



Цифрлық әдіскер

ақпараттық-білім беру ортасы

ДӘРІСТЕР ЖИНАҒЫ

Виртуалды робототехника

Виртуалды орталарда роботтарды модельдеу және бағдарламалау — робототехниканы информатика сабағында қашықтан оқыту тәсілі.

Робот симуляторлары

Қимыл алгоритмдері

Датчиктер мен басқару логикасы

Виртуалды сынақтар

ДӘРІС ЖИНАҒЫ

КІРІСПЕ

Робототехника - бұл роботтарды жасау мен басқаруды зерттейтін ғылым мен техниканың қызықты және қарқынды дамып келе жатқан саласы. Роботтар адамның минималды қатысуымен тапсырмаларды орындай алатын құрылғылар бола отырып, өнеркәсіптік өндірістен бастап тұрмыстық қосымшаларға дейінгі әртүрлі салаларға еніп, қазіргі қоғамда шешуші рөл атқарады. Бұл оқулықта біз робототехниканың классикалық және заманауи тәсілдерін, негізгі принциптерін, әдістері мен технологияларын зерттей отырып, робототехника әлеміне енеміз. Біз роботтардың қоршаған ортамен қалай әрекеттесетінін, олардың әртүрлі тапсырмаларды орындау үшін қалай бағдарламаланғанын және олардың жұмысының негізінде қандай технологиялық инновациялар жатқанын, сондай-ақ оны әртүрлі салаларда, соның ішінде өндірісте, медицинада, кеңістіктік зерттеулерде, тұрмыстық салада қолдануды қарастырамыз. Егжей-тегжейге кіріспес бұрын, роботтың не екенін анықтайық. Робот - тапсырмаларды автономды түрде орындауға қабілетті механикалық немесе электронды құрылғы. Бұл тапсырмалар белгілі бір маршрут бойынша қозғалу сияқты қарапайым әрекеттерден бастап, объектілерді күрделі манипуляциялауға және сенсорлар мен бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы қоршаған ортамен өзара әрекеттесуге дейін болуы мүмкін. Робототехника көптеген пәндерді біріктіреді, соның ішінде механика, электроника, бағдарламалау, жасанды интеллект, компьютерлік көру және т.б. Робототехника тек физикалық машиналарды жасаумен ғана шектелмейтінін ескеру маңызды. Ол сонымен қатар осы машиналарды басқаруға қажетті алгоритмдер мен бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуді қамтиды. Виртуалды робототехника - бұл роботтарды модельдеу және тестілеу үшін виртуалды орта мен бағдарламалық жасақтаманы қолданатын сала. Бұл зерттеу мен білім беруден бастап өнеркәсіптік және медициналық қосымшаларға дейінгі әртүрлі салаларда қолданылатын маңызды және белсенді дамып келе жатқан сала. Виртуалды робототехника инженерлер мен әзірлеушілерге роботтарды физикалық іске асырылғанға дейін виртуалды ортада құруға және сынауға мүмкіндік береді. Бұл физикалық прототиптерді жасамай-ақ әртүрлі тұжырымдамалар мен алгоритмдерді зерттеуге мүмкіндік беретіндіктен, даму уақыты мен шығындарын азайтады. Виртуалды робототехниканың негізгі аспектілерінің бірі - роботтар қоршаған ортамен және басқа заттармен өзара әрекеттесе алатын, сондай-ақ ауырлық, үйкеліс және соқтығысу сияқты әртүрлі физикалық құбылыстарды имитациялай алатын шынайы виртуалды орталарды құру. Виртуалды робототехниканың қолданудың кең ауқымы бар:

- Білім беруде ол білім алушыларға қымбат жабдыққа қол жеткізбестен робототехника негіздерін үйренуге мүмкіндік береді;
- Ғылыми зерттеулерде ол зерттеушілерге эксперименттер жүргізуге және бақыланатын жағдайларда гипотезаларды сынауға көмектеседі;
- Өнеркәсіпте виртуалды робототехника өндірістік процестерді жобалау және оңтайландыру үшін қолданылады;
- Медицинада ол хирургия мен оңалтуға арналған медициналық роботтар мен құрылғыларды әзірлеуге және сынауға көмектеседі. Соңғы жылдары виртуалды робототехника компьютерлік технология мен бағдарламалық жасақтаманың дамуының арқасында қол жетімді бола бастады. Бұл тренд зерттеушілерді, әзірлеушілерді және инженерлерді көбірек тартады, бұл осы қызықты саланың одан әрі өсуі мен дамуына ықпал етеді. Робототехниканың даму тарихы – ежелгі дәуірден бастап бүгінгі күнге дейін жалғасып келе жатқан адам өнертабысы мен инженерлік шеберлігінің қызықты жолы. Қарапайым механикалық құрылғылардан бастап жетілдірілген жасанды интеллектке дейін робототехника әлемге және адамдардың күнделікті өміріне үлкен әсер етті. Роботтарды жасаудағы алғашқы қадамдар ежелгі уақытта жасалған. Ежелгі гректер мен мысырлықтар Автоматты есіктер мен жылжымалы мүсіндер сияқты әртүрлі мақсаттарға арналған механикалық құрылғылар жасады. Алайда, робототехниканың дамуындағы нақты серпіліс 18-19 ғасырлардағы өнеркәсіптік революция дәуірінде болды. Осы кезеңде тоқыма станоктары мен бу қозғалтқыштары сияқты өндірістік процестерді автоматтандыратын көптеген құрылғылар ойлап табылды. 20 ғасырда электроника мен компьютерлік технологияның дамуымен робототехника жаңа серпін алды. Алғашқы өнеркәсіптік роботтар 1950 жылдары пайда болды және автомобиль өнеркәсібінде және басқа салаларда қолданылды. Жасанды интеллект пен сенсорлық технологияның дамуымен Роботтар автономды және бейімделгіш болды. Бүгінгі таңда робототехника медицина мен білімнен бастап ғарыш пен ойын-сауыққа дейінгі көптеген салаларды қамтиды. Роботтар қауіпті немесе күнделікті тапсырмаларды орындау үшін, сондай-ақ мүгедектерге көмекші ретінде қолданылады. Робототехника саласындағы Прогресс жалғасуда және болашақта роботтар біздің күнделікті өмірімізге одан да кең таралған және біріктірілген болады деп күтілуде. Заманауи роботтар қашықтықтан нысандарды манипуляциялауға

арналған түрлі құрылғылар болды, олар адамдар үшін мүмкін емес немесе қауіпті жағдайда байланысу үшін жасалды. Алғашқы манипуляторы 1940-1950 ж.ж. ядролық зерттеулер мен атом өнеркәсібі үшін жасалды. Мұндай құрылғылар терең су инженериясында, металлургияда және басқа да салаларда қолданылады. Алғашқы өнеркәсіптік робот Unimate 50-ші жылдары Unihallion фирмасы (Д. Деволом Д. Энгсльбергермен бірлесіп) шығарды. Бұл робот позицияның кері байланысын, ондағы манипулятордың байланыстарын ауыстыру оларда орнатылған сенсорлармен өлшенді. Бұрыштық және сызықтық ауыстырудың сенсорлары бүгінгі күні робот пен мехатрол жүйелерін ақпараттық қамтамасыз етуді қарастырады. 60-шы жылдардың ортасында бағдарламаланатын роботтардың икемділігі негізінен сенсорларды қолану ортасында сезімталдық жүйелерді қалыптастыру мүмкін екендігі айқын болды. Осы типтегі бірінші жүйе «Mechanical Hand-I» шеңберіндегі жобасын Х. Эрнстом әзірледі. Ол оператордың көмектерінсіз кірпіш блоктарын жинауға мүмкіндік берді. 70-ші жылдардың басында «Stanford Arm» тобы Р. Нола х годов по проекту «Stanford Arm» группа Р. Нола ақпараттық жүйені «көз-құлақ-қол» тактикалық, локационды және визуалды сенсорлар бар мультимодальды құрды. Бұл оқиғалар өндірісте автоматтандырылған және роботтармен жабдықталған ақпараттық құралдарды пайдаланудың негізін қалады. Бүгінгі күні робототехниканың дамуы – жасанды интеллектті дамытудың маңызды кезеңіне жақындады. «Интеллект», роботқа салынған екі нысанның бірін алады: бағдарламалық қамтамасыз етілген интеллект және нейрондық желі түріндегі интеллект. Сараптамалық жүйелер шешім қабылдау ережелеріне негізделген. Нейрондық желілер адам миының биологиялық жүйелерімен ұқсас жасалынған модельдер негізінде жұмыс істейтін және «үйренетін» жасанды компьютерлік жүйелер (аппараттық қамтамасыз етуге негізделген). Биологиялық ми құрылымдарының желілері бойынша модельдеу жасанды интеллект құруға қажетті компьютерлік көру, сөйлеуді тану сияқты кейбір нақты мәселелерді табысты шешуге әкелді. Осылайша, роботтардың әр бір келесі ұрпағы жетілдірілуде, бірақ алдыңғы қатарда болмайды; олар бір-бірін толықтырып, олардың функционалдық мүмкіндіктері мен экономикалық мақсатқа сай шарттарға сәйкестек табады. Қазіргі кезде роботтардың көптеген түрлері бар, әртүрлі орталарда әртүрлі жолмен қолданылады. Қолдану мақсаты мен сыртқы келбеті әртүрлі болғанымен, құрылымына келгенде барлығында бірдей үш ұқсас жерлері бар:

- Әр робот механикалық құрылғы, рамадан тұрады. Сол раманың түрі қолданылатын мақсатына қарай өзгереді. Мысалы, робот лай мен құмның үстімен жүретін болса, шынжыр тракторлар қолданылуы мүмкін. Механикалық жағы ойлап табушының бір бөлек мәселенің шешімі, робот жүретін жердің қоршаған ортасына байланысты. Роботтың формасы атқаратын функциясымен тікелей байланысты.
- Әр робот электр бөлшектерден тұрады.
- Барлық роботтар компьютер кодын керек етеді. Микроминиатюрлі электрондық аспаптарды жобалау, жасау және қолдану туралы ғылым микроэлектроника деп аталады. Микроэлектрониканың жетістіктері нәтижесінде жүздеген миллиондаған микроминиатюрлік электрондық бұйымдарды бір кристалда орналастыруға және күрделі логикалық және басқа да операцияларды орындауға қабілетті электрондық схеманы құруға болады Мехатроника, робототехника және басқа да ғылыми салалар арасындағы өзара байланыстар (1-сурет):

1-сурет. Мехатроника, робототехника және басқа ғылыми салаларының арасындағы байланысы

Микропроцессорлар – тек қана роботтар ғана емес, сондай-ақ барлық мүмкін болатын станоктар, транспортты басқару жүйелері, көптеген басқа да құрылғылар, тұрмыстық техника аспаптарына дейін және ойыншықтар жабдықталған миниатюрлік есептеу құрылғылары. Бейнелерді айырып тану теориясының мақсаты – роботқа қоршаған орта заттарын айырып тануға мүмкіндік беретін аппарат құру болып табылады. Мехатрониканың пайда болуында робототехниканың дамуының да рөлі бар. Роботтарды жетілдіруге және автоматтық басқарылатын, интеллектуалдық роботтарды құруға ұмтылу Мехатрониканың дамуына әсер етті. «Мехатроника» сөзі «механика» және «электроника» деген екі сөздің бірігуінен пайда болды. Ең алғаш бұл термин 1969 жылы пайдаланылған. Мехатрониканың мәндік мағынасы – бұл электронды-есептегіш техниканы басқару негізінде жұмыс жасайтын және жылжушы машиналарды қолдану мен жасалуында негізделінетін ғылым. Ғылым негізіне компьютерліктехнология көмегімен машиналарды басқару және микропроцессорлық техника, информатика, механика принциптері қойылған. Электромеханика – бұл электрқозғалтқышты механикалық құрылғы. Бұл жүйенің механикалық жұмысын және қозғалысын қамтамасыз ететін ең маңызды элемент болып табылады, объектінің физикалық параметрлерін тексеруге мүмкіндік беретін түйіндік рөлді сенсорлар атқарады. Электрондық бөлікке микроэлектрондық платаларды, күштік түрлендіргіштер мен өлшеу тізбектерін жатқызуға болады. Компьютер – жүйенің «миы», қажетті есептеулерді, бағдарламаларды жүзеге асырушы құрылғы. Жүйенің қалған барлық бөліктері компьютерлік ақпаратты ұсынады, ал ол, өз кезегінде оның бақылауындағылар үшін қажетті әрекеттерді анықтайды. Мехатрондық жүйенің басты міндеті – кіріс ақпаратты нақты механикалық іс-әрекеттерге түрлендіру. Кері байланыс принципінің көмегімен бұл қызмет қамтамасыз етіледі. Жүйені жобалау кезінде инженерлер әдейі бір функционалдық модульді бірнеше әртүрлі құрылғылармен жабдықтайды – бұл мехатроникаға тән қасиеттердің бірі. Осындай модулдерді тұрғызу үшін түрлі аймақтардан мамандар тартылуы мүмкін. Виртуалды робототехниканың даму тарихы ғылым мен техниканың әртүрлі салаларында жатыр. Дамудың кейбір негізгі

кезеңдері: Ерте кезеңдер (1950-1970 жж.): Осы кезеңде компьютерлер мен бағдарламалау саласындағы іргелі зерттеулер алғашқы компьютерлік модельдеулердің пайда болуына әкелді (2-сурет). Зерттеушілер әртүрлі процестер мен жүйелерді, соның ішінде роботтарды модельдеу үшін компьютерлік модельдерді қолдана бастады. Осы саладағы алғашқы көрнекті жобалардың бірі 1960 жылдардың басында Стэнфорд университетінде үш өлшемді кеңістіктегі объектілердің қозғалысын модельдеу үшін жасалған GRAFPAK жүйесі болды.

2-сурет. Алғашқы компьютерлік модельдеудің пайда болуы

Модельдеу дәуірі (1980-1990 жж.): Осы кезеңде компьютерлік технологияның дамуымен роботтар мен олардың айналасын модельдеуге арналған неғұрлым күрделі және шынайы бағдарламалық құралдар пайда болды (3-сурет). Зерттеушілер робототехникалық жүйелерді модельдеу үшін интеграцияланған орта құра бастады, соның ішінде физикалық модельдеу және роботтың мінез-құлқын бағдарламалық модельдеу. MATLAB және Simulink сияқты бағдарламалар робототехникалық жүйелерді модельдеу және модельдеу үшін кеңінен қолданыла бастады.

3-сурет. Робототехникалық жүйелерді модельдеу үшін интеграцияланған орта

Виртуалды шындықты дамыту (1990 жылдар және одан кейінгі жылдар): 1990 жылдары виртуалды шындықтың дамуымен роботтарды виртуалды модельдеу интерактивті және иммерсивті бола бастады (4-сурет). Unity және Unreal Engine сияқты үш өлшемді графикалық Қозғалтқыштар мен виртуалды шындықты дамыту орталарының пайда болуы роботтарды модельдеу үшін шынайы және интерактивті виртуалды орталарды құруға ықпал етті. Осы кезеңде робототехниканы оқыту және зерттеу үшін виртуалды орталар, соның ішінде автономды навигация, манипуляция және басқа да тапсырмалар үшін роботты модельдеу белсенді дамыды.

4-сурет. Роботтарды виртуалды модельдеу

Қазіргі жағдай (21 ғасыр): Қазіргі уақытта виртуалды робототехника қарқынды дамып келеді, соның ішінде жасанды интеллект және машиналық оқыту сияқты заманауи технологиялардың интеграциясы (5-сурет). Бұлтты есептеулерді пайдалану робототехникалық жүйелерді модельдеу үшін масштабталатын және қол жетімді виртуалды орталарды құруға мүмкіндік береді. Виртуалды робототехника робототехниканы оқыту, зерттеу және дамыту үшін маңызды құрал болып қала береді және оның рөлі қазіргі әлемде өсуде.

5- сурет. Робототехника даму тарихы Робототехниканың даму тарихы – адамның автоматтандыруға, инновацияға және өмір сапасын жақсартуға деген ұмтылысының тарихы. Әрбір жаңа жаңалық пен өнертабыс кезінде роботтар барған сайын ақылды, икемді және қоғам үшін пайдалы болады. Виртуалды робототехниканы пайдалану бірқатар маңызды артықшылықтар береді: Өзірлеу шығындары мен уақытын қысқарту: виртуалды робототехника физикалық прототиптерді жасамай-ақ виртуалды ортада роботтарды жасауға және сынауға мүмкіндік береді. Бұл жаңа робототехникалық жүйелерді өзірлеуге кететін шығындар мен уақытты айтарлықтай қысқартады. Қауіпсіздік және тұрақтылық: виртуалды ортада роботтарды сынау роботтардың өздері үшін де, айналасындағы заттар мен адамдар үшін де қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Бұл нақты роботтармен жұмыс істеу кезінде болуы мүмкін апаттар мен жазатайым оқиғаларды болдырмайды. Икемділік және масштабтау: виртуалды орталар модельдеу шарттарын, соның ішінде қоршаған ортаны, Робот параметрлерін және ол орындауы керек тапсырмаларды оңай өзгертуге мүмкіндік береді. Бұл виртуалды робототехниканы әртүрлі қолданбалар мен пайдалану жағдайлары үшін икемді және масштабтауға мүмкіндік береді. Әртүрлі жағдайларда тестілеу: роботтарды виртуалды модельдеу арқылы әртүрлі ауа-райы жағдайларын, беттердің түрлерін және қоршаған ортаны қоса алғанда, әртүрлі жағдайларда тестілеуге болады. Бұл әртүрлі жағдайларда роботтың өнімділігі мен тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Оқыту және білім беру: виртуалды робототехника білім алушыларға қымбат жабдыққа қол жеткізуді қажет етпестен робототехника негіздерін үйрету үшін білім беруде кеңінен қолданылады. Бұл оқытуды кең аудитория үшін қол жетімді және қызықты етеді. Зерттеулер мен әзірлемелер: роботтарды виртуалды модельдеу зерттеушілер мен инженерлерге робототехникадағы жаңа идеялар мен тұжырымдамаларды жылдам прототиптеуге және сынауға мүмкіндік береді. Бұл инновациялар мен жаңа технологиялардың дамуына ықпал етеді. Тұтастай алғанда, виртуалды робототехниканы пайдалану көптеген артықшылықтарды ұсынады, олардың арасында уақыт пен ресурстарды үнемдеу, қауіпсіздік пен тиімділікті арттыру және көптеген салаларда оқыту мен зерттеу мүмкіндігі бар. Робототехниканы қолдану тақырыбы қазіргі әлемде үлкен қызығушылық тудырады. Технологияның дамуымен және қоғамның қажеттіліктерінің өсуімен робототехника әр түрлі салаларда кеңінен қолданылып, тиімділікті, қауіпсіздікті арттыруға және өмір сапасын жақсартуға айтарлықтай үлес қосты. Робототехниканы қолданудың маңызды аспектілерінің бірі – оны өнеркәсіпте қолдану. Өнеркәсіптік роботтар өндіріс процестерін автоматтандыру үшін қолданылады, бұл өнімділікті арттыруға, шығындарды азайтуға және өнім сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Олар тауарларды жинау мен ораудан бастап Дәнекерлеуге және материалдарды өңдеуге дейінгі әртүрлі тапсырмаларды орындай алады. Медициналық салада робототехника да маңызды рөл атқарады. Хирургиялық Роботтар күрделі операцияларды жоғары дәлдікпен және пациенттің денесіне минималды әсер етумен жасауға мүмкіндік береді. Робототехника пациенттерге жарақаттар мен операциялардан айығуға көмектесетін оңалтуда

да қолданылады. Білім беру саласында робототехника барған сайын танымал бола бастады. Робототехникалық жиынтықтар мен оқу бағдарламалары балалар мен жастарға шығармашылық ойлау мен проблемаларды шешу дағдыларын дамыта отырып, бағдарламалау, механика және электроника негіздерін үйренуге мүмкіндік береді. Жұмыстар қызмет көрсету саласында да қолданылады. Робот көмекшілері мейрамханаларда, қонақүйлерде және сауда орталықтарында күнделікті тапсырмаларды орындай алады, бұл маңызды тапсырмаларды орындау және тұтынушыларға қызмет көрсету үшін қызметкерлердің уақытын босатады. Ауыл шаруашылығында робототехника өнімділік пен өндіріс тиімділігін арттыруға көмектеседі. Роботтар егін жинау, топырақты өңдеу және өсімдіктерді бақылау сияқты тапсырмаларды орындай алады, бұл ауылшаруашылық кәсіпорындарына шығындарды азайтуға және кірістілікті арттыруға мүмкіндік береді. Дегенмен, көптеген артықшылықтарға қарамастан, робототехниканы пайдалану автоматтандыруға байланысты жұмыс орындарын жоғалту қаупі, қауіпсіздік мәселелері және роботтарды қолданудың этикалық аспектілері сияқты қиындықтар мен қиындықтарды тудырады. Осылайша, робототехниканы пайдалану қазіргі әлемде маңызды рөл атқарады, өндірісті, медициналық көмекті, білім беруді және өмірдің басқа салаларын жақсартуға кең мүмкіндіктер береді. Технологияның дамуымен және одан әрі зерттеулермен робототехниканы қолдану салаларын одан әрі кеңейтуді және оның тиімділігі мен қол жетімділігін жақсартуды күтуге болады.

1 ТАРАУ. ВИРТУАЛДЫ РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

1.1 Роботтарды виртуалды модельдеудің негізгі принциптері

Роботты модельдеу робототехника саласындағы негізгі құрал болып табылады, ол инженерлер мен зерттеушілерге роботтардың мінез-құлқын физикалық іске асырылғанға дейін жобалауға, талдауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл роботтың әртүрлі жағдайларда қалай әрекет ететінін болжауға, оның дизайны мен мінез-құлқын оңтайландыруға және оның жұмысының тиімділігі мен сенімділігін жақсартуға мүмкіндік беретін маңызды даму кезеңі. Роботты модельдеудің бірнеше тәсілдері бар:

1. Механикалық модельдеу: буындар, жетектер, беріліс механизмдері және т. б. сияқты механикалық компоненттерін қоса алғанда, роботтың физикалық құрылымының модельдерін құруды қамтиды.
2. Кинематикалық модельдеу: роботтың қозғалысын оған әсер ететін күштерді есепке алмай талдауға бағытталған. Кинематикалық модельдер роботтың кеңістіктегі орны мен бағыты оның жетектерінің әрекеттеріне байланысты қалай өзгеретінін сипаттайды.
3. Динамикалық модельдеу: робот қозғалған кезде оған әсер ететін күштер мен сәттерді ескереді. Бұл роботтың қозғалысына әсер ететін инерцияны, үйкеліс күштерін, ауырлық күшін және басқа факторларды ескеруді қажет ететін модельдеудің күрделі түрі.
4. Сенсорлар мен қабылдауды модельдеу: робот қоршаған ортаны қабылдау үшін пайдаланатын сенсорлық модельдер мен ақпаратты өңдеу алгоритмдерін құруды қамтиды. Бұл навигация алгоритмдерін талдау және оңтайландыру, нысандарды тану, кедергілерден аулақ болу және басқа функциялар үшін маңызды. Роботты модельдеу әдетте MATLAB, Simulink, ROS (Robot Operating System), Gazebo, V-REP және т.б. сияқты арнайы бағдарламалық құралдар мен бағдарламалау тілдерін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл құралдар инженерлер мен зерттеушілерге роботтардың виртуалды ортадағы мінез-құлқының әртүрлі аспектілерін физикалық іске асырылғанға дейін жасау, талдау және сынау үшін күшті құралдарды ұсынады. Роботты виртуалды модельдеудің негізгі принциптері виртуалды орталардың қалай модельденетінін және роботтардың сыртқы әлеммен қалай әрекеттесетінін түсіну үшін маңызды. Роботты виртуалды модельдеудің бірнеше негізгі принциптері: Қоршаған ортаны модельдеу - роботтарды виртуалды модельдеу робот жұмыс істейтін қоршаған орта модельдерін құруды қамтиды. Бұл робот өзара әрекеттесетін кеңістіктердің, көшелердің, Ландшафттардың немесе басқа орталардың үш өлшемді үлгілері болуы мүмкін, Роботты модельдеу - Робот виртуалды ортада да модельденеді. Бұған оның өлшемі, пішіні және қозғалыс механикасы, сондай-ақ сенсорлары мен актуаторлары сияқты физикалық сипаттамалары кіреді. Физикалық модельдеу - виртуалды роботты модельдеу робот, қоршаған орта объектілері және басқа роботтар арасындағы физикалық өзара әрекеттесуді модельдейтін физикалық модельдеуді қамтиды. Бұл ауырлық күшін, үйкелісті, соқтығысуды және басқа физикалық құбылыстарды модельдеуді қамтиды. Бақылау жұмыс - виртуалды модельдеу сонымен қатар роботтың мінез-құлқын бағдарламалық модельдеуді қамтиды. Бұл роботтың сыртқы оқиғаларға қалай жауап беретінін және оның қоршаған ортамен қалай әрекеттесетінін анықтайтын басқару алгоритмдерін әзірлеуді қамтиды. Тестілеу және түзету - виртуалды роботты модельдеу әзірлеушілерге роботтың бағдарламалық жасақтамасы мен басқару алгоритмдерін нақты қолданғанға дейін бақыланатын жағдайларда тексеруге және түзетуге мүмкіндік береді. Бұл даму кезеңінде қателер мен кемшіліктерді анықтауға және түзетуге көмектеседі. Интерактивтілік және визуализация - роботты модельдеуге арналған Жақсы виртуалды орта интерактивтілік пен процестерді визуализациялау мүмкіндігін

ұсынады. Бұл әзірлеушілерге роботтың нақты уақыттағы әрекетін байқауға және модельдеу нәтижелерін талдауға мүмкіндік береді. Бұл принциптер роботты виртуалды модельдеудің негізі болып табылады және робототехникалық жүйелерді модельдеу және сынау үшін тиімді және шынайы виртуалды ортаны құруға көмектеседі. Робототехникадағы модельдеудің негізгі принциптерін келесідей тұжырымдауға болады:

5. Робот моделін құру кезінде механика және электродинамика заңдары сияқты негізгі физикалық заңдарды ескеру қажет. Бұл нақты роботтың мінез-құлқын дәл көрсететін нақты модель жасауға мүмкіндік береді.
6. Роботтар әдетте көптеген еркіндік дәрежелері мен функционалды элементтерге ие. Сондықтан роботты модельдеу осы көп өлшемді ескеріп, оның барлық компоненттері мен олардың арасындағы өзара әрекеттесуді көрсетуі керек.
7. Көбінесе роботты модельдеу абстракцияның бірнеше деңгейінде жүзеге асырылады. Мысалы, абстракцияның жоғары деңгейінде кинематикалық модель жасалуы мүмкін, ал төменгі деңгейде күштер мен сәттерді ескеретін динамикалық модель жасалуы мүмкін. Иерархиялық модельдеу күрделі жүйелерді қарапайым ішкі жүйелерге бөлуге мүмкіндік береді, бұл талдау мен басқаруды жеңілдетеді.
8. Модель жасалғаннан кейін оны тексеріп, роботтың нақты мінез-құлқына сәйкестігін тексеру қажет. Бұл модельдеу нәтижелерін эксперименттік деректермен салыстыруды және қажет болған жағдайда модельді түзетуді қамтиды.
9. Робот модельдерін жасау үшін MATLAB/Simulink, ROS (Robot Operating System), Gazebo және басқалары сияқты арнайы бағдарламалық жасақтама мен бағдарламалау тілдері жиі қолданылады. Тиісті құралдарды таңдау модельдеудің нақты міндеттеріне және зерттеушінің немесе инженердің қалауына байланысты.
10. Роботты модельдеу көбінесе талдау мен эксперимент нәтижелеріне негізделген модельді дәйекті нақтылау мен жетілдіруді қамтитын итерациялық процесс болып табылады. Бұл тәсіл роботтың қажетті сипаттамалары мен мінез-құлқына біртіндеп жақындауға мүмкіндік береді. Осы принциптерді ұстану роботтардың жұмысының әртүрлі аспектілерін талдау, жобалау және оңтайландыру үшін пайдалануға болатын нақты, шынайы және тиімді модельдерін жасауға көмектеседі.

1.2 Роботты модельдеуге арналған виртуалды орта

Виртуалды роботты модельдеу орталары виртуалды кеңістікте робототехникалық жүйелерді құруға және модельдеуге мүмкіндік беретін бағдарламалық құрал болып табылады. Бұл орталар физикалық нысандарды модельдеуге, роботтарды басқаруға және модельдеу нәтижелерін визуализациялауға және талдауға арналған құралдарды ұсынады. Роботты модельдеуге арналған бірнеше танымал виртуалды орта: Robot Operating System (ROS) – робототехникалық жүйелерге және бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуге арналған құралдардың, кітапханалардың икемді және қуатты жиынтығы (1.1-сурет). ROS роботтарды модельдеу мен модельдеуге арналған құралдар мен кітапханалардың бай жиынтығын ұсынады, соның ішінде физикалық өзара әрекеттесуді, виртуалды ортаны және бейнелеу құралдарын модельдеуге арналған пакеттер.

1.1-СУРЕТ. ROBOT OPERATING SYSTEM –

виртуалды ортасы Атауына қарамастан, ROS дәстүрлі мағынада Операциялық жүйе емес, роботтың әртүрлі компоненттерін біріктіруге және үйлестіруге мүмкіндік беретін орта мен құрылым болып табылады. ROS-тың бірнеше негізгі ерекшеліктері:

- ROS модульдік архитектураға негізделген, ол әзірлеушілерге сенсорлар, актуаторлар, басқару және визуализация алгоритмдері сияқты робототехникалық жүйелердің әртүрлі компоненттерін құруға және біріктіруге мүмкіндік береді.
- ROS бірнеше бағдарламалау тілдерін, соның ішінде C++, Python және басқаларын қолдайды, бұл әзірлеушілерге икемділік пен ыңғайлылық береді.
- ROS робототехникалық жүйелерді жобалау, сынау және визуализациялау үшін көптеген құралдар мен кітапханаларды ұсынады. Оларға модельдеу, навигация, компьютерлік көру, машиналық оқыту және т.б. құралдар кіреді.
- ROS OpenCV, TensorFlow, PCL және басқалары сияқты басқа танымал кітапханалармен және құрылымдармен оңай біріктіріледі, бұл әзірлеушілерге өз жобалары үшін бұрыннан бар шешімдерді пайдалануға мүмкіндік береді.
- ROS қолдауды, жаңартуларды және жаңа функционалдылықты қамтамасыз ететін белсенді әзірлеушілер қауымдастығына ие. Бұл ROS-ты робототехника саласында танымал және кеңінен қолданылатын құралға айналдырады.
- ROS ашық көзі болып табылады және тегін пайдалануға болады. Ол академиялық және ғылыми мақсаттарда, сондай-ақ робототехника саласындағы коммерциялық жобаларда кеңінен қолданылады.

Gazebo – виртуалды ортада робототехникалық жүйелерді модельдеу және сынау үшін кеңінен қолданылатын қуатты робототехника тренажері (1.2-сурет). Бұл құрал әзірлеушілерге физикалық өзара әрекеттесуді, сенсорларды, қоршаған ортаны және Роботты басқаруды модельдеуді қоса алғанда, күрделі модельдеу сценарийлерін жасауға мүмкіндік береді. 1.2-сурет. Gazebo – виртуалды ортасы Gazebo-ның бірнеше негізгі ерекшеліктері: Физикалық модельдеу. Gazebo роботтардың мінез-құлқын және олардың қоршаған ортамен өзара әрекеттесуін модельдеуге мүмкіндік беретін нақты физикалық модельдеуді қамтамасыз етеді. Бұл ауырлық күшін, үйкелісті, соқтығысуды және басқа физикалық құбылыстарды модельдеуді қамтиды. Сенсорлық модельдеу. Gazebo камералар, лидар, радарлар және басқалар сияқты әртүрлі сенсорлардың модельдерін жасауға және оларды модельдеу сценарийлеріне біріктіруге мүмкіндік береді. Бұл роботтардағы деректерді өңдеу және навигация алгоритмдерін тексеруге мүмкіндік береді. ROS интеграциясы. Gazebo robot Operating System (ROS) жүйесімен тығыз біріктірілген, бұл робототехникалық жүйелерді жобалау мен сынауда ыңғайлылықты қамтамасыз етеді. Бұл gazebo модельдеу орталарында ROS құралдары мен кітапханаларының бай жиынтығын пайдалануға мүмкіндік береді. Баптаулар және кеңейту опцияларының көптігі. Gazebo әзірлеушілерге плагиндер мен кеңейтімдер арқылы функционалдықты теңшеу және кеңейту үшін кең мүмкіндіктер береді. Бұл роботтардың, сенсорлардың және қоршаған ортаның жеке модельдерін жасауға, сондай-ақ басқару және визуализация алгоритмдерін жасауға мүмкіндік береді. Роботтардың әртүрлі түрлерін қолдау. Gazebo роботтардың әртүрлі түрлерін, соның ішінде доңғалақты, жердегі, әуе және су астындағы роботтарды модельдеуді қолдайды. Бұл оны әртүрлі қолданбаларда робототехникалық жүйелерді әзірлеу және сынау үшін әмбебап құралға айналдырады. Gazebo кодтары ашық болып табылады және оны тегін пайдалануға болады. Ол академиялық және ғылыми жобаларда, сондай-ақ робототехника саласындағы коммерциялық қосымшаларда кеңінен қолданылады.

V-REP (Virtual Robot Experimentation Platform) – виртуалды ортада робототехникалық жүйелерді модельдеуге және модельдеуге арналған қуатты орта (1.3-сурет). Capella Robotics компаниясы әзірлеген V-REP робот-тардың әртүрлі түрлерін және олардың мінез-құлқын жасауға және сынауға арналған құралдар мен мүмкіндіктердің кең ауқымын ұсынады. 1.3-сурет. V-REP – виртуалды ортасы V-REP-тің бірнеше негізгі ерекшеліктері:

- V-REP қарапайым мобильді платформалар мен манипуляторлардан бастап күрделі робототехникалық жүйелерге, соның ішінде адам тәрізді роботтарға дейінгі роботтардың әртүрлі түрлерінің модельдер кітапханасын қамтиды.
- V-REP роботтар, қоршаған орта объектілері және сенсорлар арасындағы шынайы физикалық өзара әрекеттесуді модельдейтін жоғары сапалы физикалық модельдеуді қамтамасыз етеді.
- GREP көмегімен роботтарға арналған сенсорлардың (камералар, лидар, ультрадыбыстық датчиктер және басқалар) және актуаторлардың (қозғалтқыштар, серво және басқалары) әртүрлі түрлерін жасауға және біріктіруге болады. V-REP бірнеше бағдарламалау тілдерін қолдайды, соның ішінде C/C++, Python, MATLAB және LUA, роботтарды басқару бағдарламалық жасақтамасын жасауға икемділік береді (1.4-сурет). V-REP robot Operating System (ROS) және басқа да танымал құралдар мен кітапханалармен интеграциялану мүмкіндігіне ие, бұл V-REP ортасында бар шешімдер мен құралдарды пайдалануға мүмкіндік береді.

1.4-СУРЕТ. БІР УАҚЫТТА МОДЕЛЬДЕУГЕ БОЛАТЫН РОБОТ

түрлерінің әртүрлілігін көрсететін V-REP модельдеу циклінің мысалы

- V-REP виртуалды ортада роботтарды интерактивті бағдарламалау және күйін келтіру құралдарын ұсынады, бұл басқару бағдарламалық жасақтамасын әзірлеуді және күйін келтіруді жеңілдетеді.
- V-REP платформаға тәуелсіз және Windows, Linux және macOS үшін қол жетімді. Ол академиялық зерттеулерде де, робототехника саласындағы коммерциялық жобаларда да кеңінен қолданылады.

Webots – бұл робототехникалық жүйелерді модельдеуге арналған қуатты және икемді орта (1.5-сурет). Cyberbotics әзірлеген Webots виртуалды ортада роботтардың әртүрлі түрлерін жасауға және сынауға арналған құралдарды ұсынады. Webots-тың негізгі ерекшеліктері: Роботтардың әртүрлі модельдері: Webots мобильді платформалар мен манипуляторлардан бастап адам тәрізді роботтар мен дрондар сияқты күрделі көп компонентті жүйелерге дейінгі роботтардың әртүрлі түрлерінің бай кітапханасын қамтиды.

1.5-СУРЕТ. WEBOTS – ВИРТУАЛДЫ ОРТАСЫ

Физикалық модельдеу. Webots Роботтар, қоршаған орта объектілері және сенсорлар арасындағы нақты физикалық өзара әрекеттесуді модельдейтін нақты физикалық модельдеуді ұсынады. Бұл ауырлық күшін, үйкелісті, соқтығысуды және басқа физикалық құбылыстарды модельдеуді қамтиды. Сенсорлар мен актуаторларды модельдеу. Webots көмегімен роботтарға арналған сенсорлардың (камералар, лидар, ультрадыбыстық датчиктер және басқалар) және актуаторлардың (қозғалтқыштар, серво және басқалар) әртүрлі түрлерін жасауға және біріктіруге болады. Әр түрлі бағдарламалау тілдерімен интеграция. Webots бірнеше бағдарламалау тілдерін қолдайды, соның ішінде C/C++, Python және MATLAB, бұл роботтарды басқару бағдарламалық жасақтамасын жасауға икемділік береді. Нәтижелерді

визуализациялау және талдау. Webots роботтардың қозғалысын визуализациялау, Сенсорлардан деректерді жинау және роботтардың мінез-құлқын талдау құралдарын қоса, модельдеу нәтижелерін визуализациялау және талдау мүмкіндіктерін ұсынады. Бұлтты есептеуді қолдау. webots бұлтты есептеуді қолдайды, бұл қашықтағы серверлерде модельдеуді іске қосуға және нақты уақыттағы жобаларда бірлесіп жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Webots Windows, Linux және macOS үшін қол жетімді және академиялық зерттеулерде де, робототехника саласындағы коммерциялық жобаларда да кеңінен қолданылады.

Unity және Unreal Engine - бұл интерактивті визуалды орталарды, соның ішінде виртуалды роботты модельдеу орталарын жасау үшін кеңінен қолданылатын ең танымал және қуатты ойын қозғалтқыштарының екеуі. Мұнда әрқайсысының қысқаша сипаттамасы берілген: Unity – әзірлеушілерге жоғары сапалы 2D және 3D ойындарын, қолданбаларды, тренажерларды және виртуалды орталарды жасауға мүмкіндік беретін кросс-платформалық ойын қозғалтқышы. Оның пайдалану оңай интерфейсі және әртүрлі бағдарламалау тілдерін қолдауды, басқа құралдармен және кітапханалармен біріктіруді және көптеген дайын ресурстарға және белсенді әзірлеушілер қауымдастығына қол жеткізуді қоса алғанда, кең әзірлеу мүмкіндіктері бар. Unreal Engine - Epic Games әзірлеген тағы бір қуатты және танымал ойын қозғалтқышы. Ол жоғары сапалы 2D және 3D ойындарын, визуализацияларды, архитектуралық жобаларды, виртуалды шындықты және тіпті робототехникалық модельдеулерді жасауға арналған жетілдірілген құралдарды ұсынады. Unreal Engine әсерлі графикалық мүмкіндіктерге, жетілдірілген физикалық модельдеуге, бағдарламалауға және мазмұнды құруға арналған құралдардың бай жиынтығына және белсенді пайдаланушылар мен әзірлеушілер қауымдастығына ие. Unity және Unreal Engine екеуі де көптеген платформалардың, соның ішінде компьютерлердің, консольдердің, мобильді құрылғылардың және виртуалды шындықтың дамуын қолдайды. Олар сондай-ақ әртүрлі технологиялармен және API интерфейстерімен интеграцияны қамтамасыз етеді, бұл оларды роботтар мен басқа робототехникалық қосымшаларды модельдеу үшін виртуалды ортаны құру үшін тамаша таңдау жасайды. Бұл роботты модельдеуге арналған виртуалды орталардың бірнеше мысалдары және олардың әрқайсысының әзірлеушінің нақты қажеттіліктеріне байланысты өзіндік ерекшеліктері мен артықшылықтары бар.

1.3 Виртуалды робототехниканың бағдарламалық жасақтамасы

Виртуалды робототехниканы пайдалану үшін сізге нақты қажеттіліктер мен тапсырмаларға байланысты бірнеше бағдарламалық құрал қажет болуы мүмкін. Қажет болуы мүмкін негізгі бағдарламалар:

- Gazebo, V-REP, Webots немесе соған ұқсас бағдарламалық жасақтама виртуалды ортада робототехникалық жүйелерді модельдеу және модельдеу құралдарын ұсынады.
 - Егер сіз роботтарды басқару алгоритмдерін жасасаңыз, сізге Робот бағдарламалық жасақтамасын әзірлеу, сынау және орналастыру үшін инфрақұрылымды қамтамасыз ететін Robot Operating System (ROS) сияқты құрылым қажет болуы мүмкін.
 - Интерактивті визуалды орталар мен модельдеулерді жасау үшін сізге Unity немесе Unreal Engine сияқты графикалық қозғалтқыштар қажет болуы мүмкін. Олар физикалық нысандарды модельдеуді, басқару бағдарламалық құралын әзірлеуді және модельдеу нәтижелерін визуализациялауды қоса алғанда, шынайы виртуалды әлемдерді құруға арналған құралдарды ұсынады.
 - Python, C, немесе MATLAB сияқты бағдарламалау тілдерін білу бағдарламалық жасақтаманы, деректерді өңдеу алгоритмдерін және модельдеу нәтижелерін талдауда пайдалы болуы мүмкін.
 - Жобаңыздың нақты талаптарына байланысты сізге деректерді өңдеу, Нәтижелерді визуализациялау, деректерді талдау және т. б. үшін қосымша құралдар мен кітапханалар қажет болуы мүмкін. Белгілі бір бағдарламалық жасақтаманы таңдау сіздің қажеттіліктеріңізге, тәжірибеңізге және қалауыңызға байланысты. Мысалы, бастау үшін сізге gazebo немесе WRAP сияқты роботты модельдеу ортасы ROS сияқты басқарушы бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу шеңберімен бірге қажет болуы мүмкін. Дегенмен, нақты құралдар сіздің жобаңызға байланысты өзгеруі мүмкін.
1. VEXcode VR – бұл білім алушыларға vexcode блоктық бағдарламалау тілі мен Vex IQ робототехникалық жабдықтарын қолдана отырып роботты бағдарламалауды үйрету үшін құрылған виртуалды бағдарламалау ортасы. Мүмкіндіктер:
 2. Нақты роботтардың мінез-құлқын модельдейтін виртуалды роботтарға арналған бағдарламалар жасауға мүмкіндік береді.
 3. Робототехника және STEAM біліміне қатысты білім беру стандарттары мен курстарымен біріктірілген.
 4. Білім алушыларға физикалық жабдықты қажет етпестен әртүрлі тапсырмалар мен сценарийлермен тәжірибе жасауға мүмкіндік береді.

5. Оқу процесін қолдау үшін оқыту ресурстары мен сабақтарын ұсынады.

1. Open Roberta Lab – бұл Roberta Initiative жобасында жасалған және перо блоктық бағдарламалау тілін қолданатын роботты бағдарламалауды үйренуге арналған веб-платформа. Мүмкіндіктер:
2. LEGO Mindstorms EV3 және Calliope mini сияқты виртуалды және нақты роботтарды бағдарламалау мүмкіндігін ұсынады.
3. Бастауыштан бастап жетілдірілгенге дейін әртүрлі оқу деңгейлерін қолдайды.
4. Оқу жоспарлары, сабақтар мен тапсырмаларды қоса алғанда, оқу материалдарының бай жиынтығы бар.
5. Пайдаланушыларға өз жобаларын бөлісуге және тапсырмалар бойынша бірлесіп жұмыс істеуге қатысуға мүмкіндік береді. Екі платформа да виртуалды ортада бағдарламалау мен робототехниканы үйренудің тамаша мүмкіндіктерін ұсынады. Олардың арасындағы таңдау мұғалімдердің қалауына және білім беру бағдарламасының ерекшелігіне байланысты болуы мүмкін.

1.4 Виртуалды ортада физикалық өзара әрекеттесуді модельдеу

Виртуалды ортадағы физикалық өзара әрекеттесуді модельдеу робототехникалық жүйелерді жобалау мен сынауда маңызды рөл атқарады. Бұл функция роботтардың мінез-құлқын және олардың қоршаған ортамен өзара әрекеттесуін нақты жағдайда модельдеуге мүмкіндік береді. Физикалық өзара әрекеттесуді модельдеудің бірнеше негізгі аспектілері: Нысандар мен беттерді модельдеу: виртуалды ортада робот өзара әрекеттесетін объектілер мен беттердің модельдерін жасау қажет. Бұл қабырғалар, еден, кедергілер сияқты әртүрлі нысандар, сондай-ақ робот көтеруі, жылжытуы немесе манипуляциялауы керек нысандар болуы мүмкін. Нысандар мен беттерді модельдеудің бірнеше негізгі аспектілері: Геометрияны құру: нысандар мен беттер текшелер, сфералар, цилиндрлер және т.б. сияқты геометриялық пішіндер арқылы модельденеді. Тексуралау: қоршаған ортаның реализмін арттыру үшін объектілерді тексуралауға болады. Тексуралар объектінің сыртқы түрін, оның түсін, құрылымын және жылтырлығын анықтайтын кескіндер немесе материалдар болуы мүмкін. Мәліметтерді қосу: тексуралар, түстер, пішіндер, рельеф және т.б. сияқты объектілердің бөлшектерін ескеру маңызды. Физикалық қасиеттерді модельдеу: физикалық өзара әрекеттесуді нақты модельдеу үшін масса, инерция, үйкеліс, Серпімділік және т.б. сияқты объектілердің физикалық қасиеттерін көрсету маңызды. Соқтығысуды есепке алу: робот қоршаған ортамен дұрыс және қатесіз әрекеттесуі үшін объектілер мен беттер арасындағы ықтимал соқтығысуларды ескеру маңызды. Нысандар мен беттерді модельдеу бағдарламалық құралы gazebo, V-REP, Webots, Unity және Unreal Engine сияқты модельдеу орталарын қамтиды. Бұл орталарда сіз әртүрлі нысандар мен орталарды жасай аласыз, оларға физикалық қасиеттер қоя аласыз және робототехника үшін шынайы виртуалды әлем құру үшін соқтығысуды қарастыра аласыз. Физикалық модельдеу: модельдеу ортасы ауырлық, үйкеліс, инерция және соқтығысу сияқты нақты физикалық заңдылықтарды модельдейтін физикалық модельдеуді қамтамасыз етуі керек. Бұл роботқа нақты жағдайлар сияқты әрекет етуге және нақты әлемде болатындай объектілермен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Физикалық модельдеудің бірнеше негізгі аспектілері: Нысандар мен материалдарды модельдеу: физикалық модельдеу масса, инерция, үйкеліс, Серпімділік және т.б. сияқты заттар мен материалдардың физикалық қасиеттерін модельдеуді қамтиды. Гравитациялық және динамикалық модельдеу: физикалық модельдеу ауырлық күші мен басқа физикалық күштердің қоршаған ортадағы объектілерге әсерін ескереді. Ол объектілердің қозғалыс динамикасын, олардың соқтығысу және қозғалу әрекеттерін модельдейді, бұл ынталандыруды шынайы етеді. Сенсорлар мен актуаторларды модельдеу: Робот әдетте қоршаған ортамен өзара әрекеттесу үшін қолданылатын әртүрлі сенсорлар мен актуаторлармен жабдықталған. Виртуалды ортада робот Сенсорлардан деректерді алып, актуаторларға командалар жібере алатындай етіп осы құрылғыларды модельдеу қажет. Соқтығысуды шешу: модельдеу робот пен қоршаған орта объектілері арасындағы және роботтың әртүрлі бөліктері арасындағы ықтимал соқтығысуларды ескеруі керек. Бұл дұрыс емес мінез-құлықтың алдын алуға және робот пен оның айналасы арасындағы дұрыс өзара әрекеттесуді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Нәтижелерді визуализациялау және талдау: модельдеудің маңызды аспектісі нәтижелерді визуализациялау және талдау мүмкіндігі болып табылады. Бұл өзірлеушілерге роботтың мінез-құлқын бақылауға, оның әрекеттерін талдауға және басқару бағдарламалық жасақтамасын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Физикалық өзара әрекеттесуді модельдеу бағдарламалық құралына Gazebo, V-REP, Webots сияқты құралдар, сондай-ақ Unity және Unreal Engine жүйесіндегі біріктірілген модельдеу мүмкіндіктері кіреді.

1.5 Виртуалды симуляциядағы кинематика және динамика

Виртуалды симуляция робототехника, мехатроника және инженерлік есептеулер саласында роботтардың қозғалыс сипаттамаларын зерттеу, модельдеу және сынақтан өткізу үшін кеңінен қолданылады. Виртуалды ортада кинематика мен динамиканы модельдеу нақты физикалық роботты құрастырмай-ақ оның қозғалысын, тепе-теңдігін, жылдамдық пен

үдеуді, күш әсерлерін және басқару алгоритмдерінің жұмысын терең талдауға мүмкіндік береді. Мұндай симуляциялар робот жобалаудың құнын азайтады, тәжірибелерді тездетеді және роботты басқару алгоритмдерін қауіпсіз тестілеуге жағдай жасайды.

1. Кинематика – денелердің кеңістіктегі қозғалысын оның геометриялық параметрлеріне сүйене отырып зерттейтін ғылым. Кинематика күштерді және массаны есепке алмайды, тек қана қозғалыс траекториясын, бұрыштық және сызықтық жылдамдықтарды, үдеулерді қарастырады. Робототехникада кинематика екі түрге бөлінеді: а) Тікелей кинематика (Forward Kinematics - FK) Робот буындарының берілген бұрыштары бойынша манипулятордың соңғы эффекторын (gripper) кеңістіктегі позициясы мен бағдарын есептеу. б) Кері кинематика (Inverse Kinematics - IK) Керісінше: кеңістікте берілген нүктеге жетуі үшін роботтың буындары қандай бұрыштарға бұрылу керектігін анықтау. Мысалы, робот қолы белгілі бір нүктедегі затты ұстау үшін IK есептеу қажет.
2. Динамика – қозғалысқа әсер ететін күштер мен моменттерді зерттейді. Динамикалық модельдеу робот қозғалысының физикалық заңдарын (Ньютон заңдары, энергия және импульс сақталуы) ескере отырып, оның нақты әрекетін есептейді. Динамика да екі түрге бөлінеді: а) Тікелей динамика (Forward Dynamics - FD) Күштер мен моменттер белгілі болса, робот қандай қозғалыс жасайтынын анықтау. б) Кері динамика (Inverse Dynamics - ID) Керісінше: роботтың белгілі бір траектория бойынша қозғалуына қажетті күштер мен моменттерді есептеу. Мысалы, робот қолы тез үдеу алу үшін қандай мотор моменті керек екенін анықтау - ID есебі. Виртуалды симуляциядағы кинематикалық модельдеу Виртуалды ортада кинематика роботтың геометриялық құрылымына сүйеніп есептеледі. Симуляциялық жүйелер (Gazebo, Webots, Unity Robotics, Matlab Simscape) кинематикалық модельді робот құрылымының (буындар саны, звенолар ұзындығы, DOF) негізінде құрады.
3. Манипулятор кинематикасы - Манипуляторларда кинематика әдетте Denavit-Hartenberg (D-H) параметрлерін қолдана отырып модельденеді. Бұл әдісте әр буын координат жүйесі арқылы байланыстырылады. Кинематика қолданылатын жағдайлар:
4. ұстау нүктесін есептеу
5. дәнекерлеу, бояу сияқты дәлдік қажет сценарийлер
6. робот қолының траекториясын жоспарлау
7. автономды қозғалыс кезіндегі позиция бағалау
8. Мобильді робот кинематикасы - Доңғалақты роботтарда кинематика олардың қозғалыс схемасына байланысты:
9. дифференциалды жетекті робот
10. үш доңғалақты омни-робот
11. Ackermann-жүрісті робот Бұл модельдер роботтың жылдамдықтарын, бұрылу бұрышын және траекториясын есептеуге мүмкіндік береді. Виртуалды симуляциядағы динамикалық модельдеу Виртуалды динамика нақты физиканы моделдейді, сондықтан ол роботтың өз салмағына, үйкелісіне, ауырлық күшіне, инерциясына және сыртқы күштерге қалай жауап беретінін дәл көрсетеді.
12. Қозғалыс динамикасы Робот буындарына әсер ететін:
13. тарту күштері
14. мотор моменті
15. ауырлық күші Королиос және центробеждік күштер үйкеліс сияқты параметрлерді модельдеу арқылы роботтың қозғалысы шығарылады.
16. Қақтығыс және жанасу динамикасы Бұл динамикалық симуляцияның маңызды бөлігі. Модельдеу элементтері:
17. екі дененің соқтығысуы
18. серпімділік және серпімсіздік
19. үйкеліс коэффициенттері
20. жанасу нүктелеріндегі қысым Манипулятордың объектімен әрекеттесуі (ұстау, итеру, орау) осы модельдер арқылы жүзеге асады.
21. Ригид дене динамикасы (Rigid Body Dynamics) Виртуалды робот симуляциялары денелердің қатты дене ретінде қозғалуын есептейді.
22. Физика қозғалтқыштары:
23. Bullet Physics
24. ODE
25. PhysX

26. Havok

27. Mujoco Бұл қозғалтқыштар роботтық симуляциялардың реалистік болуын қамтамасыз етеді.

Кесте 1. Кинематика мен динамиканың айырмашылықтары және рөлі

Салыстыру Кинематика Динамика Негізгі пән Геометриялық қозғалыс Күштер мен әсерлер Есептеу «Қалай қозғалады?» «Неге және қалай қозғалтамыз?» Қолданылуы Траектория жоспарлау, позиция есептеу Басқару, тепе-теңдік, энергия есептеу Есептеу күрделілігі Жеңілрек Күрделі, көп ресурс талап етеді

Екі модель де виртуалды симуляцияда бір-бірін толықтырады: кинематика позиция береді, динамика физикалық дәлдікті қамтамасыз етеді (Кесте 1). Қазіргі таңда роботтарды симуляциялауға арналған бірнеше платформа кең таралған:

Gazebo:

- динамикалық физика
- сенсор модельдері
- ROS-пен интеграция
- манипулятор және мобильді робот симуляциясы

Webots:

- жоғары сапалы кинематика
- фотореалистік камера
- мобильді және индустриалды роботтарды қолдау

Unity Robotics / Unreal Engine:

- ойын графикасы мен физикасын робототехникаға бейімдейді
- дрондар, автономды көлік симуляциясы үшін қолданылады

MuJoCo:

- өте дәл динамикалық есеп
- RL (Reinforcement Learning) алгоритмдерін үйретуге үздік

Болашақта виртуалды симуляциялар роботтарды жасаудың негізгі кезеңдерінің бірі болады. Әсіресе:

- цифрлық егіздер (digital twin)
- күшейтпелі оқытуға арналған физика симуляторлары
- автономды жүйелердің көпсценарийлі тесттері
- шынайы әлемге өте жақын симуляциялар (high-fidelity physics) сияқты бағыттарда кинематика мен динамика негізгі ғылыми құрал ретінде қала береді. Виртуалды симуляциядағы кинематика және динамика роботтардың қозғалысын, тепе-теңдігін және қоршаған ортамен әрекеттесуін нақты модельдеу үшін маңызды рөл атқарады. Кинематика роботтың геометриялық қозғалысын талдаса, динамика физикалық әсерлерді, күштер мен моменттерді есептеуге мүмкіндік береді. Екі модельдің үйлесімді қолданылуы роботтарды қауіпсіз және тиімді әзірлеуді, басқару алгоритмдерін сынауды, автономды жүйелерді оқытуды және күрделі инженерлік есептерді шешуді жеңілдетеді. Виртуалды симуляция робототехника ғылымының дамуына жаңа мүмкіндіктер ұсынып, нақты роботтарды құру алдында сенімді сынақ алаңы ретінде қызмет етеді.

1.6 Виртуалды роботтардағы сенсорлық жүйелерді модельдеу

Виртуалды робототехникада сенсорлық жүйелерді модельдеу - роботтың қоршаған ортаны қабылдау қабілеттерін компьютерлік симуляция арқылы жүзеге асыру. Бұл модельдер физикалық ортадағы сенсорлардың жұмысын мүмкіндігінше дәл бейнелеуге тырысады. Виртуалды ортада сенсорларды модельдеу роботтың жұмысын зерттеуге, алгоритмдерді тексеруге, үйретуге және нақты роботты құруға дейінгі дайындық кезеңінде шешуші рөл атқарады. Сенсорлық жүйелерді модельдеудің маңызы: Виртуалды роботтың сенсорлары оның «көздері», «құлағы», «тері сезімі» сияқты функцияларды атқарады. Модельдеу арқылы:

- Роботтың ортаны қабылдау механизмдерін тексеруге болады.
- Алгоритмдерді нақты роботсыз сынауға мүмкіндік туады.

- Өндірушілер шығынсыз эксперимент жүргізе алады.
- Машиналық оқытуда үлкен көлемді деректерді жылдам генерациялауға болады (мысалы, RL агенттері үшін).
- Робот жасаудағы қателерді азайтуға болады. Сенсорлық моделдер қаншалықты шынайы болса, роботтың әрекеті соншалықты нақты ортаға жақын болады. Виртуалды робототехникада әртүрлі сенсорлар симуляцияланады. Олардың физикалық аналогтары бар, ал виртуалды нұсқасы сол сенсордың жұмыс принципін математикалық модельдер арқылы имитациялайды.

1.6-СУРЕТ. СЕНСОРЛЫҚ ЖҮЙЕ МЕН АНАЛИЗАТОРЛАР

1. Көру сенсорлары (камералар). Модельдеу ерекшеліктері:
2. Камера перспективалық проекцияны имитациялайды.
3. Шектеулі көру бұрышы (FOV).
4. Шуды (noise) және ажыратымдылықты модельдеу.
5. Жарықтандыру шарттарының өзгеруі.
6. Түстерді, текстураларды және тереңдікті қабылдау. Қолданылатын модельдер:
7. RGB камералар
8. Depth-camera (тереңдік картасы)
9. Stereo vision (екі камералы жүйе) Қолдану саласы: Объект тану, SLAM, жолды анықтау, робот навигациясы, компьютерлік көру алгоритмдерінің тесті.
10. Лидар (LIDAR) моделдері. Лидар - лазер сәулесін пайдаланып объектілердің қашықтығын анықтайтын сенсор. Модельдеу кезінде ескерілетін параметрлер:
11. Айналу жылдамдығы
12. Лазер сәулесінің ұзындығы
13. Жиілік
14. Шуды имитациялау
15. Қашықтықтың шектері
16. Сәуле саны (16/32/64/128 канал) Пайдалану: Карта жасау (mapping), навигация, автономды көліктер алгоритмдері.
17. Ультрадыбыстық сенсорлар - бұл сенсорлар дыбыстық толқындардың шағылуын есептейді. Модельдеу параметрлері:
18. Дыбыс таралу жылдамдығы
19. Толқынның шағылу қасиеттері
20. Детекция бұрышы
21. Ара қашықтық шектеуі Негізгі қолданылуы - жақын маңдағы кедергілерді анықтау.
22. Қозғалыс және инерциялық сенсорлар (IMU) - бұл сенсорлар роботтың позициясын анықтауда (odometry) және тепе-теңдік басқаруда қолданылады. IMU құрамына:
23. гироскоп,
24. акселерометр,
25. магнитометр кіреді. Виртуалды модель ерекшелігі:
26. Үдеу, бұрыштық жылдамдық, магнит өрістерін математикалық модель арқылы есептеу.
27. Дерек шуын имитациялау.
28. Гравитация әсерін модельдеу.
29. Қателіктер (bias) енгізу.
30. Қашықтық өлшеу сенсорлары (IR, лазерлік) - Виртуалды ортада объектілердің бетіне сәуле жіберіп, шағылу уақытын есептеп модельдеу жүзеге асады.
31. Құрылымдық сенсорлар (force, touch sensors) - Бұл сенсорлар робототехникада манипуляторлар үшін маңызды. Физикалық жанасуды модельдеу қиын, бірақ симуляцияларда келесілер қолданылады:
32. Нүктелік жанасу
33. Қысым күшін модельдеу
34. Үйкеліс коэффициенті

35. Материал қасиеттері (серпімділік, қаттылық) Виртуалды роботтардағы сенсорлық жүйелерді модельдеу - робототехникадағы маңызды бағыттардың бірі. Ол роботтың қоршаған ортаны қабылдау қабілетін, навигациясын, картографиясын, әрекеттерін жоспарлауын және автономды жұмысын зерттеуге мүмкіндік береді. ЖИ әдістерімен бірге сенсорлық модельдер күрделі ортада да шынайы нәтижелер береді. Бұл технология роботтарды нақты ортада қолданар алдында қауіпсіз және тиімді түрде сынауға жол ашады.

2 ТАРАУ. ВИРТУАЛДЫ РОБОТОТЕХНИКАНЫ ҚОЛДАНУ САЛАЛАРЫ

2.1 Білім беру мен ғылыми зерттеулердегі виртуалды роботтар

Виртуалды роботтар білім беру мен ғылыми зерттеулерде маңызды рөл атқарады, бұл ғалымдарға, инженерлерге және білім алушыларға робототехниканың әртүрлі аспектілерін нақты құрылғыларға қол жеткізбестен зерттеуге және дамытуға мүмкіндік береді. Мұнда білім беру мен ғылыми зерттеулерде виртуалды роботтарды қолданудың бірнеше негізгі бағыттары берілген: Оқыту және оқыту бағдарламалары: виртуалды роботтар білім берудің барлық деңгейлерінде - мектептерден университеттерге дейін робототехника бойынша оқыту бағдарламаларында кеңінен қолданылады. Олар білім алушыларға интерактивті модельдеу және практикалық тапсырмалар арқылы робототехниканың негізгі тұжырымдамалары мен дағдыларын үйренуге мүмкіндік береді. Білім берудегі виртуалды робототехниканы оқыту білім алушыларға интерактивті модельдеу және виртуалды эксперименттер арқылы робототехника саласында практикалық дағдылар мен білім алуға мүмкіндік беретін заманауи білім беру саласындағы маңызды аспект болып табылады. Білім беруде виртуалды робототехниканы оқыту кезінде ескеру қажет бірнеше негізгі ойлар: Бағдарламалық жасақтамаға қол жетімділік: оқыту мекемелері виртуалды роботтармен жұмыс істеу үшін тиісті бағдарламалық жасақтамаға қол жеткізуді қамтамасыз етуі керек. Бұған Gazebo, V-REP, Webots сияқты модельдеу орталары, сондай-ақ Unity және Unreal Engine жүйесіндегі біріктірілген модельдеу мүмкіндіктері кіруі мүмкін. Оқу материалдары мен курстары: виртуалды робототехника бойынша дайындалған оқу материалдары мен курстар білім алушыларға виртуалды роботтармен жұмыс істеудің негізгі тұжырымдамалары мен әдістерін меңгеруге көмектеседі. Бұл оқулықтар, бейне сабақтар, онлайн курстар және басқа білім беру ресурстары болуы мүмкін. Интерактивті тапсырмалар мен жобалар: интерактивті тапсырмалар мен жобаларды орындау арқылы білімді практикалық қолдану виртуалды робототехниканы оқытудың маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Білім алушылар басқару бағдарламалық жасақтамасын құра және тексере алады, басқару алгоритмдерін жасай алады және виртуалды ортада практикалық есептерді шеше алады. Оқытушыларды қолдау және басшылық: оқытушылар виртуалды робототехниканы оқытуда маңызды рөл атқарады, білім алушыларға оқу барысында қолдау, басшылық және кері байланыс береді. Олар білім алушыларға қиындықтарды жеңуге, сұрақтар қоюға және дағдыларын дамытуға көмектесе алады. Оқу жоспарларына интеграция: виртуалды робототехниканы информатика, инженерия, математика, физика және басқа салаларды қоса алғанда, әртүрлі пәндер бойынша оқу жоспарлары мен оқу бағдарламаларына біріктіруге болады. Бұл білім алушыларға пәнаралық дағдыларды дамытуға және білімді іс жүзінде қолдануға көмектеседі. Білім беруде виртуалды робототехниканы оқыту сыни ойлауды, проблемалық шешімді, шығармашылық ойлауды және қазіргі технология әлеміндегі табысты мансап үшін маңызды басқа дағдыларды дамытуға ықпал етеді. Басқару алгоритмдерін зерттеу және әзірлеу: виртуалды роботтар зерттеушілер мен инженерлерге эксперименттер жүргізуге және нақты роботтарға зақым келтіру қаупінсіз жаңа басқару алгоритмдерін сынауға мүмкіндік береді. Бұл басқару бағдарламалық құралын тезірек және тиімдірек әзірлеуге және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Виртуалды роботтарды басқару алгоритмдерін зерттеу және әзірлеу робототехника саласындағы маңызды саланы білдіреді. Виртуалды Роботтар зерттеушілер мен инженерлерге эксперименттер жүргізуге және нақты құрылғыларға зақым келтіру қаупінсіз басқарудың жаңа тәсілдерін сынауға мүмкіндік береді. Виртуалды роботты басқару алгоритмдерін зерттеу мен дамытудың бірнеше негізгі аспектілері: Басқару негіздерін үйрену: виртуалды роботтар білім алушылар мен зерттеушілерге PID реттегіштері, қозғалысты жоспарлау алгоритмдері, машиналық оқыту және т.б. сияқты роботтарды басқарудың негізгі тұжырымдамалары мен әдістерін үйренуге мүмкіндік береді. Жаңа алгоритмдерді тестілеу: зерттеушілер виртуалды ортадағы жаңа басқару алгоритмдерін олардың өнімділігін, тиімділігін және әртүрлі тапсырмалар мен сценарийлерге қолданылуын бағалау үшін әзірлеп, сынай алады. Параметрлерді оңтайландыру және теңшеу: виртуалды роботтар зерттеушілерге PID басқару коэффициенттері, қозғалысты жоспарлау алгоритмдерінің параметрлері және т. б. сияқты басқару параметрлерін оңтайландыру және реттеу үшін эксперименттер жүргізуге мүмкіндік береді. Басқарудың жаңа тәсілдерін әзірлеу: виртуалды роботтарды пайдалана отырып, зерттеушілер басқарудың әртүрлі тәсілдерімен, соның ішінде классикалық әдістермен, эволюциялық алгоритмдермен, терең оқытумен және басқа машиналық оқыту әдістерімен тәжірибе жасай алады. Әртүрлі жағдайларға бейімделу: зерттеушілер виртуалды роботтарды қоршаған ортаның әртүрлі жағдайлары мен параметрлері робототехникалық жүйелердің мінез-құлқы мен өнімділігіне қалай әсер ететінін зерттеу үшін пайдалана алады. Басқару алгоритмдерін зерттеу және әзірлеу үшін виртуалды роботтарды пайдалану даму процесін жылдамдатуға, аппараттық және ресурстық шығындарды азайтуға

және робототехника саласындағы оқыту және зерттеу мүмкіндіктеріне қолжетімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Модельдеу және талдау: виртуалды роботтарды әртүрлі сценарийлерді модельдеу және әртүрлі жағдайларда робототехникалық жүйелердің әрекетін талдау үшін пайдалануға болады. Бұл нақты эксперименттердің нәтижелерін болжауға, жүйенің жұмысын бағалауға және мүмкін мәселелерді анықтауға мүмкіндік береді. Виртуалды роботтарды модельдеу және талдау робототехникалық жүйелерді дамытудағы және олардың әртүрлі сценарийлердегі мінез-құлқын зерттеудегі маңызды кезең болып табылады. Виртуалды роботтарды модельдеу мен талдаудың бірнеше негізгі аспектілері: Физикалық қасиеттерді модельдеу: виртуалды роботтар пішін, Өлшем, масса, инерция және басқа параметрлер сияқты физикалық сипаттамаларын ескере отырып модельденеді. Бұл роботтың әртүрлі жағдайларда өзін қалай ұстайтынын және оған қандай күштер әсер ететінін анықтауға мүмкіндік береді. Әрекеттер мен өзара әрекеттесулерді модельдеу: виртуалды роботтар олардың әрекеттері мен қоршаған ортамен өзара әрекеттесуін модельдейтін модельдеулерге қатыса алады. Бұл роботтың мінез-құлқын әртүрлі сценарийлерде болжауға және оны басқаруды оңтайландыруға мүмкіндік береді. Өнімділік пен тиімділікті талдау: виртуалды модельдеуді қолдана отырып, зерттеушілер әртүрлі жағдайларда робототехникалық жүйелердің өнімділігі мен тиімділігін талдай алады. Бұл тапсырмаларды орындау уақытын, қуатты тұтынуды, дәлдікті және басқа сипаттамаларды бағалауды қамтуы мүмкін.

Алгоритмдер мен стратегияларды тестілеу: виртуалды Роботтар нақты құрылғыларға қол жеткізуді қажет етпестен жаңа алгоритмдер мен басқару стратегияларын сынау үшін ортаны қамтамасыз етеді. Бұл зерттеушілерге басқару алгоритмдерін тезірек және тиімдірек жобалауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Параметрлер мен жағдайлардың әсерін зерттеу: виртуалды модельдеу зерттеушілерге робототехникалық жүйелердің мінез-құлқына әртүрлі параметрлер мен жағдайлардың әсерін зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл қоршаған ортаның өзгеруінің әсерін, басқару параметрлерін, аппараттық құралдарды және басқа факторларды талдауды қамтуы мүмкін. Виртуалды роботтарды модельдеу және талдау зерттеушілер мен инженерлерге робототехникалық жүйелердің жұмыс принциптерін тереңірек түсінуге, олардың өнімділігін оңтайландыруға және тиімді басқару стратегияларын әзірлеуге мүмкіндік береді.

Бағдарламалау дағдыларын үйрету: виртуалды роботтар білім алушыларға бағдарламалау дағдыларын нақты мысалдармен қолдануға мүмкіндік береді. Олар роботтар үшін басқару бағдарламаларын құра алады және оларды виртуалды ортада сынап алады, бұл алгоритмдер мен бағдарламалау тілдерін тереңірек түсінуге ықпал етеді. Виртуалды робототехниканы үйрену контекстінде бағдарламалау дағдыларын үйрету білім алушыларға нақты немесе виртуалды Роботтар мысалында практикалық бағдарламалау дағдыларын дамытуға мүмкіндік беретін білім берудің маңызды аспектісін білдіреді. Виртуалды робототехникада бағдарламалау дағдыларын үйрету кезінде ескеру қажет негізгі жайттар: Бағдарламалау тілін таңдау: Білім алушылар оқу қалауы мен мақсаттарына байланысты Python, C++, Java және басқалары сияқты әртүрлі тілдерде бағдарламалау негіздерін үйрене алады. Белгілі бір модельдеу орталарымен жұмыс істеу үшін белгілі бір бағдарламалау тілдері немесе кітапханалар қажет болуы мүмкін. Негізгі ұғымдарды зерттеу: оқыту айнымалылар, шартты операторлар, циклдар, функциялар, деректер құрылымы және т.б. сияқты негізгі бағдарламалау тұжырымдамаларын меңгеруден басталады. Дағдыларды іс жүзінде қолдану: Білім алушылар виртуалды роботтар үшін басқару бағдарламалық құралын жасау арқылы үйренген бағдарламалау тұжырымдамаларын тәжірибеде қолданады. Бұл қозғалыс алгоритмдерін әзірлеуді, жолды жоспарлауды, қоршаған ортамен өзара әрекеттесуді және басқа тапсырмаларды қамтуы мүмкін. Интеграцияланған даму орталарымен жұмыс: Білім алушылар бағдарламалық кодты құру, күйін келтіру және тестілеу құралдарын ұсынатын интеграцияланған даму орталарымен (IDE) жұмыс істеуді үйренеді. Бұған Visual Studio Code, PyCharm, Eclipse және басқалары сияқты орталар кіруі мүмкін. Жобалар мен тапсырмаларды әзірлеу: алған білімдерін бекіту үшін білім алушылар виртуалды робототехниканың нақты мәселелерін шешуге арналған бағдарламалық кодты әзірлеуді қамтитын әртүрлі жобалар мен тапсырмаларды орындайды. Бұл роботтың автономды қозғалысын құру, кедергілерді айналып өту алгоритмдерін жүзеге асыру, манипуляциялық тапсырмаларды орындау және т. б. болуы мүмкін. Виртуалды робототехника контекстінде бағдарламалау дағдыларын үйрету білім алушыларға робототехника мен бағдарламалау саласындағы нақты жобалар мен мансаптарда қолдануға болатын практикалық дағдыларды алуға көмектеседі. Нақты уақыттағы эксперименттер: виртуалды роботтарды нақты уақыттағы эксперименттер жүргізу үшін пайдалануға болады, мысалы, роботтың қоршаған ортаның өзгеруіне реакциясын тексеру немесе Басқару параметрлерін реттеу. Виртуалды роботтармен нақты уақыттағы эксперименттер- бұл роботтар нақты уақыт режимінде виртуалды ортада басқарылатын және сыналатын процесс. Бұл зерттеушілер мен әзірлеушілерге эксперименттер жүргізуге, басқару алгоритмдерін тексеруге және алынған нәтижелер негізінде жедел шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Виртуалды роботтармен нақты уақыттағы эксперименттердің негізгі аспектілері: Нақты уақыттағы басқару: Роботтар нақты уақыт режимінде басқарылады, яғни басқару командалары нақты уақыт режимінде жіберіледі және орындалады, ал роботтың нәтижелері мен кері байланысы бірден алынады. Қоршаған ортамен өзара әрекеттесу: Роботтар виртуалды ортамен, соның ішінде басқа нысандармен, кедергілермен, сенсорлармен және актуаторлармен өзара әрекеттеседі. Бұл зерттеушілерге роботтардың әртүрлі жағдайлар мен жағдайларға қалай жауап беретінін талдауға мүмкіндік береді. Деректерді жинау және нәтижелерді талдау: виртуалды робот эксперименттері олардың мінез-құлқы мен өнімділігі туралы деректерді жинайды. Бұл деректерді басқару алгоритмдерінің өнімділігін бағалау, робототехникалық жүйелердің тиімділігін бағалау және ықтимал жақсартуларды

анықтау үшін талдауға болады. Бақылау және күйін келтіру: виртуалды эксперименттер сонымен қатар роботтардың нақты уақыттағы жұмысын бақылауға және күйін келтіруге мүмкіндік береді. Бұған роботтың күйін бақылау, басқару алгоритмдеріндегі қателерді түзету және өнімділікті жақсарту үшін жедел шешімдер қабылдау кіреді. Нақты деректерді пайдалану: виртуалды эксперименттер нақты роботтардан немесе Сенсорлардан алынған нақты деректерді де пайдалана алады. Бұл зерттеушілерге нақты жағдайлар мен сценарийлерге негізделген басқару алгоритмдерін сынауға және талдауға мүмкіндік береді. Виртуалды роботтармен нақты уақыттағы эксперименттер робототехниканы зерттеуге және дамытуға арналған қуатты құрал болып табылады, бұл әзірлеушілерге тесттер жүргізуге, нәтижелерді талдауға және нақты уақыттағы жедел шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Білім беру мен ғылыми зерттеулерде виртуалды роботтарды пайдалану жабдық шығындарын азайтуға, әзірлеу мен тестілеу процесін жеделдетуге және робототехника саласындағы оқыту мен зерттеу ресурстарына қолжетімділікті арттыруға көмектеседі.

2.2 Оқу және тренажерлік симуляторлар

Оқу және тренажерлік симуляторлар қазіргі цифрлық білім беру мен инженерлік даярлықтың ажырамас бөлігіне айналған маңызды технологиялық құралдар болып табылады. Цифрландырудың кең таралуымен бірге әртүрлі мамандық иелерін, оның ішінде операторларды, инженерлерді, әскери қызметкерлерді, медицина мамандарын және робототехника саласындағы білім алушыларды оқытуда тренажерлік симуляторлардың рөлі айтарлықтай артты. Бұл симуляторлар нақты техниканың немесе технологиялық процестің виртуалды көшірмесін жасап, үйренушілерге қауіпсіз әрі тиімді ортада тәжірибе жинауға мүмкіндік береді. Реалистік сценарийлерді моделдеу арқылы симуляторлар адам қателігін азайтып, оқыту уақытын қысқартады және кәсіби дағдыларды тез әрі сапалы игеруге жағдай жасайды. Оқу және тренажерлік симуляторлардың ең үлкен артықшылықтарының бірі – қауіпсіздік. Көптеген өнеркәсіптік немесе әскери жабдықтармен жұмыс істеу үлкен тәуекелді талап етеді: жоғары вольтты жүйелер, ауыр механизмдер, өздігінен жүретін құрылғылар немесе күрделі роботтар адам өміріне қауіп төндіруі мүмкін. Ал виртуалды симуляторлар осындай жағдайларды қауіпсіз кеңістікке ауыстырып, пайдаланушыларға қиын маневрлерді немесе қауіпті тапсырмаларды нақты зардапсыз орындауға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе химиялық, энергетикалық, ядролық өндірістерде, сондай-ақ медициналық роботтардың көмегімен жасалатын операцияларды үйретуде аса маңызды. Тренажерлік симуляторлардың тағы бір маңызды экономикалық тиімділігі – шығындарды азайту. Нақты жабдықтар қымбат болуы мүмкін, әрі оны үйрету мақсатында ұзақ уақыт бойы пайдаланудың өзі өндірістік шығынды арттырады. Ал виртуалды платформа арқылы көптеген оқу тапсырмаларын физикалық прототипсіз орындауға болады. Мысалы, жүк көтергіш кран операторларын оқыту немесе мобильді роботтарды басқару дағдыларын дамыту үшін симуляторлар жиі қолданылады. Оқу процесінде роботтың, дронның немесе механизмнің бұзылу қаупі жоқ, сондықтан материалдық шығындар төмендейді, ал білім беру ұйымдарына бір симулятордың өзі жүздеген білім алушыны оқытуға мүмкіндік береді. Оқу симуляторларының психологиялық және әдістемелік артықшылықтары да бар. Виртуалды ортада үйренуші қателік жасаудан қорықпайды, бұл өз кезегінде оқыту тиімділігін арттырады. Білім алушы немесе оператор бір тапсырманы шексіз қайталап орындап, дағдысын жетілдіре алады. Тренажерлер сонымен қатар нақты жағдайларды әртүрлі сценарийлер арқылы модельдей алады: ауа райының өзгеруі, құрылғының істен шығуы, төтенше жағдайлар, күтпеген кедергілер. Мұндай реалистік симуляциялар болашақ маманның кез келген жағдайға дайын болуына ықпал етеді. Бұл әсіресе робототехника саласында маңызды, себебі роботтың дұрыс әрекет етпеуі адамға немесе өндірістік процеске зиян келтіруі мүмкін. Қазіргі заманғы оқу симуляторларының көпшілігі виртуалды немесе толықтырылған шындық технологияларына негізделеді. VR арқылы білім алушы толық виртуалды ортаға кіріп, роботты немесе механизмді оның табиғи масштабында көріп, басқару мүмкіндігіне ие болады. Бұл тәсіл иммерсивтілік деңгейін арттырып, оқытудың тиімділігін жоғарылатады. AR технологиясы нақты әлемге қосымша ақпараттық қабат қосу арқылы роботтардың жұмыс аймағын, олардың траекториясын немесе датчик көрсеткіштерін түсінуді жеңілдетеді. Мұндай гибриді оқыту әдістері болашақ операторлардың кеңістіктік және техникалық ойлау қабілетін дамытады. Тренажерлік симуляторлардың робототехника саласындағы орны ерекше. Роботты басқару, оның қозғалыс траекториясын жоспарлау, кедергілерден өту, манипуляторды дәл позициялау – мұның бәрі нақты роботты пайдалану алдында виртуалды ортада үйреніледі. Симуляторлар арқылы білім алушылар робот сенсорларының қалай жұмыс істейтінін, роботтың динамикасына әсер ететін факторларды, қашықтықтан басқару мәселелерін және автономды қозғалыс логикасын түсінеді. Сонымен бірге симуляторлар жасанды интеллект пен машиналық оқыту алгоритмдерін роботқа енгізуді жеңілдетеді. Мысалы, дрондардың ұшу стратегияларын жаттықтыру немесе автономды көліктердің жол ережелерін меңгерту үшін арнайы симуляциялық орталар кеңінен қолданылады. Оқу және тренажерлік симуляторлардың тиімділігі өндірістік стандарттарды жақсартуға да тікелей әсер етеді. Жоғары даярлық деңгейі бар операторлар өндірістік қателіктерді азайтады, робото-жүйелердің өнімділігін арттырады және қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Әсіресе қазіргідей Industry 4.0 кезеңінде автоматтандырылған желілерді басқару, роботтарды қайта конфигурациялау және күрделі өндірістік процестерді үйлестіру үшін жақсы дайындық қажет. Симуляторлар осы талаптарға сай білікті кадрларды жылдам дайындауға мүмкіндік береді. Алайда, тренажерлік симуляторлар да кейбір шектеулерге ие. Олар нақты әлемдегі барлық физикалық процестерді толық дәлдікпен модельдей алмайды: үйкеліс, материал қасиеттері, сенсор қателіктері немесе

сыртқы ортаның тұрақсыздығы сияқты факторлар виртуалды ортада қарапайымдандырылуы мүмкін. Егер оқыту тым идеалданған сценарийлермен жүргізілсе, оператор нақты жағдайда күтпеген қиындықтарға тап болуы ықтимал. Сондықтан сапалы симуляторлар әрдайым шынайылық пен виртуалдық арасындағы тепе-теңдікті сақтауы тиіс. Оқу және тренажерлік симуляторлар білім беру, өнеркәсіп, әскери дайындық, медицина және робототехника салаларында ерекше маңызға ие. Олар қауіпсіздік деңгейін арттырады, шығындарды азайтады, мамандарды жоғары деңгейде дайындайды және технологиялық процестердің тиімділігін көтереді. Цифрлық симуляция технологиялары дамыған сайын тренажерлік жүйелердің мүмкіндіктері артып, болашақта олар кәсіби оқыту мен инженерлік әзірлеудің негізгі құралына айналатыны сөзсіз.

2.3 Виртуалды және толықтырылған шындық (VR/AR) технологияларын қолдану

Виртуалды және толықтырылған шындық (VR/AR) технологияларын қолдану бүгінгі цифрлық трансформация дәуірінде көптеген салалардың дамуында маңызды орынға ие болып отыр. Бұл технологиялар шынайы және виртуалды әлемнің шекараларын біріктіріп, пайдаланушыға жаңа деңгейдегі интерактивтілік пен иммерсиялық тәжірибе ұсынады. Виртуалды шындық (VR) - толықтай цифрлық ортаға еніп, сол кеңістікте әрекет етуге мүмкіндік беретін технология, ал толықтырылған шындық (AR) - нақты әлемге виртуалды элементтер қосу арқылы ақпаратты кеңейтуге бағытталған жүйе. Олардың қазіргі қолдану аясы өте кең: білім беру, медицина, өндіріс, ойын индустриясы, робототехника, архитектура, әскери дайындық және тағы басқа бағыттарда VR/AR шешімдері бұрын мүмкін болмаған тәсілдерді іске асыруға жол ашты. VR технологияларының ең үлкен артықшылығы - адамды толық виртуалды ортаға енгізу арқылы шынайы тәжірибеге ең жақын әсер беруі. Мысалы, инженерлер мен робототехника мамандары виртуалды зертханаларда реакцияларды, қозғалыс траекторияларын, робот жүйелерін және өндірістік процестерді модельдей алады. Бұл тәсіл нақты құрал-жабдықсыз тәжірибе жинауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар VR оқу-тренажерлерінде білім алушылар күрделі тапсырмаларды қайталап орындай алады: дронды басқару, қауіпті объектілерге кіру, хирургиялық операцияларды орындау немесе өнеркәсіптік роботты конфигурациялау. Мұндай тәжірибелер шынайы дағды қалыптастыруда аса тиімді, себебі қателік жасаудан қорқудың қажеті жоқ. Ал AR технологиялары нақты әлемге ақпараттық элементтерді, 3D объектілерді немесе басқару көрсеткіштерін қосады. Бұл әсіресе өндірісте, техникалық қызмет көрсетуде және білім беруде өте пайдалы. Мысалы, инженер AR көзілдірігін киіп, роботтың нақты бөліктерінің жанында виртуалды нұсқаулықтарды, ақау туралы белгілерді немесе жинау схемаларын көре алады. Бұл жұмыс сапасын арттырып, қателіктерді азайтады. Робототехника саласында AR интерфейстер операторға роботтың сенсорлық ақпаратын нақты кеңістікке шығарып, робот қозғалысын түсінуді жеңілдетеді. Қолданушы роботтың әрекеттерін визуалды түрде көріп, қашықтан басқаруды әлдеқайда дәл орындауға мүмкіндік алады. VR/AR технологиялары білім беруде де ерекше орын алады. Олардың көмегімен күрделі ғылыми процестерді, тарихи оқиғаларды, өндірістік құрылымдарды немесе физикалық құбылыстарды көрнекі түрде көрсетуге болады. Мысалы, білім алушылар виртуалды зертханада химиялық реакцияларды қауіпсіз түрде орындайды, ал инженер білім алушылар роботтың динамикасын 3D үлгіде зерттейді. AR арқылы оқыту материалдарына интерактивті элементтер қосылып, кітаптар мен оқулықтар «тіріліп», оқу процесі қызықты әрі тиімді бола түседі. Өндіріс саласында VR/AR технологиялары «цифрлық егіз» концепциясымен тығыз байланысты. Өндірістегі робот немесе автоматтандырылған жүйе виртуалды модель арқылы бақыланады. Инженерлер өндірістік желінің өзгерісін виртуалды ортада алдын ала тексеріп, процесті нақты конфигурациядан бұрын оңтайландыра алады. AR жүйелері техникалық қызмет көрсету жұмыстарын жеңілдетеді: механик AR көзілдірігі арқылы бұзылған механизмнің жанында тұрып-ақ, компоненттердің нақты орналасуын, параметрлерін және жөндеу бойынша нұсқаулықтарды көреді. Бұл уақытты айтарлықтай үнемдейді және адами қателіктердің алдын алады. VR/AR технологиялары медицинада да үлкен рөлге ие. VR хирургиялық тренажерлер келешек дәрігерлерге күрделі операцияларды көп рет қайталап үйренуге мүмкіндік береді. Операция барысында кездесетін түрлі сценарийлер мен қиындықтар виртуалды ортада толық модельденеді. AR технологиясы нақты операция кезінде хирургтың көру өрісіне маңызды ақпаратты (тамырлардың орналасуы, ісіктің шекаралары, құралдардың позициясы) қосып, операцияның дәлдігін арттыра алады. Әскери дайындықта VR/AR симуляторлары жауынгерлердің түрлі тактикалық жағдайларды, ұрыс алаңын, техника басқаруды қауіпсіз түрде меңгеруіне жағдай жасайды. Виртуалды ортада жүргізілетін жаттығулар шынайы алаңдағы шығындарды азайтады әрі дайындық тиімділігін арттырады. AR көзілдірігі жауынгерге нақты уақытта навигациялық ақпарат, карта, қарсыластың ықтимал позициялары туралы мәлімет бере алады. VR/AR технологиялары робототехникамен тығыз байланысты, себебі роботтарды басқаруда интуитивтілік пен шынайы визуалды модельдеу өте маңызды. VR интерфейстер робот операторына виртуалды роботты немесе қашықтағы роботтың көшірмесін толық сезінуге мүмкіндік береді. Бұл әсіресе қауіпті ортада жұмыс істейтін роботтарды басқару кезінде өте тиімді: оператор виртуалды ортада роботпен бірге жүргендей, оның көргенін көріп, қозғалысын нақты басқаруға мүмкіндік алады. AR арқылы роботтың қозғалыс траекториясы, сенсор көрсеткіштері және кедергілер тікелей нақты кеңістікте көрінеді, бұл роботпен өзара әрекеттесуді әлдеқайда қауіпсіз әрі дәл етеді. Әрине, VR/AR технологияларын қолданудың белгілі шектеулері де бар. Олар жоғары өнімділігі бар құрылғыларды қажет етеді, ұзақ қолданғанда пайдаланушыда шаршау немесе бағдарды жоғалту сезімі болуы мүмкін, ал кейбір жүйелердің дәлдігі нақты операция немесе роботты басқару үшін жеткіліксіз болуы

мүмкін. Дегенмен технологияның даму қарқыны бұл мәселелерді біртіндеп жеңілдетуде. VR/AR технологияларын қолдану көптеген салаларда революциялық өзгерістер әкелуде. Олар білім беруді тиімді етеді, өндірісті оңтайландырады, робототехника мен инженериядағы процестерді жылдамдатып, қауіпсіздікті арттырады. Виртуалды және толықтырылған шындық технологиялары алдағы уақытта да кеңінен дамып, түрлі мамандықтардағы оқу, басқару және өндіріс процестерін жаңа сапалық деңгейге көтеретіні анық.

2.4 Ғарыш пен терең теңізді зерттеудегі виртуалды робототехниканың рөлі

Виртуалды робототехника ғарыш пен терең теңізді зерттеуде маңызды рөл атқарады, қол жеткізу қиын немесе қауіпті орталарды зерттеуге және түсінуге мүмкіндік береді (2.1-сурет).

2.1-СУРЕТ. ҒАРЫШТАҒЫ РОБОТЕХНИКА

Ғарыштағы виртуалды робототехника ғарыштық миссиялардың әртүрлі аспектілерінде шешуші рөл атқарады, роботты басқару алгоритмдерін әзірлеу мен сынаудан бастап ғарыштағы жағдайларды модельдеуге және астронавтарды жаттықтыруға дейін. Ғарыштық зерттеулерде виртуалды робототехниканы қолданудың бірнеше жолы: Ғарыштық миссияны модельдеу: виртуалды орталар ғарыштық миссиялардың әртүрлі аспектілерін, соның ішінде роботтардың орбитада немесе басқа планеталардың бетінде жұмыс істеуін модельдеуге мүмкіндік береді. Бұл роботтардың ғарыш кеңістігінде қалай әрекет ететінін және миссия кезінде қандай проблемалар туындауы мүмкін екенін түсінуге көмектеседі. Ғарышкерлерді оқыту: виртуалды робототехника ғарышкерлерді орбитада немесе басқа планеталардың бетінде роботтарды басқаруға үйрету үшін қолданылады. Бұл ғарышкерлерге роботтарды басқаруды және нәлдік ауырлық жағдайында немесе қол жетімсіз атмосферада әртүрлі тапсырмаларды орындауды үйренуге мүмкіндік береді. Басқару алгоритмдерін сынау: роботтарды басқару алгоритмдерін сынау үшін виртуалды орталарды пайдалану олардың мінез-құлқын және әртүрлі жағдайларға реакциясын алдын ала оңтайландыруға мүмкіндік береді, бұл нақты роботтарды әзірлеу және сынау уақыты мен шығындарын айтарлықтай қысқартуы мүмкін. Планеталардың бетін зерттеу: роботтар мен дрондарды басқа планеталарға олардың бетін зерттеу және жинау үшін жіберуге болады. Виртуалды робототехника мұндай роботтарды басқару алгоритмдерін алдын-ала тексеруге және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Жаңа технологияларды әзірлеу: виртуалды робототехника сенсорлар, манипуляторлар және т.б. сияқты ғарыштық миссияларда қолдануға болатын жаңа технологиялар мен жабдықтарды әзірлеу және сынау үшін қолданылады. Ғарышта виртуалды робототехниканы пайдалану ғарыштық миссиялардың қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыруға, сондай-ақ оларды дайындау мен орындау шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Терең теңізді зерттеуде: Виртуалды робототехника терең теңізді зерттеуде маңызды рөл атқарады, су асты ортасының жағдайларын модельдеу және модельдеу, сондай-ақ су асты зерттеулерінде пайдалану үшін робототехникалық жүйелерді әзірлеу және сынау мүмкіндігін береді. Терең теңізде виртуалды робототехниканы қолданудың бірнеше жолы: Терең теңіз жағдайларын модельдеу: виртуалды орталар терең теңіз аймақтарының модельдерін жасауға және су астындағы ортаның әртүрлі аспектілерін, соның ішінде температураны, қысымды, жарықтандыруды, гидродинамиканы және т.б. модельдеуге мүмкіндік береді. Операторлар мен инженерлерді оқыту: виртуалды робототехника су астындағы роботтармен жұмыс істейтін операторлар мен инженерлерді оқыту үшін қолданылады. Бұл оларға роботтарды басқаруды және мұхит түбін зерттеу немесе су астындағы құрылыстарды зерттеу сияқты терең теңіз жағдайында әртүрлі тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді. Робототехникалық жүйелерді тестілеу: виртуалды робототехника әзірлеушілерге робототехникалық жүйелер мен басқару алгоритмдерін нақты өмірде қолданар алдында тексеруге мүмкіндік береді. Бұл роботтардың мінез-құлқын оңтайландыруға және су астындағы операциялар кезінде ақаулар немесе апаттар қаупін азайтуға көмектеседі. Су асты миссиясын модельдеу: виртуалды орталарды су астындағы геологиялық түзілімдерді зерттеу, теңіз жануарларын бақылау немесе апатқа ұшыраған кемелерді немесе ұшақтарды іздеу және зерттеу сияқты әртүрлі су асты миссияларын модельдеу үшін пайдалануға болады. Жаңа технологиялар мен жабдықтарды әзірлеу: виртуалды робототехника әзірлеушілерге жетілдірілген сенсорлар, манипуляторлар, навигациялық жүйелер және т. б. сияқты су астындағы зерттеулерде қолдануға арналған жаңа технологиялар мен жабдықтарды сынауға мүмкіндік береді. Терең теңізді зерттеуде виртуалды робототехниканы пайдалану су астындағы миссиялардың тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға, сондай-ақ оларды жүргізу шығындарын азайтуға көмектеседі. Осылайша, виртуалды робототехника ғарышта да, терең теңізде де зерттеу үшін робототехникалық жүйелерді дайындауда, сынауда және оңтайландыруда маңызды рөл атқарады, мұндай миссиялардың тиімділігі мен қауіпсіздігін арттырады.

2.5 Виртуалды робототехниканы қолдану салалары Өнеркәсіпте виртуалды робототехниканы қолдану.

Виртуалды робототехниканы өнеркәсіпте қолдану өндіріс процестерінің тиімділігін арттыруға, шығындар мен тәуекелдерді азайтуға және өнімнің сапасын жақсартуға мүмкіндік беретін заманауи өндірістің маңызды аспектісін білдіреді. Өнеркәсіпте виртуалды робототехниканы қолданудың негізгі бағыттары: Өндірістік процестерді модельдеу:

виртуалды орталарды құрастыру, материалдарды өңдеу, қоймаларды басқару және логистиканы қоса алғанда, әртүрлі өндірістік процестерді модельдеу үшін пайдалануға болады. Бұл процестерді оңтайландыруға, ресурстарды жоспарлау мен басқаруды жақсартуға мүмкіндік береді. Персоналды оқыту: виртуалды модельдеу персоналды жабдыққа қызмет көрсету және техникалық қызмет көрсету, еңбек қауіпсіздігі, роботты бағдарламалау және басқа дағдылар бойынша оқыту үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұл оқыту шығындарын азайтуға және қызметкерлердің біліктілігін арттыруға мүмкіндік береді. Роботтандыру және процестерді автоматтандыру: виртуалды роботтарды өндірісте роботтық және автоматтандырылған жүйелерді модельдеу және сынау үшін пайдалануға болады. Бұған басқару алгоритмдерін әзірлеу және сынау, траекторияларды жоспарлау және басқа жабдықтар мен қызметкерлермен өзара әрекеттесу кіреді. Өнеркәсіпте виртуалды робототехниканы қолдану өндірістік процестердің тиімділігін арттыруға, жаңа технологияларды әзірлеу мен енгізуге кететін уақыт пен шығындарды қысқартуға, сондай-ақ өндірілетін өнімнің сапасы мен сенімділігін арттыруға ықпал етеді (2.2-сурет).

2.2-СУРЕТ. А) РОБОТТЫҢ ТҮРЛЕРІ

2.2-СУРЕТ. Б) РОБОТТЫҢ ТҮРЛЕРІ

Медицинадағы және оңалтудағы виртуалды робототехника. Медицинада және оңалтуда виртуалды робототехниканы қолдану пациенттерді диагностикалауды, емдеуді және оңалтуды жақсартуға көмектесетін инновациялық тәсіл болып табылады (2.3-сурет).

2.3-СУРЕТ. РОБОТТАНДЫРЫЛҒАН ХИРУРГИЯ ЖҮЙЕСІ

Виртуалды робототехниканың қолданылуын табатын салалар: Хирургтарды оқыту: виртуалды хирургиялық тренажерлер хирургтарға нақты операциялар алдында органдар мен тіндердің виртуалды үлгілерінде жаттығуға мүмкіндік береді. Бұл асқыну қаупін азайтуға және мамандардың біліктілігін арттыруға көмектеседі. Жарақат пен инсульттан кейінгі оңалту: виртуалды роботтар жарақат, инсульт немесе мотор функциясының бұзылуына әкелген басқа аурулардан кейін пациенттерді оңалту сеанстарын өткізу үшін қолданылады. Бұған моториканы қалпына келтіруге арналған жаттығулар және әлсіреген бұлшықеттерді жаттықтыру кіреді. Диагностика және бақылау: виртуалды модельдеу және деректерді талдау әртүрлі ауруларды диагностикалау және пациенттердің жағдайын бақылау үшін пайдаланылуы мүмкін. Мысалы, виртуалды Роботтар пациенттің жағдайындағы өзгерістерді анықтау үшін сенсорлар мен медициналық құрылғылардағы деректерді талдай алады. Психологиялық терапия: виртуалды шындықты психологиялық терапия жүргізу үшін қолдануға болады, соның ішінде фобияларды, мазасыздықты және жарақаттан кейінгі стрессті емдеу. Бұл пациенттерге бақыланатын және қауіпсіз ортада стрессті тудыратын жағдайларға тап болуға мүмкіндік береді. Телемедицина және қашықтықтан оқыту: виртуалды орта медициналық қызметкерлерге қашықтан кеңес беруге және оқытуға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе шалғай немесе шалғай аудандарда медициналық көмекке қол жеткізу үшін, сондай-ақ мамандары жеткіліксіз салаларда дәрігерлерді оқыту үшін өте маңызды. Робот жүйелері: Da Vinci Surgical System сияқты роботтық жүйелер хирургиялық құралдардан, басқару консолінен және компьютерлік жүйеден тұратын аппараттық кешендер болып табылады. Роботты құралдар шағын және дәл қозғалыстарды орындай алатын микро камералармен және микро құралдармен жабдықталған. Da Vinci Surgical System роботтық жүйелер: Басқару: Хирург роботтық құралдарды басқару консолі арқылы басқарады, бұл оған операциялық өрістің үлкейтілген бейнесін көруге және жоғары дәлдікпен және микрохирургиялық нәзіктікпен манипуляциялар жасауға мүмкіндік береді. Дәлдік және масштаб: роботтық жүйелер операциялық қозғалыстардың жоғары дәлдігі мен масштабталуын қамтамасыз етеді. Бұл хирургтарға пациентке қауіп төндірмейтін және дәстүрлі хирургияға қарағанда дәлірек күрделі операцияларды жасауға мүмкіндік береді. Минималды инвазивтілік: роботты хирургия әдетте дәстүрлі ашық хирургияға қарағанда аз инвазивті болып табылады, бұл жаралардың мөлшерін азайтуға және пациенттің қалпына келу процесін жылдамдатуға мүмкіндік береді. Артықшылықтары: роботтық хирургияның бірқатар артықшылықтары бар, соның ішінде дәлірек және аз инвазивті операциялар, аз қан жоғалту, ауруханада болу уақытын қысқарту және тезірек қалпына келтіру. Шектеулер мен қиындықтар: артықшылықтарға қарамастан, роботтық хирургия хирургтардың арнайы дайындығы мен тәжірибесін, сондай-ақ жабдық пен оқытудың жоғары шығындарын қажет етеді. Жалпы, роботтық хирургия – бұл хирургиялық араласудың маңызды прогрессивті әдісі, ол дамуды және кеңеюді жалғастырады, емдеу нәтижелерін жақсартады және пациенттерге күтім деңгейін жоғарылатады. Медицинада және оңалтуда виртуалды робототехниканы қолдану емдеу нәтижелерін жақсартуға, медициналық шығындарды азайтуға және пациенттердің өмір сүру сапасын жақсартуға көмектеседі. Медицинадағы бұл инновациялық бағыт денсаулық сақтауды жақсартуға жаңа мүмкіндіктер ашатын дамып, кеңеюін жалғастыруда.

2.6 Цифрлық егіздер (Digital Twin) және виртуалды робототехника

Қазіргі заманғы инженерия, өндіріс және робототехника салаларында цифрлық трансформация тереңдеп, виртуалды модельдеу технологиялары ерекше маңызға ие болуда. Осындай технологиялардың ішінде цифрлық егіз (Digital Twin) тұжырымдамасы алдыңғы қатарда тұр. Цифрлық егіз – бұл нақты физикалық объектінің, құрылғының немесе процестің виртуалды, цифрлық түрде жасалған дәл көшірмесі. Ол нақты уақыт режимінде физикалық жүйенің күйін бақылайды, симуляция жасайды, болжау жүргізеді және басқару шешімдерін оңтайландырады (2.4-сурет). Виртуалды робототехника саласында цифрлық егіздер роботтардың тиімділігін арттыруға, жобалау мен сынауды жеңілдетуге, қауіпсіздік деңгейін жоғарылатуға және автономды жүйелерді дамытуға зор әсерін тигізеді. Төменде осы технологияның мәні, робототехникадағы рөлі және қолдану салалары қарастырылады.

2.4-СУРЕТ. ЦИФРЛЫҚ ЕГІЗДЕР (DIGITAL TWIN) ЖӘНЕ ВИРТУАЛДЫ РОБОТОТЕХНИКА

Цифрлық егіз – нақты физикалық объект туралы деректерді, оның параметрлерін, мінез-құлқын және жұмыс логикасын виртуалды модельде біріктіретін кешенді цифрлық модель. Ол келесі мүмкіндіктерді қамтамасыз етеді:

- Физикалық объектінің жұмысын реалистік симуляциялау
- Объектінің жағдайын нақты уақыт режимінде бақылау
- Болашақ әрекеттерді болжау және талдау
- Қателерді ерте табу және алдын алу
- Басқару алгоритмдерін тестілеу және оңтайландыру
- Физикалық жүйемен үздіксіз синхрондалу Цифрлық егіздер көбіне IoT сенсорларымен, жасанды интеллект алгоритмдерімен, үлкен деректермен және виртуалды симуляция платформаларымен тығыз байланыста жұмыс істейді. Виртуалды робототехника – роботтардың қозғалысын, сенсорларын, басқару алгоритмдерін және қоршаған ортамен әрекеттесуін компьютерлік симуляцияда модельдейтін ғылым. Цифрлық егіздер осы виртуалды модельдеудің ең жетілген түрі болып табылады. Олар: роботтың физикалық нұсқасының дәл көшірмасы болуы, нақты уақиғаларды ескеретін динамикалық модель ретінде қызмет етуі, нақты роботтан алынған деректермен үздіксіз синхрондалуы арқылы ерекшеленеді. Осылайша, цифрлық егіз – тек статикалық модель емес, шынайы роботтың сандық түрде «тірі» нұсқасы. Цифрлық егіздер робот жасаудың бастапқы кезеңінде өте тиімді. Инженерлер роботтың құрылымын, кинематикасын, динамикасын, сенсорларын және бағдарламалық логикасын виртуалды ортада сынап, қателерді ерте анықтайды. Нәтижесінде: құрастыру шығындары азаяды, физикалық прототип санын қысқартуға болады, роботты тезірек іске қосу мүмкіндігі артады. Роботтарды басқару алгоритмдері (SLAM, навигация, манипуляция, тепе-теңдік, траектория жоспарлау) әдетте симуляцияда сынақтан өтеді. Цифрлық егіз бұл процесті жетілдіреді: алгоритмдердің шынайы ортаға жақындығын арттырады, виртуалды модель нақты роботтың физикасына дәл келеді, тәуекелсіз тәжірибе жасауға жол ашылады. Физикалық роботтағы сенсорлар (температура, ток күші, позиция, жүктеме, вибрация) ақпаратты цифрлық егізге жібереді. Бұл инженерлерге: роботтың күйін толық бақылауға, ақауларды ертерек анықтауға, роботтың жұмысын онлайн түрде оңтайландыруға мүмкіндік береді. Predictive Maintenance – Аварияны алдын ала болжау (2.5-сурет) Цифрлық егіздер арқылы роботтың болашақ тозуларын болжауға болады: мотордың қызып кетуі, редуктордың тозуы, аккумулятордың деградациясы, сенсор калибровкасының бұзылуы. Мұндай болжау жүйесі өндірістік роботтарды сенімді етеді және тоқтап қалу уақытын азайтады. Күшейтпелі оқыту (Reinforcement Learning), роботты үйретудің ең тиімді әдістерінің бірі, көп жағдайда виртуалды ортада жүргізіледі. Цифрлық егіздер: виртуалды тренажер ретінде, шынайы роботтың параметрлерін сақтайтын «оқыту алаңы» ретінде қызмет етеді.

2.5-СУРЕТ. БОЛЖАМДЫ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СХЕМАСЫ

RL агенті цифрлық егізде үйреніп, кейін нақты роботқа жақсы бейімделеді (Sim2Real Transfer). Роботтарды қайыпты ортада сынау қиын және қымбат. Цифрлық егіз бұл мәселені шешеді: биік температура, радиация, тар кеңістік, жоғары жылдамдықтағы өндіріс, апаттық жағдайлар сияқты сценарийлерді қауіпсіз симуляцияда тексеруге болады. Цифрлық егіздердің виртуалды робототехникадағы техникалық негіздері Физика қозғалтқыштары – Цифрлық егіздер роботтың қозғалысын реалистік түрде көрсету үшін физика қозғалтқыштарын қолданады:

- NVIDIA PhysX
- Bullet Physics
- ODE
- MuJoCo
- Havok Олар роботтың массасын, инерциясын, үйкелісін, қақтығыстарын және динамикасын есептейді. Сенсорларды виртуалды модельдеу - Цифрлық егіздегі сенсорлар нақты физикалық сенсорлардың толық көшірмесі:

- лидар
- камера
- IMU
- ультрадыбыстық сенсор
- күш моменті сенсорлары Бұл модельдер роботтың қабылдау жүйесін шынайы ортаға барынша жақын етеді. IoT және деректер синхрондауы - Физикалық роботтан цифрлық егізге деректер үздіксіз беріледі. Мысалы:
- нақты мотор жылдамдығы,
- температура картинасы,
- датчик көрсеткіштері,
- қуат тұтыну параметрлері. Мұндай синхрондау роботтың виртуалды және физикалық нұсқаларының «қосарланған» жұмысын қамтамасыз етеді. Жасанды интеллект интеграциясы цифрлық егіз жасанды интеллектпен біріктірілгенде жағдайды болжау мен оптимизация өте жоғары деңгейге жетеді:
- ақауларды алдын ала анықтау
- әрекеттерді болжау
- жолды оңтайландыру
- адаптивті басқару AI цифрлық егізді интеллектуалды жүйеге айналдырады. Цифрлық егіздердің артықшылықтары:
- Қауіпсіз және арзан тестілеу
- Роботты жасамай тұрып толық симуляциялау
- Оқытудың жоғары тиімділігі
- Өндірістік процестерді оптимизациялау
- Реалды уақыттағы басқару
- Жоғары дәлдікті болжау
- Жұмыс үзілістерін азайту Цифрлық егіздер (Digital Twin) технологиясы виртуалды робототехникада революциялық рөл атқарып отыр. Ол роботтардың виртуалды және физикалық әлемін біріктіріп, дамытудың жаңа мүмкіндіктерін ашады. Роботты жобалау, сынау, басқару, мониторинг және үйрету процестері әлдеқайда тиімді әрі қауіпсіз болады. Болашақта өндірістік роботтардан бастап автономды көліктерге дейінгі барлық роботтық жүйелер өздерінің виртуалды егіздерімен бірге жұмыс істейтін болады. Цифрлық егіз – заманауи робот жасаудың ажырамас бөлігі және робототехникадағы цифрлық трансформацияның басты құралдарының бірі.

3 ТАРАУ. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ЖӘНЕ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ

3.1 Виртуалды робототехникадағы жасанды интеллекттің рөлі

Қазіргі заманда робототехника мен жасанды интеллект (ЖИ) ғылымы қарқынды дамып, бұл екі бағыт бір-бірімен тығыз интеграцияланып келеді. Дәстүрлі роботтар физикалық ортада әрекет етсе, виртуалды роботтар цифрлық ортада модельденген, программалық түрде басқарылатын агенттер ретінде сипатталады. Виртуалды робототехника – бұл бағдарламалық роботтарды, цифрлық модельдер мен симуляциялық жүйелерді, виртуалды агенттерді зерттейтін сала. Осындай виртуалды ортада ЖИ-дің рөлі ерекше маңызды, себебі роботтардың қабілеті, икемділігі, автономдылығы мен үйрену жылдамдығы көбіне ЖИ алгоритмдеріне байланысты (3.1-сурет).

3.1-СУРЕТ. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІҢ ЖАҒАНДЫҚ НАРЫҒЫ ЖӘНЕ

цифрлық көрсеткіштері

ЖИ виртуалды роботтардың «миы» ретінде қызмет етеді. Ол келесі міндеттерді шешуге қолданылады: Виртуалды роботтар қоршаған ортаны модельденген сенсорлар арқылы «көреді». ЖИ әдістері, әсіресе компьютерлік көру (computer vision) мен үлгілерді тану (pattern recognition), мынадай тапсырмаларды орындайды:

- объектілерді тану;
- кедергілерді анықтау;
- карта құру;

- қозғалыс және траекторияны бақылау. Нейрондық желілер көмегімен робот виртуалды ортада күрделі визуалды ақпаратты өңдеп, қажетті шешім қабылдай алады. ЖИ-дің маңызды салаларының бірі – интеллектуалды агенттердің мінез-құлқын басқару. Виртуалды робот:
- мақсат қояды,
- әрекет жоспарын жасайды,
- бірнеше мүмкін шешімнің ішінен ең тиімдісін таңдайды,
- күтпеген жағдайларда стратегиясын өзгертеді. Мұндай жоспарлау көбіне машинамен оқыту, ықтималдықты модельдеу, күшейтпелі оқыту (reinforcement learning), эвристикалық алгоритмдер және логикалық шығару әдістері арқылы жүзеге асады. Виртуалды робототехникада ең жиі қолданылатын ЖИ тәсілі - күшейтпелі оқыту. Бұл әдісте робот:
- белгілі бір ортада әрекет жасайды,
- сол әрекеттер үшін «сыйақы» немесе «жаза» алады,
- уақыт өте тиімді стратегияны үйренеді. Мысалы, робот лабиринттен шығуды миллиондаған виртуалды тәжірибе арқылы үйренеді. Бұл процесті физикалық роботпен орындау үшін көп уақыт пен қаражат қажет болар еді. Виртуалды ортада робот тез үйренеді, ал үйренген модель кейін нақты роботқа көшуі мүмкін. Виртуалды роботтар пайдаланушымен табиғи тілде сөйлесе алады. Бұл жерде:
- табиғи тіл өңдеу (NLP),
- мәтінді түсіну,
- диалогтық жүйелер,
- контексті тану сияқты ЖИ әдістері қолданылады. Мысалы, виртуалды көмекші роботқа команда беру үшін «қорапты алып, оң жақ бұрышқа қой» деп айту жеткілікті. ЖИ виртуалды роботтың қозғалысын оптимизациялауда да қолданылады. Роботтың буын қозғалысын, жылдамдық, энергияны тұтыну және тепе-теңдік параметрлерін реттеу үшін ЖИ-ге негізделген басқару жүйелері пайдаланылады. Виртуалды робототехника көпқырлы болғандықтан, онда әртүрлі жасанды интеллект әдістері пайдаланылады. Солардың ішіндегі ең маңыздылары:
- Нейрондық желілер: Жоғары дәлдікпен тану, болжау және классификация жасауға мүмкіндік береді.
- Машиналық оқыту (Machine Learning): Роботтың әрекеттерін тәжірибе негізінде жақсартады.
- Күшейтпелі оқыту (Reinforcement Learning): Роботтың ұзақ мерзімді стратегиясын автоматты түрде үйретеді.
- Компьютерлік көру: Көру датчиктерінен алынған ақпаратты өңдейді.
- Генетикалық алгоритмдер: Оптимизация міндеттерін шешу үшін қолданылады.
- Талдау және болжау модельдері: Роботтың келесі әрекетін жоспарлауға көмектеседі. Виртуалды робототехника мен ЖИ-дің артықшылықтары:
- Шынайы роботты сындырудан гөрі виртуалды модельде ақауды таңып, түзету қауіпсіз.
- Жобалау мен тестілеудің айтарлықтай жеңілдеуі.
- Робот тәулік бойы миллиондаған симуляция орындап, үйренеді.
- Физикалық ортада қиын немесе қымбат болатын жағдайларды виртуалды ортада жылдам жасауға болады.
- Виртуалды агенттер адамға үйрету, кеңес беру, көмек көрсету үшін қолданылады. ЖИ көмегімен виртуалды роботтарды оқыту әдістері:
- Imitation Learning (еліктеп үйрену): Робот адам жасаған іс-әрекетті бақылап, соны қайталайды.
- Reinforcement Learning (күшейтпелі оқыту): Қоршаған ортамен әрекеттесу арқылы үйренеді.
- Transfer Learning (білімді көшіру): Бір виртуалды модельде үйренген дағдыны екіншісіне көшіру.
- Sim2Real әдісі: Виртуалды ортада үйренген модельді нақты роботқа көшіру. Бұл робототехникадағы ең маңызды бағыттардың бірі. Виртуалды робототехника мен ЖИ-дің шектеулері:
- Модельдің шынайылық деңгейі: Кейбір виртуалды симуляциялар толық шынайы болмауы мүмкін.
- ЖИ-дің қателіктері: Алгоритмнің қате үйренуі нақты роботта дұрыс емес әрекеттерге әкелуі мүмкін.
- Есептеу ресурстарының көптігі: Күрделі симуляциялар мен нейрондық желілер үлкен қуатты компьютерді қажет етеді.
- Адам - робот қарым-қатынасындағы түсінбеушілік: Тілдік модельдер кейде контексті дұрыс түсінбеуі мүмкін. Алдағы жылдары виртуалды робототехника мен ЖИ-дің интеграциясы одан әрі тереңдей түседі. Болашақтағы даму перспективалары. Перспективалық бағыттар:
- Гипершынайы симуляциялар: Нақты әлемге өте жақын сызба, динамика және физика моделдері.

- Толық автономды виртуалды агенттер: Өздігінен үйренетін, күрделі тапсырмаларды орындайтын агенттер.
- Робот - цифрлық егіз технологиясы: Физикалық роботтың виртуалды көшірмесі нақты уақыт режимінде әрекет етіп, диагностика жүргізеді.
- Құрама ЖИ жүйелері: Компьютерлік көру, NLP, логика және эмоциялық интеллектті біріктіру.
- Білім беру саласындағы революция Мектептерде виртуалды роботтар арқылы робототехниканы оқыту стандартқа айналуы мүмкін. Жасанды интеллект виртуалды робототехникада шешуші рөл атқарады. Ол роботтардың қоршаған ортаны түсінуін, тиімді шешім қабылдауын, әрекеттерін жоспарлауын және үздіксіз үйренуін қамтамасыз етеді. Виртуалды модельдеу арқылы роботтарды жедел, қауіпсіз және арзан түрде дамытуға мүмкіндік бар. Бұл технологиялар білім беру, өндіріс, медицина, қауіпсіздік және ғылым сияқты көптеген салаларда кеңінен қолданылып келеді. Алдағы уақытта ЖИ мен виртуалды робототехниканың дамуы роботтардың ақылды, автономды және тиімді болуына жол ашады. Бұл өз кезегінде қоғамның цифрлық трансформациясына үлкен үлес қосады. Жасанды интеллекттің (ЖИ) қолдану салалары өте көп. Қазіргі таңда ол білім беру, медицина, өндіріс, көлік, қаржы және күнделікті өмірде кеңінен қолданылады. Негізгі қолдану салалары төмендегідей (3.2-сурет):
- Білім беру: Онлайн оқыту платформалары; Автоматты тест тексеру; Жеке оқу траекториясын құру; Виртуалды мұғалімдер мен чат-боттар; Оқу материалдарын дайындау.
- Медицина: Ауруларды ерте анықтау; Медициналық суреттерді талдау; Дәрі-дәрмек жасауға көмектесу; Науқастарды бақылау жүйелері; Робот-хирургия.
- Өнеркәсіп және өндіріс: Өндірістік роботтар; Ақауларды автоматты анықтау; Өндіріс процесін оңтайландыру; Қауіпсіздікті бақылау.
- Көлік және логистика: Автопилот жүйелері; Жол қозғалысын талдау; Жүк тасымалын жоспарлау; Дрондар мен ақылды навигация.
- Қаржы саласы: Алаяқтықты анықтау; Онлайн банкинг қызметтері; Несие тәуекелін бағалау; Сауда-саттық болжамдары.
- Ауыл шаруашылығы: Егін жағдайын бақылау; Ақылды суару жүйелері; Өнімділікті болжау; Мал шаруашылығын бақылау.
- Қауіпсіздік және қорғаныс: Бет-әлпетті тану; Бейнебақылау жүйелері; Киберқауіпсіздік; Төтенше жағдайларды болжау.
- Сауда және бизнес: Клиенттерге ұсыныстар беру; Онлайн кеңесшілер; Нарықты талдау; Жарнаманы автоматтандыру.
- Күнделікті өмір: Дауыс көмекшілері; Ақылды үйлер; Аударма бағдарламалары; Фото және видео өңдеу.
- Ойын-сауық саласы: Музыка мен видео ұсыну; Компьютерлік ойындардағы интеллект; Фильмдерге арнайы эффектілер жасау. Жасанды интеллекттің басты мақсаты - адамның жұмысын жеңілдету, уақытты үнемдеу және тиімділікті арттыру.

3.2-СУРЕТ. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУ САЛАЛАРЫ

3.2 Виртуалды роботтарды басқару интерфейстері

Қазіргі заман робототехникасында ерекше маңызы бар бағыттардың бірі. Роботтық жүйелердің күрделенуіне байланысты оларды тікелей физикалық ортада сынау әрқашан тиімді немесе қауіпсіз бола бермейді. Сондықтан виртуалды ортада роботтарды модельдеу, басқару және түрлі сценарийлерді тексеру кең таралған тәжірибеге айналып отыр. Виртуалды роботтарды басқару интерфейстері пайдаланушы мен симуляциялық робот арасындағы байланысты жүзеге асыратын құралдар жиынтығын білдіреді. Бұл интерфейстер роботтың әрекеттерін бақылауға, басқаруға, датчиктер көрсеткішін көруге, алгоритмдерді сынауға мүмкіндік береді және роботты жасаудың барлық кезеңінде маңызды рөл атқарады. Виртуалды роботты басқару интерфейстерінің негізгі мақсаты - роботтың бағдарламалық бөлігін, қозғалысын және сенсорлық жүйелерін нақты құрылғыны қолданбай-ақ зерттеу. Мұндай тәсіл әсіресе қымбат жабдықтармен жұмыс істеуде немесе қауіпті ортадағы әрекеттерді модельдеуде тиімді. Виртуалды ортада жасалған кез келген қате физикалық зақым келтірмейді, сондықтан инженерлер мен білім алушылар әртүрлі эксперименттерді қауіпсіз және еркін орындай алады. Сонымен қатар, виртуалды интерфейстер нақты роботты құрастыруға дейін оның мүмкіндіктерін бағалауға, тиімсіз шешімдерді түзетуге және уақыт пен қаражатты үнемдеуге мүмкіндік береді. Қазіргі таңда виртуалды роботтарды басқаруға арналған интерфейстердің бірнеше түрі кеңінен қолданылады. Ең жиі кездесетіні – графикалық интерфейс немесе GUI. Мұндай интерфейсте робот 2D немесе 3D модель түрінде көрсетіліп, басқару элементтері арқылы оның қозғалысы, бұрылу бұрышы, жылдамдығы, манипулятор буындарының қалпы өзгертіледі. GUI қолданушыға ыңғайлы, әрі көрнекі болғандықтан, білім беру процесінде, оқыту тренажерларында және зертханалық жұмыстарда өте тиімді. Мысалы, Gazebo, Webots, CoppeliaSim секілді симуляторлар графикалық интерфейстерді кең көлемде қолданады.

Командалық жол интерфейсі (CLI) - виртуалды роботты басқарудың келесі түрі. Бұл интерфейсте робот текстік командалар арқылы басқарылады. CLI визуалды элементтерді қажет етпегендіктен, ресурсты аз тұтынады және автоматтандыру мүмкіндігін кеңейтеді. Инженерлер робот қозғалысын басқару немесе деректерді өңдеу үшін арнайы скрипттер жазып, күрделі тәжірибелерді жылдам орындай алады. Әсіресе ROS сияқты роботтық жүйелерде CLI құралдары маңызды орын алады. Бағдарламалау интерфейстері (API) виртуалды роботтардың мүмкіндіктерін кеңейтетін ең қуатты құралдардың бірі. API арқылы пайдаланушы Python, C++, Java сияқты тілдерде код жаза отырып, роботтың қозғалысын, сенсорларын және интеллекттік алгоритмдерін басқара алады. Бұл интерфейстер роботтың автономды әрекеттерін жасау, жасанды интеллект алгоритмдерін енгізу және машиналық көру жүйелерін дамыту үшін өте қолайлы. API негізіндегі басқару нақты роботты дайындауға жақын тәжірибе береді және бағдарламашылар үшін ең икемді тәсіл болып саналады. Қазіргі заманның жылдам дамып келе жатқан трендтері - виртуалды және толықтырылған шындық (VR/AR) интерфейстері. VR технологиясында пайдаланушы арнайы көзілдірік және басқару құрылғыларын қолдана отырып толық виртуалды ортаға енеді, сол жерде роботты тікелей шынайыдай сезініп басқарады. Бұл тәсіл әсіресе білім беру мен тренажерлік жүйелерде кең қолданылады, мысалы, операторларды үйрету немесе қауіпті жұмыстарды орындауды моделдеу. AR технологиясында робот туралы ақпарат нақты кеңістікке қабат ретінде қосылып көрсетіледі. Пайдаланушы роботтың қозғалыс траекториясын, датчик көрсеткіштерін немесе жұмыс аймағындағы кедергілерді тікелей шын әлемнің үстінен көре алады. Мұндай интерфейстер болашақта роботтарды қашықтан басқару саласында да үлкен рөл атқарады. Сонымен қатар дауыстық және жесттік басқару интерфейстері де зерттелуде. Дауыстық интерфейстер роботқа табиғи тілде командалар беруге мүмкіндік берсе, жест арқылы басқару адамның қозғалыстары мен ишараларын тану жүйелеріне сүйенеді. Мұндай интерфейстердің негізгі артықшылығы - басқарудың интуитивті және қолжетімді тәсілі. Виртуалды роботтарды басқару интерфейстерінің архитектурасы бірнеше маңызды компоненттерден тұрады. Оның негізінде симуляция ядросы орналасады. Бұл ядро физикалық заңдарды өңдеп, роботтың қозғалысын, соқтығысуын, массасын, үйкелісін және басқа да параметрлерін есептейді. Роботтың виртуалды моделі де осы ядро құрамында орналасып, оның геометриясы, қозғалтқыштары, сенсорлары және алгоритмдері нақты әлем заңдылықтарына барынша жақын етіп жасалады. Пайдаланушы интерфейсі роботтың жай-күйін көрнекі түрде көрсетеді, ал байланыс модульдері API немесе ROS арқылы деректер алмасуды қамтамасыз етеді. Виртуалды интерфейстердің артықшылықтары өте көп. Ең алдымен, бұл - қауіпсіздік. Қателік жасалған жағдайда ешқандай құрал бұзылмайды, адамға да, ортаға да қауіп төнбейді. Экономикалық жағынан да тиімді, себебі симуляторлар арқылы роботтың толық прототипін жасауға болады. Виртуалды ортада алгоритмдерді тез өзгертіп, қайталама сынақтардан өткізуге болады. Сондай-ақ виртуалды интерфейстер оқыту үшін таптырмас құрал: Білім алушылар робототехниканың негіздерін нақты роботсыз-ақ меңгере алады. Виртуалды роботтарды басқару интерфейстері түрлі салаларда кең қолданылады. Өнеркәсіпте роботтардың жұмыс траекторияларын алдын ала тексеру, өндірістік желілердегі роботтардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін пайдаланылады. Медицинада роботтық хирургия тренажерлары хирургтердің қол дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді. Автономды көліктер саласында жол қозғалысын модельдеу, әртүрлі ауа райы мен жағдайларды тексеру үшін виртуалды орталар маңызды. Ғылыми зерттеулерде жасанды интеллект пен компьютерлік көру алгоритмдері виртуалды роботтар негізінде сынақтан өткізіледі. Виртуалды роботтарды басқару интерфейстері робототехниканың қазіргі даму кезеңінде аса маңызды орын алады. Олар роботтарды жобалау, басқару, бағдарламалау және оқыту процестерін жеңілдетіп, қауіпсіз, тиімді және қолжетімді ортаны қамтамасыз етеді. Болашақта VR/AR, жасанды интеллект, сенсорлық технологиялар одан әрі дамыған сайын виртуалды басқару интерфейстері робототехника саласының ажырамас бөлігіне айналып, жаңа мүмкіндіктерді ашатыны сөзсіз.

3.3 Виртуалды робототехника платформаларының салыстырмалы талдауы

Роботтарды жобалау, сынау және басқару процесінде қолданылатын әртүрлі симуляциялық орталардың мүмкіндіктерін, артықшылықтары мен шектеулерін анықтауға бағытталған маңызды зерттеу болып табылады. Қазіргі таңда робототехника жылдам дамып жатқан сала болғандықтан, нақты роботтарды құруға дейін олардың виртуалды үлгілерін сынау аса қажет. Бұл уақытты, қаржыны және ресурс шығынын азайтады, сондай-ақ алгоритмдердің жұмысын қауіпсіз ортада тексеруге мүмкіндік береді. Әлемдік тәжірибеде кең қолданылатын негізгі виртуалды платформаларға Gazebo, Webots, CoppeliaSim (V-REP), Microsoft AirSim, Unity негізіндегі симуляторлар және ROS-пен интеграцияланатын өзге де орталар жатады. Олардың әрқайсысы функционалдығы, интерфейсі, физика моделдеу сапасы, қолдану қарапайымдылығы және роботтық жүйелермен сәйкестігі жағынан ерекшеленеді. Gazebo – робототехника саласындағы ең танымал симуляциялық орталардың бірі. Ол ROS жүйесімен толық интеграцияланған, бұл роботтың сенсорлары мен қозғалыс жүйелерін нақты әлемге өте жақын модельдеуге мүмкіндік береді. Gazebo-ның басты артықшылықтарының бірі – физикалық моделдеу дәлдігі: қозғалтқыш моменттері, соқтығысулар, үйкеліс күштері және робот массаға негізделген нақты динамикамен жұмыс істейді. Сонымен қатар платформа көптеген дайын робот модельдерін және 3D орта кітапханаларын ұсынады. Алайда оның интерфейсі күрделі, жаңа бастаған қолданушыларға үйрену қиынырақ болуы мүмкін, әрі жүйе ресурстарын көп тұтынады. Webots – білім беру және ғылыми зерттеулерде кең тараған виртуалды робототехника платформасы. Бұл ортаның негізгі ерекшелігі – қолданудағы қарапайымдылық және графикалық

интерфейстің ыңғайлылығы. Webots көптеген робот моделдерін, сенсор түрлерін және орталарды алдын ала дайын күйде беретіндіктен, пайдаланушы көбіне тек алгоритмді жазуға көңіл бөле алады. Физика модельдеу сапасы жоғары болғанымен, Gazebo-ға қарағанда күрделі өнеркәсіптік роботтарды модельдеуде шектеулері бар. Артықшылығы – Python, C++, Java және MATLAB тілдерінде бағдарламалауға мүмкіндік беретін икемді API. CoppeliaSim (V-REP) – модульдік құрылымымен ерекшеленетін қуатты симулятор. Оның ең басты ерекшелігі – әрбір робот компоненті жеке модуль ретінде жұмыс істей алатындықтан, күрделі роботтық жүйелерді модельдеу жеңілдетіледі. Көптеген кірістірілген сенсорлар, робот манипуляторлары және мобильді платформалар бар. Бұл ортада Lua скрипттері арқылы робот әрекеттерін тікелей симуляция ішінде басқаруға болады. CoppeliaSim-нің физика қозғалтқыштары бірнеше нұсқадан тұрады (Bullet, ODE, Newton), сондықтан зерттеуші нақты мақсатқа сай қозғалтқыш түрін таңдай алады. Дегенмен интерфейсін күрделі және жүйедегі көптеген параметрлер жаңа қолданушыларды шатастыруы мүмкін. Microsoft AirSim – негізінен дрондар мен автономды көліктерге арналған жоғары дәлдікті симуляция ортасы. Ол Unreal Engine графикалық платформасына негізделгендіктен, визуализация сапасы өте жоғары: жарық, көлеңке, ауа райы, камера эффектілері нақты әлемге барынша жақын. AirSim автономды көлік жүйелерін, компьютерлік көру алгоритмдерін және жасанды интеллект әдістерін сынауға ыңғайлы. Бірақ ол жалпы робототехникаға емес, көбіне әуе және жер үсті көліктеріне бағытталғандықтан, әмбебап платформа болып саналмайды. Unity және Unreal Engine негізіндегі роботтық симуляторлар жыл сайын кеңінен таралып келеді. Бұл платформалар ойын қозғалтқыштарына негізделгенімен, олардың визуалды мүмкіндіктері, үлкен орта кітапханалары және физикалық модельдеу жүйелері робототехникада қолдануға өте қолайлы. Unity-де роботтарды симуляциялау үшін Unity Robotics Hub секілді құралдар ұсынылады, ал Unreal Engine-де AirSim сияқты модульдер бар. Бұл орталардың басты артықшылығы – пайдаланушы өте күрделі 3D әлемдерді, адамдар, көліктер, табиғи құбылыстар бар үлкен сценаларды оңай жасай алады. Алайда дайын робот модельдерінің аздығы және кейбір физика аспектілерінің қарапайымдылығы нақты робот динамикасын толық қайталай бермейді. Платформаларды салыстыру кезінде олардың ROS жүйесімен байланысы үлкен рөл атқарады. Gazebo – ROS-пен ең тығыз интеграцияланған орталардың бірі, сондықтан роботтың нақты датчиктерін, қозғалтқыштарын және басқару алгоритмдерін ROS арқылы басқару мүмкіндігі кең. Webots та ROS2 интеграциясын ұсынады, бірақ ол Gazebo-ға қарағанда шектеулі. CoppeliaSim ROS-пен де, сыртқы API-мен де жұмыс істей алады, бұл оны өте икемді етеді. Ал Unity немесе AirSim ROS байланысын қосымша плагиндер арқылы қамтамасыз етеді. Жалпы платформалардың артықшылықтары мен кемшіліктерін қорытындылайтын болсақ, Gazebo күрделі ғылыми жобаларға, әсіресе мобильді роботтарға өте қолайлы. Webots білім беру мен прототип жасауда тиімді. CoppeliaSim манипуляторлар мен көпмодульді роботтарды модельдеу үшін ең қолайлы орталардың бірі. AirSim автономды дрондар мен көліктерді зерттеуде теңдессіз. Unity/Unreal негізіндегі симуляторлар визуалды реализм мен масштабты виртуалды әлемдер қажет болған жағдайда таңдалады. Осылайша, виртуалды робототехника платформаларының әрқайсысы нақты қолдану мақсатына, робот түріне, жүйенің күрделілігіне және зерттеушінің талаптарына байланысты таңдалады. Бірде-бір платформа барлық бағытта мінсіз емес, сондықтан робот жасау процесінде бірнеше ортаны қатар қолдану жиі кездеседі. Салыстырмалы талдау нәтижесінде зерттеушілер мен инженерлер нақты мақсатқа ең тиімді платформаны дұрыс таңдай алады, бұл робототехникадағы жобалардың жылдам әрі сапалы орындалуына мүмкіндік береді.

3.4 Виртуалды робототехника саласындағы сәтті жобалардың мысалдары

Виртуалды робототехника саласындағы сәтті жобалардың бірнеше мысалдары: RoboCup – бұл 1997 жылдан бастап жыл сайын өткізіліп келе жатқан роботтар арасындағы Халықаралық футбол жарысы. Жарыстың мақсаты-робототехника және жасанды интеллект саласындағы зерттеулерге жәрдемдесу, сондай-ақ футболдағы адамдармен бәсекелесуге қабілетті автономды роботтарды әзірлеу. Бұл жоба робототехниканың дамуын және білім алушыларды осы салада оқытуды ынталандырады. RoboCup негізгі бағыттары мыналарды қамтиды:

- RoboCup Soccer: роботтар арасындағы футбол жарысы, онда командалар арнайы курстарда футбол ойнау үшін дербес роботтарды әзірлейді және бағдарламалайды.
- RoboCup Rescue: құтқару жарыстары, онда жұмыс апатты жағдайларды имитациялайтын жағдайларда зардап шеккендерді автономды түрде тауып, құтқаруы керек.
- Robocup@Home: Роботтар үйді күтіп ұстауға және адамдарға күнделікті тапсырмаларды орындауға байланысты әртүрлі тапсырмаларды орындайтын жарыстар.
- Robocup Industrial: роботтарды өнеркәсіпте қолдануға және өндірістік процестерді автоматтандыруға бағытталған жаңа бағыт. RoboCup – бұл робототехника саласындағы жаңа технологияларды дамыту, зерттеушілер мен білім алушылар арасында білім мен тәжірибе алмасу үшін маңызды алаң, сонымен қатар жалпы жұртшылықтың ғылым мен техникаға деген қызығушылығын оятады. V-REP – Virtual Robot Experimentation Platform (VRP) – виртуалды ортада роботтарды модельдеуге, модельдеуге және басқаруға арналған бағдарламалық құрал. Оны Coppelia Robotics әзірлеген және әртүрлі робототехникалық қолданбаларды жасау және сынау үшін құралдар мен мүмкіндіктердің кең ауқымын ұсынады. V-REP негізгі мүмкіндіктері мыналарды қамтиды:

- Робот модельдерін жасау: V-RAP роботтардың әртүрлі түрлерінің үш өлшемді модельдерін, соның ішінде манипуляторларды, Доңғалақты және аяқты роботтарды, сондай-ақ дрондарды және басқаларын жасауға арналған құралдарды ұсынады.
- Бағдарламалау және басқару: Пайдаланушылар роботтардың мінез-құлқы мен басқаруын кіріктірілген сценарий тілі (Lua) арқылы, сондай-ақ Python, C++, Java және басқа тілдердегі API көмегімен бағдарламалай алады.
- Физикалық өзара әрекеттесуді модельдеу: V-REP физикалық өзара әрекеттесуді, соның ішінде соқтығысуды, ауырлық күшін, үйкелісті және объектілердің динамикасын шынайы модельдеуді қамтамасыз етеді.
- Сенсорлармен және актуаторлармен жұмыс: пайдаланушылар қоршаған ортамен өзара әрекеттесу үшін V-REP ортасына әртүрлі сенсорларды (камералар, лидар, қашықтық сенсорлары және т.б.) және актуаторларды (қозғалтқыштар, серво және т. б.) қоса алады.
- Басқару алгоритмдерін әзірлеу және сынау: GREP көмегімен роботты басқару алгоритмдерін әртүрлі жағдайларда және сценарийлерде жасауға және тексеруге болады.
- Басқа платформалармен Интеграция: V-REP басқа Даму орталарымен және робототехника платформаларымен, мысалы, robot Operating System (ROS), оның функционалдығы мен мүмкіндіктерін кеңейте алады. V-REP өзінің икемділігі, қуатты мүмкіндіктері және интуитивті интерфейсі арқасында академиялық және өндірістік зерттеулерде, робототехникалық жүйелерді оқыту мен дамытуда кеңінен қолданылады.

ROS (Robot Operating System) - робототехникалық қосымшаларды әзірлеуге арналған икемді платформа. Ол роботтық бағдарламалық жасақтаманы құруға арналған құралдар мен кітапханалар жиынтығын ұсынады, сонымен қатар роботты модельдеу мен виртуалды модельдеуді қолдайды. Gazebo - роботтарды сынау және оқыту үшін виртуалды орталарды жасауға мүмкіндік беретін робот тренажері. Ол ROS-пен біріктірілген және физикалық өзара әрекеттесуді модельдеуге және басқару алгоритмдерін жасауға кең мүмкіндіктер береді. Webots - роботтарды модельдеуге және модельдеуге арналған тағы бір танымал платформа. Ол робототехникалық қосымшаларды сынауға және дамытуға болатын виртуалды ортаны құруға арналған құралдарды ұсынады. Unity және Unreal Engine - бұл Робототехника үшін модельдеу және виртуалды орта жасау үшін қолданылатын ойын қозғалтқыштары. Олар графикалық реализмнің жоғары дәрежесін және интерактивті қосымшаларды әзірлеудің қуатты құралдарын ұсынады. Виртуалды робототехника жобаларының бірінің тағы бір мысалы: Жобаның атауы: «Білім алушыларға арналған робототехниканы виртуалды оқыту» Жоба сипаттамасы: бұл жоба робототехника білім алушылары үшін виртуалды оқыту ортасын құруға бағытталған. Орта-виртуалды зертханалық сынып, онда білім алушылар роботтардың әртүрлі түрлерімен тәжірибе жасай алады, оларды бағдарламалайды және басқару алгоритмдерін тексере алады. Жобаның мақсаттары:

1. Робототехника бойынша оқытудың қолжетімділігін арттыру: виртуалды ортаны құру білім алушыларға физикалық роботтар мен зертханалық жабдықтарға қол жеткізуді қажет етпей, кез келген жерде және кез келген уақытта робототехниканы үйренуге мүмкіндік береді.
2. Практикалық дағдыларды дамыту: Білім алушылар виртуалды ортада әртүрлі тапсырмалар мен эксперименттерді орындау арқылы роботтарды бағдарламалау мен басқаруда практикалық дағдыларды ала алады.
3. Басқару алгоритмдерін зерттеу: виртуалды орта білім алушыларға роботтарды басқару алгоритмдерін тексеруге және оңтайландыруға, сондай-ақ олардың мінез-құлқын әртүрлі жағдайлар мен сценарийлерде зерттеуге мүмкіндік береді.
4. Ынтымақтастық және білім алмасу: жоба білім алушылар мен оқытушылар арасында ынтымақтастық пен білім алмасуға, сондай-ақ жаңа оқу материалдары мен жобаларын құруға және бірлесіп әзірлеуге мүмкіндік береді. Қолданылатын технологиялар: жобаны жүзеге асыру үшін V-REP, Gazebo немесе Webots сияқты роботтарды модельдеу және модельдеу бағдарламалық платформаларын, сондай-ақ Unity, Unreal Engine және арнайы білім беру платформаларын қоса алғанда, виртуалды оқыту орталарын әзірлеу құралдарын пайдалануға болады. Күтілетін нәтижелер: жоба білім алушыларға робототехника негіздерін жақсы түсінуге және меңгеруге, практикалық дағдыларды дамытуға және болашақта нақты инженерлік мәселелерді шешуге дайындалуға көмектесетін интерактивті және қызықты оқу ортасын жасайды деп күтілуде. Бұл жобалар виртуалды робототехниканың бәсекелестік пен білімнен бастап робототехникалық қосымшаларды әзірлеу және сынау құралдарына дейінгі әртүрлі аспектілерін ұсынады. Олар робототехниканы дамыту және зерттеу үшін виртуалды орта ұсынатын мүмкіндіктердің кең ауқымын көрсетеді.

4 ТАРАУ. ҚАУІПСІЗДІК, ЭТИКА ЖӘНЕ ҚОҒАМ

4.1 Виртуалды робототехниканың этикалық мәселелері

Виртуалды робототехника, басқа технологиялар сияқты, назар аударуды және талқылауды қажет ететін бірқатар этикалық мәселелерді тудырады. Төменде олардың кейбіреулері келтірілген: Деректердің қауіпсіздігі және құпиялылығы: виртуалды робототехниканың дамуымен деректердің қауіпсіздігі мен қорғалуы туралы сұрақтар туындайды. Виртуалды жүйелер жинайтын жеке ақпараттың қауіпсіздігін қалай қамтамасыз етуге болады және бұл деректерге рұқсатсыз қол жеткізуді қалай болдырмауға болады? Автономды жүйелердің тәуекелдері: адамның тікелей бақылауынсыз шешім қабылдауға және әрекет етуге қабілетті автономды роботтарды дамыту олардың әрекеттері үшін жауапкершілігі туралы сұрақтар туғызады. Қателер немесе зақымданулар сияқты автономды жүйелердің ықтимал теріс әсерін қалай болдырмауға болады? Қауіпсіздік мәселелері және жасанды интеллект этикасы: виртуалды роботтар, әсіресе жасанды интеллектті қолданатындар, олардың шешім қабылдау және адамдардың өміріне әсер ету қабілетіне қатысты алаңдаушылық тудыруы мүмкін. Бұл жүйелердің этикалық тұрғыдан жасалуын және қолданылуын қалай қамтамасыз етуге болады? Қол жетімділік және теңдік: қол жетімділік пен теңдік мәселелері виртуалды технологияны қолдану аясында туындайды. Халықтың барлық топтары үшін осы технологияларға қол жеткізуді қалай қамтамасыз етуге және жаңа цифрлық алшақтықтардың алдын алуға болады? Денсаулық пен әл-ауқатқа әсері: виртуалды шындық және басқа технологиялар адамдардың денсаулығы мен әл-ауқатына әсер етуі мүмкін. Осы технологиялардың ықтимал теріс салдарын ескере отырып, олардың қауіпсіз және этикалық қолданылуын қалай қамтамасыз етуге болады? Бұл этикалық мәселелер виртуалды робототехниканы әзірлеу және пайдалану процесінде көтеріледі және оларды шешу қоғамның, үкіметтік ұйымдардың, технологиялық компаниялардың және басқа да мүдделі тараптардың қатысуын талап етеді. Тиісті нормативтік және этикалық стандарттарды талқылау және әзірлеу тәуекелдерді азайтуға және виртуалды робототехниканың пайдасын барынша арттыруға көмектеседі. Виртуалды робототехникаға қатысты этикалық сұрақтарға жауап ретінде қоғам мен ғылыми қауымдастық принциптер мен нұсқаулар жиынтығын әзірлеу және енгізу үшін жұмыс істеуде. Этикалық дилеммаларды шешудің кейбір ықтимал жауаптары мен тәсілдері: Деректердің қауіпсіздігі және құпиялылығы:

- Деректерді қорғау және құпиялылық бойынша заңнамалар мен стандарттарды әзірлеу.
- Деректерді жинау мен пайдаланудағы ашықтық, сондай-ақ пайдаланушылардың оларды пайдалануға келісімі.
- Деректерді шифрлау және анонимизациялау сияқты техникалық қауіпсіздік шараларын әзірлеу. Автономды жүйелердің тәуекелдері:
- Автономды жүйелерді құру және пайдалану үшін этикалық кодекстерді әзірлеу.
- Автономды жүйелерге жауапкершілік пен шешім қабылдау тетіктерін енгізу, сондай-ақ адамның бақылауы мен араласу мүмкіндігі.
- Жасанды интеллект этика және адамгершілікке үйрету. Жасанды интеллект этикасы:
- Жасанды интеллектті әзірлеу және пайдалану үшін нормативтік негіздер мен этикалық нұсқаулықтар жасау.
- Машиналық оқыту және шешім қабылдау алгоритмдерінің ашықтығы мен түсіндірілуін қамтамасыз ету.
- Жасанды интеллекттің моральдық және әлеуметтік әсері саласындағы зерттеулерді ілгерілету. Жұмыс және жұмыс күшін ауыстыру:
- Автоматтандыруға байланысты жұмыс орындарын жоғалтқандар үшін қайта даярлау және оқыту бағдарламаларын дамыту.
- Виртуалды робототехниканың дамуына байланысты жаңа жұмыс орындары мен мүмкіндіктер құру.
- Автоматтандыруға байланысты жұмысынан айырылғандар үшін әлеуметтік қорғау және табыс кепілдігі мәселелерін талқылау. Қол жетімділік және теңдік:
- Халықтың барлық топтары үшін технологиялар және оларға қол жеткізу саласындағы сауаттылықты арттыру бағдарламаларын дамыту.
- Виртуалды робототехника технологиялары үшін қолжетімді баға үлгілерін жасау.
- Инфрақұрылым мен білім беру бағдарламаларын дамыту арқылы цифрлық теңсіздікті жоюға жәрдемдесу. Денсаулық пен әл-ауқатқа әсері:
- Виртуалды робототехниканың денсаулық пен психологиялық әл-ауқатқа әсері туралы зерттеулер жүргізу.
- Виртуалды технологияларды қауіпсіз пайдалану бойынша ұсыныстар әзірлеу және олардың таралуын бақылау.

- Виртуалды робототехниканы дұрыс пайдалану мен қабылдауға бағытталған білім беру және қолдау бағдарламаларын қолдау және дамыту. Бұл жауаптар мен тәсілдер үкіметтерді, технологиялық компанияларды, қоғамды және академиялық қауымдастықты қоса алғанда, әртүрлі мүдделі тараптардың пікірлері мен мүдделерін ескере отырып әзірленуі керек. Олар сондай-ақ технологияның қарқынды дамуын және олардың қоғамға ықтимал салдарын ескеруі керек.

4.2 Виртуалды робототехникаға қатысты қауіпсіздік мәселелері

Виртуалды робототехникаға қатысты қауіпсіздік мәселелері қазіргі цифрлық инженерия мен автоматтандыру саласында өзекті тақырыптардың біріне айналып отыр. Виртуалды робототехника физикалық роботтарды модельдеу, басқару және сынақтан өткізу үшін қолданылатындықтан, оның қауіпсіздік деңгейі тек бағдарламалық ортаға ғана емес, роботтың нақты әлемдегі әрекеттеріне де тікелей әсер етеді. Виртуалды модельдеу жүйелерінің күрделілігі артқан сайын олардың қауіпсіздікке байланысты тәуекелдері де күшейіп келеді. Бұл мәселелер кибершабуылдардан бастап, модельдеу қателіктеріне, алгоритмдердің дұрыс жұмыс істемеуіне және адам-машина өзара әрекетінің сенімділігіне дейін көптеген аспектілерді қамтиды. Виртуалды робототехникадағы ең маңызды қауіпсіздік қатерлерінің бірі – киберқауіптер. Симуляциялық орталар желілік байланыс, API интерфейстері, бұлттық серверлер және сыртқы басқару жүйелерімен тығыз интеграцияланған. Мұндай байланыс арналары бұзылса немесе зиянды код енгізілсе, виртуалды ортадағы роботтың әрекетін өзгертіп, нақты роботқа шабуыл жасау мүмкіндігі туындайды. Мысалы, симуляциялық платформаға кіру құқығын иеленген хакер роботтың қозғалыс траекториясын бұрып, өндірістік желіге қауіп төндіруі немесе автономды көліктердің тестілеу ортасына зиян келтіруі ықтимал. Көп жағдайда виртуалды робототехника зертханаларында қауіпсіздікке аз мән беріледі, себебі олар физикалық зақым келтірмейді деген түсінік бар. Алайда симуляция арқылы нақты жүйелерге әсер ету тәуекелі жоғары, сондықтан киберқауіпсіздік шаралары міндетті түрде қолданылуы керек. Қауіпсіздіктің тағы бір маңызды аспектісі – модельдеу қателері. Виртуалды ортада роботтың физикалық қасиеттері, динамикасы, сенсорлары мен қозғалыс алгоритмдері нақты әлеммен толық сәйкес келмей қалуы мүмкін. Мұндай сәйкессіздік роботтың нақты ортада күтпеген әрекет жасауына әкеледі. Мысалы, виртуалды симулятор үйкеліс коэффициентін немесе жүктеме әсерін дұрыс есептемесе, робот нақты өмірде қауіпті жылдамдықпен қозғалып, адамға немесе жабдыққа зиян келтіруі мүмкін. Сондықтан симуляцияның физикалық дәлдігі, сенсорлық деректердің нақты модельденуі және алгоритмдердің дұрыс тексерілуі қауіпсіздіктің ажырамас бөлігі болып табылады. «Цифрлық егіз» технологиясының дамуы бұл мәселені азайтқанымен, модель мен шынайы орта арасындағы айырмашылықты толық жоя алмайды. Адам – робот өзара әрекеті де виртуалды робототехникадағы қауіпсіздік мәселелерінің бірі болып саналады. Виртуалды тренажерлар мен оқу жүйелерінде операторлар роботтарды басқаруды үйренеді, ал басқару интерфейсіндегі қателіктер олардың дұрыс емес дағды қалыптастыруына себеп болуы мүмкін. Егер виртуалды ортада роботтың қауіпті әрекеттері көрсетілмесе немесе жүйе қателіктерді жеңілдетіп жіберсе, оператор нақты роботпен жұмыс істегенде тәуекел деңгейін дұрыс бағаламауы мүмкін. Сонымен қатар VR/AR интерфейстер арқылы роботты басқару кезінде пайдаланушының назарын адастыратын элементтер немесе визуалды кешігулер қауіп тудыруы ықтимал. Бұл технологиялар адам психологиясына әсер етіп, ақпаратты қабылдау жылдамдығын төмендетуі немесе қозғалыс үйлесімділігін бұзуы мүмкін. Қауіпсіздік мәселелерінің бір бөлігі – деректердің тұтастығы және сенімділігі. Виртуалды симуляторлар үлкен көлемдегі сенсорлық деректерді, лог-файлдарды, телеметрияны және алгоритмдік өңдеу нәтижелерін сақтайды. Бұл деректер роботтың нақты әлемдегі навигациясы мен басқаруына әсер етеді. Егер деректер бұрмаланса, жоғалса немесе сыртқы тұлғаларға өтіп кетсе, роботтың әрекеті бақылаудан шығуы мүмкін. Бұған қоса, жасанды интеллект негізіндегі роботтар оқыту барысында симуляциялық деректерді қолданады. Егер бұл деректер қасақана өзгертілсе, алгоритм қате шешім қабылдауды үйренуі мүмкін. Мұндай «деректер улануы» (data poisoning) автономды жүйелер үшін аса қауіпті. Виртуалды роботтарды тестілеу кезінде қауіп-қатерді дұрыс бағаламау да қауіпсіздікке әсер етеді. Симуляторларда роботтың әрекеттері көп жағдайда идеал жағдайларда тексеріледі: сенсорлар дәл жұмыс істейді, желілік байланыс үзілмейді, кедергілер тұрақты. Ал нақты ортада робот кездейсоқ факторлармен бетпе-бет келеді. Егер әзірлеушілер виртуалды ортаға тым сеніп, стресс-тесттер жүргізбесе, робот нақты жағдайда қауіпті бола алады. Сондықтан виртуалды тестілеу шынайы ортадағы күрделі сценарийлер мен төтенше жағдайларды ескере отырып жүргізілуі тиіс. Экономикалық және этикалық қауіпсіздік те назардан тыс қалмауы керек. Виртуалды робототехникаға шамадан тыс сенім арту компанияларға бастапқыда шығынды азайтса да, дұрыс модельденбеген жүйелер кейін көп зиян келтіруі мүмкін. Этикалық тұрғыдан алғанда, симуляция арқылы автономды роботты қауіпті міндеттерді орындауға «үйрету» кезінде роботты дұрыс желіге қосу немесе дұрыс емес шешімді кездейсоқ бекіту қауіп тудыруы мүмкін. Бұл автономды жүйелердің жауапкершілік мәселелерін күрделендіреді. Виртуалды робототехникаға қатысты қауіпсіздік мәселелері киберқауіпсіздік, модельдеу дәлдігі, адам-робот өзара әрекеті, деректер тұтастығы және тәуекелді басқару сияқты көпқырлы бағыттарды қамтиды. Виртуалды ортадағы қауіпсіздік нақты роботтардың қауіпсіздігіне тікелей әсер ететіндіктен, симуляциялық платформаларды қорғау және тестілеу әдістерін жетілдіру аса маңызды. Қауіпсіздікке жеткілікті көңіл бөлінген жағдайда виртуалды робототехника робототехника саласын тиімді, қауіпсіз және инновациялық бағытқа қарай дамыта алады.

4.3 Виртуалды робототехниканың экономикасы

Қазіргі таңда роботтарды физикалық түрде құрастыру, сынау және бағдарламалау қомақты шығындарды талап етеді. Ал виртуалды робототехника бұл процестерді арзандатып, роботтық жүйелерді әзірлеудің жаңа экономикалық моделін қалыптастыруда. Виртуалды ортада роботтарды модельдеу, тестілеу және оңтайландыру кәсіпорындарға бастапқы инвестицияларды азайтуға, өнім шығару уақытын қысқартуға және еңбек шығынын төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде робототехника индустриясын әлдеқайда бәсекеге қабілетті етіп, инновацияларды тезірек енгізуге жағдай жасайды. Виртуалды робототехниканың экономикалық тиімділігінің басты факторларының бірі – шығындарды қысқарту. Нақты роботты құру үшін механикалық бөлшектер, электронды компоненттер, сенсорлар, жетек жүйелері қажет, олардың әрқайсысының құны жоғары. Бұған инженерлік жұмыс күші, зертхана жабдықтары, қауіпсіздік шаралары және прототипті бірнеше рет қайта жасаудың шығындары қосылады. Ал виртуалды ортада мыңдаған сынақты ешқандай материалдық шығынсыз жүргізуге болады. Роботтың кинематикасы, динамикасы, сенсорлық жүйелері, қозғалыс стратегиялары тек бағдарламалық модель арқылы сынақтан өтеді. Бұл әсіресе стартаптар мен шағын инженерлік компаниялар үшін тиімді, себебі олар ірі корпорациялармен бәсекелесу үшін үлкен қаржылық резервке ие бола бермейді. Сонымен қатар виртуалды робототехника өнімді әзірлеу уақытын айтарлықтай қысқартады. Дәстүрлі инженерлік жобаларда прототипті дайындау апталар немесе айлар алуы мүмкін. Ал виртуалды симуляторлар инженерлерге жаңа алгоритмді бірнеше минут ішінде сынап көруге мүмкіндік береді. Нәтижесінде өнім нарыққа тез шығып, компанияға бәсекелестік артықшылық береді. Өнеркәсіптік роботтар, дрондар, мобильді платформалар немесе автономды жүйелер болсын, олардың барлығы виртуалды модельдер арқылы пысықталған кезде дамудың жылдамдығы айтарлықтай артады. Бұл әсіресе Industry 4.0 стандарттарына бейімделіп жатқан кәсіпорындар үшін стратегиялық мәнге ие. Виртуалды робототехниканың экономикасы еңбек ресурстарын да тиімді пайдалануға ықпал етеді. Дәстүрлі ортада робот инженері немесе техник қымбат маман болып саналса, виртуалды симуляторлар оқу процесін жеңілдетеді. Инженерлерді, операторларды және білім алушыларды нақты роботсыз-ақ оқытуға болады. Бұл кадр даярлау шығынын төмендетіп, маман тапшылығы бар өңірлер үшін үлкен мүмкіндік туғызады. Виртуалды тренажерлар арқылы жұмысшылар күрделі операцияларды қауіпсіз түрде меңгеріп, өндірістік апаттар қаупін азайтады. Өндірістегі жарақаттану немесе роботтың дұрыс емес әрекетінен болатын шығындар да осылайша төмендейді. Экономикалық тұрғыдан маңызды тағы бір аспект - виртуалды робототехника инновацияларды ынталандырады. Физикалық шектеулердің болмауы инженерлерге эксперименттерді батыл жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл жаңа роботтық архитектуралардың, модульдік жүйелердің, автономды басқару әдістерінің пайда болуына жол ашады. Мысалы, роботты қайта жобалау немесе жаңа сенсор қосу үшін нақты өндіріс тоқтатылмайды, виртуалды модельде тек параметр өзгерту жеткілікті. Инновациялардың арзандауы нарықта жаңа өнімдер санының артуына, сонымен бірге робототехника саласының жалпы инвестициялық тартымдылығының өсуіне әкеледі. Қазіргі индустрияда виртуалды робототехниканың экономикасы цифрлық егіздер (digital twin) технологиясымен тікелей байланысты. Цифрлық егіз – нақты роботтың немесе өндірістік желінің виртуалды көшірмесі. Мұндай жүйелер компанияға роботтың әрбір әрекетін нақты уақыт режимінде бақылай отырып, қызмет көрсету шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Робот қай кезде істен шығуы мүмкін екенін алдын ала болжап, профилактикалық жөндеу жүргізу арқылы компания өндірістегі тоқтап қалуды минимумға жеткізеді. Бұл әсіресе автомобиль, электроника, логистика сияқты жоғары автоматтандырылған салаларда миллиардтаған қаржыны үнемдеуге мүмкіндік береді. Виртуалды робототехниканың экономикасы сонымен қатар ауқымдылық және икемділік сияқты артықшылықтармен толықтырылады. Компаниялар өнімді жаңартқан сайын немесе өндіріс аймағын өзгерткен сайын роботтарды қайта бағдарламалау қажет болады. Физикалық роботтарды қайта конфигурациялау көп уақыт алады және кейде қосымша шығындар талап етеді. Ал виртуалды ортада жаңа өндірістік сценарийлерді тез бейімдеуге, ағынды оңтайландыруға және роботтардың жаңа рөлін сынауға болады. Бұл кәсіпорынға өзгермелі нарық жағдайларына жылдам жауап беруге мүмкіндік береді. Бұдан бөлек, виртуалды робототехника экономикалық тұрғыдан экологиялық тиімді болып табылады. Физикалық прототиптердің азаюы материалдарды, энергияны және өндірістік қалдықтарды азайтады. Экономикадағы «жасыл» технологиялар трендін ескерсек, виртуалды симуляциялар қоршаған ортаға қысымды төмендетудің тиімді құралы болып есептеледі. Виртуалды робототехниканың экономикасы робототехника саласының болашағын айқын түрде қалыптастыруда. Ол өндірістік шығындарды қысқартады, әзірлеу уақытын азайтады, инновацияларды жеделдетеді, кадр даярлауды жеңілдетеді және компаниялардың бәсекеге қабілеттілігін арттырады. Цифрлық модельдеу құралдарының дамуы робототехника индустриясын бұрынғыдан да қолжетімді етіп, көптеген елдер мен кәсіпорындардың автоматтандыру процесін жылдамдатады. Виртуалды робототехника жоғары қарқынмен дамып келе жатқандықтан, оның экономикалық әсері алдағы онжылдықта одан да маңызды стратегиялық факторға айналары сөзсіз.

4.4 Виртуалды робототехниканың қоғамға әсері

Виртуалды робототехниканың қоғамға әсері қазіргі цифрлық дәуірдегі технологиялық және әлеуметтік өзгерістердің маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Виртуалды робототехника – роботтарды жасау, сынау, басқару және үйрету процестерін виртуалды ортада жүзеге асыратын технологиялар жиынтығы. Бұл технологиялар роботтардың даму қарқынын жылдамдатып қана қоймай, адам өмірінің түрлі салаларына терең әсер етіп отыр. Олар білім беру, жұмыс күшінің құрылымы, қауіпсіздік, экономика, мәдениет, медицина, өндіріс сияқты бағыттарда айтарлықтай өзгерістерге себеп болуда. Осы тұрғыдан алғанда виртуалды робототехниканың қоғамға әсері көпқырлы әрі ұзақ мерзімді стратегиялық маңызға ие. Біріншіден, виртуалды робототехника білім беру жүйесіне түбегейлі өзгерістер енгізуде. Бұрын робототехника саласында тәжірибе жинау үшін нақты роботтар қажет болса, қазір виртуалды симуляторлар білім алушыларға роботтың құрылымы, алгоритмдері, сенсорлары және қозғалыс принциптері жөнінде толыққанды тәжірибе алуға мүмкіндік беріп отыр. Бұл білімге қолжетімділікті кеңейтті: қымбат жабдықтарсыз-ақ кез келген оқу орны робототехника курстарын енгізе алады. Нәтижесінде жастардың инженерлік мамандықтарға қызығушылығы артып, техникалық сауаттылық деңгейі жоғарылай түсуде. Сонымен қатар виртуалды ортада оқыту қауіпсіз әрі қате жіберуге мүмкіндік бар болғандықтан, оқыту әдістемесі икемді және тиімді бола түсті. Екіншіден, виртуалды робототехника жұмыс күшінің құрылымына әсер етуде. Роботтарды виртуалды ортада тестілеу, бағдарламалау және модельдеу сияқты міндеттер жаңа мамандықтар мен дағдыларды қажет етеді. Виртуалды инженер, робот симуляция маманы, цифрлық егіздер бойынша сарапшы сияқты жаңа қызмет түрлері пайда болып жатыр. Бұл еңбек нарығына оң әсер еткенімен, кейбір дәстүрлі мамандықтардың өзектілігі төмендеуі мүмкін. Мысалы, физикалық роботтармен жұмыс істейтін техник мамандардың біразы виртуалды модельдеу құралдарын меңгеруі қажет болады. Осылайша қоғамда қайта даярлау (reskilling) және дағдыларды жаңарту (upskilling) үрдісі күшейіп келеді. Үшіншіден, виртуалды робототехника қауіпсіздік деңгейін жаңа деңгейге көтерді. Өндірістік роботтарды, автономды көліктерді, дрондарды және басқа да роботтық жүйелерді виртуалды ортада алдын ала тексеру қауіпті жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді. Осы арқылы адам өмірі мен денсаулығына қатысты тәуекелдер азаяды. Мысалы, шахта, ядролық объектілер немесе биологиялық қауіпті аймақтарда қолданылатын роботтарды виртуалды симуляцияда әзірлеп, олардың әрбір қадамын тексеруге болады. Бұл апаттардың алдын алып, жұмысшылардың қауіпсіздігін арттырады. Сонымен қатар виртуалды ортада жасалған модельдер төтенше жағдайларды басқару жүйелерін жақсартуға, құтқару жұмыстарында қолданылатын роботтарды тиімді етуге себеп болады. Төртіншіден, медицина саласында виртуалды робототехниканың әсері ерекше. Хирургиялық роботтармен жұмыс істеу үшін дәрігерлер виртуалды тренажерлерде жаттығып, дәлдік пен сенімділікті жоғарылата алады. Медициналық оқу орындарында виртуалды робототехника арқылы жасалатын тәжірибелер білім алушылардың клиникалық тәжірибеге дейінгі дайындық сапасын арттырады. Бұл технологиялар операциялардың сәтті өтуіне, медициналық қателіктердің азаюына және жалпы денсаулық сақтау қызметінің сапасының жақсаруына үлес қосады. Сонымен бірге реабилитация саласында роботтарға арналған виртуалды бағдарламалар пациенттердің сауығу процесін жеделдетуге көмектеседі. Бесіншіден, виртуалды робототехника өндіріс пен экономика саласында да үлкен өзгерістерге жол ашады. Цифрлық егіздер (digital twins) технологиясы арқылы кәсіпорындар өндіріс желілерін, роботтарды, автоматтандырылған жүйелерді виртуалды моделдеп, шығындарын азайтып, өнімділікті арттыра алады. Бұл экономикалық тиімділік қоғамға қолжетімді қызметтер мен өнімдердің арзандауына әсер етеді. Сонымен қатар виртуалды робототехника стартаптардың дамуын жеңілдетеді: олар нақты прототипсіз-ақ робот идеяларын сынап, жаңа технологияларды тез нарыққа шығара алады. Бұл инновациялық экожүйенің дамуына және экономиканың цифрлық секторына жаңа импульс береді. Алтыншы аспект – мәдени және әлеуметтік өзгерістер. Виртуалды робототехника адамдардың роботтармен қарым-қатынасын жаңа деңгейге көтеріп, олардың қабылдауын өзгертіп жатыр. Бұрын роботтарды тек өндірістік құрал ретінде көретін болса, қазір виртуалды ортада оларды үйрену, басқару, тіпті бірге жұмыс істеу тәжірибесі кеңейді. Бұл қоғамда роботтарға деген сенім деңгейін арттырып, роботтардың күнделікті өмірде қолданылуына жол ашады. Сонымен бірге VR/AR технологияларымен біріктірілген виртуалды робототехника ойын индустриясында, білім беруде және әлеуметтік платформаларда жаңа форматтағы интерактивті тәжірибелерді қалыптастырады. Өрине, виртуалды робототехниканың қоғамға әсері тек оң жағынан ғана емес, түрлі тәуекелдерден де тұрады. Виртуалды модельдердің шынайылықтан ауытқуы, роботты басқарудағы қателер немесе симуляциялық жүйелерге кибершабуылдар қоғамға тікелей қауіп төндіруі мүмкін. Сонымен қатар автоматтандырудың артуы кейбір мамандықтардың жоғалуына әкеліп, әлеуметтік теңсіздікті күшейтуі ықтимал. Сондықтан қоғам виртуалды робототехника дамуын ескеріп, оны реттеудің, қауіпсіздік стандарттарын жасаудың және білім беру жүйесін жаңғыртудың тиімді жолдарын табуы керек. Виртуалды робототехниканың қоғамға әсері көпқырлы әрі күрделі құбылыс. Ол білім беру сапасын арттырып, өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз етіп, экономиканы тиімді етіп қана қоймай, жаңа әлеуметтік-техникалық мәдениетті қалыптастыруда. Болашақта виртуалды робототехника қоғамның цифрлық архитектурасының маңызды элементіне айналып, адам мен машинаның өзара әрекеттесуін жаңа деңгейге көтеретіні анық.

4.5 Виртуалды робототехника саласындағы құқықтық аспектілер

Виртуалды робототехника саласындағы құқықтық аспектілер - цифрлық технологиялардың қарқынды дамуына байланысты ерекше өзектілікке ие болып отырған күрделі және көпқырлы мәселе. Виртуалды робототехника физикалық роботтарды виртуалды ортада әзірлеуге, сынауға, басқаруға және олармен әрекеттесуге мүмкіндік беретіндіктен, бұл салада құқықтық реттеу дәстүрлі робототехникадан өзгеше міндеттерді қамтиды. Технологиялардың виртуалды табиғаты заңнаманың жаңа формаларын талап етеді, себебі құқықтық мәселелер тек физикалық роботтарға ғана емес, виртуалды модельдерге, симуляция нәтижелеріне, басқару интерфейстеріне және деректерге де қатысты болып отыр. Сондықтан виртуалды робототехникадағы құқықтық аспектілерді жүйелі түрде қарастыру қоғамның қауіпсіз дамуы үшін маңызды. Алдымен, виртуалды робототехникадағы ең негізгі заңдық мәселе – жауапкершілік (liability). Виртуалды ортада роботты сынау немесе жаттықтыру барысында қателік кетсе, оның салдары негізгі жүйеге немесе нақты роботқа әсер етуі мүмкін. Мұндай жағдайда кім жауапты болады деген сұрақ туындайды: роботты бағдарламалаған инженер ме, симуляция платформасының жасаушысы ма, әлде деректерді енгізген пайдаланушы ма? Виртуалды симулятордағы қателік нақты роботтың қауіпті әрекетіне әкелсе, бұл оқиға құқықтық тұрғыдан күрделі жағдай тудырады. Қазіргі заңнама мұндай мәселелерге толық жауап бере алмайды, сондықтан виртуалды ортада орын алатын қателіктердің жауапкершілігін нақты бөліп көрсететін жаңа құқықтық нормалар қажет. Екінші маңызды құқықтық аспект - деректердің құпиялылығы мен қауіпсіздігі. Виртуалды робототехника платформалары роботтың қозғалыс логикасы, сенсор деректері, басқару алгоритмдері, өндірістік процестер туралы ақпарат сияқты құнды деректерді сақтайды. Бұл деректер коммерциялық құпия болуы мүмкін, ал олардың сыртқа таралуы немесе бұзылуы компанияға үлкен шығын әкеледі. Сонымен қатар виртуалды ортаға қол жеткізу арқылы шабуылдаушылар шынайы роботты басқаруға араласуы мүмкін. Сондықтан киберқауіпсіздік талаптары, деректерді шифрлау, аутентификация және авторизация механизмдері құқықтық деңгейде қатаң реттелуі тиіс. Еуропалық Одақтың GDPR сияқты заңдары жеке деректерді қорғаса, робототехникадағы өндірістік деректерді қорғауға бағытталған нақты заңнамалар әлі толық қалыптаспаған. Үшінші аспект – интеллектуалдық меншік (IP). Виртуалды робототехникада жасалатын моделдер, алгоритмдер, үш өлшемді прототиптер, қозғалыс траекториялары және симуляциялық нәтижелер авторлық құқықпен немесе патентпен қорғалуына тиіс. Бірақ виртуалды ортада бір робот моделін бірнеше команда немесе әзірлеуші қатар өңдеуі мүмкін, бұл интеллектуалдық меншік иелігін анықтауды қиындатады. Сонымен қатар генеративті жасанды интеллекттің көмегімен жасалған виртуалды модельдерге авторлық құқықты кім иеленетіні – әзірлеуші ме, алгоритмді құрастырушы ма, әлде компания ма деген сұрақтар әлі ашық күйде. Бұл бағытта нақты құқықтық нормалар жасалмағандықтан, виртуалды робототехникадағы инновацияларды қорғау қиындықтар туғызады. Төртінші құқықтық мәселе – виртуалды ортаны сертификаттау және стандарттау. Физикалық роботтар халықаралық қауіпсіздік стандарттарына сай болуы қажет, мысалы ISO 10218 немесе ISO/TS 15066. Алайда виртуалды робототехникаға арналған жалпыға бірдей стандарттар әлі қалыптасқан жоқ. Виртуалды симуляторлар физикалық процестерді нақты модельдеуді қамтамасыз етуі тиіс, әйтпесе тест нәтижелері шынайы өмірде қауіпті қателіктерге әкелуі мүмкін. Сондықтан виртуалды робот симуляторларын сертификаттау, олардың дәлдігін бағалау әдістерін заңмен бекіту қажет. Бұл болашақта виртуалды модельдерге сенімділікті арттырып, роботтарды қауіпсіз енгізуге мүмкіндік береді. Келесі маңызды бағыт – этикалық және құқықтық үйлесімділік. Виртуалды робототехника жасанды интеллектпен тығыз байланысты болғандықтан, алгоритмдер қабылдайтын шешімдер адам өміріне әсер етуі мүмкін. Мысалы, автономды көліктерді виртуалды ортада оқыту барысында қандай сценарийлер қолданылуы тиіс, топтық мінез-құлық моделдері қалай реттелуі керек, шектеулер қандай болу керек деген сұрақтар заңды түрде қаралуы қажет. Егер виртуалды ортада robot-to-robot немесе адам-робот әрекеттесуі этикалық нормаға сай модельденбесе, бұл нақты роботтың әрекетіне теріс ықпал етуі мүмкін. Сондықтан заңнамада этикалық шектеулер мен алгоритмдердің әділдігін қамтамасыз ететін нормалар болуы тиіс. Виртуалды робототехникада көрініс табатын тағы бір құқықтық мәселе - қашықтан басқару жүйелерінің заңдық мәртебесі. Қазіргі уақытта көптеген роботтар виртуалды интерфейстер арқылы интернет арқылы басқарылады. Мұндай жүйелердің заңдық мәртебесін, қауіпсіздік хаттамаларын, рұқсат деңгейлерін және шекарааралық басқаруды анықтау аса маңызды. Мысалы, бір елдегі оператор басқа елде орналасқан роботты виртуалды орта арқылы басқара алады, бұл трансшекаралық операциялар мен халықаралық құқық аясындағы жаңа сұрақтарды тудырады. Соңында, виртуалды робототехника саласы дамыған сайын реттеуші саясаттың қажеттілігі артып келеді. Мемлекеттер бұл технологияны толық түсініп үлгермегендіктен, заңдар көбінесе кешігіп қабылданады. Бірақ виртуалды роботтардың қателіктері немесе дұрыс модельденбеген алгоритмдер қоғамға нақты қауіп төндіре алатындықтан, құқықтық база технологиямен бірге дамуы тиіс. Халықаралық ұйымдар осы бағытты дамыту үшін бірыңғай нормалар мен ұсынымдар қалыптастыруда, алайда мемлекетаралық үйлесімділік мәселесі әлі де шешімін тапқан жоқ. Виртуалды робототехника саласындағы құқықтық аспектілер интеллектуалдық меншік, деректер қауіпсіздігі, жауапкершілік, стандарттау, этика, киберқауіпсіздік және халықаралық құқық сияқты күрделі бағыттарды қамтиды. Бұл салада нақты реттеуші жүйе қалыптасуы қоғам үшін, қауіпсіздік пен инновация үшін де маңызды. Тиімді құқықтық база виртуалды робототехниканың дамуын қолдап қана қоймай, осы технологияны қауіпсіз әрі әділ қолдануға жол ашады.

5 ТАРАУ. ВИРТУАЛДЫ РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ БОЛАШАҒЫ МЕН ДАМУЫ

5.1 Виртуалды робототехниканың болашағы: тенденциялар мен перспективалар

Виртуалды робототехниканың болашағы өмірдің әртүрлі салаларына әсер ететін көптеген перспективалық мүмкіндіктер мен инновацияларды уәде етеді (3.3-сурет).

3.3-СУРЕТ. РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ КЕЛЕШЕГІ МЕН БАҒЫТТАРЫ

Тенденциялар мен перспективалар: Жасанды интеллекттің дамуы: жасанды интеллект виртуалды робототехникада автономия мен жүйелерге бейімделуді қамтамасыз ететін маңызды рөл атқарады. Бұл роботтарға тәжірибеден үйренуге, шешім қабылдауға және қоршаған ортамен тиімдірек қарым-қатынас жасауға мүмкіндік береді. Машиналық оқыту және терең оқыту: Машиналық оқыту, әсіресе терең оқыту сияқты нейрондық желілерді қолданатын тәсілдер AI саласындағы көптеген жетістіктерге негіз болды. Бұл әдістер компьютерлерге бұрын адамның интеллектуалды күш-жігерін қажет ететін тапсырмаларды орындауға мүмкіндік беретін мәліметтер негізінде үйренуге мүмкіндік береді. Қолдану аясын кеңейту: жасанды интеллект көптеген салаларда, соның ішінде денсаулық сақтау, қаржы, автомобиль өнеркәсібі, медиа, ойын индустриясы, білім беру және т.б. Бұл жаңа мүмкіндіктерге және өмір сапасының жақсаруына әкеледі. Автономды жүйелер және робототехника: жасанды интеллект автономды жүйелер мен робототехниканы дамытуда белсенді қолданылады, бұл роботтар мен қоршаған ортамен өзара әрекеттесуге, шешім қабылдауға және адамның тұрақты бақылаусыз тапсырмаларды орындауға қабілетті құрылғылар жасауға мүмкіндік береді. Этикалық мәселелер және нормативтік реттеу: жасанды интеллектті қолданудың артуы оның этикалық және құқықтық аспектілеріне қатысты алаңдаушылық туғызады. Бұған шешімдердің ашықтығы мен түсіндірілуі, деректерді қорғау және құпиялылық мәселелері, сондай-ақ жүйелердің жауапкершілігі мен дербестігі мәселелері кіреді. Сондықтан нормативтік реттеу мен этикалық стандарттарды дамыту өзекті бола түсуде. Күшейтілген оқыту және мұғалімсіз оқыту: қызығушылықтың артуы күшейтілген оқыту әдістерін тудырады, мұнда агент қоршаған ортамен өзара әрекеттесу тәжірибесінен үйренеді және алгоритмдер құрылымдалмаған деректерден құрылым мен заңдылықтарды алуға қабілетті мұғалімсіз оқыту. Басқа технологиялармен интеграция: жасанды интеллект Заттар интернеті, блокчейн, кванттық есептеу және биотехнология сияқты басқа озық технологиялармен көбірек интеграцияланып, инновация мен дамудың жаңа мүмкіндіктерін жасайды. Жасанды интеллекттің дамуы жеделдеуді жалғастыруда және оның қоғам мен экономикаға әсері алдағы жылдары ғана артады. Бұл технологияны адамзаттың игілігі үшін тиімді және этикалық пайдалануды қамтамасыз ету үшін зерттеулер мен талқылауларды жалғастыру маңызды. Виртуалды шындық пен модельдеуді дамыту: виртуалды шындық пен модельдеу технологиялары оқыту, көңіл көтеру және жұмыс істеу үшін шынайы және интерактивті виртуалды ортаны қамтамасыз ете отырып, жетілдіруді жалғастырады. Виртуалды шындықты (VR) және модельдеуді дамыту ойын-сауықтан бастап білім беру мен өнеркәсіпке дейінгі әртүрлі салаларда қолдану үшін кең перспективалар ашады. Міне, осы дамудың бірнеше негізгі аспектілері: Технологиялық прогресс: қуатты компьютерлер, сенсорлық құрылғылар, виртуалды шындық дулығалары және сенсорлық қолғаптар сияқты жаңа технологиялардың пайда болуымен виртуалды шындық қол жетімді және шынайы бола бастайды. Қолдану салаларының әртүрлілігі: виртуалды шындық ойын индустриясы, медицина, білім беру, қызмет көрсету, тренингтер мен модельдеу, сәулет және дизайн, ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды қоса алғанда, әртүрлі салаларда қолданылады. Білім беру мүмкіндіктері: виртуалды шындық интерактивті және қызықты білім беру материалдары мен орталарын құруға мүмкіндік береді, бұл оқуды тиімдірек және тартымды етеді. Медициналық қосымшалар: виртуалды шындық медицинада процедураларды модельдеу, хирургтарды жаттықтыру, фобиялар мен жарақаттан кейінгі стресстік бұзылуларды емдеу және емдеу кезінде пациенттерге ойын-сауық мазмұнын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Өнеркәсіптік қолданбалар: виртуалды шындық өнеркәсіпте қызметкерлерді оқыту, өндіріс және дизайн процестерін модельдеу, деректерді визуализациялау және т.б. үшін қолданылады. Бұл жұмыс тиімділігі мен өндірістегі қауіпсіздікті арттыруға мүмкіндік береді. Ойын-сауық және мәдениет: виртуалды шындық ойындар, фильмдер, музыкалық және көркем шығармалар сияқты ойын-сауық пен мәдениет саласында қызықты және иммерсивті мазмұнды құрудың жаңа мүмкіндіктерін ұсынады. Әлеуметтік және желілік аспектілер: виртуалды шындық адамдарға виртуалды ортада өзара әрекеттесуге және байланысуға мүмкіндік береді, әлеуметтік қарым-қатынас, ынтымақтастық және ойын-сауық үшін жаңа мүмкіндіктер жасайды. Зерттеулер мен әзірлемелер: виртуалды шындықты дамыту ғылыми білім мен технологияның дамуына ықпал ететін қабылдау, когнитивтік ғылымдар, психология және басқа пәндер бойынша зерттеулерді ынталандырады. Виртуалды шындық пен модельдеуге қоғамның қызығушылығы артып келеді және бұл әртүрлі салаларда жаңа инновациялар мен дамуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, осы технологияны қолданумен байланысты этикалық, әлеуметтік және құқықтық мәселелерді ескеру және оның жауапты және тұрақты дамуына ұмтылу маңызды. Медицина мен денсаулыққа арналған робототехникалық шешімдердің өсуі: виртуалды роботтар диагностика, емдеу және оңалтуды қоса алғанда, медициналық мақсаттарда көбірек қолданылады. Бұл емдеу нәтижелерін жақсартады және шалғайдағы немесе жету қиын жерлерде медициналық көмекке қол жеткізуді қамтамасыз етеді. Медицина мен денсаулық сақтау саласындағы

робототехникалық шешімдердің өсуі пациенттерді диагностикалауға, емдеуге және оңалтуға, сондай-ақ медициналық персоналдың жұмыс жағдайларын жақсартуға жаңа мүмкіндіктер ашады. Міне, осы өсудің бірнеше негізгі аспектілері:

Робот хирургиясы: роботтық жүйелер дәл және аз инвазивті хирургиялық араласулар үшін қолданылады. Бұл асқыну қаупін азайтуға, қалпына келтіру процесін жылдамдатуға және емдеу нәтижелерін жақсартуға мүмкіндік береді.

Телемедицина және қашықтықтан кеңес беру: телекөрсетілім роботтары дәрігерлерге пациенттермен және әріптестерімен қашықтықтан кеңес беруге мүмкіндік береді, бұл әсіресе шалғай және халқы аз аудандарға қатысты.

Оңалту және физиотерапия: робототехникалық құрылғылар жарақаттар мен insultтерді қалпына келтіру және моторикасы шектеулі науқастардың функционалдық жағдайын жақсарту үшін қолданылады. Медициналық дәрі-дәрмектер мен жабдықтарды жеткізу: автономды роботтар медициналық дәрі-дәрмектер мен жабдықтарды ауруханаларда және басқа медициналық мекемелерде жеткізу үшін қолданылады, бұл жеткізудің тиімділігі мен дәлдігін арттырады.

Пациенттерді бақылау: роботтарды пациенттердің жағдайын бақылау, деректерді жинау және медициналық қызметкерлерге пациенттер туралы нақты уақыт режимінде уақтылы ақпарат беру үшін пайдалануға болады.

Медициналық персоналды оқыту және оқыту: тренажер роботтары медициналық персоналға хирургиялық процедураларды үйретуге және модельдеуге мүмкіндік береді, бұл олардың дағдылары мен дайындықтарын арттыруға көмектеседі.

Әкімшілік тапсырмаларды автоматтандыру: жұмыстарды медициналық құжаттаманы жүргізу, қабылдау кестесін жоспарлау және ресурстарды басқару сияқты әкімшілік тапсырмаларды автоматтандыру үшін пайдалануға болады.

Зерттеулер мен инновациялар: робототехникалық шешімдер медициналық ғылым мен практиканың дамуына ықпал ететін ауруларды диагностикалау мен емдеудің жаңа әдістерін зерттеу мен әзірлеуде қолданыла береді. Медицина мен денсаулық сақтау саласындағы робототехникалық шешімдердің өсуі сапалы медициналық көмекке қол жетімділікті жақсартуға, емдеудің тиімділігін арттыруға және медициналық персоналдың жағдайын жақсартуға уәде береді.

Дегенмен, роботтарды медициналық мақсатта пайдалануға қатысты этикалық және құқықтық мәселелерді ескеру және олардың тиімді және қауіпсіз қолданылуын қамтамасыз ету маңызды.

Автономды роботтар мен дрондарды дамыту: автономды роботтар мен дрондар Көлік және логистика, ауыл шаруашылығы, Құрылыс және техникалық қызмет көрсету сияқты әртүрлі салаларда қолданылады. Бұл жұмыс пен қызметтің тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға көмектеседі.

Автономды роботтар мен дрондардың дамуы робототехника және автономды жүйелер саласындағы ең қарқынды дамып келе жатқан бағыттардың бірі болып табылады. Міне, осы дамудың бірнеше негізгі аспектілері: Өнеркәсіпте қолдану: автономды роботтар қайталануды, дәлдікті және қауіпсіздікті қажет ететін тапсырмаларды орындау үшін әртүрлі салаларда қолданылады. Олар құрастыру, қойма, жүк тасымалдау және басқа процестерге қатысуы мүмкін. Жеткізу және логистика: пилотсыз дрондар тауарлар мен дәрі-дәрмектерді шалғай немесе жету қиын жерлерге жеткізу үшін қолданылады, бұл қиын жағдайларда тез және тиімді жеткізуді қамтамасыз етеді.

Агрономия және ауыл шаруашылығы: автономды роботтар мен дрондар егістіктерді бақылау және күту, сондай-ақ тыңайтқыштар мен қорғаныс құралдарын қолдану үшін пайдаланылады, бұл ауылшаруашылық өндірісінің өнімділігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Геодезия және картография: дрондар аэрофототүсірілім және жоғары дәлдіктегі жер карталарын жасау үшін пайдаланылады, бұл табиғи ортадағы өзгерістерді бақылауға және қалалардың құрылысы мен дамуын жоспарлауға мүмкіндік береді.

Қауіпсіздік және құтқару: автономды роботтар мен дрондар қауіпті жағдайларды анықтауға және адамдар үшін қауіпті жағдайларда зардап шеккендерді анықтауға көмектесетін іздеу-құтқару және қауіпсіздік миссияларында қолданылады.

Медицина және денсаулық сақтау: автономды роботтар медициналық мекемелерде жабдықтар мен дәрі-дәрмектерді жеткізу және пациенттерді оңалту мен күтуге көмектесу үшін қолданылады.

Білім және зерттеу: Робототехника және автономды жүйелер білім беру мен зерттеуде маңызды рөл атқарады, бұл білім алушылар мен ғалымдарға эксперименттер жүргізуге және жаңа технологияларды дамытуға мүмкіндік береді.

Ойын-сауық және спорт: дрондар мен автономды роботтар дрон жарысы, жарық және дыбыс эффектілері шоулары және т.б. сияқты әртүрлі ойын-сауық іс-шараларында қолданылады. Бұл автономды роботтар мен дрондарды қолданудың кейбір мысалдары және оларды қолдану әлдеқайда кең және әр түрлі болуы мүмкін.

Технологияның осы саласын дамыту процестерді автоматтандыруға, адамдардың өмір сүру жағдайлары мен жұмысын жақсартуға, сондай-ақ инновациялар мен экономикалық өсуді дамытуға жаңа мүмкіндіктер ашады.

Білім беру және оқыту: виртуалды робототехника білім беру мен оқытуда маңызды рөл атқарады, білім алушылар мен мамандарға жоғары сапалы білім беру материалдары мен практикалық тәжірибе орталарына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Білім беру мен оқытудағы виртуалды робототехниканың болашағы білім алушылардың оқу және даму процестеріне айтарлықтай әсер етеді. Міне, бірнеше тенденциялар мен перспективалар: Интерактивті білім беру материалдары: виртуалды робототехника білім алушыларға робототехника мен бағдарламалау тұжырымдамаларын жақсырақ түсінуге және қолдануға көмектесетін интерактивті оқу материалдарын жасаудың бірегей мүмкіндіктерін ұсынады.

Модельдеу және практикалық дағдылар: виртуалды робототехниканың көмегімен білім алушылар физикалық роботтарға қол жеткізбестен роботтарды бағдарламалау мен басқаруда практикалық дағдыларды ала алады. Бұл әсіресе шалғайдағы немесе аз қамтылған оқу орындары үшін пайдалы.

Жобаға негізделген оқыту: виртуалды робототехника білім алушыларға виртуалды роботтар мен модельдеу құралдарын қолдана отырып, өз идеяларын жүзеге асыруға және нақты мәселелерді шешуге мүмкіндік беретін жобаға негізделген оқытуды қолдайды. Кеңейтілген шындық және виртуалды зертханалар: кеңейтілген және виртуалды

шындыққа негізделген виртуалды зертханалар мен оқу орталары білім алушыларға робототехника тұжырымдамаларын тәжірибе жасап, зерттей алатын неғұрлым шынайы және интерактивті оқу орталарына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Қол жетімділік және масштабтау: виртуалды робототехника осы саладағы білім беруді қол жетімді және ауқымды етеді, бұл әртүрлі елдер мен аймақтардағы білім алушыларға географиялық шектеулерсіз робототехника бойынша сапалы білім алуға мүмкіндік береді. Ынтымақтастық және ынтымақтастық: виртуалды робототехника білім алушылар арасындағы ынтымақтастық пен ынтымақтастықты ынталандырады, оларға жобаларда командаларда жұмыс істеуге, білім мен тәжірибемен бөлісуге және бір-бірінен үйренуге мүмкіндік береді. Нақты міндеттерге дайындық: виртуалды робототехниканы қолдана отырып оқыту білім алушыларға саладағы нақты роботтармен жұмыс істеу үшін қажетті дағдылар мен құзыреттіліктерді дамытуға көмектеседі, бұл оларды болашақ мансапқа дайын етеді. Бұл тенденциялар мен перспективалар виртуалды робототехниканың білім беру мен оқытуды өзгертуге үлкен әлеуеті бар екенін көрсетеді, бұл оны білім алушылар мен оқытушылар үшін қол жетімді, тиімді және қызықты етеді. Телекөрсетілім технологияларын дамыту: телекөрсетілім технологиялары адамдарға виртуалды нысандармен және қоршаған ортамен табиғи түрде өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді, қарым-қатынас, жұмыс және ойын-сауық үшін жаңа мүмкіндіктер ашады. Телекөрсетілім технологиясының дамуы цифрлық дәуірде адамдардың өзара әрекеттесу және бір-бірімен байланысу тәсілдерін өзгертуге уәде береді. Міне, бірнеше негізгі тенденциялар мен перспективалар: Кеңейтілген шындық (AR) және Виртуалды шындық (VR): AR және VR технологиялары пайдаланушыларға виртуалды нысандармен және қоршаған ортамен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Бұл физикалық қашықтыққа қарамастан, адамдар өздерін бір кеңістікте сезінетін иммерсивті телекөрсетілім мүмкіндіктерін жасайды. Телероботика: Телеработник адамдарға роботтарды виртуалды шындық интерфейстері немесе басқа технологиялар арқылы қашықтықтан басқаруға мүмкіндік береді. Бұл хирургиядан бастап тұтынушыларға қызмет көрсетуге дейін әртүрлі салаларда пайдалы болуы мүмкін. Аралас шындық технологиялары (MR): MR AR және VR элементтерін біріктіреді, бұл пайдаланушыларға нақты және виртуалды нысандармен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Бұл тереңірек және интуитивті телекөрсетілім үшін мүмкіндіктер жасайды. Бейнеконференциялар мен телепрезентациялар: бейнебайланыс және ағынды бейне технологияларының дамуымен көптеген адамдар қашықтағы іс-шараларға, конференцияларға және презентацияларға қатыса алады. Кері байланыс технологиялары: тактильді кері механизмдер мен қозғалысты сезіну құрылғылары сияқты кері байланыс технологияларын дамыту телекөрсетілімді шынайы және иммерсивті етеді. Виртуалды әлемдік платформалар: виртуалды әлемдік платформалар пайдаланушыларға нақты уақыт режимінде кездесуге, сөйлесуге және өзара әрекеттесуге болатын виртуалды кеңістіктерді құруға және зерттеуге мүмкіндік береді. Интерактивті оқыту орталары: телепрезентация технологиялары білім алушылар мен оқытушыларға виртуалды сыныптар мен зертханаларда өзара әрекеттесуге мүмкіндік беретін интерактивті оқыту орталарын құру үшін қолданылады. Желілік ойындар мен ойын-сауық: виртуалды әлемдік платформалар мен онлайн ойындар виртуалды кеңістіктегі әлеуметтік өзара әрекеттесу мен ойын-сауық мүмкіндіктерін ұсынады. Телекөрсетілім технологиялары қарым-қатынас, оқу, ойын-сауық және жұмыс үшін жаңа мүмкіндіктер жасай отырып, біздің өміріміздің көптеген аспектілеріне енуді жалғастыруда. Дегенмен, бұл технологияларды пайдаланудың этикалық және әлеуметтік аспектілерін ескеру, сондай-ақ олардың қолжетімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету маңызды. Өнеркәсіп және өндіріс шешімдері: виртуалды робототехника процестерді оңтайландыру, жұмысшылардың өнімділігі мен қауіпсіздігін жақсарту үшін өнеркәсіп пен өндірісте белсенді қолданылады. Этика және реттеу: виртуалды робототехниканы қолданудың артуы этикалық және құқықтық мәселелерді талқылаудың күшеюіне, сондай-ақ тиісті заңнама мен реттеуді әзірлеу қажеттілігіне әкеледі. Жалпы, виртуалды робототехниканың болашағы дамуды жалғастыруға және адамдардың өмірі мен қоғамның дамуын жақсартуға жаңа мүмкіндіктер әкелуге уәде береді. Дегенмен, осы технологиялармен байланысты ықтимал тәуекелдер мен қиындықтарды ескеру және оларды этикалық және жауапкершілікпен пайдалануға ұмтылу маңызды.

5.2 Виртуалды робототехника саласындағы дағдылар мен мансапты дамыту

Виртуалды робототехника саласындағы дағдылар мен мансапты дамыту робототехника, бағдарламалау және инженерлік ғылымдарға қызығушылық танытқандар үшін кең мүмкіндіктер ұсынады. Мұнда көмектесетін бірнеше қадамдар бар: Білім және өзін-өзі тәрбиелеу: робототехника, информатика, инженерия немесе математика бойынша білім алыңыз. Бұл онлайн курстарды, оқулықтарды және ресурстарды пайдалана отырып, университеттік оқыту немесе өзін-өзі тәрбиелеу болуы мүмкін. Бағдарламалық құралдарды зерттеу: V-REP, Gazebo, Webots, ROS, Unity, Unreal Engine және т.б. сияқты виртуалды робототехникада қолданылатын бағдарламалық құралдарды тексеріңіз. Бұл құралдарды үйрену сізге робототехникалық жүйелерді жобалау мен модельдеуді үйренуге көмектеседі. Практикалық тәжірибе: роботтармен және виртуалды орталармен практикалық тәжірибе алыңыз. Бұл жобаларға, жарыстарға, тағылымдамаларға қатысуды немесе өз жобаларын орындауды қамтуы мүмкін. Бағдарламалау дағдыларын дамыту: бағдарламалау дағдыларын дамыту виртуалды робототехника жұмысының негізгі аспектісі болып табылады. Python, C++, Java сияқты бағдарламалау тілдерін, сондай-ақ V-REP сценарий тілі немесе ROS тілі сияқты робототехникада қолданылатын арнайы тілдерді үйреніңіз. Мамандандыру және терең білім: роботты басқару, компьютерлік көру, Машиналық оқыту немесе автономды навигация сияқты робототехниканың белгілі бір саласында мамандандырылған білімді дамыту. Желілік байланыстар және кәсіби

қоғам: робототехниканың соңғы тенденциялары туралы білу және басқа мамандармен байланыс орнату үшін IEEE Robotics and Automation Society сияқты кәсіби ұйымдар мен қауымдастықтарға қосылыңыз. Мансап мүмкіндіктерін іздеу: ғылыми-зерттеу орталықтарында, университеттерде, роботты дамыту компанияларында, сондай-ақ виртуалды шындық индустриясында және ойын дамытуда жұмыс істеу сияқты робототехника саласындағы мансаптық мүмкіндіктерді іздеңіз. Виртуалды робототехника саласындағы мансапты дамыту үнемі оқытуды, тәжірибені және өзін-өзі жетілдіруге ұмтылуды қажет етеді. Осы қадамдарды орындау арқылы сіз осы қызықты және перспективалы салада табысқа жете аласыз.

6 ТАРАУ. ПРАКТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ӘДІСТЕМЕЛІК БӨЛІМ

6.1 Виртуалды эксперименттер жүргізудің әдіснамасы

Виртуалды эксперименттер жүргізудің әдіснамасы қазіргі ғылыми зерттеулерде, инженерлік жобалауда, робототехникада және білім беру саласында кеңінен қолданылатын заманауи тәсілдердің бірі ретінде қалыптасып отыр. Виртуалды эксперимент дегеніміз - физикалық жүйелердің, механизмдердің немесе процестердің цифрлық модельдер арқылы тексерілуі, талдануы және зерттелуі. Бұл технология уақыт пен материалдық ресурстарды үнемдеудің, қауіпсіздікті арттырудың және күрделі құбылыстарды егжей-тегжейлі талдаудың тиімді құралына айналды. Виртуалды эксперименттердің әдіснамасы бірнеше кезеңді қамтиды және оның ғылыми негіздері нақты моделдеу принциптеріне, цифрлық симуляцияның дәлдігіне және алынған нәтижелерді интерпретациялау ережелеріне сүйенеді. Виртуалды экспериментке кіріспе әдетте зерттелетін объектіні немесе процесті анықтаудан басталады. Бұл кезеңде зерттеуші эксперименттің мақсатын, күтілетін нәтижелерді және қандай параметрлерді бақылау қажет екенін айқындайды. Мақсат нақты қойылған сайын виртуалды модельдің құрылымы да тиімді құрылады. Мысалы, робототехникада манипулятордың қозғалыс дәлдігін тексеру, дронның тұрақтылық алгоритмін сынау немесе автономды көліктің сенсорлық жүйесін бағалау сияқты міндеттерге сәйкес әртүрлі модельдеу элементтері таңдалады. Теориялық негіздер мен алдын ала болжамдар да осы кезеңде қалыптасады. Әдіснаманың келесі кезеңі - цифрлық модельді құру және сипаттау. Бұл жерде жүйенің барлық маңызды қасиеттері математикалық, физикалық немесе логикалық модельдер арқылы көрсетіледі. Робототехника саласында модельге роботтың кинематикасы, динамикасы, сенсорлары, есептеу жүйелері және басқару алгоритмдері кіреді. Сонымен қатар виртуалды ортада физикалық құбылыстардың дәлдігі маңызды рөл атқарады: үйкеліс коэффициенттері, материал қаттылығы, салмақ, аэродинамика және басқа да параметрлер нақты әлемге сәйкес келуі керек. Модельдің шынайылығы неғұрлым жоғары болса, эксперимент нәтижесі соғұрлым сенімді болады. Сондықтан модельдеу ортасын таңдау - әдіснаманың негізгі аспектілерінің бірі. Gazebo, Webots, Unity, V-REP немесе MATLAB/Simulink сияқты платформалар нақты мақсатқа қарай пайдаланылады. Модель дайын болған соң эксперименттік сценарийлерді құрастыру кезеңі басталады. Бұл кезеңде зерттеуші виртуалды ортаға қандай әсерлер жасалатынын, робот қандай тапсырмаларды орындайтынын, қандай сыртқы факторлар өзгертілетінін анықтайды. Бір сценарийде жарық азайса, екінші сценарийде жел күшейеді, үшінші жағдайда роботқа тосын кедергі қойылады. Виртуалды эксперименттің негізгі артықшылықтарының бірі - шынайы өмірде кейде мүмкін болмайтын немесе қауіпті жағдайларды қауіпсіз түрде модельдеу мүмкіндігі. Сондықтан сценарийлердің әртүрлілігі зерттеудің тереңдігіне тікелей әсер етеді. Эксперимент жүргізу кезеңінде виртуалды симулятор объектінің немесе роботтың әрекетін нақты уақыт режимінде көрсетеді. Бұл кезеңде жүйенің динамикалық реакциясы бақыланып, параметрлер бойынша өзгерістер енгізіледі, алгоритмдердің жұмыс істеу қабілеті тексеріледі. Көптеген заманауи платформалар жоғары дәлдікті физикалық қозғалтқыштар мен сенсорлық модельдерге ие болғандықтан, эксперимент уақыт бойынша да, кеңістік бойынша да нақты деректерді жинауға мүмкіндік береді. Виртуалды экспериментте деректер жинау процесі автоматтандырылған: роботтың жылдамдығы, шаршауы, тепе-теңдігі, температурасы, сенсор қателігі немесе энергия шығыны сияқты көптеген параметрлер сақталып, талдауға дайын болады. Жиналған деректерді талдау - әдіснаманың маңызды және қорытынды кезеңдерінің бірі. Бұл жерде эксперимент нәтижелері статистикалық әдістермен, графиктермен, салыстыру құралдарымен немесе машиналық оқыту алгоритмдерімен өңделеді. Талдау барысында жүйенің тиімділігі, тұрақтылығы, сенімділігі немесе әлсіз тұстары анықталады. Егер модель мен эксперимент нәтижелері күткен нәтижеден ауытқыса, зерттеуші модельге түзетулер енгізіп, экспериментті қайта жүргізуі мүмкін. Мұнда виртуалды эксперименттің қайталану мүмкіндігі үлкен рөл атқарады. Физикалық экспериментті бірнеше рет орындау көп шығынды талап етсе, виртуалды экспериментте бұл өте оңай және қауіпсіз жүзеге асады. Виртуалды эксперимент әдіснамасының маңызды артықшылығы - нәтижелердің көрнекілігі. Көптеген симуляциялық платформалар 3D визуализацияны қолдайды, бұл зерттеушіге процесті толық көруге, ақауларды көзбен бақылауға және робот әрекетінің барлық фазаларын түсінуге мүмкіндік береді. Бұл әсіресе күрделі робот жүйелерінде немесе көпкомпонентті механизмдерде өте маңызды. Виртуалды талдау кейде математикалық деректерден гөрі нақты түсінік береді. Әдіснаманың тағы бір маңызды элементі - эксперимент нәтижелерінің валидациясы. Виртуалды модельдің дәлдігін тексеру үшін алынған нәтижелер шынайы эксперименттермен немесе белгілі теориялық модельдермен салыстырылады. Егер виртуалды эксперимент нақты

әлемге сәйкес келсе, симулятордың сенімділігі артып, әрі қарай қолдану үшін жарамды деп есептеледі. Ал сәйкессіздік анықталса, модельді қайта қарастыру немесе физикалық параметрлерді нақтылау қажет. Сонымен қатар виртуалды эксперименттер жүргізу әдіснамасы этикалық және құқықтық аспектілерді де ескеруі тиіс. Мысалы, автономды роботтардың мінез-құлқын зерттеу барысында адамға қауіпті сценарийлер модельденсе, бұл шынайы ортада роботты қалай қолдануға болатыны жөніндегі этикалық ережелерге қатысты сұрақтарды тудырады. Сондай-ақ, деректерді жинау мен өңдеудің заңдық нормалары сақталуы керек.