

администраторы, жаңа келген қолданушыларды тіркеу, роботтың негізгі басқару интерфейсі, қолданушылардың жеке бөлімі, қолданушыларға кез-келген көмек осы жүйеде жүргізіледі.

3. Қолданушы тарапынан – web-серверде гуманоидты роботты басқару үшін арнайы парақша орналастырылған. Ол жүйе бізде «Qamqor» деген атпен аталады. Бұл жүйені қолданушы адам болып табылатын Операторға үйде отырып, роботты ғаламдық Интернет желісі арқылы басқаруға және қашықтықтан сервистік жұмысты орындауға мүмкіндік береді. Qamqor жүйесі келесі модульдерді қамтиды:

- тіркеу және авторизациялар – робот және қолданушының тіркелуі;
- ақпараттар – робот жайында мәліметтер алу және күй жағдайымен таныстыру;
- кинематикалық сұлбасы – роботтың басы, қолы, денесі және төменгі бөлігі жайында нақты сұлбасы көрсетіледі;
- қолданыстағы робот – роботтың нақты көрінісі және де қандай қызмет атқаратыны жайында мәліметтер;
- басқарушы бөлімі – мұнда роботтың қызметі жайында нақты сұрақтарға жауап аламыз және де сынған немесе жүйенің ақаулары туындаса осы бөлімге арыз түсіреміз.

Қорыта келгенде гуманоид роботты басқару үшін жоғарыда айтылып өтілгендей электромеханикалық құрылғылар және бағдарламалық қамтамалар міндетті болады. Оларды іс жүзінде тексеріп тәжірибелік сынақтар өткізген жөн. Негізінен роботты қашықтан Интернеттің көмегімен басқарған тиімді деп ойлаймын, себебі роботтың өзіндік құны төмендейді. Бұл әрине өз ойым, оның өзіндік артықшылықтары және кемшіліктері де кем емес. Қорыта айтқанда тұжырымдалған жүйелерді іс жүзінде тексерген жөн деп санадым.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Бейктал, Дж. Конструлируем роботов на Arduino. Первые шаги / Дж. Бейктал. - М.: Лаборатория знаний, 2016. - 320 с.
2. Бербюк, В. Е. Динамика и оптимизация робототехнических систем / В.Е. Бербюк. - М.: Наукова думка, 2014. - 192 с.
3. Удивительная техника. - М.: Эксмо, Наше слово, 2016. - 176 с.
4. Форд, Мартин Роботы наступают. Развитие технологий и будущее без работы: моногр. / Мартин Форд. - М.: Альпина нон-фикшн, 2016. - 430 с.
5. Hegel F., et. al. Understanding Social Robots. Second International Conference on Advances in Computer – Human Interactions, IEEE, 2009, pp.169-174.
6. Young J.E, et. al. Evaluating Human – Robot Interacting, International Journal of Social Robots, 2011, Vol. 3, No. 1, pp. 53-67.
7. Fong I, Nourbakhsh I., Dautenkahn K.A Survey of Socially Interactive Robots. Robotics and Automation Systems, Vol.42, No. 3, 2003, pp-143-166.
8. Brazeal C. Toward Sociable Robots. Robotics and Automation Systems, Vol. 42, No. 3, pp-167-175.
9. AVA Overview Irobot, <http://www.irobot.com/ava>.
10. Bloss R. Robots Go to Prison – as Guards. An International Journal Industrial Robots. Vol. 39, 2012, pp. 148-158.

ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫНЫҢ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ

Төрехан Аслан Асқарұлы

aslantore@bk.ru

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің, Автоматтандыру және басқару мамандығының, 1-курс магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекші – Г. Ускенбаева

Аннотация: Мақалада ұшқышсыз ұшу аппараттарын өнеркәсіпте де, оның жекелеген салаларында да қолдану қарастырылады. Агросекторда ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалану толығырақ сипатталған. Бүгінгі таңда осы секторда бар проблемалар, сондай-ақ осы проблемаларды пилотсыз технологиялардың көмегімен шешу әдістері келтірілген. Автоматты басқару жүйесі мен оның ұшқышсыз ұшу аппараттарына интеграциясы арасындағы маңызды байланыс түсіндірілді. Дронның техникалық компоненті, сондай-ақ техникалық автоматтандыру құралының әр буыны арасындағы байланыс егжей-тегжейлі сипатталған. Ұшқышсыз ұшу аппаратын басқару жүзеге асырылатын бағдарламалық қамтамасыз етудің мысалы келтірілген.

Түйінді сөздер: робот, дрон, робототехника, автоматика, автоматты басқару жүйесі, математикалық модель.

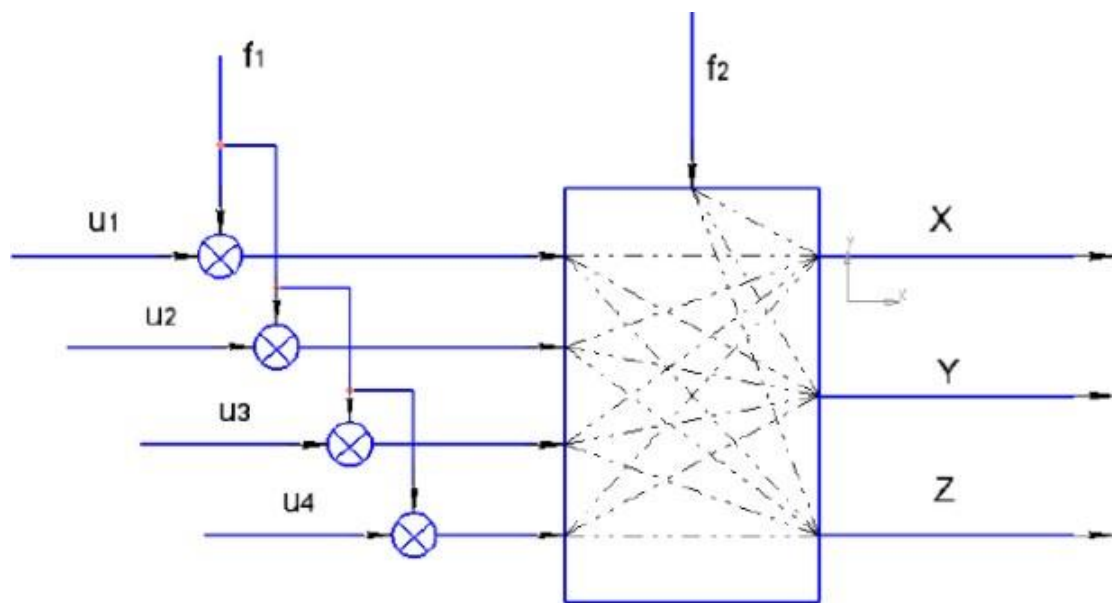
Кіріспе.

Бүгінгі күні технологиялар бүкіл әлем бойынша қарқынды дамуда, соның ішінде автоматтандыру, индустрияландырудағы және онымен байланысты секторлардағы технологиялық серпіліс қазіргі проблемаларды жаңаша қарауға және оларды жаңа заманауи, сондай-ақ өзекті тәсілдермен шешуге мүмкіндік береді. Мысалы, аграрлық және өнеркәсіптік секторларда пилотсыз технологияларды қолдану [1] [2] - бұл 10 жыл бұрын қол жетімсіз болған және сол кезде ғана дами бастаған жаңа және өте өзекті технологиялардың бірі. Пилотсыз технологиялар соншалықты әмбебап, олар ауыл шаруашылығы, өндіруші өнеркәсіп, геодезия, топография, мұнай – газ өнеркәсібі, телекоммуникация, жедел сақтандыру, энергия тиімділігі, тасымалдау және т. б. сияқты әртүрлі салаларда көптеген мәселелерді шеше алады. Ауыл шаруашылығына дрондарды енгізу-бірқатар проблемаларды шешеді, мысалы: ауыл шаруашылығы алқаптарының аумақты су басуына мониторинг жүргізу, егіннің біркелкілігін бақылау, түсімділікті болжау, егіннің зиянкестерімен күрес, тыңайтқыштарды шашу, суару және т.б. Жоғарыда аталған барлық проблемаларды шешу – дәл егіншілік сияқты терминге ие болды. Нақты егіншілік аграрлық секторды оның иесі үшін барынша тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Бір дронды енгізу кезінде бірқатар мүмкіндіктер пайда болады: ауылшаруашылық жерлерінің жоспарлары мен карталарын жасау, егістік алқаптарының құрылымын бақылау және жерді пайдалануды бақылау, батпақты жерлерді, топырақ эрозиясын, артық ылғалды немесе құрғақ жерлерді анықтау, топырақтың өзгеруін зерттеу және топырақтың өзгеру жоспарлары мен карталарын жасау, жемістердің өнімділігі мен сапасын болжау және бағалау, тыңайтқыштар мен қажетті препараттардың микродозасын нүктелі қолдануды есептеу, максималды өнім алу үшін агротехнологиялық жұмыстар кешенін жоспарлау. Осылайша, дрондарды қолдану өте кең және әртүрлі. Пилотсыз технологиялар өнеркәсіптегі және нақты автоматтандыру саласындағы технологиялық серпілістің ажырамас бөлігі деп қорытынды жасауға болады. Автоматтандыру жүйелері жоқ дрондарды пайдалану пайдаланылатын салаларда тиімділіктің аз өсуін қамтамасыз етеді, өйткені қолмен басқару бірден міндеттердің тиімділігін төмендетуге әкелетін адами факторға байланысты қателіктерді білдіреді. Сондықтан, дрондарды қолданған кезде дронның тиімділігі, яғни оның маңыздылығы мен автоматтандыру жүйесі арасында байланыс орнатуға болады. Автоматтандыру жүйесі неғұрлым жақсы, тұрақты және дәлірек болса, дронды қолданудың тиімділігі соғұрлым жоғары болады.

Бүгінгі таңда әлемде ұшақтардың түрі де, көп роторлы да ұшақтарды автоматты басқару жүйелерінің көптеген дамуы бар. Дрондарды автоматты басқару жүйелері- негізінен белгілі бір маршрут бойынша автоматты ұшуға және ғарышта тұрақтандыруға бағытталған. Ғарыштағы тұрақтандыру деп тангаждың, қисаюдың және иірудің салыстырмалы кеңістіктік бұрыштарының ұшқышсыз ұшу аппаратының жағдайын басқару түсініледі. Әдебиетте олар Крыловтың немесе Эйлердің бұрыштары ретінде пайда болуы мүмкін. Маршрут бойынша автоматты ұшу-өз кезегінде x , y , z координаттары бар кеңістіктегі нақты нүктені немесе ендік, бойлық және биіктіктің нақты мәні бар нүктені орналастыруды немесе еңсеруді білдіреді. Ұшқышсыз ұшу аппараттарын (ҰҰА) автоматты басқару жүйелері (АБЖ) негізінен

2 санатқа бөлінеді – мультироторлы типті ҰҰА (квадрокоптерлер, октокоптерлер, трикоптерлер және т.б.) және бекітілген қанатты ҰҰА, яғни ұшақ типі. Әдетте, ҰҰА көп жағдайда бейімделгіш, бірнеше ішкі кросс-байланыстарға ие және бұрыштық жылдамдықта, сондай-ақ бұрыштық үдеуде реттеу принципі бар. Одесса ұлттық азық-түлік технологиялар академиясында технологиялық процестерді автоматтандыру және робототехникалық жүйелер кафедрасында, Мехатроника және робототехника ғылыми-зерттеу зертханасында квадрокоптер типті БОА әзірленді [1].

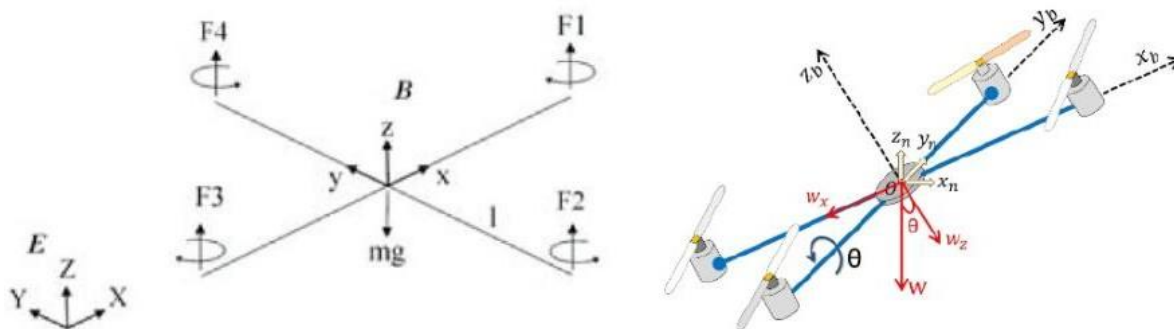
Техникалық процестің мақсаты мен сипаттамалары белгілі бір маршрут бойынша ұшу процесінің мақсаты квадрокоптердің кеңістікте нақты орналасуы және берілген траекториядан минималды ауытқу, яғни x , y , z кеңістіктік координаттарында орналасу болып табылады. Берілген траектория бойынша дронның ұшуын басқару процесі үшін қозғалтқыштардың айналу жылдамдығының өзгеруін (қозғалтқыштар тартымының өзгеруін) - u_1 4 басқару әсеріне жатқызған жөн. Бақыланатын бұзылуларға f_2 коптерінің салмағын жатқызған жөн. Бақылау әрекеті мен f_1 бақыланатын бұзылудан басқа барлық басқа кіріс әсерлері бақыланбайтын бұзылуларға жатады.



Сурет-1. Квадрокоптердің басқару объектісі ретіндегі құрылымдық схемасы

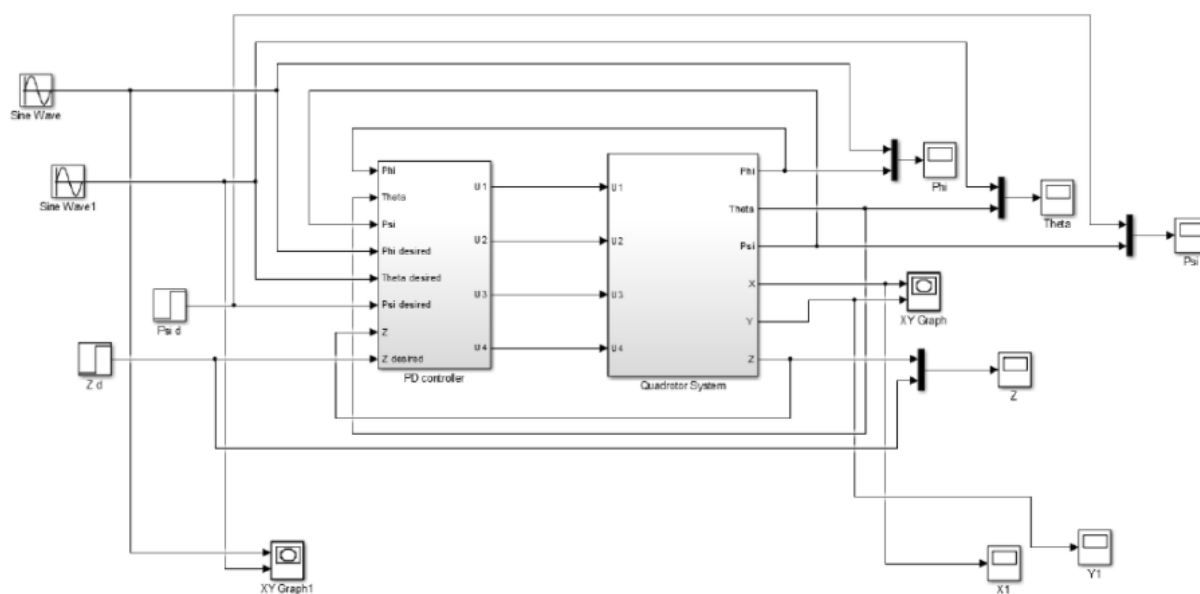
Математикалық модельдің сипаттамасы

Басқару объектісінің математикалық моделі-дрон[3] [4], физика заңдарына негізделген. Квадрокоптерде аэродинамика, инерция моменті, тартылыс күші, гироскопиялық әсер сияқты физикалық аспектілер бар. Төменде дронның ұшуы кезінде әрекет ететін физикалық әсерлері бар кесте берілген. Қатты дененің кеңістіктегі айналуын Эйлер бұрыштары, кватерниондар бұрыштары және Тейт-Брайан сияқты бірнеше әдістерді қолдана отырып параметрлеуге болады. Дрон кеңістіктегі бағыттың векторының арқасында қозғалады, бұл өз кезегінде төрт қозғалтқыштың әрқайсысының айналу жылдамдығына байланысты. Қозғалтқыштар, өз кезегінде, дронның дизайнын массаның центріне қатысты тарту күші мен момент жасайды. Аэроғарыштық техникада осьтер оң бағытта қозғалатын кеме сияқты бағытталған x , оң бағытта y бағытына сәйкес келетін оң жағы және оң бағытта z -ге сәйкес келетін тік жағы.



Сурет-2. Квадрокоптерге әсер ететін күштер

Физика заңдары мен айналу матрицалары негізінде математикалық тәуелділіктер мен басқару заңдары шығарылды, олар Matlab Simulink ортасында жиналған математикалық модельдің негізіне айналады. Модель кеңістіктік координаттар мен бұрыштардағы қозғалыс теңдеулерін қамтиды.



Сурет-3. Simulink Matlab ортасында жиналған квадрокоптердің математикалық моделі

Математикалық модельді сәйкестендіру шеңберінде жиналған жұмыс прототипінде белсенді эксперименттер қатары, сондай-ақ әуе винттерінің аэродинамикалық сипаттамаларын алу бойынша белсенді эксперимент жүргізілді. Эксперимент жүргізу нәтижесінде әуе винттерінің (пропеллерлердің) аэродинамикалық сипаттамалары алынды. Эксперимент 8000 rpm-ге дейін әр түрлі айналу жиілігінде және бұранданың шабуыл бұрышын 40 градусқа дейін өзгертті. Сынақтар Харьков аэроғарыш университетінде, аэрогидродинамика кафедрасында өтті.



Сурет-4. Әуе винттерінің аэродинамикалық қасиеттерін алуға арналған эксперимент

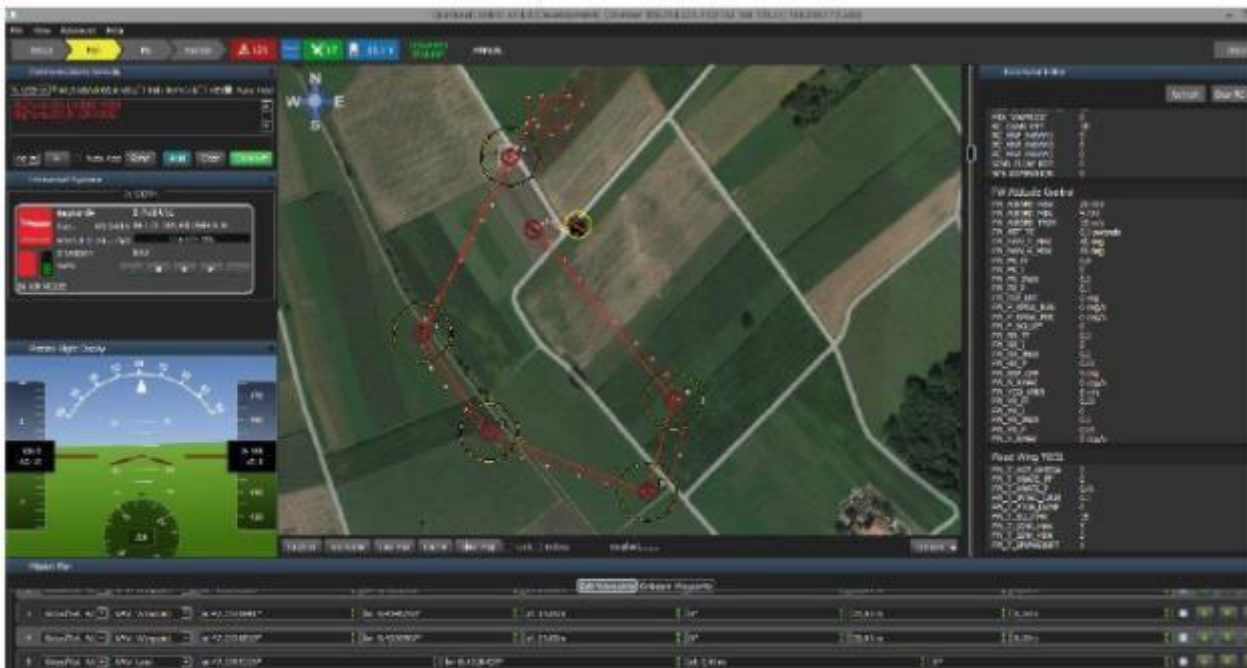
Техникалық базаның сипаттамасы квадрокоптердің жұмыс прототипі Pixhawk ұшу контроллері, тұрақты электр қозғалтқыштары, GPS навигаторы, радиотелеметрия жиынтығы және қозғалтқыш жылдамдығы контроллері негізінде жиналды. Ұшу контроллеріне кіріктірілген гироскоп, акселерометр, компас және барометр кіреді. Ұшқыштың бортында ұшу контроллері ретінде Pixhawk сияқты контроллер қолданылады. Pixhawk бұл жаңа жетілдірілген автопилот жүйесі PX4 ашық бастапқы деректері бар жоба негізінде салынған және 3d Robotics компаниясы шығарған. Негізгі артықшылықтардың бірі-әйгілі ST Microelectronics® компаниясының жылдам қуатты 32 биттік процессоры мен сенсорлары және нақты уақыттағы NuttX операциялық жүйесі бұл кез-келген автономды құрылғыны басқару кезінде керемет өнімділікті, икемділік пен сенімділікті қамтамасыз етеді. Pixhawk тақтасының артықшылықтары - кірістірілген көп ағынды, Unix / Linux тәрізді орта, миссиялар мен ұшу мінез - құлқына арналған Lua сценарийі сияқты жаңа автопилот функциялары, PX4 драйверінің деңгейі теңшелетін барлық процестерде уақыт тығыздығын қамтамасыз етеді. Pixhawk негізгі модулін сандық ауа жылдамдығының сенсоры, сыртқы түрлі-түсті жарықдиодты индикаторларды қолдау, сыртқы компас және т.б. сияқты қосымша опциялар арқылы кеңейтуге болады. Ұшқыштың гео тағайындауы туралы ақпарат беретін және оның ұшу биіктігін қосымша қадағалайтын - GPS модулі Ublox NEO-M8N компаспен сенсор ретінде әрекет етеді. Бұл модуль компасты да қамтиды, өйткені ол дронға тікелей қолданылады. Артықшылығы сыртқы компастың жылғы кірістірілген да ұшу контроллері деп діріл құрылатын қозғалтқыш жұмысымен аз жасауға ықпалын арттыра отырып, сол арқылы ұстау дәлдігі бағыттайды. UBLOX NEO - M8N GPS модулі модульдің алдыңғы нұсқаларымен салыстырғанда жоғары дәлдікке ие (0.6 метрге дейін), сонымен қатар энергияны аз пайдаланады. Ұшу құралдарында карта бойынша нақты және тұрақты ұшулар үшін өте қолайлы. NEO-M8N жылдам сигналды іздеумен, жоғары орналасу дәлдігімен және функционалдылығымен ерекшеленеді. NEO-M8N GPS түпнұсқа M8N чиптерін пайдаланады. Орналасу жаңартулары 10 ГГц-ке дейін жақсарды. GPS модулі әртүрлі спутниктік позициялау жүйелерін қолдайды, мысалы, Еуропалық, жапондық, қытайлық, соның ішінде ресейлік ГЛОНАСС спутниктік навигациялық жүйесі. Әр түрлі спутниктік жүйелердің осы санын қолдау кеңістіктегі дронның орналасуының жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді. Қозғалтқыштар-дронның бортындағы негізгі атқарушы механизмдердің бірі. Дрондар мен барлық ҰҰА-да үш фазалы тұрақты ток қозғалтқыштары қолданылады. Оларды таңдау кезінде олардың номиналды мәніне, атап айтқанда вольт (KV) айналу санына, статор мен ротордың диаметріне назар аудару керек, бұл жағдайда 2213. Қозғалтқыштарды ең алдымен салқындату керек, олар мүмкіндігінше аз тозады (қызып кетеді) және ыстық ауа-райында тұрақты жұмыс істей алады, сонымен қатар қозғалтқыштарды дронның салмағына байланысты таңдайды. Дронның салмағы үлкен болған кезде кішігірім KV және үлкен бұранда өлшемі бар қозғалтқыштарды таңдау керек, осылайша үлкен момент жасайды, яғни

дронның құрылымын көтеру үшін үлкен тарту жасайды. Сондай-ақ, көп роторлы құрылғыларға арналған қозғалтқыштарға назар аудару керек, өйткені бұл қозғалтқыштар мен ұшақтарға арналған қозғалтқыштар арасындағы айырмашылықтар.

Қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттегіш. Ұшу контроллерінен сигнал алған кезде (импульстік модуляцияның кеңдігі) қозғалтқыштың айналу санын көбейтетін немесе азайтатын микроконтроллері бар шағын тақта бар. PWM импульсінің ені 1-2 микросекунд диапазонында өзгереді. 1 микросекундта қозғалтқыш өшірілі, 1.5 микросекундта қозғалтқыш 50% жұмыс істейді және импульстің ені 2 микросекундта қозғалтқыш максималды айналу санын бере отырып, максималды қуатпен жұмыс істейді. Реттегіштер, қозғалтқыштар сияқты, ең алдымен дронның түрін таңдау керек, ұшақ түрі мен көп роторлы типтегі реттегіштер арасында айтарлықтай айырмашылық бар. Көп роторлы реттегіштерде жұмыс жиілігі кем дегенде 600 Гц құрайды, ал ұшақ реттегіштерінде 400 Гц жиілігі жеткілікті. Реттегішті таңдаудағы тағы бір маңызды критерий - кіріктірілген жел электр станциясының болмауы (байланыс батареяны жояды), яғни қосымша қуат. Жылдамдық реттегішінде кіріктірілген қуат болған кезде, осы тақтадан шығарылатын басқару сигналдарына басқару сигналының бұрмалануына әкелетін қосымша шу шығады. Жылдамдықты реттегіш тақтасына орнатылған жел электр станциясымен-мұндай шуды өтеу үшін феррит сақинасын пайдалану ұсынылады. Сондай-ақ, көп роторлы жылдамдықты реттегіштерде жұмыста үлкен синхрондау және оларды калибрлеу мүмкіндігі бар. Жоғарыда аталған критерийлерден басқа, реттегіштер қозғалтқыш тұтынатын ең жоғары ток бойынша таңдалады.

Бағдарламалық жасақтама сипаттамасы

Бағдарламалық жасақтамаға келетін болсақ, ұшақты бірнеше бағдарламадан басқаруға болады. Дронды басқару бағдарламалары "жер станциялары" деп аталады, өйткені басқару қашықтан жүреді және дронның күйі туралы ақпарат "жер үсті станциясына" келеді. Осындай бағдарламалық жасақтаманың бірі - "Qground Control". Бұл бағдарламада дронның өзін де, оның ұшу миссиясын да реттеуге және конфигурациялауға болады. Бұл бағдарламалық жасақтама өте икемді, өйткені оны Windows, MacOS, Android, Ios және т. б. операциялық жүйелер қолдайды. Оларды смартфондар мен планшеттер сияқты мобильді құрылғыларға орнатуға болады.



Сурет-5. "Qground Control" бойынша скриншот

Бұл бағдарламалық жасақтаманың интерфейсі әуе кемесін реттеуге арналған бірнеше қойындыдан тұрады, атап айтқанда оның түрін таңдау (көп қозғалтқыш немесе ұшақ түрі),

микробағдарламаны жүктеу, дрон параметрлерін конфигурациялау, сонымен қатар ұшу тапсырмасын конфигурациялау. Негізгі бастапқы терезеде SCADA жүйесі, ұшқышсыз ұшақтың көкжиекке қатысты орнын, ұшу биіктігін, бағытын, батарея деңгейін және радиосигнал сапасын көрсететін негізгі борттық сенсорлардың күйі көрсетіледі. Әрі қарай зерттеу және әзірлеу әрі қарай зерттеу жоспарлары-берілген маршрут бойынша мотопланнер типті ҰҰА автоматты басқару жүйесін әзірлеу, яғни ұшақ типіндегі дронға негізделген автопилот құру. Ұшақ дрондарының мультироторлардан артықшылығы-олар 6 сағатқа дейін жақсы жағдайда аспанда болуы мүмкін. Мұндай жеткілікті үлкен ұшу уақыты, сондай-ақ үлкен ұшу алаңдары мен ұшу жылдамдығы дрондарды өнеркәсіптің басқа салаларында қолдануға мүмкіндік береді. Мысалы, аграрлық секторда немесе жедел картография секторында. Сонымен қатар, Одесса аймағының Қара теңізінің жағалауларындағы тұрмыстық қоқыстарды анықтау үшін техникалық көру қабілетімен бірге дронды қолдану қарастырылады. Өздігінен жүретін зеңбіректерге қатысты ұшақ типіндегі дрондар оның ауадағы жағдайына жауап беретін атқарушы механизмдерде түбегейлі айырмашылыққа ие. Ұшқыштың ауадағы орны элерондар мен элевондардың шабуылының аралас бұрыштарына, сондай-ақ қозғалтқыштардың тартылуына байланысты.



Сурет-6. Мотопланнер моделінің суреті

Қорытынды

Ұшқышсыз ұшу аппараттары робототехника мен автоматтандырудың ажырамас бөлігі болып табылады, ал өнеркәсіп салаларында пайдалану бойынша өз орнын алады деп қорытынды жасауға болады. Дерек ретінде, ҰҰА өнімділігі мен сапасына оның автоматтандыру жүйесі, атап айтқанда басқару алгоритмдері және бақылау-өлшеу құралдарының дәлдігі әсер етеді. Сондай-ақ, ҰҰА түріне және оны қолдану саласына назар аударуымыз керек.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Ключникова Н.А. агросектордағы дрондар: қолдану әдістері / AgroPortal интернет журналы, 2017.
2. Таун Холл в.с. ұшу: ауыл шаруашылығындағы ұшқышсыз ұшу аппараттары / AgropRACTIC электрондық журналы, 2016.
3. Богословский С.В., Дорофеев А. Д. ұшу аппараттарының ұшу динамикасы, оқу құралы, Санкт-Петербург 2002.
4. Гурьянов А.Е. квадрокоптерді басқаруды модельдеу / "инженерлік хабаршы" электронды ғылыми-техникалық журналы, Ресей. ММТУ. Бауман, 2014.

ӘОЖ:0041:378.147

МҮМКІНДІГІ ШЕКТЕУЛІ АДАМДАРДЫҢ ТІРШІЛІК ӘРЕКЕТІН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚОЛДАУДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ

Тұрарбекқызы Нұржахан

nurjahan_00@mail.ru

Ақпараттық технологиялар факультетінің 1 курс магистранты
«Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» ШЖҚ РМК,
Нұр-Сұлтан, Қазақстан