

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Айжарық Батырхан Темірханұлы

«Сенсорларды біріктіру әдістерінің көмегімен дрондарды анықтау және қадағалау»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 – «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2023 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Электроника, телекоммуникация
және ғарыштық технологиялар
кафедрасының меңгерушісі,

техн. ғыл. кандидаты


Е. Гаптай

«02» 06 2023 ж.




ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

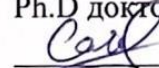
Тақырыбы: «Сенсорларды біріктіру әдістерінің көмегімен дрондарды анықтау және қадағалау»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:

Б.Т Айжарық

Халықаралық IT университеті
т.ғ.к., қауымдастырылған профессоры
 Л. Илипбаева

Ғылыми жетекші
ЭТЖТ каф. қауым. проф.,
Ph.D докторы Хабай А.
 А. Хабай

«02» 06 2023 ж.

«1» 06 2023 ж.

Алматы 2023 ж



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы



Дипломдық жұмысты орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы: Айжарық Батырхан

Тақырыбы «Сенсорларды біріктіру әдістерінің көмегімен дрондарды анықтау және қадағалау».

Университет ректорының «23» қараша 2022 ж. № 408-П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» сәуір 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

DJI Mini 2 Fly More Combo дроны әртүрлі қашықтықта ғимараттың ішінде және сыртында ұшырылады;

2) Sony HDR-CX405 камерасы электро-оптикалық сенсор ретінде дронның визуалды деректер жинағын алуға қолданылады;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1) Антидрон жүйесіне кіріспе: ұшқышсыз ұшу нысандарынан болатын қауіптер және дрон инциденттер.

2) Дрондарды анықтау әдістеріне әдеби шолу.

3) Early fusion және Late fusion әдістері: *лидар және камера сенсорынан алынатын кіріс деректерді біріктіру және әр сенсордан алынған нәтижелерді біріктіру әдістерінің сипаттамасы және блок-сұлбасы.*

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

[1] B. Vanek, T. Peni, P. Bauer, and J. Bokor, “Vision only sense and avoid: A probabilistic approach,” IEEE American Control Conference., jun 2014, pp. 1204–1209.

[2] U.O. Seidaliyeva, D.Zh. Utebayeva, L.B. Ilipbayeva, N.K. Smailov, “Survey on different drone detection methods in restricted flight areas”, Vestnik KazNRTU (136), 2019, Almaty, ISSN 1680-9211, p. 483-488.

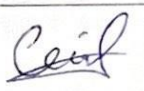
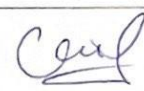

[3] Xiao Yue Jiang, Abdenour Hadid, Yanwei Pang, Eric Granger, Xiaoyi Feng “Deep Learning in Object Detection and Recognition”, Springer, 2019.

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ


Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Антидрон жүйесіне кіріспе: ұшқышсыз ұшу нысандарынан болатын қауіптер және дрон инциденттер.	31.01.2023 ж	Орындалды
Дрондарды анықтау әдістеріне әдеби шолу.	15.02.2023 ж	Орындалды
Ұсынылатын әдіс: сипаттамасы, блок-схемасы, математикалық моделі.	1.03.2023 ж	Орындалды
Эксперименттік бөлім.	15.03.2023 ж	Орындалды
Эксперимент нәтижелерін талдау. Қорытынды.	30.04.2023 ж	Орындалды.

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

Қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	ЭТЖҒТ каф.қауым.проф., Ph.D докторы Хабай А.	01.03.2023	
Теориялық ақпарат	ЭТЖҒТ каф.қауым.проф., Ph.D докторы Хабай А.	30.03.2023	
Норма бақылаушы	т.ғ.м., ЭТЖҒТ каф.ассистенті Ақылжан П.	02.06.2023	

Ғылыми жетекшісі  А. Хабай

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  А. Батырхан

Күні “22” 12 2022 ж.



АНДАТПА

Бұл зерттеудің тақырыбы әртүрлі қызмет салаларында ұшқышсыз ұшу аппараттарын (дрондарды) табу болып табылады. Дрондардың түрлері мен мүмкіндіктерінің әртүрлілігі оларды анықтауға мүмкіндік береді. Жұмыста дрондарды анықтау үшін қолданылатын әртүрлі әдістер мен құралдар, соның ішінде радиолокациялық, акустикалық және оптикалық жүйелер қарастырылады. Жұмыс сонымен қатар дрондарды анықтаудың тиімділігін арттырудың бірнеше әдістерін біріктіретін кешенді тәсілдерді қарастырады. Нәтижесінде зерттеулер дрондарды анықтаудың тиімді әдістері мен технологияларын әзірлеудің және олар Ықтимал қауіп төндіруі мүмкін әртүрлі қызмет салаларында қауіпсіздікті қамтамасыз етудің маңыздылығын анықтайды.

АННОТАЦИЯ

Тема данного исследования состоит в обнаружении беспилотных летательных аппаратов (дронов) в различных сферах деятельности. Существующее разнообразие типов и возможностей дронов представляет вызов для обеспечения их обнаружения. Особое внимание уделяется проблемам, возникающим при обнаружении дронов, таким как их низкая радиотражающая поверхность или ограничения в условиях низкой видимости или ночного времени. В работе рассматриваются также комплексные подходы, объединяющие несколько методов для повышения эффективности обнаружения дронов. В итоге исследования выявляют важность разработки эффективных методов и технологий для обнаружения дронов и обеспечения безопасности в различных сферах деятельности, где они могут представлять потенциальную угрозу.

ANNOTATION

The topic of this study is the detection of unmanned aerial vehicles (drones) in various fields of activity. The existing variety of types and capabilities of drones presents a challenge to ensure their detection. The paper discusses various methods and tools used to detect drones, including radar, acoustic and optical systems. Particular attention is paid to the problems that arise when detecting drones, such as their low radio-reflective surface or limitations in low visibility or night time conditions. The paper also considers complex approaches combining several methods to improve the effectiveness of drone detection. As a result, the research reveals the importance of developing effective methods and technologies for detecting drones and ensuring security in various fields of activity where they may pose a potential threat.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Теориялық бөлім	8
1.1 Ұшқышсыз ұшу аппаратының қарқынды дамуы	8
1.2 Ұшқышсыз ұшу аппараты анықтау және табудың 4 негізгі әдісі	9
1.3 Радиолакациялық әдәс – радиожиилік RF диапазонын анықтау	9
1.4 Акустикалық жол	10
1.5 Визуалды әдіс	11
1.6 Термиялық анықтау	12
2 Ұшқышсыз ұшу аппаратының маңызды орындарға келтірген қауіпі мен зардабы	16
2.1 2.1 Ұшқышсыз ұшу аппаратын табу, олардың кеңістіктегі координаттарын анықтау	18
2.2 2.2 Көп арналы жүйелер ақпаратын біріктіру стратегиялары мен әдісетері	19
2.3 Радиожүйелердің статистикалық теориясы тұрғысынан ақпараттық арналардың интеграциясы	23
3 Жасанды интеллектпен камера арқылы дрондарды анықтау	30
3.1 PyCharm 2023.1 арқылы « detect.py » жұмыс жасау	31
3.2 Дронды YOLO V5 жасанды интеллекті арқылы камерамен анықтау Ұшқышсыз ұшу аппаратының анықтау кезінде PyCharm	32
3.3 2023.1 бағдарламасының сенімдік, ескетүсіру, дәлелдік есептеулер	35
Қорытынды	37
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	38

КІРІСПЕ

Соңғы жылдары ұшқышсыз ұшу аппараттарын (дрондарды) пайдалану айтарлықтай таралды және әртүрлі қызмет салаларында, соның ішінде азаматтық авиацияда, тауарларды жеткізуде, әуе мониторингі мен түсірілімінде және әскери операцияларда қолданылды. Алайда, дрондардың көбеюі ықтимал қауіптер мен оларды қолдануға байланысты проблемалардың өсуіне себеп болды.

Әр түрлі салаларда қауіпсіздік пен қорғауды қамтамасыз ету үшін дрондарды анықтаудың тиімді әдістерін жасау қажеттілігі туындайды. Дрондарды табу оларды заңсыз пайдалануға, жеке өмірді бұзуға, әуе кеңістігін бұзуға немесе қоғамдық қауіпсіздікке қауіп төндіруге байланысты жағымсыз жағдайлардың алдын алуда үлкен маңызға ие.

Дрондарды анықтау әдістерін зерттеу және әзірлеу осы құрылғылардың бірегей сипаттамаларына қатысты күрделі міндет болып табылады. Дрондарды анықтаудағы негізгі мәселелердің бірі-олардың кішкентай радио шағылыстыратын беті, бұл оларды радарлармен анықтауды қиындатады. Сонымен қатар, дрондар төмен ұшатын ұшу режимі немесе олардың электромагниттік және жылу қолтаңбасын барынша азайтатын технологияларды қолдану сияқты жасыру тактикасын қолдана алады.

Осы мәселелерді шешу және дрондарды тиімді анықтауды қамтамасыз ету үшін зерттеушілер мен инженерлер әртүрлі әдістер мен технологияларды әзірлейді және қолданады. Мұндай әдістердің ішінде радиолокациялық, акустикалық және оптикалық жүйелер маңызды орын алады. Сондай-ақ, қазіргі уақытта нәтижелердің тиімділігі мен сенімділігін арттыру үшін бірнеше анықтау әдістерін біріктіретін кешенді тәсілдер белсенді түрде әзірленуде.

Бұл зерттеудің мақсаты-дрондарды анықтаудың әртүрлі әдістерін зерттеу және оларды әртүрлі қызмет салаларында қолдану. Жұмыста әр әдістің ерекшеліктері қарастырылады.

1.1 Ұшқышсыз ұшу аппаратының қарқынды дамуы

Ұшқышсыз ұшу аппаратының (ұшқышсыз ұшу аппаратының) қарқынды дамуы қазіргі таңда көптеген процестерде алаңдаушылық туғызуда. Маңызды орындардың қауіпсіздігі, мысалы: үкіметтік ғимараттар, атомдық станцияларда, адамдар көп жиналатын орындарда және тағы басқа маңызы бар орындарда дұрыс пайдаланбаудың әсерінен ұшқышсыз ұшу аппаратынан қауіп келуде. Дрон-индустриясы жылдан жылға кеңейіп, дамытылған жаңа деңгейдегі дрондар қол жетімді болып жатыр. Бұл жағдайлар қауіпсіздікті күшейтуге тікелей әсерін берді, бейбіт жолда жасалған дрондар жарылғыш заттарды тасу арқылы лаңкестік оқиғаларға себепші болады және мемлекеттік маңызы бар нысандарға тыңшылық немесе құпиялық түрде барлауы мүмкін. Дрондарды дұрыс пайдаланбаудың әсерінен әуе жолындағы техникаларға бірқатар қауіп төндіретіні сөзсіз. Мұндай қауіптер тұрғысынан өте алуан түрде кедергі жасау мүмкін. Әуе жолындағы ұшақтардың уақытында көтерілмеуіне немесе дұрыс қонбауына, жарылғыш заттардың тасымалданауына, тыңшылық әрекеттерінде пайдалану мүмкін. Мысалға 2019 жылдың алғашқы айларында дрон алғашқы рет қол жетімді болып жатқанда АҚШ, Ұлыбритания, Ирландия және БАӘ-де үлкен әуежайларында ұшақтарға тікелей кедергі жасаған.

Дрон, жалпы ұшқышсыз көліктер және оларды жасау үшін қолданылатын технологиялар, әскери, коммерциялық немесе рекреациялық мақсатта жасалған ұшқышсыз ұшақтардың саны әр жыл сайын күрт өсесіп жатыр. Бұл жағдай камераларға немесе қаруларға қосылған кезде құпиялылық пен қауіпсіздікке маңызды қауіп төндіреді дрондар. Демек, позиция мен атрибуттарды анықтау, сияқты елеусіз оқиғалар алдындағы дрондардың жылдамдығы мен бағыты, өте шешуші мәнге айналды. Компьютермен басқарылатын күтпеген қозғалыстар, жылдамдық және дрондардың маневрлік қабілеттері, олардың құстарға ұқсастығына бақыланатын сыртқы түрі оларды анықтауды, анықтауды және дұрыс локализациялауды қиындатады. Жылда дрондар нарығы қарқынды дамып келеді көптеген күтпеген қауіпсіздік пен қауіпсіздікке әкеліп соқтырады. Заңнама баяу дамып келеді, бірақ қауіп осында және тиімді анықтау, сипаттау және бейтараптандыру құралдарының қажеттілігі қазіргі уақытта маңызды болып табылады. Бұл қауіпке қарсы тұру үшін бірнеше технологиялар пайда болды, не радарларға, радиожиліктерге, акустикаға немесе электрооптикаға негізделген. Олардың әрқайсысының өзіндік кемшіліктері мен артықшылықтары бар. Мысалы, радиожилік тыңдауға негізделген дрон мен оның контроллері арасындағы байланысқа, осылайша дронды да, ұшқышты да локализациялауға мүмкіндік береді. Дегенмен, егер ұшқышсыз ұшу алдын ала бағдарламаланған болса, бұл сәтсіз болады және адамның араласуын қажет етпейді. Дрондар өте көп арнайы акустикалық үлгілер, бірақ оларды тыңдау мүмкін болуы мүмкін қалалық, шулы орталарда қиын.

Дрондарды алғашқы жылдары анықтау қиын болған себебі дрон технологиясында RF сигналдары әлсіз болғандықтан радарға дисплейде көп

жағдайда көрінбейді дрон дауысы қатты болмағандықтан үлен бейіктікте оны байқау немесе есту қиын.

1.2 ҰҰА (Ұшқышсыз ұшу аппараты) анықтау мен табудың 4 негізгі әдісі.

Дрондар дыбыс көзі болып табылады, барлық диапазондарда энергияны таратады, қоршаған ортаға мұқият бапталған арнайы құрылғыларды анықтайтын электромагниттік және акустикалық толқындардың спектрін шығарады.

Кез келген ҰҰА-да бірқатар мүмкіндіктер бар. Бұл термиялық (инфрақызыл), радиожилік толқындар. Шудың негізгі көзі қозғалтқыш пен винт болып табылады. Радиожилік сигналдарының сәулелену көздері болып ұшу деректерін құрылғыға жіберетін станцияның өзі және ұшқышсыз ұшақта орнатылған сигналдарды қабылдау және беру жүйелері табылады.

1.3 Радиолокациялық әдіс – радиожилік RF диапазонын анықтау

RF ағылшын тілінен радиожилік деп аударылады, яғни. ҰҰА анықтау әуе көлігінің сол немесе басқа түрі жұмыс істейтін жилік диапазонында құрылғының радиожиліктердің сәулеленуіне байланысты болады. Радарлар радиолокациялық жүйелермен, радиолокациялық станциялармен бекітіледі, бағытты анықтау және нысананың контуры радар дисплейінде көрсетіледі. Азаматтық ұшқышсыз ұшақтар 2,4 және 5,8 ГГц жиіліктерінде радиосигналдармен жұмыс жасайды. ҰҰА мамандары Hurst көрсеткіші сияқты бірқатар энергетикалық көрсеткіштерді әзірледі, BDS статистикалық деректері де ұшқышсыз радио сигналдарын анықтауға көмектеседі. Бұл әдісті анықтау көбінесе келесі себептерге байланысты радар әдісін қолдану қиынға соғады. Құрылғылар ұшқышсыз ұшақтың корпусы мен құрамдас бөліктерінің шағылыстыру қабілетін төмендететін арнайы бояумен қапталған. Аппараттың сәулеленуін айтарлықтай төмендететін композициялық материалдар қолданылады.

Дрондарды анықтау және анықтау жүйелері кез келген техника сигналдарды шығаратын және басқару станциясынан сигналдарды алатынына негізделген. Телеметриялық деректердің қауіпсіз арналары бойынша қарқынды радиоалмасу бар, ұшқышсыз ұшқыштан басқару станциясына бейне кескін беріледі. Құрылғыға командалары бар деректер пакеттері бар басқару станциясынан радиосигналдар шығарылады. Кез келген жағдайда пассивті режимдегі құрылғы өзінің геодеректерін станцияларға, биіктік, ұшу жылдамдығы, басқару нүктелерінің асып кетуі туралы мәліметтерді жібереді.

DedroneSensor RF-360 - дрондарды және олардың қашықтан басқару құралдарын анықтауға, жіктеуге және георынның анықтауға арналған пассивті, желілік РЖ (радио жилікті) сенсоры.

Жүйе дрондарды және олардың қашықтан басқару құралдарын тауып, оларды картада көрсетеді. Дронды анықтау және объектілердің бағытын анықтау қашықтығы, 5 км-ге дейін. Жүйе ақпаратты жадына автоматты түрде жүктей отырып, жүйенің жадына деректерді жинауға, жинақтауға және сақтауға мүмкіндік береді.

Сипаттамалары:

Объектіні тану – тамаша жағдайда 5 км-ге дейін, 2 км-ге дейін барлық дерлік дрондарды анықтайды.

Өлшемдері (ұзындығы, ені, биіктігі) - 300 мм x 300 мм x 405 мм

Салмағы - 7 кг

Қорғау класы - IP65

Жұмыс температурасы -20°C - +55°C

Браузер бағдарламалық құралы - DedroneTracker

Орналастыру және конфигурациялау уақыты - 3 минутқа дейін.

Мақсаты - әскери ұшқышсыз ұшақтарды анықтауға арналмаған тұрғын және коммерциялық секторларды қорғау.



1.1-сурет – Радио сәулелендіргіштердің көмегімен құрылғыларды анықтау

1.4 Акустикалық жол

ҰҰА-ның акустикалық әдісі ең қиын анықтау жүйесінің бірі болып табылады. Дронның сенсорлары мен дыбысты анықтау жүйелері шағын диапазонда жұмыс істейтіндіктен, жабайы табиғатта деректерді бұрмалайтын көптеген кедергілер бар. Анықтау радиусы, әдетте, 150-ден 600 метрге дейін.

Құрылғының ұшуы пропеллер шығаратын дыбыстық белгілермен де анықталады. Шудың жақсы көзі үздіксіз жиілік спектрлері бар қозғалтқыш, салқындату жүйелері, поршеньді қозғалтқыштар, дыбысты өшіргіш шығаратын жолдар болып табылады. Электр қозғалтқыштарының дыбыстық сипаттамалары төмен, бұл ұшақтың акустикалық портретін қалыптастыруды айтарлықтай қиындатады. Акустикалық деректерді пайдаланып құрылғыларды анықтау арнайы сенсорлар, акустикалық барлау модульдері арқылы жүзеге асырылады.

1.4.1 Дыбыс детекторлары

РОСТЕХ корпорациясының «Атака-Шорох» ҰАҰ шабуылдарын анықтау және акустикалық барлау жүйесі. Құрылғы дрондарды анықтау және жолын кесу үшін Ataka DBS радар жүйелерімен оңай біріктірілген. ATTACK DBS кешені жақындап келе жатқан құрылғы туралы сигналдар мен ақпаратты қабылдағаннан кейін спутниктік байланыс арналарын блоктайды және радионы өшіреді.

Кешеннің жұмыс істеу қашықтығы 2 км-ге дейін. Салмағы - 120 кг. Үздіксіз жұмыс істеу ұзақтығы - 10 жылға дейін



1.2-сурет – Ұшатын ұшқышсыз ұшу аппараттарын акустикалық жолмен анықтау

1.5 Визуалды әдіс

Анықтаудың визуалды әдісі - ең әлсіз және осал әдістердің бірі. Ол нысанаға жақындаған кезде көліктерді анықтауға мүмкіндік береді. ЭМ (электр магниттік) толқындарының оптикалық диапазонында MUAV анықтаудың белсенді және пассивті әдістері бар. Белсенді әдістер анаглифтік әдіс және кеңістіктегі MBLA координаталарын анықтау әдісі болып табылады. Пассивті әдістерге визуалды бақылау әдісі және аралас стереоэффект әдісіне жатады.

Сондай-ақ 1,5-2 км қашықтықта жұмыс істейтін арнайы оптикалық ұшқышсыз авиацияны тану жүйелері бар. Радарлардан берілетін координаттар бойынша оптикалық детектордың операторы нысананы анықтайды, таниды және растайды. Оптикалық модуль адам басқаруымен де, ұшқышсыз ұшқышты іздеу үшін автоматты режимде де жұмыс істей алады.



1.3-сурет – Дронды анықтаудың оптикалық жүйесі

1.6 Термиялық анықтау

Құрылғылар, әсіресе бензин қозғалтқыштарымен жұмыс істейтін, көп жылу шығарады және жылу ізі мен қолтаңбасын құрайды. ҰҰА термиялық бейнелеу және инфрақызыл камералар арқылы анықталады және анықталады. Оптикалық модульдегі камералар нысананы бақылау үшін инфрақызыл режимге ауысады, аспандағы термиялық қозғалыс ізі іздестіріледі, координаттар анықталады және деректер расталады.

Бұл бөлімде біз дрондарды анықтауға арналған жылжымалы радиолокациялық станцияларды және оларды бейтараптандыруды қарастырамыз. Дрондарды анықтауға арналған дыбыс детекторларының құрылғылары мен қасиеттері зерттелетін болады. Ал әуе шабуылына қарсы қорғаныс жүйелерінің радиолокациялық станцияларын пайдалану әдістемелері қарастырылды.

Радиолокациялық станцияларды бірнеше түрге бөлуге болады. Бұл пассивті қарапайым жүйелер, коммерциялық ұшқышсыз көліктер үшін типтік жиілік диапазонында радиациялық және ұшқышсыз операцияларды анықтау кезінде жүйе подшипник шығарады және координаттар мен ұшу деректерін басқару станциясына береді, анықтау қашықтығы 1 км-ге дейін. Қуатты фазалық массив жүйелері бар, мұндай мобильді радарлар 2 км-ге дейінгі қашықтықта дронды анықтайды. Неғұрлым қуатты радарлар 3-3,5 км қашықтықтағы нысананы анықтауға қабілетті. Радиолокациялық станцияларды бірнеше бөлуге болады.

1.6.1 Aaronia дронға қарсы жүйесі

Aaronia жүйесі кеңістікті дрондардың рұқсатсыз кіруінен қорғауға мүмкіндік береді. Оны тұрғын үйлерде, саяжай аумағында жұмыс істеуге, өндірістік және іскерлік ғимараттардың периметрін қорғауға беруге болады.

Сипаттамалары:
Жиілік диапазоны: 9 кГц - 20 ГГц
Анықтау диапазоны - 3-4 км-ге дейін
Жұмыс ұзақтығы – серверге деректерді жазу арқылы тәулік бойы үздіксіз бақылау
Қамту - 360 градус
Сигналдың шығу көзін орнату мүмкіндігі (операторды анықтау)
Қосымша қосалқы станцияларды масштабтау және орнату мүмкіндігі бар



1.4-сурет – Aronia дронға қарсы жүйесі

1.6.2 RD1000 жүйесі

Бұл 1 км-ге дейінгі ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтауға арналған арнайы жылжымалы 2D радар. Құрылғы 5 -5,8 ГГц жиілікте жұмыс істейді.

2D радар: белсенді фазалық массив радары (импульстік доплер)

Радар жиілікте жұмыс істейді: С-диапазоны (5,5-5,8 ГГц)

Мақсатты биіктік бұрышы: ± 20 градус

Қашықтық дәлдігі: ≤ 5 м

Азимут дәлдігі: ≤ 1 градус

Дронның жылдамдығын 0,2 м/с-тан 30 м/с-қа дейін анықтау мүмкіндігі

Жылдамдық дәлдігі: $\leq 0,2$ м/с

Құрылғының салмағы 45 кг

Бір панельдегі ең жоғары сәулелену қуаты: 4 Вт

Станция өлшемдері: 775 мм x 775 мм x 1100 мм

Қорғау деңгейі (сынып): IP65

Интерфейс: Ethernet

Станция температурада жұмыс істейді: -20 °C мен $+60$ °C

Оптикалық дронды анықтау жүйесі.



1.5-сурет – RD1000 жүйесі.

Дрондарды анықтау жұмыстарында оптикалық жүйелер де маңызды рөл атқарады. Әуе кеңістігінде, бұдан былай радиолокациялық жүйелерге көрінбейтін радар астында, астыңғы бетке жақын жерде оптикалық жүйелер жақындап келе жатқан ұшқышсыз ұшу аппаратын дер кезінде анықтауға және бейтараптандыруға көмектеседі. Ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтау жүйелерін электронды компоненттер, робототехника, чиптер шығаратын жетекші өндірушілер – Қытай, АҚШ, Германия, Жапония әзірлеуде.

Дрондарды анықтау жұмыстарында оптикалық жүйелер де маңызды рөл атқарады. Әуе кеңістігінде, бұдан былай радиолокациялық жүйелерге көрінбейтін радар астында, астыңғы бетке жақын жерде оптикалық жүйелер жақындап келе жатқан ұшқышсыз ұшу аппаратын дер кезінде анықтауға және бейтараптандыруға көмектеседі. Дрондарды анықтау және анықтау жүйелері кез келген техника сигналдарды шығаратын және басқару станциясынан сигналдарды алатынына негізделген. Телеметриялық деректердің қауіпсіз арналары бойынша қарқынды радиоалмасу бар, ұшқышсыз ұшқыштан басқару станциясына бейне кескін беріледі. Құрылғыға командалары бар деректер пакеттері бар басқару станциясынан радиосигналдар шығарылады. Кез келген жағдайда пассивті режимдегі құрылғы бұрынғысынша өзінің геодеректерін станцияларға, биіктік, ұшу жылдамдығы, басқару нүктелері-нің асып кетуі туралы мәліметтерді жібереді.

Электрондық соғыс жүйесіне орнатылған кәдімгі радарлар бірнеше себептерге байланысты төмен ұшатын шағын дрондарды тани алмайды. ҰҰА төмен шағылыстыру қабілетіне ие, шағын өлшемді, шағын ұшқышсыз сәулеленуді ішінара сіңіретін композициялық материалдарға ие. Радарлар нысананы тану үшін әлдеқайда көп қуатты қажет етеді. Ерекшелік - бұл тактикалық және стратегиялық ұшқышсыз ұшақтар.

1.6.3 ҰҰА табылған кездегі әрекеттер

Электрондық соғыс жүйесіне орнатылған кәдімгі радарлар бірнеше себептерге байланысты төмен ұшатын шағын дрондарды тани алмайды. ҰҰА төмен шағылыстыру қабілетіне ие, шағын өлшемді, шағын ұшқышсыз сәулеленуді ішінара сіңіретін композициялық материалдарға ие.

ҰҰА анықталған кезде, әдетте, келесі әрекеттер орындалады:

GPS сигналын, сондай-ақ басқару станцияларынан келетін және жақын маңдағы Wi-Fi мұнаралары арқылы берілуі мүмкін радиосигналдарды басатын дронға қарсы жүйе қосұлы.

Ұшқышсыз зеңбірек қосылып, құрылғының жақындау жағына бағытталған және бағыттаушы сигналды өшіру орындалады.

Сондай-ақ тәулік бойы жұмыс істейтін ұшқышсыз ұшақтарды жою станциялары жұмыс істейді, олардың жұмыс уақытының қоры 10-нан 30 мың сағатқа дейін үздіксіз жұмыс істейді.

Ұшатын дронға лақтырылатын арнайы торлы тұзақтар қолданылады (ұшқышсыз ұшақтың тікелей көріну жағдайында).

Бұл ҰҰА жолын кесу жүйелері әдеттегі технологияға қатысты маңызды. Егер оқ-дәрі ұшатын болса, онда бұл қару көбінесе оларға сыртқы сигналдардың әсерінен қорғалған. Ұшқышсыз оқ-дәрі тапсырманы алып, оның операциялық жүйесіне деректерді жүктейді және станциямен сигналдар мен деректермен алмаспай ұшады. Мұндай жағдайларда SHELL SM сияқты кәсіби әскери жүйелер қазірдің өзінде жұмыс істейді.

2 ҰҰА-дың маңызды орындарға келтірген қауіпі мен зардабы.

Ұшқышсыз ұшақтар Ұлыбританияның ең көп жүретін әуежайларының бірінің үстінен бірнеше рет ұшып өтті. Оқиға әуе кеңістігінің жабылуына әкеліп соқты, ал көптеген жолаушылар мен әуе компаниялары рейс уақытынан кешіктірілді.

Гатвик халықаралық әуежайының ұшу-қону жолағы жабылды. Алдымен бір дрон табылды, содан кейін олардың бірнешеуі болды және олар аэродромның үстінен бірнеше рет ұшып өтті.

Сассекс полициясы бұл теракт емес, өнеркәсіптік ұшқышсыз ұшақтарды мемлекеттік маңызы бар орындарда заңсыз пайдалнуын әуежай башылығына ескертті.

760 рейс бойынша 110 000 жолаушы Гатвиктен кетуі керек еді. Бірнеше күнге созылған үзіліс жүздеген рейстерді тоқтатты және жолушылар төтенше жағдайдың шешілуін күтті. 10 мыңға жуық адам тура әуежайда түнеуге мәжбүр болды. Өз кезегінде әуежай басшылығы ұшу-қону жолағы қауіпсіз болмайынша ашылмайтынын айтады. Сассекс полициясын көмек үшін армия шақырылды. Мұны Қорғаныс министрі Гэвин Уильямсон да растады.

Boeing 737 жолаушылар ұшағы дронмен соқтығысты. Оқиға Гвадалахарадан ұшатын №773 рейс Мексиканың Тихуана қаласына жеткенде болды. Ұшақ қалыпты қонды, оқиға салдарынан зардап шеккендер табылмады.



2.1-сурет – Boeing 737м ұшағының зақымдалуы

Әуе кемесінің экипаж мүшелері қонар алдында ұшақты бір нәрсеге итеріп жібергендей қатты та дыбысты естігендерін айтып, диспетчерлерден әуе лайнерінде адыңғы бөлімін тексеруді сұрады. Grupo Aeromexico SAB компаниясы ұшқышсыз ұшатын аппараттың жолаушылар ұшағымен соқтығысқан-соқтығыспағанын тексеруді бастады.

Бұл жағдай дрондар ұшақтарға зиян келтіріп, жолаушылардың өміріне қауіп төндіруі растады. Көптеген елдерде ұшқышсыз ұшақтарды әуе лайнерлерінің бағыттары бойынша ұшуға заңға қайшы келеді, оларды радар арқылы қадағалау мүмкін емес, бұл мұндай жағдайларды қауіптірек етеді. Сонымен қатар, дрон иелері жиі пайдалану ережелерін білмейді және оларды ұстанбайды. Бұл мұндай бірінші жағдай емес. Сонымен, 2017 жылдың қыркүйегінде Нью-Йоркте әскери ұшақ шағын дронмен соқтығысып, ұшақ корпусының тұтастығына біраз зиян келтірді.

Францияда ұшқышсыз ұшақ Beaujet атом электр станциясының мұржасына соғылып, нысанның қаншалықты осал екенін көрсетті. Мұны Greenpeace ұйымының мүшелері жасады, бұл туралы олар өз блогында хабарлады.

Оқиға Санкт-Вульбас (Айн) қаласында орналасқан АЭС аумағында болды. Белсенділердің айтуынша, 3 шілдеде ұшқышсыз ұшатын аппарат ұшуға тыйым салынған аумаққа кіргеннен кейін, олар оны шикізат қалдықтары бар цистерна орналасқан ғимаратқа соқтығысқан. Сонымен қатар, олар бұл ұшқышсыз ұшатын аппараттың үстінен ұшып, апатқа ұшырауы әуе кеңістігінің қол сұғылмайтынын көрсеткенін атап өтті. Қолданылған жанармай қоймалары, мысалы, Супермен нысанаға алған бассейндер өте оңай қол жетімді және сыртқы шабуылдар қаупіне өте осал. Олар егер олардың әрекеттері тағы бір Чернобыль апатына әкелетін болса, не істейтіндері туралы ештеңе айтпайды.

Атомдық қондырғылардың қауіпсіздігін тексеретін парламенттік комиссия көтерген мәселелердің қатарында электр станцияларының ұшқышсыз ұшулары да бар, оның баяндамасы жақын арада шығады. 2014 және 2015 жылдары дрондар Францияның бірнеше ядролық алаңдарын, соның ішінде Лионнан 25 шақырымдай жерде орналасқан Бугей электр станциясын сол кезде еш себепсіз ұшып өтті.

Қазіргі уақытта кең ауқымды пайдалы функцияларды орындай алатын ұшқышсыз ұшатын аппараттардың (ҰҰА) көптеген түрлері белгілі. Олар адам қызметінің әртүрлі салаларына – экономикалық, күнделікті және әскери салаларға әлеуетті қауіп төндіруі мүмкін. Оларды табудағы қиындықтар және қазіргі заманғы техникалық құралдарды пайдалана отырып бақылаулар, ұшқышсыз ұшатын аппараттардың салыстырмалы түрде төмен құны және ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдаланатын заңсыз әрекеттердің жаппай әкеледі. Ұшқышсыз ұшу аппараттарының координаттарын анықтау, тану және өлшеу үшін құрылғыларда ең алдымен радиолокациялық, акустикалық, оптикалық және инфрақызыл әдістер мен құралдар қолданылады.

Қолданылатын әдістердің әрқайсысының белгілі бір артықшылықтары, кемшіліктері және шектеулері бар. Сонымен қатар, әдістердің әрқайсысы өз аймағымен сипатталады.

Өлшенетін ақпарат параметрлерінің жиынтығымен анықталатын көрсеткіштерімен сигнал, диапазон диапазоны, кеңістік-уақыт ҰҰА апаратын анықтауға мүмкіндік береді .

2.1 Ұшқышсыз ұшу аппараттарын табу, олардың кеңістіктік координаттарын анықтау

Пайдаланылатын ақпараттық арналардың деректерін біріктірудің әртүрлі схемаларын зерттеу мәселелерін шешуге арналған мультисенсорлық жүйелер. Жүйеде радиолокациялық, оптикалық және радиожилілік арналары бар. Ақпаратты өңдеу келесі кезеңдерді қамтыды: деректерді салыстыру, мақсатты анықтау және олардың кеңістіктік координаталарын өлшеу. Алдымен әртүрлі ақпараттық арналарда нысаналар бөлек анықталды, содан кейін сәйкестігі бойынша анықтау нәтижелерін салыстыру және біріктіру жүргізілді. Бұл кезеңде қандай шешімдер мақсаттарға сәйкес келетіні және қайсысы жалған дабыл екені анықталып, әр арнаның анықтауға қосқан үлесі де анықталды. Келесі кезекте объектілердің кеңістіктік координаталарын кешенді өлшеу процесінде деректерді біріктіру алгоритмі жүзеге асырылды.

Радар арқылы алынған ақпараттың қосындысы, анықтау, жіктеу мақсатында акустикалық және оптикалық арналар ҰҰА және олардың орналасқан жерін анықтау мүмкіндік береді. Біріктірілген жүйе қателерді қамтамасыз етеді бұрыштық координаталардың өлшемдері – азимут және биіктік сәйкесінше 1,5 және 2,5 градус. Акустикалық арна бойынша бағытты анықтау MUSIC алгоритмі арқылы жүзеге асырылады.

Радар мен акустикалық арналардың үйлесімі айтарлықтай мүмкіндік берді жалған дабылдардың пайда болу ықтималдығын, сондай-ақ көрінетін және инфрақызыл диапазондардың кескіндерінің комбинациясы суреттердегі шу, түгін және тығыз фон болған кезде ұшқышсыз ұшу аппараттарын жылдамырақ және сенімдірек анықтауды қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Қаладағы ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтау және қадағалау [24] радиолокациялық, акустикалық, оптикалық бақылау жабдығы және лазерлік локаатор – лидар кіретін статикалық және жылжымалы станциялардың көмегімен жүзеге асырылды. Бағытты анықтау және позицияны анықтау көп арналы акустика көмегімен жүзеге асырылды триангуляция жүйесі мен әдісі. Жүйе дронды анықтауға және оны анықтауға мүмкіндік.

Ұшқышсыз ұшу аппараттарын алдын ала анықтау радиолокациялық станцияның көмегімен жүзеге асырылды. Ақпарат берілген акустикалық сенсорлар жиынтығы ҰҰА анықтау үшін үш MLP-тен тұратын алдын ала дайындалған терең оқыту алгоритмі пайдаланылды. Жүйе қойылған міндеттерді сәтті шешуді көрсетті.

Жүйе 30 бейнекамера және үш микрофон жиынтығын пайдаланды. Оптикалық және акустикалық арналарда SVM классификаторлары, сәйкесінше, ұшқышсыз ұшу аппараттарының кескіндері мен ҰҰА шығаратын дыбыстық сигналдарда қолданылды, оқытылды. Жүйе 100 м-ге дейінгі биіктікте әртүрлі типтегі ұшқышсыз ұшақтардың ұшуы кезінде сәтті жұмысын көрсетті.

2.2 Көп арналы жүйелер ақпаратын біріктіру стратегиялары мен әдістері

Жұмыс істейтін күрделі жүйеде қолданылатын есептегіштер санының артуы бірдей және әртүрлі физикалық принциптерге негізделген жүйенің сапа көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік береді.

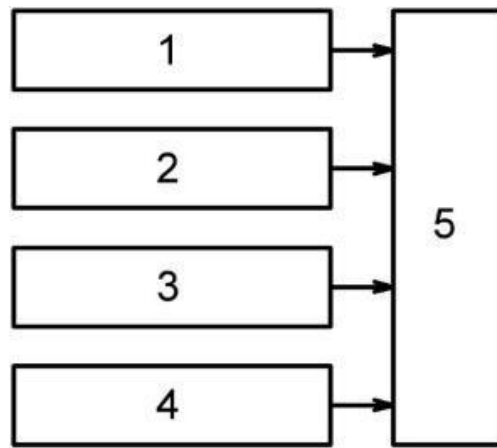
Тіпті бірдей параметрлерді анықтайтын бір типті есептегіштердің қайталануы (координаттар), жүйенің сенімділігін арттыратын құрылымдық артықшылыққа әкеледі, есептегіштердің біреуінің істен шығуы бүкіл кешеннің істен шығуына жол бермеді тұтас жасалған жүйелерде. Физикалық принциптер (мысалы, радар және акустикалық), жүйенің шуға төзімділігін арттырады, өйткені арналардың әрқайсысы әртүрлі әсерлерге ұшырайды.

Құрылымдық артықшылықты құру ақпараттық артықшылықтың пайда болуымен бірге жүреді. Бірдей параметр әртүрлі арналарда өлшенеді, қосымша ақпарат береді. Алынған ақпаратты өңдеу нәтижесінде өлшеу нәтижелерінің қателіктерін азайту мүмкін болады және жүйе сапа көрсеткіштерінің дәлдігін жақсартады.

Ақпарат алу арналарын және бірлесіп өңдеуді жүзеге асыратын күрделі жүйеге біріктіреді. Ақпарат және жүйе сапасының негізгі көрсеткіштерін арттыруды қамтамасыз ету - шуға төзімділік, сенімділік, өлшеу дәлдігі, нысаналарды дұрыс анықтау және жіктеу (тану) ықтималдығы жоғарлатады.

Ақпараттық арналардан алынған ақпаратты синергетикалық пайдалануды қамтамасыз ететін мультимодальды ассоциация туралы да айтылады. «Көп модальды интеграция/мультимодальді біріктіру» термині мүмкін әртүрлі көздерден алынған ақпараттың алмасуы болатын интеграциялық процестің кез келген кезеңіне сәйкес келеді. Интеграция, сайып келгенде, жалпы белгісіздікті азайтады және мүмкіндіктерді жүйемен бағалаудың дәлдігін жақсартады. Артықшылық ақпарат сонымен қатар арналардағы қалыптан тыс қателер, өткізіп алулар немесе ақаулар кезінде жүйенің сенімділігін арттыру мақсатына қызмет етеді. Бірнеше модальділіктердің қосымша ақпараты мүмкін емес мүмкіндіктерді пайдалануға мүмкіндік беруі өте маңызды әр модальділіктен тек ақпаратқа ие бола отырып, бір мәнді түрде қабылдайды және айқындалады. Деректерді параллель өңдеуді енгізу мүмкіндігіне байланысты пайдаланылған арналар, бірнеше әдістемелер неғұрлым дер кезінде ақпарат беруді қамтамасыз етеді.

Күрделі сигналдарды өңдеу жүйесінің жалпыланған құрылымдық схемасы. ҰҰА анықтауда қолданылатын ақпараттық арналар суретте көрсетілген.



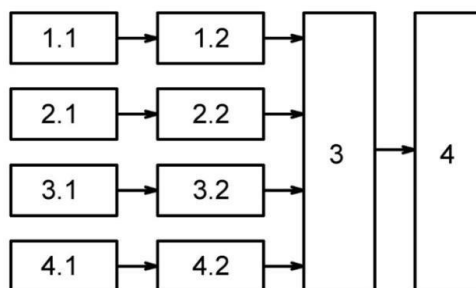
2.2-сурет – ҰҰА анықтау кезінде қолданылатын сигналдарды өңдеудің кешенді жүйесінің жалпыланған құрылымдық схемасы:

1 - радиолокациялық арна, 2 - акустикалық арна, 3 - оптикалық арна, 4 - инфрақызыл арна, 5 - өңдеу және шешім қабылдау құрылғысы [25] .

Күрделі жүйедегі ақпаратты біріктіру сигналдар деңгейінде, белгілер деңгейінде және шешімдер деңгейінде дайындалған. Зерттелетін объект туралы кіріс ақпаратты алу үшін әртүрлі арналар мен датчиктер арқылы алынған деректерді біріктіру стратегиялары негізгі топтарға бөлінеді:

- сигналдар деңгейінде жүзеге асырылатын ерте ассоциация;
- сипаттау ерекшеліктері деңгейінде жүзеге асырылатын ерте біріктіру;
- шешім қабылдаудың семантикалық деңгейінде іске асырылған кеш ассоциациялар;
- гибриді ассоциация.

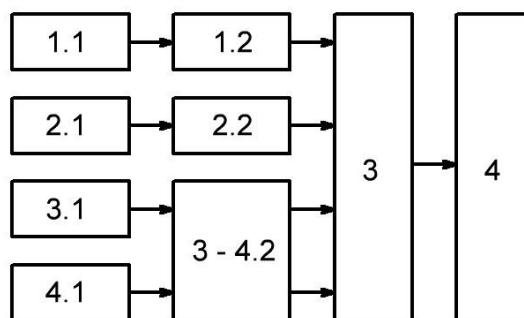
Ерте біріктіру кезінде ақпараттық мүмкіндіктер пайдаланылған ақпараттық арналар арқылы келетін сигналдар арқылы қалыптасады (пайдалану әртүрлі модальды сигналдар). Сонда құрылған мүмкіндік векторы $P = [p_1, \dots, p_i, \dots, p_n]$ өңдеу-тану және шешім қабылдау құрылғысына P беріледі. Функциялар деңгейінде біріктірілген ҰҰА анықтау жүйесінде мультимодальды ақпаратты ерте интеграциялау стратегиясы суретте көрсетілген.



2.3-сурет – Функциялар деңгейінде мультимодальды ақпаратты ерте интеграциялау

Стратегиясы: 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 - радиолокациялық, акустикалық, оптикалық және инфрақызыл сигнал генераторлары (суреттер), 1.2, 2.2, 3.2, 4.2 – функция генераторлары, 3 – функцияларды біріктіру (функция векторын қалыптастыру), 4 – шешім қабылдау құрылғысы [25].

Сигналдар мен мүмкіндіктер деңгейінде күрделі ҰҰА анықтау жүйесінде мультимодальды ақпаратты ерте интеграциялау стратегиясы суретте көрсетілген. Арналарда 1 және 2, ассоциация мүмкіндіктер деңгейінде, ал 3 және 4 арналарда физикалық сигналдар (бейнелер) деңгейінде жүзеге асырылады.



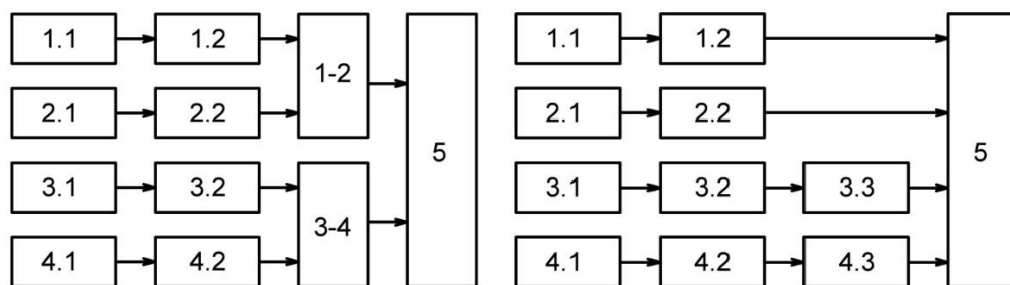
2.4-сурет – Сигналдар мен мүмкіндіктер деңгейінде мультимодальды ақпаратты ерте интеграциялау

Стратегиясы: 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 - радиолокациялық, акустикалық, оптикалық және инфрақызыл сигнал генераторлары (суреттер), 1.2, 2.2 - функция генераторлары, 3-4.2 - сигналды біріктіру және функцияны генерациялау, 3 - функцияны біріктіру (функция векторын генерациялау), 4 - шешім қабылдау құрылғысы [25].

Кеш біріктіру әдісінде арналарды өңдеу құрылғылары арна шешімдерінің векторын құра отырып, пайдаланылған ақпараттық арналарда нақты шешімдер қабылдайды. Алынған ақпараттар $R = [r_1, \dots, r_i, \dots, r_n]$ жартылай ақпараттар векторына біріктірілген, оларды қолдану арқылы алынған R ақпарат одан әрі түзіледі. (4. сурет)

Стратегиясы: 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 - радиолокациялық, акустикалық, оптикалық және инфрақызыл сигналдарды қалыптастырушылар (суреттер), 1.2, 2.2, 3.2, 4.2 функция генераторлары, 1.3, 2.3, 3.3, 4.3 - арналық шешім қабылдау құрылғылары, 4 - қорытынды шешімді қалыптастыру құрылғысы.

Гибридті біріктіру стратегиясы қол жетімді арналар арқылы алынған ақпаратты неғұрлым икемді кешенді өңдеуді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, содан кейін соңғы шешім қабылданады. Ол әртүрлі схемаларды қолдана отырып, әртүрлі нысандарда жүзеге асырылуы мүмкін, олардың кейбіреулері суретте көрсетілген.



2.5-сурет – Мультимодальді ақпаратты гибриді интеграциялаудың әртүрлі

Стратегиялары: 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 - радиолокациялық, акустикалық, оптикалық және инфрақызыл сигналдарды қалыптастырушылар (суреттер), 1.2, 2.2, 3.2, 4.2 - функция генераторлары, 1-2, 3-4 - функцияларды біріктіру құрылғылары, 3.3, 4.3 1- ішінара шешім қабылдау құрылғылары, 5 - соңғы шешім қабылдау құрылғысы [25].

Кешенді жүйенің ақпараттық арналарының мультимодальды сигналдарының гибриді комбинациясының стратегиясы шешілетін міндеттердің ерекшеліктері мен қолда бар техникалық құралдардың мүмкіндіктерін ескере отырып, ақпаратты тиімді өңдеуге және біріктіруге мүмкіндік береді.

Классикалық тәсілдерді пайдалану кезінде қолда бар кіріс деректер бойынша шешім қабылдау, қабылдау кіріс деректерде бар ақпараттың маңызды бөлігін жоғалтумен, жоюмен қатар жүреді. Әрі қарай өңдеу процесінде қабылданған шешімге (мысалы, анықтау туралы) немесе берілген бағалауға (объектіге дейінгі қашықтықты бағалау) өткен ақпарат қол жетімді болады.

Заманауи математикалық құралдарды (машиналық оқыту алгоритмдері, нейрондық желілер), сондай-ақ заманауи техникалық құралдарды (аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету) пайдалану күрделі жүйелердің ақпараттық арналарының кіріс сигналдарында қамтылған ақпаратты толық пайдалануға мүмкіндік береді. Мультимодальдық (арналық) ақпаратты біріктіру әдістері үш негізгі топқа бөлінеді: ережелерге негізделген әдістер; классификацияға және бағалауға негізделген әдістер.

Классификацияға негізделген әдістерде тірек векторлық машиналар, Байес қорытындылары, Дампстер-Шафер теориясы, динамикалық Байес желілері, нейрондық желілер, максималды энтропия моделі қолданылады.

Әртүрлі ақпараттық арналардан алынған ақпаратты біріктіру кезінде әртүрлі арналардағы деректер арасындағы корреляция маңызды болып табылады - кроссмодальдық корреляция. Корреляция ақпаратты біріктірудің әртүрлі деңгейлерінде анықталуы мүмкін және әртүрлі әдістерді енгізу жағдайында қолданылады.

Жеке модальділіктер арасындағы корреляцияны ғана емес, сонымен қатар олардың тәуелсіз болады, кейбір жағдайларда шешім қабылдауда қол жеткізуге мүмкіндік береді. Қолданылатын ақпараттық арналардың сигналдары әдетте

эртүрлі физикалық көріністерде келеді, эртүрлі әдістермен өңделеді, эртүрлі жылдамдықта және эртүрлі форматта жазылады және бекітіледі. Оларды бірлесіп өңдеу және шешім қабылдау кезінде оларды синхрондау қажет.

Ерекшеліктер деңгейінде синхрондау жағдайында эртүрлі ақпараттық арналарда қалыптасқан белгілер біріктіріледі, олар талдаудың біраз уақытында гетерогенді, бірақ байланысты және корреляциялық модальділерден алынады. Шешім қабылдау деңгейінде синхрондау оқиғалар мен шешімдермен бірге жүретін уақыт белгілерін қалыптастыру талап етеді.

Нейрондық желілерді пайдалану кезінде арна ақпаратын біріктіру әдістері бірқатар мүмкіндіктерге ие. Атап айтқанда, ақпараттық арналар мұнда бірполярлы ұғымдарда қалыптасқан белгілер деңгейінде емес, мультимодальды мағыналық бейнелеуге (мультимодальдық функция) біріктіріледі.

Нейрондық желілерді (НЖ) және ерте біріктіруді пайдалана отырып, бірполярлы талдау нәтижелері сәйкес арна көріністерін үйреніп, сәйкес мүмкіндіктерді қалыптастырмас үшін бұрын біріктіріледі. Кеш біріктіруді пайдалану кезінде арна ақпараты НЖ көмегімен зерттеледі, онда бірмодальды функциялардың алынған бағалаулары машиналық оқыту жүйесі үшін кіріс деректері болып табылатын мультимодальды функцияларды бағалау векторын құрайды.

Қазіргі уақытта бейненің және дыбыстың мультиспектрлік комбинациясында туындайтын негізгі техникалық мәселелер тұжырымдалған. Бұл бейнелеу, түрлендіру, теңестіру, біріктіру және бірлесіп қызметін атқарады. Көрсетілім бірмодальды сигналдарды жалпы бейнелеу кеңістігіне біріктіруге бағытталған әдісті анықтайды. Трансформация – ұсынылатын деректердің пішінін өзгерту. Сәйкестендіру процесінде эртүрлі модальді элементтер арасындағы бар байланыстар анықталады. Фьюжн – бірнеше көздерден алынған ақпараттың қосындысы, бірлескен оқыту – бар модальділіктерден ақпарат алу кезеңі.

2.3 Радиожүйелердің статистикалық теориясы тұрғысынан ақпараттық арналардың интеграциясы

Радиожүйелердің статистикалық теориясы теориясы тұрғысынан ақпараттық ресурстарды біріктірудің екі негізгі тәсілі бар. Олардың біріншісіне сәйкес интеграция мәселесі алғашқы ақпаратты өңдеу сатысында, екіншісіне сәйкес қайталама өңдеу сатысында (шешімдерді біріктіру сатысында) шешіледі. Екіншілік әдетте өңдеу деп аталады, онда жасалған бағалаулар мен шешімдердің нәтижелері кіріс сигналдарын сәйкес өңдеуден кейін (сүзгілеу, анықтау) қолданылады. Екінші реттік өңдеу кезінде анықтау және тегістеу мәселесі шешіледі, мысалы, ұшақтардың траекториялары және т.б. Үшінші реттік өңдеу процесінде математикалық әдістерді қолдана отырып, алынған ақпарат нақтыланады және толықтырылады, мәліметтердің толықтығы мен мақсатты бақылаудың тұрақтылығының жоғарылауына қол жеткізіледі, сондай-ақ

радиолокациялық ақпаратты (РЛА) алу үшін радиолокациялық қондырғыларды топтастыру оңтайландырылған қолда бар мүмкіндіктер мен ресурстарды ескере отырып, ресурстарды ең аз жұмсайтын ең жоғары сапа әдісі. Үшінші реттік өңдеуге арналған кіріс әртүрлі радиолокациялық станциялардан (РЛС) қайталама өңдеу нәтижесінде алынған мақсатты жолдар, радиолокациялық көздердің координаттары және олардың сипаттамалары туралы ақпарат болып табылады. Үшінші реттік өңдеудің нәтижесі нысананы бір радиолокатордан екіншісіне ауыстыруды ескере отырып алынған мақсатты жолдар, әртүрлі көздердің дәлдік көрсеткіштері және т.б.

Радиожүйелердің статистикалық теориясы шеңберінде кешенді құрудың бірінші тәсілінде компоненттері ақпараттық арналардың кіріс сигналдары болып табылатын векторлық процесті бақылау нәтижелері негізінде әрбір арнадағы сигналды бастапқы өңдеуге арналған құрылғылардың оңтайлы синтезі. Арналардың әрқайсысында алынған ақпаратты біріктіру. Бұл тәсіл ақпараттық арналардың кірістерінде байқалатын векторлық процестен ақпараттың максималды көлемін қамтамасыз ететін оңтайлы (таңдалған сапа критерийі бойынша) интеграцияланған ақпаратты өңдеу жүйесін (ОИАӨЖ) синтездеуге мүмкіндік береді.

Екінші тәсілде байқалатын векторлық процестің құрамдас бөліктері бастапқы сигналды өңдеу құрылғыларының шығыс деректері болады. Бұл анықтау туралы қабылданған шешімдер, объектінің координаталарын бағалау нәтижелері және т.б. Бұл жағдайда қайталама ақпаратты өңдеудің біріктірілген жүйесінің (ОИАӨЖ) синтезі жүзеге асырылады. ОИАӨЖ синтезі анықталған және физикалық түрде іске асырылатын бастапқы өңдеу құрылғыларының құрылымы мен параметрлеріне қатысты қолданыстағы шектеулер бойынша жүзеге асырылатындықтан, ОИАӨЖ шығысында алынған ақпараттың сапасы басқалармен салыстырғанда төмен болуы мүмкін. ОИАӨЖ шығару нәтижелерінің сапасы. Сапаның төмендеуі жүйенің құрылымында қабылданған шектеулерге байланысты.

ОИАӨЖ-нің біршама жоғалуына қарамастан, қайталама өңдеу сатысында (шешім қабылдау сатысында) оңтайландыруды қолдану көп жағдайда тәжірибеде мақсатқа сай болып шығады, өйткені ол жабдықты (бастапқы сигнал өңдеу құрылғыларын) пайдалануға негізделген. әзірлеушіге қолжетімді және ол сәйкес ақпараттық арналарды құру үшін пайдаланады.

Радиожүйелердің статистикалық теориясының математикалық әдістері әртүрлі ақпараттық арналар мен техникалық құралдарды пайдалана отырып, ұшқышсыз авиацияның параметрлерін анықтау мен өлшеудің күрделі жүйелерінің оңтайлы синтезін жүргізуге мүмкіндік береді.

Ақпараттық арналардың жиынтығы ретінде іске асырылатын белгілі күрделі ҰҰА анықтау жүйелері, оларда қолданылатын жүйелік инженерлік және техникалық шешімдер, мультимодальды сигналдар мен кескіндерді өңдеу әдістері талданады. Ақпаратты өңдеудің белгілі жүйелері мен әдістері есептерді қажетті тиімділікпен шешуге мүмкіндік бермейтіні және оларды одан әрі жетілдіру қажет екендігі көрсетілген.

ҰҰА -ны (әсіресе шағын ҰҰА) тиімді бақылау және оларға қарсы әрекет ету мәселесі әлі де қанағаттанарлық түрде шешілген жоқ, күрделі, көп қырлы және оны шешуге кешенді, жүйелі көзқарасты талап етеді.

ҰҰА бақылауында пайдаланылатын ақпараттық арналарды пайдалана отырып алынған мультимодальды ақпаратты өңдеу және біріктіру (интеграциялау) бойынша белгілі және ұсынылған жаңа стратегиялар мен әдістер жинақталған. Нейрондық желі технологиялары арқылы мультимодальды ақпаратты біріктіру ерекшеліктері көрсетілген.

Ассоциация кезіндегі ақпараттық арналардың ассоциациясы бірполярлы ұғымдарда қалыптасқан белгілер деңгейінде емес, мультимодальды мағыналық бейнелеуге (мультимодальды функция) біріктіру арқылы жүзеге асырылады. Кеш біріктіруді пайдалану кезінде арна ақпараты НЖ көмегімен зерттеледі, бірмодальды функциялардың алынған бағалаулары машиналық оқыту жүйесі үшін кіріс деректері болып табылатын мультимодальды функцияларды бағалау векторын құрайды.

Радиожүйелердің статистикалық теориясын (сызықсыз фильтрлеудің стохастикалық теориясы) пайдалана отырып, күрделі ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтау жүйелерінің мультимодальды ақпараттарын біріктіру мүмкіндіктері талданады. Оны қолдану арқылы әрбір арнадағы бастапқы сигналды өңдеу құрылғыларының оңтайлы синтезі жүзеге асырылады және каналдардың әрқайсысында алынған ақпарат біріктіріледі. Бұл тәсіл ақпараттық арналардың кірістерінде байқалатын векторлық процестен ақпараттың максималды көлемін қамтамасыз ететін ақпаратты өңдеудің оңтайлы (таңдалған сапа критерийі бойынша) кешенді жүйесін – ОИАӨЖ синтезін жасауға мүмкіндік береді.

Біріктірілген ҰҰА бақылау жүйелерінде мультимодальды ақпаратты өңдеу және біріктірудің әзірленген тәсілдерін, стратегиялары мен әдістерін пайдалану шешілетін міндеттердің ерекшеліктерін ескере отырып, пайдаланылатын арналар арқылы алынған біркелкі емес ақпаратты икемді біріктіруге мүмкіндік береді

Соңғы жылдары ұшқышсыз ұшу аппараттарының дамуымен көлік (UAV) технологиясы, UAV компаниялары көбейді, соның ішінде DJ-Innovations, 3DRobotics және т.б. UAV шағын өлшемі, бағасы төмен, жұмыс істеуге оңай және қолдана алуға қабілетті. Осы артықшылықтарға сүйене отырып, UAV технологиясы барқозғалыс мониторингі сияқты әртүрлі салаларда қолданылған [2], теңіз ортасының мониторингі [3], шабындықтарды басқару [4], логистикалық процестер [5] және өртті анықтау [6]. Дегенмен, ҰҰА технологиясын теріс пайдалану қоғамға зиянын тигізеді қауіпсіздік, жеке қауіпсіздік және жеке құпиялылық. Сондықтан мәселені шешу үшін ұшқышсыз авиацияға қарсы зерттеулер жүргізілуде қарқынды дамып келеді. Бұдан басқа, нысанды анықтау ҰҰА технологиясы ұшқышсыз авиацияға қарсы жүргізудің кілті болып табылады. Соған қарамастан, ұшқышсыз ұшу аппаратының шағын көлеміне және бар болуына байланысты құстар сияқты басқа объектілемен ҰҰА салыстыру өте қиын анықталған және басқа нысандар оңай қате танылады.

Қазіргі уақытта терең білім алу зерттеу үлгіні танудағы орасан зор табысының арқасында және компьютерлік көру қол жеткіздік. Олардың ішінде конволюционды нейрондық желі (CNN) негізіндегі әдістер бұл салада серпіліс жасайды объектіні анықтау Қалғандары классификация мен орналасуды жүзеге асырады Тек Сізді қамтитын бір анықтау сатысындағы нысанның Бір рет қара (YOLO) [10-12], бір реттік көп қорапты детектор (SSD) [13]. Оқыту және тестілеу процесі барлығы бір желіде жүргізіледі, сондықтан онтайландыру мүмкін анықтау өнімділігі бойынша тікелей басынан аяғына дейін жүзеге асырылады. Олардың ішінде YOLO ең жақсы анықтау өнімділігіне ие дәлдік пен жылдамдықты теңестіру. YOLO v3, ең жаңасы нұсқасы жоғары болуына байланысты бұрынғы нұсқалардан асып түседі анықтау және орналасу дәлдігі және ол еңсереді белгілі бір дәрежеде шағын объектіні анықтауға дағдыланған.

Дегенмен, UAV өте кішкентай екенін ескере отырып, YOLO v3-ті тікелей ҰҰА-ға қарсы қолдануға болмайды. Себебі анықтау дәлдігі жеткілікті жоғары емес және YOLO v3 арқылы алынған шектегіш қорап нысанның өлшеміне дәл сәйкес келмеуіне байланысты жеткіліксіз. Нақты уақыт режимінде ұшқышсыз ұшу аппаратын анықтауға қол жеткізу үшін жетілдірілген YOLO v3 ұсынылады. Бұл YOLO v3 негізіндегі алгоритмді UAV-ға қарсы объектіні анықтауға алғаш рет енгізілді. Ұсынылған тәсіл кішігірім нысандарды анықтау үшін көбірек текстура мен контур ақпаратын алуға болатын нысандардың шектейтін қораптарын болжау үшін мүмкіндік карталарының соңғы үш масштабының орнына мүмкіндік карталарының соңғы төрт масштабын қабылдайды. Сонымен қатар, есептеуді азайту үшін төрт масштабты мүмкіндік карталарындағы ҰҰА өлшемі кіріс деректеріне сәйкес автоматты түрде есептеледі, содан кейін якорь қораптарының саны да реттеледі.

Ұсынылған тәсілдің негізгі үлестері төмендегідей үш бөлікте жинақталған: ҰҰА-ға қарсы аймақ үшін нысанды анықтау алгоритмдері әлі де негізінен дәстүрлі анықтау алгоритмдеріне назар аударады, бұл құжат бірінші рет UAV нысанын анықтауға YOLO v3 негізіндегі алгоритмін енгізеді.

YOLO v3 нұсқасын Redmon 2018 жылы толық кескінді өңдеу үшін бір нейрондық желіні пайдалануды ұсынады. Ол кіріс кескінін бірдей өлшемдегі тор ұяшықтарына бөледі және әрбір тор ұяшығы үшін шектейтін ұяшықтар мен ықтималдықтарды болжайды. Жақсартылған YOLO v3 негізі - терең мүмкіндіктерді түсіру үшін 53 конвульстік қабаттан тұратын Darknet-53 және ол Darknet-19, ResNet-101 немесе ResNet-152 [12] қарағанда тиімдірек екендігі дәлелденді.

Кіріс кескіні үшін оның өлшемі мен арналары өзгертіледі көрсету үшін көптеген конвульстік қабаттар арқылы үнемі объектілер туралы жоғары деңгейлі ақпаратты арттыру үшін шағын нысанды анықтау дәлдігі, YOLO v3 а мүмкіндіктер пирамида желілерінің ұқсас тұжырымдамасы және үш қабылдау мультимасштабты жүргізу үшін әртүрлі масштабтағы мүмкіндік карталары болжау іске асырылады. Енгізілген кескіннің өлшемі 416×416 және содан кейін әрбір тор ұяшығының қабылдағыш өрісінің өлшемі 13×13 мүмкіндіктер картасы 32×32 , әрбір тордың қабылдау өрісінің өлшемі 26×26 мүмкіндік картасындағы

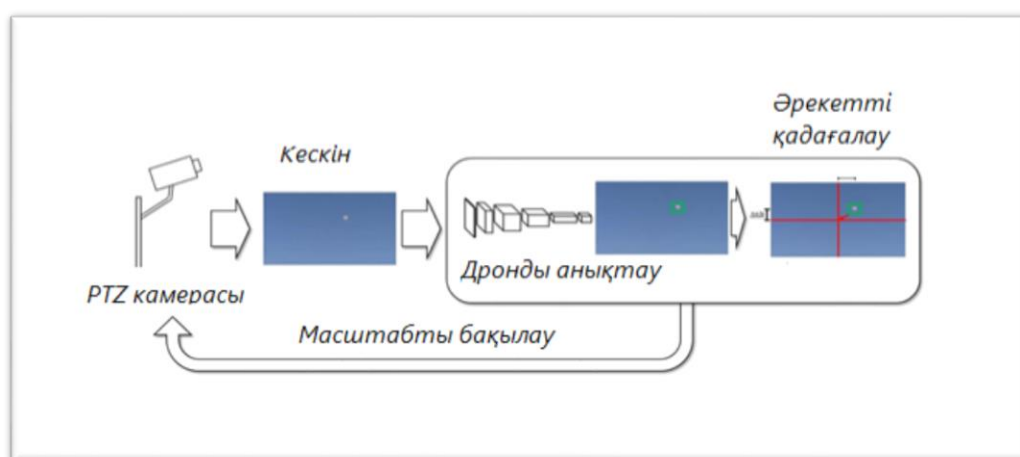
ұяшық 16×16 , қабылдау өрісінің өлшемі 52×52 мүмкіндік картасындағы әрбір тор ұяшығы 8×8 .

Ұшқышсыз ұшу технологиясы қарқынды дамып келе жатқандықтан, ұшқышсыз шабуыл қаупі артып келеді. Ұшқышсыз ұшақтардың шабуылы шабуылдың бастапқы кезеңінде анықталуы керек және қорғаныс жүйесі төмен бағамен жүзеге асырылуы керек, өйткені ұшқышсыз ұшақ әдеттегі әуе бақылау жүйелерімен салыстырғанда өте арзан. Бұл бөлімде біз дрондарды анықтау және бақылау үшін PTZ камерасы арқылы ұшқышсыз бақылау жүйесін енгіземіз.

2-суретте дронды бақылау жүйесінің шолуы көрсетілген. Дронды бақылау жүйесі PTZ камерасын пайдаланады, ал нысанды анықтау алгоритмі PTZ камерасындағы кескінде ұшқышсыз ұшақ бар-жоғын анықтау үшін пайдаланылады. Егер ұшқышсыз ұшақ анықталса, жүйеміз панорамалық көлбеу-масштабтау әрекетін жасайды және оны ұшқышсыз басқару үшін PTZ камерасына жібереді. Егер дрон анықталса, біздің жүйе камерадан ағымдағы көлденең және тік көру өрісін (FoV) алады, содан кейін ұшқышсыз ұшақ пен камераның орталық нүктесі арасындағы бұрыш айырмашылығын есептейді. Келесісі панорамалық және көлбеу күйінің салыстырмалы дәрежелерінің формулалары болып табылады.

$$\Delta \alpha_n = \left(0.5 - \frac{\text{дрон } X \text{ ортасы}}{\text{кескін ені}} \right) \times H_Fov \quad (2.1)$$

$$\Delta \text{tilt} = \left(0.5 - \frac{\text{дрон } Y \text{ ортасы}}{\text{кескін биіктігі}} \right) \times V_Fov \quad (2.2)$$



2.7-сурет – Дрон анықтау жүйесі

Масштабтау әрекеттері дрон өлшемін кескіндегі алдын ала анықталған қажетті бөлікке дейін сақтау үшін есептеледі. Арнайы қораптың бөлігі кескін өлшеміне (1920×1080) бөлінген аумақ болып табылады. Жаңа масштабтау параметрін есептейміз. Ағымдағы масштабтау ретінде PTZ камерасы қатынасқа көбейтілген қалаған бөлік пен ағымдағы бөлік арасында. Үшін Мысалы, егер дронның ағымдағы бөлігі 2% болса сурет, ал дронның біздің қалаған бөлігі 4%

болса, біз $2X$ үлкейту. Келесі формула біздің қалай болатынын сипаттайды жүйе жаңа масштабтау параметрін есептейді

$$\text{zoom} = \frac{\text{қалған бөлік}}{\text{ағымдағы бөлік}} \times \text{ағымдағы zoom} \quad (2.3)$$

Экспериментте Inception Resnet үлгісімен Faster R-CNN ең жоғары дәлдікті көрсетеді, бірақ ол анықтау және оқытуда ең баяу. Жылдамдықтың дәлдігін ескере отырып, YOLOv2 біздің қолдануымызда ең қолайлы үлгі болуы мүмкін — YOLOv2 Faster R-CNN және R-FCN үлгілерімен салыстырмалы дәлдікті көрсетеді және ол сол үлгілерден әлдеқайда жылдамырақ.

Болашақ жұмыс ретінде біз R-FCN үлгілеріндегі және Faster R-CNN үлгілеріндегі нысан ұсыныстарының саны сияқты әртүрлі конфигурациялардың жылдамдық пен дәлдікке қалай әсер ететінін зерттейтін боламыз. Жүйені пайдалану кезінде жалған теріс мысалдарды қайта оқыту үшін оқу уақытын ескеру қажет. Ағымдағы оқу уақыты апта сайынғы немесе ай сайынғы қайта даярлауға сәйкес болуы мүмкін.

Дронды бақылау жүйесі нақты уақытта дұшпандық ұшқышсыз ұшқышты тану мен қадағалауды талап етеді, сондықтан объект детекторының жылдамдығы жүйедегі маңызды фактор болып табылады. 1-кесте нәтижелерді қорытындылайды. SSD MobileNet – ең жылдам модель (20,8 кадр/с), одан кейін YOLOv2 (13,0 кадр/с) және SSD Inception V2 (12,0 кадр/с). Нақты уақыттағы шектеулерді ескере отырып, біздің жүйеде осы ең жылдам үш модельді пайдалану керек.

Кесте 2.1 - Анықтау үлгілерінің жылдамдығы

Моделдер	Бір кадр кеткен уақыт	FPS
SSD MobileNet	0.048	20.8
SSD Inception V2	0.084	12.0
RFCN Resnet 101	0.320	3.1
FRCNN Resnet 101	0.423	2.4
FRCNN Inception Resnet	1.455	0.7
YOLO v2	0.077	13.0

Жаңа дрон үлгілерінің жаңартылған деректер жинағын және жаңа фондық жағдайларды қарастыру үшін нысанды анықтау үлгісін жүйелі түрде жаңарту үшін жаттығу уақыты тым ұзақ болмауы керек. Біз модельді 100 000 итерацияға үйретуге кететін уақытты зерттейміз. 2-кесте нәтижелерді көрсетеді. Resnet 101 үлгісі бар R-FCN жаттығу үшін ең қысқа уақытты алады. Resnet 101 және SSD MobileNet үлгісі бар жылдамырақ R-CNN 100 000 итерацияны үйрету үшін 20 сағаттан аз уақыт алады. Inception Resnet және YOLOv2 көмегімен жылдамырақ R-CNN 30 сағаттан көп уақыт алады.

Кесте 2.2 - 100 000 итерацияны оқытуға кететін уақыт

Модельдер	Уақыт (сағат)
SSD MobileNet	19
SSD Inception V2	22
RFCN Resnet 101	12
FRCNN Resnet 101	14
FRCNN Inception Resnet	50
YOLO v2	36

3 Жасанды интеллектпен камера арқылы дрондарды анықтау

Жасанды интеллект (ЖИ) көмегімен дрондарды анықтау қазіргі әлемдегі өзекті және маңызды міндет болып табылады. Ұшқышсыз ұшу аппараттарының (дрондар) дамуы қауіпсіздік пен қорғаныстың жаңа мәселелеріне әкелді, өйткені ұшқышсыз ұшқыштар бейбіт мақсатта да, зиянды мақсаттарда да қолданылуы мүмкін.

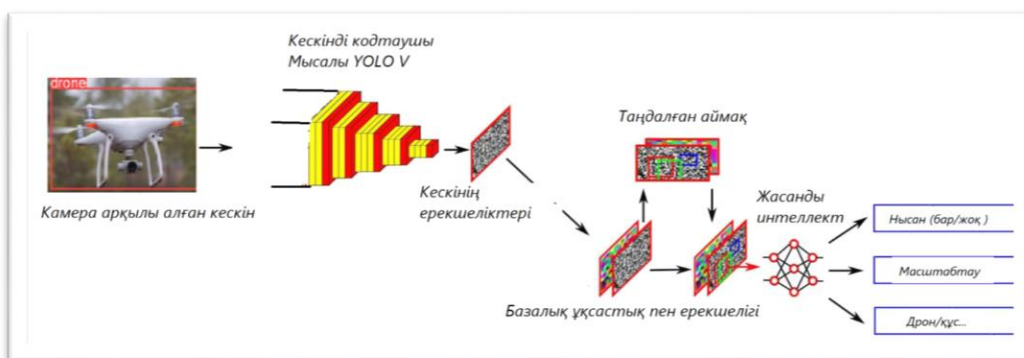
ЖИ дрондарды визуалды, акустикалық немесе радиожилілік сипаттамаларына негізделген жылдам және дәл анықтауға қабілетті автоматтандырылған жүйені қамтамасыз ету арқылы дрондарды анықтауда маңызды рөл атқара алады. Міне, ЖИ дронды анықтауда қолдануға болатын бірнеше тәсілдер:

Көрнекі анықтау: ЖИ-ды визуалды сипаттамаларына негізделген дрондарды тануға үйретуге болады. Бұл компьютерлік көру алгоритмдерін пайдаланып түсірілімдегі дронның пішінін, өлшемін, түсін және қозғалысын талдауды қамтуы мүмкін.

РЖ қолтаңбасын анықтау: ЖИ дрон шығаратын РЖ сигналдарын талдау үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұл РЖ қолтаңбалары бойынша дрондарды анықтауға және жіктеуге және қажетсіз немесе ықтимал қауіпті дрондарды анықтауға мүмкіндік береді.

Акустикалық қолтаңбаны анықтау: дрондар шығарған акустикалық қолтаңбаларды тануға үйретілуі мүмкін. Бұл белгілі бір аумақта ұшқышсыз ұшақтың болуын анықтау үшін дыбыс спектрін, қозғалыс үлгілерін және басқа акустикалық сипаттарды талдауды қамтуы мүмкін.

Қосымша сенсорларды пайдалану: Дронды анықтауды жақсарту үшін АІ радар немесе тепловизор сияқты басқа сенсорлармен біріктірілуі мүмкін. Бұл дрондарды дәлірек анықтау үшін әртүрлі ақпарат түрлерін біріктіретін көп деңгейлі анықтау жүйесін жасауға мүмкіндік береді.



3.1-сурет – Жасанды интеллект көмегімен құрылғыларды анықтау

3.1 PyCharm 2023.1 арқылы « detect.py » жұмыс жасау

PyCharm — Python бағдарламалау тіліне арналған біріктірілген әзірлеу ортасы (IDE). PyCharm дронды анықтау мүмкіндіктерін өзі қамтамасыз етпесе де, оны әртүрлі алгоритмдер мен кітапханаларды пайдалана отырып, дронды анықтау бағдарламалық құралын жасау процесінде пайдалануға болады.

PyCharm арқылы дрондарды анықтау үшін компьютерлік көру, машиналық оқыту және кескінді өңдеу сияқты әртүрлі әдістер мен кітапханаларды пайдалануға болады. Мысалы, сіз OpenCV сияқты компьютерлік көру кітапханаларын ұшқышсыз ұшақтарды анықтау үшін камерадан немесе бейне түсірілімнен алынған бейне арнаны өңдеу және талдау үшін пайдалана аласыз.

Сонымен қатар, PyCharm TensorFlow немесе PyTorch сияқты әртүрлі машиналық оқыту кітапханаларын импорттау және пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз етеді, оларды суреттер немесе бейнелер сияқты енгізу негізінде дрондарды анықтауға қабілетті терең оқыту үлгілерін құру және үйрету үшін пайдалануға болады.

PyCharm көмегімен дронды анықтау бағдарламалық құралын жасаған кезде, әзірлеуді жеңілдету және жылдамдату үшін оның жөндеу мүмкіндіктерін, синтаксисті тексеруді, кодты аяқтауды және басқа құралдарды пайдалануға болады. Айта кету керек, PyCharm арқылы дронды анықтауды сәтті жүзеге асыру үшін компьютерлік көру, машиналық оқыту және кескінді өңдеу бойынша білім мен тәжірибе болуы керек. Сондай-ақ, модельді үйрету және дронды анықтау алгоритмін сынау үшін деректер қажет.

Жалпы алғанда, PyCharm компьютерлік көру және машиналық оқыту негізінде дронды анықтау алгоритмдерін жүзеге асыратын кодты жазу, жөндеу және тестілеу үшін ыңғайлы ортаны қамтамасыз ететін ұшқышсыз ұшқыштарды анықтау бағдарламалық құралын әзірлеу процесінде пайдаланылуы мүмкін.



3.2-сурет – Дронды YOLO V5 жасанды интеллекті арқылы камерамен анықтау

3.2 Дронды YOLO V5 жасанды интеллекті арқылы камерамен анықтау

YOLO (Тек бір рет қарайсыз) v5 нақты уақыттағы нысанды анықтау үшін пайдаланылатын танымал нейрондық желі архитектураларының бірі болып табылады. Бұл объектіні тану және жіктеу үшін үлкен деректер жиынында оқытылған терең нейрондық желі.

YOLO v5 дронды анықтау үшін тартымды ететін бірқатар мүмкіндіктерге ие:

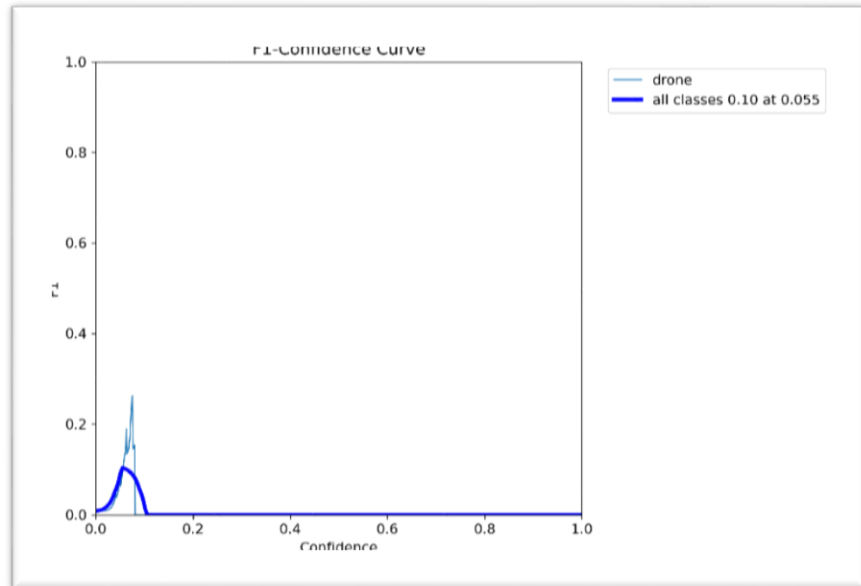
1. Жоғары жылдамдық пен тиімділік: YOLO v5 архитектурасы нақты уақыт режимінде жұмыс істеу үшін оңтайландырылған, ол бейне ағындары мен кескіндерді дәлдікті жоғалтпай жоғары жылдамдықта өңдеуге мүмкіндік береді. Бұл жылдам және икемді болуы мүмкін дрондарды анықтау және қадағалау үшін маңызды.

2. Дәлдік және сенімділік: YOLO v5 әртүрлі дрон кескіндері бар үлкен деректер жиынында оқытылады. Бұл желіге қиын жарықтандыру немесе перспективалық жағдайларда да дрондарды жоғары дәлдікпен және сенімділікпен тануды үйренуге мүмкіндік береді.

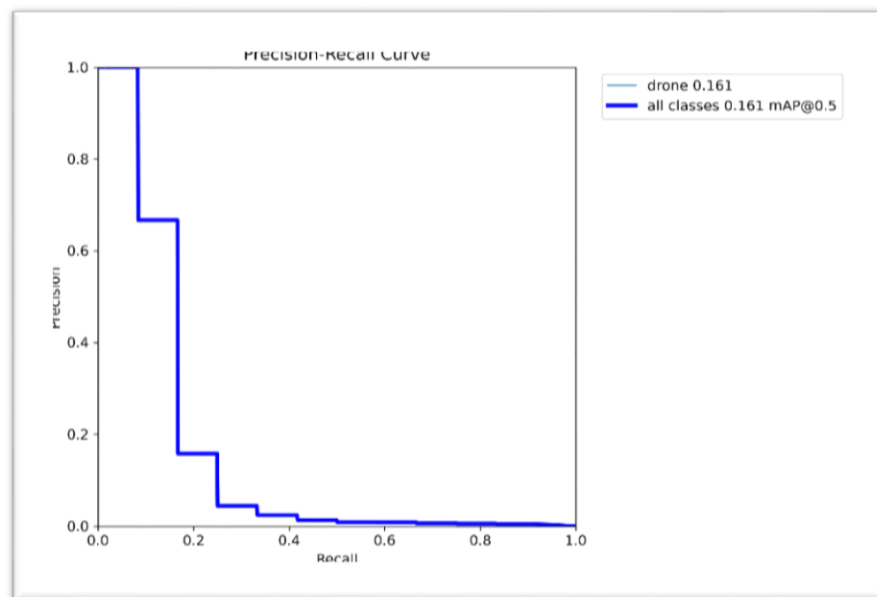
3. Көп нысанды анықтау: YOLO v5 бір сурет немесе бейне жақтауында бір уақытта бірнеше нысанды анықтауға және жіктеуге қабілетті. Бұл желіге тек дрондарды ғана емес, сонымен қатар толық қауіпсіздік жүйесі үшін маңызды болуы мүмкін басқа объектілерді немесе кедергілерді анықтауға мүмкіндік береді.

4. Икемділік және теңшеу: YOLO v5 нақты талаптар мен жүйелік ресурстар үшін алгоритмді оңтайландыруға мүмкіндік беретін кіріс кескіндерінің өлшемі мен ажыратымдылығын таңдауда икемділікті ұсынады. Бұл оны әртүрлі сценарийлер мен қолданбаларда дрондарды анықтауға арналған әмбебап құрал етеді.

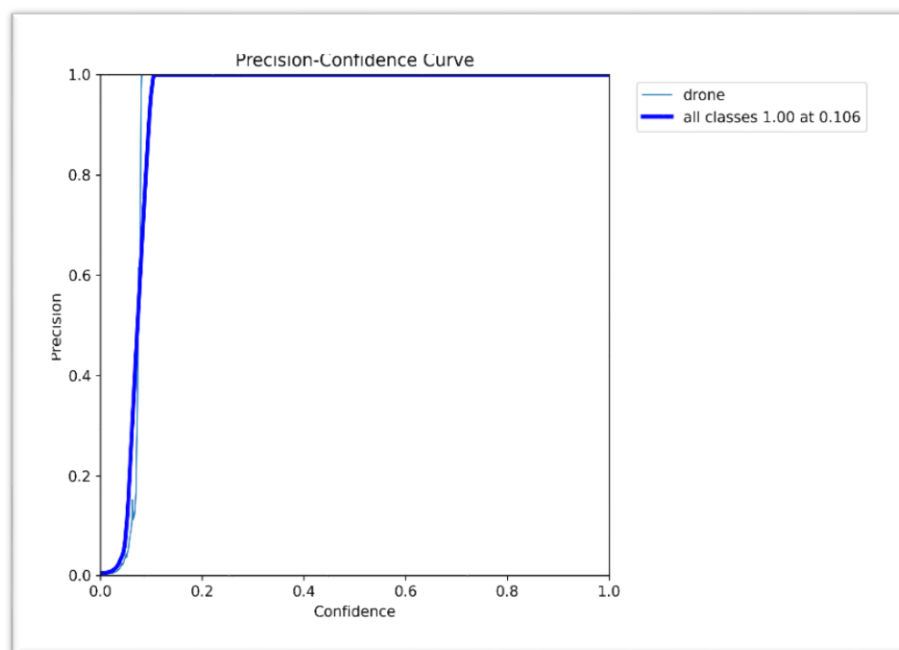
Тұтастай алғанда, YOLO v5 - дронды анықтаудың қуатты құралы. Дегенмен, кез келген басқа модель немесе алгоритм сияқты оның өнімділігі мен дәлдігі оқу деректерінің сапасына, параметрлерді оңтайландыруға және нақты жағдайлар мен жұмыс жағдайларына бейімделуге байланысты.



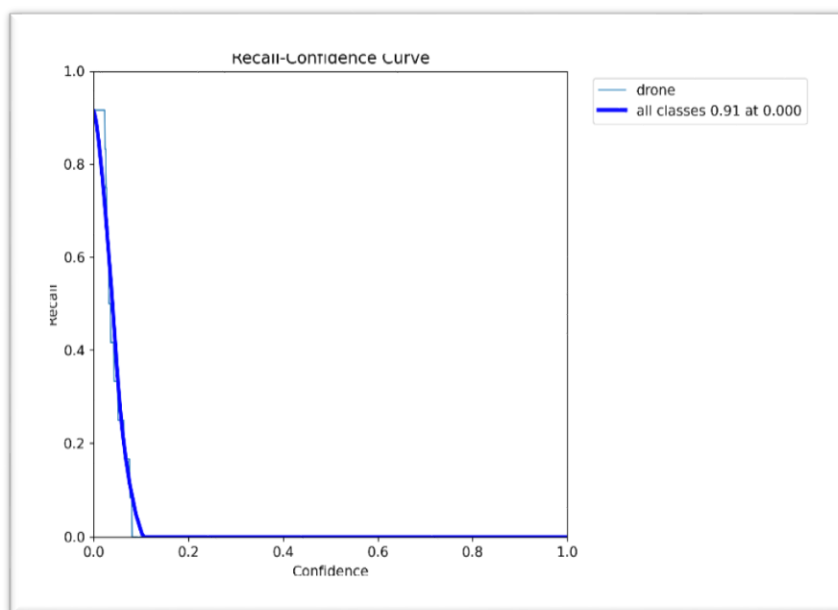
3.3-сурет – F1 curve диаграммасы



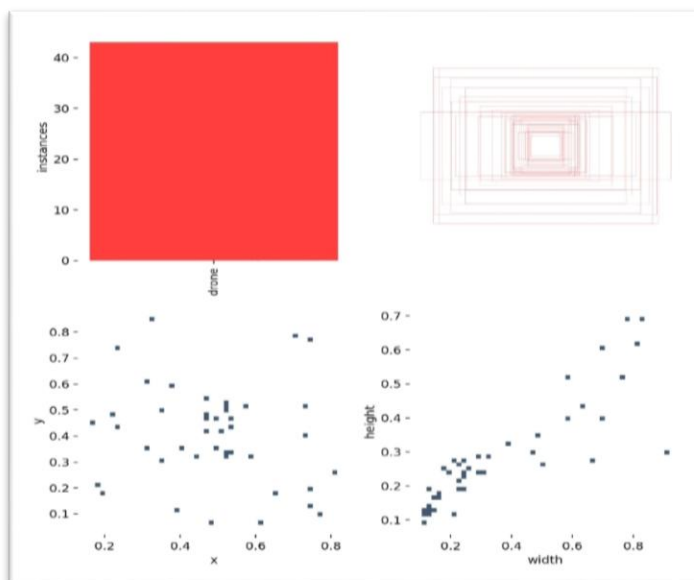
3.4-сурет – PR curve диаграммасы



3.5-сурет–P curve диаграммасы



3.5-сурет – R curve диаграммасы



3.7-сурет – X (ені) Y (биіктігі) кесінді жобалау

3.3 Ұшқышсыз ұшу аппаратының анықтау кезінде PyCharm 2023.1 бағдарламасының сенімдік, ескетүсіру, дәлелдік есептеулер

PyCharm көмегімен дронды анықтауды келесі диаграмма түрінде көрсетуге болады:

Деректерді дайындау: Бұл қадамда дронды анықтау үлгісін оқыту және бағалау үшін оқу және сынақ деректерін дайындау қажет. Бұған дрондары бар суреттерді немесе бейнелерді жинау және белгілеу кіреді.

Кескінді өңдеу: Бұл қадамда деректер алдын ала өңдеу және кеңейту үшін OpenCV сияқты кітапханалар арқылы өнделеді. Бұл кескін өлшемін өзгертуді, қалыпқа келтіруді және кескінді жақсартуды қамтуы мүмкін.

Дрондарды анықтау алгоритмдері мен үлгілерін енгізу: Бұл кезеңде өңделген суреттердегі ұшқышсыз ұшақтарды анықтау үшін компьютерлік көру және машиналық оқыту әдістеріне негізделген алгоритмдер мен модельдер әзірленеді. PyCharm код жазу және осындай алгоритмдер мен модельдерді енгізу мүмкіндігін береді.

Тестілеу және жөндеу: әзірленген код оның өнімділігін және дронды анықтау дәлдігін бағалау үшін сынақ деректерінде сыналады. PyCharm кодыңыздағы қателерді анықтауға және түзетуге көмектесетін жөндеу құралдарын ұсынады.

Модельді біріктіру және пайдалану: Сәтті тестілеуден кейін әзірленген модельді нақты дронды анықтау үшін басқа жүйелерге немесе қолданбаларға біріктіруге болады. PyCharm интерфейстерді және әзірлеуге арналған құралдарды ұсына отырып, модельді біріктіруді және пайдалануды жеңілдетеді.

PyCharm 2023.1 — Python бағдарламалау тіліне арналған Integrated Development Environment (IDE) жаңа нұсқасы. 2023.1 нұсқасы ұшқышсыз

ұшатын аппаратты (ҰҰА) анықтау жүйесін әзірлеу кезінде пайдалы болуы мүмкін бірнеше жаңа мүмкіндіктерді қамтиды. Міне, осы мүмкіндіктердің кейбірі:

1. Сенімділік: PyCharm 2023.1 кодыңыздың сенімділігін жақсартуға арналған құралдарды ұсынады. Ол қателерді болдырмауға және бағдарламалық құралдың сенімділігін арттыруға көмектесу үшін статикалық теруді, статикалық кодты талдауды және синтаксисті тексеруді қамтамасыз етеді.

2. Еске салғыштар: PyCharm 2023.1 тікелей IDE ішінде еске салғыштар мен тапсырмаларды жасау мүмкіндігін ұсынады. Ұшқышсыз авиацияны анықтауға қатысты кодтың белгілі бір бөліктерін есте сақтауға және кейінірек оралуға көмектесу үшін кодты еске салғыш тегтерімен аннотациялауға болады.

3. Дәлелдерді есептеу: PyCharm UAV анықтау алгоритмдерін жасау кезінде пайдалы болуы мүмкін математикалық және логикалық есептеулерді орындау мүмкіндігін береді. IDE-де қажетті есептеулерді орындау үшін Python функциялары мен операцияларын пайдалануға болады.

IDE ретінде PyCharm кодты әзірлеуге және жөндеуге арналған құралдарды қамтамасыз ететінін атап өткен жөн, бірақ UAV анықтаудың өзі сәйкес машиналық оқытуды немесе компьютерлік көру алгоритмдері мен әдістерін қолдануды талап ететін күрделі тапсырма. PyCharm UAV анықтау алгоритмдерін әзірлеу және жөндеу процесінде пайдалы құрал бола алады, бірақ сенімді нәтижелерге қол жеткізу үшін сізге компьютерлік көру және деректерді талдау туралы тиісті білім қажет.



```
git clone https://github.com/ultralytics/yolov5 # clone
cd yolov5
pip install -qr requirements.txt # install

import torch
import utils
display = utils.notebook_init() # checks

YOLOv5 v7.0-168-gc2b853 Python-3.10.11 torch-2.0.0+cu118 CUDA:0 (Tesla T4, 15102MiB)
Setup complete (2 CPUs, 12.7 GB RAM, 23.3/78.2 GB disk)

[unzip -q tmp.zip -d ../datasets && rm tmp.zip # unzip
100%|██████████| 750M/750M [00:12<00:00, 66.6MB/s]

[3] ! unzip -q /content/train_data.zip -d /content/
replace /content/train_data/images/train/1.jpg? [y]es, [n]o, [A]ll, [N]one, [r]er

# Validate YOLOv5s on COCO val
!python val.py --weights yolov5s.pt --data coco.yaml --img 640 --half

coco128.yaml x
1
2 train: /content/train_data/train # train images (relative to 'path') 128 images
3 val: /content/train_data/val # val images (relative to 'path') 128 images
4
5
6 # Classes
7 nc:1 # number of classes
8 names: ['drone']
9
```

3.8-сурет – PyCharm 2023.1 Бағдарламасы арқылы « detect.py » қосымшасын шақыру

ҚОРЫТЫНДЫ

Датчиктерді қолдану арқылы дронды анықтау қауіпсіздік пен бақылау саласындағы маңызды және тиімді әдістердің бірі болып табылады. Сенсорлар радиожиилік сигналдары, жылулық сәулелену немесе акустикалық белгілер сияқты физикалық сипаттамалары негізінде дрондарды анықтауға мүмкіндік береді.

Дронды анықтауда сенсорларды пайдалану бірқатар артықшылықтарды қамтамасыз етеді. Біріншіден, сенсорлар берілген аумақта дронның болуын жылдам анықтауға мүмкіндік беретін жылдам және сенімді деректерді жинауды қамтамасыз етеді. Екіншіден, сенсорларды дрондардың нақты сипаттамаларын анықтау үшін арнайы реттеуге болады, бұл анықтау дәлдігін арттырады және жалған позитивтерді жояды. Үшіншіден, сенсорлар нақты уақыт режимінде жұмыс істей алады, бұл ықтимал қауіптерге тез жауап беруге және тиісті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді.

Дегенмен, дрондарды анықтау үшін сенсорларды пайдалану кезінде кейбір қиындықтар мен шектеулер болуы мүмкін. Мысалы, дрондардың әртүрлі үлгілері әртүрлі физикалық сипаттамаларға ие болуы мүмкін, бұл датчиктердің әртүрлі дрондарды тану үшін бейімделуін талап етеді. Сондай-ақ, кейбір дрондар сенсорлар арқылы анықтауды болдырмау үшін арнайы жасалған болуы мүмкін, бұл тиімді анықтауды қиындатады.

Қорытындылай келе, сенсорларды қолдану арқылы дронды анықтау қауіпсіздік пен бақылау саласындағы тиімді тәсіл болып табылады. Сенсорлар дрондарды жылдам анықтауға және тиісті әрекет үшін маңызды ақпаратты беруге мүмкіндік береді. Дегенмен, дронның өзгермелілігінен туындаған қиындықтарды жеңу және анықтау өнімділігін жақсарту үшін сенсор технологиясын үздіксіз дамыту және жетілдіру қажет.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. B. Vanek, T. Peni, P. Bauer, and J. Bokor, “Vision only sense and avoid: A probabilistic approach,” IEEE American Control Conference., jun 2014, pp. 1204–1209.
2. U.O. Seidaliyeva, D.Zh. Utebayeva, L.B. Ilipbayeva, N.K. Smailov, “Survey on different drone detection methods in restricted flight areas”, Vestnik KazNRTU (136), 2019, Almaty, ISSN 1680-9211, p. 483-488.
3. Xiaoyue Jiang, Abdenour Hadid, Yanwei Pang, Eric Granger, Xiaoyi Feng “Deep Learning in Object Detection and Recognition”, Springer, 2019.
4. Bilal Taha, Abdulhadi Shoufan, “Machine Learning-Based Drone Detection and Classification: State-of-the-Art in Research”, IEEE, 2019.
5. E. Unlu, E. Zenou, and N. Rivière, “Using shape descriptors for UAV detection” Electron. Imag., vol. 2018, no. 9, pp. 1_5, 2018. [Online]. Available: <http://oatao.univ-toulouse.fr/19612/>
6. Qiang Dong, Qinghua Zou, “Visual UAV detection method with online feature classification”, IEEE, 2017.
7. Sanjay K. Boddhu, Matt McCartney, Oliver Ceccopieri, Robert L. Williams, “A Collaborative Smartphone Sensing Platform for Detecting & Tracking Hostile Drones”, *Proc. SPIE*, vol. 8742, May 2013, Art. no. 874211.
8. Zizhe Wang, Lin Qi, Yun Tie, Yi Ding, Yang Bai, “Drone detection based on FD-HOG descriptor”, International Conference on Cyber Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery, 2018.
9. Mohammad Reza Baghaei Pour, Hamid Tabatabaee, Mahdi Hashemi and Kazem Shekofteh S., “A new framework for detecting and tracking drones”, Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences ISSN: 2231– 6345 (Online).
10. Arne Schumann, Lars Sommer, Johannes Klätte, Tobias Schuchert, Jurgen Beyerer, “Deep cross-domain flying object classification for robust UAV detection”, Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2017 14th IEEE International Conference on IEEE, 2017.
11. Saqib Muhammad, Nabin Sharma, Sultan Daud Khan, Michael Blumenstein, “A study on detecting drones using deep convolutional neural networks”, Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2017 14th IEEE International Conference on IEEE, 2017.
12. Cemal Aker, Sinan Kalkan, “Using deep networks for drone detection”, Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2017 14th IEEE International Conference on IEEE, 2017.
13. Celine Craye, Salem Ardjoune, “Spatio-temporal Semantic Segmentation for Drone Detection”, 16th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2019.
14. David de Iglesia, Miguel Mendez, Raquel Dosil, Iago Gonzalez, “Drone detection CNN for close and long range surveillance in mobile applications”, 16th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2019.

15. Manjia Wu, Weige Xie, Xiufang Shi, Panyu Shao, and Zhiguo Shi. In Limin Meng and Yan Zhang, “Real-time drone detection using deep learning approach”, Machine Learning and Intelligent Communications, 2018. Springer International Publishing.

16. Jihun Park, Dae Hoe Kim, Young Sook Shin, Sang-ho Lee, “A Comparison of Convolutional Object Detectors for Real-time Drone Tracking Using a PTZ Camera”, 17th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), 2017.

17. Junkai Peng, Changwen Zheng, Pin Lv, Tianyu Cui, Ye Cheng and Lingyu Si, “Using Images Rendered by PBRT to Train Faster R-CNN for UAV Detection”, 2018.

18. Dongkyu Rroyr Lee, Woong Gyu La, Hwangnam Kim, “Drone detection and identification system using artificial intelligence”, 9th International Conference on Information and Communication Technology Convergence, 2018.

19. Yueru Chen, Pranav Aggarwal, Jongmoo Choi, and C.-C. Jay Kuo, “A Deep Learning Approach to Drone Monitoring”, Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), 2017.

20. Yuanyuan Hu, Xinjian Wu, Guangdi Zheng, Xiaofei Liu, “Object Detection of UAV for Anti-UAV Based on Improved YOLO v3”, Proceedings of the 38th Chinese Control Conference, 2019.

21. Mrunalini Nalamati, Ankit Kapoor, Muhammed Saqib, Nabin Sharma, Michael Blumenstein, “Drone Detection in Long-range Surveillance Videos”, 16th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS), 2019.

22. Ryota Yoshihashi, Tu Tuan Trinh, Rei Kawakami, Shaodi You, Makoto Iida, Takeshi Naemura “Differentiating Objects by Motion: Joint Detection and Tracking of Small Flying Objects”, 2018.

23. Artem Rozantsev, Vincent Lepetit, and Pascal Fua, “Detecting Flying Objects Using a Single Moving Camera”, , IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (Volume: 39, Issue: 5 , May 1 2017).

24. Van-Phat Thai, Weixian Zhong, Thinh Pham, Sameer Alam and Vu Duong, “Detection, tracking and classification of aircraft and drones in digital towers using machine learning on motion patterns”, IEEE, Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS), 2019.

25. Hideaki Sobue, Yuki Fukushima, Takahiro Kashiya, Yoshihide Sekimoto, “Flying Object Detection and Classification by Monitoring Using Video Images”, 2017

25. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, В.П. РЯБУХА, С.И. Бабкин, В.В. воронин, А.И. Капуста, И.С. Селезнев “Методы комплексной обработки и интерпретации радиолокационных, акустических, оптических и инфракрасных сигналов беспилотных летательных аппаратов”

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Айжарық Батырхан Темірханұлы
6В06201 - Телекоммуникация

Тақырыбына: «Сенсорларды біріктіру әдістерінің көмегімен дрондарды анықтау және қадағалау».

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 41 парақ;
б) түсініктеме 5 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысы интеллектуалды камера сенсорлары негізінде ұшқышсыз ұшу аппаратын анықтауды зерттеу және талдауға негізделген.

Дипломдық жұмыс үш бөлімнен тұрады. Алғашқы бөлімде ұшқышсыз ұшу аппаратын анықтау технологияларына әдеби шолу жасалынған. Екінші бөлімде дрондардың маңызды инфрақұрылымдарға келтіретін негізгі қауіптері зерттеліп талданған. Үшінші бөлімде интеллектуалды камера сенсорының көмегімен пішін, өлшем, қозғалыс және басқа атрибуттары бойынша видеокадрлардағы дронды анықтау жүйесінің моделі ұсынылған. Эксперимент нәтижелері бағалау метрикалары негізінде бағаланған.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

Бұл дипломдық жоба жоғары оқу орындарының талаптарына сай жоғары деңгейде жазылған. Алынған нәтижелер графиктер, анықтау жүйесін құру және талдау технологияларындағы ғылыми бағытқа сәйкес келеді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жобаға «90» деген баға, ал студент Айжарық Батырхан Темірханұлы 6В06201 – Телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензент

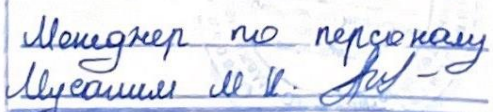
Халықаралық IT университеті

т.ғ.к., қауымдастырылған профессоры

 Л. Илипбаева

«02» 06 2023 ж.

Ф КазҰТУ 704-24. Рецензия

Подпись указанного лица удостоверяю


Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

Айжарық Батырхан Темірханұлы

6B06201- Телекоммуникация

Тақырыбы: **Сенсорларды біріктіру әдістерінің көмегімен дрондарды анықтау және қадағалау**

Соңғы жылдары ұшқышсыз ұшу аппараттарын (дрондарды) пайдалану айтарлықтай таралды және әртүрлі қызмет салаларында, соның ішінде азаматтық авиацияда, тауарларды жеткізуде, әуе мониторингі мен түсірілімінде және әскери операцияларда қолданылды. Алайда, дрондардың көбеюі ықтимал қауіптер мен оларды қолдануға байланысты проблемалардың өсуіне себеп болды. Дрондарды анықтаудағы негізгі мәселелердің бірі-олардың кішкентай радио шағылыстыратын беті, бұл оларды радарлармен анықтауды қиындатады. Сонымен қатар, дрондар төмен ұшатын ұшу режимі немесе олардың электромагниттік және жылу қолтаңбасын барынша азайтатын технологияларды қолдану сияқты жасыру тактикасын қолдана алады.

Дипломдық жұмыс үш бөлімнен тұрады. Алғашқы бөлімде ұшқышсыз ұшу аппаратын анықтау технологияларына әдеби шолу жасалынған. Екінші бөлімде дрондардың маңызды инфрақұрылымдарға келтіретін негізгі қауіптері зерттеліп талданған. Үшінші бөлімде интеллектуалды камера сенсорының көмегімен пішін, өлшем, қозғалыс және басқа атрибуттары бойынша видеокадрлардағы дронды анықтау жүйесінің моделі ұсынылған. Эксперимент нәтижелері бағалау метрикалары негізінде бағаланған.

Дипломдық жұмысты жазу барысында Айжарық Батырхан жауакершілігі мен еңбекқорлығын көрсете білді. Қойылған тапсырмаларды қолынан келгенше тырысып жасап, жетекші тарапынан қойылған тапсырмаларды уақытылы орындап отырды.

Жалпы дипломдық жұмысты "90/А/ өте жақсы", деп бағалап, ал студент Айжарық Батырхан Темірханұлы 6B06201-Телекоммуникация мамандығы бойынша «бакалавры» біліктілігіне сай деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ каф. қауымдастырылған
профессоры, PhD докторы

« 01 » 06 2023 ж.





**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Айжарық Батырхан Темірханұлы

Тақырыбы: Сенсорларды біріктіру әдістерінің көмегімен дрондарды анықтау және қадағалау

Жетекшісі: Улжалгас Сейдалиева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 4.2

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1

Дәйексөз (35): 1.5

Әріптерді ауыстыру: 7

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 1

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

2023-06-02

Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Айжарық Батырхан Темірханұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сенсорларды біріктіру әдістерінің көмегімен дрондарды анықтау және қадағалау

Научный руководитель: Улжалгас Сейдалиева

Коэффициент Подобия 1: 4.2

Коэффициент Подобия 2: 1

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2023-06-02

Дата

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Айжарық Батырхан Темірханұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Сенсорларды біріктіру әдістерінің көмегімен дрондарды анықтау және қадағалау

Научный руководитель: Улжалғас Сейдалиева

Коэффициент Подобия 1: 4.2

Коэффициент Подобия 2: 1

Микропробелы: 1

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

2023-06-02

Дата

Сүңғат Марксұлы


проверяющий эксперт

