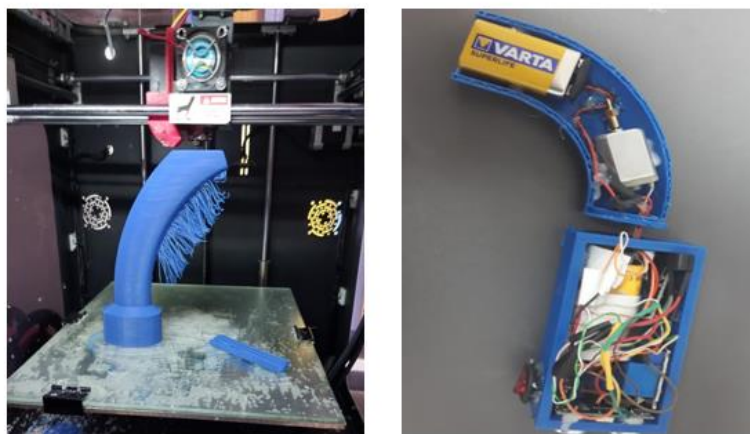




Сурет-2. Зағиптарға арналған робот-құрылғының сыртқы және ішкі көріністері

Бүгінгі таңда машиналық оқыту жаңа формаларға ие және үнемі дамып келеді. Машиналық оқыту компьютерлер оқи алатын тұжырымдамаларға негізделген. Яғни, олар бастапқыда бағдарламаланбаған нәрсені жасай алады.

Ультрадыбыстық сенсорлар әртүрлі салаларда өндірісті автоматтандырудың кең ауқымды міндеттерін шешуде өте пайдалы болуы мүмкін деп қорытынды жасауға болады.

Сондықтан, осындай озық технологияларды қолдана отырып жасалған зағип жандарға арналған робот бағыттаушы көптеген денсаулыққа қатысты мәселелерді шешуге және алдын алуға әсер ететіні анық. Мысалы, көру кемістігі бар адамдардың қоршаған ортамен байланысын жақсартып отырып, мүмкіндіктері шектеулі адамдар қоғамның толыққанды мүшесі болады, сондай-ақ басқа адамдармен қатар білім беруге, денсаулық сақтауға, яғни қоғам өмірінің маңызды салаларына елеулі үлес қосады. Сонымен, зағиптарға арналған робот нұсқаулығы заманауи озық технология бола отырып, зағип және нашар көретін адамдардың өмірін жеңілдетеді және оларды қоршаған орта мен адамдарға тәуелділіктен босатады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Hopfield, J. J. (1982). "Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities". Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 79.
2. Arduino-да бағдарламалау [Электрондық ресурсы]. URL: <http://arduino.ru> (20.07.2012).
3. What Is a Microcontroller? — Programming an Arduino Board [Электрондық ресурсы]. URL: <https://turbofuture.com/computers/What-is-an-Arduino-Programming-Microcontrollers> (23.11.2020).

УДК 50.01.11

БЕРІЛГЕН ТРАЕКТОРИЯ БОЙЫНША ГИБРИДТІ ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ МОДЕЛІН ҚҰРУ

Ташимова Динара Талгатовна
tash.dinarat@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ-ның магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
 Ғылыми жетекшісі – А.Шукирова

Бұл мақала ұшқышсыз ұшу аппараттарына (ҰҰА) арналған ұшу сипаттамаларының туындыларын, тұрақтылық пен басқаруды бағалау және талдау туралы терең түсінік береді.

ҰҰА – бұл бортында адам жоқ, керісінше өздігінен басқарылатын немесе қашықтан басқарылатын ұшақ. Ол көптеген елдерде ұшу дербестігінің арқасында бақылау, зерттеу немесе жауынгерлік әрекеттер сияқты тапсырмаларды жасау үшін кеңінен қолданылады.

Қазіргі заманғы ұшқышсыз ұшақтар – бұл көлік құралын құрайтын талдау эволюциясының және оны жобалау мен дамытуда қолданылатын процестердің нәтижесі. Талдау аэродинамиканы, ұшу сипаттамаларын, тұрақтылықты және басқаруды қамтиды.

Ұшқышсыз ұшу аппараттары нарығында әдетте екі негізгі түрі қарастырылады: бекітілген қанаты бар ұшу аппараттары және бұрандалы қанаттар. Оның артықшылықтары да, кемшіліктері де бар. Тұрақты қанаты бар ұшқышсыз ұшу аппараттары әдетте жоғары жылдамдықты, жүк көтергіштігін, ұшу ауқымын және төзімділікті көрсетеді. Бірақ олар ұшу және қону үшін ұшу-қону жолақтарын қажет етеді және ауада қалу үшін белгілі бір ұшу жылдамдығын сақтау керек. Винтті қанатты ұшақтар, керісінше, әртүрлі мөлшерде және конфигурацияларда болады және әдетте шектеулі кеңістікте қозғала алатын және ұшу мен қону үшін арнайы бөлінген алаңдарды қажет етпейтін жоғары маневрлікке ие. Алайда, көтеру тек пропеллермен жасалады, бұл көп энергияны қажет етеді және бұрандалы қанатты машинаны төзімділік қажет миссияларда жұмыс істеуді қиындатады.

Осы қарама-қарсы тұжырымдамалардан гибриді дрондар деп аталатын екі түрдің де артықшылықтарын біріктіруге тырысатын дрондардың жаңа түрі пайда болды. Гибриді ұшқышсыз ұшу аппараты тік ұшуға және қонуға (ТҰҚ), сондай-ақ ауада қозғалмайтын қанатымен ұшуға және кері қайтуға бағытталған. Осы екі тұжырымдаманы біріктіру идеясы жаңа идея емес. Бұл басқарылатын ұшаққа қол жеткізудің бірнеше мысалдары болды, мүмкін ең танымал Bell-Boeing V-22 Osprey, ол бұранда бұрамасы бар алғашқы ұшақ болған және бүгінде де қолданылады [1]. Тек соңғы онжылдықта немесе одан да көп пилотсыз нұсқаларды жүзеге асыру мүмкін болды [2].

Гибриді ұшқышсыз ұшу аппараттары саласында көптеген мүмкін конструкциялар бар және өнеркәсіпте де, зерттеуде де сәтті ұшақтардың бірнеше мысалдары бар. Сатып алуға болатын бірнеше коммерциялық нұсқалар бар, бірақ олар өте қымбат және өзгерту мүмкіндіктері шектеулі.

Осы шектеулерге байланысты 2016 жылы Саутгемптон университетінің студенттер тобы Норвегиялық қорғаныс зерттеулерінің ғылыми-зерттеу институтымен (Forsvarets Forskningsinstitut, FFI) бірлесіп, Kestrel деп аталатын бірінші буын концептуалды ұшағын жасады, ол суретте көрсетілген (Сурет 1) [3].

«Кестрел» – бұл екі қозғалтқышы бар конвертоплан ол ТҰҚ-да да, бекітілген қанатта да ұшуға қабілетті. Негізінен, екі қозғалтқышы бар конвертоплан – бұл біріктірілген бекітілген қанаты бар ұшқышсыз ұшақ және квадрокоптер. Квадрокоптердің қозғағыштары тік ұшуды орындайды, содан кейін бекітілген қанатты ұшу үшін алдыңғы пропеллер ұшақты қозғалмалы қанатты режим үшін тұрақты ұшу жағдайларына жеткенше өтпелі фаза арқылы жылдамдатады.

Kestrel үшін, қатып қалған кезде, квадрокоптерлер үшін әдеттегідей симметрия туралы болжамдар қолданылмауы мүмкін. СВВП-дан қозғалмайтын қанатқа және кері өту кезеңінде, сондай-ақ қозғалмайтын Қанатпен ұшу кезінде ұшу шарттары тез өзгереді және дифференттің бір жай-күйінің айналасында бір сызықтандыру жеткіліксіз болады. Параметрлердің сызықтық өзгеру парадигмасы (LPV)[4] – бұл жүйелермен жұмыс істеудің мүмкін тәсілдерінің бірі.



Сурет 1 Kestrel Mk II

LPV – бұл сызықтық емес жүйелерді талдау мен басқарудың қарапайым, бірақ тиімді әдісі, ол көптеген қосымшаларда сәтті қолданылады [5, 6, 7].

Kestrel-ді жобалаудағы бастапқы мақсаттар электронды сигналдарды анықтау үшін ұшқышсыз, тік ұшу және бекітілген қанатты ұшу аппаратын құру болды. Сондай-ақ, FFI тарапынан компоненттер, мүмкін болса, 3D басып шығарылған нейлоннан жасалған болуы керек, сондықтан болашақта сенсорлық тірек құрылымын орналастыруға болады. Сонымен қатар, функционалдылық пен дизайнға қойылатын талаптар жиынтығы анықталды:

- Экспозиция шамамен 3 сағат
- Модульдік – қарапайым техникалық қызмет көрсету және ауыстыру үшін
- Сенімділік – өрескел айналымға, тасымалдауға және қоршаған орта жағдайларына төтеп беру қабілеті.
- Ұтқырлық – далада оңай тасымалданады және оңай орнатылады.
- Төмен құны – бір уақытта бірнеше ұшқышсыз ұшу аппараттарының болуы және арзан жөндеу мүмкіндігі.
- Жүктеме – жүктемені орналастыруға қабілетті болуы керек
- ТҰҚ – әмбебаптылық
- Автоматтандыру

Фюзеляж салыстырмалы түрде кішкентай, ұзындығы 450 мм және ені 200 мм. Ол 3D принтерде басып шығарылған және тек төрт квадрокоптер қозғағыштары мен жүктемелерге арналған батареяларды қоса алғанда, алдыңғы қозғалтқыштың қозғалтқышын, электрониканы орналастыруға арналған.

Бекітілген қанатта ұшу кезінде негізгі көтеру беті фюзеляждың жоғарғы жағына бекітілген қанаттар болып табылады. Аэродинамикалық профиль ретінде Аэроавтика жөніндегі ұлттық консультативтік комитет (NACA) 2412 қолданылады, ол көптеген төмен жылдамдықты ұшақтарға сәтті қолданылды [3]. Қанаттың ұзындығы 2,5 м, ал ұштарында қанаттар бар.

Қанаттардан екі параллель жебе құйрыққа қарай созылады. Құйрық жамылғысы – ұшақтың негізгі тұрақтандырғыш беті. Артқы қанатшаның конструкциясы А-тәрізді дизайнды білдіреді, ал аэродинамикалық бейіннің пішіні NACA 0012 сәйкес келеді. А-тәрізді құйрықтың пішіні биіктік рулі мен бағыт рулі ажыратылмайтынын білдіреді, бірақ А-тәрізді құйрықтың рульдік жетегі екі тапсырманы бір уақытта орындауы керек.

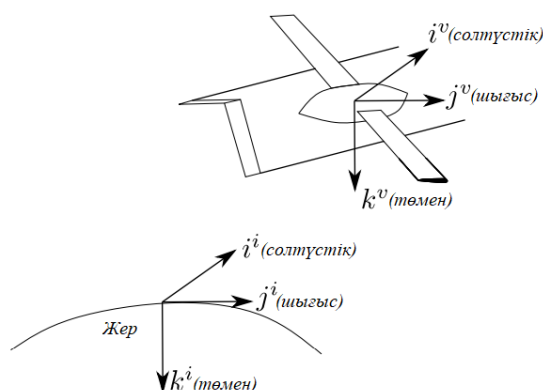
Қозғалмайтын қанаты бар алдыңғы көлденең пропеллер көлік құралының алдына орнатылады және бензин қозғалтқышымен қозғалысқа келтіріледі. Мұнай батареяларға қарағанда әлдеқайда жоғары энергия тығыздығына ие, бұл ұзақ ұшу талаптарын қанағаттандыру үшін қажет.

Квадрокоптер қозғағыштары қанаттардан құйрыққа өтетін параллель сыпырғыштарға орнатылады. Олар ұшақтың фюзеляжының айналасында Х әрпі түрінде орналасқан. Олар,

екінші жағынан, электрлік, бұл оларды қуаттауға қосымша батарея қажеттілігін білдіреді. Бұл өте үлкен ұшақ, оны тек квадрокоптер тартқышымен көтеру көп энергияны қажет етеді. Батареялардың салмағының тиімсіздігіне және екі бөлек қозғалтқыш қондырғысының болуына байланысты ұшқышсыз ұшу аппараттарының ұшуды қанша уақытқа қолдайтынына шектеу бар. Бастапқы «Кестрел» 5 минут бойы көтерілуді қамтамасыз ету үшін жасалған.

Көлік құралының v жақтауы ұшқышсыз ұшу аппараттарының массалар центрінде (МЦ) орналасқан, ал осьтер жер жақтауымен тураланады. Көбінесе ол жердің координаттар жүйесінің шығу тегіне қатысты навигациялық теңдеулерді анықтау үшін қолданылады. Инерциялық жақтау және көлік құралының жақтауы суретте көрсетілген (Сурет 2).

Инерциялық анықтамалық жүйені Ньютонның қозғалыс заңдылықтарын олардың қарапайым түрінде сипаттауға болатын координаттар жүйесі оңай сипаттайды. Қатаң айтқанда, жер бетінде анықталған координаттар жүйесі инерциялық анықтамалық жүйе болмайды. Ақылға қонымды кіші диапазондарда жұмыс істеген кезде, жер Жергілікті аймақта тегіс деп есептесе, көптеген операцияларда инерциялық тірек үшін жақсы жақындастыру ретінде қызмет етеді. Ол жергілікті тангенс жазықтығы-жуықтау деп аталады.



Сурет 2 Жергілікті тангенс жазықтығының инерциялық жақтауы мен ҰҰА ортасында орналасқан көлік құралының жақтауы арасындағы байланыс

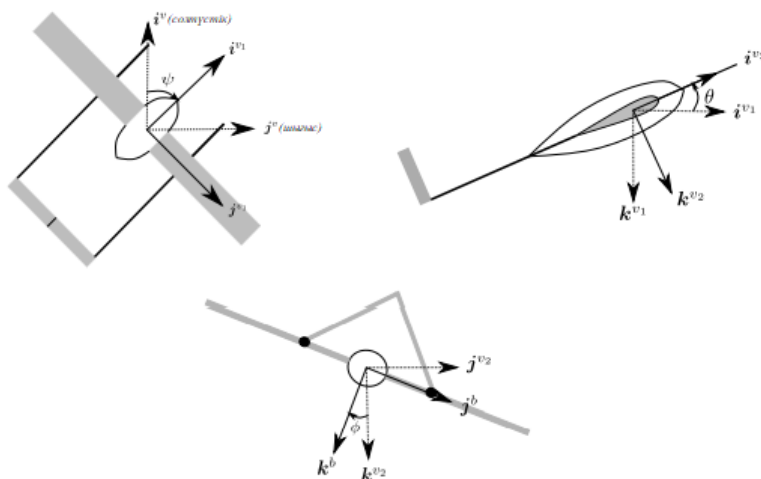
Алайда, тұрақты биіктікте ұзақ қашықтыққа ұшқанда, жерді тегіс етіп модельдеу жеткіліксіз болады. Жердің қисықтығына байланысты жазықтықтың траекториясы жер бетімен бірге қисық болуы керек, ал жердің айналуына байланысты жер бетіне қатысты жазықтықтың қозғалысы Кориолис әсерінен айналатын сияқты. Мұндай жағдайларда Жерге бағытталған координаттар жүйесін қолдану керек және Жердің айналуы мен қисықтығын ескеру қажет.

Бұл жұмыста ҰҰА-ның айналасында орналасқан жергілікті тангенс жазықтығы инерциялық тірек ретінде қызмет етуі үшін жеткілікті қысқа қашықтықты жүріп өтеді деп болжанады. Бұл кадр $\{i\}$ деп белгіленеді. Ол i^i осі солтүстікке, j^i осі шығысқа, ал k^i осі төмен, жердің ортасына бағытталған етіп тураланған, ол солтүстік-шығыс-төмен (СШТ) жақтау ретінде де белгілі.

Көлік құралының 1-жақтауы ($\{v_1\}$) көлік құралының жақтауымен бірдей, егер ол k^v осінің айналасындағы ψ бұрышына бұрылса, онда i^1 ось ұшқышсыз ұшатын компастың бағытын көрсетеді. $\{v\}$ - ден $\{v_1\}$ - ге түрлендіру формуламен берілген

$$r^{v_1} = \begin{bmatrix} \cos(\psi) & \sin(\psi) & 0 \\ -\sin(\psi) & \cos(\psi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} r^v = R_v^{v_1} r^v$$

Тағы да, көлік құралының 2-жақтауы ($\{v_2\}$) $\{v_1\}$ жақтауымен бірдей, тек j^{v_1} осінің айналасындағы θ көлбеу бұрышқа бұрылғаннан басқа.



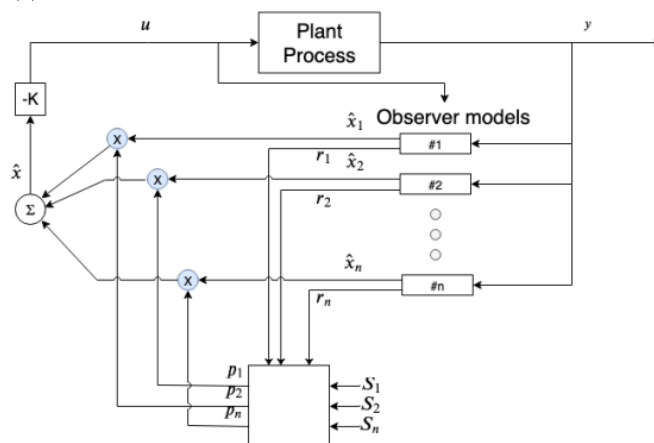
Сурет 3 Эйлер бұрыштарында көлік құралының жақтауынан шанақ жақтауына дейін бұрылыстар

$$r^{v_2} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & 0 & -\sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{bmatrix} r^{v_1} = R_{v_1}^{v_2} r^{v_1}$$

Қозғалатын дененің қозғалысын сипаттау үшін екі нәрсе қажет: қозғалыс тудыратын денеге әсер ететін күштер мен моменттер және қозғалыс қарастырылатын белгіленген жақтау. Әр түрлі күштерді әр түрлі координат жүйелерінде анықтау оңайырақ, сондықтан әртүрлі координат жүйелері туралы және қозғалыстарды бейнелеу үшін олардың арасында қалай өзгертетіні туралы толық түсінік болуы керек.

Динамикалық жүйе үшін күй бақылаушысын құру үшін жақсы өнімділікті қамтамасыз ету үшін орнатудың нақты параметрлері қажет. Бұл параметрлердің мәндерін анықтау қиын болуы мүмкін. Осы белгісіздіктерді жеңу үшін өзгерістерге немесе белгісіздіктерге бейімделе алатын жүйені құрудың көптеген әдістері жасалды. Осындай әдістердің бірі – бірнеше модельдерді (БМАБ/ММАЕ) адаптивті бағалау. Қысқаша айтқанда, БМАБ анықталмаған параметрлердің әртүрлі мәндерін қолдана отырып, бірнеше ұсынылған модельдерді жасайды. Содан кейін әр ұсынылған модель үшін бағалау сүзгілері теңшеледі және әр бағалау мәні үшін нақты өлшенген мәндермен салыстырғанда белгілі бір өнімділік метрикасын қолдана отырып, шартты ықтималдықтар жасалады (Сурет 4), суретте ММАЕ алгоритмінің жалпы конфигурациясын көрсететін диаграмма көрсетілген.

ММАЕ көмегімен жүргізілген алғашқы зерттеу жергілікті жағдайды бағалау үшін Калман сүзгісін қолданды.



Сурет 4 Бірнеше модельді адаптивті бағалау алгоритмінің схемасы

LTI орнатуды бірнеше кірістермен және бірнеше көріністермен қарастырғанда

$$x_{t+1} = A(k)x_t + B(k)u_t + G(k)\xi_t$$

$$y_t = C(k)x_t + \theta_t$$

мұндағы ξ_t және θ_t – сәйкесінше белгісіз детерминистік орнату және өлшеу шулары. $k \in R^l$ – зауыттағы белгісіз параметрлер.

Басқару саласында бірнеше модельді адаптивті басқару (БМАБ/ММАС) деп аталатын жүйені басқару үшін бірнеше модельді қолданатын ұқсас әдістер бар. ММА саласында мақсат тек модельдік үміткерді орнату параметрлерінің шынайы мәндеріне жақын параметрлермен дұрыс анықтау болып табылады, кейбір ұқсастық өлшемдерін ескере отырып, жүйенің шығуын пассивті түрде бақылап, жүйенің күйін оңтайлы бағалауды қамтамасыз етеді. Екінші жағынан, контроллерлер әртүрлі модельдер арасында ауысу кезінде жүйенің тұрақтылығын қамтамасыз ете алуы керек.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Bell Boeing V-22 Osprey. In: Wikipedia. Page Version ID: 891904139. 10th Apr. 2019. URL:https://en.wikipedia.org/w/index.php?%20title=Bell_%20Boeing_V-22_Osprey&oldid=891904139
2. Adnan S. Saeed et al. 'A Survey of Hybrid Unmanned Aerial Vehicles'. In: Progress in Aerospace Sciences 98 (1st Apr. 2018), 66. 91–105. ISSN: 0376- 0421. DOI: 10.1016/j.paerosci.2018.03.007.
3. William Ellis et al. 'Design, Build and Test of the VTOL UAV-'Kestrel''. Masters Thesis. University of Southampton.
4. Jeff S. Shamma. 'An Overview of LPV Systems'. In: Control of Linear Parameter Varying Systems with Applications. Ed. by Javad Mohammadpour and Carsten W. Scherer. Boston, MA: Springer US, 2012, 66. 3–26. ISBN: 978-1-4614-1833-7. DOI: 10.1007/978-1-4614-1833-7_1.
5. Yolanda Bolea and Vicenç Puig. 'Gain-Scheduling Multivariable LPV Control of an Irrigation Canal System'. In: ISA Transactions 63 (1st July 2016), 66. 274–280. ISSN: 0019-0578. DOI: 10.1016/j.isatra.2016.03.009.
6. Damiano Rotondo et al. 'Icing Diagnosis in Unmanned Aerial Vehicles Using an LPV Multiple Model Estimator'. In: IFAC-PapersOnLine. 20th IFAC World Congress 50.1 (1st July 2017), 66. 5238–5243. ISSN: 2405-8963. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.462.
7. C. Sloth, T. Esbensen and J. Stoustrup. 'Active and Passive Fault-Tolerant LPV Control of Wind Turbines'. In: Proceedings of the 2010 American Control Conference. Proceedings of the 2010 American Control Conference. June 2010, 66. 4640–4646. DOI: 10.1109/ACC.2010.5531061.
8. Hybrid Quadrotor - Hybrid Quadcopter - VTOL UAV - Autonomous Takeoff - Autonomous Landing.

УДК 519.711

ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖАРЫҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІН ДАМУ

Ташимова Жибек Токтаровна

jibek-1992@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ-нің

7М07102 - Автоматтандыру және басқару КБ магистранты

Ғылыми жетекшісі - С.К. Сағнаева

Аннотация

Смартфондар неғұрлым қуатты және кең таралған сайын, оларды ақылды жарықтандыру жүйелеріне біріктіру ыңғайлылықты да, энергия тиімділігін де арттыра алады. Мақаланың басты міндеті ақылды жарықтандыру жүйесі мен смартфонды біріктіру мәселесін қарастыру болды. Бұл жобадан ақылды үйлерге арналған қауіпсіздіктің