

УДК 50.01.11

**БЕРІЛГЕН ТРАЕКТОРИЯ БОЙЫНША ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫН
АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ**

Ташимова Динара Талгатовна

tash.dinarat@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ-ның магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – А.Шукирова

Соңғы онжылдықта ҰҰА-на деген қызығушылық, ең алдымен, оның қол жетімділігінің артуына байланысты айтарлықтай өсті. Көру немесе бақылау үшін квадрокоптер негізінде басқару – бұл практикалық қолданудың кең спектрі бар өте қызықты міндет. Квадрокоптерлер, атап айтқанда, адамның қол жетімділігі шектеулі жерде әлдеқайда перспективалы. Қазіргі уақытта квадрокоптерлер қашықтан басқару және мониторинг, бақылау, картаға түсіру және мақсатты бақылау сияқты тапсырмаларды орындау үшін қолданылады.

Квадроторлар жақсы маневрлікті, қарапайым механиканы және дәлдікпен тігінен іліп, ұшып, қону мүмкіндігін қамтамасыз ететін басқару элементтерімен жасалған. Шағын өлшемдерінің арқасында олар қызықтыратын мақсаттары өте жақын сондай-ақ кіші биіктіктерде байқалмайтындай болуы мүмкін. Квадрокоптердің негізгі кемшіліктері оның жоғары қуат тұтынуы және жүктемені шектеу болып табылады. Жүк көтергіштігі шектеулі болғандықтан, борттағы сенсорлардың саны шектеулі. Бұл шектеуді жеңу үшін көру және квадрокоптерді қашықтан басқару әдістері қазіргі кездегі негізгі зерттеу бағыттары болып табылады.

Көру қабілетіне негізделген сенсорлардың құны мен салмағы төмен және оларды әр түрлі қосымшалар үшін квадрокоптермен оңай орналастыруға болады, әсіресе ішкі кеңістік сияқты GPS-тен бас тарту аймақтарында. Қазіргі уақытта квадрокоптерлерге арналған кең

таралған бағдарлама-бұл мақсаттарды анықтау және бақылау. Квадрокоптерге арналған қашықтықтан негізделген навигация мұндай тапсырмалар үшін жақсы жұмыс істейді. ҰҰА-ны жоғарыдан зондтау үшін қолдануға болады; сондықтан мен қауіпті немесе заттарды сезіну үшін ҰҰА қозғалатын жер үсті көлігінің алдында ұшып бара жатқанда қолдануды ұсынамын.

Квадрокоптерді басқару және оны әртүрлі қосымшаларға енгізу уақыт өте келе айтарлықтай жетістіктерге жетті. Қазіргі уақытта квадрокоптер үшін офлайн навигацияны таңдауға болатын көптеген алгоритмдер мен әдістерді қолдану өте оңай. Квадроторда төртбұрышты құрылымның бұрыштарында орналасқан төрт бірдей ротор бар. Ол әдетте екі жұп бірдей пропеллерді пайдаланады. Бұл пропеллердің екеуі сағат тіліне қарсы, ал қалған екеуі сағат тілімен айналады. Әр ротордың жылдамдығын өзгерту арқылы сіз кемеңі көтеру және маневрлеу үшін кез-келген қажетті тартқышты жасай аласыз. Квадрокоптерді басқару үшін осы төрт тәуелсіз роторды басқару керек.

Жалпы алғанда, квадрокоптерді түбегейлі басқарудың өзі күрделі мәселе болып табылады. Алты еркіндік дәрежесі бар, үш айналмалы және үш аударма, тек төрт тәуелсіз кіріс бұл жүйені өте маңызды емес етеді. Еркіндіктің айналмалы және прогрессивті дәрежелері бір-бірімен байланысты, бұл жүйенің динамикасын табиғатта сызықты емес етеді. Аз ғана ауаның үйкелісінен басқа, квадрокоптерлерде қысымды ұстап тұру немесе олардың қозғалысына көмектесу үшін үйкеліс болмайды; сондықтан олар тұрақтылық пен қозғалыс үшін өздерінің демпферін қамтамасыз етуі керек.

PID контроллерінің күрделі міндеті – квадрокоптердің жағдайын сенімді басқаруға қол жеткізу үшін параметрлерді реттеу. Параметрлерді оңтайлы реттеу үшін Циглер-Николс ережесі бағдарлау үшін де, квадрокоптердің орнын басқару үшін де қолданылды. Бұл параметр ПИД-контурға кедергіні жақсырақ басуға мүмкіндік берді және жүйені өте сенімді етті. Қарастырылған барлық зерттеулерде квадрокоптерді басқаруға баса назар аударылды, бірақ суретті өңдеу әдістерін қолдана отырып, көру интеграциясы талқыланбады.

Оптикалық бейнелеу жүйелері кіші ҰҰА көмегімен деректерді жинау үшін қолданылатын ең көп таралған сенсорлардың бірі болып табылады және олардың суреттерін әдемі ландшафттарды түсіру, миссия кезінде және фотограмметрияның әртүрлі қосымшаларында оператордың ситуациялық хабардарлығын қамтамасыз ету үшін пайдалануға болады. Кіші ҰҰА үшін бірнеше коммерциялық дайын оптикалық бейнелеу жүйелері бар, атап айтқанда кескінді алу кезінде камераның әлемдік уақытының, позициясы мен бағдарының дәлдігіне емес, кескіннің визуалды тартымдылығына жоғары талаптары бар миссиялар үшін. Бұл көбінесе теледидар мен бейне өнімдеріне, фотографтар мен әуесқойларға қатысты.

Діріл кіші ҰҰА камералық жүйелерін жобалаудағы басты мәселелердің бірі болып табылады: ол бұлыңғырлықты қосады, сурет сапасын және суреттегі бөлшектерді ажырата білу қабілетін төмендетеді, сондықтан бүкіл миссияны бұзуы мүмкін. Сондықтан дірілдің себептерін жеңілдету үшін тиісті шаралар қабылданатындай етіп түсіну маңызды.

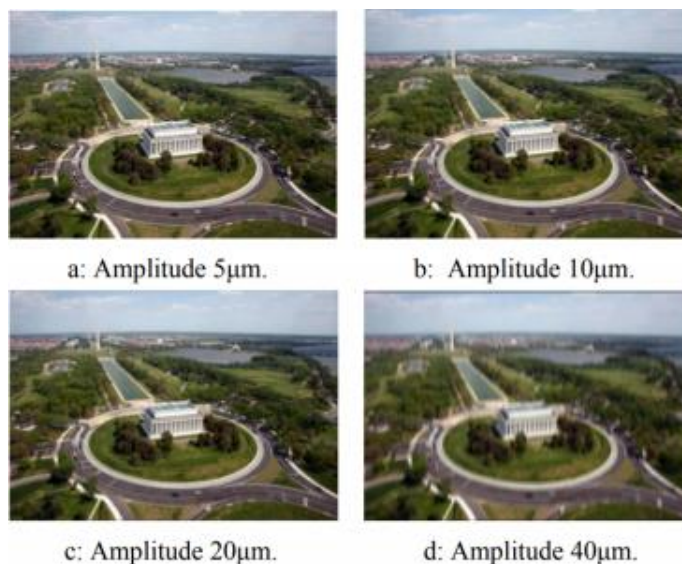
Кіші ҰҰА дірілінің сурет сапасына әсері туралы көп зерттеулер жоқ. Ли мен Тан [2] кіші ҰҰА дірілінің екілік оптикалық элементтерге (Binary Optical Elements (BOE)) әсерін зерттеді. BOE – дифракциялық визуализацияның элементі және дифракцияның тиімділігін кескін сапасына әсер ететін платформаның дірілімен төмендетуге болады. Басқаша айтқанда, платформа қозғалғанда объект нүктесі мен оптикалық жүйе арасындағы салыстырмалы позиция кескін сапасын нашарлатады.

Сондықтан жұмыста әртүрлі амплитудасы мен жиілігі бар бір өлшемді синусоидалы тербелістердің пиксель өлшемі 9 мкм және интеграция уақыты 20 мс болатын кескінге әсері модельденеді (Сурет 1).



Сурет 1 Бастапқы бейне [2]

Алдымен әр түрлі амплитудалар 50 Гц тұрақты жиілікте қолданылады (сурет 2). 5 мкм амплитудасында сапада айтарлықтай өзгерістер байқалмайды. Амплитудасы 10 мкм болған кезде кескін сапасы нашарлайды, бірақ кескіннің шеттерінде оның ортасына қарағанда едәуір нашарлау байқалады. Амплитудасы 20 мкм болған кезде бүкіл кескін бұлыңғыр болады, ал амплитудасы 40 мкм болған кезде кескін сапасы нашарлайды.



Сурет 2 Әр түрлі амплитудасы бар тербелістерді модельдеу [2]

Алынған нәтижелерге сүйене отырып, Ли мен Тан [2] дірілдің сурет сапасына әсерін азайту үшін оптикалық жүйенің екі модификациясын ұсынды. Кішкентай діріл амплитудасы шамалы әсер ететіндіктен, сурет сапасының нашарлауын төмендетудің бір әдісі-фокустық ұзындығын азайту және пиксель мөлшерін арттыру. Алайда, бұл оптикалық жүйенің бұрыштық ажыратымдылығының төмендеуіне әкеледі. Тағы бір тәсілі-қысқа интегралдау уақыты бар CCD (charge coupled device – зарядтау байланысы бар құрылғы) пайдалану, сондықтан діріл кезеңі интегралдау уақытынан аз болады.

Бейнелеу тапсырмаларында дірілді механикалық жұмсартуға балама немесе қосымша -оптикалық суретті тұрақтандыру (OIS) [3]. Бұл әдіс дірілді анықтау және дірілдеуді түзету үшін объективті немесе сенсорды жылжыту үшін қозғалыс сенсорларының көрсеткіштерін қолданудан тұрады. Қазіргі уақытта көптеген камера жүйелері, әсіресе қазіргі заманғы телефондарда орнатылған жүйелер осындай мүмкіндікке ие. Негізінен, дискілер камера жүйесінің бөліктерін анықталған тербелістерге сәйкес жылжытады, әсерді болдырмайды. OIS кескіннің сандық тұрақтануынан жоғары болып саналады, өйткені ол кескін алынғанға дейін жұмыс істейді, сондықтан кескіннің бұрмалануы немесе тозуы болмайды. Оның

артықшылығына қарамастан, барлық визуализация жүйелерінде бұл функция бола бермейді және OIS-ті қолданыстағы визуализация жүйелеріне орнату өте қиын міндет, өйткені визуализация жүйесінің аппараттық құралдарына араласу жүреді. OIS сонымен қатар қашықтан зондтау деректерінің дәлдігін төмендету арқылы камера параметрлерін өзгерте алады.

Су тасқыны, дауыл, торнадо және боран сияқты табиғи апаттар кезінде және одан кейінгі қоғамдық қауіпсіздікке байланыстар ұялы байланыс операторының жұмысында маңызды рөл атқарады. Апат кезінде жердегі байланыстың зақымдану ықтималдығы жоғары. Мұндай сценарийлерде құтқару жұмыстары мен хабардар болу үшін коммуникацияның үлкен қажеттілігі бар. Сондықтан осындай қиын жағдайларды шешу үшін бізге перспективалы шешім қажет. UAV-BSS қысқа мерзімде төмен шығындармен орналастыруды орната алады. Сонымен қатар, олар сұраныс бойынша байланыс орната алады.

ҰАЖ соңғы онжылдықтарда осы жүйенің артықшылықтарына байланысты өсті және кең таралды (Clapper, Young, Cartwright, & Grimes, 2007). Тиісінше, оны сипаттау үшін қолданылатын терминология осы жылдар ішінде дамыды. Ұшқышсыз ұшақ бастапқыда қашықтан басқарылатын авиациялық жүйе (RPAS) ретінде белгілі болды, бірақ суасты және жер үсті көліктерінің пайда болуымен UAV (ҰҰА) қазіргі уақытта басс ұшақтарына сілтеме жасау үшін қолданылады. Екі терминнің арасындағы айырмашылық әуе кемесінің ұшқышы мен ұшқышсыз ұшқыштың бортында белсенді автопилоттың болуына назар аударады, оны жердегі белсенді ұшқышты қажет ететін RPA-дан ажыратуға болады (Abid, Austin, Fox, & Hussain, 2014).

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. P. Henry M. Krainin-D. M. Aturana D. Fox] A. S. Huang, A. Bachrach and N. Roy. Visual odometry and mapping for autonomous flight using an rgb-d camera. *International Symposium on Robotics Research (ISRR)*, 100:235–252, 2011.
2. Li, C.; Tan, F. Effect of UAV Vibration on Imaging Quality of Binary Optical Elements. In *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)*, Changchun, China, 5–8 August 2018; pp. 1693–1698
3. Yeom, D. Optical image stabilizer for digital photographing apparatus. *IEEE Trans. Consum. Electron.* 2009, 55, 1028–1031.