

АНДАТПА

диссертациялық жұмыс тақырыбы:

«Акустикалық деректерді тануды қолдану арқылы ұшқышсыз әуе көліктерін тиімді анықтауды зерттеу»

бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне ұсынылды мамандығы «6D071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар»

УТЕБАЕВА ДАНА ЖОЛДЫБАЙҚЫЗЫ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Бұл диссертациялық жұмыс акустикалық деректерді тануға негізделген ұшқышсыз әуе көліктерін анықтау жүйесін өңдеуді зерттейді. Ұшқышсыз әуе көліктерінің акустикалық сигналдарын тануды Мелспектрограмма жиілік сипаттамаларын қолдану арқылы жүзеге асырылды және «Gated Recurrent Neural Network» негізіндегі нейрондық архитектураны қолдану арқылы зерттелді.

Жұмыстың өзектілігі. Соңғы жылдары ұшқышсыз әуе көліктері (ҰӘК) кең таралып, өте танымал бола бастады. Дрон деп те аталатын бұл шағын құрылғыларды әсіресе балалар ойыншықтары, ересектердің ойын-сауықтары, суретке түсіру, жету қиын жерлерде фото және бейнебақылау, агрономия, әскери барлау, жеткізу және тасымалдау сияқты мақсаттарда пайдалану күн санап артып келеді. Оның жақсартылған технологиялық мүмкіндіктері, соның ішінде ұзақ ұшу уақыттары, көптеген бұрыштардан икемді фото және бейне түсіру және әртүрлі аймақтарға кедергісіз кіру мүмкіндігі адамдардың оларды көбірек пайдалануына негізгі фактор болып табылады. Сондай-ақ соңғы онжылдықта қол жетімді бағамен ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) жаппай өндірісі бұл құрылғыларды әртүрлі күмәнді және рекреациялық мақсаттарда үнемі пайдалану мәселесіне әкелді. Бұл көліктерді абайсызда немесе деструктивті түрде пайдалану адамдарға, олардың өміріне, қорғалатын мекемелерге және халықаралық шекараларға қауіп төндіреді. Бұл негіздемелер ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) қауіптілігі артып бара жатқанын ескереді. Сондай-ақ елдегі стратегиялық нысандардың шекаралары мен аумақтарында ұшқышсыз ұшу аппараттарымен оқиғалар орын алған. Оның үстіне ойын-сауық мақсатында және балалар ойыншығы ретінде пайдаланылған дрондар бүкіл әлемде айтарлықтай зиян келтіріп жүр. Яғни, дұрыс пайдаланбау салдарынан зардап шеккен жағдайлар көп. Жалпы бұл көліктерді ұтымды пайдаланудың мүмкін еместігінің себептері көптеген ғылыми еңбектерде толығырақ қарастырылған. Осылайша, ұшқышсыз әуе көліктерінің рұқсат етілмеген ұшуларының жоғары жиілігі қорғалатын аумақтар үшін нақты уақыт режимінде оларды анықтаудың сенімді жүйелерін әзірлеуді талап етеді. Сондықтан ұшқышсыз әуе көліктерін рұқсатсыз пайдалануды анықтау

жүйесінің деректері *өзекті* бола түсуде. Атап айтқанда, балабақшалар, ауруханалар, жоғары оқу орындары, басқармалар, министрліктер, еліміздің шекаралас аймақтары сияқты мекемелердің ғимараттарында, әскери базалар орналасқан ерекше қорғалатын аумақтарда, ірі қалаларды қардың еруінен қорғайтын су қоймаларында, ауылшаруашылық жерлерінде. Шектеулі және қорғалған негізгі аймақтарда лицензиясыз ұшқышсыз ұшақтардың таралуын тоқтату үшін ұшқышсыз әуе көліктерін анықтау жүйелеріне негізделген қауіпсіздік шараларын зерттеуге сұраныс артып келеді. Жалпы, ұшқышсыз әуе көліктерінің ғылыми-зерттеу және дамыту (R&D) нарығында ұшқышсыз әуе көліктерін анықтау жүйесі келесі төрт негізгі әдіс негізінде зерттеледі: радиолокациялық барлау, камерамен тану, радиожиілік сигналымен зерттеу және акустикалық сенсормен тыңдау. Жоғарыда аталған ұшқышсыз әуе көліктерінің инциденттері тану жүйесін дайындауды талап етеді, оның ішінде қорғаныс аймақтарына сәйкес ұшу кезінде олардың позициясын, жүктеме күйін және үлгілерін тануды қамтиды. Сондықтан интеллектуалды акустикалық сенсордың әдісі осындай кеңейтілген объектілерді танудың техникалық мүмкіндіктеріне байланысты өзекті болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты. Бұл диссертациялық жұмыстың мақсаты ұшқышсыз әуе көліктерінің акустикалық деректерін танудың тиімді әдісін зерттеу болып табылады.

Зерттеу жұмысының тапсырмалары. Бұл диссертациялық жұмыста үш негізгі тапсырмалар қойылды:

1. Ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) акустикалық мәліметтерін және олардың әртүрлі күйлерін дайындау және бейімдеу.

2. Дыбыстық сигналды өңдеу қадамын терең оқыту архитектурасына біріктіретін тиімді нақты уақыт жүйесін өңдеу.

3. CNN, SimpleRNN, LSTM, BiLSTM және GRU сияқты терең оқыту желілерін пайдаланып ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) акустикалық деректерін тану мүмкіндігін зерттеу.

Бірінші тапсырмада Ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) дыбыстары «Жүктелмеген» және «Жүктелген» сияқты әртүрлі күйлерде тексерілді. Жүктелген ұшқышсыз әуе көліктерінің дыбысы салмақпен ұшу кезінде жазылған. Әртүрлі сценарийлердегі қоршаған орта дыбыстары және қозғалтқыш шуы жоғарылаған нысандар ұшуы «фондық шу» ретінде жазылды. Сондай-ақ, Ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) әртүрлі модельдеріне талдау жүргізілді.

Екінші тапсырмада Ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) акустикалық сигналдарын өңдеу терең оқыту желілерінің архитектурасына біріктірілді.

Үшінші тапсырмада терең оқыту алгоритмдері зерттелді. Атап айтқанда, SimpleRNN, LSTM, BiLSTM және GRU сияқты рекуррентті нейрондық

желілердің барлық түрлері. Бұл нейрондық желілер Ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) дыбысын анықтауға зерттелді және қолданылды. Сондай-ақ CNN және GRU желілерінің салыстырмалы талдауы жүргізілді, нәтижесінде Ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) акустикалық деректерін тану үшін GRU желісінің артықшылығы анықталды.

Зерттеу жұмысының әдістері. Бұл диссертацияның зерттеуі аналитикалық және эмпирикалық әдістерді біріктіру негізінде жүргізілді. Атап айтқанда, зерттеудің бірінші тапсырмасы үшін Ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) дыбыстарын жинау үшін эксперименталды тәсіл қолданылды. Сонымен қатар, жиналған дыбыстық сигналдарды талдау үшін жылдам Фурье талдауы, қысқа мерзімді Фурье түрлендіруі және Мел спектрограмма пайдаланылды. Сонымен қатар, соңғы тапсырмаға қол жеткізу үшін конволюционды нейрондық желілер (CNN) және рекуррентті нейрондық желілері (RNN) секілді терең оқыту әдістері кеңінен қолданылды.

Зерттеу жұмысының жаңашылдығы. Бұл зерттеудің жаңалығы Ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) акустикалық деректерін тану үшін терең оқыту желісінің архитектурасына біріктірілген модификацияланған Мелспектрограмманы әзірлеу болып табылады.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы. Бұл диссертациялық жұмыста Ұшқышсыз әуе көліктерінің (ҰӘК) акустикалық деректерін тану үшін қайталанатын нейрондық желілердің түрлері кеңінен зерттелді. Ұсынылып отырған жүйе ұлттық қауіпсіздік жүйелеріне, атап айтқанда адамдардың, халық тығыз орналасқан аймақтардың, әуежайлардың, мемлекеттік мекемелердің, балабақшалардың, мектептердің, жоғары оқу орындарының, мемлекеттік шекаралардың, кеден және стратегиялық орындардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін ұсынылады.

Ғылыми ережелердің, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі мен сенімділігі Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған ғылыми жарияланымдар тізіміне енгізілген журналдардағы жарияланымдармен және Science және Scopus деректерқорында орындалды; шетелдік халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияда апробацияланды.

Диссертациялық жұмысты апробациялау. Осы диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері «The Fourth IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC) 2020, (Taichung, 2020. - P. 453-458)» конференциясында баяндалып, талқыланды.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі. Бұл диссертациялық жұмыс 5 бөлімдерден тұрады: «Қазіргі заманғы: акустикалық деректерді пайдалану арқылы Ұшқышсыз әуе көліктерінің анықтау», «Ұшқышсыз әуе көліктерінің акустикалық деректерін дайындау», «Уақыт пен

жиілік аумақтарында сигналды алдын ала талдауға математикалық көзқарас», «Акустикалық деректерді тану үшін Терең оқыту әдістері" және "Нақты уақыттағы Ұшқышсыз әуе көліктерінің акустикалық деректерді тану және жіктеу жүйесі".