«6D074600 – Ғарыштық техника және технологиялар» мамандығы бойынша Философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған іздеуші Ибраев Айдос Саятулының «Инерциалдық-спутниктік навигациялық жүйелердің дәлдігін арттыру тәсілдері мен алгоритмдерін жасау» тақырыбында жазылған диссертациясына ресми рецензенттің

СЫН-ПІКІРІ

1. Зерттеу тақырыбының өзектілігі және жалпы ғылыми, жалпы мемлекеттік бағдарламалармен (практикалық және ғылым мен техника дамуының сұраныстарымен) байланысы

Қазіргі таңда навигация және бағдарлау техниканың көптеген салаларында кең қолданысқа ие болды. Көптеген қосымшалар жоғары дәлдікпен қатар навигациялық жүйенің бағасы мен өнімділігінің арасындағы тепе-теңдікті қажет етеді. Сол себепті, жүйенің дәлдігін арттыруға, көлемін кішірейтуге және бағасын арзандатуға бағытталған ИНЖ/СНЖ интеграциясының көптеген жаңа әдістері мен алгоритмдерін жасау және дамыту әлемдік практикада жылдам жетіліп жатыр. Жаһандық жерсеріктік навигация жүйесін инерциалдық навигацияның көмегімен Калман фильтрациясын пайдаланып интеграциялау есебі кеңінен зерттелген. Дегенмен, көп басылымдарда бағдарламалық кодты жүзеге асыруға жарамды кейбір алгоритмдердің бөліктері коммерциялық құпия ретінде сақталып, ашық баспаға жарияланбайды. Сол себепті, инерциалдық-жерсеріктік навигация жүйелерінің дәлдігін арттыру әдістері мен алгоритмдерін жасау өзекті ғылыми-практикалық есеп екені анық.

2. Диссертацияға қойылатын талап деңгейіндегі ғылыми нәтижелері.

Диссертациялық жұмыс авторының негізгі үлесі ретінде келесі нәтижелерді атап көрсетуге болады:

- Инерциалдық датчиктерге тән жүйелік қателіктер моделін ұсынып, олардан құтылу әдістерін сипаттаған. Алты позициялық және тоғыз позициялық әдіспен калибрациялау процессі шынайы датчиктердің көмегімен жүзеге асырылған;
- Инерциалдық навигацияның механизация теңдеулері көрсетіліп, оны жүзеге асырудың алгоритмдік сызбасы жасалған. Осы алгоритмдік сызба негізінде Matlab пакетінде бағдарламалық код жазылып, сынақтан өткізілді;
- Инерциалдық навигация дәлдігін арттыру мақсатында одометрия мәлдіметін пайдалану ұсынылып, одометриялық датчиктердің көмегімен көлік локализациясын анықтау есебі шешілген;
- Нақтылы автоматтандырылған көліктерге бекітілген ИНЖ, СНЖ және Одометриялық датчиктерден жинақталған ақпаратты әлсіз байланысқан алгоритм бойынша интеграциялау есебі жүзеге асырылды.

3. Ізденуші диссертациясында тұжырымдалған әрбір нәтиженің, тұжырымдары мен қорытындыларының негізделуі және шынайылық дәрежесі.

Алғашқы нәтиженің шынайылығы сәйкес әдістер мен алгоритмдердің шынайы арзан МЕМЖ акселерометр және гироскоптың көмегімен жүргеге асырылған тәжірибелік сынақ нәтижелерімен расталады.

Диссертацияда келтірілген қалған нәтижелердің негізделгендігі мен шынайылығы сәйкес алгоритмдер мен әдістердің INRIA (Париж, Франция) зерттеу орталығының CyBus автоматтандырылған көлігінің және KITTY (Карлсруэ, Германия) жобасының Annieway интелектуалды көлігінің датчиктерінен алынған мәліметі бойынша сынақтан өткізу нәтижелері бойынша расталады.

4. Ізденушінің диссертациясында тұжырымдалған әрбір ғылыми нәтиже (қағида) мен қорытындының жаңашылдық деңгейі.

Бірінші нәтиженің ғылыми жаңалығы ретінде нақтылы датчиктер үшін SPM және MPM әдістері бойынша калибрациялаудың әдістемесі жасалғандығын атап көрсетуге болады.

Екінші және үшінші нәтижелердің жаңалығы – ИНЖ механизациясы және одометрия теңдеулері бойынша бағдарламалық кешен жасауға жарамды жаңа алгоритмдік сызбалардың жасалуы болып табылады.

Төртінші нәтиже бойынша – әр түрлі датчиктерден алынған мәліметті тиімді пайдаланып, интеграцияланған ИНЖ/Одометрия және ИНЖ/СНЖ/Одометрия жүйелерін жасаудың алгоритмдері мен бағдарламалық кешендері жасалған.

5. Алынған нәтижелердің практикалық және теориялық маңыздылығы.

Диссертациялық жұмыста ұсынылған модельдер әр түрлі әскери және тұрмыстық техниканың арзан датчиктерден құралған жоғары дәлдікті навигациясын модельдеуде қолданысқа ие бола алады. Жасалған кешенді жүйе ҒНСЖ сигналдарына қолжетімсіз жағдайларда жұмыс жасауын тоқтатпай, тұтынушыны жоғары жиілікті навигациялық ақпаратпен қамтамасыз ете алады. Инерциалдық блок мәліметі нысанның кеңістіктегі бұрыштық ориентациясын анықтауға мүмкіндік береді. Ал, одометриялық датчиктерді пайдалану ИНЖ дәлдігін ондаған есе жақсартуға мүмкіндік береді.

6. Диссертацияның негізгі қағидасының, нәтижесінің, тұжырымдары мен қорытындыларының жариялануының жеткіліктігіне растама.

Жұмыс нәтижелері бойынша барлығы 14 жарияланым жарық көрген. Оның ішінде ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдарда 3 мақала, Scopus базасына кіретін журналда 1 мақала және халқаралық конференция материалдарының жинағында 3 жарияланым баспа бетіне шыққан.

Зерттеудің ғылыми нәтижелері мен қорытындылары әл-Фараби атындағы ҚазҰУ механика-математика факультетінің механика кафедрасының, «ғарыштық техника және технология институты» ЕЖШС, Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институтының, RITS team INRIA (Париж, Франция) зерттеу институтының мәжілістерінде, ҚР БҒМ ҒК Экономика институтының дөңгелек үстелінде талқыға түскен.

7. Диссертация мазмұнындағы және рәсімдеуіндегі кемшіліктер мен ұсыныстар.

Одометрияның көмегімен көліктің орнын анықтау есебі екі өлшемді кеңістікте қарастырылып, жер бедерінің кедір-бұдыры ескерілмеген. Бұл мәселені шешу үшін, Одометрия моделіндегі ориентация бұрыштарын үшөсті гироскоптардан алынған ақпарат бойынша есептеуді ұсынар едім.

Аталған ұсыныс диссертацияның кемшілігі ретінде емес, жұмысты әрі қарай жетілдіруге нұсқаулық ретінде қарастырылғаны дұрыс .

8. Диссертация мазмұнының Ғылыми дәреже беру ережелерінің талаптарына сәйкестігі.

Диссертацияның ғылыми-практикалық нәтижелері «Ғылыми дәрежелер беру» ережелеріне сәйкес келеді, ал авторы 6D074600 – «Ғарыштық техника және технологиялары» мамандығы бойынша PhD атағын алуға лайық.

Ресми Рецензент:
ХАТУ профессоры,
ХБА академигі, т.ғ.к. **Айтмагамбетов А.З.**

Подпись указанного лица удостоверяю
Айтмагамбетова А.З.
спец. ХУПи