

АННОТАЦИЯ

докторант Жетенбаев Нұрсұлтан Талғатұлының 6D071600 – Аспап жасау мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған «Тобық экзоскелетін жасанды бұлшық етті қолдану арқылы жасау» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы

Жұмыстың өзектілігі. Қозғалысы шектеулі адамдардың саны жыл сайын артып келеді. Бұл фактор адамдардың өмір сүру сапасына және олардың басқаларға тәуелділігіне әсер етеді. Бұл жағдайларды емдеу үшін физиотерапия қажет. Роботтық құрылғылардың көмегімен адамның қозғалысын басқаратын жаттығулар арқылы оңалтуға болады.

Қолданыстағы реабилитациялық роботтық шешімдердің кемшіліктері аяқ-қолы жарақат алған науқастарды оңалтуға мүмкіндік беретін қымбат емес құрылғыларды жасау қажеттілігін анықтады.

Жасанды бұлшықеттен тұратын тобық буын экзоскелеты адамдарға жарақаттан кейін науқастарды оңалту үшін сәтті қолданылатын тобық буынның функцияларын оңалтуға көмектеседі. Сонымен қатар, бұлшықеттер адам денесі мен протездердің жаңа буынын жасауға болатын сенсорлар арасындағы байланыстырушы рөл атқара алады.

Жасанды бұлшықеттерден тұратын тобық буын экзоскелетін денсаулық сақтау, оңалту және спорттық жетістіктерді қоса алғанда, бірнеше салада маңызды.

Жұмыстың мақсаты. тобық экзоскелетін жасанды бұлшық етті қолдану арқылы басқару және әзірлеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері.

1. Қолданыстағы тобық буын экзоскелеттерін, олардың құрылымдарын, техникалық шешімдері мен мәселелерін зерттеу;

2. Экзоскелет элементтері жасалатын дене бөліктерінің құрылымын зерттеп, сондай-ақ олардың биомеханикалық мәндерін қарастыру;

3. Экзоскелеттің талаптары мен дизайнына негізделген қолайлы жасанды бұлшықеттерді таңдау;

4. Құрылғының компьютерлік моделін құруды жүзеге асыру;

5. Тәжірибелік модель түрінде жобаланған жүйені енгізу;

6. Экзоскелетті сынау және нақтылау, соның ішінде экзоскелетті әртүрлі жүктемелермен және әртүрлі жағдайларда сынау, оның талаптарға сай екеніне және ұтқырлық пен өмір сапасын жақсартуда тиімді екеніне көз жеткізу.

Зерттеу нысаны. Зерттеу объектісі оңалтуға арналған тобық буына арналған экзоскелет болып табылады.

Зерттеу пәні. Зерттеу тақырыбы жасанды бұлшықеттермен тобық экзоскелетінің прототипін нақты зерттеу нысандары мыналарды қамтиды:

1. Тобық буын биомеханикасы: бұл зерттеу тобық буын механикасын, соның ішінде қозғалыс ауқымын, әртүрлі қозғалыстарға қажетті күшті және бұлшықетті үйлестіруді түсінуге бағытталған.

2. Жасанды бұлшықеттер: бұл зерттеу экзоскелетте қолдану үшін жасанды бұлшықеттерді, соның ішінде пневматикалық, гидравликалық және электрлік бұлшықеттерді жобалауға және оңтайландыруға бағытталған.

3. Басқару жүйелері: бұл зерттеу сенсорларды, процессорларды және қуат көздерін қоса алғанда, экзоскелеттік басқару жүйелерін әзірлеуге және оңтайландыруға бағытталған.

4. Клиникалық зерттеулер: бұл зерттеуде оңалтуда адамдарды экзоскелеттік тестілеу және оның ұтқырлық пен өмір сапасын жақсартудағы тиімділігін бағалау.

5. Өнімділікті арттыру: бұл зерттеу экзоскелеттің жылдамдыққа, ептілікке және төзімділікке әсерін қоса алғанда, оңалтуда өнімділікті арттырудағы тиімділігін бағалауға бағытталған.

Зерттеу әдістері. қойылған міндеттер теориялық және қолданбалы механика, роботты жүйелер теориясы, есептеу математикасы және басқару жүйелері әдістерін қолдану арқылы шешіледі.

Алынған нәтижелердің сенімділігі бастапқы алғышарттардың дәйектілігі мен толықтығына, теориялық және қолданбалы механика әдістерін дұрыс қолдануға, теориялық зерттеу нәтижелерінің эксперименттік мәліметтермен сәйкес келуіне және тобық буынын басқару жүйесі макетінің құрамында командаларын талдаудың ұсынылған әдістемесін тәжірибелік іске асыруға негізделген.

Ғылыми жаңалығы:

1. Қолданыстағы экзоскелеттер, сондай-ақ олардың басқару жүйелері зерттелді және талданды. Нәтижесінде жасанды бұлшықеттермен экзоскелеттік құрылғыны қолданудың оңтайлы шешімі табылды.

2. Жасанды бұлшықеттері бар экзоскелеттік құрылғы зерттелді және экзоскелеттік құрылғының тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін жаңа шешімдер табылды, атап айтқанда жасанды бұлшықеттер зерттеліп, талданды.

3. Жасанды бұлшықетпен жасалған экзоскелет қауіпсіздік талаптарына сәйкес. Барлық компонент пен электр жетектер талаптарға және электр қауіпсіздігіне сәйкес таңдалды. Жасанды бұлшықеттермен тобық экзоскелетін құрудың ғылыми жаңалығы тірек-қимыл аппараты бұзылған адамдардың қозғалғыштығы мен өмір сүру сапасын жақсартуға, және оңалтуға арналған құрылғыны жасау болып табылды.

4. Экзоскелетте жасанды бұлшықеттерді қолдану - бұл бұлшықеттердің емделуіне және күшеюіне ықпал ететін бақыланатын қарсылықты қамтамасыз етудің және тобыққа көмектесудің жаңа тәсілі. Сенсорлар мен басқару жүйесінің интеграциясы жасанды бұлшықеттерді

дәл және жеке басқаруға мүмкіндік береді, бұл экзоскелеттің инновациялық ерекшелігі.

5. Сонымен қатар, экзоскелет әртүрлі ұтқырлық бұзылыстары бар адамдардың нақты қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін бейімделуі мүмкін, бұл оңалту мен спорттық өнімділікті арттыруға жеке көзқарасты қамтамасыз етеді. Экзоскелетті емдеу процесінің прогрессиясына байланысты реттеуге болады, бұл жасанды бұлшықеттер ұсынатын қарсылық пен көмекті біртіндеп қалпына келтіруге және реттеуге мүмкіндік береді.

6. Тұтастай алғанда, зерттеудің ғылыми жаңалығы жасанды бұлшықеттер мен басқару жүйесін қамтитын экзоскелеттің жаңа дизайнын, сондай-ақ оның ұтқырлықты, оңалтуды және спорттық өнімділікті жақсарту әлеуетін әзірлеу болып табылады.

Практикалық маңыздылығы мен нәтижелері:

1. Ұсынылып отырған оңалтуға арналған тобық буын экзоскелеті үшін арналған электр жетек басқарудың жаңа жүйелерін құру кезінде қолдануға болады.

Қорғауға ұсынылатын тұжырымдар:

1. Тобық буын экзоскелетінің қозғалыс динамикасының математикалық моделі, электр жетегіндегі сызықтықты ескере отырып.

2. Жасанды бұлшықеттер мен басқару жүйесін қамтитын және ұтқырлықты жақсарту және емдеуді жеделдету үшін функционалды талаптарға жауап беретін экзоскелет дизайнының функционалды прототипі.

3. Экзоскелеттің қозғалыс ауқымын, қажетті күштерді және басқа функционалды талаптарды анықтау үшін тобық биомеханикалық талдауы.

4. Жасанды бұлшықеттердің жұмысын эксперименттер мен сынақтар арқылы оңтайландыру, олардың тобық буынына жеткілікті қарсылық пен көмек көрсететініне көз жеткізу.

5. Тобық буын қозғалысын анықтауға арналған сенсорларды, жасанды бұлшықеттерді басқаруға арналған процессорды және қуат көзін қамтитын басқару жүйесін әзірлеу.

6. Экзоскелетті әртүрлі жүктемелермен және әртүрлі жағдайларда оның талаптарға сай екеніне және ұтқырлық пен өмір сапасын жақсартуда тиімді екеніне көз жеткізу үшін сынау.

7. Тұтастай алғанда, нәтижелер зерттеудің нақты бағытына және мақсатты қолдануға байланысты болады, бірақ мақсат-ұтқырлығы бұзылған адамдардың ұтқырлығы мен өмір сүру сапасын жақсартатын, емделуге және оңалтуға ықпал ететін және спорттық өнімділікті жақсартатын тиімді экзоскелет дизайнын жасау.

Зерттеу нәтижелерін апробациялау. Жұмыстың негізгі нәтижелері 4 Халықаралық және ғылыми-техникалық конференцияларда, соның ішінде:

- «IFTToMM Asian Mechanisms and Machine Science Conference – 2021» (December 15-18, Hanoi University of Science and Technology, Vietnam).
- «55th International Conference on VIBROENGINEERING – 2022» (April 21, 2022, in Almaty, Kazakhstan).
- «2022 International Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems», CIEES 2022, (24 – 26 November 2022, Veliko Tarnovo, Bulgaria).
- «The Joint International Conference of the 13th IFTToMM International Symposium on Science of Mechanisms and Machines (SYROM 2022) and the XXV International Conference on Robotics (ROBOTICS 2022) » Iasi, Romania (November 17 - 18, 2022,).
- «8th International Workshop on New Trends in Medical and Service Robots, MESROB 2023 Craiova» 7-10 June 2023. апробациядан өтті.

Жарияланымдар. Жұмыстың негізгі тұжырымдары 16 жарияланымда ұсынылған, соның ішінде SCOPUS деректер қорына кіретін журналда 1 мақала (перцентиль 38%), SCOPUS деректер қорына кіретін халықаралық конференцияларда 4 мақала, ҚР БҒМ БҒСҚК ұсынған басылымдарда 1 мақала, ҚР өнертабысқа арналған 1 патентте, басқа басылымдарда 1 мақала жарияланған.

Жұмыстың құрылымы және көлемі. Жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және 1 қосымшадан тұрады. Жұмыстың жалпы көлемі 129 бетті құрайды, жұмыста 52 сурет, 10 кесте, 122 атаудан тұратын әдебиеттер тізімі бар.

Диссертациялық зерттеудің қысқаша сипаттамасы.

Кіріспеде зерттеу тақырыбының өзектілігі, ғылыми жұмыстың мақсаты, пәні, зерттеу жұмысын құруға қойылған міндеттер, зерттеу әдістері келтірілген. Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы және практикалық маңыздылығы көрсетілген. Зерттеу жұмысының нәтижелерін сынау және зерттеу нәтижелерін жариялау да көрсетілген.

Бірінші тарауда жан-жақты шолу оңалту саласындағы экзоскелет дизайнының заманауи ландшафтына тереңірек үңіліп, жаңа тенденцияларды көрсетілді және болашақ ықтимал траекториялар белгіленді. Тобық буын экзоскелеттерінде қолданылатын жасанды бұлшықет технологияларының спектрін қамтитын мұқият шолу жасалды. Бұған пневматикалық және гидравликалық жетектер, сериялық серпімді жетектер және электрлік сызықтық жетектер кірді. Олардың ішінде дәлдігімен, тиімділігімен және экзоскелеттің күрделі архитектурасына тегіс интеграциялану мүмкіндігімен ерекшеленетін электрлік сызықтық жетектер таңдалынды.

Екінші тарауда SolidWorks бағдарламалық жасақтамасын Motion Simulation қондырмасымен бірге пайдалану арқылы электрлік сызықтық жетекпен басқарылатын тобық буын экзоскелетін модельдеп және имитациялық нәтижелері талданды. Сомов-Малышев формуласына сәйкес

кеңістікте кинематикалық құрылым үшін механизмнің кинематикасы ұсынылды. Тобық буын экзоскелетінің қозғалыс динамикасының математикалық моделі, электр жетегіндегі сызықтықты ескере отырылып ұсынылды.

Үшінші тарауда тобық буын экзоскелетінің прототипі ретінде материал PLA таңдалынды, тобық буын экзоскелетінің электроникасы сипатталып оның басқару және бағдарламалық қамтамасыз ету алгоритмін әзірленді.

Төртінші тарауда тобық буын экзоскелетін эксперименттік зерттеу мен функционалды тестілеу яғни, тобық буыны қозғалыстарының табанның төмен қарай иілуі мен табанның жоғары қарай иілуі нәтижелерді талқыланды.

Қорытындыда диссертациялық зерттеудің алынған нәтижелері мен қорытындылары ұсынылған, таңдалған бағыт бойынша одан әрі жұмыс жоспарлары көрсетілген.