

ПІКІР

Аманов Бекзат Ондасынулының
«Гуманоид тәріздес робот қолының динамикасы және басқаруы»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

Диссертацияның тақырыбы қазіргі таңда аса өзекті болып табылады. Қазіргі робототехниканың даму бағыты жоғары дәлдікпен жұмыс істейтін, сонымен қатар адаммен қауіпсіз және бейімделгіш өзара әрекеттесе алатын интеллектуалды мехатрондық жүйелерді құруға бағытталған. Осы тұрғыдан алғанда қашықтан басқару мен консульттен кейінгі жоғарғы аяқ-қолды оңалту міндеттерін бір роботтық платформа аясында қарастыру ғылыми және практикалық жағынан маңызды. Автордың дәл осы екі міндетті бір жүйеде біріктіріп қарастыруы жұмыстың ерекшелігі мен өзектілігін айқындайды.

Диссертацияда 6-DOF гуманоид робот қолының кинематикалық, динамикалық және басқару модельдері кешенді түрде зерттелген. Жұмыста D–H параметрлері негізінде робот қолының тура және кері кинематикасы шығарылып, соңғы атқарушы органның кеңістіктегі орны мен бағдарының буын айнымалыларымен байланысы анықталған. Сонымен қатар жұмыс кеңістігі, сингулярлық конфигурациялар және Якобиан матрицасы талданған. Бұл нәтижелер роботтың қозғалыс мүмкіндіктерін терең түсіндіруге және әрі қарай траекторияны жоспарлау мен басқару заңдарын құруға берік теориялық негіз қалыптастырған.

Диссертацияның маңызды ғылыми нәтижелерінің бірі — робот қолының динамикалық моделінің Эйлер–Лагранж әдісі негізінде құрылуы. Автор масса-инерция матрицасын, Кориолис және центрден тепкіш әсерлерді, гравитациялық және үйкелістік мүшелерді қамтитын толық қозғалыс теңдеуін алған. Бұл теңдеулер формальды түрде ғана емес, нақты инженерлік прототип параметрлерімен байланыстырылып берілген. Атап айтқанда, SolidWorks ортасында әр буынның массасы, масса центрі және инерция тензоры анықталып, олар математикалық модельге енгізілген. Мұның өзі зерттеудің қолданбалы маңызын едәуір күшейтеді.

Жұмыстың тағы бір құнды тұсы — траекторияны жоспарлау әдістерінің жүйелі және салыстырмалы талдануы. Автор сызықтық интерполяция, кубтық және бесінші дәрежелі полиномдар, PTP, LIN және адаптивті траекторияны жоспарлау әдістерін қарастырып, олардың артықшылықтары мен шектеулерін нақты қолданбаларға байланысты негіздеген. Әсіресе бесінші дәрежелі полиномдардың C^2 -тегістікті қамтамасыз ететіні, ал қашықтан басқару үшін PTP және LIN тәсілдерінің үйлесімі орынды екені, ал оңалту міндеттері үшін адаптивті траекторияны жоспарлау неғұрлым тиімді екені дұрыс дәлелденген.

Басқару жүйелері бөлімі диссертацияның ең күшті жақтарының бірі болып табылады. Автор робот қолының бос кеңістіктегі қозғалысы үшін есептелген моментті басқару (computed-torque control) әдісін негіздеген. Бұл тәсіл арқылы роботтың бейсызық динамикасы өтемделіп, жоғары дәлдікпен траекторияны қадағалау мүмкіндігі көрсетілген. Сонымен қатар адаммен және қоршаған ортамен тікелей жанасу жағдайларына арналған импеданстық басқару әдісі ұсынылып, оның қауіпсіздік пен икемділікті қамтамасыз ететіні көрсетілген. Осы екі әдісті бір диссертация шеңберінде біртұтас басқару архитектурасы ретінде қарастыру жұмыстың ғылыми жаңалығының маңызды қырларының бірі деп санаймын.

Автор зерттеу барысында жоғары дербестік, теориялық дайындық және инженерлік ойлау қабілетін көрсетті. Аманов Бекзат Ондасынулы математикалық модельдерді құруды, оларды сандық түрде тексеруді, бағдарламалық модельдеуді және инженерлік прототиппен байланыстыруды жүйелі түрде орындай білді. MATLAB және SolidWorks орталары

негізінде жүргізілген сандық модельдеу нәтижелері диссертациядағы негізгі тұжырымдардың дұрыстығын дәлелдейді.

Диссертацияның ғылыми жаңалығы бірнеше бағытта көрінеді. Біріншіден, қашықтан басқару мен оңалту міндеттері бір гуманоид робот қол аясында қарастырылған. Екіншіден, кинематика, динамика, траекторияны жоспарлау және басқару бір жүйе ретінде өзара байланыста зерттелген. Үшіншіден, дәл траекториялық басқару мен қауіпсіз күштік өзара әрекеттесуді үйлестіретін басқару архитектурасы ұсынылған. Төртіншіден, теориялық нәтижелер инженерлік прототип пен сандық симуляция арқылы негізделген.

Әрине, жұмыс толық аяқталғанымен, болашақта оны одан әрі дамыту мүмкіндіктері де бар. Атап айтқанда, күш-момент датчиктерін қолдана отырып, импеданстық басқаруды толық эксперименттік деңгейде тексеру, адаптивті параметрлік баптауды тереңдету, сондай-ақ нақты науқаспен өзара әрекеттесуге жақын сценарийлерде сынақтан өткізу зерттеудің келесі кезеңдері бола алады. Алайда бұл ескертулер жұмыстың жалпы жоғары бағасын төмендетпейді және болашақтағы зерттеу бағыттары ретінде қарастырылады.

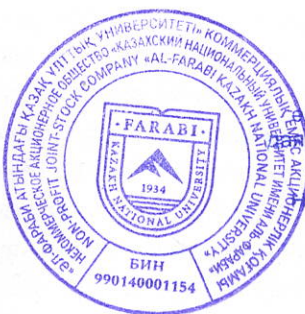
Жалпы алғанда, Аманов Бекзат Ондасынулының «Гуманоид робот қолының динамикасы және басқаруы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы өзекті ғылыми мәселені шешуге арналған, жаңа ғылыми нәтижелер алынған, теориялық және практикалық маңызы бар, аяқталған ғылыми еңбек болып табылады.

Диссертациялық жұмыс докторанттарға қойылатын талаптарға толық сәйкес келеді, ал оның авторы Аманов Бекзат Ондасынулы философия докторы (PhD) дәрежесін алуға лайық деп есептеймін.

Отандық ғылыми жетекші:

Байгунचेков Жұмаділ Жанабаевич,
техника ғылымдарының докторы,
профессор, ҚР ҰҒА және ҚР ҰИА академигі

Ж. Б.



РАСТАЙМЫН

Ал-Фараби атындағы ҚазНУ Ғылыми кадрларды
жоспарлау және аттестаттау басқармасының басшысы
ЗАВЕРЯЮ

начальник управления подготовки и аттестации
научных кадров КазНУ им. аль-Фараби

Аманов
« 23 » 04 2026 ж.г.