadə olunur. Bu neyronlara qoşulan çiplər robot sisteminin əsasını təşkil edir. Bu robotların kibernetik orqanizmlər olduğunu asanlıqla söyləmək olar. Onlar universitetlərdə və tədqiqat müəssisələrində hazırlanmış tədqiqat məqsədləri üçün istifadə edilən eksperimental robotlardır.



Şəkil 1.19. Hibrid robotlar

Robot dəstələri: Robot dəstələri vahid və tək bir quruluş əvəzinə bir çox oxşar və sadə funksional robotların əməkdaşlığı ilə işləyən robotlardır. Modul robotlarla oxşar olsalar da, robot dəstələrinin elementləri daha çoxdur və funksional cəhətdən daha sadədirlər.



Şəkil 1.20. Robot dəstələri

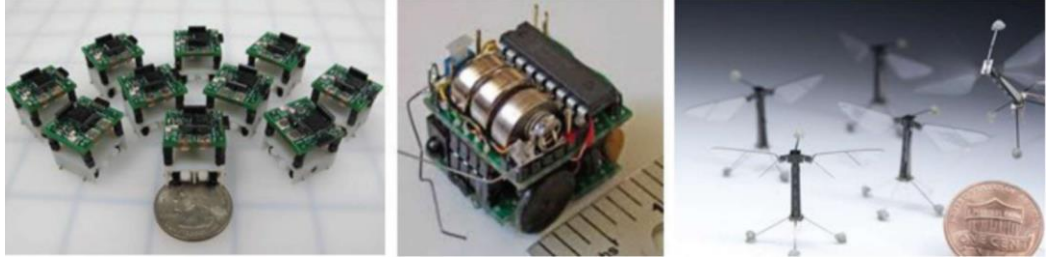
Modul robotlar: Modul robotlar, robot dəstələri kimi, robot sistemi müxtəlif robot hissələrinə paylanmış robot sistemləridir. Belə robotlar yeni şərtlərə uyğunlaşmaq və ya yeni tapşırıqları yerinə yetirmək üçün özlərini yenidən konfigurasiya edə bilirlər. Bu məqsədlə, hissələrinin birləşmələrini yenidən təşkil edərək, formasını dəyişə bilər. Bu robotların robot dəstələrindən fərqi hissələrin daha təkmil və nisbətən az olmasıdır. Modul robotların başqa bir xüsusiyyəti də hissələr arasında birləşmələrin yaratdığı konfigurasiyaların müxtəlif funksiyaları olan müxtəlif robotlar yarada bilməsidir. Modul tikinti blokları ümumiyyətlə tutacaqlar, ayaqlar, təkərlər, kameralar, yük və enerji anbarı kimi bölmələrdən ibarətdir.



Şəkil 1.21. Modul dəstələri

Mikro robotlar: Mikro robotlar mikro dəqiqliklə əməliyyatları yerinə yetirə bilən müxtəlif ölçülü robotlara və mikro dəqiqliklə əməliyyatları yerinə yetirə bilən mikrometr ölçülü robotlara aiddir. Bu cür robotlar kosmos tədqiqatlarında, tibbdə, hərbi tətbiqlərdə və bir çox başqa sahələrdə istifadə olunur. Mikro robotların istifadə edildiyi ən əhəmiyyətli sahə tibbi mikro robot tətbiqləridir. Bu sahə insan orqanizmində olan müxtəlif

xəstəlikləri insanı narahat etmədən tanıyan, dərmanları birbaşa xəstə yerinə yeridən, biopsiya və cərrahi müdaxiləni həyata keçirə bilən kiçik simsiz robotların hazırlanması məqsədi daşıyır.



Şəkil 1.22. Mikro robotlar

Nano robotlar: Nano robotlar nanometr dəqiqliyi ilə işləyə bilən çox həssas robotlardır. Belə robotlar nanometr səviyyəsində ifadə edilən çox kiçik ölçülərdə (atom və molekulyar ölçülərdə) hazırlana bilər və ya nanoölçülü dəqiqliklə hərəkət edə bilən makro və ya mikro miqyaslı robotlar ola bilər. Bu robotlar nanotexnologiya, biotexnologiya və biotibbi sahələrin inkişafına töhfə vermək üçün bu sahələrdəki təcrübədən istifadə edilərək istehsal olunur. Mikron və nanometr ölçülərində obyektləri, hissələri və bioloji materialları çox dəqiq manipulyasiya edə bilən nano-robotların yaradılması üzərində işlər davam edir.



Şəkil 1.23. Mikro robotlar

Şüa robotları: Beam (Biologiya, Elektronika, Estetik, Mexanika) robotları, strukturlarında əsas elektron komponentlərdən istifadə edən robotlardır. Buna görə də, şüa robotlarının qurulmasında ümumiyyətlə proqramlaşdırıla bilən mikroprosessor və ya

mikrokontroller istifadə edilmir. Bu cür robotlar əsas elektronika (fotodiodlar, kondensatorlar, çeviricilər və tranzistorlar kimi) ilə hazırlanmış sadə məntiq sxemləri ilə neyron şəbəkə kimi qurulur. Onlar adətən yaradılan məntiq dövrləri ilə sensorlardan qəbul etdikləri siqnalları şərh edərək öz intuisiyaları ilə hərəkət edirlər. Onlar adətən enerjini günəş enerjisindən alırlar.

Təhsil robotları. Əsrimizdə robotların təhsil məqsədləri üçün istifadəsi getdikcə artır. Təhsil robotlarının, robot dəstlərinin çoxlu sayda növləri hazırlanıb və təhsil məqsədləri üçün istifadə olunur. Robotlar daha çox STEM (Elm, Texnologiya, Mühəndislik və Riyaziyyat) təhsilini dəstəkləmək üçün təhsildə istifadə olunur. Lakin 21-ci əsr bacarıqları dediyimiz problem həll etmə, birlikdə işləmə, qərar vermə, hesablama düşünmə kimi müxtəlif bacarıqların əldə edilməsində təsirli olduqlarının qətiyyəti ilə onların tətbiqi təhsilin digər sahələrində də (ictimai elmlər) geniş yayılmağa başlamışdır. Xüsusilə onun şagirdlərin tənqidi təfəkkürünə və sosial bacarıqlarının inkişafına təsiri diqqətəlayiqdir. Bu mövzuda aparılan araşdırmaların əksəriyyəti robotların təhsilə müsbət təsiri ilə nəticələnib. Məsələn, proqramlaşdırma dillərinin tədrisində robotların istifadəsi ilə şagirdlərin problem həll etmə bacarıqlarının yüksəldiyi və əməkdaşlıqda komanda işi vasitəsilə məlumat paylaşaraq öyrəndikləri müəyyən edilmişdir. Bunları təmin etmək üçün istifadə edilə bilən təhsil robotları müxtəlif yollarla təsnif edilir. Robotun istifadə ediləcəyi təhsil növünə görə bəzi təsnifatlar, robotun strukturuna görə (Elektron Robot Dəstləri, Mexanik Robot Dəstləri, Humanoid-Robotlar kimi) edilir. Dəyərinə və istifadə edilə bilən yaş qruplarına görə bəzi təsnifatlar da edilir.

Blok (lego kimi) əsaslı robot montaj dəstləri: Tələbələrin öz robotlarını layihələndirmək, qurmaq və proqramlaşdırmaq üçün asanlıqla birləşdirilə bilən hissələrdən ibarət robot dəstləri vardır. Belə robot dəstlər çoxlu sayda struktur və hərəkət komponentlərindən ibarətdir. Məsələn, VEX IQ Super Kitinə 850 konstruktiv və hərəkət komponenti, 4 smart (ağıllı) mühərrik, 7 növ sensor, robot idarəetmə qurğusu, robot idarəetmə kartı və saxlama qutusunda batareyalar daxildir. LEGO MINDSTORMS EV3

Təhsil əsas dəsti struktur komponentləri, EV3 proqramlaşdırıla bilən nəzarətçi, rəng sensoru, ultrasəs sensoru, düymə sensoru və giroskop sensoru daxil olmaqla cəmi 541 hissədən ibarətdir. Eyni şəkildə, Fischertechnik ROBOTI-CS TXT kəşf dəsti 310 hissədən ibarətdir.



Şəkil 1.24. Blok (lego kimi) əsaslı robot montaj dəstləri

Aşağı qiymətli proqramlaşdırıla bilən robot qol dəstləri: Robot qollar insan qollarına bənzəyən və oxşar funksiyaları olan robototexnik sistemlərdir. Robot qolu proqramlaşdırıla bilən, mexaniki hissə və ya mürəkkəb robotun bir hissəsi kimi təsvir etmək olar. Müxtəlif bəndlərin oynaqlarla bir-birinə bağlanması ilə qol sistemi əmələ gəlir. Robotun qollarının ucunda istənilən əməliyyatlara uyğun alət var. Bu alət tutmaq, qaldırmaq, çəkmək və ya yazmaq kimi müxtəlif əməliyyatlar üçün istifadə edilə bilər. Bu yolla ondan əsas robotun prinsiplərinin və proqramlaşdırmanın tədrisində istifadə etmək olar. Satışda bu məqsəd üçün yığılmış və ya montajsız çoxlu robot dəstləri mövcuddur.



Şəkil 1.25. Aşağı qiymətli proqramlaşdırıla bilən robot qol dəstləri

Minimum xüsusiyyətləri olan ucuz qiymətli mobil robot dizayn dəstləri: Bir çox şirkət tərəfindən istehsal edilən bu cür təhsil robotları istifadəyə hazır, lakin tam yığılmamış şəkildə satışa təqdim edilir. Onlar əsas funksiyaları və sensorları olan, lakin hər hansı komponentin sonradan əlavə edilməsinə imkan verən genişləndirmə imkanları olan dəstlərdir. Parallax Robot Dəstləri (Robotics Arduino Shield Kit, Boe-Bot Robot Kit, ActivityBot), Pololu Robot Kits (Zumo Robots, 3pi Robot) və Makeblock (mBot - STEM Educational Robot Kit, mBot Ranger, Starter Robot Kit) nümunə kimi göstərilə bilər.



Şəkil 1.26. Minimum xüsusiyyətləri olan ucuz qiymətli mobil robot dizayn dəstləri

Açıq mənbəli aşağı qiymətli mobil robot platformaları: Təhsil məqsədləri üçün nəzərdə tutulmuş bu robotlar tam açıq mənbə (mexaniki və elektron struktur) və açıq mənbə proqram vasitələridir. Onlar (OpenScad, FreeCAD və Kicad) xüsusi hazırlanmış və paylaşılan robotlardır. Bu robot platformaları tələbələrə robot proqramlaşdırmasını öyrənməyə imkan verir, eyni zamanda korpusu, strukturu asanlıqla dəyişdirir və yeni xüsusi hissələr yaradır. Açıq mənbə, aparat və proqram təminatı robotun sərbəst şəkildə dəyişdirilməsinə, kopyalanmasına və internet üzərindən paylaşılmasına imkan verir. Ümumiyyətlə, son dərəcə qənaətcil komponentlərdən ibarətdir. Texnologiya və robot bazarlarında satılan onlarla modeldən başqa, Mini Skybot Robot V1, Miniskybot 2, MIT SEG: An Origami-Inspired Segway Robotu kimi məşhur modelləri belə robotlara misal göstərmək olar.



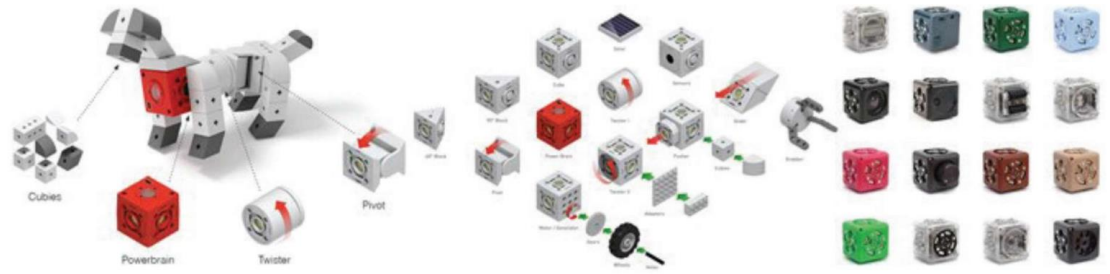
Şəkil 1.27. Açıq mənbəli aşağı qiymətli mobil robot platformaları

Aşağı xərcəli, tam yığılmış mobil robotlar: Bu robotlar tam yığılmış, istifadəyə hazır təhsil robotlarıdır. Bəziləri unikal vizual və ya mətn əsaslı proqramlaşdırma vasitələrindən istifadə etdiyi halda, digərlərində açıq mənbəli proqramlaşdırma alətlərindən istifadə edilə bilər. Genişləndirmə xüsusiyyətləri daha məhdud ola bilər.



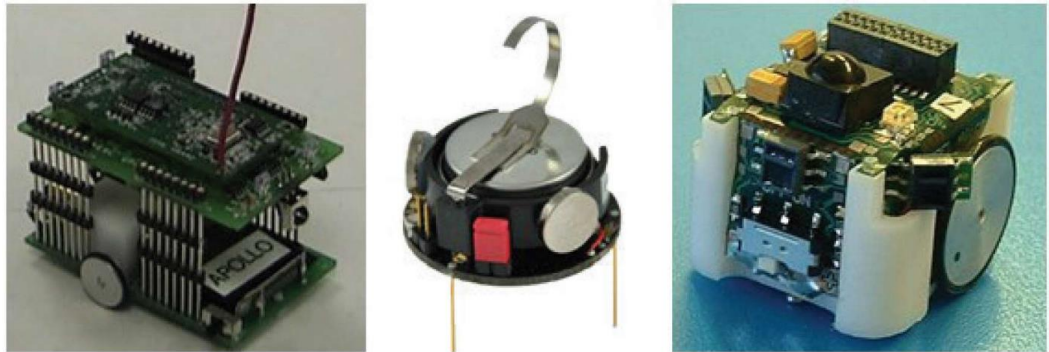
Şəkil 1.28. Aşağı xərcəli, tam yığılmış mobil robotlar

Modul təhsil robot dəstləri: Modul təhsil robotlarının robot sistemi müxtəlif robotik hissələrə bölünür. Bu cür robotlar müvafiq modulları əlavə etməklə və ya çıxarmaqla müxtəlif iş və əməliyyatlar üçün yenidən konfigurasiya edilə bilər. Şagirdlər müxtəlif hissələri birləşdirərək müxtəlif strukturlara malik robotlar yarada bilərlər. Belə robotlara misal olaraq Modular Robotics tərəfindən hazırlanmış Kinematics Modular Robotic Construction Kit, MOSS Modular Robot Construction Kit, Cubelets göstərmək olar.



Şəkil 1.29. Modul təhsil robot dəstləri

Açıq mənbəli miniatür robot dəstələri: Robot dəstələri vahid və tək bir quruluş əvəzinə bir çox oxşar və sadə funksional robotların əməkdaşlığı ilə işləyən robotlardır. Bunlar əsasən universitet səviyyəli robototexnika tədqiqatçıları üçün mərkəzi idarəetməyə ehtiyac olmadan, alqoritmləri sınaqdan keçirmək üçün çoxsaylı robotların dəstə şəklində səviyyəli hərəkət davranışını öyrənmək üçün nəzərdə tutulmuş robotlardır. Kilobot, Robomote və Alice belə robotlara misaldır.



Şəkil 1.30. Açıq mənbəli miniatür robot dəstələri

1.2. Mobil robotların təsnifatı

Robotlar birgə quruluşlarına, istifadə sahələrinə, funksional xüsusiyyətlərinə, idarəetmə üsullarına və iş prinsiplərinə görə müxtəlif növlərə bölünür. **Sənaye robotları** birləşmələrin sayına və funksional xüsusiyyətlərinə görə təsnif edilərkən, **mobil robotlar** ümumiyyətlə iş prinsiplərinə, ölçülərinə və tətbiq sahələrinə görə təsnif edilir. Eyni zamanda, bu təsnifatlardan əlavə, həm sənaye, həm də mobil robotlarda müxtəlif qurğularla insan-robot qarşılıqlı əlaqəsini uzaqdan həyata keçirməyə imkan verən toxunma sistemləri fərqli təsnifat kimi görünür. **Mobil robotlar; Onlar humanoid robotlar, multi-robotlar, robot dəstələri, mikro nano robotlar, bioloji (bio-ruhlandırıcı) robotlar, əməkdaşlıq robotları və sensorlar** kimi təsnif edilir [1,2].

Sənaye robotları, bilindiyi kimi, müəyyən edilmiş məhdud ərazilərdə işləyə bilən və eyni işləri daim təkrarlayan sistemlər kimi mövcuddur. Bu gün yenilənmiş texnologiyalar bu strukturların daha effektiv işləməsini təmin etməklə yanaşı, həm də onlara öz sahələrindən kənara çıxmağa və yüksək mobillik və öz-özünə qərar vermə qabiliyyətinə malik mobil robotlar inkişaf etdirməyə imkan verib. Xüsusilə sənaye mühitlərində materialları robot məkanına daşıyarkən, mobil robotlarla problemlə məkana keçərkən, maneə və qabiliyyət sahəsi yerinə yetiriləcək əməliyyatların artan çevikliyi, rahatlığı və praktikliyi həyata keçirməyə imkan verir. Məsələn, axtarış-xilasetmə əməliyyatında, əlçatmaz mühitlərə girilərkən, skan edilən mühitlərdə, kosmos layihələrində, pilotsuz uçuş aparatlarında, müdaxiləsi çətin olan cərrahi əməliyyatlarda və akademik araşdırmalarda effektiv və geniş şəkildə istifadə olunmağa başlamışdır. Mobil robotlar; tapşırıq sahələrini genişləndirməklə, insanabənzər robotları, çoxfunksiyalı robotlar, robot dəstələri, mikro-nano robotlar, bio-ruhlandırıcı robotlar, əməkdaşlıq robotları və sensorlar kimi müxtəlif alt törəmələr şəklində inkişaf sahələri tapdı.

İnsanabənzər (humanoid) robotlar. İnsanabənzər (humanoid) robotlar 1990-cı illərdə elektron və mexatronik sistemlərdəki inkişafıla xəyal olmaqdan çıxmış insanlarla birlikdə insanlar kimi düşünən, danışan, yeriyən, reaksiya verən və qərarlar verən ağıllı

robot ideyasıdır. Evdə, işdə və hər sahədə öz işini görə bilən maşınların dünyamıza daxil olma imkanını ortaya qoydu. Bu vəziyyət bir çox universitetlərin, hökumətlərin və tədqiqat şirkətlərinin diqqətini çəkmiş və böyük investisiyalarla inkişaf etdirilməyə başlamışdır. Müvazinətdə qalmaq problemi, insan kimi qərar qəbul etmək, danışmaq, ətraf mühiti dərk etmək, özünüdərk etmək kimi məsələlərə xüsusi diqqət yetirilib və onların bir çoxunda böyük irəliləyiş əldə olunub. Kosmik və hərbi sahədə intensiv tədqiqatlarla yanaşı, Honda şirkətinin Asimo, Waseda Universitetinin WABIAN-RII, Twente Universitetinin Tulib, KAIST Engineering-in KHR robotları bu sahədə uğurlu tədqiqatlar sırasında. Türkiyədə SURALP robotu bu səviyyədə hazırlanmış ilk robotdur.

İnsanabənzər robot tədqiqatları kosmik tədqiqat robotları ilə birlikdə robototexnika sahəsindəki inkişafın lokomotivi olmuşdur.

Çoxfunksiyalı robotlar. Vahid robot sistemlərinin çoxfunksiyalı xüsusiyyətləri inkişaf etdikcə onların strukturları mürəkkəbləşmiş, emal və hərəkət imkanları məhdudlaşmağa başlamışdır.

Daha sonra robot sistemlərinin strukturunun zəifləməsi, onların aşağı qiyməti və əlçatanlığını tək robot sistemlərinin vəzifələrini birdən çox robot tərəfindən paylaşıla bilən çoxfunksiyalı robot sistemlərin yaranmasına səbəb oldu. Çoxfunksiyalı robotların bir-biri ilə əlaqə qurma və komanda anlayışı ilə koordinasiya şəkildə mürəkkəb tapşırıqları qismən və ya tam avtonom şəkildə yerinə yetirmə qabiliyyəti sadə, möhkəm və etibarlı bir quruluş olaraq ortaya çıxdı. Çoxfunksiyalı robotlar heterogen və ya homogen komandalardan ibarət ola bilər.

Ünsiyyət, ətraf mühitin qavranılması, tapşırıqın başa düşülməsi fərqli ola bilər. Çoxfunksiyalı robotların məqsədi, müəyyən edilmiş avadanlıq və robotların xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq birdən çox robotla hədəf tapşırığı yerinə yetirməkdir. Son zamanlar axtarış-xilasetmə, kəşfiyyat, ətraf mühitdən məlumat əldə etmək, girilməsi çətin olan təhlükəli mühitlərə daxil olmaq, fəlakət bölgələrində xəritə çəkmək kimi vəzifələrdə istifadə olunur.

Bio-robotlar. Mobil robotların son zamanlar yaradılan modellərindən biri də təbiətdəki canlıları təqlid edən və onlara oxşar xüsusiyyətlərə malik olan robotlardır. Bu robotların digərlərindən fərqi, canlıların xüsusiyyətlərini yerinə yetirə bilən, eyni və ya oxşar mühitlərə uyğunlaşa bilən və aparatda modelləşdirilən məxluqa bənzər quruluşlar olmasıdır. Beləliklə, çətin və mürəkkəb hadisələri həll etmək üçün canlıların vahid strukturları reallaşdırıldı və bu sahədə aparılan araşdırmalarda çatışmazlıqlar aradan qaldırıldı.

Birgə və interaktiv robotlar. Məlum olduğu kimi, robotlar üzərində ilk tədqiqatlar sənaye mühitlərində ağır yükləri daşımaq, ötürmək, yerləşdirmək və ya bəzi sadə kobud işləri yerinə yetirmək üçün aparılıb. Sonrakı dövrlərdəki inkişaf indi reaktiv robotların inkişafını təmin etdi və robotların insanlarla eyni mühiti paylaşmasını mümkün etdi. Bu gün insanlarla əməkdaşlıq edə bilən, eyni mühitləri təhlükəsiz şəkildə paylaşan və kömək edən, reaksiya verən və böyük bir iş sahəsində işləyən bu robotlar **kollaborativ** robotlar adlanır. **Kollaborativ** robotlar xüsusilə insan-robot əməkdaşlıq robotlarıdır. Bu robotlar insanların xüsusiyyətlərini qavramaq, onların davranışlarını istifadəçinin hərəkətlərinə uyğun tənzimləmək və arzu olunan tapşırıqla bağlı tamamilə öz qərarlarını qəbul etmək qabiliyyətinə malikdir.

Onlar öz mexanizmləri ilə edə bilən öyrənmə qabiliyyətinə malik qabaqcıl robotlardır. Sənaye, ev, tibb və xidmət sektorlarında çox təsirli iş sahələri tapmışdır. Sənayedə istehsal və montaj işlərində, tibbdə reabilitasiyada, cərrahi müdaxilələrdə, əlil arabalarında, ev işlərində, otellər və muzeylər kimi xidmət sahələrində məlumat verən və ya yoldaş kimi əməkdaşlıq edən robotlar get-gedə artır.

II FƏSİL. MOBİL ROBOTLARIN STRUKTURU

2.1. Mobil robotların əsas elementləri

Mobil robotlar çeşidli məqsədlər üçün istifadə edilə bilən texnoloji qurğulardır. Bu robotlar fərqli mühərriklər, sensorlar, hərəkət vasitələri, vəziyyət sensorları, kabel bağlantıları və proqramlaşdırma vasitələri kimi bir çox elementlərdən ibarətdir. Əsas elementlər aşağıdakılardır [8]:

Mühərrik: Mobil robotun mühərriki, onun hərəkətini tənzimləyən və mühərrikinin vəziyyətini nəzarət altında saxlayan mənbələrdən biridir. **Mühərrik, elektrik motorları, servomotorlar, dişli çarx ötürmələri, təzyiq sensorları, enkoderlər, hərəkət sensorları və s.** kimi elementlərdən ibarət olur.

Elektrik motorları (şəkil 2.1), mobil robotların hərəkətini təmin edir. Mobil robotlar üçün istifadə edilən elektrik motorları, müxtəlif olur. Məsələn, **step motorlar** (şəkil 2.2), daha böyük yüklənmələrdə mükəmməl olur. **Servo motorlar** (şəkil 2.3) isə, daha böyük sürətlərə çıxmaq üçün mükəmməl olur.



Şəkil 2.1. Elektrik motorları



Şəkil 2.2. STEP motoru



Şəkil 2.3. SERVO motoru

Planetar reduktorlar (şəkil 2.4), mobil robotların hərəkətini mühərrik və təkərlər arasında qüvvələrin qəbulu və bölüşməsi ilə təmin edir.



Şəkil 2.4. Planetar reduktorlar

Təzyiq sensorları (şəkil 2.5), mobil robotların yükünü ölçür. Bu sensorlar, mobil robotların maksimum yükü aşmaması üçün istifadə edilir.



Şəkil 2.5. Təzyiq sensoru

Enkoderlər (şəkil 2.6), mobil robotların mühərrik və təkərlər arasındakı dövrlərin sayını müəyyən edir. Bunun sayəsində, mobil robotların sürəti və mövqeyi nəzarət altında saxlanılır.



Şəkil 2.6. Enkoderlər

Hərəkət sensorları (şəkil 2.7), mobil robotların hərəkətini izləyən sensorlardır. Bu sensorlar, mobil robotların sürətini, məsafəni və mövqeyi vəziyyətində saxlamaq üçün istifadə edilir. Bütün bu elementlər birgə mobil robotun intiqalını təşkil edir.



Şəkil 2.7. Hərəkət sensoru

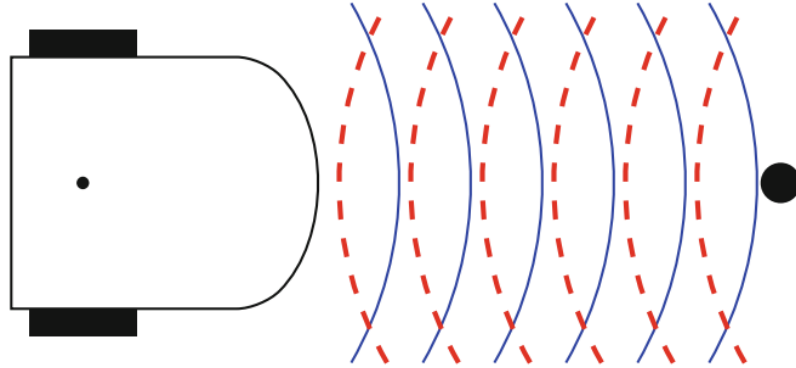
Sensorlar: Sensorlar proprioseptiv və ya xarici qavrama, xarici sensorlar isə aktiv və passiv olaraq təsnif edilir. Proprioseptiv sensor robotun özündə hər hansı parametri ölçür. Ən məşhur nümunə, təkərlərin dövrlərini saymaqla avtomobilin sürətini ölçən avtomobil sürətölçənidir. Xarici sensor robotdan kənar bir şeyi, məsələn, obyektə olan məsafəni ölçür. Aktiv sensor adətən enerji yaymaqla ətraf mühitə təsir göstərir: sualtı qayıqdakı məsafəölçən səs dalğaları yayır və diapazonu müəyyən etmək üçün əks olunan səsdən istifadə edir. Passiv sensor ətraf mühitə təsir etmir: yalnız kamera obyektədən əks olunan işıq aşkar edir. Robotlar həmişə proprioseptiv sensorlar nəticəsində yarana biləcək xətalara düzəltmək və ya ətraf mühitdəki dəyişiklikləri nəzərə almaq üçün bəzi xarici sensorlardan istifadə edirlər [8].

Məsafə sensorları - Əksər tətbiqlərdə robot məsafə sensorundan istifadə edərək robotdan obyektə qədər olan məsafəni ölçməlidir. Məsafə sensorları adətən aktivdir: onlar siqnal ötürür və sonra (əgər varsa) obyektədən onun əksini alır (şəkil 2.8). Məsafəni təyin etməyin bir yolu siqnalın göndərilməsi və qəbulu arasında keçən vaxtı ölçməkdir:

$$s = \frac{1}{2} vt, \quad (2.1)$$

burada s məsafə, v siqnalın sürəti, t siqnalın göndərilməsi ilə qəbulu arasındakı zamandır.

Yarım faktor siqnalın iki dəfə məsafə qət etdiyini nəzərə alır: o, obyektə əks olunur. Məsafəni bərpa etməyin başqa bir yolu, burada təsvir edildiyi kimi trianqulyasiyadan istifadə etməkdir.



Şəkil 2.8. Dalğaların ötürülməsi və əks etdirilməsi ilə məsafənin ölçülməsi

Ucuz məsafə sensorları fərqli bir prinsipə əsaslanır: siqnalın gücü məsafə ilə azaldığından, əks olunan siqnalın intensivliyinin ölçülməsi sensordan obyektə qədər olan məsafənin göstəricisini verir. Bu metodun mənfi xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, alınan siqnalın intensivliyinə obyektin əks etdirmə qabiliyyəti kimi bir amil təsir edir.

Ultrasəs məsafə sensorları - Ultrasəs insan qulağının eşitdiyi ən yüksək tezlikdən daha yüksək olan 20.000 hers-dən yuxarı tezlikli səsdir. Ultrasəsin daha yaxşı yayıldığı iki mühit var: gecə vaxtı və suda. Yarasalar gecə uçuşu zamanı naviqasiya etmək üçün ultrasəsdən istifadə edirlər, çünki gün batdıqdan sonra qida axtarmaq üçün təbii işıq az olur. Gəmilərdə və sualtı qayıqlarda obyektləri aşkar etmək üçün ultrasəsdən istifadə edirlər, çünki ultrasəs suda havadan daha yaxşı yayılır.

Havada səsin sürəti təxminən 340 m/s və ya 34.000 sm/s-dir. Əgər obyekt robotdan 34 sm məsafədədirsə, 2.1 tənliyindən belə nəticə çıxır ki, ultrasəs siqnalı obyektə çatacaq və geri əks olunacaq:

$$\frac{2 \cdot 34}{34000} = \frac{2}{1000} = 2 \times 10^{-3} \text{ s} = 2 \text{ ms.}$$

Elektron dövrə millisaniyələrlə vaxt qurşaqlarını asanlıqla ölçə bilər.

Ultrasəs sensorlarının üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar cisimlərin rənginin dəyişməsinə və ya əks olunmasına və ya ətrafdakı işıq intensivliyinə həssas deyillər. Bununla belə, onlar fakturaya həssasdırlar: parça səsin bir hissəsini udur, ağac və ya metal isə demək olar ki, bütün səsləri əks etdirir. Odur ki, otaqları daha isti etmək üçün pərdələr, xalçalar və yumşaq tavan plitələrindən istifadə olunur.

Ultrasonik sensorlar nisbətən ucuzdur və açıq havada istifadə edilə bilər. Onlar avtomobillərdə parkinq yardımı kimi qısa məsafəni aşkar etmək üçün istifadə olunur. Onların əsas çatışmazlığı səsin sürətinin işıq sürətindən çox aşağı olduğu üçün məsafənin ölçülməsinin nisbətən yavaş olmasıdır. Digər bir çatışmazlıq, müəyyən bir obyektə olan məsafəni ölçmək üçün diqqəti cəmləyə bilməmələridir.

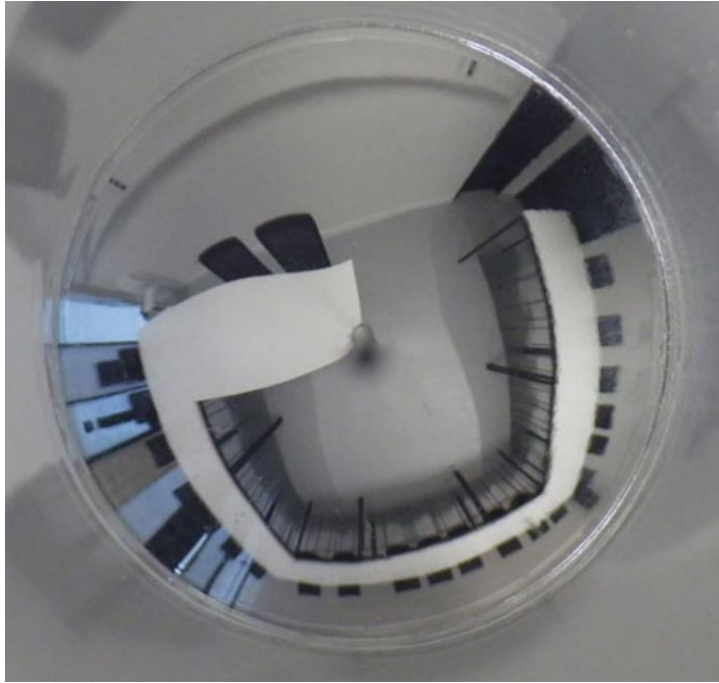
İnfraqırmızı yaxınlıq sensorları - İnfraqırmızı işıq, gözlərimizin görə biləcəyi ən uzun dalğa uzunluğuna malik olan qırmızı işıqdan daha uzun dalğa uzunluğuna malik işıqdır. Göz təxminən 390-700 nm dalğa uzunluğunda olan işıqı görə bilir (nanometr millimetrin milyonda bir hissəsidir). İnfraqırmızı işıqın dalğa uzunluğu 700 ilə 1000 nm arasındadır. O, insan gözünə görünmür və buna görə də televizorların və digər elektron cihazların uzaqdan idarə edilməsində istifadə olunur. Yaxınlıq sensorları əks olunan işıq intensivliyini ölçməklə obyektin varlığını aşkar etmək üçün işıqdan istifadə edən sadə cihazlardır.

İşıq intensivliyi mənbədən olan məsafənin kvadratı ilə azalır və bu əlaqə obyektə olan təxmini məsafəni ölçmək üçün istifadə edilə bilər. Məsafənin ölçülməsi çox dəqiq deyil, çünki əks olunan intensivlik də obyektin əks etdirməsindən asılıdır. Qara cisim eyni yerdə yerləşdirilən ağ obyektədən daha az işıq əks etdirir, ona görə də yaxınlıq sensoru yaxın qara obyektə bir qədər uzaqda yerləşən ağ obyektə ayırd edə bilmir. Bu sensorların məsafə sensorları deyil, yaxınlıq sensorları adlandırılmasının səbəbi budur. Əksər təhsil robotları yaxınlıq sensorlarından istifadə edir, çünki onlar məsafə sensorlarından xeyli ucuzdur [8].

Kameralar - Rəqəmsal kameralar robot texnikasında geniş istifadə olunur, çünki bir kamera obyektə olan məsafə və bucaqdan daha çox ətraflı məlumat verə bilər. Rəqəmsal kameralar işıq dalğalarını hiss edən və şəkil elementləri massivini və ya qısaca pikselləri qaytaran yüklü cihaz adlanan elektron komponentdən istifadə edir (Şəkil 2.9).

Rəqəmsal kameralar hər bir kadrda çəkilən piksellərin sayı və piksellərin məzmunu ilə xarakterizə olunur. Bir təhsil robotunda istifadə edilən kiçik kamerada hər biri 256 piksel olan 192 sıra cəmi 49,152 piksel var. Bu, çox kiçikdir, smartfonlardakı rəqəmsal kameraların sensorları milyonlarla piksel şəkilləri qeyd edir.

Kamera hər piksel üçün dəyərləri qara-ağ (hər pikselə 1 bit), boz rəng adlanan boz çalarları (hər pikselə 8 bit) və ya tam rəngli qırmızı-yaşıl-mavi (RGB) kimi qaytara bilər.



Şəkil 2.9. 360 dərəcə baxış sahəsi olan çox yönlü kamera tərəfindən çəkilmiş şəkil

($3 \times 8 =$ piksel başına 24 bit). Beləliklə, kiçik 256×192 kamera bir boz rəngli şəkil üçün təxminən 50 kbyit və ya rəngli təsvir üçün 150 kbyit tələb edir. Özünü idarə edən avtomobil kimi mobil robotun saniyədə bir neçə şəkil saxlaması lazım olduğundan (filmlər və TV saniyədə 24 şəkil göstərir), şəkilləri saxlamaq və təhlil etmək üçün lazım olan yaddaş çox böyük ola bilər.

Mikroprosesorlar: Mobil robotların sensorlardan aldığı məlumatların təhlili üçün istifadə olunan elementlərdir. Bu, prosesör, mikrokontrollerlər, kameralar və s. kimi elementləri əhatə edir.

Mobil robotların mikroprosesorları, robotun işləyən hissələridir və robotun fəaliyyətinin məntiqi nəzarətini yerinə yetirir. Mikroprosesorlar, robotun sensorlarından aldığı məlumatları işləyərək robotun ətraf mühitindəki obyektlər və hərəkətlər haqqında məlumat toplayır və robotun hərəkətlərini, yönünü və sürətini idarə edir.

Mikroprosesorlar, prosesör, mikrokontroller və digər elektron cihazlar kimi fərqli növlərdə ola bilər. Bu cihazlar robotun funksiyalarına və lazımi performansına görə seçilir.

Mobil robotların mikroprosesorları ümumiyyətlə daha kiçik və enerji sərfiyyatı az olan modellərdə istifadə edilir. Həmçinin, daha böyük və kompleks robotlar üçün daha güclü mikroprosesorlar istifadə edilir. Bu, robotun məqsəd və funksiyalarına və istifadəçinin tələblərinə uyğun seçilməlidir.

Mobil robotların mikroprosesorları, robotların avtomatlaşdırılması və texnoloji tərəqqi ilə birlikdə daha da inkişaf edir və bu da mobil robotların funksiyalarını daha da artırır.

Enerji təchizatı: Mobil robotların işləməsi üçün enerji təminatı vacibdir. Buna, **akkumulyatorlar, günəş paneli, qaz** və ya **elektrik enerjisi** daxildir.

Bütün bu elementlər birgə mobil robotun funksiyasını yerinə yetirən əsas hissələrini təşkil edir.

Mobil robotların enerji təchizatı, onların funksiyalarını yerinə yetirmək üçün lazım olan enerji təminatını həyata keçirir. Mobil robotların enerji təchizatı mənbələrinə aşağıdakıları aid etmək olar.:

1. Akkumulyatorlar: Bu, mobil robotların ən çox istifadə olunan enerji təchizatıdır. Akkumulyatorlar, mobil robotların istifadə etdiyi mühərriklərin enerji

təchizatını təmin edir. Mobil robotlarda ölçü və gücünə görə fərqli növlər üzrə akkumulyatorlar istifadə edilir.

2. Mənbələr: Mobil robotların bir neçə saat və ya günlük fəaliyyət üçün enerji təminatı təmin edə bilən mənbələr, elektrik təchizatı olan qaz və ya benzin ilə işləyən generatorlar və s. kimi mənbələr olur.

3. Günəş enerjisi: Mobil robotların bir çox modeli, günəş enerjisi istifadə edərək işləyir. Günəş panelləri, gücünü günəş işığından alır və mobil robotu enerji ilə təmin edir.

4. Elektrik enerjisi: Mobil robotların bir çox modeli, elektrik enerjisi ilə işləyir. Bu robotlar evdəki və ya ofisdəki elektrik şəbəkəsindən enerji alır.

Mobil robotların enerji təchizatı, onların istifadə ediləcək mühit və fəaliyyət vaxtı kimi faktorlara bağlı olaraq seçilir. Mobil robotların enerji təchizatı, onların sərbəst fəaliyyət üçün lazım olan enerjini təmin edir və robotların funksiyalarının istənilən şəkildə yerinə yetirilməsinə kömək edir.

2.2. Xüsusi təyinatlı mobil robotun layihələndirilməsi

Xüsusi təyinatlı mobil robot hazırlayarkən robotun yerinə yetirməli olduğu xüsusi funksiyalar nəzərə alınır. Dizayn prosesində nəzərə alınmalı olan bəzi vacib amillər bunlardır [3]:

Tapşırıqların təhlili: Robotun yerinə yetirməli olduğu konkret məqsədi və ya tapşırıqları təhlil etmək lazımdır. Buraya yoxlama, müşahidə, çatdırılma və ya kəşfiyyat kimi funksiyalar daxil ola bilər. Ətraf mühit şəraitini, ərazini və robotun qarşılaşa biləcəyi maneələri təhlil edilməsi aiddir.

Mobillik: Robotun nəzərdə tutulan istifadəsinə uyğun olaraq uyğun hərəkətilik sistemi seçilir. Seçimlərə təkərlər, tırtıllar və hətta daha çətin ərazi üçün ayaqlar daxil ola bilər. Sürət, manevr və müxtəlif səthlərdə hərəkət etmək qabiliyyəti kimi amillər nəzərə alınır.

Sensorlar: Robot tapşırığı üçün lazımi məlumatları toplamaq üçün müvafiq sensorlar seçilir. Ümumi sensorlara tətbiqdən asılı olaraq kameralar, lidar, radar, ultrasəs sensorlar və ya xüsusi sensorlar daxildir. Məsələn, müşahidəçi robota yüksək ayırdetmə qabiliyyətinə malik kameralar və mikrofonlar, kəşfiyyatçı robot isə qaz konsentrasiyasını və ya temperaturun dəyişməsinə aşkar etmək üçün sensorlara ehtiyac duya bilər.

İdarəetmə sistemi: Robot üçün idarəetmə arxitekturası müəyyən olunur. Bura müvafiq aparat və proqram komponentlərinin seçimi daxildir. Əsas robotlar üçün mikro nəzarətçilərdən və ya tək lövhəli kompüterlərdən və ya mürəkkəb tapşırıqlar üçün ROS (Robot Əməliyyat Sistemi) kimi daha təkmil sistemlərdən istifadə edilir.

Güc mənbəsi: Robotun tələblərinə uyğun olaraq müvafiq güc mənbəyi seçilir. Batareya paketləri daşınma qabiliyyətinə görə tez-tez mobil robotlar üçün istifadə olunur, lakin təyinatdan asılı olaraq günəş panelləri və ya yanacaq elementləri kimi alternativ enerji mənbələri daha uyğun ola bilər.

Əlaqə: Robotun operatorları və ya digər sistemləri ilə necə əlaqə saxlayacağı müəyyən olunur. Bura Wi-Fi, Bluetooth və ya mobil şəbəkələr kimi simsiz rabitə vasitələri daxil ola bilər.

Təhlükəsizlik: Robotu, onun operatorlarını və ətraf mühiti qorumaq üçün təhlükəsizlik vacibdir. Bunlar toqquşmanın qarşısını alan sensorlar, fəvqəladə dayandırma düymələri və ya nasazlıqdan qorunma mexanizmləri ola bilər.

Faydalı yük və manipulyasiya: Robotun obyektlərlə qarşılıqlı əlaqədə olması və ya tapşırıqları yerinə yetirməsi lazımdırsa, müvafiq faydalı yük sisteminin inteqrasiya edilməsi lazım gəlir. Bunlar ehtiyacdən asılı olaraq robot qollar, tutucular və ya xüsusi alətlər ola bilər.

Dizayn və quraşdırılması: Robotun fiziki dizaynı və quruluşu nəzərdən keçirilir. Ağırlyq hədləri daxilində davamlılıq və etibarlılıq təmin edən materiallardan istifadə olunur.

İstifadəçi interfeysi: Operatorların robotla qarşılıqlı əlaqədə olması üçün istifadəçi interfeysi dizayn edilir. Buraya idarəetmə paneli, qrafik istifadəçi interfeysi (GUI) və ya hətta virtual reallıq (VR) nəzarətləri daxil ola bilər.

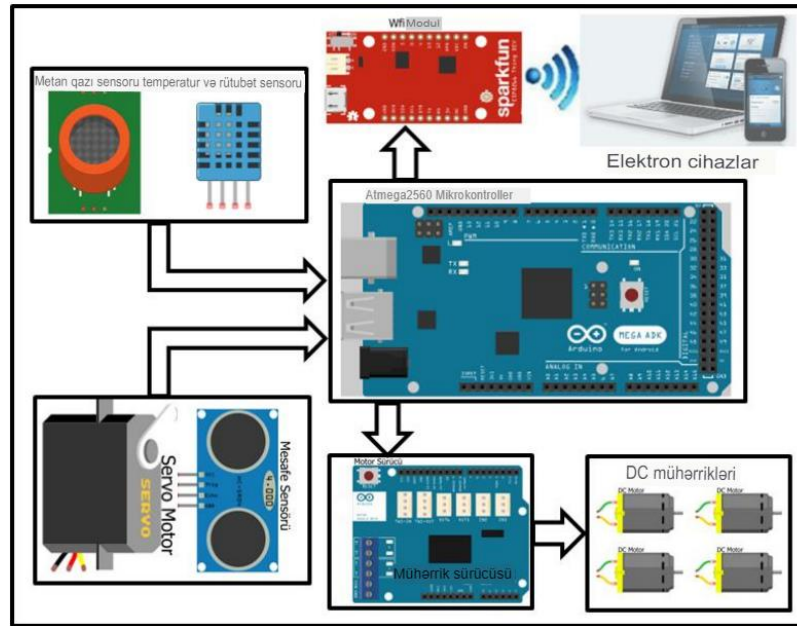
Dizayn prosesi boyunca robotun iş qabiliyyəti sınaqdan keçirilir və təkmilləşdirilir. Robot texnikası, elektronika, proqram təminatının inkişafı və maşınqayırma kimi əlaqəli sahələrdə ekspertlərlə əməkdaşlıq layihənin uğur qazanmasına kömək edə bilər.

Robotun inkişaf mərhələsi **aparat** və **proqram** təminatı olmaqla iki hissədə araşdırılır. Avadanlıqlar mexaniki dizayn və elektron dizayn kimi iki fərqli başlıq altında təqdim olunur. Elektron dizaynın həyata keçirilməsində; Ümumi diaqram arduino meqa idarəetmə kartı, ultrasəs məsafə sensoru, servo motor, motor qoruyucusu, wifi modulu, temperatur və rütubət sensoru, metan qazı sensoru, motor ekranı və sabit cərəyan mühərriki ilə yaradılmışdır. Mexaniki dizayn robotun mexaniki korpusunun və hərəkətliliyinin yaradılması üzrə tədqiqatlardan ibarətdir. Proqram təminatı hissəsi iki fərqli vəzifəni yerinə yetirir. Birincisi maneəni aşkar edib müvafiq istiqaməti tapmaq,

ikincisi isə temperatur, rütubət və qaz sensorlarından alınan məlumatları wifi modulu vasitəsilə veb modula göndərməkdir [3].

Mobil xidmət robotunun ümumi dizaynı

Hazırlanan robotun ilk növbədə mexaniki hissəsi tamamlanıb. Daha sonra bu mexaniki hissəyə mikrokontroller və sensorlar yerləşdirilir. Nəhayət, nəzərdə tutulan funksiyaları yerinə yetirmək üçün proqramlaşdırılmış və sınaqdan keçirilmişdir. Layihələndirilmiş robotun sadələşdirilmiş ümumi diaqramı Şəkil 2.10-da göstərilmişdir.



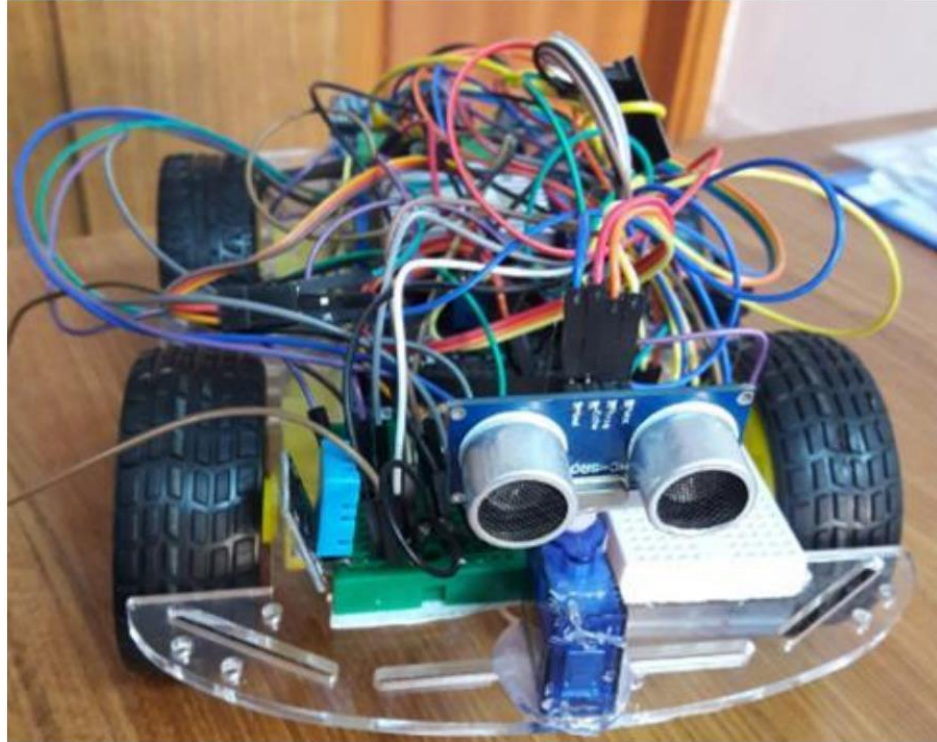
Şəkil 2.10. Robotun sadələşdirilmiş ümumi sxemi

Şəkil 2.10-da görüldüyü kimi, metan qazı sensoru və istilik-rütubət sensorlarından əldə edilən məlumatlar wifi modulu vasitəsilə veb modula göndərilir. Bu ölçmələr internetə malik istənilən elektron cihaz vasitəsilə aparılır və onları izləmək mümkündür. Robotun maneəyə dəyməməsi üçün məsafə sensorundan gələn məlumat mikrokontroller tərəfindən qiymətləndirilir və müvafiq əmr motor sürücüsü vasitəsilə sabit cərəyan mühərriklərinə ötürülür. Robot qapalı bir məkanda olduqda, çıxmaq üçün bir sahəni axtarır. Buna nail olmaq üçün servo motora quraşdırılmış məsafə sensoru ilə 180 dərəcə bir sahə skan edilir. Bundan əlavə, robotun arxasına sabitlənmiş məsafə sensorundan

alınan məlumatlar göndərilir. Robot ən uzaq məsafəyə doğru fırlanır və bu istiqamətdə hərəkətini davam etdirir.

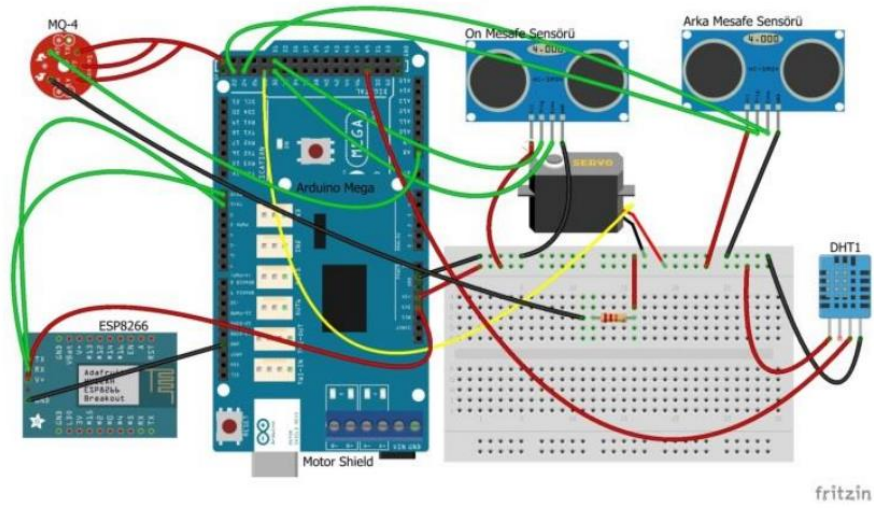
Mexaniki dizayn. Robotu dizayn etməyə qərar verərkən qarşılaşılan ən əsas problem robotun mexaniki dizaynıdır. Bu problem istehsalla asanlıqla həll olunsada, qiymət baxımından əksər hallarda uyğun deyil. Bu problemin ən əsas həlli hazır modulların köməyi ilə robot yaratmaqdır. Bu işdə hazır moduldan istifadə edilmişdir. İstifadə olunan hazır modul 4WD Çox Məqsədli Mobil Robot Platforması moduludur [3].

Robotun müstəvi hərəkəti 4 ədəd 6v, 160mA, 250 rpm plastik dişli DC mühərrikləri ilə təmin edilir. Mühərriklər 1 7,4 V, 1350 mAh 25C Litium Polimer batareya ilə işləyir. İstifadə olunan batareya 33,75 A davamlı cərəyan təmin edir. Şəkil 2.11-də sensorlar vasitəsilə qaz, temperatur və rütubət ölçən robotun mexaniki dizaynı göstərilir və onu wi-fi vasitəsilə veb əsaslı sistemə göndərir.



Şəkil 2.11. Çox sensorlu robotun mexaniki dizaynı

Elektron sistemin dizaynı. Bu hissədə robotda istifadə olunan elektron modullar, onların xüsusiyyətləri və robotda öhdələrinə götürdükləri vəzifələr araşdırılır. Robotun elektron dizaynında Arduino Mega idarəetmə kartı, motor, 2 ultrasəs məsafəsi sensoru, 1 servo motor, ESP8266 wifi modulu, DHT11 temperatur və rütubət sensoru və MQ-4 metan qazı sensorundan istifadə olunur. Robotun elektron sisteminin dizaynı Şəkil 2.12-də göstərilmişdir [3].



Şəkil 2.12. Robotun elektron dizaynı

Arduino mega idarəetmə paneli: Arduino, emal dilini istifadə edərək periferiya qurğuları ilə əsas çıxış proqramlarını yerinə yetirən açıq mənbəli fiziki proqramlaşdırma platformasıdır. Arduino lövhəsi ucuzdur və lazım olduqda qalxan adlanan periferik qurğular vasitəsilə genişləndirilə bilər. Arduino ucuz və asanlıqla əldə edilə bilən bir kart olmaqla, çox funksionaldır. Elmi və tələbə layihələri üçün ideal həllər təqdim edir. Bu səbəbdən bu işdə Arduino Mega nəzarət kartından istifadə edilir. Bu kart vasitəsilə sensorlardan gələn məlumat wifi vasitəsilə veb modula göndərilir, ordan isə mühərriklərə ötürülür.

Arduino Mega ATmega2560 prosessoruna əsaslanan mikroprosessor lövhəsidir. Arduino mega-da 54 rəqəmsal giriş/çıxış pinləri var, onlardan 14-ü PWM çıxışı kimi

istifadə edilə bilər. On altı analog giriş pininə və 4 hardware serial portuna (UART) malikdir. Lövhədə 16 MHz kristal osilator, USB bağlantısı, elektrik yuvası, ICSP başlığı və sıfırlama düyməsi mövcuddur. İş gərginliyi olaraq 7 ~ 12V DC lazımdır. Bu lövhədə mikrokontroller üçün lazım olan hər şey var. USB kabel ilə kompüterə asanlıqla qoşula bilər. İstənilən halda AC-DC adapter və ya batareya vasitəsilə də işə salına bilər.

Bu tədqiqatda əvvəlcə Arduino uno istifadə edilmişdir. Lakin istifadə edilən mühərrik və sensorların sayı artdıqca pinlər qeyri-kafi oldu. Bundan əlavə, istifadə edilən qalxanların istifadə etdiyi pinlərdə də problem yaranıb. Bu səbəblərdən daha çox rəqəmsal və analog pinləri olan Arduino Mega idarəetmə kartı seçildi [3].

Ultrasonik məsafə sensoru: Ultrasonik sensorlar 1980-ci illərin ortalarından bəri maneələrdən qaçmaq və xəritələr yaratmaq üçün avtonom mobil robotlar üçün istifadə edilmişdir. Səs dalğası ultrasəs sensorundakı ötürücü tərəfindən yayılır. Bu səs dalğası maneəyə dəyir və əks olunur. Məsafə bu əks olunan dalğanın ultrasəs sensorunda qəbuledici tərəfindən aşkarlanması üçün lazım olan vaxtdan (uçuş vaxtı) istifadə etməklə ölçülür.

Servo mühərrik: Servo mühərrik, sistemin yuxarı-aşağı və ya sağa-sola idarə edilməsi lazım olan hallarda istifadə edilən əks əlaqəli DC tipli mühərriklərdən biridir. Servomühərriklər robototexnikada son dərəcə faydalıdır. Servo mühərrik aşağı sürətlə yüksək fırlanma momenti hasil edir. Servo mühərrikdən çıxan üç naqıl var. Onlardan ikisi güc və torpaq, digəri isə mövqeyə nəzarət siqnalının mühərrikə göndərildiyi çıxışdır. Servo mühərrik bir sıra impulslarla idarə olunur. Bu impulsun uzunluğu servonun tutacağı mövqeyi müəyyən edir. İnkişaf etdirilmiş robotda bir Feetech FS90R davamlı fırlanan mikro servo mühərrik istifadə olunur. Bu mühərrikdə ultrasəs məsafə sensoru quraşdırılıb və sensor daha çox ərazini skan etmək üçün nəzərdə tutulub.

Motor qalxanı: Arduino Mega lövhəsi hər giriş/çıxış üçün maksimum 40 mA cərəyan hasil edə bilər. Bununla belə, avtomobildə işləyən 4 DC mühərriki təxminən 640 mA cərəyan çəkir. Bu səbəbdən DC mühərrikləri birbaşa Arduino Mega lövhəsi vasitəsilə

qidalana bilməz. Avtomobildəki 4 DC mühərriki Motor Shield V2.0 ilə idarə olunur. Bu motor qalxanı inteqrasiya olunmuş L298 motor sürücüsünə və 2 kanala malikdir. Robotda 4 DC mühərriki istifadə edildiyi üçün hər kanalda 2 əlaqədar mühərrik var. Motor ekranı hər kanal üçün 2A cərəyan təmin etdiyi üçün bu problem deyil. Mühərriklərin sürəti və istiqaməti bir-birindən asılı olmayaraq idarə oluna bilər. Motor sürücüsü robotun istədiyiniz istiqamətə getməsi və ya dönməsi üçün vasitəçi kimi istifadə olunur. Bu prosesin necə baş verdiyi proqram bölməsində izah edilir.

Wifi modulu: Bu modul internetə qoşulur və internetə məlumat verir. Yükləmək və ya idxal etmək üçün istifadə olunan moduldur. Wi-Fi modulundan istifadə edərək Wi-Fi routerə qoşulur. Beləliklə, məlumatlar İnternetə göndərilə bilər. Wifi modulu standart HTTP protokolu istifadə edərək Arduino qovşağından veb serverlərə məlumat ötürülməsinə imkan verir.

Bu işdə ESP 8266 modulu wifi modulu kimi istifadə edilmişdir. Bu modul internetə qoşulmaq üçün ən bacarıqlı modullardan biridir. ESP 8266 heç bir mikrokontroller və ya mikroprosessorla qoşulmadan müstəqil də işləyə bilər. Bu modulun müxtəlif versiyaları var. Bu tədqiqatda istifadə olunan versiya ESP 8266-01-dir. Bu versiya kiçikdir, daha az ümumi təyinatlı giriş/çıxış portu (GPIO) tələb edir. Tətbiqlərdə geniş istifadə olunan ucuz versiyadır.

Modul istifadə edilməzdən əvvəl yeniləmə prosesi həyata keçirilib. Bu əməliyyat olmadan modul işləmir. ESP8266 hazır olduqda, simsiz şəbəkəyə qoşulur və analog pinlərə qoşulmuş sensorlardan məlumatları oxuyur. Bu oxunan dəyərlər simli məlumatlara çevrilir və internetdəki məlumatlar yenilənir. Bu yeniləmə prosesi hər 5 dəqiqədən bir həyata keçirilir. Temperatur, rütubət və metan qazının ölçülməsi nəticələrini saxlamaq üçün <https://thingspeak.com/> com səhifəsində kanal açılıb. Bu kanalda qeydə alınan məlumatlar IFrame <http://www.turkzos.com/olcum.html> səhifəsinə çəkilməklə qrafik olaraq göstərilir. Bu səhifə müəlliflər tərəfindən hazırlanmışdır [4].

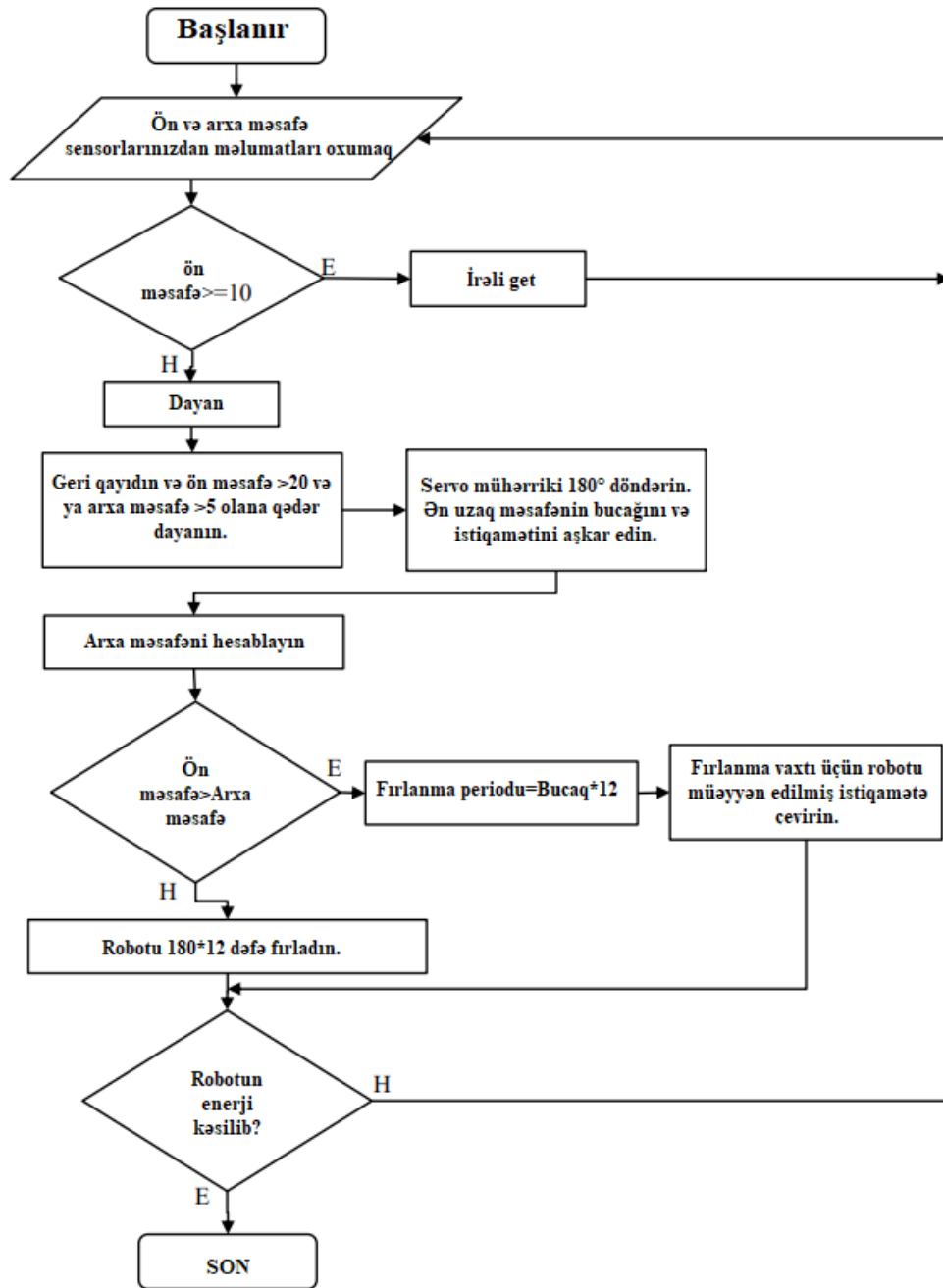
Mobil xidmət robotu üçün reallaşdırılmış proqram təminatı. Mobil xidmət robotu üçün hazırlanmış proqram təminatı iki hissədə araşdırıla bilər. Birincisi, maneələrin aşkarlanması və naviqasiya proqramıdır. İkincisi, sensorlardan temperatur, rütubət və qaz ölçülərini götürən və wifi modulu vasitəsilə veb modula göndərən proqramdır.

Maneələrin aşkarlanması və naviqasiya proqramı. İki ultrasəs məsafə sensorundan alınan məlumatlar maneələrin aşkarlanması və istiqamət tapma proqramında qiymətləndirilir. Sensorlardan biri robotun arxasında, digəri isə onun qarşısındakı servo mühərrikdir. Ön tərəfdəki məsafə sensoru servo mühərrik vasitəsilə 180 dərəcə sahədə məsafəni ölçür. Beləliklə, onun dönəcəyi bucaq və bu bucağın istiqaməti məsafə sensorundan ən uzaq məsafəyə uyğun olaraq müəyyən edilir. Robotun maneələrlə toqquşmaması üçün dayanma məsafəsi 10 sm olaraq müəyyən edilib. Yəni robot 10 sm məsafədə maneə görəndə dayanır. Daha sonra ön və arxa məsafə sensorlarından gələn məlumatları qiymətləndirir və gedəcəyi istiqamətə qərar verir. Robot sola dönəcəksə; sağ mühərriklər irəli, sol mühərriklər isə geriye doğru hərəkət edir. Sağa dönəcəksə, bu əməliyyat əks istiqamətdə aparılır. Bundan əlavə, müəyyən edilmiş bucaq qədər fırlanma üçün mühərriklərin fırlanma müddətləri də vacibdir. Bu vaxtı müəyyən etmək üçün robotun 180 dərəcə fırlanmasını təmin edəcək proqram kodu yüklənib və bəzi təcrübələr aparılıb. Bu sınaqlar nəticəsində robotun 180 dərəcə fırlanması üçün 2160 millisaniyə (ms) güc tələb olunduğu müəyyən edilib. Beləliklə, robotun 1 dərəcə fırlanması üçün işə başlama vaxtı ($S_{1\text{dərəcəsi}}$); $S_{1\text{dərəcə}}=2160\text{ ms}/180^\circ=12\text{ ms}$ olaraq hesablanmışdır [3].

Robotun istədiyiniz bucaqda fırlanması üçün işə salınma vaxtı ($S_{x\text{dərəcə}}$); $S_{x\text{dərəcə}}=x \cdot 12\text{ ms}$ kimi hesablanır. x =fırlanma bucağı.

Bu hesablamalar vasitəsilə robotun istənilən istiqamətə dönməsi təmin edilir. Ən uzaq məsafə arxa sensordan gəlirsə, ön sensordan gələn məlumatlar nəzərə alınmır və robot 180° dönür. Robotun maneənin aşkarlanması və müvafiq istiqamətə getməsi ilə bağlı videolara internetdə baxmaq olar.

Maneələrin aşkarlanması və naviqasiya proqramının axın qrafiki Şəkil 2.13 - də göstərilmişdir.



Şəkil 2.13. Maneələrin aşkarlanması və naviqasiya proqramının axını sxemi

Sensor məlumatlarını Wi-Fi modulu ilə göndərmək üçün proqram. Robota enerji verildikdə, wifi modulu (ESP 8266) əvvəllər proqram təminatına yüklənmiş məlumat vasitəsilə internetə qoşulur. `uzun müddət=millis()/1000`; Komanda ilə robotun iş vaxtı saniyələrlə hesablanır. Vaxt 300% əməliyyatın nəticəsinə baxılaraq 5 dəqiqə olub olmadığı yoxlanılır. MQ-4 və DHT11 hər 5 dəqiqədən bir sensorlardan gələn məlumatlar oxunur. Bu oxunmuş məlumatı wi-fi vasitəsilə veb modula göndərmək üçün server aşağıdakı əmr xətti ilə qoşulur.

```
AT+CIPSTART="TCP","184.106.153.149",80
```

Bu əmr sətirindəki IP ünvanı thingspeak.com saytına aiddir. ThingSpeak buludda canlı məlumat axınlarının toplanmasına, vizuallaşdırılmasına və təhlilinə imkan verən IoT analitika platformasıdır. ThingSpeak cihazlar tərəfindən ThingSpeak-ə göndərilən məlumatların ani vizuallaşdırılmasını təmin edir. Bu araşdırma çərçivəsində bu saytdan bir kanal açıldı. Bu kanaldakı məlumatlar IFrame vasitəsilə müəlliflər tərəfindən hazırlanmış veb səhifəyə çəkilir. Bu ölçmə məlumatı `olcum.html` səhifəsində dərc olunur. `AT+CIPSEND=71` komanda xətti ilə ESP8266 moduluna 71 bayt məlumat bildirilir. Modul uyğun olduqda ">" simvolunu qaytarır.

Bu simvol proqram təminatında yoxlanılır və aşağıdakı məlumat göndərmə əmri işə salınır.

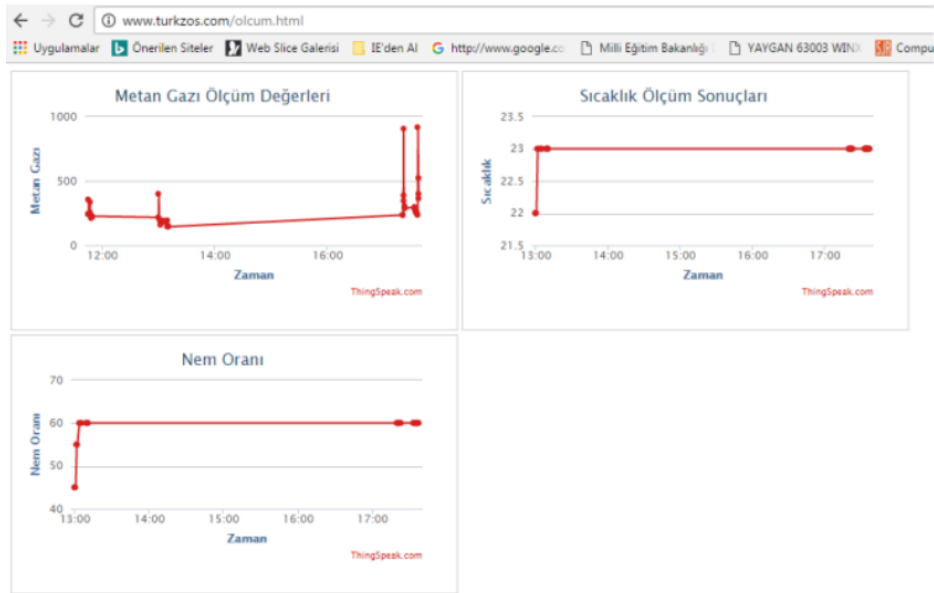
```
GET /update?api_key=
USV4JMCH7L4MD30&field1=192field2=23&field3=60
```

Bu əmrdə sahə 1 qazı, sahə 2 temperaturu və sahə 3 rütubəti təmsil edir. Bu qiymətlər sensorlardan gələn məlumatlara uyğun olaraq proqramda yuxarıdakı əmr xəttinə dinamik şəkildə əlavə olunur. Məlumatların göndərilməsi prosesi Şəkil 2.14-də göstərildiyi kimi arduino IDE mühitinin serial port ekranında izlənilə bilər.

```
COM10 (Arduino Mega ADK)
Gönder
AT+CWJAP="Baba1","kar99k2005"
AT+CIPSTART="TCP","184.106.153.149",80
AT+CIPSEND=71
AT+CIPCLOSE
AT+CIPCLOSE
AT+CIPSTART="TCP","184.106.153.149",80
AT+CIPSEND=71
GET /update?api_key=USV4JMCH7L4MDF30&field1=192&field2=23&field3=60
AT+CIPSTART="TCP","184.106.153.149",80
AT+CIPSEND=71
GET /update?api_key=USV4JMCH7L4MDF30&field1=196&field2=23&field3=60
AT+CIPSTART="TCP","184.106.153.149",80
AT+CIPSEND=71
GET /update?api_key=USV4JMCH7L4MDF30&field1=196&field2=23&field3=60
AT+CIPSTART="TCP","184.106.153.149",80
AT+CIPSEND=71
```

Şəkil 2.14. Wi-Fi üzərindən verilənlərin ötürülməsinin seriya portu vasitəsilə monitorinqi.

Göndərilən ölçmə məlumatları veb modulda saxlanılır və bu məlumatlar zamandan asılı olaraq Şəkil 2.15-də olduğu kimi qrafik olaraq göstərilir.

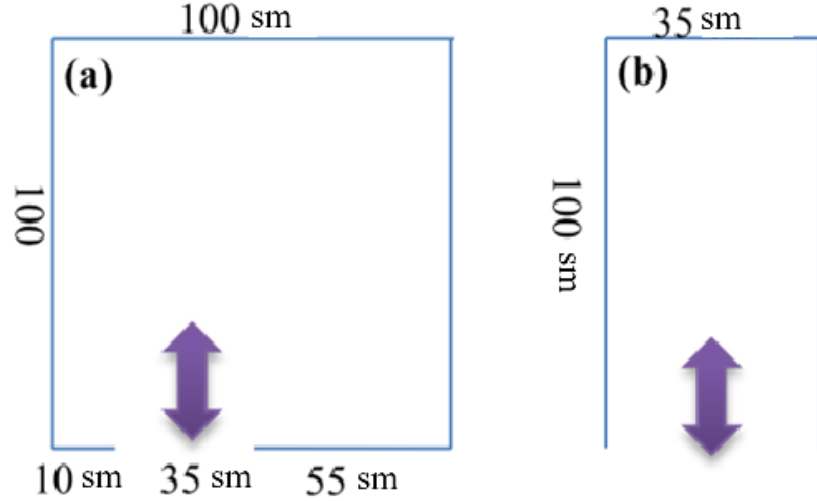


Şəkil 2.15. Qaz, Temperatur və Rütubət qiymətləri modulda göstərilir

Veb modulda qaz, temperatur və rütubət qiymətlərinin göstərilməsi haqqında videoya internetdə baxmaq olar.

Əldə edilmiş nəticələr. İnkişaf etdirilən mobil xidmət robotu iki başlıq altında qiymətləndirilə bilər. Birincisi, robotun maneələri aşkarlaması və getmək üçün uyğun istiqamət və bucağı müəyyən etməsidir. Ən böyük problem bu robotda istifadə olunan ultrasəs məsafə sensorunun sabit nəticələr verməməsidir. Bu səbəbdən robot bəzən qapalı məkanda yolu tapmaq və oradan çıxmaq üçün çox səy göstərir. Buna görə daha yüksək keyfiyyətli məsafə sensorlarının istifadəsi maya dəyərini artıracaq və robotun daha effektiv və sabit işləməsinə töhfə verəcək. Bundan əlavə, ultrasəs məsafə sensoru əvəzinə infraqırmızı (İQ) sensordan istifadə məsafənin ölçülməsini və maneələrin aşkarlanmasını daha təhlükəsiz edə bilər. Əslində, IR sensorları bu gün məsafənin ölçülməsində geniş istifadə olunur. IR sensorları ilə ölçülə bilən məsafə 10 sm ilə 80 sm arasında dəyişə bilər. Robot 3-4 cəhddə qapalı məkandan asanlıqla çıxıb bilər. Bundan başqa 3 tərəfi bağlı dar bir sahədə qaldıqda bir cəhddə açılışı tapıb bu sahədən çıxıb bilər. Başqa bir problem robotun aşkar edilmiş bucaqda fırlanmasıdır. Bu proses həyata keçirilərkən, sol və sağdakı mühərriklər müəyyən bir müddət ərzində əks istiqamətdə fırlanır. Burada vacib olan bu vaxtı hesablamaqdır. Torpağın fırlanma vaxtının hesablanmasına da təsiri ola bilər. Buna görə də, bu parametrin yerdən asılı olaraq yenilənməsi lazım ola bilər. Həmçinin, fırlanma bucağını yoxlamaq üçün geribildirim idarəetmə döngəsi çərçivəsində sensorlardan alınan məlumatlar qiymətləndirilə bilər. Bu, sistemin daha stabil işləməsinə təmin edə bilər.

Robotun qapalı məkanda açılışdan çıxması üçün vaxt əldə etmək üçün bir sıra sınaqlar aparılıb. Bunun üçün 2 müxtəlif qapalı test sahəsi yaradılıb. Bu qapalı sınaq sahələri 2.16 a və b-də göstərilmişdir.



Şəkil 2.16. (a) Sınaq sahəsi-1 (b) Sınaq sahəsi-2

Şəkil 2.16.a-da göstərilən sınaq sahəsi-1 35 sm açıqlığa malikdir. Robotdan gözlənilən bu açılış və çıxışı aşkar etməkdir. Test sahəsi-1-də əldə edilmiş sınaq məlumatları cədvəl 2.1-də göstərilmişdir. Bu məlumatlara görə, robot orta hesabla 85,8 saniyə ərzində sınaq sahəsi-1-də açılışı aşkar edərək çıxışı tapa bilər.

Cədvəl 2.1. Test sahəsi-1 üçün çıxış vaxtları

Test №	Çıxış vaxtı (saniyə)
1	120
2	90
3	132
4	150
5	120
6	60
7	90
8	30
9	36
10	30

Şəkil 2.16.b-də göstərilən sınaq sahəsində-2 də 35 sm-lik bir açılış var. Lakin bu sahə daha dar və çıxıntıları olmayan düz ərazidir. Sınaq sahəsi-2-də əldə edilən test

məlumatları cədvəl 2.2 -də göstərilmişdir. Bu məlumatlara görə, robot orta hesabla 10,3 saniyə ərzində 2-ci sınaq sahəsindəki açılışı aşkar edərək çıxışı tapa bilər. Test sahəsi-2 daha dar olduğundan, ön məsafə sensorundan alınan məlumatlar çox kiçikdir. Buna görə də, bu məlumatlar nəzərə alınmır və yalnız arxa məsafə sensorundan gələn məlumatlar qiymətləndirilir. Beləliklə, robot bir cəhddə bütün yolu geri çevirərək çıxışı tapa bilər.

Cədvəl 2.2 Test sahəsi-2 üçün çıxış vaxtları

Test No	Çıxış vaxtı (saniyə)
1	8
2	10
3	12
4	8
5	10
6	12
7	9
8	12
9	10
10	12

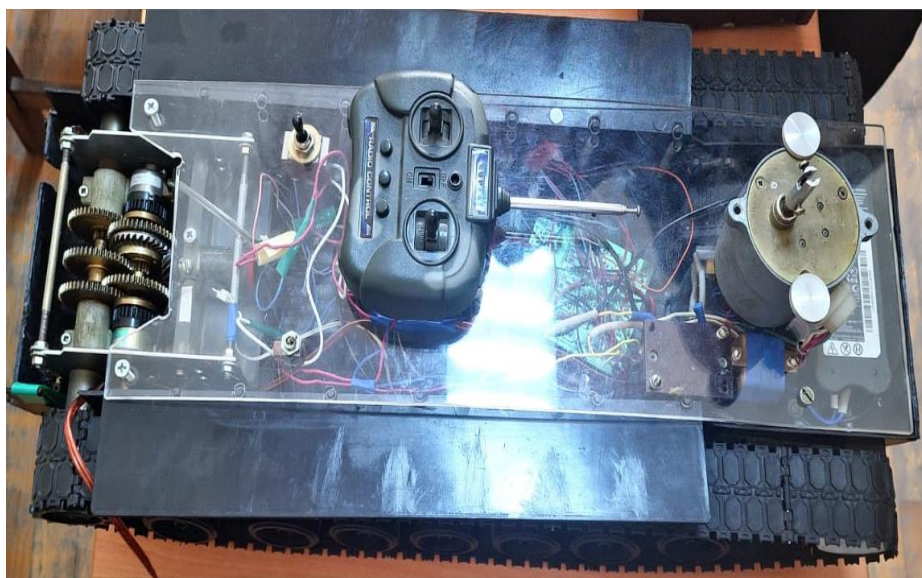
Robot temperatur, rütubət və qaz ölçmələrini wifi üzərindən göndərdikdən sonra ikinci qiymətləndirmə aparıla bilər. Bu nöqtəyi-nəzərdən robot sensorlardan aldığı məlumatı istədiyi vaxt intervalında uğurla veb modula göndərə bilər. Burada ən böyük problemlərdən biri modulun bəzən göndərə bilməməsidir. Göndərmə prosesi çox tez-tez təkrarlanırsa (hər 10-20 saniyədən bir), göndərmə əməliyyatı gündə 3-4 dəfə uğursuz ola bilər. Amma bu dəfə 1 dəqiqə və ya daha çox fasilələrlə təkrarlanırsa, problem yoxdur.

Bundan əlavə, wifi modulu ilk dəfə bir dəfə yenilənməlidir. Bu işdə ESP8266 wifi modulundan istifadə etməzdən əvvəl wifi ekranı istifadə edilmişdir. Lakin bu qalxan motor sürücüsü ilə pin münaqişəsinə səbəb olur. Bu pin konfliktinə görə robot wifi üzərindən məlumat ötürülməsi zamanı çevrildi. Bu səbəbdən ESP8266 moduluna üstünlük verilir.

3. ROBOTUN İDARƏETMƏ SİSTEMİNİN İŞLƏNMƏSİ

3.1. Elektron sxemlərdə istifadə olunan qurğuların təsnifatı və tətbiqi

Elektron sxemlərdə istifadə olunan cihazların təsnifatı və tətbiqi onların xüsusi funksiyalarından və xassələrindən asılı olaraq dəyişə bilər. İndi isə bizim dissertasiyada istifadə olunan xüsusi təyinatlı mobil robotun əsas elementləri ilə tanış olaq. Şəkil 3.1 - də robotun ümumi görünüşü göstərilmişdir [6].



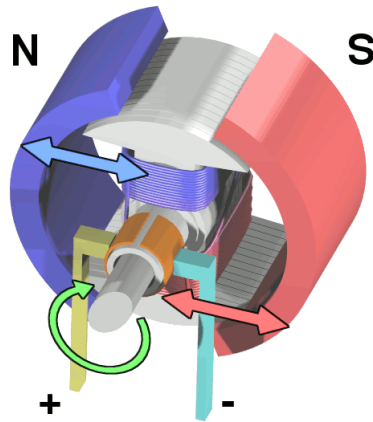
Şəkil 3.1. Xüsusi təyinatlı mobil robotun ümumi görünüşü.

Xüsusi təyinatlı mobil robotun əsas elementləri bunlardır:

1. DC mühərriki
2. relelər
3. mufta
4. dişli çarx ötürmələri.
5. reduktor.
6. AVR mikrokontrollerləri
7. Arduino HC-05 Bluetooth modulu
8. LM7805 güc regulatoru (gərginlik tənzimləyicisi)

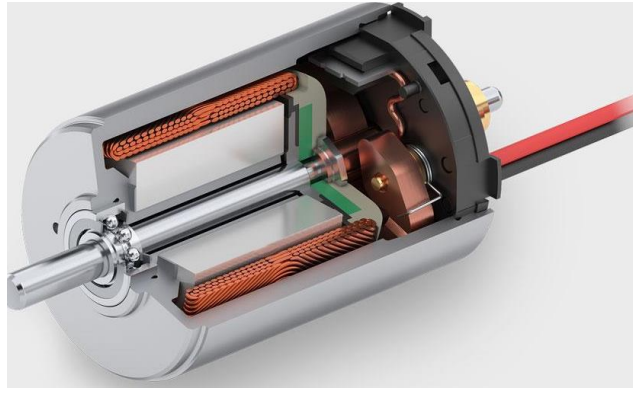
Mühərriklər lazımi mexaniki güc və hərəkəti təmin etməklə mobil robotların işində mühüm rol oynayır. Mobil robotda istifadə edilən xüsusi mühərrik növü robotun ölçüsü, çəkisi, tələb olunan fırlanma momenti və arzu olunan sürət kimi amillərdən asılıdır. Mobil robotlarda istifadə olunan bəzi ümumi mühərrik növləri bunlardır [6]:

Birbaşa cərəyan DC mühərrikləri: Sabit cərəyan (DC) mühərrikləri sadəliyi, yığcam ölçüləri və qənaətcilliyi səbəbindən mobil robotlarda geniş istifadə olunur. DC mühərrikləri terminallarına gərginlik tətbiq edərək, daimi maqnit və ya elektromaqnitlərlə qarşılıqlı əlaqədə olan bir maqnit sahəsi yaradaraq fırlanma hərəkəti yaradır. Gərginliyin qütblərini idarə edərək mühərrikin sürətini və fırlanma istiqamətini idarə etmək olar (şəkil 2.18.).



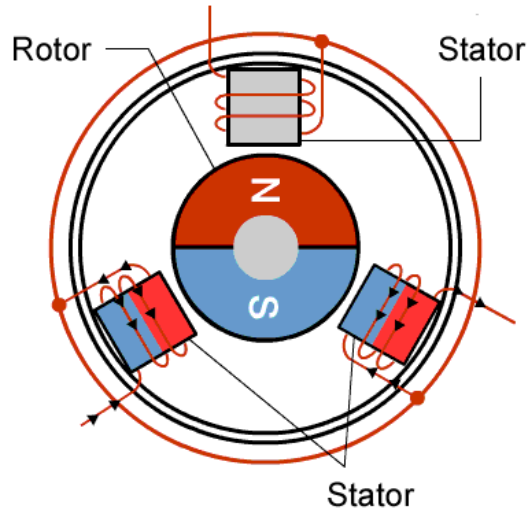
Şəkil 2.18. DC motorun (mühərrikin) görünüşü.

Fırçalı DC mühərrikləri. Fırçalı DC mühərrikləri, mühərrikdən keçən cərəyanın istiqamətini dəyişdirmək üçün fırçalar və açardan istifadə edən bir DC mühərrik növüdür (şəkil 2.19.). Fırçalar və açarlar arasındakı bu qarşılıqlı əlaqə motorun davamlı olaraq dönməsinə səbəb olur. Fırçalanmış DC mühərrikləri adətən kiçik robotlarda və dəqiq idarəetmənin vacib olmadığı hallarda istifadə olunur.



Şəkil 2.19. Fırçalı DC mühərriki

Fırçasız DC Mühərriklər (BLDC): Fırçalı DC mühərriklərdən fərqli olaraq, BLDC mühərriklərində fırça və ya açar yoxdur. Bunun əvəzinə motorun istiqamətini və sürətini idarə etmək üçün elektron kommutasiyadan istifadə edirlər. BLDC mühərrikləri fırçalanmış DC mühərrikləri ilə müqayisədə daha yüksək səmərəliliyi, daha uzun ömür və aşağı texniki xidmət tələbləri ilə tanınır. Onlar tez-tez dəqiq nəzarət və daha yüksək performans tələb edən daha inkişaf etmiş mobil robotlarda istifadə olunur.



Şəkil 2.20. Fırçasız DC mühərriki

Step Motorlar: Step motorlar (şəkil 2.21) diskret addımlarla və ya artımlarla hərəkət etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Onlar bir neçə rulondan və bir maqnit

rotorundan ibarətdir. Rulonlar müəyyən bir ardıcılıqla güc tətbiq etməklə, motor dəqiq və idarə olunan şəkildə dönə bilər. O, adətən pilləli mühərriklər, robot qollar və ya dəqiq naviqasiya kimi dəqiq yerləşdirmə tələb edən sahələrdə istifadə olunur.



Şəkil 2.21. Step Motoru

Servo mühərriklər: Servo mühərriklər əlaqəli idarəetmə sistemini ehtiva edən bir mühərrik növüdür. Mövqe, sürət və fırlanma anı dəqiq idarə etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Servo mühərriklər (şəkil 2.22) DC mühərrikindən, mövqe sensorundan (kodlayıcı kimi) və idarəetmə dövrəsindən ibarətdir. Əlaqə mexanizmi mühərrikin çıxışına dəqiq nəzarəti təmin edərək, onları dəqiq və dinamik hərəkət nəzarəti tələb edən tətbiqlər üçün uyğun edir.



Şəkil 2.22. Servo Mühərrik

Mobil robotların dizaynı zamanı mühərrik seçimi güc tələbləri, ölçü və çəki məhdudiyyətləri, idarəetmə sistemi ilə uyğunluq kimi amillərdən asılıdır. Bundan əlavə, robotun tələblərindən və robot idarəetmə sistemindən alınan əmrlərdən asılı olaraq motorun sürətini, istiqamətini və fırlanma momentini tənzimləmək və idarə etmək üçün motor nəzarətçiləri və ya sürücü sxemləri istifadə olunur.

Relelər. Xüsusi təyinatlı mobil robotlarda relelər onların xüsusi tətbiqindən və tələblərindən asılı olaraq müxtəlif funksiyaları yerinə yetirə bilər. Mobil robotlarda bəzi ümumi keçid vəzifələri bunlardır:

Güc paylanması. Tez-tez relelər mobil robotun müxtəlif komponentləri və ya alt sistemləri arasında enerji paylanmasını idarə etmək üçün istifadə olunur. Onlar mühərriklərə, aktuatorlara, sensorlara və ya digər elektrik cihazlarına gücü açıb-söndürmək üçün açar rolunu oynayır. Relelər cərəyan axınına nəzarət etməklə və həddindən artıq yüklənmələrin və ya qısaqapanmanın qarşısını almaqla elektrik sistemini idarə etməyə və qorumağa kömək edir.

Mühərrikə nəzarət: Relelər mobil robotların mühərriklərini idarə etmək üçün istifadə edilə bilər. Onlar mühərrikin fırlanma istiqamətini dəyişdirmək, müəyyən mühərrikləri işə salmaq və ya söndürmək və ya enerji təchizatını modulyasiya etməklə mühərriklərin sürətini idarə etmək üçün istifadə edilə bilər. Relelər etibarlı keçid qabiliyyəti tələb edən böyük mühərrikləri idarə etmək üçün xüsusilə faydalıdır.

Təhlükəsizlik və fəvqəladə vəziyyətdə dayanma: Relelər mobil robotlarda təhlükəsizlik funksiyalarının həyata keçirilməsinin tərkib hissəsidir. Onlar fəvqəladə vəziyyətdə dayandırma funksiyasını aktivləşdirmək və fəvqəladə vəziyyət zamanı bütün robot əməliyyatlarını dərhal dayandırmaq üçün istifadə edilə bilər. Aktivləşdirildikdə, rele kritik komponentlərin enerjisini kəsərək robota təhlükəsiz dayanmağa və potensial təhlükələrdən qaçmağa imkan verir.

Sensorun qarşılıqlı əlaqəsi: Relelər sensorlar və mobil robotun idarəetmə sistemi arasında əlaqəni asanlaşdırmağa bilər. Bəzi hallarda sensorlar idarəetmə sisteminin birbaşa

təmin edə biləcəyindən daha yüksək güc və ya fərqli gərginlik səviyyələri tələb edə bilər. Relelər sensor siqnallarını dəyişdirmək və ya gücləndirmək üçün istifadə edilə bilər və sensorlar ilə robotun idarəetmə sxemi arasında rahat əlaqə və uyğunluğu təmin edir.

Rabitə və şəbəkə: Relelər mobil robotlarda ünsiyyət üçün də istifadə edilir. Onlar robota müxtəlif rabitə kanalları və ya şəbəkə əlaqələri arasında keçid etməyə imkan verən siqnal açarı vəzifəsində çıxış edə bilər. Relelər robotun ehtiyaclarından asılı olaraq wi-fi və ya bluetooth kimi rabitə modullarını aktivləşdirə və ya söndürə bilər və ya istifadə edilmədikdə enerjiyə qənaət edə bilər.

Xarici cihazlarla interfeys: Relelər mobil robot və xarici cihazlar və ya sistemlər arasında interfeys rolunu oynaya bilər. Məsələn, relelər xarici aktuatorları və ya manipulyatorlar və ya sığaclar kimi cihazları idarə etmək üçün güc və ya onların işinə səbəb olan siqnallar arasında keçid etməklə istifadə edilə bilər.

Qeyd etmək vacibdir ki, elektron komponentlərin inkişafı ilə ənənəvi mexaniki relelərin əvəzinə bərk hal releləri və ya elektron açarlar da geniş istifadə olunur. Bərk hal releləri daha sürətli keçid sürəti, daha yüksək etibarlılıq və mexaniki sürtünməyə daha yaxşı müqavimət kimi üstünlüklər əldə etməyə imkan verir.

Mobil robotda relenin xüsusi vəzifələri robotun dizaynından, funksionallığından və nəzərdə tutulan tətbiqindən asılıdır. Hər bir robotun rele sistemi robotun xüsusi tələblərinə və əlaqədar tapşırıqlarına uyğunlaşdırılacaqdır.

Mufta. Xüsusi təyinatlı robotlarda muftalar xüsusi tətbiqdən və tələblərdən asılı olaraq müxtəlif məqsədlər üçün istifadə edilə bilər. Xüsusi təyinatlı robotlarda muftaların bəzi ümumi istifadələri bunlardır:

Güc ötürülməsi: Mühərrik və digər mexaniki komponentlər arasında güc ötürülməsini aktivləşdirmək və söndürmək üçün muftalar tez-tez robot ötürmələrində istifadə olunur. Onlar robotu işə salmağa, dayandırmağa və lazım olduqda hərəkətini dəyişməyə imkan verən enerjini ötürməyə imkan verir. Muftalar çoxlu sürət parametrləri

olan və ya müxtəlif iş rejimləri arasında keçidi tələb edən robotlarda adətən istifadə olunur.

Yükdən qorunma: Muftalar xüsusi təyinatlı robotlarda, xüsusən də robotun gözlənilməz həddən artıq yüklənmələrə və ya qüvvələrə məruz qaldığı hallarda təhlükəsizlik mexanizmi kimi çıxış edə bilər. Mufta, yük müəyyən həddi aşdıqda sürüşərək və ya söndürməklə təhlükəsizlik funksiyası kimi çıxış edir, robotun ötürücü qutusunun və ya digər həssas komponentlərin zədələnməsinin qarşısını alır. Bu, robotu mümkün mexaniki nasazlıqlardan qorumağa kömək edir və onun xidmət müddətini uzadır.

Həddindən artıq yükdən qorunma: Robotun güc və ya fırlanma momenti tətbiq etməli olduğu hallarda muftalar həddindən artıq yüklənmədən qorunma mexanizmi kimi istifadə edilə bilər. Muftanı müəyyən bir fırlanma momenti həddində təyin etməklə, robotun təhlükəsiz işləmə həddini aşmamasını təmin edir, robotun və ya onun qarşılıqlı əlaqədə olduğu obyektlərin zədələnməsinin qarşısını alır. Momentə nəzarət edilən muftalar müxtəlif tətbiqlərə və ya şərtlərə uyğunlaşmaq üçün çeviklik yaradır.

Toqquşmanın qarşısının alınması: Toqquşmanın qarşısının alınması mexanizmi kimi fəaliyyət göstərmək üçün muftalar xüsusi təyinatlı robotların birləşmələrinə və ya mexanizmlərinə daxil edilə bilər. Sürüşmə qabiliyyətinə malik muftalardan istifadə edərək, robot maneə və ya toqquşma ilə qarşılaşdıqda əyilə və ya sürüşə bilər. Bu, robotu qorumağa, ətraf mühitə dəyən zərərin qarşısını almağa və xəsarət riskini azaltmağa kömək edir.

Əllə idarəetmənin ləğvi: Müəyyən hallarda xüsusi təyinatlı robotu əl ilə idarə etmək və ya manipulyasiya etmək lazım gələ bilər. Əllə idarəetməni təmin etmək üçün muftalar istifadə edilə bilər. Muftanı söndürməklə robotu motorlu idarəetməyə ehtiyac olmadan hərəkət etdirmək və ya əl ilə idarə etmək olar. Bu, quraşdırma, texniki xidmət və ya insan müdaxiləsi tələb olunduğu hallarda xüsusilə faydalıdır.

Qeyd etmək vacibdir ki, xüsusi təyinatlı robotlarda tutacaqların xüsusi istifadəsi robotun dizaynından, tətbiqindən və tələb olunan funksionallıqdan asılıdır. Müvafiq mufta növünün seçimi (məsələn, mexaniki mufta, elektromaqnit mufta və ya pnevmatik mufta) moment tələbləri, cavab müddəti, etibarlılıq və robot tapşırıqlarının xüsusi tələbləri kimi amillərdən asılı olur.

Dişli çarx ötürməsi. Ötürücü mexanizm xüsusi təyinatlı robotların dizaynının mühüm komponentidir, çünki o, müxtəlif mexaniki elementlərin fırlanma sürəti və fırlanma zamanı arasında əlaqəni müəyyən edir. Ötürücü sistemlər robotun daxilində gücü ötürmək və idarə etmək üçün istifadə olunur, bu da robota sürəti azaltmaq və ya artırmaq, fırlanma zamanını artırmaq və istiqamətini dəyişmək imkanı verir. Xüsusi təyinatlı robotlarda dişli ötürmələrin bəzi ümumi istifadələri bunlardır:

Sürətin azaldılması: İstənilən çıxış sürətinə nail olmaq üçün robotun mühərrikinin fırlanma sürətini azaltmaq üçün tez-tez dişli ötürmələrdən istifadə olunur. Müxtəlif ötürmə nisbətləri olan dişli çarx dəstləri istifadə edərək, mühərrikin yüksək sürətli fırlanması robotun müxtəlif hissələrində aşağı sürətli güc çıxışına çevrilə bilər. Bu, xüsusilə dəqiq hərəkətlər tələb edən tətbiqlərdə və ya robotun müəyyən tapşırıqları yerinə yetirmək üçün daha aşağı sürətlə işləməsi lazım olduqda faydalıdır.

Fırlanma momentinin artırılması: Ötürücü mexanizm mühərrikin çıxış momentini artırmaq üçün də istifadə edilə bilər. Daha yüksək nisbətlə ötürmələrdən istifadə etməklə, mühərrik tərəfindən hasil olunan fırlanma zamanı artırıla bilər, bu da robota daha çox güc tətbiq etməyə və ya daha ağır yüklər daşımağa imkan verir. Momentin çoxaldılması robotun müqaviməti dəf etməli, obyektləri manipulyasiya etməli və ya böyük çıxış gücü tələb edən tapşırıqları yerinə yetirməli olduğu hallarda faydalıdır.

İstiqamətə nəzarət: Ötürücü sistemlər robota istiqaməti dəyişməyə imkan verir. Konfiqurasiyalı dişli ötürmələr və ya sonsuz vint kimi xüsusi konfiqurasiyalı dişli çarxlardan istifadə etməklə fırlanma müxtəlif istiqamətlərə və ya hərəkətlərə nail olmaq

üçün yönləndirilə bilər. Bu, müxtəlif istiqamətlərdə manevr etməli və ya çoxistiqamətli hərəkətlə bağlı tapşırıqları yerinə yetirməli olan robotlar üçün çox vacibdir.

Yükün paylanması: Ötürücü, yükü bir çox robot komponentləri arasında bərabər paylamaq üçün istifadə edilə bilər. Çoxlu mühərrikləri və ya ötürücüləri birləşdirən ötürücü sistemlərdən istifadə etməklə yükü onlar arasında bölüşdürmək və hər hansı komponentin həddindən artıq gərginləşməsinin qarşısını almaq mümkündür. Yükün bölüşdürülməsi xüsusilə eyni vaxtda işləməli və ya qeyri-bərabər yükləri qaldırmaqlı olan çoxlu üzvləri və ya mexanizmləri olan robotlar üçün vacibdir.

Reduktor. Reduktor və ya sürət qutusu, motorun fırlanma sürətini azaltmaq və çıxış momentini müəyyən bir səviyyəyə artırmaq üçün xüsusi təyinatlı mobil robotlarda istifadə olunan mexaniki qurğudur. Sürətin azalmasına və fırlanma momentinin artmasına nail olmaq üçün müəyyən bir konfigurasiyada yerləşdirilən çarxlardan ibarətdir.

Ötürücü qutular sürətin azaldılması və fırlanma momentinin artırılmasını təmin edərkən, sürtünmə və dişlərin ilişməsi səbəbindən itkilərə səbəb olur. Enerji itkisini minimuma endirmək və robotun ümumi səmərəliliyini artırmaq üçün sürət qutularını düzgün seçmək vacibdir. Düzgün yağlama ilə dəqiq hazırlanmış, yüksək keyfiyyətli sürət qutuları səmərəliliyi optimallaşdırmağa kömək edə bilər.

Ölçü və çəki. Ötürücü qutunun ölçüsü və çəkisi çox vaxt əhəmiyyətli yer və çəki məhdudiyyətlərinin olduğu mobil robotlarda kritik amillərdir. Robotun ümumi ölçüsünə, çəkisinə və manevr qabiliyyətinə təsirini minimuma endirmək üçün yığcam və yüngül sürət qutuları seçilib. Hərəkət qabiliyyətini itirmədən istənilən performansla nail olmaq üçün müvafiq moment-çəki nisbətinə malik sürət qutularını seçmək vacibdir.

Boşluq və dəqiqlik: Ötürücülər arasında kiçik boşluq robotun dəqiqliyinə təsir göstərə bilər. Minimum boşluqlu sürət qutularına xüsusi diqqət yetirilməlidir və ya lazım olduqda, boşluqları kompensasiya etmək üçün əlavə mexanizmlər və ya dizayn xüsusiyyətləri robot işləyərkən dəqiq yerləşdirmə və nəzarəti təmin edir.

Etibarlılıq və davamlılıq. Xüsusi təyinatlı mobil robotlar çox vaxt sərt mühitlərdə işləyir və ya sərt mühit tələb edən tapşırıqları yerinə yetirir. Buna görə də yüksək yüklər, zərbələr, vibrasiya və ətraf mühit amilləri üçün nəzərdə tutulmuş sürət qutularını seçmək çox vacibdir. Güclü konstruksiya, uyğun materiallar və ya qoruyucu mexanizmlər sürət qutusunun davamlılığına və etibarlılığına kömək edir.

Ötürücü qutuları mobil robotlara birləşdirərkən, istədiyiniz sürət və fırlanma momenti, istifadə edilə bilən yer, çəki məhdudiyyətləri, səmərəlilik və ümumi dizayn məhdudiyyətləri kimi xüsusi tələbləri nəzərə almaq vacibdir. Robototexnika və maşınqayırma mütəxəssisləri ilə əməkdaşlıq robotun xüsusi ehtiyacları üçün düzgün sürət qutusunun seçilməsinə kömək edə bilər.

Qapalı sistemin istifadəsi əks əlaqə ilə idarə olunur. Qapalı dövrə prosesinə nəzarət çıxış qiymətinin ölçülməsinə tələb olunan istinad nöqtəsi ilə müqayisə etməyi tələb edir. Sensor elementləri istinad qiyməti ilə müqayisə oluna bilən çıxış qiymətini təmin edir. O, faktiki və proqnozlaşdırılan nəticə ilə prosesin nəyə nail olmaq üçün nəzərdə tutulduğu arasındakı fərqli nəticəni təmsil edir. Xüsusilə, müəyyən təyinat nöqtəsinə çatmaq üçün giriş siqnalını idarə olunan "əməliyyata" dəyişdirərək, giriş siqnalından asılı olaraq idarəetmə hərəkətini yerinə yetirən nəzarətçiyə xəta siqnalı verilir. Şəkil 3.2 – də qapalı dövrəli robotun idarəetmə sisteminin nümunəsi verilmişdir:



Şəkil 3.2. Qapalı dövrəli robotun idarəetmə konsepsiyası

Robotun "beyni", robotun hərəkətlərini tənzimləyən robotun əsas idarəedicisidir. Robotların idarə edilməsi üçün əsas fikir, bir proqram təlimatının nəticəsi olaraq bir giriş signalının yaradılması və idarəçinin, robotun hissələrinin hərəkətlərini icra etmək üçün mexaniki bir aktuatoru aktivləşdirmək üçün bir çıxış signalı yaratmasıdır. Proqramlaşması intellektual olan nəzarət alqoritmləri daha etibarlı və effektivdir. Sensorlar robotun hərəkətini və digər parametrlərini ölçür və bu məlumatları sistemə təqdim edir.

AVR mikrokontrollerlər. Ən geniş yayılmış mikrokontroller ailələri 8051, AVR və PIC mikrokontrollerləridir. Bu mikrokontrollerlər lazımi vəzifəni yerinə yetirə bilən effektiv və praktik olmaları əsasında çeşidli tətbiqlərdə istifadə olunurlar.

"Atmel Corporation" AVR Mikrokontrollerini 1996-cı ildə buraxmışdır. Bu mikrokontrollerdə RISC ilə sürətli işləyən Harvard üslubu mövcuddur. Bu mikrokontroller digərlərindən fərqli xüsusiyyətlərə malikdir. Altı yuxu rejiminin olması, analoq signalı rəqəmsal signala çevirmə bacarığı, seriyalı məlumatlar ötürmə interfeysi kimi xüsusiyyətləri vardır. Həmçinin bu mikrokontroller əmri icra etmə qabiliyyətinə sahibdir. Bu mikrokontrollerlər son dərəcə sürətlidir və müxtəlif enerjilərdə işləyirlər. Qənaətbəxş rejimlərində işləmək üçün çox az enerji istifadə edirlər. AVR mikrokontrollerləri müxtəlif konfigurasiyalarda mövcuddur və müxtəlif funksiyaları icra etmək üçün istifadə olunur, bunların daxildə 8-bit, 16-bit və 32-bit mikrokontrollerlər də var.



Şəkil 3.3. Atmega8 mikrokontrolleri

1. TinyAVR - Bu tip mikrokontroller az yaddaşa malikdir və yalnız əsas tətbiqlər üçün istifadə olunur.
2. MegaAVR - Bu növ mikrokontroller orta-dərəcəli tətbiqlər üçün uyğundur, çünki çox sayda yaddaşa (256 KB-ya qədər) və bir çox periferiyalara sahibdir.
3. XmegaAVR - O, yüksək performans və proqram yaddaşı tələb edən kommersiya tətbiqləri üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Cədvəl 3.1 – də mikrokontroller haqqında məlumatlar öz əksini tapmışdır

Cədvəl 3.1. Mikrokontroller məlumat cədvəli

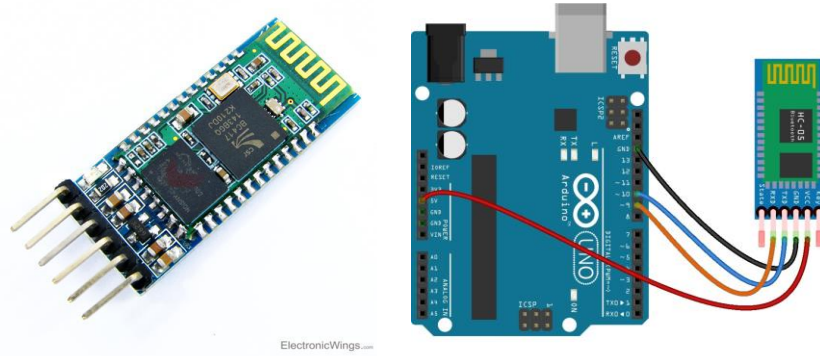
Seriya Adı	Pinlər	Yaddaş tutumu	Xüsusi xüsusiyyətlər
TinyAVR	6-32	0.5-8 KB	Kiçik ölçülü
MegaAVR	28-100	4-256KB	Genişləndirilmiş periferik qurğular
XmegaAVR	44-100	16-384KB	DMA, Hadisələr sistemində daxildir

Arduino HC-05 Bluetooth modulu. Arduino HC-05 bluetooth modulu, arduino layihələrində simsiz kommunikasiyanı mümkün edən bir kommunikasiya moduludur. Funksional olaraq bluetooth 2.0 standartına uyğundur və UART/Serial seriya kommunikasiya protokolu vasitəsilə əlaqə yaradır.

HC-05 Bluetooth modulunun bəzi əsas xüsusiyyətləri:

1. Simsiz Kommunikasiya: HC-05 modulu Bluetooth texnologiyası vasitəsilə simsiz kommunikasiya imkanı verir. Bu, Arduino layihələrində başqa bluetooth imkanlarına malik cihazlarla məlumat mübadiləsi və simsiz nəzarət etmək imkanı yaradır.

2. Master və Slave rejimləri: HC-05 həm master, həm də slave rejimlərində işləyə bilər. O, Master rejimində digər bluetooth cihazlarını idarə edə və slave rejimində başqa bluetooth cihazına qoşula bilər.
3. Seriyalı Kommunikasiya: HC-05 modulu Arduino ilə UART/Serial seriyalı kommunikasiya protokolu istifadə edərək əlaqə yaradır. Bu, Arduino ilə modul arasında seriyalı məlumat ötürməyə imkan verir.
4. İstifadə asanlıığı: HC-05 modulu AT əmrləri ilə konfigurasiya edilə bilər. Bu əmrlər modulun əməliyyat parametrlərini, cütləşdirmə əməliyyatlarını, ötürmə sürətini və s. konfigurasiya etməyə imkan verir.
5. Geniş iş gərginliyi diapazonu: HC-05 modulu geniş gərginlik diapazonunda, adətən 3.6V-dən 6V-ə qədər işləyə bilər, bu da onu müxtəlif Arduino lövhələri ilə uyğunlaşdırır.



Şəkil 3.4. Arduino HC-05 Bluetooth modulu

LM7805 güc regulatoru (gərginlik tənzimləyicisi). LM7805, güc tənzimləyicisi kimi də tanınan bir gərginlik tənzimləyicisi inteqrasiya edilmiş sxemidir.

LM7805 gərginlik tənzimləyicisinin əsas xüsusiyyətlərinə nəzər salaq:

1. Funksiya: LM7805 adətən 5 völdən çox giriş gərginliyini qəbul edən və 5 völdə tənzimlənən çıxış gərginliyini təmin edən xətti gərginlik tənzimləyicisidir. Elektron sxemləri və ya cihazları gücləndirmək üçün sabit bir gərginlik mənbəyi təmin edilir.

2. Çıxış cərəyanı: LM7805 maksimum 1 amper (A) çıxış cərəyanını təmin etməyə qadirdir. Bu, onu aşağı və orta cərəyan proqramlarının geniş çeşidini gücləndirmək üçün uyğun edir.

3. Giriş gərginliyi diapazonu: LM7805 7 ilə 35 volt arasında olan giriş gərginliyi diapazonunu dəstəkləyir. Düzgün tənzimləməni təmin etmək üçün giriş gərginliyi istənilən çıxış gərginliyindən ən azı 2 volt yüksək olmalıdır.

4. Gərginliyin tənzimlənməsi: LM7805, giriş gərginliyində və ya yük şəraitində dəyişikliklərə baxmayaraq, sabit çıxış gərginliyini saxlamaq üçün bir sıra keçid tranzistorundan istifadə edir.

5. Termal mühafizə: LM7805 daxili istilik mühafizəsi və cərəyanı məhdudlaşdıran funksiyalara malikdir. Bu tədbirlər tənzimləyicini həddindən artıq istilik və ya həddindən artıq yüklənmə nəticəsində yaranan zədələrdən qorumağa kömək edir.

6. Pin konfigurasiyası: LM7805 adətən üç terminallı TO-220 paketində verilir. Giriş gərginliyi Vin pininə verilir, GND pininə aparılır və Vout pinindən tənzimlənən 5V çıxış signalı alınır.

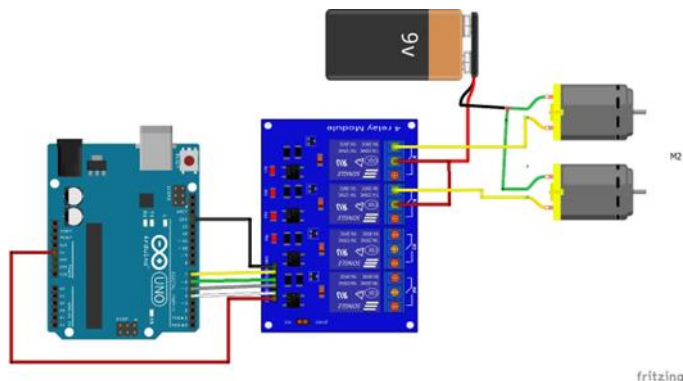
7. Tətbiqlər: LM7805 müxtəlif elektron layihələrdə və proqramlarda, o cümlədən mikrokontrollerlər, sensorlar, rəqəmsal sxemlər və sabit 5V enerji təchizatı tələb edən kiçik elektron cihazları gücləndirmək üçün geniş istifadə olunur.



Şəkil 3.5. LM7805 güc regulatoru

3.2. İdarəetmə sistemində Arduino texnologiyasının tətbiqi

Arduino dövrəsinə relelər müxtəlif qoşulma sxemlərinə malik ola bilər, lakin ən geniş yayılmış sxemlərdən biri "2 mufta ilə birləşmə" sxemidir [7].



Şəkil 3.6. Arduino siqnalı ilə relelər vasitəsi ilə muftaların idarə olunması sxemi

Bu sxemdə, iki ayrı dövrə (mufta), bir-birinə bağlanır və rele vasitəsilə nəzarət olunur. İşləyən sxemin təsviri aşağıdakı kimi olur:

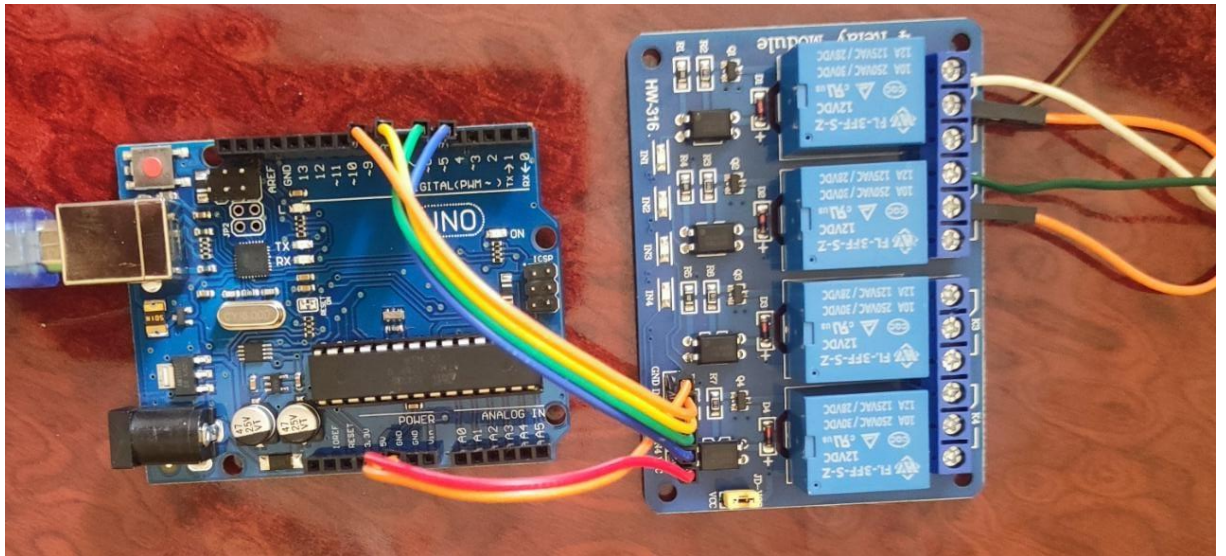
- Rele, bir neçə pin terminalından ibarətdir: **VCC, GND, IN, COM, NC** (Normally Closed - adətən bağlı) və **NO** (Normally Open - adətən açıq).
- VCC pininə, 9V gücləndirici mənbəsindən gələn müsbət (+) yükü bağlanır.
- GND pininə, 9V gücləndirici mənbəsindən gələn mənfi (-) yükü bağlanır və arduinonun GND (yerdən) pininə də bağlanır.
- IN pininə, arduinonun bir rəqəmsal çıxış pinlərindən biri bağlanır. Bu pin, releyə nəzarət etmək üçün istifadə olunur.
- COM (Common - ümumi) pininə, dövrəyə gələn bir tel bağlanır. Bu tel, rele üzərindən axan gücə nəzarət etmək üçün istifadə olunur.
- NC (Normally Closed - adətən bağlı) pininə, başqa bir dövrəyə aid olan bir tel bağlanır. Bu tel, relenin fəaliyyətli olmadığıda (idarəedici siqnalı olmadığıda) axının bu pin vasitəsilə keçməsinə imkan verir.

- NO (Normally Open - adətən açıq) pininə, başqa bir dövrəyə aid olan bir tel bağlanır. Bu tel, relenin fəaliyyətli olduğunda (idarəedici signalı varsa) axımın bu pin vasitəsilə keçməsinə imkan verir.

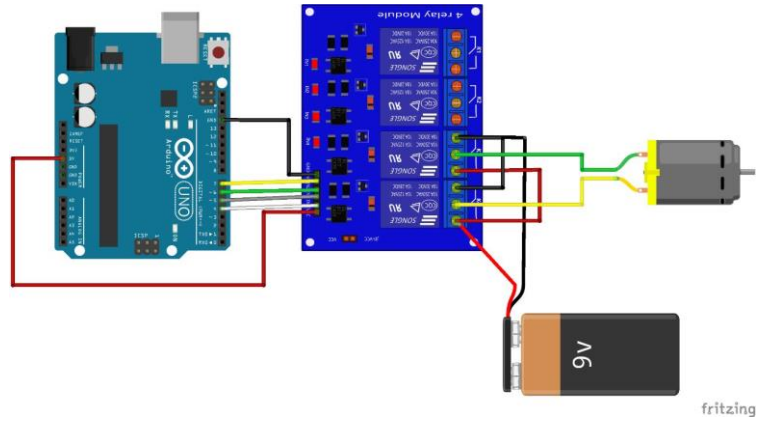
Əlaqə sxemi aşağıdakı kimidir:

- VCC pininə 9V gücləndirici mənbəsinin müsbət (+) yükü bağlanır.
- GND pininə 9V gücləndirici mənbəsinin mənfi (-) yükü və arduino GND (yerdən) pinləri bağlanır.
- IN pini, arduionun bir rəqəmsal çıxış pinləri ilə bağlanır.
- COM pininə bir dövrənin daxilə bağlantısı qoyulur.
- NC və NO pinləri, digər dövrə elementlərinə bağlanır və nəzarət edilmək istənilən dövrəyə uyğun istifadə edilir.

Arduino, IN pininə uyğun bir rəqəmsal signal göndərdiyi zaman, rele işləyir və COM pinindən gələn dövrə axımını, NO pinindən keçir. IN pininə signal getmədiyi zaman isə, rele işləmir və COM pinindən gələn axım NC pinindən keçir. Beləliklə, rele vasitəsilə nəzarət olunan dövrlərin axım keçiriciliyi idarə oluna bilər.

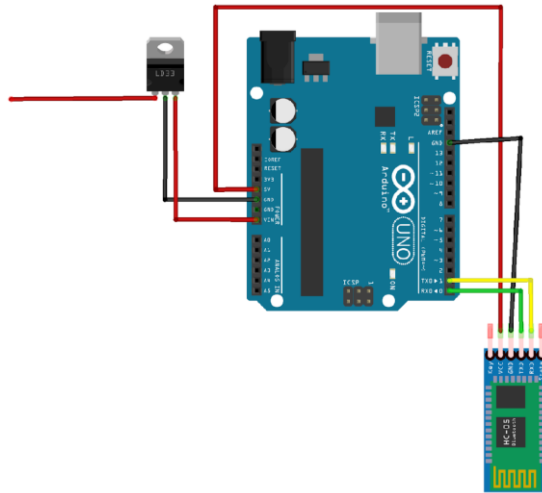


Şəkil 3.7. Arduino ilə 4-lü rele modununun birləşməsi

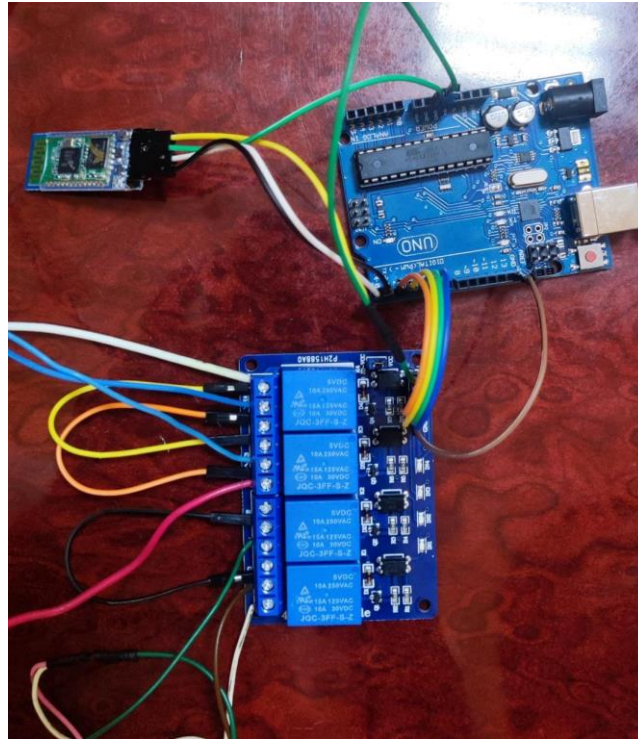


Şəkil 3.8. Arduino və relelər vasitəsi ilə DC mühərrikinin idarə olunması

Arduino və bluetooth HC-05 modulunun birləşməsi HC-05 modulu, Bluetooth 2.0 standartını dəstəkləyir və ardıcıl əlaqələndirmə protokoluna (UART) malikdir. Arduino Uno ilə HC-05 modulunu birləşdirmək üçün fiziki bağlantılar tərtib etmək lazımdır. Bu bağlantılar arasında VCC (güc), GND (torpaq), TX (məlumat göndərmə) və RX (məlumat alma) pinləri yer alır. Arduino və bluetooth HC-05 modulunun birləşməsi sxemi şəkil 3.8 – də təsvir olunmuşdur [7].



Şəkil 3.9. Arduino və bluetooth HC-05 modulunun birləşməsi sxemi

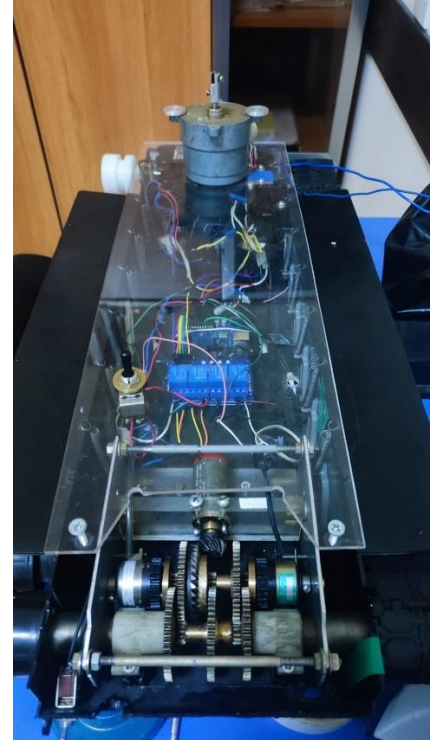
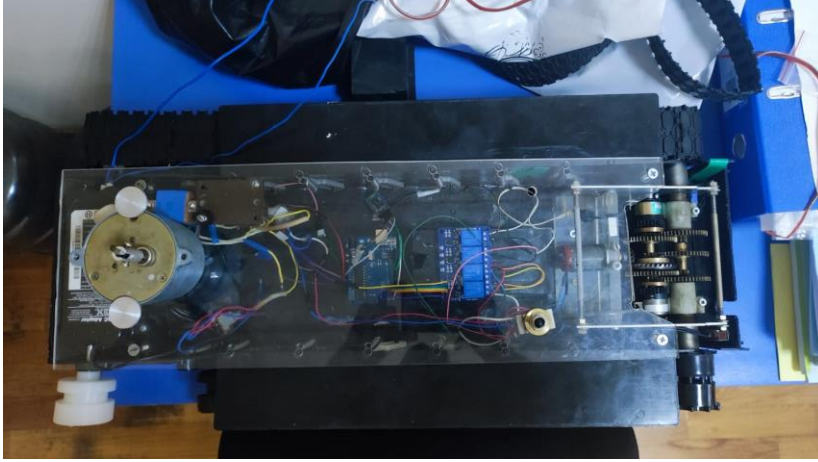


Şəkil 3.10. Arduino 4 rele modulu və bluetooth modulunun birləşməsi sxemi

Arduino Uno'nun 5V pinini HC-05 modulunun VCC pininə bağlamaq lazımdır. Bu, modulun işləməsi üçün tələb olunan gücü təmin edir. Oxşar şəkildə, Arduino Uno'nun GND pinini HC-05 modulunun GND pininə bağlamaq, aralarında ortaq bir torpaq bağlantısı yaradır [7].

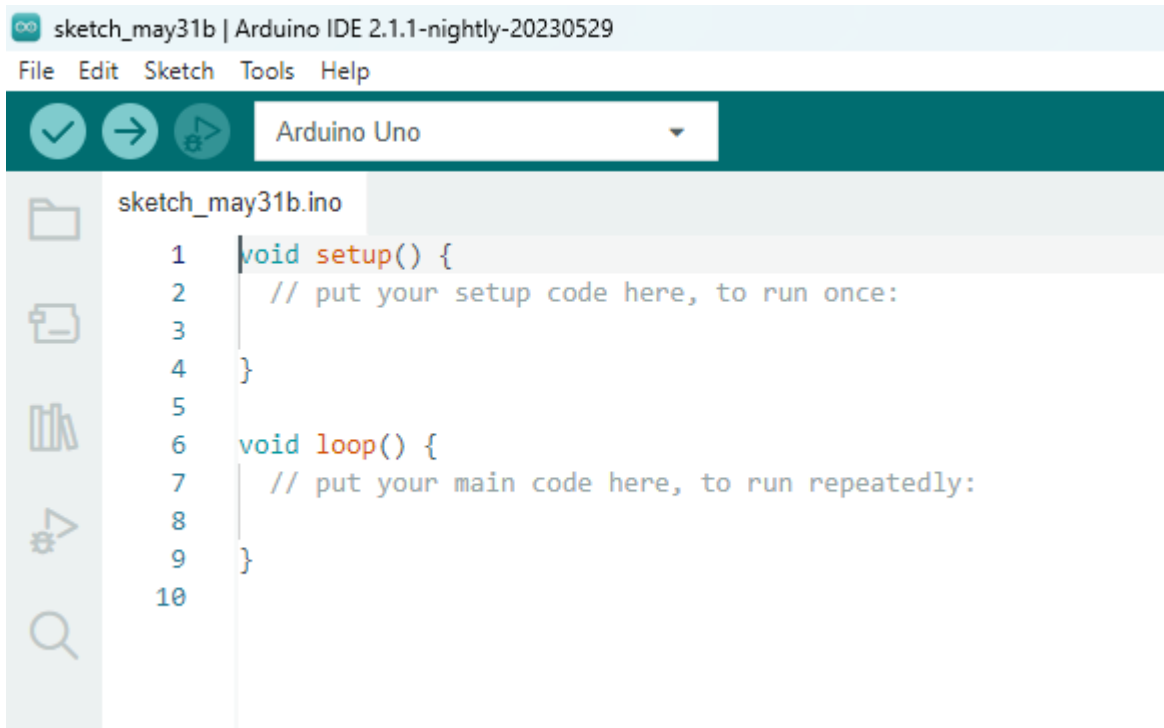
TX və RX pinləri, Arduino Uno və HC-05 modulu arasında ardıcıl əlaqələndirməni təmin edir. Arduino Unonun TX pini, HC-05 modulunun RX pininə birləşdirilir, əksinə, Arduino Unonun RX pini, HC-05 modulunun TX pininə birləşdirilir. Bu bağlantılar, Arduino və HC-05 modulu arasında məlumat mübadiləsi imkanı verir.

Əlaqələr tamamlandıqdan sonra, arduinoya kodu yazaraq HC-05 modulu ilə əlaqə qurulur. Arduino Unonun ardıcıl əlaqələndirmə xüsusiyyətindən istifadə edərək, HC-05 moduluna məlumat göndərilir. Bu yolla, arduino layihənizi bir smartfon, kompüter və ya başqa bir bluetooth cihazı ilə simsiz olaraq idarə edilir.



Şəkil 3.11. Xüsusi təyinatlı mobil robotun arduino uno və bluetooth modulu ilə birləşməsinin yekun halı.

3.3. İdarəetmə sistemi üçün program təminatının qurulması



Şəkil 3.12. Arduino interfeysinə görünüşü

`void setup()` funksiyası Arduino-dada başlanğıc parametrlərini təyin etmək üçün istifadə edilən xüsusi bir funksiyadır. Bu funksiya, Arduino işə düşdüğü zaman yalnız bir dəfə çağırılır.

`void setup()` funksiyası əsasən aşağıdakı kimi istifadə olunur:

```
void setup() {  
// Başlanğıc parametrlər burada təyin olunur  
// Pin modları təyin olunur  
// Giriş/çıxış parametrləri sazlanır  
// Əlaqə protokollarının başlanması kimi proseslər həyata keçirilir  
}  
...
```

Bu funksiya, Arduinonun başlanğıc proseslərini icra etmək üçün istifadə edilir. Məsələn, istifadə ediləcək rəqəmsal və analoq pinlərin giriş və ya çıxış olaraq təyin edilməsi, ardıcıl şəkildə əlaqənin sürətinin təyin edilməsi və ya digər başlanğıc parametrlərinin edilməsi kimi proseslər bu funksiya üçün daxildir.

``setup()`` funksiyası, Arduinoda digər kodları icra etmədən əvvəl bu funksiya başlanğıc parametrləri təyin edir.

``void loop()`` funksiyası Arduino-dada davamlı işləyən bir dövriyyədir. Bu funksiya, arduinonun gücü açıldıqdan sonra ``setup()`` funksiyası tamamlandıqdan sonra işə salınır və Arduino söndürülənə qədər dayanmadan təkrarlanır.

``void loop()`` funksiyası əsasən aşağıdakı kimi istifadə olunur:

```
````arduino
void loop() {
 // Davamlı təkrarlanan kodlar burada yer alır
 // Sensor oxumaları həyata keçirilir
 // Məlumatlar işlənir
 // Girişlərə uyğun cavablar yaradılır
 // Çıxışlar yenilənir
 // Digər tapşırıqlar yerinə yetirilir
}
````
```

Bu funksiya, arduinonun davamlı şəkildə işləyən və təkrarlanan proseslərini əhatə edir. Məsələn, sensorlardan məlumat oxumaq, oxunan məlumatları işləmək, girişlərə uyğun cavablar yaratmaq, çıxışları yeniləmək və digər tapşırıqları yerinə yetirmək kimi proseslər ``void loop()`` funksiyası içində yer alır.

Arduinoda ``void loop()`` funksiyasını sonsuz bir dövr kimi işləyərək, davamlı müəyyən olunmuş tapşırıqları həyata keçirir və cari vəziyyətə nəzarət edir. Məsələn, bir sensorlardan davamlı məlumat oxuyaraq müəyyən bir hədd qiyməti üzərində cavab vermək və ya müəyyən bir zaman aralığında bəzi tapşırıqları təkrarlamaq kimi halları ``void loop()`` funksiyası içində kodlamaq mümkündür.



```
tank_drive | Arduino IDE 2.1.1-nightly-20230529
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Uno
tank_drive.ino
1
2
3 char switchstate;
4
5 const int forward = 2;
6 const int backward = 3;
7 const int turn_right = 4;
8 const int turn_left = 5;
9
```

Şəkil 3.13. Pinlərin arduinoya tanıtılması

Yuxarıdakı kod hissəsi, arduino-da istifadə olunan dəyişənləri və sabitləri təyin edir. İstifadə olunan hissələr aşağıdakı kimi izah edilir:

- **`switchstate`** dəyişəni, char (simvol) verilənlərin tipində təyin edilmiş bir dəyişəndir. Bu dəyişən, ümumilikdə bir açarın vəziyyətini təmsil etmək üçün istifadə olunur. Məsələn, bir düyməyə basılma vəziyyətini izləmək üçün istifadə edilə bilər.

- **`forward`**, **`backward`**, **`turn_right`** və **`turn_left`** sabitləri, hər biri müvafiq olaraq 2, 3, 4 və 5 nömrəli rəqəmsal pinlərə mənimsədilmişdir. Bu sabitlər, əlaqəli əməliyyatlarda istifadə olunan pin nömrələrini təmsil edir. Məsələn, bir mühərrikin irəli, geri, sağa və sola dönməsi kimi əməliyyatlarda bu pin nömrələri istifadə edilmişdir.

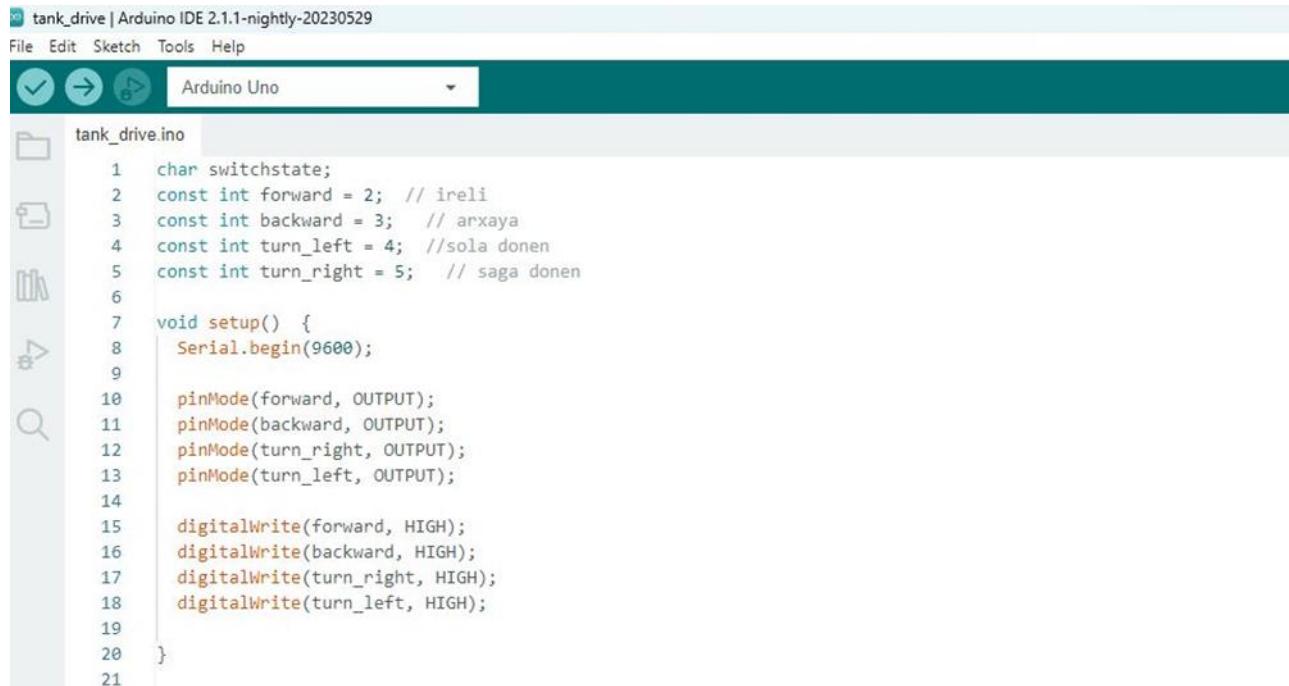
Bu təyin olunmalar, bir arduino proqramının müəyyən bir funksionalığını yerinə yetirmək üçün istifadə olunan dəyişənləri və sabitləri təyin etmək üçün edilib. Bu kod hissəsi daha geniş bir arduino proqramının hissəsi kimi istifadə olunur.

```

11 void setup() {
12   Serial.begin(9600);
13
14   pinMode(forward, OUTPUT);
15   pinMode(backward, OUTPUT);
16   pinMode(turn_right, OUTPUT);
17   pinMode(turn_left, OUTPUT);
18 }
19

```

Şəkil 3.14. `forward`, `backward`, `turn_right` və `turn_left` sabitlərinin arduinoya tanıtılması



```

tank_drive.ino
1 char switchstate;
2 const int forward = 2; // ireli
3 const int backward = 3; // arxaya
4 const int turn_left = 4; //sola donen
5 const int turn_right = 5; // saga donen
6
7 void setup() {
8   Serial.begin(9600);
9
10  pinMode(forward, OUTPUT);
11  pinMode(backward, OUTPUT);
12  pinMode(turn_right, OUTPUT);
13  pinMode(turn_left, OUTPUT);
14
15  digitalWrite(forward, HIGH);
16  digitalWrite(backward, HIGH);
17  digitalWrite(turn_right, HIGH);
18  digitalWrite(turn_left, HIGH);
19
20 }
21

```

Şəkil 3.15. Arduino-da void setup() funksiyasının işlənməsi interfeysi

Yuxarıda qeyd edilən kod hissəsində, arduinoda **void setup()** funksiyasının bir hissəsini özündə əks etdirir. İşlənmiş hissələrin izahları aşağıda qeyd olunub:

- **Serial.begin(9600);** ifadəsi, ardıcıl əlaqəni başlamaq üçün istifadə olunur. Bu halda, arduinonun ardıcıl əlaqə sürəti 9600 baud olaraq təyin edilmişdir. Bunun sayəsində arduino ilə kompüter və ya digər cihazlar arasında ardıcıl şəkildə əlaqə qurula bilər.

-`pinMode(forward, OUTPUT);`, `pinMode(backward, OUTPUT);`,
`pinMode(turn_right, OUTPUT);` və `pinMode(turn_left, OUTPUT);` ifadələri,
müvafiq pinlərin ÇIXIŞ rejimində olduğunu bildirir. Bu ifadələr, arduinonun irəli, geri, sağa
və sola dönüşü kimi ÇIXIŞ əməliyyatlarını icra etmək üçün istifadə olunan pinləri təyin
edir.

Bu sətirlər yuxarıda qeyd olunan dörd ÇIXIŞ pininin əvvəlcədən təyin olunan
vəziyyətini təyin edir. Bu halda, bütün pinlər `HIGH` (Yüksək) olaraq təyin olunur, bu
da aktivləşdikdə yüksək gərginlik səviyyəsini təmin edəcəkdir. Bu, texniki qurğu
dizaynına və bu pinlərə bağlı komponentlərə görə dəyişə bilər.

Ümumiyyətlə, bu kod ardıcıl əlaqəni tənzimləyir və hərəkətin istiqamətini
nizamlamaq üçün göstərilən pinlərin rejimini və əvvəlcədən təyin olunan vəziyyətlərini
təyin edir.

```

21
22 void loop() {
23   if (Serial.available()){
24     switchstate = Serial.read();
25     Serial.print(switchstate);
26     Serial.print("\n");
27     delay(15);
28
29     if (switchstate != 'S'){
30
31       if (switchstate == 'F'){
32         Forward();
33       }
34       else if (switchstate == 'R' || switchstate == 'I'){
35         TurnRight();
36       }
37       else if (switchstate == 'L' || switchstate == 'G'){
38         TurnLeft();
39       }
40       else if (switchstate == 'B'){
41         Back();
42       }
43       else if (switchstate == 'J'){
44         BackRight();
45       }
46       else if (switchstate == 'H'){
47         BackLeft();
48       }
49     }
50   }
51   else{
52     Stop();
53   }
54 }
55

```

Şəkil 3.16. Bluetooth və Arduinio arasında əlaqənin qurulması

if (Serial.available()){
...

Bu sətir ardıcıl bağlantıda məlumatın mövcud olub-olmadığını yoxlayır. Arduino üzərindən ardıcıl əlaqə ilə hər hansı bir məlumat göndərilib-göndərilmədiyini yoxlayır.

```
switchstate = Serial.read();
```

Bu sətir ardıcıl şəkildə məlumat buferindən bir simvol oxuyur və onu `switchstate` adlı dəyişənə mənimsədir. Bu, Arduino-ya seri əlaqə vasitəsilə göndərilən məlumatı alır.

```
Serial.print(switchstate);
```

```
Serial.print("\
```

```
");
```

Bu sətrlər `switchstate` dəyişənin qiymətini ardıcıl olaraq monitora çap edir. Ardıcıl əlaqədən alınan simvolu göstərir. `"\n"` simvolu yeni sətir simvoludur və simvoldan sonra yeni sətirə keçid əlavə edir.

```
delay(15);
```

Bu sətir 15 millisekund təxirə salmaq üçün kiçik bir gecikmə əlavə edir. Ardıcıl olaraq ard arda çox tez oxumaqdan qorunmaq üçün icranı qısa müddətə dayandırır.

Kod daha sonra `if` və `else if` ifadələri ilə `switchstate` dəyişənin qiymətini müəyyənləşdirir və qiymətə əsaslanan əməliyyatları icra edir.

Məsələn:

- Əgər `switchstate` 'S' simvoluna bərabər deyilsə, kod müxtəlif halları yoxlayır:

- Əgər `switchstate` 'F' simvoluna bərabərdirsə, `Forward()` funksiyasını çağırır.

- Əgər `switchstate` 'R' və ya 'I' simvoluna bərabərdirsə, `TurnRight()` funksiyasını çağırır.

- Əgər `switchstate` 'L' və ya 'G' simvoluna bərabərdirsə, `TurnLeft()` funksiyasını çağırır.

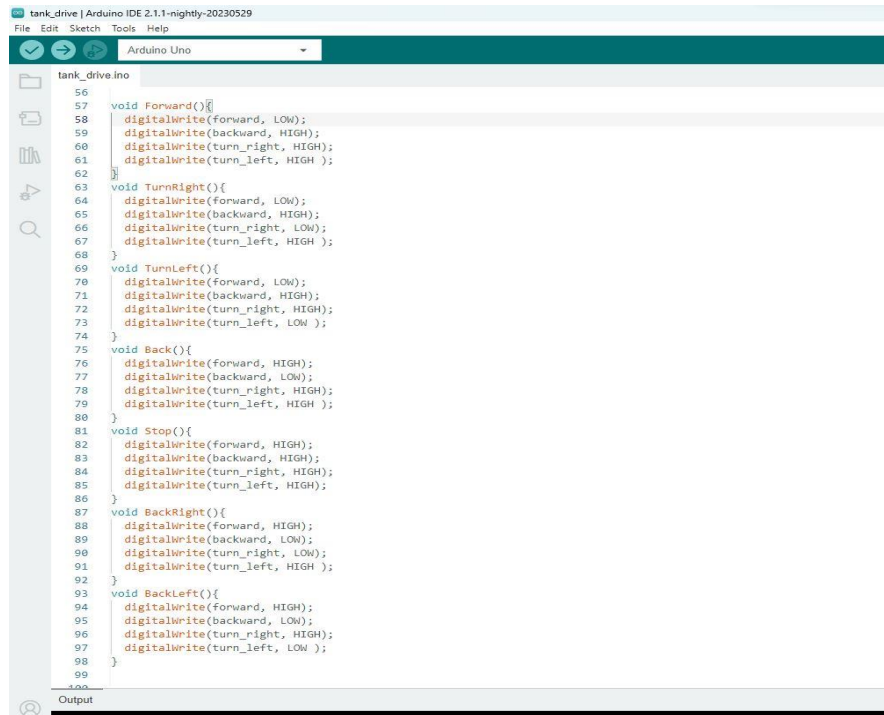
- Əgər `switchstate` 'B' simvoluna bərabərdirsə, `Back()` funksiyasını çağırır.

- Əgər `switchstate` 'J' simvoluna bərabərdirsə, `BackRight()` funksiyasını çağırır.

- Əgər `switchstate` 'H' simvoluna bərabərdirsə, `BackLeft()` funksiyasını çağırır.

- Əgər `switchstate` 'S' simvoluna bərabərdirsə, `Stop()` funksiyasını çağırır.

Bu kod əsasən ardıcıl əlaqədən simvolları oxuyur, onları təhlil edir və alınan simvola görə müvafiq əməliyyatları icra edir. Əməliyyatlar `Forward()`, `TurnRight()`, `TurnLeft()`, `Back()`, `BackRight()`, `BackLeft()` və `Stop()` funksiyalarının tərtibatına bağlı olaraq dəyişə bilər.



```
56 void Forward(){
57   digitalWrite(forward, LOW);
58   digitalWrite(backward, HIGH);
59   digitalWrite(turn_right, HIGH);
60   digitalWrite(turn_left, HIGH );
61 }
62
63 void TurnRight(){
64   digitalWrite(forward, LOW);
65   digitalWrite(backward, HIGH);
66   digitalWrite(turn_right, LOW);
67   digitalWrite(turn_left, HIGH );
68 }
69 void TurnLeft(){
70   digitalWrite(forward, LOW);
71   digitalWrite(backward, HIGH);
72   digitalWrite(turn_right, HIGH);
73   digitalWrite(turn_left, LOW );
74 }
75 void Back(){
76   digitalWrite(forward, HIGH);
77   digitalWrite(backward, LOW);
78   digitalWrite(turn_right, HIGH);
79   digitalWrite(turn_left, HIGH );
80 }
81 void Stop(){
82   digitalWrite(forward, HIGH);
83   digitalWrite(backward, HIGH);
84   digitalWrite(turn_right, HIGH);
85   digitalWrite(turn_left, HIGH);
86 }
87 void BackRight(){
88   digitalWrite(forward, HIGH);
89   digitalWrite(backward, LOW);
90   digitalWrite(turn_right, LOW);
91   digitalWrite(turn_left, HIGH );
92 }
93 void BackLeft(){
94   digitalWrite(forward, HIGH);
95   digitalWrite(backward, LOW);
96   digitalWrite(turn_right, HIGH);
97   digitalWrite(turn_left, LOW );
98 }
99
100
```

Şəkil 3.17. İrəli, geri, sağa, sola dönmə funksiyalarının proqrama tanıtılması

...

```
void Forward(){
    digitalWrite(forward, LOW);
    digitalWrite(backward, HIGH);
    digitalWrite(turn_right, HIGH);
    digitalWrite(turn_left, HIGH );
}
```

...

Bu funksiya, irəli getmək üçün istifadə edilir. İrəli gedə bilmək üçün **`forward`** pinini **aşağı (LOW)** vəziyyətinə, digər pinləri isə **yuxarı (HIGH)** vəziyyətinə qoyur.

...

```
void TurnRight(){
    digitalWrite(forward, LOW);
    digitalWrite(backward, HIGH);
    digitalWrite(turn_right, LOW);
    digitalWrite(turn_left, HIGH );
}
```

...

Bu funksiya, sağa dönüşü təmsil edir. Sağa dönə bilmək üçün **`turn_right`** pinini **aşağı (LOW)** vəziyyətinə, digər pinləri isə **yuxarı (HIGH)** vəziyyətinə qoyur.

...

```
void TurnLeft(){
    digitalWrite(forward, LOW);
    digitalWrite(backward, HIGH);
    digitalWrite(turn_right, HIGH);
```

```
digitalWrite(turn_left, LOW );  
}  
***
```

Bu funksiya, sola dönüşü təmsil edir. Sola dönə bilmək üçün **`turn_left`** pinini **aşağı (LOW)** vəziyyətinə, digər pinləri isə **yuxarı (HIGH)** vəziyyətinə qoyur.

```
***  
void Back(){  
digitalWrite(forward, HIGH);  
digitalWrite(backward, LOW);  
digitalWrite(turn_right, HIGH);  
digitalWrite(turn_left, HIGH );  
}  
***
```

Bu funksiya, geriye çəkilməni təmsil edir. Geriyə çəkilməni bilmək üçün **`backward`** pinini **aşağı (LOW)** vəziyyətinə, digər pinləri isə **yuxarı (HIGH)** vəziyyətinə qoyur.

```
***  
void Stop(){  
digitalWrite(forward, HIGH);  
digitalWrite(backward, HIGH);  
digitalWrite(turn_right, HIGH);  
digitalWrite(turn_left, HIGH);  
}  
***
```

Bu funksiya, dayanmağı təmsil edir. Bütün pinləri **yuxarı (HIGH)** vəziyyətinə qoyaraq mühərriki dayandırır.

...

```
void BackRight(){  
    digitalWrite(forward, HIGH);  
    digitalWrite(backward, LOW);  
    digitalWrite(turn_right, LOW);  
    digitalWrite(turn_left, HIGH );  
}
```

...

Bu funksiya, sağa geri dönüşü təmsil edir. Sağa geri dönə bilmək üçün ``turn_right`` və ``backward`` pinlərini **aşağı (LOW)** vəziyyətinə, digər pinləri isə **yuxarı (HIGH)** vəziyyətinə qoyur.

...

```
void BackLeft(){  
    digitalWrite(forward, HIGH);  
    digitalWrite(backward, LOW);  
    digitalWrite(turn_right, HIGH);  
    digitalWrite(turn_left, LOW );  
}
```

...

Bu funksiya, sola geri dönüşü təmsil edir. Sola geri dönə bilmək üçün ``turn_left`` və ``backward`` pinlərini **aşağı (LOW)** vəziyyətinə, digər pinləri isə **yuxarı (HIGH)** vəziyyətinə qoyur.

Bu funksiyalar, irəli, geri, sağa, sola və müxtəlif kombinasiyalarda hərəkət etmək üçün istifadə olunan mühərrikə nəzarət əməliyyatlarını icra edir. Hər bir funksiya, uyğun çıxış pinlərini müəyyən bir kombinasiya ilə təyin edərək mühərrikin hərəkətinə nəzarət edir. Bu kod içərisində ``forward``, ``backward``, ``turn_right`` və ``turn_left`` kimi terminlərin, bu pinlərə təyin olunmuş pin nömrələri və ya dəyişənlər olduğunu unutmayın.

NƏTİCƏ

Xüsusi təyinatlı mobil robotun idarəetmə sisteminin işlənməsi dissertasiya işində bəzi diqqətəlayiq nəticələr əldə edilmişdir:

1. Robotlar haqqında ümumi məlumat, istifadə olunma sahələri haqqında geniş araşdırılma aparılmışdır.

2. Mobil robotun özü haqqında, istifadə yerləri, idarəetmə sisteminin quruluşu və s. sistemli şəkildə analiz olunmuşdur.

3. Mobil robotun əsas elementləri haqqında geniş məlumat verilmişdir.

4. Xüsusi təyinatlı robotun əvvəlki vəziyyəti və sonrakı vəziyyəti müqayisə olunmuşdur. Arduino texnologiyasının tətbiqi idarəetmə sisteminin xeyli sadələşməsinə səbəb olmuşdur.

5. Arduino mikrokontrollerini qurduqdan sonra həmin mikrokontrolleri komputərə qoşaraq interfeysə tanımaq və proqramı usb vasitəsilə mikrokontrollerə köçürərək, bluetooth modulu işə salınıb idarə edilmişdir.

6. Mobil tırtıllı robotun arduino texnologiyasının tətbiqi ilə idarə olunması onun bir çox sahələrdə tətbiq olunmasına imkan yarada bilər.

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT

- [1] Çələbi İ.Q., Mirzəyev H.İ. Mexatronika - Bakı, 2011, 203 s.
- [2] Kəngərli A.M. Maşın və mexanizmlər nəzəriyyəsi. Bakı. "Müəllim nəşriyyatı, 2004
- [3] Karacı A. Erdemir M. Arduino ve Wifi Temelli Çok Sensörlü Robot Tasarımı ve Denetimi bilişim teknolojileri dergisi, cilt: 10, sayı: 4, ekim 2017
- [4] Duran E. Arduino Nano Tabanlı Bir Eğitim Robotu Geliştirilmesi: myNanoBot bilişim teknolojileri dergisi, cilt: 15, sayı: 1, ocak 2022
- [5] Gürgöze.G. Kullanım Alanlarına Göre Robot Sistemlerinin Sınıflandırılması Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi · December 2018
- [6] Czihos, Horst. Mechatronik- Grundlagen und Anwendugen tenhiscer Systeme. Wiesbaden, Vieweg, 2006.
- [7] John-David Warren, Josh Adams, and Harald Molle Arduino Robotics 2011.
- [8] Mordechai Ben-Ari, Francesco Mondada Elements of Robotics 2018.
- [9] Farbod Fahimi, Autonomous Robots Modeling, Path Planning, and Control 2009.
- [10] K. H. Strobl and G. Hirzinger, "More accurate pinhole camera calibration with imperfect planar target," in IEEE Intl. Conf. on Computer Vision Workshops (ICCV Workshops), 2011, pp. 1068–1075