

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Наурызбай Әсел Сұлтанқызы

«Өрт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін модельдеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
Е. Гаштай
« 29 » 05 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Орт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін
модельдеу»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:

Ә.С. Наурызбай

Пікір беруші:
ҚазҰАЗУ, PhD докторы,
ЭҮЖА кафедрасының
меңгерушісі

ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ
ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
"ИНЖЕНЕРЛІК-ТЕХНИКАЛЫҚ"
ФАКУЛЬТЕТІ
Молдажанов А.К.
« 29 » 05 2024 ж.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ, PhD., Электроника,
телекоммуникация және ғарыштық
технологиялар кафедрасының
қауымдастырылған профессоры

Хабай А.
« 28 » 05 2024 ж.

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 Телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

Е. Таштай

« 31 » 10 2023 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Наурызбай Әсел Сұлтанқызы*

Тақырыбы *«Өрт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін модельдеу»*

Университет ректорының *«04» желтоқсан 2023 ж. №548-П бұйрығымен* бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«30» сәуір 2024 ж.*

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) *WebSockets* байланыс желілерінің тұжырымдамасы; 2) *Металл оксиді NTC термисторлы датчигін зерттеу*; 3) *20-дан 2500° C-қа дейінгі кең өлшеу диапазоны*; 4) *ESP 32 негізіндегі микроконтроллерге NTC датчигін қосуды MatLAB бағдарламасында модельдеу.*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) *Өрт дабыл жүйесіне қойылатын жалпы талаптарды жобаға енгізу*; б) *Температураның өзгеру жылдамдығына байланысты интегралды сенсорлар қолдану*; в) *Жұмыс температурасының диапазоны -45° - 55С° аралығындағы өрт дабыл датчигін пайдаланып, ақпаратпен бөлісуді модельдеу.*

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 1) *Korean National Fire Agency, National Fire Date System 2. Administrative Audit Data for Seoul Fire and Disaster Headquarters. 2019.* 3) *Sarvari, Alireza et al., A new tunnel fire detection and suppression system based on camera image processing and water mist jet fans, Heliyon. 4) Mashhadimoslem, Hossein et al., Analysis of deep learning neural network combined with experiments to develop predictive models for a propane vertical jet fire, Heliyon. 5) Yang Z., Shi W., Huang Z., Yin Z., Yang F., Wang M. IEEE 18th International Conference on Communication Technology (ICCT) 2018. Combining Gaussian*

mixture model and HSV model with deep convolution neural network for detecting smoke in videos.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫСТЫ (ЖОБАНЫ) ДАЙЫНДАУ
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2024 - 01.02.2024	Орындады
Теориялық ақпарат	01.02.2024 - 01.03.2024	Орындады
Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу	01.03.2024 - 30.05.2024	Орындады

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	Хабай А. ЭТЖҒТ каф. қауым. профессоры, PhD	1.03.2024	ХА
Теориялық ақпарат	Хабай А. ЭТЖҒТ каф. қауым. профессоры, PhD	30.04.2024	ХА
Норма бақылау	Досбаев Ж.М. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, PhD	27.05.2024	Prof

Ғылыми жетекшісі

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

ХА
Prof

Хабай А.

Наурызбай Ә.С.

Күні «01» желтоқсан 2023 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада кең ауқымды IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесінде тек сенімді сигналдарды өрт дабылдары ретінде тану әдісін қолданатын бірінші зерттеу болып табылады. Дегенмен, жалын датчиктеріне қатысты жердегі деректердің болмауына байланысты тек түтін мен температура сенсорлары қарастырылды, ал сервердің есептеу шығындарын азайту үшін анық емес логиканы қолдану болашақта қосымша зерттеулерді қажет етеді.

АННОТАЦИЯ

Это первое исследование в дипломном проекте, в котором используется метод распознавания только надежных сигналов как пожарных сигналов в крупномасштабной системе обнаружения пожаров на основе Интернета вещей. Однако из-за отсутствия данных о земле, связанных с датчиками пламени, рассматривались только датчики дыма и температуры, и использование нечеткой логики для снижения вычислительных затрат сервера потребует дальнейших исследований в будущем.

ANNOTATION

This is the first research in a graduate project that uses the method of recognizing only reliable signals as fire signals in a large-scale fire detection system based on the Internet of Things. However, due to the lack of ground data related to flame sensors, only smoke and temperature sensors were considered, and using fuzzy logic to reduce server computing costs will require further research in the future.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесі	8
1.1 Өртті анықтау датчиктеріндегі соңғы жетістіктер	8
1.2 Анық емес логиканы пайдаланып өртті анықтаудың теориялық тұжырымы	10
1.3 Жүйенің әдістемесі	11
1.4 IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесінің қағидалары	11
1.5 Өрт-сигнал сипаттамалары	13
1.6 Өрт дабылының қажетсіз сипаттамалары	16
1.7 Анық емес логиканы қолдану	20
2 Өртті анықтаудағы сенсорлар	26
2.1 Өрттің ішкі және сыртқы жүйерін анықтау	26
2.2 Қашықтағы жүйені қуаттандыру	29
2.3 Қолданыстағы желілер	30
2.4 Өртті анықтауға арналған сенсорлардағы соңғы жетістіктер	32
2.5 Өрттің кезеңдері және өрт қаупін азайтудың құрылымдық жобалары	33
2.6 Өрт сенсорлары	34
2.7 Жылу сенсорлары	35
2.8 Бөлінген оптикалық талшықты жылу детекторлары және әртүрлі жылу детекторлары	36
2.9 Жалын сенсорлары	43
2.10 Түтін сенсорлары	47
2.11 Көптүрлі сенсорлар	49
3 Arduino Nano көмегімен FireDetector ретінде сымсыз сенсорлық желіні енгізу	53
3.1 Өрт дабылы жүйелеріндегі IoT технологиясы	60
3.2 Arduino микроконтроллері	61
3.3 Жұмыс механизмі	62
3.4 Аппараттық құралдарға қойылатын талаптар	63
3.5 Микроконтроллерді салыстыру	65
3.6 Бағдарламалық қамтамасыз ету талаптары	66
3.7 Аппараттық құралдарды жинақтау	67
Қорытынды	71
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	72

КІРІСПЕ

Өрт адамзат тарихында құнды құрал болды, дегенмен ол мұқият бақыланбаса, апатқа әкелуі мүмкін. Электрондық құрылғылардың, сенсорлардың, ақпараттық коммуникациялардың және технологиялардың жетістіктерімен құрылыс индустриясы трансформацияны бастан кешіруде. Бұл көптеген технологиялық әзірлемелердің пайда болуына әкелді. Цифрлық революция өнімділікті жақсартумен қатар ағымдағы шығындарды қысқартуға айтарлықтай көмектесті. Сол сияқты, материалдар мен оқшаулау технологиялары жетілдіріліп, құрылыс құрылыстарында кеңінен қолданыла бастағанда, өрт салдарынан адамдардың өмірі мен қаржылық активтерінің жоғалу қаупі артады. Өрттің осалдығы күнделікті өмірде толассыз қауіп болып табылады. 1900 жылдардың соңынан бастап түтін детекторлары, спринклерлер және апаттық эвакуация жоспарлары сияқты өрттердің алдын алу немесе тоқтату үшін технологияларды қолданудың артуына байланысты өрттен қайтыс болғандар саны айтарлықтай төмендеді. Осы жетістіктердің барлығына қарамастан, өрт жыл сайын дүниежүзілік ЖІӨ-нің шамамен 1% шығынын тудыратын және мыңдаған адамдардың өмірін жоғалтуға әкеп соқтыратын маңызды мәселе болып қала береді. Жақында болған өрт трагедияларына 2020 жылы Ливандағы Бейруттағы жарылыс, 2019–2020 жылдардағы австралиялық орман өрттері, 2019 жылғы Нотр-Дам де Париж (готикалық собор) өрті, 2017 жылы Лондондағы Гренфел мұнарасындағы өрт және т.б. кіреді. 2013 жылдан 2017 жылға дейін халықаралық қауымдастық «Өрт сөндіру және авариялық-құтқару қызметтері» мәліметтері бойынша әлем бойынша өрт оқиғаларынан жылына орта есеппен 1097 адам қайтыс болған (~4 адам/күн) [1]. Бұл соңғы жылдары өртті анықтау мен алдын алудың бірнеше жаңа әдістерінің пайда болуына әкелді. Сондықтан дүние жүзінде ақылды ғимараттар мен құрылыстарды салуға көбірек көңіл бөлінуде [2].

Соңғы онжылдықта сенсорлардағы, IT және микроэлектроникадағы жетістіктермен, сондай-ақ өрт физикасын терең түсіну арқылы өртті анықтаудың бірнеше жаңа технологиялары жасалды. Қазіргі уақытта жану алдында немесе жану кезінде пайда болатын тұрақты газ тәрізді түрлердің барлығын іс жүзінде өлшеуге арналған әдістер қол жетімді. Туннельдер, жер асты теміржолдары және станциялар сияқты қиын климаттық жағдайлары бар қолданбаларда бөлінген оптикалық талшықты температура сенсорларын енгізу өрттің алдын алуды қамтамасыз ете алады [3]. Түтін, жылу және көміртегі тотығы сияқты әртүрлі өрт элементтері бірнеше сенсорлар арқылы анықталады және өрт пен қауіпті емес жағдайлар арасындағы айырмашылықты саналы түрде анықтау үшін күрделі алгоритм қолданылады. Бұдан басқа, жалған дабылдарды жою, ғимараттарды эвакуациялауды жеделдету және өртті сөндіруге көмектесу үшін өрт дабылы жүйелері басқа құрылыс нысандарымен біріктірілген [4].

1 IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесі

1.1 Өртті анықтау датчиктеріндегі соңғы жетістіктер

Қазіргі таңда қолданыстағы аналогтық өрт дабылы жүйелеріне IoT технологиясын қолданатын өртті анықтау жүйелерін қолдану байланыс технологияларының конвергенциясы, әлемдегі ең жақсы интернет желісі және заттар интернетінің (IoT) таралуына байланысты өсті. Болашақта оны пайдалану бүкіл әлемде артады деп күтуге болады. IoT негізіндегі өртті анықтау жүйелері қажетті сенімділікті көрсетуі үшін (жалған дабылдың төмен жылдамдығына негізделген) анықтау сигналдарын талдауға байланысты зерттеулер белсенді түрде алға жылжып, жүргізілуі керек. Алайда, зертханалық ортада жүргізілген зерттеулерден басқа, нақты операциялық деректерге негізделген ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілген жоқ. Бұл жағдайдың басты себебі бүкіл әлемде интернет заттарына негізделген өртті анықтау жүйелерін кең ауқымда орнату және пайдалану сирек кездесетіндігінде болды. Демек, IoT негізіндегі өртті анықтау жүйелерінің өрт сигнализациясының сипаттамаларына қатысты, осы зерттеудегі байланысты деректер 5 жыл ішінде орын алған өрт дабылы деректерін пайдалана отырып, өрт апаттарының нақты жағдайларын зерттеу арқылы алынды. Осы өріс деректерін пайдалана отырып, сигнал үлгісін талдау нәтижелері негізінде өрт сигналының үлгілерін тануға арналған анық емес логикалық жүйе әзірленді және тексерілді. Нәтижесінде, нақты зерттелген өрт апаттарында нақты өрт дабылынан 30 секунд бұрын бес өрт дабылы арасында өрттің жоғары ықтималдығына сәйкес келетін «дабыл» күйі анықталды. Сонымен қатар, зерттеліп жатқан 5 жыл ішінде институтында болған нақты өрт дабылдары кезінде өрт емес дабылдардың шамамен 80% - азайтуға болатыны анықталды. [1].

Өрт шыққан кезде жанғыш заттардың жануына байланысты түтін, жалын және температураның көтерілуі сөзсіз болады. Өрт дабылы жүйелері бұл құбылыстарды тиісті қызметкерлерге өрттің болғаны туралы жедел хабарлау арқылы анықтайды, бұл адамдарды эвакуациялауға және өртті тез сөндіруге мүмкіндік береді [2].

Жалған өрт дабылы салдарынан әкімшілік шығындар мен зақымданулардың алдын алу үшін өрт дабылы жүйелерінің сенімділігін арттыру бойынша көптеген зерттеулер жүргізілді. Сонымен қатар, қолданыстағы аналогтық өрт дабылы жүйелерінен айырмашылығы, өрт дабылы жүйелерінің жаңа түрлері бойынша зерттеулер жүргізілуде.

АТ саласындағы жетістіктер зерттеушілерге Интернет Заттарының Технологиясын қолданатын цифрлық өрт дабылы жүйелерін енгізуге мүмкіндік берді. Өрт кезінде аналогтық өрт дабылы жүйелерінің түтіні мен температурасын анықтау дәлдігі дәстүрлі түрде сенімділік шаралары болып табылады. Дегенмен, IoT технологиясын қолданатын цифрлық өрт дабылы жүйелерінде, яғни IoT негізіндегі өртті анықтау жүйелерінде-өрттер мен жалған дабылдарды жіктеу үшін детектордың шығыс сигналы қалай талданатыны енді сенімділік көрсеткіші

болуы мүмкін. Демек, детекторлардың талдау әдістері мен сигналдық сипаттамаларын зерттеу IoT негізіндегі өртті анықтау жүйелері үшін маңызды.

Алайда, өрт дабылы жүйелеріндегі өзгерістерге қарамастан, мұндай зерттеулер жүргізілген жоқ, өйткені бүкіл әлемде интернет заттарына негізделген ауқымды өртті анықтау жүйелерін орнату және пайдалану жағдайлары аз ғана болды.

Шынайы өрт және жалған өрт дабылы сигналдарын ажырату үшін бұл зерттеу детекторлардың шығыс сигналдарына анық емес логиканы қолдану арқылы өрттің шынымен болғанын қалай анықтауға болатынын зерттеді, осылайша сенімділікті арттырды.

Қолданыстағы аналогтық өрт дабылы жүйелерінің шектеулерін еңсеру үшін жалған дабыл деңгейін төмендете отырып, жылдамырақ, дәлірек және ыңғайлы өрт дабылы жүйелерінің жаңа түрлері бойынша зерттеулер жүргізілуде немесе әзірленуде. Бейнебақылау камераларына негізделген өртті анықтау жүйелері [3], [4], [5], [6] терең оқытуға негізделген конволюциялық нейрондық желі (CNN) үлгілерін қолдана отырып, кескінді алдын ала өңдеу әдістерін қолдану арқылы жалын мен түтінді анықтаңыз. Дегенмен, мұндай өрт дабылы жүйелері қоғамдық орындарда немесе қол жетімділігі қиын таулы аймақтарда орман өрттерінің алдын алу үшін пайдаланылуы мүмкін болса да, олар қалалық контексте, соның ішінде жеке аумақтарда шектеулі түрде пайдаланылуы мүмкін [7], [8], [9]. Интернет заттарының технологиясын қолданыстағы аналогтық өрт дабылы жүйелеріне қолданатын құрылғылар масштабталуы мен интеграциялануына байланысты бүкіл әлемде көбірек қолданылады деп күтуге болады, бұл оларды смартфондармен және бейнебақылау жүйелерімен байланыстыруға мүмкіндік береді. Интернет Заттарына негізделген өртті анықтау жүйелері жалған дабылдардың төмен жиілігіне негізделген қажетті сенімділікті көрсетуі үшін анықтау сигналдарын талдауға байланысты зерттеулер белсенді түрде жүргізілуі керек.

Рахман және басқалар [10] анық емес логикалық ережелерге негізделген сымсыз мультисенсорлық желіні (жалын сенсоры, түтін сенсоры және температура сенсорынан тұратын) қолдана отырып, өртті анықтау жүйесі туралы хабарлады. Тәжірибеде сегіз көп сенсорлы түйін және $60 \times 50 \times 50$ см прототип бөлмесі қолданылады.

Сова және басқа авторлар. [11,12] анық емес логикаға негізделген көп сенсорлы өртті анықтау жүйесі мен веб-негізделген хабарландыру жүйесінің дизайны мен дамуы туралы хабарлады. Эксперимент нәтижелері шам (жалын), қағазды жағу (түтін) және шаш кептіргішті (температура) қолдану арқылы алынды.

Деви және басқа авторлар. [13] температура мен газ датчиктерінен алынған мәліметтерге анық емес логиканы қолданды және веб-бақылау арқылы өртті анықтау үшін эксперимент жүргізді.

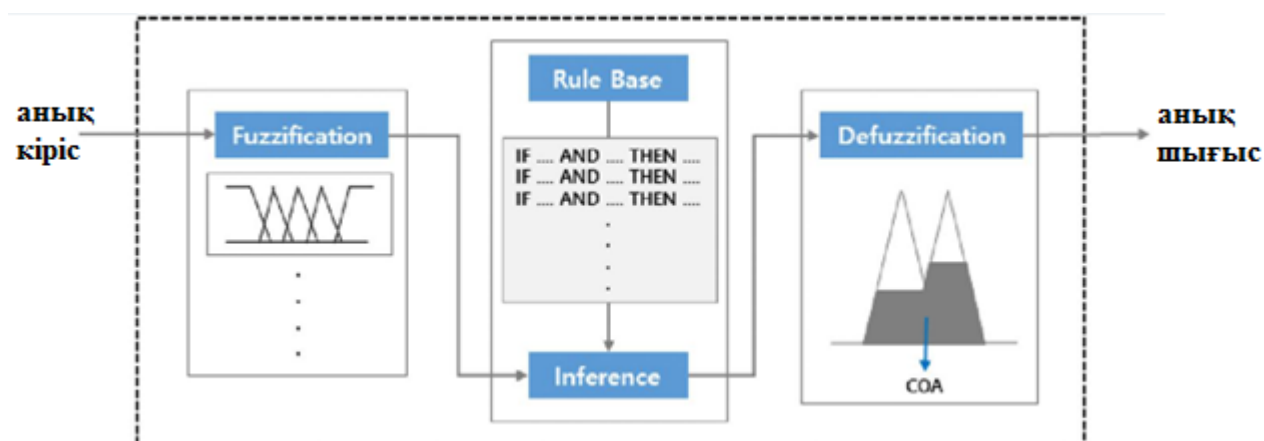
Зертханалық масштабтағы зерттеулер жүргізілгенімен, олардың эксперименттік нәтижелерінің шектеулері бар, өйткені олар нақты әлемдегі әртүрлі сайт айнаымалыларын қамтымайды.

Орнатылғаннан кейін өртті анықтау жүйесі 10 жылдан астам уақыт бойы қолданылып келеді және ғимараттың көлеміне байланысты ондаған-мыңдаған детекторлардан тұрады. Демек, әртүрлі күтпеген айнымалылар орын алып, жалған дабылдарды тудыруы мүмкін. Сондықтан эксперименттік жағдайларға емес, нақты операциялық жағдайларға негізделген зерттеулер қажет.

1.2 Анық емес логиканы пайдаланып өртті анықтаудың теориялық тұжырымы

Анық емес логика түсініксіз стандарттарды "үлкен" және "ыстық" сияқты түсініксіздіктермен білдіруге тырысады. "Қолданыстағы математикалық логикада, егер формуланың мәнін 0 немесе 1 түрінде көрсетуге болатын болса, бұлыңғыр логиканы "шын" немесе "жалған" екілік логикадан алшақтап, 0 мен 1 арасындағы мәндерді алу үшін екіұштылық үшін кеңейтуге болады."

1.1-суретте анық емес логикалық құрылымның схемасы көрсетілген, оның ішінде бұлыңғырлау, қорытынды жасау ережелері және дефuzziфикация.



1.1-сурет – Анық емес логикалық құрылым

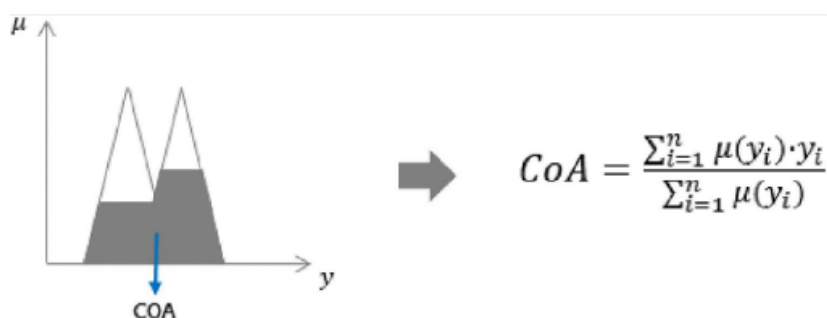
Анық еместік - бұл әрбір детектор сенсорынан өлшенген мәндер үшін анық емес есептеулерді жеңілдету үшін алдын ала анықталған кіріс мәндерінің анық емес айнымалыларын тұтас жиынға түрлендіруді қамтитын кіріс айнымалының анық мәндерін анық емес жиынға түрлендіру процесі. Анық емес мүшелік функциясы ауқым негізінде кездейсоқ бөлінген ішкі жиынға жатады. Әртүрлі пішіндер болуы мүмкін болса да, трапециялар мен үшбұрыштар ыңғайлы болу артықшылығына ие және осы зерттеуде қолданылды [14].

Қорытындылау ережелері – кіріс айнымалы мен шығыс айнымалы арасындағы қатынасты белгілейтін «нақты шарт орындалса, нақты нәтиже алынады» деген лингвистикалық ережелер. Әдетте, барлық ережелер бірнеше кіріс және шығыс анық емес шартты мәлімдемелерден тұрады [15]. Мысалы,

Егер температура төмен болса және ұзақтығы төмен болса, онда өрт шығу мүмкіндігі төмен.

Осылайша, пайымдау процесі n қорытынды ережелері мен анық емес кіріс айнымалылары арқылы жалғасады. Бұл зерттеуде әдетте қорытынды әдісі ретінде қолданылатын Мамаданидің \max – \min әдісі [16,17] пайдаланылды.

Анық емессіздік - тілдік шығыс айнымалысының мүшелік функциясын анықсыздандырылған басқарылатын айнымалыға, яғни анық мәнге түрлендіру процесі. Бұл зерттеуде әр түрлі дефузизация әдістерінің ішінде ең көп қолданылатын әдіс модификацияланған аймақ орталығы (CoA) әдісі қолданылды [18,19]. Центроидты анықтау әдісі екі жақты ауданның геометриялық орталығын табу үшін анық емес жиынның ауданының өлшемін есептейді (1.2-сурет). Бұл зерттеуде LABVIEW анық емес жүйені жобалау және есептеу үшін пайдаланылды.



1.2-сурет – Дефузификация процесі

1.3 Жүйенің әдістемесі

Әлемде қолданылатын IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесінің құрамы зерттелді. Сонымен қатар, IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесінде өрт сигналының үлгілерін тануға қатысты шынайы нәтижелерге қол жеткізу үшін дала деректері зертханалық жағдайларда жасалған эксперименттік деректерге қарағанда нақты операциялық жағдайлардан алынды және осы зерттеуде пайдаланылды.

IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесінің өрт-сигнал сипаттамаларына қатысты деректер өрт оқиғаларының нақты жағдайларын зерттеу арқылы алынды. Жалған дабыл сигналының сипаттамаларына қатысты Кореядағы ең ірі IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесін басқаратын К институты зерттелді. Бұл зерттеу жыл сайынғы өрт дабылы деректерін пайдалана отырып жүргізілді. Өріс деректерінің сигналдық үлгісін талдау негізінде анық емес мүшелік функциясы таңдалып, оның негізінде жетілдірілген жүйе құрастырылды.

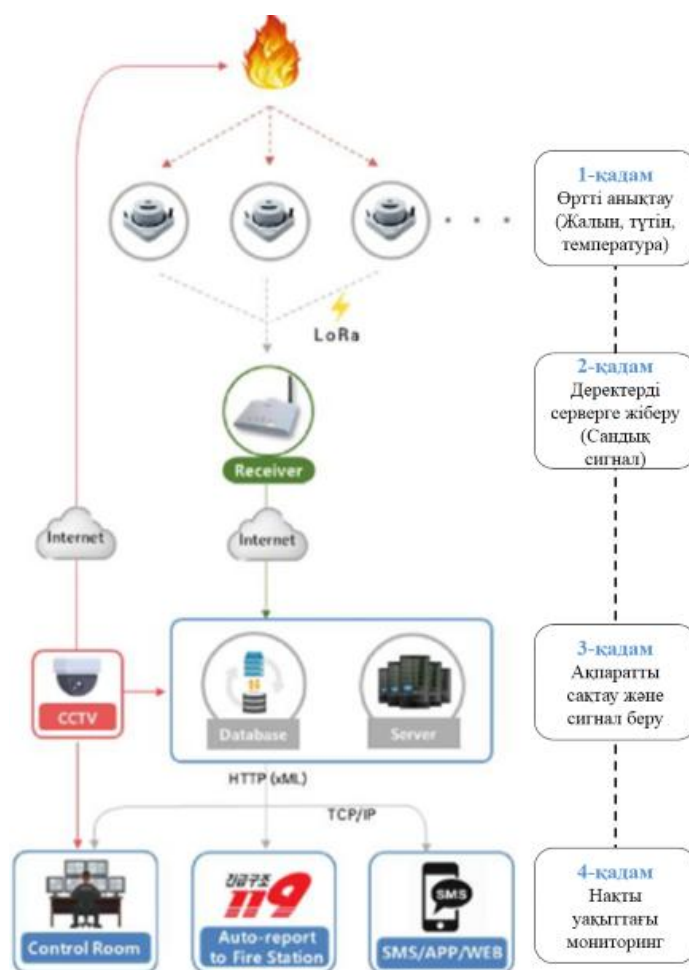
1.4 IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесінің қағидалары

IoT негізіндегі өрт детекторлары тіпті қарапайым үй шаруашылықтарында да интернетке оңай қосылуы мүмкін. Бұл ішінара елде әлемдегі ең жақсы

интернет желісі бар, бірақ сонымен қатар AI негізіндегі смарт динамиктер мен CCTV сияқты пайдаланушыға ыңғайлы өнімдердің танымалдылығына байланысты.

Дәстүрлі базарларда көптеген проблемалар бар, соның ішінде қартаю және лабиринт тәрізді аллеялардағы дүкендердің тығыз шоғырлануымен байланысты күрделі құрылымдық проблемалар. Демек, сымды аналогты өрт дабылы жүйелерін орнатуда көптеген шектеулер болуы мүмкін. Тиісінше, IoT негізіндегі сымсыз өртті анықтау жүйесін қабылдау арқылы бұл зерттеу осындай құрылымдық шектеулерді шешуге, өрт дабылы пайда болған кезде өрт сөндіру бөліміне автоматты түрде хабарлауға мүмкіндік беруге және қауіпсіздік CCTV интеграциясы арқылы өрт сөндірушілерді түсіну мәселесін шешуге тырысты.

1.3-сурет IoT негізіндегі типтік өртті анықтау жүйесінің конфигурациясын көрсетеді.



1.3-сурет – IoT негізіндегі типтік өртті анықтау жүйесінің конфигурациясы

Қабылдағыш пен детектор арасындағы байланыс салыстырмалы түрде ұзақ қашықтыққа (1–2 км) жіберуге қабілетті төмен қуатты ұзақ қашықтыққа (LoRa) сымсыз байланысты пайдаланады. Жүйе ресиверді серверге, басқару бөлмесіне және өрт сөндіру станциясына Интернетке негізделген байланыс

желісі арқылы қосады. Сонымен қатар, жүйеге бейнебақылау және динамиктер сияқты қосымша жабдықты қосуға болады.

IoT негізіндегі өртті анықтау жүйелерінде детектордың өлшеуі белгіленген шекті мәннен асқанда, нақты уақыттағы анықтау сигналы осы нүктеден бастап өлшеу шекті мәннен төмен түскенше серверде бірнеше секунд сайын сақталады. Детектор өлшенген аналогтық сигналды қабылдағышқа 8 разрядты цифрлық сигнал ретінде, яғни 0-ден 225-ке дейінгі сан ретінде деректер байланысы бірлігін береді. Бұл анықтау сигналы деректер байланысы бірліктерімен көрсетілуі мүмкін, сондықтан мәннің өзі жалын, түтін немесе температура бірліктерін пайдаланбаңыз, бірақ ол пайыздық қатынас немесе салыстырмалы сан болып табылады.

1.5 Өрт-сигнал сипаттамалары

Оңтүстік Кореяда IoT негізіндегі өртті анықтау жүйелері әртүрлі жерлерде, соның ішінде дәстүрлі базарларда, энергия сақтау жүйелері (ESS) және мәдени құндылықтарды сақтау орындарында орнатылған. Бұл зерттеу серверде сақталған деректер нақты өрттер орын алған жерлерді зерттеді. Нәтижелерге сүйенсек, 2020 және 2021 жылдар аралығында жеті өрт оқиғасы орын алған, олардың барлығы дәстүрлі базарларда болған. Өрт сигналының сипаттамалары апат болған жердің серверлік деректері арқылы талданды.

1.1-кестеде өрт сигналдарының жеті өрт оқиғасында кешенді детекторға орнатылған үш датчик арқылы анықталғаны көрсетілген. Көрсетілгендей, барлық үш сенсор, яғни жалын, түтін және температура төрт жағдайда қолданылған, ал қалған үш жағдайда тек екі сенсор, яғни түтін мен температура пайдаланылған. Демек, бір типті детекторды орнату кезінде орнату орнының шарттарын ескеру қажет екені анық.

Кесте 1.1 – IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесі орнатылған орындардағы өрт оқиғасы

	Жалын	Түтін	Температура
Өрт апаты 1	Анықтау	Анықтау	Анықтау
Өрт апаты 2	Анықтау	Анықтау	Анықтау
Өрт апаты 3	Анықтау	Анықтау	Анықтау
Өрт апаты 4	Анықтау	Анықтау	Анықтау
Өрт апаты 5	Жоқ	Анықтау	Анықтау
Өрт апаты 6	Жоқ	Анықтау	Анықтау
Өрт апаты 7	Жоқ	Анықтау	Анықтау

1.4-суретте теңіз өнімдері дүкенінде болған 1-өрт оқиғасы көрсетілген. Детектор (1.4 а-сурет) өрт басталғаннан кейін 1 мин 20 с (1.4 б-сурет) жойылды.

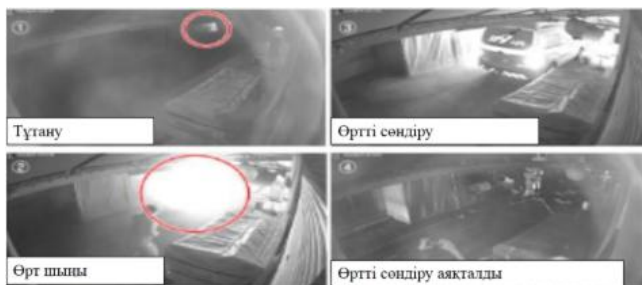
Бейнебақылау камерасының бейнежазбаларына (1.4 с-сурет) және өрт кезіндегі детектордың орналасқан жерлеріне сүйене отырып, детектор қираған болуы мүмкін, өйткені теңіз өнімдерін орау үшін қолданылатын көбік полистирол қораптары тез жанып кетті. Көрші гарнирдегі детектор да өрттен шыққан түтіннің үлкен көлемін өлшеген. Жалын мәндері түтін мен температура мәндерінен кейінірек анықталды, себебі сыртқы тарату тақтасынан шыққан өрт дүкен ішіне еніп, жайылды.



(a) детектордың орны және өрт нүктесі



(b) Жалын, түтін және температураны сезіну мәндері



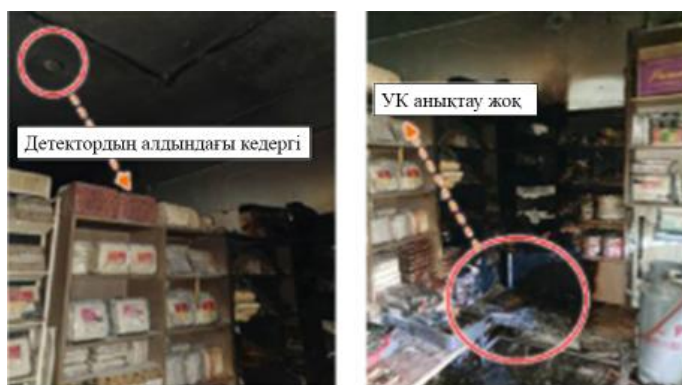
(c) CCTV экраны

1.4-сурет – Өрт оқиғасы 1, (a) Детектордың орны және өрт нүктесі. (b) Жалын, түтін және температураны сезіну мәндері. (c) CCTV экраны

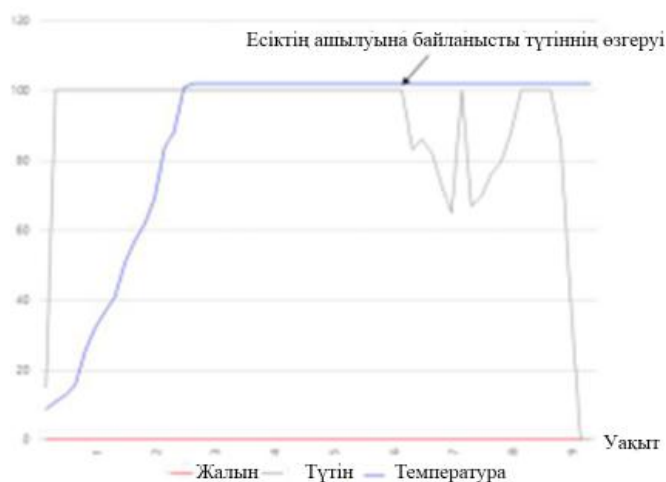
5-өрт апатында (1.6-сурет) түтін мәндерінің иілу нүктесі (1.6б-сурет) өртті сөндіру үшін цех есігі ашылған кезде пайда болады. Осындай өзгеріс төрт өрт оқиғасында, соның ішінде 2-ші өрт оқиғасында байқалды (1.5-сурет).



1.5-сурет – Өрт оқиғасы 2



(a) Детектордың орны және өрт нүктесі



(b) Жалын, түтін және температураны анықтау мәндері

1.6-сурет – Өрт апаты 5. (a) Детектордың орны және өрт нүктесі. (b) Жалын, түтін және температураны анықтау мәндері

5, 6 және 7 өрт оқиғаларында жалын сенсоры жұмыс істемеді. Жалын сенсоры жалыннан туындаған ультракүлгін сәулелерді анықтау арқылы жұмыс істейді. 1.6-суретте көрсетілгендей, ультракүлгін анықтау мүмкіндігі дүкен ішіндегі кедергілерге байланысты (1.6а-сурет) бұғатталды.

Түтін мен температура сенсорлары барлық өрт жағдайларында қалыпты жұмыс істеді. Температура мен түтін мәндерінің еңістерінің жылдам өзгеруі жеті өрт оқиғасының графигінде айқын көрінеді — құрамдас бөліктер арасындағы корреляцияны көрсететін анықталған мәндер мен уақыттардан тұратын графиктер. Жеті өрт оқиғасының графигінде өртті анықтау сигналы екі сипаттаманы көрсетеді. Біріншісі - өзгергіштік. Анықтау шегіне жеткенше мәндер уақыт өте күрт өзгереді. Екіншісі – сабақтастық. Уақыт өте келе анықтау функциясы жоғалғанша немесе өрт сөнгенше үздіксіз анықтау сигналы болады.

Жеті өрт оқиғасында өрт болған жердің орны, детектордың орны және өлшемдер сияқты деректер өрт кезіндегі жағдайды талдау және қорытындылау үшін біріктірілді. Демек, егер IoT негізіндегі өртті анықтау жүйелері болашақта әмбебап болса, олардың өрт оқиғаларын тергеу саласында жоғары пайдалылығы болады деп күтілуде.

1.6 Өрт дабылының қажетсіз сипаттамалары

Ең ірі IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесін басқаратын К институтында жалын, түтін және температура сенсорларынан тұратын 3648 күрделі детектор бар. Өрт сөндірушілер тәулігіне 24 сағат ауысыммен орналасады, учаскеде өрт дабылы пайда болған кезде дереу әрекет етеді. Деректердің сенімділігі және жалған дабылдардың тарихы жоғары. Тиісінше, бұл зерттеу 2016-2020 жылдар аралығындағы бес жыл ішінде К-ның өрт және жалған дабыл деректерін пайдаланды.

Белгіленген шекті мәннен жоғары түтін мен температура сенсорының өлшемдері бұрын талданған өрт оқиғасы жағдайларындағыдай серверде сақталады. Алайда жалын сенсорлары үшін шекті мәннен жоғары өлшемдер серверде емес, 0 және 1 ретінде сақталады. Бұл қарапайым пішім жалынның ультракүлгін сәулелерінің шекті мәннен асып кеткенін және анықталғанын немесе анықталмағанын көрсетеді. Сигнал сипаттамаларын талдау шектеулі болғандықтан, бұл зерттеу бес жыл ішінде К түтін және температура өрт дабылдарын талдады.

Зерттеу институтында бес жыл ішінде 233 түтін және температура өрт дабылы болды. 1.2-кестеде көрсетілгендей, дабылдар тәулік бойы жұмыс істейтін өртті басқару бөлмесінде өрт дабылы орын алған кезде учаскеге жөнелтілімдер нәтижелері бойынша «қажетсіз өрт дабылдары» және «қалыпты жұмыс» болып жіктелді. Детектор жұмысының себебі расталмаған дабылдар «қажетсіз өрт дабылдары» ретінде жіктеледі, соның ішінде детектор дұрыс

жұмыс істемеген немесе қалыпты жұмыс істеп тұрған, бірақ қызметкерлер учаскеге жіберілген кезде себебі расталмаған.

Кесте 1.2 – Зерттеу институтындағы IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесінің өрт дабылдары

	Дабылдар	Қажетсіз өрт дабылдары	Қалыпты жұмыс
Түтін	176	152	24
Температура	57	49	8
Барлығы	233	201	32

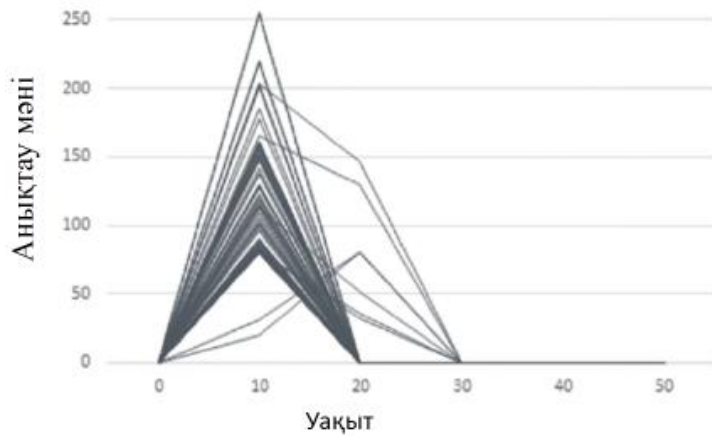
Детектор жұмысының себебі расталған дабылдар «қалыпты жұмыс» ретінде жіктелді. К институты 600-ге жуық зертхананы басқаратын ядролық зерттеу институты болып табылады. Демек, бұл дабыл детектор түтіннің немесе эксперименттердің немесе басқа әрекеттердің жоғары температурасының әсерінен жұмыс істеген жағдайлар болды. Сонымен қатар, бес жыл ішінде екі өрт оқиғасы орын алып, сәйкес өрт дабылдары «қалыпты жұмыс» ретінде жіктелді. 1.3-кестеде өрт оқиғасы графигінің сипаттамалары болып табылатын өзгергіштік пен үздіксіздікке негізделген жіктеу көрсетілген.

Кесте 1.3 – Өрт сигналдарының классификациясы

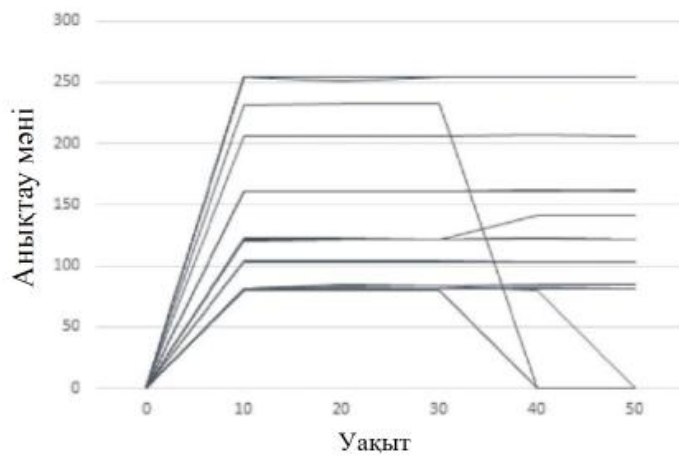
	V - сигналдары	C - сигналдары	VC - сигналдары
Түтін			
Қажетсіз өрт дабылдары	103	18	33
Қалыпты жұмыс	0	0	22
Температура			
Қажетсіз өрт дабылдары	9	23	17
Қалыпты жұмыс	0	8	0

Өзгергіштік V – сигналдарымен, ал үздіксіздік C – сигналдарымен көрсетіледі. Бір мезгілде өзгергіштік пен үздіксіздік жағдайлары VC – сигналдар ретінде белгіленеді.

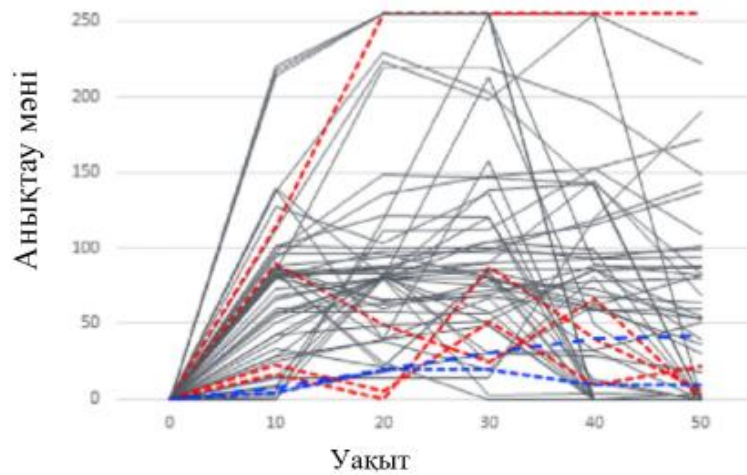
1.7–1.9-суреттер сәйкесінше түтін өрт дабылдарының V – сигналдарының, C – сигналдарының және VC – сигналдарының графиктерін көрсетеді.



1.7-сурет – V – түтіннің сигналдары



1.8-сурет – С – түтіннің сигналдары

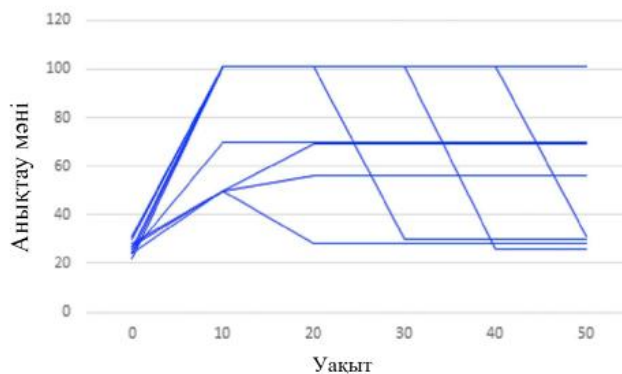


1.9-сурет – VC – түтіннің сигналдары

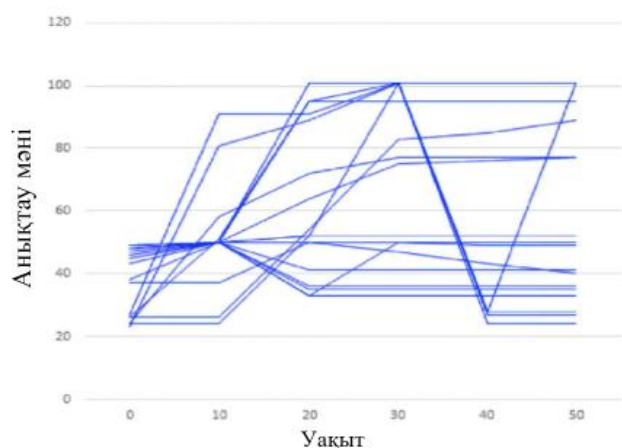
1.9-суретте К-де орын алған екі өрт оқиғасы үшін түтін дабылын анықтау мәндері көрсетілген; бірінші өрт оқиғасы көк нүктелі сызықтармен, ал екіншісі

қызыл нүктелі сызықтармен белгіленеді. Екі жағдайда да температура дабылы болмады, себебі өрттер үлкен өртке таралмай тұрып ерте сөндірілді.

1.10–1.12-суреттер сәйкесінше температуралық өрт дабылдарының V – сигналдарының, C-сигналдарының және VC - сигналдарының графиктерін көрсетеді.



1.10-сурет – V-температура сигналдары



1.11-сурет – VC – температура сигналдары

1.11-суретте көрсетілген C – сигналдары негізінен 50° шамасында шоғырланған. Тұрақты температура сенсорының табалдырығы 50°-қа орнатылғандықтан, бұл жазғы аптап ыстық толқыны салдарынан ғимарат ішіндегі температура шекті мәнге дейін көтерілген немесе әдетте эксперименттер немесе басқа әрекеттер салдарынан детекторлар жоғары температурадан іске қосылған жағдайлар.

Зерттеу институттарында орын алған өрт дабылдарының бесжылдық кезеңінде (233 жағдай) өрт сигналының сипаттамасы VC – сигнал түтін дабылында 31% (55 жағдай) және температура дабылында 30% (17 жағдай) орын алды. Жалын дабылының өлшемдері серверде сақталмағандықтан, сигнал сипаттамаларын ажырату мүмкін болмады. Дегенмен, дәстүрлі базарлардағы және зерттеу институтындағы жеті өрт апатынан алынған VC – сигналдарының

өрт сигналының сипаттамалары жалын, түтін және температура сенсорларынан тұратын бірдей күрделі детекторларды пайдаланатынын ескере отырып, сигнал үлгілерінің пішіндері ұқсас деп есептеледі. Дегенмен, нақты деректер талданбағандықтан, белгісіздік бар.

1.6 Анық емес логиканы қолдану

Сигнал сипаттамаларын талдау негізінде өрт сигналдары VC – сигналдар ретінде пайда болды. Кіріс және шығыс айнымалылар 233 түтін мен температура өрт дабылына және дәстүрлі базарлардағы жеті өрт апатына анық емес логиканы қолдану үшін құрастырылды.

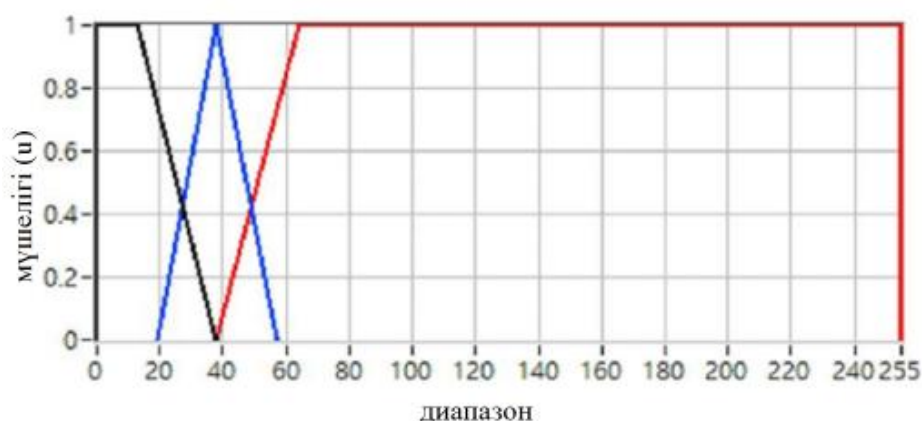
Түтіндік өрт дабылдарының кіріс айнымалылары ретінде түтін концентрациясын көрсететін ұзақтығы мен фотосезімталдық, ал температуралық өрт дабылдары үшін ұзақтығы мен анықталған температура пайдаланылды. Ұзақтық детектордың өлшенген мәнінің белгіленген шекті мәннен жоғары қалу уақытының ұзақтығын білдіреді. Шығу айнымалысы өрт шығу мүмкіндігі ретінде көрсетілді.

4.4.1. Кіріс айнымалылары

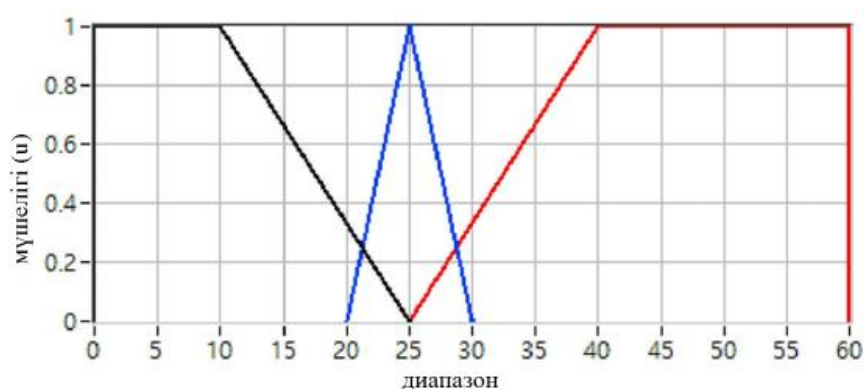
Кіріс сигналының тілдік айнымалылары Төмен, Орташа және Жоғары ретінде көрсетілді. Мүшелік функцияларының құрамы үшін Кореяның ұлттық өртке қарсы агенттігі белгілеген «Өрт сөндіргіш құралдардың түрін бекіту және өнімді тексерудің техникалық стандарттарына» сілтеме жасалды [22]. 1.4-кестеде түтіннің, температураның және ұзақтығының кіріс айнымалыларының мәндері көрсетілген және 1.13-1.14-суреттер сәйкес графиктерді көрсетеді.

Кесте 1.4 – Түтіннің, температураның және ұзақтығының лингвистикалық мәндері

	Төмен	Орта	Жоғары
Түтін (%)	5–15	7.5–22.5	15–25
Түрлендіру (8 бит)	13–38	19–57	38–64
Температура (°C)	55–70	60–80	70–90
Ұзақтығы (s)	10–25	20–30	25–40



1.12-сурет – Түтінге арналған айнымалы мүшелік функциясын енгізу



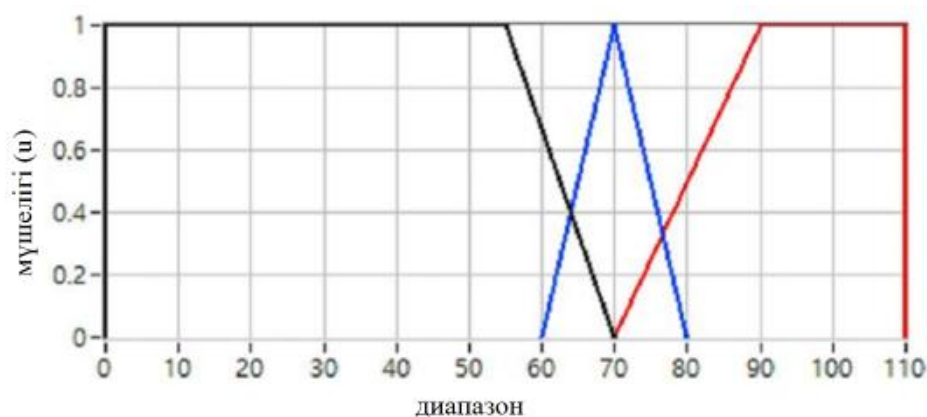
1.13-сурет – Ұзақтық үшін айнымалы мүшелік функциясын енгізу

Фотоэлектрлік түтін детекторлары арқылы анықталатын фотосезімталдық 7,5% (1-түр), 15% (2-түр) және 22,5% (3-түр). Сәйкесінше, Орташа 7,5–22,5%, Төмен – 5–15% және Жоғары – 15–25% деп белгіленді, себебі 2-түрдің ең жан-жақты болуы 15% анықталатын көрсеткіш. Өлшемдер зерттеу институтының серверінде 8-разрядты байланыс бірліктері ретінде сақталғандықтан, олар 1.4-кестеде және 1.12-суретте көрсетілгендей түрлендірілді және көрсетілді.

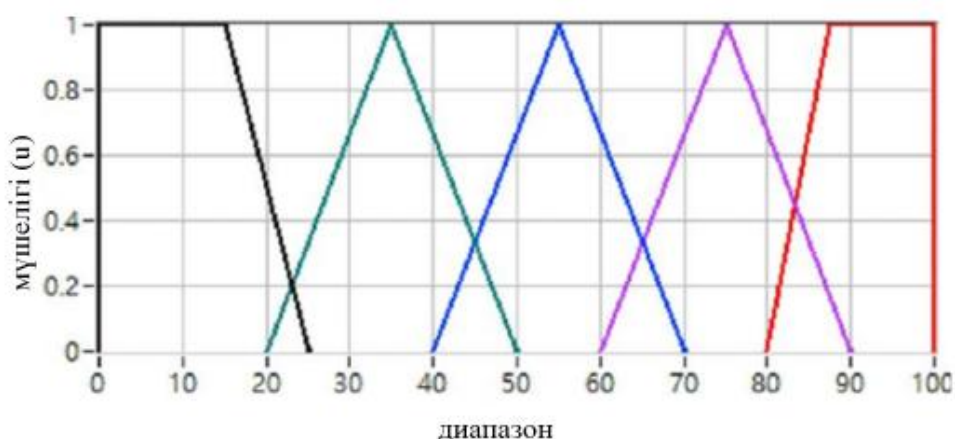
Тұрақты температура сенсорының номиналды жұмыс температурасы 60–150°C. Дегенмен, К-ның IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесінде көрсетуге болатын максималды мән 101°C болғандықтан, High синглтоны 90°C-қа орнатылды және 1.10-суреттегі С-сигналдарының көпшілігі шоғырланғанын ескерсек, шамамен 50°C, Low синглтоны 55°C-қа орнатылды. Орташа ең жиі қолданылатын 70°C тұрақты температура сенсоры негізінде 60–80°C орнатылды.

Ең сезімтал фотоэлектрлік детектордың (1 типті) жұмыс уақыты 30 с. Сондай-ақ, ең сезімтал тұрақты температура сенсорының (60°C) жұмыс уақыты 30 с. Сондықтан, ұзақ уақыт бойы High синглтоны 30 секундқа және байланыс трафигінен қате диапазонына және К-ның IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесі 10 секундтық бірліктерде байланысатын фактісін ескере отырып, 40 секундқа орнатылды. Төмен 10 секундқа орнатылды. Анықтау мәнін 2-3 рет алу үшін орта 20-30 секундқа орнатылды.

Шығарылатын айнымалы мәндер Өрт шығу мүмкіндігінің тілдік айнымалысы бес деңгейге бөлінген және 0-ден 100-ге дейінгі сан ретінде көрсетілген. 1-деңгей (Елемеу) өрт шығу мүмкіндігінің төмен екенін көрсетеді, ол үшін синглтон 15-ке және максималды мәнге орнатылды. 2-деңгей (Мазасыздық) өрт ықтималдығының төмен екенін және 20–50-ге орнатылғанын көрсетеді. 3-деңгей (Абайлаңыз) өрт шығу мүмкіндігі бар екенін көрсетеді және 40–70 деңгейіне қойылды. 4-деңгей (Қауіпті) өрт ықтималдығы жоғары екенін және 60–90 деңгейіне орнатылғанын көрсетеді. 5-деңгей (Дабыл) өрттің шығу мүмкіндігінің жоғары екенін көрсетеді, ол үшін ең төменгі мән кем дегенде 80 және синглтон 85-ке орнатылды. 1.15-суретте жоғарыдағы конфигурациялар көрсетілген.



1.14-сурет – Температура (°C) үшін айнымалы мүшелік функциясын енгізу



1.15-сурет – Айнымалы мүшелік функцияларын шығару

Қорытынды жасау ережелері нарықта ең көп қолданылатын бір типті детекторға негізделген. Қорытынды ережелері бірінші жағдайда түтін мен ұзақтық, ал екінші жағдайда температура мен ұзақтық арасындағы байланыс үшін белгіленді.

1.16-суретте түтін детекторының қорытынды ережелері көрсетілген. 1.17 температура детекторының қорытынды ережелерін көрсетеді. Егер ұзақтығы аз болса, «Елемеу» күйіне орнатылды.

Ұзақтығы (сек.)	Жоғары	Абайлаңыз	Дабыл	Дабыл
	Орта	Мазасыздық	Қауіп	Қауіп
	Төмен	Елемеу	Елемеу	Елемеу
		Төмен	Орта	Жоғары
		Түтін %		

1.16-сурет – Түтін мен ұзақтығы үшін анық емес қорытынды ережелері

Ұзақтығы (сек.)	Жоғары	Абайлаңыз	Қауіп	Дабыл
	Орта	Мазасыздық	Қауіп	Дабыл
	Төмен	Елемеу	Мазасыздық	Абайлаңыз
		Төмен	Орта	Жоғары
		Түтін %		

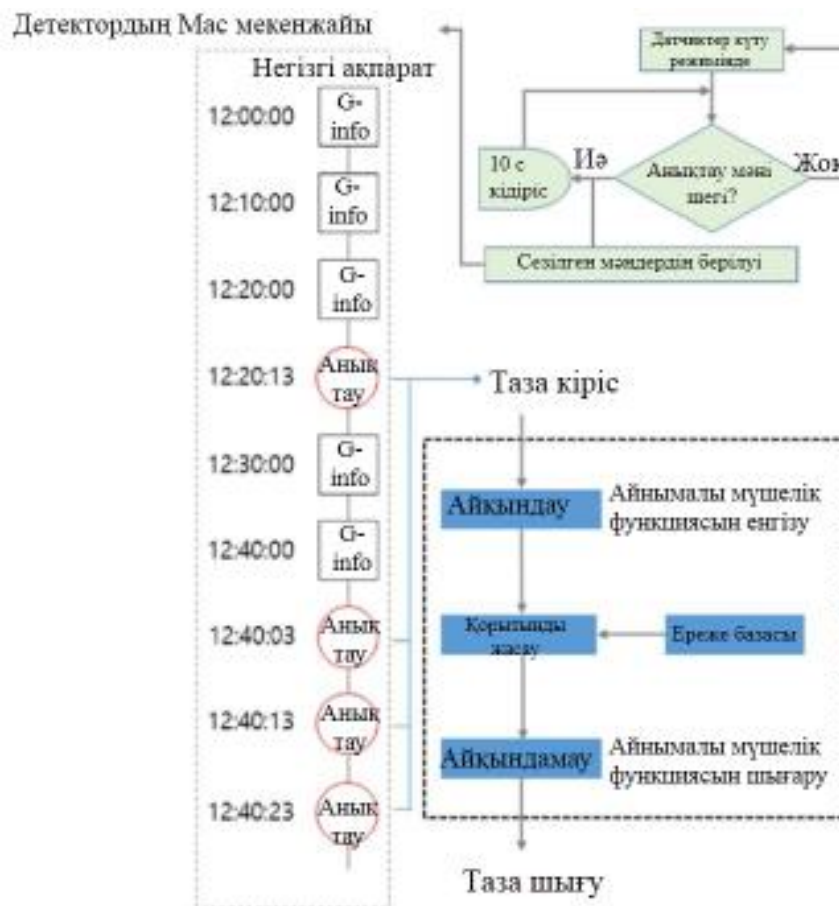
1.17-сурет – Температура мен ұзақтық үшін анық емес қорытынды ережелері

Сервер арқылы өрт сигналының үлгісін танудың әртүрлі жолдары болуы мүмкін. Дегенмен, бұрын қолданылған өрт сөндіру жабдықтарының сипаттамаларын ескере отырып, қосымша есептеу ресурстарын қажет ететін күрделі есептеулер арқылы серверге жүктемені қолдану орынсыз деп санауға болады.

1.5-кестеде Кореяның өртке қарсы өнеркәсіптік кооперативі және Кореяның өрт және өрт қоғамы белгілеген аналогты типті өрт дабылы жүйесінің құрамдастарының ұсынылатын қызмет ету мерзімі көрсетілген [23].

Кесте 1.5 – Автоматты өртті анықтау құралдарының құрамдас бөліктерінің ұсынылатын қызмет ету мерзімі

Детектор	Қолмен өрт дабылы қорабы	Дабыл қоңырауы	Таратқыш	Қабылдаушы
10–15 жыл	20 жыл	20 жыл	15 жыл	15–20 жыл



1.18-сурет – Өрт сигналының үлгілерін тануға арналған жүйенің дизайны

IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесінде операцияларды және ақпаратты сақтауды басқаратын сервердің қызмет ету мерзімі ұсынылғанмен салыстырғанда сервердің негізгі құрамдас бөліктері болып табылатын оның орталық процессоры және жедел жады сияқты жартылай өткізгіш құрылғылардың жылу генерациясының жоғарылауымен әсер етуі мүмкін. аналогтық өрт сигнализациясының қызмет ету мерзімі. Өмір сүру ұзақтығының қысқаруы және сенімділіктің төмендеуі сияқты мәселелер контекстінде болса да, кем дегенде 10 жыл төзімділік қажет деп санауға болады [24], [25], [26].

Жүйе 1.18-суретте көрсетілгендей, сервердің қызмет ету мерзімін ескере отырып, өрт сигналының үлгісін ең аз деп тануға арналған.

IoT негізіндегі өртті анықтау жүйесі желілік құрылымды қамтиды. К институтында бірегей МАС мекенжайлары 3648 детекторға тағайындалды, 97 қабылдағыш сымсыз байланыс желісі арқылы қосылды және өртті анықтау сигналының деректері серверде сақталды.

1.18-суретте детектордың МАС мекенжайының бірліктерімен жіберілетін деректердің сақтау форматы көрсетілген. Қалыпты күйде детектор детектордың күйін көрсететін жалпы ақпаратты (G-Info) беру үшін әрбір 10 минут сайын қабылдағышпен байланысады. Егер өрт белгілері болса, анықтау мәні белгілі бір шекті мәннен асқанда анықтау сигналы беріледі. Ақпарат анықтау мәні шекті мәннен төмен болғанша әрбір 10 секунд сайын беріледі.

1.18-суретте көрсетілген жүйе дизайны жеті нақты өрт оқиғасына қолданылды. Нәтижелерге сүйенсек, барлығы 30 секундқа дейін 5-деңгейге (дабыл) жетті, бұл өрттің жоғары болуы мүмкін екенін көрсетеді. Бұл Кореяның ұлттық өртке қарсы агенттігі белгілеген «Өрт сөндіргіштердің түрін бекіту және өнімді тексерудің техникалық стандарттарындағы» ең сезімтал детекторға арналған стандартты қанағаттандырады.

Кесте 1.6 – Зерттеу институтында анық емес қорытынды ережелерін қолдану нәтижелері

	Түгін	Температура
V-Сигнал	103	9
Елемеу	103	1
Алаңдаушылық	–	–
Абайлаңыз	–	4
Қауіп	–	1
Дабыл	–	3
C-Сигнал	18	31
Елемеу	3	10
Алаңдаушылық	–	–
Абайлаңыз	–	16
Қауіп	–	1
Дабыл	15	4
VC-Сигнал	55	17
Елемеу	14	6
Алаңдаушылық	–	–
Абайлаңыз	9	6
Қауіп	–	2
Дабыл	32	3

Түгін дабылдары бойынша 176 жағдайдың ішінде 0 Қауіпті жағдайды және 32 Дабыл жағдайын (18,2%) шығарды, бұл нақты өрттер деп санауға болады.

Температура дабылдары үшін 57 жағдайдың ішінде 4 қауіпті жағдайды (7%) және 10 Дабыл жағдайын (17,5%) шығарды, бұл нақты өрттер деп санауға болады.

1.18-суретте көрсетілген қорытынды ережелері К. институтында орын алған екі өрт оқиғасына да қолданылды, нәтижелер бойынша екеуі де 30 секундқа дейін 5-деңгейге (Дабыл) жетті, бұл өрттің жоғары болу мүмкіндігін көрсетеді.

2 Өртті анықтаудағы сенсорлар

Соңғы 10 жыл ішінде бүкіл қалаларды қиратып, рекордтық көлемдегі егістік алқаптарды өртеп жіберген және апталар бойы аспанды ластаған үлкен және өлімге әкелетін өрт оқиғалары болды. Дала өрттері тек Батыс Америка Құрама Штаттарында ғана емес, Еуропада, Амазонка мен Австралияда бақылаудан шығып кетті.

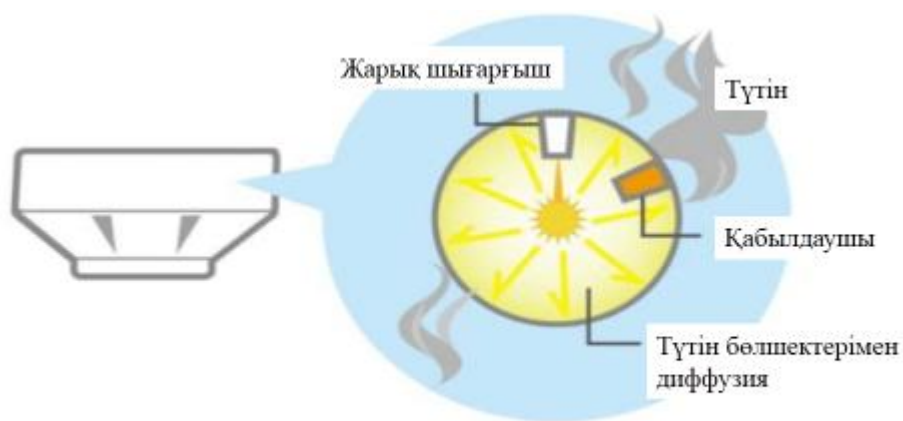
Өртті ерте анықтау және бақыланатын өрттер арқылы орманды басқару орман өрттерінің бақылаудан шығуын болдырмаудың екі жолы болып табылады. Сенсорлық жүйелер, желілер, жасанды интеллект, модельдеу және модельдеу барлығының рөлі бар. Үкіметтер мен мемлекеттік мекемелер модельдерді, сенсорларды және желілерді дамытуға ынталандыру үшін катализатор ретінде әрекет етті. Коммерциялық ұсыныстар қашықтағы қамту аймақтары үшін қуат, шығындар, автоматтандыру және желіге қолжетімділік мәселелерін шешуді жалғастыруда.

2.1 Өрттің ішкі және сыртқы жүйерін анықтау

Газ және бөлшектердің сенсорлары, камералар, лидар және микрофондар өртті анықтауда маңызды рөл атқарады. Ішкі өртті анықтау жүйесінде түтінді іздейтін оптикалық сенсорлар, температураның көтерілуін анықтайтын термиялық сенсорлар және СО және СО₂ газы үшін сенсорлар болуы мүмкін. Фотоэлектрлік түтін детекторлары жанып тұрған өрттен шыққан түтінді анықтау үшін жарық сәулесін пайдаланады, ал иондаушы түтін детекторлары жалындаған өрттердің түтінін табу үшін электрлік зарядталған бөлшектерді немесе иондарды пайдаланады. Қос сенсорлы түтін детекторларында фотоэлектрлік және ионизациялық детекторлар бар.

Қозғалыс детекторлары және әйнектің сынуын анықтайтын аудио жүйелер сияқты ішкі өртті анықтау жүйелеріне сенсорлардың көбірек түрлері қосылды. Жабық автоматты өрт дабылы жүйесінің негіздеріне қабылдағыш, автоматты датчиктер, қол таратқыштар, дыбыс құрылғылары, өртке қарсы есіктер, өртке қарсы жапқыштар, түтін жапқыштар және олар қосылған желілік құрылғылар жатады.

«Біздің тұтынушылар қосымша құндылық қосу үшін IAQ (үй ішінде ауа сапасы) сенсорларын өрт және көміртегі тотығы детекторларына біріктіреді», - деді Дэйв Симпсон, Renesas Electronics компаниясының өнеркәсіптік зондтау маркетингінің директоры. «Біз IAQ және ылғалдылық/температура сенсорлары үшін металл оксидін көріп отырмыз» және жүйелерде дамып келеді.



Фотоэлектрлік нүктелік сенсор

2.1-сурет – Үй ішіндегі түтін детекторы түтін бөлшектерін анықтау үшін жарықты пайдаланады. Дереккөз: Ренезас

Өртті анықтау жүйесінде сенсорлардың бірдей түрлері болуы мүмкін, бірақ ол ауа райына төзімді, қуаты төмен және ол әдетте үлкен аумаққа таралатын көптеген құрылғылар желісінің бөлігі болып табылады. Сенсорлық жүйелер техникалық қызмет көрсетусіз 10-20 жыл жұмыс істеп тұру үшін жеткілікті қымбат емес және тәуелсіз болуы керек.

Көрінетін деректер мен ұзақ толқынды инфрақызыл (LWIR) анықтайтын камералар, көбінесе болашаққа бағытталған инфрақызыл (FLIR) деп аталады, орман өртін анықтауда үлкен рөл атқарады, екі нәрсені — түтін мен жылуды іздейді.

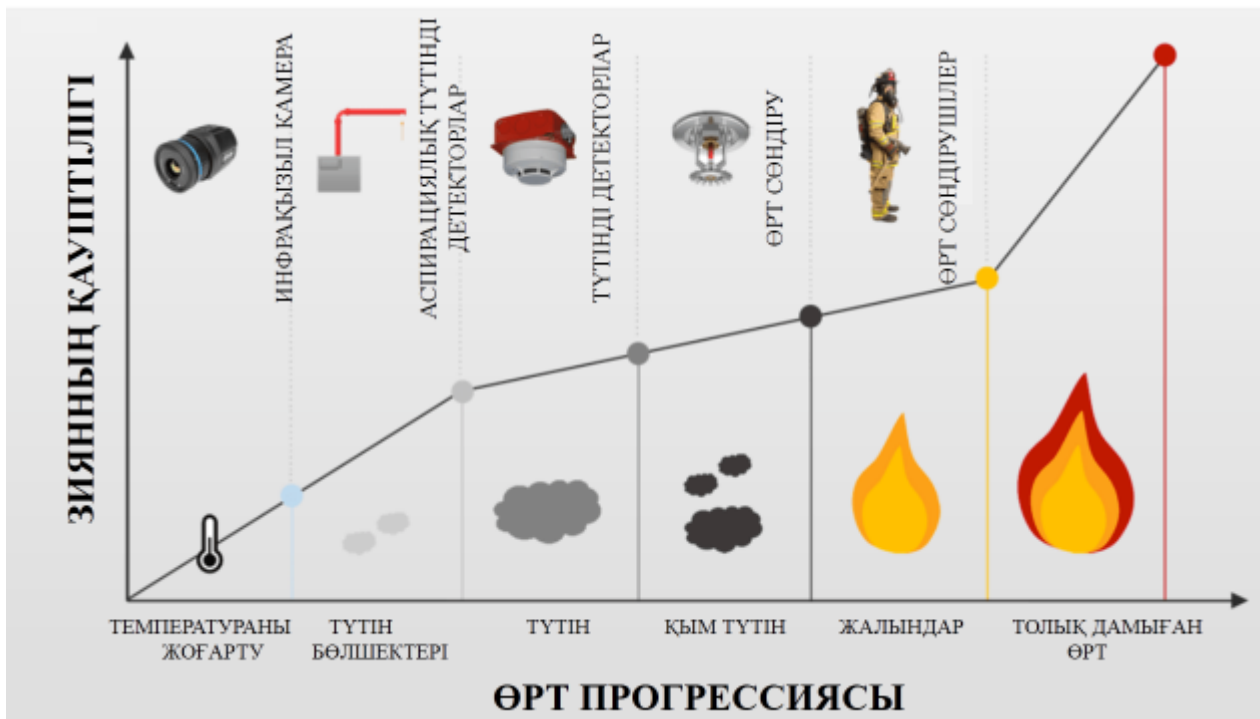
Бұған қоса, жылуды сезетін камералар өртті ерте анықтау (EFD) жүйелерінде, негізінен өндірістік жағдайларда, бірақ үлкен қамту аймағына ие.

Мысалы, MovіTHERM түтін мен жалын пайда болғанға дейін жылуды анықтайтын FLIR камераларын пайдаланатын EFD жүйесін әзірледі. Шлюз камераларды басқа сенсорларға қосады және бұл шлюз түтін мен өрт шыққанға дейін жылуды тануға үйретілген бұлттық бағдарламалық құралға қосылады. Өздігінен жануға бейім көмір немесе биоматериал қадаларын бақылау үшін ішкі өндірістік жағдайларда немесе сыртқы аумақтарда пайдаланылады, бұл FLIR камера жүйелері жылуды ерте анықтап, кейде температураны өлшей алады.

«MovіTHERM бекітілген термиялық бейнелеу немесе инфрақызыл камера жүйелерін біріктіреді. Ол сондай-ақ өрт детекторы немесе тіпті спринклер типті жүйе сияқты өртті анықтауға арналған басқа детектор мен сезгіш құрылғыларға қосыла алады», - деді Дэвид Берселл, компанияның бизнесті дамыту жөніндегі вице-президенті. «Біз назар аударатын негізгі қолданбалар өрттің алдын алуға немесе өртті ертерек анықтауға арналған».

AI жүйені көліктен шығатын газ сияқты кейбір жылу белгілерін елемеуге үйрету үшін қолданылады. «Біз термобейнелеуді қолданатын кез келген уақытта және кез келген жабдық оқиға орнына келген кезде ол ыстық нүктені көрсетеді, сондықтан біз көлікті тану үшін жасанды интеллектті қолданамыз және оны сол

уақытта нақты камерадағы дабылдан алып тастаймыз. », - деді Берселл. Компания немесе оның клиенттері оқыту дерекқорын құру үшін ішкі әзірленген бағдарламалық жасақтаманы және FLIR камерасын пайдаланып, AI үлгілерін үйрете алады. Жағдай туралы хабардар болу үшін бірнеше сенсор деректері біріктірілген.



2.2-сурет – Өнеркәсіптік өрттің ыстық нүктеден жалынға өтуін анықтау үшін қолданылатын жабдық

Сонымен қатар, AmpliCam камералардағы бейне мазмұнды талдау арқылы түтінді анықтау үшін мұнараларға орнатылған оңай қол жетімді бақылау камераларын пайдаланады. Жүйеде өрт орнын дәл анықтайтын өрт орнын анықтау алгоритмдері бар. Деректер шетте (бейнекамераларда) талданады және өрт сөндірушілер үшін карталар мен маршруттарды жасау үшін бұлттық бағдарламалық құралға жіберілді. Vigilys компаниясының (бұрынғы атауы Ambient Control Systems) арнайы құрастырылған жүйесінде жылумен буланған отынмен жасалған ерекше қолтаңбаны іздейтін 360° бақылайтын IR камерасы бар. Камера қолтаңбаны анықтау үшін тар диапазондық спектрлік сүзгіні пайдаланады, камера бортындағы деректерді қысады. Алгоритмдер жалған дабылдарды азайту үшін анықтауды нақтылай алады. Өрт басталған кезде дабыл беру үшін жүйе әрбір шаршы мильге камера орнатуды талап етеді.

Өртті пайдалану жағдайлары үшін газ және түтін детекторлары коммерциялық түрде қол жетімді. Бұл жүйелердің кейбіреулері АҚШ-тың Қоршаған ортаны қорғау агенттігінің (EPA) «Жабайы өртке қарсы сенсорлар шақыруынан» шабыттанды, ол төмен баға, төмен қуат, портативті, қолдануға оңай сенсорлық дизайнды ынталандырады. Thingy AQ 2021 жылғы сынақта дала

өртінің түтінін нақты уақытта анықтайтын және ауа сапасын бақылайтын сенсор жүйесімен, сымсыз жіберуге болатын телеметрияны жинап, жеңіске жетті. Бортта ұсақ бөлшектерді PM 1.0/2.5/4.0/10 және көміртегі тотығы, көмірқышқыл газы, озон, NO₂, NO_x, SO₂, H₂S және TVOC сияқты газдарды анықтайтын сенсорлар бар. Ол салыстырмалы ылғалдылық пен ауа температурасын өлшейді. Жүйе деректерді microSD картасында сақтайды, сонымен қатар деректерді дерлік нақты уақытта жібереді.

2.2 Қашықтағы жүйені қуаттандыру

Ешкім қашықтағы 100 000 сенсордағы батареяларды ауыстырғысы келмейді. Төмен қуатты пайдалану және бос қуат көздері дизайнның негізгі параметрлері болып табылады.

Күн - қашықтағы жүйелер үшін жақсы нұсқа. «Бізде бір қондырғы болды, онда күн батареясын жүргіздік. Біз алысқа баруымыз керек еді. Жергілікті жерде камераларды, модемдерді немесе шлюзді қуаттандырудың ешқандай жолы болмады, сондықтан біз заттарды іске қосу үшін күн батареясына негізделген жүйені қолдандық. Бұл өте қашықтағы орнату болды», - деді MoviTHERM's Bursell. «Бұл құрылғылардағы қуат аз.» MoviTHERM камераларының көпшілігі Ethernet арқылы қуат (PoE) пайдаланады, мұнда қуат камераға бір Ethernet кабелі арқылы жеткізіледі, дейді Берсел.

Басқа камера жүйелері де күн энергиясын пайдаланады. Vigilyс камераларында кіріктірілген күн панелі бар, бірақ батареясы жоқ. Компанияның өнім бетіне сәйкес энергия «батареяға негізделмеген супер конденсаторларда 20 жыл қызмет ету мерзімінде» сақталады және камера тәулік бойы өзінің денсаулығы туралы есеп береді. Тағы да, Rainforest Connection жүйесі күн панелінің массивінен және ұялы желіден қуат алатын аудио деректерді түсірді - бұл күшті қамтуға ие және сол тропикалық орманда аудио деректерді жіберудің жалғыз мүмкіндігі болды. Thingy AQ сенсорлық қорабы 1 ватттан аз қуат алу үшін күн немесе батарея конфигурацияларын ғана пайдаланады.

Тіпті энергия жинау да қолданылуда. Мичиган штатының университетінің температура мен көміртегі тотығы сенсорлары бар прототип детекторы ағаш бұтақтарында ілулі тұрған желден энергия жинау үшін трибоэлектрлік генераторды пайдаланады. Бірі мыс, екіншісі тефлонмен қапталған екі түрлі өлшемді және салмақты цилиндрлер бір-бірімен жабылады, бірі екіншісінің үстінде және резеңке таспамен біріктірілген. Екі цилиндр бір-біріне үйкелу кезінде энергия жасайды, бұл трибоэлектрлік генератор.

Жүйенің ұзақ қызмет ету мерзімі және қуат тұтынуы батарея қуатын жейтін деректердің жіберілуіне байланысты. Көбірек деректерді жіберетін бейне немесе аудио жүйемен салыстырғанда күніне бірнеше бит деректер жіберетін жүйе басқа желі түрін пайдалану керек дегенді білдіреді. Немесе желілерді біріктіру керек.

Төмен қуатты, ұзақ ауқымды (LoRA) желіні пайдалану қуат тұтынуды төмендетеді. «Dryad біздің Silvanet жүйесінде LoRaWAN-ды кеңінен пайдаланады, ол дала өрттерін өте ерте анықтау үшін стандарттарға негізделген түпкілікті шешімді ұсынады», - деді Карстен Бринкшulte, Dryad негізін қалаушы және бас директоры. «Silvanet күн энергиясымен жұмыс істейтін газ датчиктерін пайдаланады, ол борттық AI көмегімен дала өрттерін анықтайды, тіпті жану кезеңінде де өртті анықтайды және өрт сөндірушілерге маңызды уақытты қамтамасыз етеді. Біздің мақсатты ортамыз орман болғандықтан, IoT байланысының дәстүрлі шешімдері (атап айтқанда NB-IOT) өміршең нұсқа емес еді, өйткені орманның тереңдігінде мобильді желіні қамту іс жүзінде жоқ, өйткені суға толы ағаштар мен өсімдіктер радио толқындарын блоктайды. таралу. Біз LoRaWAN енгізу арқылы бұл қиындықты жеңіп шықтық, желіні орманның тереңдігіне дейін кеңейттік.

2.3 Қолданыстағы желілер

Өртті анықтау жүйелері үшін пайдаланылатын желілер шағын, сирек пайдалы жүктемелер үшін қолайлы ұзақ ауқымды, төмен қуатты енгізулерден бастап бейне және аудио тікелей ағындарын жіберетін жоғары өткізу қабілеттілігі бар сымсыз магистральдарға дейін барлығын қамтиды. Бір желі барлық пайдалану жағдайларына сәйкес келмейді, бірақ желілерді пайдалану жағдайында біріктіруге болады.

LoRa Alliance, мысалы, LoRaWAN басқа желі түрлерімен жақсы ойнайтынын айтады. Өртті анықтау жүйесінде желінің екі түрі болуы мүмкін, біреуі бейнеге, екіншісі күніне бір бит жіберетін өте сенсорларға арналған. «Кейде пайдалану жағдайына бейнелер қажет, кейде төмен қуат қажет. Бұл нарық қажеттілігі туралы және ешбір технология олардың бәріне әсер ете алмайды », - деді Донна Мур, LoRa Alliance бас директоры және төрайымы. «Біз тірекіміз. Wi-Fi бар, ұялы байланыс бар және LoRaWAN бар».

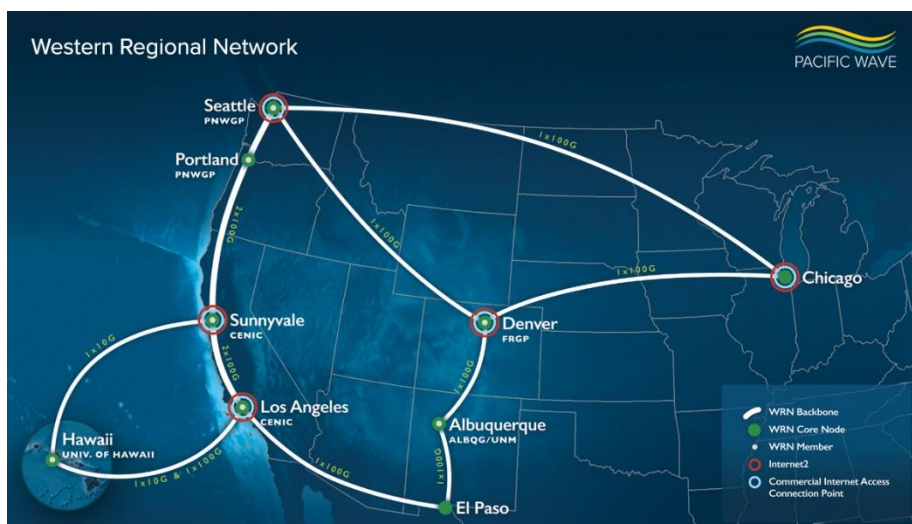
Thingy AQ сонымен қатар деректер қысылғаннан кейін жіберу үшін LoRa пайдаланады, бірақ ол енді LTE және спутник арқылы кез келген бұлттық қолданбаға жібере алады.

Анықтау жүйелерін жасайтын компаниялар да икемді. Көбісі өз жүйелері үшін LoRA, Wi-Fi және ұялы байланыс мүмкіндігін ұсынады. Бұл орналасу үшін қандай жүйе жақсы жұмыс істейтініне байланысты. Ішкі жүйелер «Біз Bluetooth-ды көреміз», - деді Ренезас Симпсон.

2000 жылы NSF қаржыландыруымен басталған UCSD-тің жоғары өнімді сымсыз зерттеу және білім беру желісі (HPWREN) дала өрттерін анықтау үшін пайдаланылатын жүздеген бейне камераларды және Интернетте нақты уақыт режимінде таратылатын басқа сенсорларды біріктіреді. Бұл жоғары өткізу қабілеттілігі бар сымсыз магистраль және қол жеткізу деректер желісі Оңтүстік Калифорния округтерін байланыстырады. UCSD, Сан-Диего суперкомпьютер орталығы және Скриппс мұхиттану институтының геофизика және планеталық

физика институты командасы зерттеуде Интернет-деректер қолданбаларында пайдаланылатын нақты уақыттағы бейне сияқты деректерге ауыр қосымшаларды қолдайтын HPWREN-те ынтымақтасады. білім беру және қоғамдық қауіпсіздік салаларында.

Барған сайын жоғары өткізу қабілеттілігі бар зерттеу желілері бір-бірімен қосылуда. АҚШ-та бұған Калифорниядағы CENIC сияқты дүние жүзіндегі басқа зерттеу желілеріне қосылатын зерттеу желілері кіреді. Бұл жоғары өткізу қабілеті бар желілерді бейне сияқты өткізу қабілеттілігі жоғары сұраныстары бар деректерді қажет ететін жүйелер үшін пайдалануға болады.



2.3-сурет – Зерттеу желілерін байланыстыратын Батыс аймақтық желі



2.4-сурет – Дүние жүзіндегі зерттеу желілерін байланыстыратын Атлантикалық Тынық мұхиты зерттеу және білім алмасу (AP-REX)

Үлкен аумақтарды спутниктермен де бақылауға болады, бірақ төмен қуат әлі де жақсы. «Ашық жағдайларда, орман өрттері және басқа да кең аумақтағы қолданбалар сияқты, біздің ұзақ ауқымымыз бұрын мүмкін болмаған жағдайларды пайдалануға мүмкіндік береді. Орманда өрт датчиктері болуы үшін сізге ең нашар жағдайлардың көпшілігі үшін GSM желісі қажет болады және сіз спутниктік желіге жабысып қаласыз. LoRaWAN ұзақ диапазонында біз LoRa шлюздерін 20 немесе 30 миль диапазонындағы мұнараның шыңына орната аламыз. Сіз орманның өте үлкен аумағына жете аласыз. Сосын биік нүктелердегі шлюздерге тап бола алмайтын шынымен де шалғай аудандар үшін бізде 500-ден 600 шақырымға дейін жер үстіндегі төмен орбиталық спутниктерді пайдалану мүмкіндігі бар», - деді Алпер Йегин, Жетілдірілген технологияларды дамыту вице-президенті. LoRa Alliance-те басқарма төрағасының орынбасары және техникалық комитет төрағасы. «Олар LoRaWAN базасына жердегідей қызмет етеді. Сенсорлар, басқа спутниктік технологиялардан айырмашылығы, әлі де өте төмен тарату қуатына ие болады - 25 милливаттқа дейін.

2.4 Өртті анықтауға арналған сенсорлардағы соңғы жетістіктер

Өрт шынымен де адам өліміне, мүліктің бұзылуына және экономиканың бұзылуына әкелетін негізгі факторлардың бірі болып табылады. Дүние жүзінде өрт оқиғаларының көп саны жыл сайын өлшеусіз және сипаттаудан тыс қирауға әкеледі. Олардың әсерін барынша азайту үшін өртті ерте хабарлаудың инновациялық және тиімді технологияларын енгізу маңызды. Өртті анықтау технологиясы бойынша ғылыми жарияланымдар мәселені белгілі бір дәрежеде шешкеніне қарамастан, өртті анықтау технологиясы жалған дабылдарды азайту, сезімталдық пен динамикалық жауапкершілікті жақсарту және қымбат және күрделі қондырғыларды қорғауды қамтамасыз етуде әлі де кедергілерге қарсы тұрады. Бұл шолуда біз температура, жалын, газ құрамы сияқты айнымалыларды үздіксіз бақылау арқылы өртті анықтау әдістеріне баса назар аудара отырып, өртті анықтау және бақылау стратегиялары контекстіндегі қазіргі футуристік тәжірибелерге жан-жақты талдау жасауды мақсат етеміз. , және түтін, олардың сәйкес артықшылықтары мен кемшіліктері, өлшеу стандарттары және параметрді өлшеу аралығы. Сондай-ақ өртті анықтау технологиясына қатысты қазіргі зерттеу бағыттары мен қиындықтары және жетілдірілген өрт датчиктерін жасаудың болашақ перспективалары берілген. Мұндай шолу өртті анықтаудың озық әдістерін дамытуға арналған өрт сенсорын зерттеуге шабыт береді деп үміттенеміз.

Соңғы жылдары өрт датчиктерінің дамуы бірнеше аспектілерден қаралды және қорытындыланды: өртті анықтаумен байланысты химиялық сенсорлар [7], өртті анықтау алгоритмдері [8], өртті бейне анықтау [9], бейне түтін анықтау [10], сенсорлар модульдер [11], өрт бақылау жүйелері [12], орман өртін анықтау [13], бөлінген жылу датчиктері [14] және белгілі бір орынға [15] және төтенше жағдайларға [16] өрт датчиктері. Дегенмен, олардың ешқайсысы бүгінгі күнге

дейін ерекшеленген және жаңадан пайда болған өртті анықтау технологияларының барлығын қамтитын жан-жақты талдауды қамтамасыз етпейді, сондай-ақ одан әрі қандай жақсартулар жасауға болатынын талқылайды. Бұл мақаланың мақсаты өртті анықтау технологиясының соңғы зерттеулері мен әзірлемелерін, соның ішінде жаңадан пайда болған сенсорлық технологияны, өрт сигналын өңдеу және бақылау технологиясын және құрылыс өрттері үшін өртті ерте анықтаудың біріктірілген жүйесін қарастыру. Өртті анықтау технологиясына қатысты кейбір алаңдаушылықтар мен ықтимал операциялар талқыланады және салыстырылады, сонымен қатар жетілдірілген өрт датчиктерін жасаудың болашақ бағыттары мен перспективалары беріледі.

2.5 Өрттің кезеңдері және өрт қаупін азайтудың құрылымдық жобалары

Тұтану, өрттің өсуі және ақырында жарқырау, содан кейін салқындату фазасы қоршаулардағы өрттің даму кезеңдері болып табылады. Тұтану және өсу кезеңдеріндегі басты мәселе - бұл құтқару, бұл жерде өрт сенсорлары ескерту және дабыл беру арқылы үлкен рөл атқарады. Тұрғындар қауіпсіздік үшін кетуге болатын ғимарат өртінің алғашқы 10-15 минуты өмір қауіпсіздігі тұрғысынан ең маңызды болып табылады. Өрт тұтану алдындағы өрт ретінде сипатталады, себебі ол қол жетімді пиролизденген газ тәрізді отын мөлшерімен шектеледі. Жарқырау орын алған кезде өрт толығымен дамиды. Жарқыраудан кейінгі өрт қол жетімді ауамен максималды мүмкіндігінде жанған өрт ретінде сипатталады [17].

Flashover - өрт сөндірушілер үшін өте қауіпті және өмірге қауіп төндіретін жағдай. Бөлменің осы деңгейге жетуіне кететін уақыт бөлменің өлшемі мен геометриясына, жанғыш мазмұнына, ауамен қамтамасыз етілуіне, бөлменің оқшаулануына және ыстық үстіңгі қабаттың химиясына байланысты өзгереді [18]. Температураны есептеу [19], оның пайда болуын болжау [20,21], оның әсерін барынша азайту [22] және жарқылдан кейінгі температураға төтеп бере алатын конструкцияны құру үшін зерттеулер жүргізілді [23]. Жалын құлдырау сатысына жеткенде ыдырау фазасына енеді. Толық өскен жалын отын немесе оттегі таусылғаннан кейін бұл кезең орын алады. Өрт сөндіру құралдарын пайдаланып оттегінің берілуін шектеу арқылы өрттерді ыдырау сатысына шығаруға болады.

Жер сілкінісінен кейінгі өрттер (ЖҚК) – үлкен қаржылық және адам шығынына әкелетін үлкен жер сілкіністері тудыратын зиянды қауіп [24]. Ірі жер сілкіністері құрылымдық және құрылымдық емес құрамдастарды, соның ішінде өрт сөндіру жүйелерін, құлаған төбелерді және қалқаларды бұзуы мүмкін, мұның бәрі ПЭФ түзілуін күшейтуі мүмкін [25]. Өрт сөндіру жүйелері зақымдалған кезде олардың өртті сөндіру қабілеті күрт төмендейді, бұл түтін мен өрттің бүкіл ғимаратқа таралуын тудырады және қауіпсіз эвакуациялау процесіне қауіп төндіреді. Құтқару процедурасын модельдеу және жоспарлаудың бір бөлігі

ретінде ғимараттың ақпараттық моделін (BIM) пайдалану өте маңызды [16]. Лу және т.б. [17] көлемді көрсету мен бөлшектер жүйесін біріктіретін түтін визуализациясы әдісін қамтитын жер сілкінісінен кейінгі үй-жайдағы өртті құтқару сценарийі үшін BIM және виртуалды шындыққа (VR) негізделген модельдеу құрылымын ұсынды. Нәтижелер әзірленген VR сценарийі жоғары реализм мен мінсіз интерактивтілікке ие екенін және түтіннің құлаған қоқыстарға қарағанда өртті құтқаруға көбірек әсер ететінін көрсетеді. Lofti және т.б.

[18] BIM және PyroSim көмегімен PEF кезінде эвакуацияны бағалаудың мүмкін және практикалық үлгісін ұсынды, ол әртүрлі қабаттардағы түтін мен өрттің имитациялық дамуын қамтыды, бұл әртүрлі қабаттарда түтін перделері мен құтқару құбыры сияқты қосымша жабдықты қамтамасыз ету керектігін білдіреді.

2.6 Өрт сенсорлары

Өртті анықтау технологиясы өрттің орны мен сипатына байланысты. Бұл шолуда дабыл жүйелерін қолдану және енгізу жағдайы, соңғы технологиялардың артықшылықтары, сондай-ақ олардың шектеулері мен кемшіліктері түсіндіріледі. Уақыт өте келе өртті анықтаудың көптеген технологиялары дамыды. Бұл әдістердің кейбірі бүгінде қолданыста болса, басқалары ескіріп барады. Жылу, газ, жалын, түтін және графен оксиді (GO) негізіндегі зондтауды, сондай-ақ басқа өртті сезу технологиялары мен ағымдағы зерттеулерді қамтитын негізгі бес анықтау әдісі, терең түсіндіріледі. Жылулықты анықтауға негізделген өртті анықтауда қазіргі өртті анықтау жүйелерінің көпшілігі термисторларға негізделген электрондық және таратылған оптикалық жылу детекторларын пайдаланады. Инфрақызыл негізіндегі термиялық зондтау - бұл мақсатты орынды термиялық анықтау үшін әсіресе қолайлы әдіс. Көрнекі емес әдістермен салыстырғанда, түтін мен жалынды анықтауға арналған визуалды тәсілдер олардың жылдам жауап беру уақыты мен дәлсіздіктің төмен жылдамдығына байланысты зерттеудің назарын аударады. Қолданыстағы цифрлық жүйелердің үлкен алгоритмдік мүмкіндіктері күрделі нейрондық желілерге негізделген технологияларды терең меңгеру үшін жаңа зерттеу перспективаларын ашты. Әртүрлі газ зондтау технологияларының ішінде жартылай өткізгіш металл оксидтеріне негізделген газ датчиктері үлкен сезімталдығымен, шағын өлшемдерімен және арзан құнымен тәжірибеде пайдалы болды. Дегенмен, оларда тұрақтылық мәселелері бар, оларды шешу үшін көбірек зерттеу қажет. Қазіргі уақытта өртті анықтау үшін көміртекті нанотүтік негізінде газды зондтау саласында да зерттеулер жүргізілуде. Микротолқынды радиометрге негізделген өртті анықтау - қабырғалар сияқты кедергілер арқылы өртті анықтаудың негізгі артықшылығына байланысты қазіргі заманғы маңызды әдістердің бірі. Өртті анықтау үшін сымсыз сенсорлық желілер (WSN) және заттар интернеті (IoT) негізіндегі көп сенсорлы синтез әдісі

қолайлы. Графен оксиді (GO) негізіндегі жаңа дамып келе жатқан зондтау әдісі өте қысқа жауап беру уақытын көрсетті. Жанғыш материалдарды ескере отырып, отқа төзімді және өртті сезу қасиеті өрт оқиғаларын азайтуы мүмкін, бірақ оны іс жүзінде іске асыру үшін әлі де жұмыс істеу керек. Бұл ағымдағы өртті анықтау әдістері 2-суретте көрсетілген.

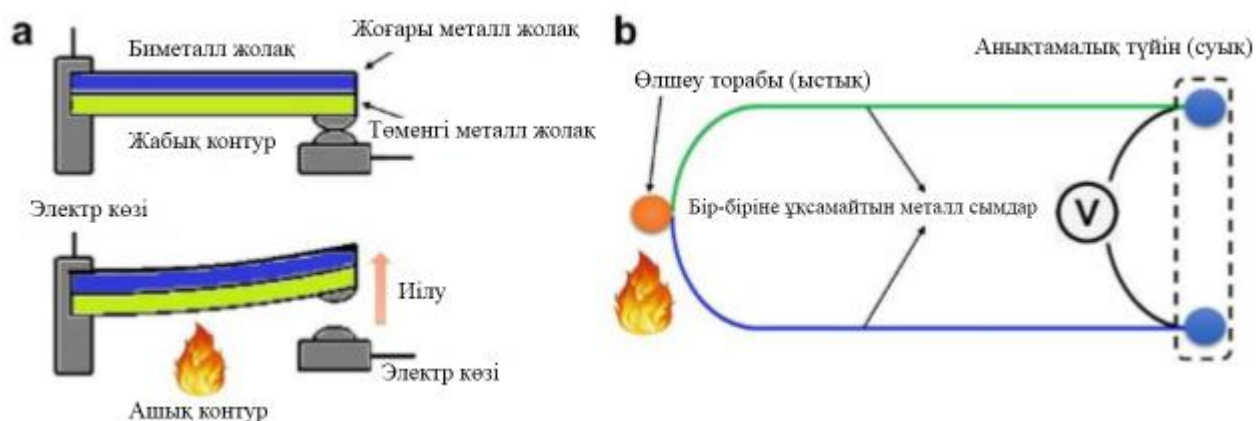


2.5-сурет – Қазіргі өртті сезіну технологияларының қысқаша мазмұны

2.7 Жылу сенсорлары

Жылу датчиктері өрттің пайда болуына байланысты тұрғын үйдегі қоршаған ортаның жылуын өлшеу үшін қолданылады. Датчиктер кедергінің өзгеруіне, орын ауыстыруына және сыну көрсеткішіне және т.б. байланысты температураға сезімтал. [21]. Жалпы алғанда, жылу сенсорларының үш түрі бар: бекітілген температура, өсу жылдамдығы және өтемақы жылдамдығы. Бекітілген температуралық жылу сенсоры температура 60°C немесе одан жоғары шекті мәннен жоғары көтерілгенде іске қосылады. Сақтандырғыш элементі, биметалдар және бөлінген талшықты оптика сияқты бекітілген температура сенсорларының көптеген санаттары бар. Сақтандырғыш элемент түріндегі жылу сенсоры қыздыру элементінің балқуына негізделген белгіленген температура деңгейінде жұмыс істейді және негізінен өртке қарсы спринклер жүйесінде қолданылады. Биметалды жылу сенсоры металдардың термиялық кеңею механизміне сәйкес жұмыс істейді (2.6а-сурет). Температура жоғарылағанда, биметалл жолақ термиялық кеңею коэффициенті төмен металға иілуде. Бөлінген жылу датчиктері одан әрі үш топқа бөлінеді: электрлік, қабықшалы терможұптар

және оптикалық. Электрлік және қабықшалы терморезистивті жылу датчиктері сым кедергісі мен бет температурасының өзгеру принципі бойынша жұмыс істейді (2.6б-сурет) [20]. Электрондық типті жылу детекторлары термоэлектрлік әсермен жұмыс істейді, ол температураны анықтау үшін бір немесе екі термисторды пайдаланады [21]. Шахталарда, туннельдерде және жерасты құбырларында қолданылуын табатын оптикалық бөлінген жылу сенсорының түрі кері шашыраңқы жарық үлгісі принципімен жұмыс істейді [22]. Жылу сенсоры ең төменгі жұмыс температурасымен немесе шекті температуралық ортамен құрастырылған. Өтемдік жылу сенсорының жылдамдығы ауа температурасы белгіленген температурадан жоғары болған кезде қосылады. Жылу сенсорының әрбір түрі бойынша әрі қарай талқылау келесідей берілген.



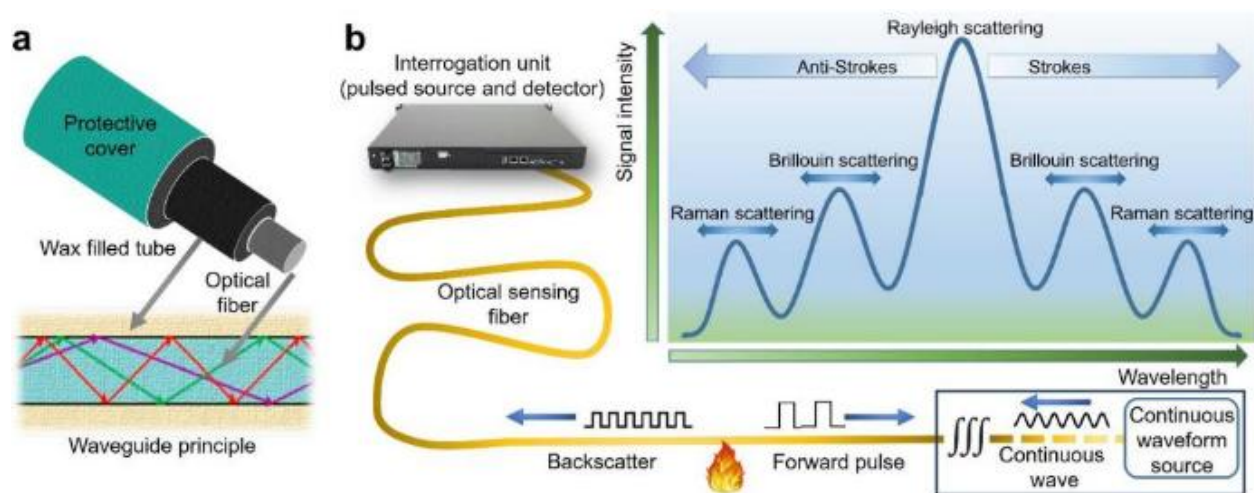
2.6-сурет – Жылу датчиктері: (а) екі металды жолақ сенсорының жұмыс принципі; (б) терможұптың жұмыс принципі

2.8 Бөлінген оптикалық талшықты жылу детекторлары және әртүрлі жылу детекторлары

Өрт қауіпсіздігі қолданбалары үшін жылуды бақылаудың ең қолайлы технологияларының бірі – таратылған оптикалық талшықты температура сенсоры [23]. Оптикалық талшықты сенсор, қарапайым жылу датчиктерінен айырмашылығы, анықтаушы орта ретінде бүкіл оптикалық талшықты пайдаланады. Температураны өлшеу кез келген нүктеде талшықты-оптикалық кабель бойымен жүргізілуі мүмкін. Жазылған температура 160-тан 800°C-қа дейін ауытқиды және тек талшықтың беріктігімен немесе дәлірек айтқанда, оның негізгі жабыны арқылы шектеледі. Оптикалық талшықты сенсор кабелі дәстүрлі жылу сенсорларымен салыстырғанда массасы төмен болғандықтан температура ауытқуларына тез әрекет етеді. Талшықты кабельдің өзі берік, серпімді және әртүрлі геометрияларға бейімделеді және оны тікелей қорғалатын аймақтарда немесе оған жақын жерде орнатуға болады. Олар туннельдер, конвейер желілері, жер асты теміржолдары мен станциялары, болат өңдеу және мұнай-химия

өнеркәсібі сияқты күрделі экологиялық жағдайлары бар кейбір қолданбаларда өрттен қорғауды қамтамасыз ету үшін пайдаланылды [24].

Рэйлей немесе Раман шашырауы негізінде өртті анықтау үшін бөлінген оптикалық талшықты жылу сенсорлары іске асырылды. Мысалы, Meacham және т.б. [17] үш негізгі компоненттен тұратын Rayleigh шашырау кабелінің сенсорын ойлап тапты: оптикалық талшық, балауыз толтырылған түтік және қорғаныс қақпағы (4а-сурет). Балауыз кез келген нүктеде қызған кезде еріп, кеңейе бастайды, бұл шағылысқан жарықта айырмашылықты тудырады. Жүйенің максималды зондтау диапазоны 2 км-ге дейін. Жүйенің негізгі кемшілігі - ол уақыт өте келе температураның көтерілуіне кепілдік бермейді және 40 және 90°C аралығындағы температураны басқаратын бір ғана дабылы бар.



2.7-сурет – Оптикалық талшық: (а) типтік көлденең қима және толқын өткізгіш принцип; (б) оптикалық шыны талшықтардағы өртті сезу қондырғысының негізгі схемасы және әртүрлі шашырау компоненттері

Раман шашырауының оптикалық талшықты сенсоры температура функциясы ретінде стокс пен кері шашырау қарқындылығы сигналдарының арақатынасын есептеу арқылы температураны сезінеді. Раман жүйесінің максималды зондтау диапазоны 4 км-ге дейін және оның кеңістіктік ажыратымдылығы жауап беру уақыты мен температуралық ажыратымдылық талаптарына байланысты 8-ден 1 м-ге дейін ауытқиды. Brillouin жарық шашырауы (BLS) талшықты-оптикалық жүйесі температураны өлшеу үшін Рэйлей және Раман шашырауына өміршең балама болып табылады [18]. BLS температураның өзгеруін Brillouin кері шашырау қарқындылығын және оның жиілігін температураның функциясы ретінде бағалау арқылы қабылдайды [19]. 4b-суретте оптикалық шыны талшықтардағы Рэйлей, Бриллоуин және Раман шашырауы үшін отты сезгіш орнатудың және шашырау компоненттерінің жалпы схемасы көрсетілген.

Сонымен қатар, Dong et al. [10] FBG шағылысқан толқын ұзындығы мен кабель температурасы арасындағы сызықтық қатынасқа негізделген нақты

толқын ұзындығын блоктайтын талшықты Брэгг торын (FBG) қолданатын температураны сезіну қабілеті бар арзан, тиімділігі жоғары оптикалық кабельді әзірледі. Ван т.б. сонымен қатар шағын өртті анықтауға арналған FBG массивін енгізді, ол кеңістіктік ажыратымдылықтан кішірек шағын нысаналарды тамаша дәлдікпен анықтай алады. Хофф және т.б. [12] акустикалық өртті өлшеуге қосымша, өнеркәсіптік конвейер лентасының өрттері үшін талшықты-оптикалық бөлінген температураны анықтауға (DTS) негізделген өртті анықтау жүйесін жасады.

Бұл бөлімде өртті анықтау үшін пайдаланылған көптүрлілік және кейбір жағдайларда азырақ белгілі жылуды анықтау тәсілдері сипатталған. Мысалы, қабырғаның ішкі және сыртқы беттері арасындағы температура айырмашылығын бақылай алатын жүйені Чианг және т.б. [12]. Өрт фазаларын бақылау үшін қабырға беттері арасындағы температураның өзгеруі бақыланады. Эксперименттерді жүргізу және ілеспе модельдеу арқылы, Jevtic және т.б. [13] өртті анықтау және орналасу үшін үш түрлі электр сымдарын зерттеді. Орталық сымның бірнеше айнымалылары (мысалы, сыйымдылық, кедергі, кедергі және т.б.) температураға байланысты өзгереді. Олар 100 м-ге дейінгі коаксиалды кабельді сынады. Алыс және жақын өріске негізделген өрт орнын анықтау моделін Ванг және т.б. [14] және температура сенсорының массиві өрт сатыларын өлшеу үшін пайдаланылды. Өрт сенсорының ең жақсы орналасуы үшін ұсынылған модель қолайлы. Дегенмен, өрт фазаларының сыйымдылығы үшін ұсынылған үлгі жеткіліксіз. Bosch және т.б. [15] кеңістік-уақыт мүмкіндіктерін пайдалана отырып, инфрақызыл тепловизор арқылы өртті анықтауды жүзеге асырды және жалын аймағы гистограмма көмегімен кескін шегімен бөлінген. Инфрақызыл әдіс алкоголь мен сутегінің әсерінен аз жарқырауы бар өрттер үшін өте қолайлы. 2.1-кесте жылу сенсорлары саласындағы соңғы жаңалықтарды қорытындылайды.

Кесте 2.1 – Өртүрлі жылу датчиктер мен олардың сипаттамаларының соңғы әзірлемелер және салыстыру

Датчик	Анықтау элементі	Құрылыс және жұмыс принципі	Жауап беру уақыты	Анықтау аймағы	Ерекшеліктер мен артықшылықтар
Бөлінген оптикалық талшықты жылу детекторлары	Екі параллель оптикалық талшықтар	Ыстық ауа ағындарының температурасын өлшеу арқылы	40 с	Кең диапазонда	Қарапайым және тиімді
	Графенмен қапталған оптикалық талшық	Fiber Bragg торы	Кәдімгі талшықты жылу детекторларына	1 км	Ұзақ қашықтыққа және жылдам оптикалық беріліс

Датчик	Анықтау элементі	Құрылыс және жұмыс принципі	Жауап беру уақыты	Анықтау аймағы	Ерекшеліктер мен артықшылықтар
			қарағанда 18 есе жылдам		
	Көп ядролы талшық	Раманның шашырауы	Шынайы уақыт	10 км	Өзін-өзі калибрлеу
Жылу кедергі сенсорлары	Аммоний полифосфаты және GO	Мұздатып кептіру	~2.6 s	Кішкентай	Сығылатын
	FGO/CNTs	Қабат-қабат	5 s	Кішкентай	Бұрылған және иілген
	AgNW/FPVB және GO/FC	Бүріккіш жабын	0.83 s	Үлкен (>30 см)	Гидрофобты және өзін-өзі тазалау
	MPMS және LLA	EISA	~1 s	Кішкентай	Бұрылған, бүктелген және Құрылым тұрақтылығы
	RGOP-NaCl	Буланудан туындаған өздігінен құрастыру	5.3 s	Кішкентай	Бұралған, сақтандырғыш функциясын орындай алады және отта өшірілуі мүмкін
	GO-BA	Буланудан туындаған өздігінен құрастыру	~0.8 s	Кішкентай	Бұрылған және иілген
	APP/GO/TFTS	Су негізіндегі жабын	2 s	Кішкентай	Икемді және супергидрофобты
	MPTS-GO	TEISA	1 s	Кішкентай	Бұрылған және иілген
	CCS/MMT/A-CNT	Мұздатып кептіру	~0.25 s	Кішкентай	Жеңіл және қысылатын
Өртүрлі жылу детекторлары	Термистор	Штайнхарт-Харт теңдеуі	260 s	Кішкентай	Спринклерлерге қолайлы
	Екі спектрлі камера	YOLOv3 және TNNI	0.6 s	Камераны көрумен шектелген	Төмен құны және құрылғыларды автоматты түрде жою
	Термопар және сандық мультиметр	Операциялық алгоритм	2.3 есе жылдамырақ	Кішкентай	Температура өзгертін жерде пайдалы

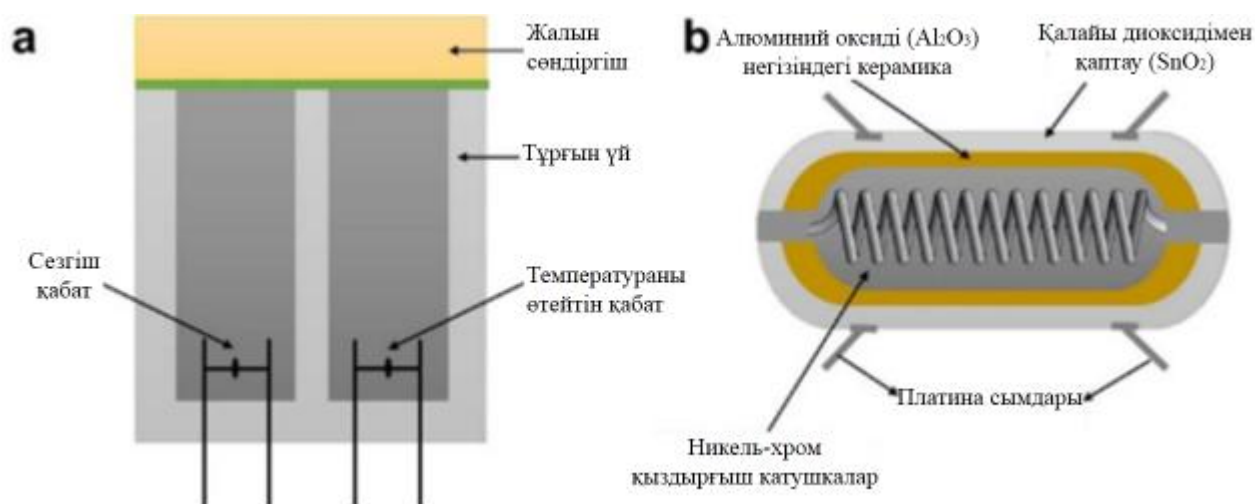
Датчик	Анықтау элементі	Құрылыс және жұмыс принципі	Жауап беру уақыты	Анықтау аймағы	Ерекшеліктер мен артықшылықтар
	Жасанды интеллект	LSTM және TCNN	1 s	5 м	60 с бұрын өрт қаупін болжаңыз
	Температураның көтерілу жылдамдығы	Операциялық алгоритм	120–180 s	Кішкентай	Температура өзгертін жерде пайдалы

Ескерту: FGO: функционалдық графен оксиді; AgNW: күміс нано сым; FPVB: фторидті поливинилбутирал; ФК: функционалды целлюлоза; MPMS: 3-метакрилоксипропилтриметоксисилан; LAA: L-аскорбин қышқылы; EISA: буланудан туындаған өздігінен құрастыру процесі; CCS: карбоксиметилхитозан; MMT: монтмориллонит; A-CNT: аминофункционалды көміртекті нанотүтікше; RGOP: қысқартылған графен оксиді қағазы; ТФТС: тетра гидроперфтородецилтриметоксисилан; TEISA: төмен температурадағы булану әсерінен өздігінен құрастыру; LSTM: ұзақ қысқа мерзімді жады; TCNN: транспозициялық конволюциялық нейрондық желі; TNNI: нейрондық желіні қорытындылау.

Газдар жанудың әрбір сатысында шығарылады және бірегей газ сипаттамалары өрттерді сенімді анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін. Джексон және т.б. [22] ағаш оты, мақта оты, пластмасса оты, сұйық n-гептан және спирттік өрттер тудыратын CO, CO₂, H₂, O₂ және түтіннің тығыздығын анықтады. Өртүрлі өрт түрлерінен шыққан түтіннің химиялық құрамы олардың шығу көзіне қарай түбегейлі өзгереді. CO төрт ескерту газының ішіндегі ең жақсысы, өрттің барлық алты түрінде пайда болады. Бөлме температурасында жұмыс істейтін CO өрт сенсорлары дәстүрлі детекторлармен салыстырғанда төмен қуат көзін қажет етеді және жанып тұрған өрттен, соның ішінде жану процесінің басында көмірқышқыл газының едәуір мөлшері бөлінетін органикалық материалдардың жануынан қорғай алады [23].

Лю және т.б. [24] газды зондтау технологиясының жан-жақты талдауын ұсынды және әртүрлі газды зондтау технологияларының селективтілігі мен сезімталдығын салыстырды. Энергияны тұтыну, жауап беру уақыты, қайтымдылық, адсорбциялық қабілеттілік, тұрақтылық, өндіріс шығындары және басқа параметрлер талқыланды. Газ датчигі шығысының өзгеруін өлшеу арқылы белгілі бір позициядағы газдардың болуы газ датчигі арқылы сезіледі. Қолданыстағы газ датчиктері каталитикалық түйіршіктерге, жартылай өткізгіштерге, оптикаға, фотоионизацияға, акустикаға, ИК, электрохимияға, газ хроматографиясына, калориметриялық жүйелерге және т.б. негізделген. Жақсы ауа сапасының құрамдас бөліктерімен салыстырғанда, ауа сапасының стандарттары өрт қауіптілігімен бұзылады. Өрт қаупі жағдайында CO₂ едәуір мөлшерде бөлінеді [25], ал өрттегі ең зиянды газдар CO және HCN [26]. CO мөлшері жоғарылаған сайын оттегі мөлшері төмендейді. Оттегі

концентрациясының төмен өзгеруі жану белгісі, ал оттегі концентрациясының жоғары өзгеруі сұйық отынның жануы туралы ескерту болып табылады. Катализдік түйіршікті датчиктер, сонымен қатар пеллиторлар деп те белгілі, ауадағы жанғыш газ концентрациясын анықтауға арналған ең көп таралған зондтау элементтері болып табылады (2.8а-сурет). Олар жарылыс қауіпті жағдайлардың бар екендігін көрсету үшін шахталарда және басқа салаларда жылжымалы және стационарлық жабдықта қолданылуы мүмкін [17]. Оның мәселелерінің бірі - олардың шығыс сигналдары қоршаған орта температурасының өзгеруіне байланысты ауытқиды. Жарылыс қауіпті бар жағдайларда бұл жалған дабылға немесе жауаптың болмауына әкелуі мүмкін [18]. Газ датчиктерінің көптеген түрлері қолданылды, бірақ жартылай өткізгіш металл оксидті газ датчиктері төмен бағамен, жұмыс істеудің қарапайымдылығымен, жоғары тұрақтылығымен және химиялық заттардың кең спектріне жауап беру қабілетімен көп көңіл бөлді.



2.8-сурет – Газ датчиктері: (а) каталитикалық түйіршіктердің жанғыш газ датчигі; (b) металл оксиді жартылай өткізгіш (MOS) негізіндегі резистивті сенсор

2.8.1 Металл оксиді жартылай өткізгішті газ датчиктері

Металл оксиді жартылай өткізгішті (MOS) газ датчиктері жоғары сезімталдыққа және төмен бағаға ие. MOS негізіндегі датчиктердің газды сезіну механизмі, ең алдымен, мақсатты газ молекулалары мен MOS бетіндегі адсорбцияланған оттегі иондары арасындағы химиялық өзара әрекеттесу нәтижесінде, олар мақсатты газдарға әсер еткенде, кедергінің өзгеруіне негізделген. Дегенмен, оларда жалған дабылға әкелетін тұрақтылық мәселелері бар. Металл оксидтеріне қосымша қабаттарды (мысалы, цеолиттер) қолдану арқылы бұл сенсорлардың дискриминациясын жақсартуға болады [19]. Кейбір композиттік материалдар осы типтегі газ сенсорлары үшін жақсырақ сапалы өнімділікті көрсетеді [20]. Көп параметрлі газ сенсорлары үшін сенсорлық

массив таңдалады [21]. Полимерлерді газды анықтауда қолдану сезімталдықты арттыруда көрсетілді, өйткені оның қоспалау деңгейлері қоршаған орта температурасында әртүрлі талданатын заттармен химиялық әрекеттесу арқылы оңай өзгереді, бұл газ талданатын заттарды анықтаудың қарапайым әдісін береді [22]. Электрондық өрттерді анықтау үшін Riches et al. [23] беттік акустикалық толқын (SAW) және металл оксиді жартылай өткізгіш (MOS) сенсорларының сезімталдығын сынады. SAW детекторы пьезоэлектрлік кристалдың бетіндегі газдың немесе будың жұтылуынан туындаған жиіліктің өзгеруін бағалау арқылы өртті анықтайды. Органикалық будағы металл оксиді парағының өткізгіштігі өртті анықтайтын MOS сенсорымен өлшенеді. Микромашиналы қалайы оксиді жүйесі Mandayo et al. [24] CO анықтауға арналған. Au/MO (металл оксиді)/n-төмен температуралы полисилицийлы MOS Schottky диодын Juang және т.б. [25] шыны негізге. Үлкен жолақ аралығымен қатар беттің көлемге қатынасы жоғары болғандықтан, SnO₂, SnO, TiO₂ және ZnO сияқты көптеген металл оксидтерінің ең жоғары салыстырмалы сезімталдық қатынасына ие. Бензол, CO және изопропанол сияқты өртке байланысты газдарды анықтау үшін Абид және т.б. [86] SnO₂ нано сымдарын пайдалану. 200°C дейін қыздырған кезде мақта, бук және баспа платасының иісін анықтайды. Ол жоғарыда аталған газдардан туындаған қосалқы сенсордың құрамдас бөліктерінің кедергісінің өзгеруін есептеу принципі бойынша жұмыс істейді. Өртті анықтауға арналған металл оксиді сенсорының жаңа класы сенсор температурасын қажетті мәнге дейін көтеру үшін Pt, Pd, Ag, Ni және Cr сияқты металл қыздырғыштарды пайдаланады [21]. Нәтижесінде құрылғының кедергісін өлшеуге негізделген қарапайым және арзан газ датчиктері жасалды (2.8 б-сурет).

2.8.2 Оптикалық газ сенсорлары

Спектроскопия принциптеріне негізделген оптикалық газды анықтау әдісі сенімдірек және сезімтал және жауап беру уақыты қысқа. Дегенмен, осы анықтау тәсілдерімен негізгі мәселелер олардың жоғары құны мен үлкен өлшемі болып табылады. Heidari және т.б. [18] осы газ датчиктерін жасау үшін миниатюризацияланған әдістемені ұсынды. Олардың технологиясы микрофлюидтік енуді пайдаланады және CO₂, CO және кейбір басқа газдарды анықтау үшін өте қолайлы. Данкнер және т.б. [19] электрондық-оптикалық газ сенсорын құрастырған. Ол өрт немесе жарылыс алдында дабыл сигналдарын қадағалап, жібере алады, сондай-ақ төмен концентрацияларда жанғыш парафинді, хош иісті заттарды және күкіртті сутегін анықтай алады. Сонымен қатар, әзірленген газ сенсоры әртүрлі қоршаған орта жағдайларында, соның ішінде жаңбырда, тұманда, сулы буларда және небулизацияланған газдарда жұмыс істей алады.

2.8.3. Акустикалық газ сенсорлары

Әдебиетте акустикаға негізделген газды анықтау әдісі хабарланады, ол сезімтал материалдың белгілі бір параметрлерінің (мысалы, масса) өзгеруіне байланысты акустикалық толқын жылдамдығының өзгеруін көрсетеді. Өлшеу газы толқын ұзындығы немесе қарқындылығы бойынша модуляцияланған лазер сәулесі арқылы өтеді. ЛАЗЕР сәулесінің молекулалары энергияны жұтып, шығарады және акустикалық сенсор арқылы сезілетін акустикалық толқын шығарады. Акустикалық толқынның өлшемі газ концентрациясы туралы ақпаратты ұсынады.

2.8.4 Өртүрлі газ сенсорлары

Газды анықтаудың классификаторға негізделген әдісін Shi et al. [13] және өрттерді дәл анықтау үшін әртүрлі газды анықтау алгоритмдері қолданылды. Параметрлерді, соның ішінде температураны, CO және CO₂ өлшеуді ерте өртті анықтау үшін ғана емес, сонымен қатар ғимараттың жайлылығы үшін де қолдануға болады. Қоршаған ортаның температурасы мен ылғалдылығы бар CO₂ және CO сияқты газды сымсыз өлшеу құрылғысын Кумар және т.б. [14]. Зерттеушілер сонымен қатар өртті анықтау үшін FTIR спектрометрін қолдануды зерттеді [15]. FTIR 2,5-тен 25 мм-ге дейінгі спектрді бақылайды және бірнеше қызықты түрлердің бар-жоғын өлшейді, бұл минуттық жалған дабылдармен өртті дер кезінде анықтауға мүмкіндік береді. FTIR өлшемдері сонымен қатар мономер түрлерін, олефиндерді, жанбаған отынды, оксалаттар мен пиролиз өнімдерін қамтитын тұтану мен ерте өртке дейінгі басқа да деректердің үлкен көлемін қамтамасыз етеді [16]. Біріктірілген CO және түгін сенсоры өртті анықтаудағы CO немесе түгін сенсорларының жеткіліксіздігін жеңілдетеді және көптеген қолайсыздық көздерін саралау және сезімталдықты арттыру арқылы жақсартылған өртті сезінуді қамтамасыз етеді [17]. Цю және т.б. [18] жалған дабылсыз өртті 24 секундта анықтай алатын 32-биттік жүйе-чипті қолданатын толқын ұзындығы модуляциясының спектроскопиялық CO сенсорына негізделген өртті ерте хабарлау жүйесін әзірледі.

2.9 Жалын сенсорлары

Өрттің өзі радиация көзі болып табылады, оны жану аймағында пайда болған радиацияны анықтау арқылы сезінуге болады [19]. Жалын – отын мен тотықтырғыш арасындағы экзотермиялық реакция нәтижесінде пайда болатын өрттің көрінетін бөлігі [20]. Жалынның температурасы жанып жатқан материалға байланысты. Оның түс (хроматикалық қасиеттер) және сәулелену болып табылатын жалынның екі қасиеті де бар. Көрнекі емес және көрнекі әдістерге негізделген, жалынды анықтаудың екі әдісі бар. Көрнекі емес

технология жалынның сәулеленуіне негізделген, ал көрнекі технология жалынның түсіне негізделген.

2.9.1 Жалынды визуалды емес анықтау

Жалынның сәулеленуі жалынның температурасына және жанған отын түріне байланысты. Ультракүлгін, көрінетін және инфрақызыл датчиктер жалынды сезу үшін қол жетімді және олардың спектрі негізінде жіктеледі. Сю т.б. [21] үш фотоэлектрлік ұяшыққа негізделген жалын сенсорын жасады. Үш фотоэлемент сәйкесінше ИҚ, көрінетін және УК спектрлік жолақтарын тексереді. Рецепторлы шыныға аэрозольдардың тұндырылуына байланысты ультракүлгін жалын сенсорларында жалған позитивтердің қатынасы артады. УК сенсорлары сенсорды үзу үшін ескерту ретінде қызмет ететін ультракүлгін спектр ұшқындарын шығарады. Rauchard және т.б. [22] ұшқындардың әсерін жою үшін ультракүлгін жалын сенсорының көмегімен модельді ұсынды. Жалынды анықтауға арналған арзан жақын инфрақызыл (NIR) фотодетекторды Lасово және т.б. сипаттаған. [23] PbS жартылай өткізгішті қолданатын коллоидтық кванттық нүкте (CQD) технологиясына негізделген. Екі SiC фотодиоды қолданылды және температураның өзгеруі мен 260-350 нм ОН жолағының пішінінің өзгеруі арасындағы байланыс жалынды анықтау үшін пайдаланылды.

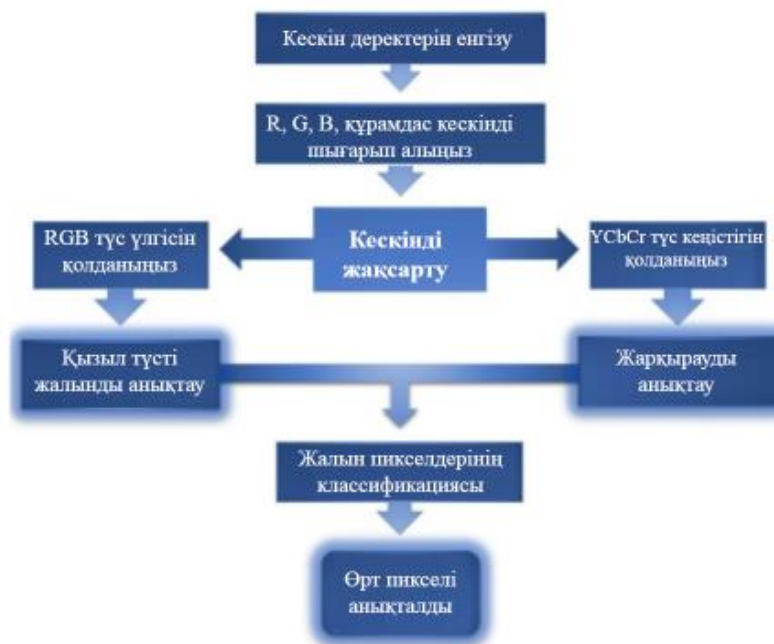
2.9.2 Көрнекі жалынды анықтау

Әдеттегі өрт, түтін, жалын және газды датчиктерге қатысты мәселе тасымалдаудың кешігуі болып табылады. Оларды іске қосу үшін бөлшектердің нүктелік сенсорларға тиюі үшін уақыт қажет, сондықтан шектеулі қамту аймағы тағы бір мәселе болып табылады. Сондықтан үлкен аумақтарды қамту үшін нүктелік сенсорлардың көп саны қажет. Өрттің мөлшері, орналасуы, түсі, өсуі, жану дәрежесі және динамикалық құрылымы сияқты бірнеше сипаттамалары бар [24]. Бұл деректердің барлығын кәдімгі сенсорлар түсіре алмаса да, бұл дабыл сигналдарының ұтымдылығын тексеру үшін адамның қатысуы қажет, себебі бұл дәстүрлі сенсорлар қате ескерту сигналдарын жіберуі мүмкін. Осы алаңдаушылықтардың барлығын өрт туралы фотосуреттерді жинау және оларды өртті анықтау үшін бағалау үшін камераларды пайдалану арқылы айтарлықтай азайтуға болады. Шығындарды азайту үшін арнайы өртті анықтау камерасының орнына бақылау камерасын пайдалануға болады. Жалынды анықтау үшін пайдаланылатын камералардың екі түрі - IR және көрінетін камералар.

Жалынды инфрақызыл тепловизор арқылы анықтады, Торейин және т.б. жалынның жыпылықтауын анықтау үшін жасырын Марков үлгісін пайдаланды. [25]. Камера JPEG, RGB, RAW, т.б. сияқты кескін сигналдарының әртүрлі пішімдерін ұсынады. Содан кейін алгоритм өртті немесе өртсіз кадрларды болжау үшін осы сигналдарды өңдеу үшін пайдаланылады. Жалпы алғанда,

алгоритмдерді жобалаудың екі жолы бар. Бірінші әдіс оқуға негізделген және ол құрылғыны нақтылау үшін өрт және өртсіз сынақ фотосуреттерінің деректер жинағын шығаруды қамтиды. Бұл нейрондық желіге бағытталған терең конволюциялық алгоритмдер. Бұл бағыттағы зерттеулер әлі де бастапқы сатысында. Екінші әдісте оттың түсі, пішіні, жыпылықтау жиілігі және динамикалық құрылымы маңызды элементтер болып табылады. Өртті анықтау қолданбаларында RGB, Hue, $L^*a^*b^*$, YUV және HSI түс кеңістіктері пайдаланылады.

Жалынды анықтау үшін, Celik et al. [26] YCbCr түс кеңістігін пайдаланды. Бұл түс кеңістігі жарықтықты хромнандылықтан тиімді ажыратады. Kozekі және т.б. [17] тиісті кескінді өңдеу алгоритмдерін пайдаланып жанып жатқан өрттерді анықтау және бақылау үшін жылу камерасы жүйесін пайдалануды зерттеді. Эксперименттік нәтижелер кескінді өңдеу бағдарламалық құралының жібек/мақта төсенішінің жану сатысына және өртке қарсы қауіпті факторларға (мысалы, электр сәулелі қыздырғыш) әсері дұрыс екенін көрсетеді. Халил және т.б. [18] орташа анықтау жылдамдығы 97,1% болатын көп түсті кеңістік пен фондық модельдеуді пайдаланатын модельді ұсынды. Чен және т.б. [19] біріктіру әдісінде өртті анықтаудың әртүрлі ерекшеліктерін көрсетті, яғни жалын қозғалысы, түс іздері және жалынның жыпылықтауын анықтау алгоритмі. Өрт пикселін анықтау үшін, Celik et al. [10] CIE $L^*a^*b^*$ түс кеңістігін пайдаланды. Алайда оның жалған дабылының жоғары пропорциялары бар [11], бұл тек қысқа қашықтықтарға және ірі өрттерге [12] сәйкес келеді. RGB және YCbCr түсті үлгілерін пайдаланып бастапқы кескіннен өрт пикселін анықтаудың негізгі ағын процесі 2.9-суретте келтірілген.



2.9-сурет – RGB және YCbCr түсті үлгілері арқылы өрт пикселін анықтауға арналған ағындық диаграмма

Сенімді нәтижелерді алу үшін тек түсті ақпарат жеткіліксіз; оттың қозғалысы басқа элемент болып табылады. Басқа қозғалатын объектілер сияқты (мысалы, жаяу жүргіншілер) олардың мінез-құлқы ерекше. Әдебиеттерде [13] фондық алу әдісі, уақытша дифференциалдау және оптикалық ағынды талдау [14] сияқты әртүрлі әдістемелер келтірілген. Қозғалыс мүмкіндіктері мен өртті анықтауға арналған YUV түсті моделін Marbach et al. [15]. Гүнай және т.б. [16] жалынның қозғалысын жалынның түсі ұқсас басқа объектілерден ажырату үшін Марков моделін пайдаланды, ал жалын шекарасын анықтау үшін уақытша толқындық талдау қолданылады. Сонымен қатар, авторлар LMS негізінде белсенді оқыту функциясын бағдарламалады. Торейин және т.б. [17] жалынды анықтау үшін уақытша толқынды, кеңістіктік талдауды және эвристикалық шектерді қолданды, бұл нақты өмірде өрт қаупі үшін мүмкін емес. Өрт-жалынды анықтау жүйесін Хабибоглу және т.б. [18], мұнда мобильді камера фондық жойылмай-ақ қозғалатын өрт пикселдерін анықтайды. Әрбір кеңістік-уақыт блогы үшін олар мүмкіндік векторларында уақытқа негізделген, түсті және кеңістіктік ақпаратты пайдаланды, бірақ жүйенің анықтау ауқымы өте шектеулі. Ко және т.б. [19] анық емес ақырлы автоматтар көмегімен жалынды анықтауды ұсынды және бұл тәсіл жалынның біркелкі еместігін ескереді. Ван т.б. [20] жалынды анықтау үшін ерекшелік векторларын қалыптастыру үшін түс пен қозғалыс ықтималдығын анықтауды пайдаланды. Вальд-Вольфвиц алгоритмі ерекшелік векторларына қолданылады, содан кейін сенімділікті арттыру үшін конволюция қолданылады. Түс пен қозғалыс сипаттамаларына негізделген стохастикалық әдісті Чжан және т.б. [21]. Foggia және т.б. [22] түс, пішіннің өзгеруі және қозғалыс талдауына негізделген көп сарапшы жүйені пайдаланатын өртті анықтау түрін ұсынды. Гистограммаға негізделген стратегиядағы қызыл, жасыл және көк пикселдердің салыстырмалы өзгеруі тағы бір қызықты ескерту болып табылады. Егер жасыл пикселде үлкен стандартты ауытқу болса, бұл әрі қарай валидация қажет екенін көрсетеді [23].

Басқа функция - кескін жақтауының динамикалық текстурасын талдау. Бұл функция өртті анықтау дәлдігін жақсарта алады, бірақ есептеу бағасы жоғарырақ және бейне өртті анықтаудың маңызды кезеңі жиекті анықтау болып табылады. Димитропулос және т.б. [24] бейнедегі жалынды анықтау үшін динамикалық құрылымды талдауды пайдаланды. Цю және т.б. [25] қарапайым жиектерді алу үшін Sobel операторы, сұр деңгейді реттеу, тегістеу, TH және TL реттеу және сәйкес емес жиектерді PEI жою сияқты қадамдары бар жалын жиегі алгоритмін ұсынды. Логистикалық мүмкіндік регрессиясы арқылы жалынды сезіну үшін визуализация әдісін Конг және т.б. [21].

2.10 Түтін сенсорлары

Түтін өсу және даму кезеңдерінде басқа өрт сипаттамаларына қарағанда әлдеқайда ертерек шығарылады. Өрттің бастапқы кезеңдерінде түтінді жылдам анықтау өртті тиімді сөндіру, сәтті сөндіру, қашу және аман қалу ықтималдығын

арттырады. Жарық сәулесін немесе электромагниттік сәулеленуді бөлшектердің интерфейсінен өткізу арқылы түтінді анықтауға болады. Түтіннің массасының концентрациясы, көлемдік үлесі және көлемінің таралуы түтінді анықтаудың бастапқы параметрлері ретінде белгілі. Түтін детекторлары жануға және жану нәтижесінде пайда болатын түтінге жауап беруі керек, өйткені бұл өрттер тудыратын түтіннің құрылымы мен құрамында айтарлықтай айырмашылықтар бар [18]. Жанып тұрған жалыннан пайда болатын түтін көбінесе жану өнімінің бөлшектерінен үлкенірек болады. Өрт жану кезінде түтін тудырады, бұл ауадағы қатты бөлшектердің, сұйық бөлшектердің және газдардың жиынтығы. Ол материалдың жануынан пайда болады, сонымен қатар қоршаған ортадағы ауаның сапасын төмендетеді [19]. Түтінді өлшеу үшін визуалды емес және көрнекі әдістер қолданылады. Олар төмендегідей сипаттамаларына қарай жинақталған.

2.10.1 Түтінді визуалды емес анықтау

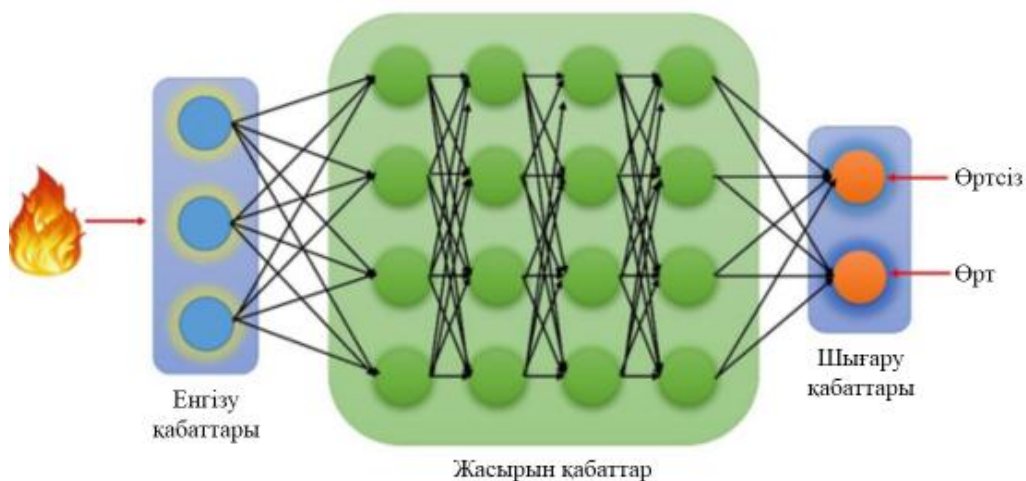
Түтінді өлшеу түтіннің жану жағдайларына байланысты, мысалы, пиролиз, жану және жану. Түтінді анықтау әдісі өрт түріне және оның орналасқан жеріне байланысты анықталады. Фотоэлектрге негізделген түтінді өлшеу технологиясы арнайы жану үшін қолданылады және өртті тезірек анықтай алады. Түтін иондаушы түтін сенсоры арқылы ауаның иондану деңгейімен өлшенеді. Анықтау камералар арасындағы әлеуетті айырмашылықты жасау және нәтижесінде пайда болатын токты өлшеу арқылы жүзеге асырылады. Түтіннің жарықты шашырату қабілеті ауадағы түтіннің мөлшерімен анықталады. Оптикалық құрылғының көмегімен жарық дисперсиясының айырмашылығын өлшеу арқылы фотоэлектрлік түтін сенсоры түтін деңгейін есептейді [11]. Иондаушы камераның түтін детекторы (ICSD) түтін бөлшектері ионизация камерасына жеткенде пайда болатын өртті сезінеді және иондар ағынына кедергі жасау арқылы токты өзгертеді. Иондардың қозғалысына температура, қысым, газ құрамы және ылғал әсер етеді. Бөлінген ионизация камералары бар ICSD бір түрі анықтау сезімталдығын орындау үшін әзірленген; бір камера толығымен жабылған және қоршаған ортаға әсер етпеген, ал екінші камера қоршаған ауа үлгілеріне ұшыраған [13].

2.10.2 Түтінді визуалды анықтау

Түтін мен өрт екеуін де камералар түсіріп алады. Түтін ағыны жылдамырақ және әдетте өрттің басында пайда болады, бірақ жалынды анықтаумен салыстырғанда оны анықтау қиын [21]. Жалын мен түтінді анықтау үшін R, G, B мәндері мен үлгілерге арналған пиксель ережелері жақсырақ нәтижелерді көрсету үшін әртүрлі түс кеңістіктеріне негізделген [22]. Губби және т.б. [23] блоктық тәсіл арқылы дискретті косинус түрлендірулері мен толқындық толқындар арқылы түтінді анықтады. Эвристикалық функциядан туындаған жалған позитивтерді жою үшін Ко және т.б. [24,25] векторлық машиналар (SVM)

алгоритмін қолдайтын жарықтылық картасын және Байес желісінің алгоритміне негізделген өртті сезіну тәсілін ұсынды. Ол көптеген кадрларды қажет етеді, сондықтан жауап беру уақыты ұзақ. Бейнеге негізделген анықтауда Юань және т.б. [16] түтінді анықтау үшін динамикалық құрылымды талдауды қолданды. Куреши және т.б. [17] түс пен қозғалыс белгілеріне негізделген жалын мен түтінді анықтау жүйесін әзірледі. Жүйенің тиімділігін арттыру үшін олар морфологиялық операцияларды жүргізді. Юань және т.б. [18] Adaboost-ті түтін анықтау баспалдақтарын іздеу әдісімен біріктірді және түтін анықтаудың тиімділігін арттыру үшін динамикалық түтіннің жарамдылық талдауын қолданды. Бұл өртті анықтау әдісі, егер оқытылған деректер жинағы айтарлықтай үлкен болса және алгоритмдер дәлдікті жоғалтпай тасымалданатын болса, жақсы өнімділікті қамтамасыз етеді.

Конволюционды нейрондық желілер (CNN) ендірілген өңдеудегі соңғы оқиғалардан кейін бақылау кезінде өрт пен түтінді анықтау үшін көру жүйесіне мүмкіндік берді. Бұл бірегей, өйткені ол кескіндердегі үлгілерді және алға қарай беруді тиімді танып, түсіне алады. Sergio et al. [11] YOLOv2 CNN көмегімен кәдімгі бақылау бейнекамераларымен бірге қолдануға болатын түтін анықтау технологиясын нақты уақыттағы және енгізілген енгізуді ұсынды. Хан және т.б. [12] әртүрлі ішкі және сыртқы сценарийлерде түтінді анықтау үшін дәл реттелген CNN пайдаланатын CCTV қауіпсіздік камералары үшін өртті ерте анықтау құрылымын ұсынды және сәйкесінше семантикалық сегментация архитектурасын қолданатын бұлыңғыр орталар үшін үлгі ұсынды [13]. Yakhyokhuja және т.б. [14] түтінді анықтау үшін кеңейтілген конволюцияларды қолданды, ол толығымен автоматтандырылды және жалпылаудың арқасында жалған дабылдардың саны азайды. 2.10-суретте CNN терең оқыту алгоритмінің негізгі үлгісі көрсетілген.



2.10-сурет – Өртті анықтауға арналған конволюционды нейрондық желілердің (CNN) схемалық суреті

2.11 Көптүрлі сенсорлар

Әдебиеттерде өртті анықтаудың қосымша технологиялары айтылады. Өрт пен қозғалысты анықтау үшін Ruser et al. [15] ультрадыбыстық микротолқынды көп сенсорлы біріктіру техникасын ұсынды. Ультрадыбыстық сигналдың доплерлік ығысуы түтіннің тығыздығы мен жылудың ауытқуын бағалау үшін пайдаланылды. Шмитц және т.б. [16] жәндіктердің белгілі бір түрінен табылған өртті өлшеудің бірегей сенсорлық процесіне негізделген сенсор дизайнын ұсынды. Көптеген никель сымдарының сегменттерінен тұратын ток контуры тізбегін пайдаланатын сенсорды L'vov және т.б. [17]. Әрбір бөлімде микропроцессордың көмегімен бағалауға болатын кернеу бар. Ишигаки және т.б. [18] тек бір сенсормен ақпаратты біріктіру тәсілін ұсынды. Әрбір сенсор белгілі бір айнымалыны сезіну үшін өте қолайлы, дегенмен ол кедергі немесе шу сигналдары ретінде әрекет ете алатын көптеген басқа факторларға да осал. Өртті анықтаудың дәлдігіне қол жеткізу үшін Хай және т.б. микроголография көмегімен өртті анықтаудың жаңа әдісін сынады. Микроскопиялық голографиялық технология өрт түтін бөлшектерінің үш өлшемді үлгілерін анықтауға қабілетті. Жақында Чжан т.б. [16] трибоэлектрлік наногенераторлар мен сұйық-динамикалық модельдеуге негізделген өртті анықтаудың динамикалық үлгісін ұсынды, ол көп бағытты жел энергиясын жинай алады және өздігінен жұмыс істей алады. Төменде өртті анықтау үшін хабарланған әртүрлі тәсілдердің әртүрлі түрлері берілген.

2.11.1 Өртті анықтауға арналған микротолқынды радиометрлер

Ауыр жағдайларда микротолқынды радиометрлерді өртті анықтау үшін де пайдалануға болады. Осы технологияларға негізделген сенсорлар түтін, бу және шаң болған жағдайда жақсы жұмыс істейді. Бұл стратегиялар ормандар сияқты ашық аймақтарда өртті анықтау үшін қолайлы. Орман өртін анықтауға арналған Ки диапазонындағы радиометрдің прототипін Бианчи және т.б. [16]. Осы саладағы ағымдағы зерттеулерді одан әрі Дворак және т.б. [17]. Бұрынғы зерттеулерде табылмаған өрт нүктелерінің эмиссиялық көрсеткіштерінің маңыздылығы талқыланып, әртүрлі өрт түрлері бойынша өлшемдер жүргізілді.

2.11.2 Акустикалық толқынды өртті анықтау

Беттік акустикалық толқын сенсорларын өртті анықтау үшін қатал ортада да пайдалануға болады. Олар шағын өлшемді және қуатты және айнымалы жиілік пен жоғары өткізу қабілеттілігі жағдайында жұмыс істей алады. Бұл сенсорлар сымсыз, пассивті және радиациядан азырақ әсер етеді. Сондықтан олар өнеркәсіп пен аэроғарыш сияқты басқа салаларға пайдалы. Дегенмен, резонанстық жиілікті өлшеу кезінде бұл сенсорлардың бірқатар кемшіліктері бар. Бұл қателерді түзету алгоритмін Лю және т.б. [13]. Бейснер және т.б. [14]

дыбыс толқынына негізделген өртті жоюды зерттеуді ұсынды және 30,6 Гц жиіліктегі дыбыс толқындары жалынды тез тоқтату үшін тамаша жиілік толқындары екенін анықтады. Салауддин және т.б. [15] дыбыс толқындарына негізделген ғарыш станциясының өрт сөндіру жүйесін жасады.

2.11.3 Өртті анықтау үшін терең оқыту

Терең оқыту цифрлық кескінді өңдеу саласындағы өрт пен түгінді анықтаудың негізгі аспектілері болып табылатын суретті бояу, жіктеу, сегменттеу және анықтау сияқты күрделі мәселелерді шешу үшін қолданылады. Терең оқыту технологиясы абстракцияның сызықты емес және күрделі үлгіні кең дерекқорға түрлендіруді қамтиды. Хонг және т.б. [16] 95%-дан жоғары өртті анықтау дәлдігімен машиналық оқыту комбинациясын, сондай-ақ адаптивті анық емес алгоритмді ұсынды. Модельде өрт жағдайлары мен ескерту жағдайларының екі сыныбын үйренетін бес конвульсия қабаты және бір толық қосылған қабат бар. Цинь және т.б. [17] мақсатты жіктеу мен позицияның регрессиясы үшін тереңдікте бөлінетін конвульсияны және YOLOv3 пайдалана отырып, классификацияланған өрт суреттерін модельдеу; анықтау дәлдігі секундына 38 кадр анықтау жылдамдығымен 98% құрады. Дәл болжамдар жасау үшін үлкен өрт деректер жиынтығы кескіндерін пайдалану, Авазов және т.б. [18] әр түрлі ауа-райында тіпті кішкентай ұшқындарды дәл анықтайтын және өрт шыққаннан кейін 8 секунд ішінде дабыл беретін жетілдірілген YOLOv4 алгоритмін әзірледі. Рен және т.б. ұсынған мультимодальды біріктіру тәсілі. [19] ғимараттардың төмен вольтты тарату жүйесінде электрлік өрттерді тудыратын доға ақауын табу арқылы электр өрттерін анықтауда тиімді болды. Бұрынғы зерттеулермен салыстырғанда, Park et al. [17] түнде жақсы нәтиже көрсеткен қалалық жерлерде түнде нақты уақытта өртті анықтау үшін ELASTIC-YOLOv3, уақытша өрт түтігі және гистограммаларды қолданатын алгоритмді ұсынды. Терең оқыту цифрлық кескінді өңдеу саласында бұрын қол жеткізуге болатын нәрселердің шекарасын ығыстырды.

2.11.4 Өрт сөндіру робот жүйесі

Қозғалмайтын сенсорларға негізделген өртті анықтау жүйесінде шектеулер бар. Қиын жағдайларда өрт датчиктеріне берілген ұтқырлық оларды салыстырмалы түрде қауіпсіз етеді. Бұл шектеулерді өрт датчиктері мен сөндіргіштер орналастырылған роботтарды қолдану арқылы еңсеруге болады. Өртті анықтау және сөндіру үшін роботтар жерде жүре алады немесе ұша алады. Осылайша өрт сөндірушілердің себеп-салдары мен қауіптері азайтылуы мүмкін. Жеңіл роботтарды жасау үшін олардың ұшуын жеңілдету үшін зерттеулер жүргізілуде. Лю және т.б. [17] осы саладағы жүргізіліп жатқан зерттеулерге тоқталып, қазіргі өрт сөндіру роботтарының әртүрлі сипаттамаларын, сондай-ақ олар қолданатын сенсорларды анықтады. Андо және т.б. [17] от көзінің жанында су ағынымен қозғалатын жеңіл робот үлгісіндегі шлангты ұшыруды ұсынды.

Шығарындылардың траекториясын басқару үшін оның жоғарғы жағында саптама модулі және қозғалтқыштар бар. Гидравликалық негізделген өрт сөндіру жылан роботын Liljeback және т.б. [17] және оның қолданбалары мен дизайн мәселелері қарастырылды. Италия технологиялық институтының зерттеушілері адам кейпіне енген және 10 кг-ға дейінгі салмақты көтеріп, әртүрлі жүктерді көтеруге қабілетті жаяу адам өрт сөндіру роботын жасады [17]. LUF технологиясы сыртқы өрт сөндіруге арналған жерүсті көлік роботын (LUF 60) ойлап тапты. Түтін шығаруды азайту, баспалдақпен көтерілу және өрт сөндіру - бұл робот үшін анықталған сипаттамалар және олар 800 GPM жылдамдығымен 80 м биіктікке дейін суды лақтыру мүмкіндігін мәлімдеді [17]. Өрт сөндіру - бұл өрт сөндіру роботтарының басты мақсаты. Су, химиялық заттар, көбік және CO₂ дәстүрлі өрт сөндіру әдістерімен пайдаланылады, бірақ қауіпті сценарийлерде оларды пайдалану мәселелер тудырады.

3 Arduino Nano көмегімен FireDetector ретінде сымсыз сенсорлық желіні енгізу

Өрт – күндізгі уақытта жиі болатын оқиғалардың бірі. Өрт адамдардың өмірі мен қаржылық шығынына әкелуі мүмкін. Бұл өрттің алғашқы белгісінен белсенді қорғаныс пен пассивті қорғаныстың болмауына байланысты. Өрттің бірінші белгісі - түтін мен от немесе газдар. Пассивті қорғаныс жүйелерінің бірі сымсыз сенсорлық желіні пайдаланатын өрттің алғашқы белгісін анықтайды. Сымсыз сенсорлық желі өнеркәсіптік ғимараттарда немесе автоматтандыру жүйелерінде болсын, инициализацияланған желіге қажет ақпаратты жинаудың негізгі үлесі болып табылады [1]. Автор ұсынған өртті анықтау кірістірілген жүйе мен сымсыз сенсорлық желіні пайдалану болып табылады. Қолданылатын микропроцессор – Arduino Nano. Arduino Nano - шағын, толық және нан тақтасын пайдалануды қолдайтын а микропроцессорларды әзірлеу тақтасы. Arduino Nano ATmega 328 микроконтроллері (Arduino Nano 3.x нұсқасы үшін) немесе ATmega 168 (Arduino Nano 2.x нұсқасы үшін) негізінде жасалған. Arduino Nano пайдалану кішірек және тиімдірек дизайн болады деп күтілуде. Arduino – қолдану оңай бағдарламалық және аппараттық құралдар негізінде көпшілікке ашық электронды платформа. Бұл құрылғы әркім жоба жасай алатындай етіп жасалған. Arduino-ны Arduino Development Environment (ArduinoID) арқылы бағдарламалауға болады. Arduino Nano-ны нарықта табу оңай және құны төмен. [2] [3].

Бұл өрт детекторы сымсыз nRF24L01 байланыс жүйесін пайдаланады. Сымсыз nRF24L01 — әлемдік ISM 2,4 - 2,5 ГГц жолақты ISM RF толқындарына (өнеркәсіптік, ғылыми және медициналық) арналған бір чипті радио қабылдағыш. Бұл модуль байланысу үшін SPI интерфейсін пайдаланады. Бұл модульдің жұмыс кернеуі тұрақты ток 5 В. Трансивер толық біріктірілген жиілік синтезаторынан, қуат күшейткішінен, кристалдық осциллятордан, демодулятордан, модулятордан және Жетілдірілген Shock Burst протокол қозғалтқышынан тұрады. nRF24L01 сонымен қатар энергияны тұтыну мәселесін шешу үшін әзірленген. nRF24L01 пайдаланушылары жүйе өнімділігі жоғары, бірақ жүйе сенімділігінің төмендеуіне әкелмейтіндей етіп әзірленген [4] [5] [6].

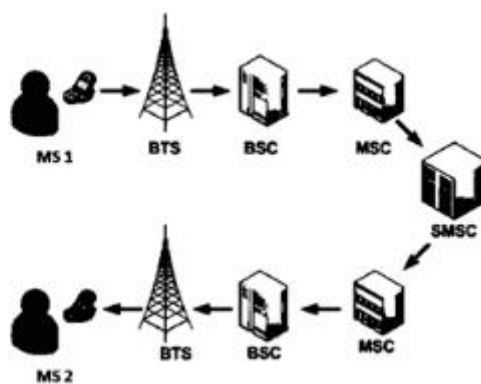
Өрт датчиктері, түтін сенсорлары және газ сенсорлары өрттерді анықтау құралы ретінде пайдаланылады. Автор сымсыз сенсорлық желілер арқылы деректерді жіберуге және қабылдауға назар аударады. бұл зерттеуде екі құрылғы деректерді жіберу және қабылдау үшін осы функцияны жасады. Өрт болған жағдайда деректер туралы хабарлама жіберіледі. деректер хабарламасы алынған кезде шамдар мен дыбыстық сигналдар түріндегі өрт дабылы іске қосылады. Бұл өрт оқиғаларын бағалау үшін жауап беру уақытын жылдамдатады деп күтілуде. Өрт тергеу тобына хабарлау - бұл орын белгісі немесе өрт қашан болған. Бұл орындарды табуды жеңілдетеді деп күтілуде. Оны жүзеге асыру кезінде анықталатын жағдай 3 бөлмемен шектеледі (15см x15см x 15см). Сенсорды орналастыру кездейсоқ орындалады. II. ҚАТЫСТЫ ЖҰМЫС Бұл бөлімде Джусак пен Фардхан Арканның сымсыз сенсорлық желілер туралы

зерттеулерінде өрт оқиғасын анықтау үшін Zigbee 802.15.4 қолданбасымен қолданылған ағымдағы зерттеулер бағаланады. Zigbee 2,4 ГГц жиілігі бар байланыс құралы ретінде WiFi желісін (Wireless Fidelity) пайдаланады [7]. Екінші жағынан, радиожілік арқылы Parallax 433 МГц көмегімен сымсыз сенсорлық желі туралы зерттеулер жүргізілді. Параллакстың диапазоны 250 метр (NLOS / No Line Of Sight) және 350 метр (LOS / Line Of Sight) [7] [8] [9].

Тұтастай алғанда, бұл байланысты жұмыстардың барлығы пайдаланушыға деректерді алу қиынға соғады. Соңғы онжылдықта дамушы әлемде ұялы телефондардың саны тез өсті [10]. Бұл өсу арқылы смартфонның мүмкіндігін көптеген жақсы нәрселер үшін, сонымен қатар өрт хабарлағыштары үшін байланыс құралы ретінде пайдалануға болады. Ұялы телефондардағы байланыс жүйесі GSM (мобильді байланыстың жаһандық жүйесі) пайдаланады. GSM сандық ұялы байланыстың технологиясы болып табылады. GSM технологиясы ұялы байланыста, әсіресе мобильді станцияда кеңінен қолданылады. Мобильді станцияда SMS (ShortMessage Service) сияқты GSM ұялы байланыс жүйесінде пайдалануға болатын кейбір мүмкіндіктер бар. SMS ең көбі 160 таңбадан тұрады. 1-суретте GSM технологиясының стандарттары көрсетілген [11] [12].

Сымсыз сенсорлық желі 3 негізгі компоненттен, түйіннен, шлюзден және бағдарламалық құралдан тұрады. Түйін ортаны анықтайтын сенсор сияқты интерфейс деп есептелген. Жиналған деректер сымсыз жұмыс істейтін немесе хост жүйесіне қосылған шлюз арқылы жіберіледі. Бұл хост жүйесінде деректер бағдарламалық жасақтаманың көмегімен жиналады, өңделеді және көрсетіледі. 1-суретте MS1-ден MS2-ге SMS-хабар алмасу ағыны көрсетілген. Пайдаланушы SMS жіберген кезде, SMS қол жетімді ұялы желі арқылы MSC-ге жіберіледі.

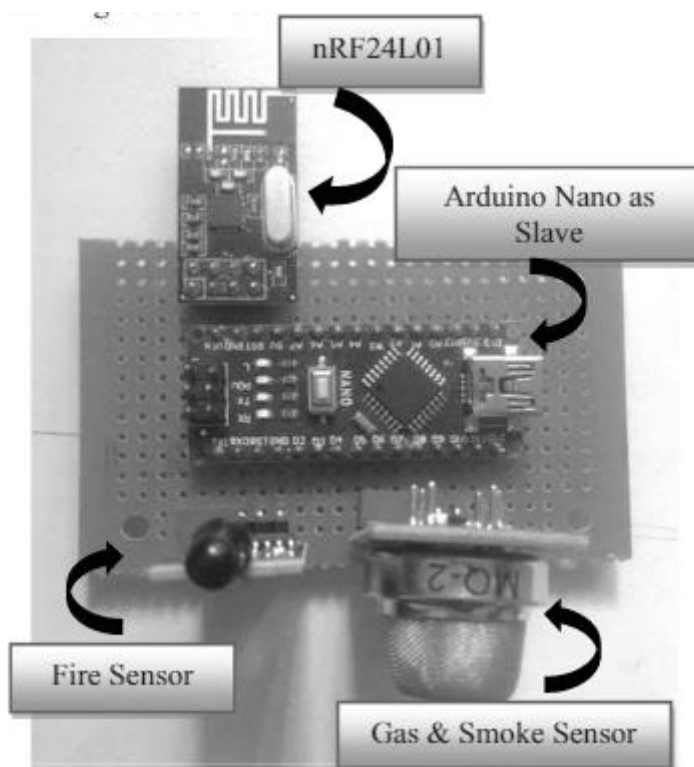
Пайдаланушы SMS жіберген кезде, SMS қол жетімді ұялы желі арқылы MSC-ге жіберіледі. Содан кейін MSC SMS-ті сақтау үшін SMS-ті қайтадан жібереді. Жалпы, ұялы телефондарға арналған байланыс жүйесі сенімді. Деректер SMS мүмкіндігі арқылы пайдаланушылар мен микроконтроллерлер арасында жылдам берілуі мүмкін. Бұл мүмкіндік өрт хабарлағышындағы байланыс жүйесі ретінде пайдаланылады [13] [14] [15]



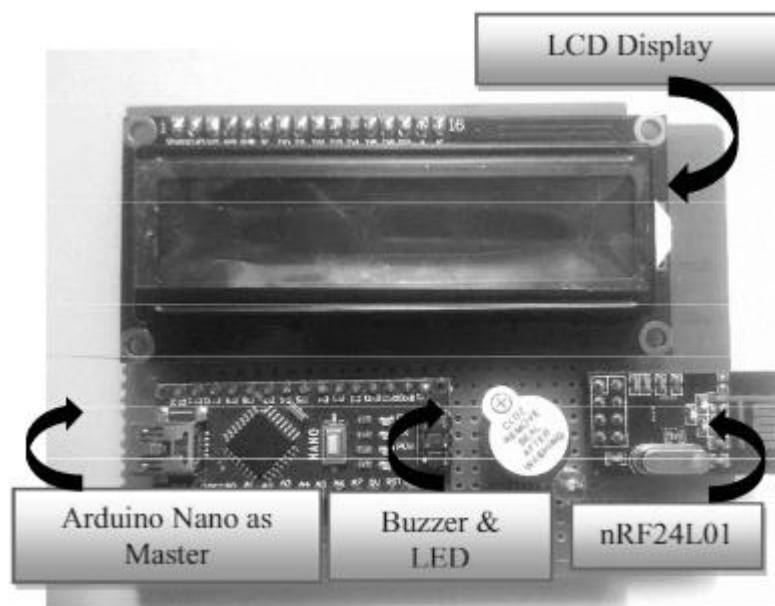
3.1-сурет – SMSIII коммуникациялық ағыны

Сымсыз сенсорлық желі 3 негізгі құрамдас бөліктен тұрады, олар түйін, шлюз және бағдарламалық құрал болып табылады, онда түйін активті немесе ортаны бақылайтын сенсор сияқты интерфейстен таратылған. Датчиктен алынған деректер жұмысты босататын немесе деректер жиналатын, өңделетін және көрсетілетін бағдарламалық құралды пайдаланатын хост жүйесіне қосылатын шлюз арқылы сымсыз арқылы жібереді. Бұл өрт детекторы екі бөлікке бөлінеді, атап айтқанда жіберуші (құл) және қабылдағыш (Мастер). Arduino Nano as Slave өртті анықтау үшін от, түгін және газ датчиктері арқылы біріктірілген. Arduino Nano-ны құл ретінде 3.2-суретте көруге болады. Arduino Nano шебері ретінде өрт туралы хабарландырулар беру үшін шамдар мен сигналдарды пайдалана отырып біріктірілген. Arduino Nano-ны aMaster ретінде 3.3-суретте көруге болады. WirelessRF24L01 арқылы ақпаратты жеткізу ағыны 4-суретте көрсетілген. Сенсор бір уақытта ортадағы бастапқы жағдайларды анықтау үшін пайдаланылады. Деректер сенсорлар арқылы жасалған өлшемдерден алынады. Содан кейін деректер құл ретінде жұмыс істейтін Arduino Nano микроконтроллері арқылы өңделеді.

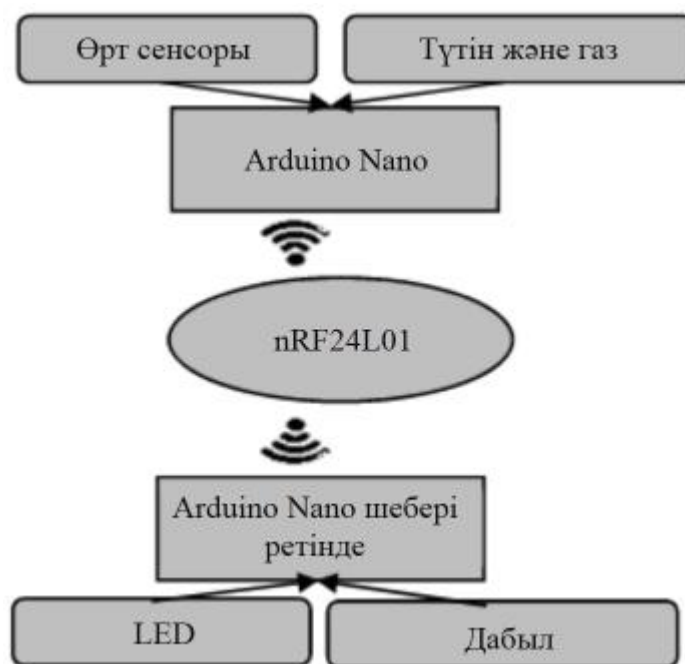
Сонымен қатар, Arduino Nano микроконтроллері бұл деректерді amaster ретінде жұмыс істейтін Nano микроконтроллеріне жібереді. содан кейін микроконтроллер дабылды дыбыстық сигнал ретінде ескерту ретінде іске қосады.



3.2-сурет – Arduino Nano пішін ретінде



3.3-сурет – Arduino Nano шебері ретінде



3.4-сурет – Жүйенің блок-схемасы

3.5-суретте симуляцияланатын жүйе ағынының диаграммасы көрсетілген. Барлық сенсорлар нақты уақыт режимінде үлгі кеңістігін анықтайды. Датчик 1-бөлмеде өрт пен түтінді анықтаған кезде, 1-бөлмеден өрт шыққан жер туралы хабарландыру жіберіледі. Датчик 2-бөлмеде өрт пен түтінді анықтаған кезде, 2-бөлмеден өрт шыққан жер туралы хабарлама жіберіледі. Датчик 3-бөлмеде өрт пен түтінді анықтаған кезде, 3-бөлмеден өрт шыққан жер туралы хабарлама жіберіледі.



3.5-сурет – Жүйенің блок-схемасы

Өз шешімдерін ұсынған бірнеше зерттеушілер болды. Міне, кейбір маңызды сәттер. Өрт туралы ақпаратты жеткізу жүйелерінде, соның ішінде ақпаратты жеткізу үшін микроконтроллерлерді және ұялы телефондарды пайдаланатын жүйелерде көптеген зерттеулер жүргізілді. Бұл жүйенің бөлігі ретінде MQ-2 түтін датчиктері пайдаланылады, UVTRON өрт датчиктері пайдаланылады, ұялы телефон ақпарат жіберуші, ал ATmega32 микроконтроллері контроллер болып табылады. SMS SIM900, MQ-2 түтін сенсорлары және LM35 температура сенсоры арқылы пайдаланушыларға өрт туралы хабарлау үшін пайдаланылады. Жүйе үйден тыс жерде өрт шыққан жағдайда үй иесіне ескерту жасай алады. Arduino UNO барлық компоненттерді басқару үшін қолданылады [15]. Бұл детекторда қолданылатын температура мен түтін сенсорлары өртті ерте анықтауға көмектеседі. Жүйе құрамдас бөліктері температура сенсорларынан, түтін датчиктерінен, 0809 цифрлық-аналогтық түрлендіргіштерден, AT89S52 микроконтроллерлері бар жүйелік контроллерден және өрт индикаторы ретінде дабыл жүйесінен тұрады. Температура мен түтін датчигі ақпаратын пайдаланып өрттерді анықтаған кезде, өртті анықтаудың бұл прототипі индикатор дыбысы шыққан бойда дабылды іске қосады [16].

Анықтамада [17] зерттеушілер апат туралы хабарлау жүйесін әзірледі. Температураның электронды сенсорынан (LM35) басқа микроконтроллер және GSM компоненттері пайдаланылды. Сенсорлар жазатайым оқиғаны жазып алады, содан кейін GSM арқылы оқиғаның орны туралы полицияға SMS жібереді.

Келесі жүйеде бірнеше аппараттық құрамдас бөліктер (датчиктер (соққы сенсорлары), микроконтроллер, GSM, LCD, дыбыстық сигнал және микропроцессор) пайдаланылады. Егер сенсордан сигнал алынса, қабылдаушы жүргізушінің отбасы мүшесіне SMS хабарлама жібереді. Бұл SMS хабары СКД [18] экранында да көрсетіледі.

Жұмыс [18] үйді бақылау және қауіпсіздік жүйесін жобалауға бағытталған. Сенсорлардан басқа микроконтроллер, реле, LM35, магниттік сенсор, пассивті инфрақызыл сенсор (PIR) және ұялы телефон бар. Кез келген сенсор іске қосылғанда үй иесіне SMS дабыл хабары жіберіледі.

Газдың ағып кетуін анықтау [19] үйде пайдалану үшін сипатталған. Микроконтроллер, GSM және сұйық мұнай газы (LPG) сенсорлары СКД экранында газ мәндерін көрсетеді. Бұл микроконтроллер газдың ағуы анықталған сайын ескерту жібереді. СКД экранында ескерту хабары көрсетіледі және ақпарат алу үшін пайдаланушыға өзгертетін SMS жіберіледі.

[20] авторлары ауа райының өзгеруін кез келген жерде бақылаудың оңай әдісін ұсынды. Аппараттық жабдық сенсорларды және Bluetooth микроконтроллер блогын қамтиды. Деректер сенсорларын оқу және оны Bluetooth арқылы Arduino-ға жіберу үшін Android телефоны DHT 11 және жел жылдамдығы сенсорларына қосылған. Осыған қарамастан, бұл жүйелердің барлығы «өрт туралы ескерту» және дабыл дыбысы жазылған хабарламаларды тек қысқа хабарлама қызметі (SMS) түрінде және өрттің орналасқан жері туралы ақпаратты жібереді.

Өрт сөндіру бөлімшелері жиі өрт ошақтарына кеш келеді, бұл әлі күнге дейін проблема болып табылады [6]. Бұған екі себеп болуы мүмкін. Соның бірі – қызметкерлердің дайындығының жоқтығы. Екіншіден, апатты басынан өткерген немесе жақын жерде болған тұрғындардан (Пәкістандағы 1122) [4] ақпарат кешіктірілді, өрт болған жерде көлік қозғалысының қарқындылығы байқалды. Түтін, температура және өртті анықтау жүйесі арқылы өрттерді мүмкіндігінше ертерек анықтауға болады деп күтілуде; және жергілікті өрт сөндіру бөліміне автоматты түрде хабарлауға болады. Қажетсіз өрт болған жағдайда бұл қадам адам қауіпсіздігіне жасалған алғашқы қадам болып табылады. 1.1-кестеде бар жүйелердің жылдам дисплейі берілген.

Кесте 3.1 – Қолданыстағы жүйелер

Тақырып	Қолданылатын технология	Ескертулер
IoT негізіндегі өртті анықтау және су шашу жүйесі	IoT WIFI/GSM	(i) Артықшылығы: өртті ерте анықтау
		(ii) Мақсаты: ескерту және су шашу үшін
		(iii) Кемшілігі: үлкен өрт ошақтары үшін тиімді емес

Өрт туралы хабарландыру және сөндіргіш жүйесі (қарау қағазы)	GSM (қоңырау және хабарлама)	(i) Артықшылығы: орнатылған камера арқылы жерді ерте хабарлау және суретке түсіру
		(ii) Мақсаты: ескерту
		(iii) Кемшілігі: орналасу координаттары жоқ
Орман өртін анықтау жүйесінің негізгі прототипі	IOT/NodeMCU ESP 8266	(i) Артықшылығы: орман өртін ерте анықтауда тиімді
		(ii) Мақсаты: 99% дәлдікпен ақылды ескерту
		(iii) Кемшілігі: тек түтін сенорлары қолданылады
Raspberry Pi көмегімен өртті және хабарландыру жүйесін анықтау	Сымсыз сенсорлық желі/IoT	(i) Артықшылығы: жоғары дәлдік, мультисенсор
		(ii) Мақсаты: ерте анықтау
		(iii) Кемшілігі: қымбат
Робот арқылы өрт сөндіру	Драйвер қозғалтқыштары/су эжекторлары	(i) Артықшылығы: автоматтандырылған өрт сөндіргіш
		(ii) Мақсаты: өртті анықтау және сөндіру
		(iii) Кемшілігі: шағын орындардағы өрт оқиғалары үшін шектелген
Көру қабілеті нашар адамдарға арналған өртті анықтау және хабарлау жүйесі	Кескінді өңдеу/өртті болжау/YOLOv4	(i) Артықшылығы: дәлдік 80%-ға дейін жақсарды
		(ii) Мақсаты: зағип адамдар үшін өртті анықтау
		(iii) Кемшілігі: анықтау тұрғысынан кескінді өңдеу үшін әлі де жақсарту қажет
Көп сенсорлық өрт дабылы жүйесі	CAC_ID3 алгоритмі	(i) Артықшылығы: жүйе дабылының дәлдігін жақсартады
		(ii) Мақсаты: жалған өрт дабылын азайту
		(iii) Кемшілігі: тұжырымдамалық негіз (іске асыру жоқ)
Заманауи, блокчейн негізіндегі өрттен қорғау	RFID	(i) Артықшылығы: RFID пайдалы
		(ii) Төтенше жағдай туралы ескерту үшін
		(iii) Кемшілігі: көп арнаға байланысты үзіліссіз кідіріс
	GSM	(i) Артықшылығы: пайдалы

Arduino негізіндегі өртті анықтау және дабыл		(ii) Мақсаты: бақылау үшін (iii) Кемшілігі: GPS пайдаланылмайды
Автокөлік тұрағы үшін ескерту бақылау жүйесі	GSM/GPS	(i) Артықшылығы: қадағалау мүмкін (ii) Мақсаты: өртті ерте анықтау (iii) Кемшілігі: төтенше жағдай туралы ескерту жоқ

3.1 Өрт дабылы жүйелеріндегі IoT технологиясы

Интернет желісі – бағдарламаланатын бағдарламалық қамтамасыз ету, сенсорлар, электроника және байланыс құралдарының көмегімен деректерді жинайтын, тасымалдайтын және сақтайтын жүйе. Жүйе өрт оқиғасы орын алған кезде қашықтағы өрт сөндіру станциясы мен пайдаланушыны/иені хабарлау және ескерту үшін жасалған [23]. Соңғы жылдары заттар интернеті (IoT) әртүрлі салаларда, соның ішінде ақылды ауыл шаруашылығында, ақылды денсаулық сақтауда және ақылды үйлерде қолданылды [3, 6]. IoT-тің бірнеше артықшылықтарын үйді автоматтандыруда, соның ішінде қашықтан басқару мен техникалық қызмет көрсетуді және құрылғыларды автономды өзара қосуды табуға болады [21]. Құрылғылар арасындағы байланыс және ақпарат алмасу туралы хабардар бола отырып, IoT жүйесі барлық құрылғыларды бір уақытта өңдеуге арналған инженерлік шығындарды азайтады. Адамдардың тиімді өрт дабылы жүйелеріне инвестиция салудың орнына ақша үнемдеуді ұнатуының нәтижесінде қазіргі уақытта өрт тез таралады [22]. Қолжетімділік, тиімділік және жауап беруден басқа, кейбір мәселелерді әлі де шешу қажет. Жоғарыда көрсетілген қиындықтарға байланысты бұл зерттеу IoT технологиясын пайдалану арқылы өрт дабылы жүйесін пайдалану арқылы жылу мен түтінді анықтай алатын жүйені әзірлеуге бағытталған, бұл оны сенімдірек және тиімді етеді [23]. IoT көмегімен жүйе жылу мен жалын деректерін оқиды және оны талдайды, содан кейін дереу GSM арқылы өрт сөндіру бекетіне қоңырау жібереді және оның орналасқан жері туралы хабарлайды. Осылайша, бұл зерттеу қол жетімді, жауап беретін және тиімді, арзан өртті анықтау жүйесін жасауға бағытталған [11]. Зерттеулер өртті анықтауға қатысты, бірақ бұл жүйелердің дәлдігі жеткіліксіз, өйткені алгоритмдер фотосуреттермен оқытылады, яғни оларды үйрету үшін көбірек фотосуреттер қажет. Баяу жауап беру уақыты және төмен дәлдік басқа тәсілдердің кемшіліктері болып табылады [24]. Бұл мақалада жалған дабылдарды азайту және жылдамырақ жауап беру уақытын қамтамасыз ету, негізінен Node-RED-ге сенудің орнына жаңа IoT әдісі енгізіледі. Құрылғының тиімділігін арттырудан басқа, заттардың интернеті қаржылық пайда әкелуі мүмкін [10]. Төмен құны мен өңдеудің қарапайымдылығына байланысты ол жақында әртүрлі қолданбаларда қолданыла бастады. Демек, интернет мүмкіндіктері бар өртті анықтау жүйесі үй иелерінің өндірістік

бөлімшелерін, дүкендерін және басқа да мүлкін қорғау үшін өте маңызды, өйткені ол ерте өрттерді анықтайды [24].

3.2 Arduino микроконтроллері

Бірнеше стандартты Arduino тақталары бар, соның ішінде Arduino UNO. Label Arduino бағдарламалық құралының бірінші шығарылымы UNO деп аталды [15]. Сонымен қатар, бұл USB қосқышы бар және бағдарламаланатын бірінші Arduino тақтасы болды. Бірнеше жобалар осы қуатты тақтаны пайдаланады. Arduino Arduino UNO.cc деп аталатын тақтаны әзірледі. ATmega328P - Arduino UNO жүйесінде қолданылатын микроконтроллер. Arduino мега тақтасы сияқты оны пайдалану оңай. Тақтада схемалар мен экрандар, аналогтық және цифрлық кіріс/шығыс түйреуіштері (I/O) жинақталған. Алты аналогтық түйреуіш пен 14 сандық түйреуіштерден басқа, Arduino UNO-да USB қосқышы, ICSP басы (схема ішіндегі сериялық бағдарламалау) тақырыбы және ICSP қосқышы бар. IDE – интеграцияланған әзірлеу ортасының аббревиатурасы, қолданбаны әзірлеу үшін қолданылатын бағдарламалау тілі. Оны іске қосу үшін әртүрлі платформаларды қолдануға болады, соның ішінде онлайн және офлайн [21, 25].

Барлық Arduino тақталары бірдей IDE-мен келеді. Arduino UNO келесі компоненттерден тұрады:

ATmega328 микроконтроллері: микроконтроллерлердің Atmel отбасы бір микросхемалардан тұрады. Оған 8 биттік процессор енгізілген. Оның кейбір мүмкіндіктері сыртқы жағында аналогты-цифрлық түрлендіргіш, SPI сериялық порттары, енгізу-шығару желілері, регистрлер, таймерлер, үзілістер және ішкі жағында осцилляторлар [9].

Аналогтық түйреуіштер: аналогтық түйреуіштердің А0-ден А5-ке дейінгі сандары негізгі тақтада орналасқан. Коннектордағы аналогтық түйреуіштер аналогтық сенсорларды оқу үшін пайдаланылады. Кіріс және шығыс пин болуымен қатар, оны GPIO құрылғысы ретінде де қарастыруға болады.

ICSP пин: микробағдарламаны пайдаланып Arduino тақтасын бағдарламалау тізбектегі сериялық бағдарламалау істікшесі арқылы орындалуы мүмкін [26].

Вин: ол кірістегі кернеуді білдіреді.

GND: жердегі түйреуішке нөлдік кернеу қолданылады.

Қуат жарық диоды индикаторы: жарық диоды ҚОСУ күйін көрсеткенде қуат қосылады. Қуат өшірілген кезде жарық диодтары жанбайды.

Кернеу реттегіші: 5 В кіріс кернеуін кернеу реттегішіне түрлендіру арқылы алынады.

Сандық енгізу/шығару түйреуіштері: сандық түйреуіштердің екі түрі бар: ЖОҒАРЫ және ТӨМЕН. D0-ден D13-ке дейінгі сандық түйреуіштер саны.

Кристалды осциллятор: Arduino UNO-да 16 МГц қуатты кристалдық осциллятор бар, бұл оны ең қуатты тақталардың біріне айналдырады.

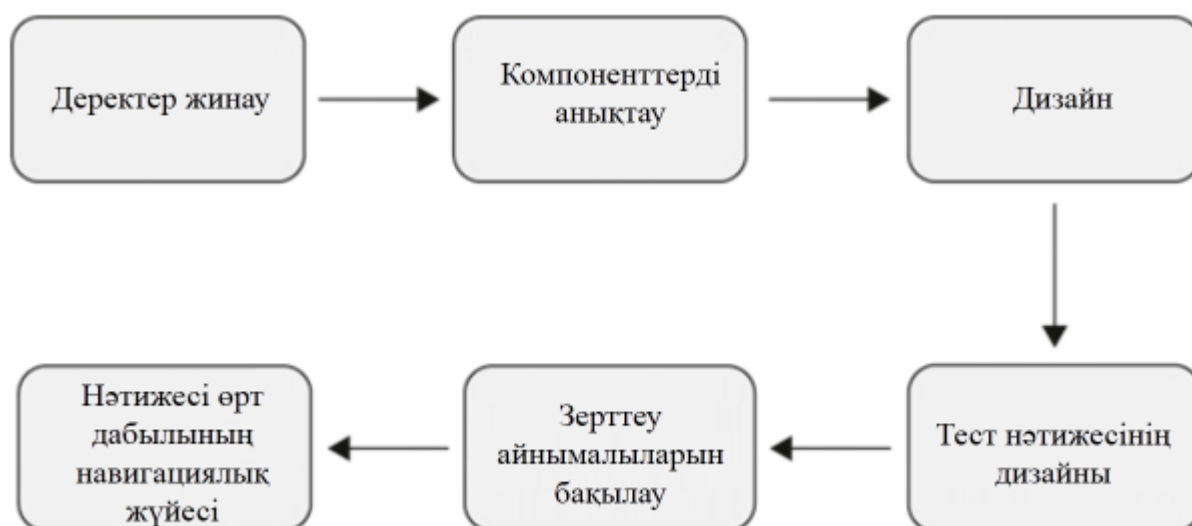
Қалпына келтіру түймесі: қалпына келтіру түймелері осы түймені пайдаланып қосылымдарға қосылады.

USB: тақтада компьютерлер оған қосылу үшін пайдалана алатын порт бар. Arduino UNO тақталарын онсыз бағдарламалау мүмкін емес [17].

AREF: сыртқы қуат көзі Arduino UNO-ны аналогтық сілтеме (AREF) істікшесі арқылы қуаттайды.

TX және RX жарық диодтары: осы жарық диодылардың жарығы сәтті деректер ағынын білдіреді.

Біз деректерді бақылау, далалық зерттеулер және әдебиеттерді шолу арқылы жинадық. Өрт сигнализациясының навигациялық жүйелерін әзірлеу үшін аппараттық және бағдарламалық құрамдас бөліктер қажет [23]. Негізгі компоненттер - Arduino UNO, температура сенсоры, түтін датчигі және GPS модулі, GSM модулі және дыбыстық сигнал сияқты басқа аппараттық бөлшектер. C# программалау тілі алгоритмдерді программалау үшін қолданылады [18]. Жобалау нәтижелері бойынша сынақтар жүргізіледі, содан кейін түтін датчиктерін және өрт нүктесінің бойлығы мен ендігін сынау сияқты деректерді іздеу және зерттеу айнаымалылары SMS арқылы жіберіледі. 3.6-суретте осы жүйені әзірлеудің зерттеу әдістемесі көрсетілген.

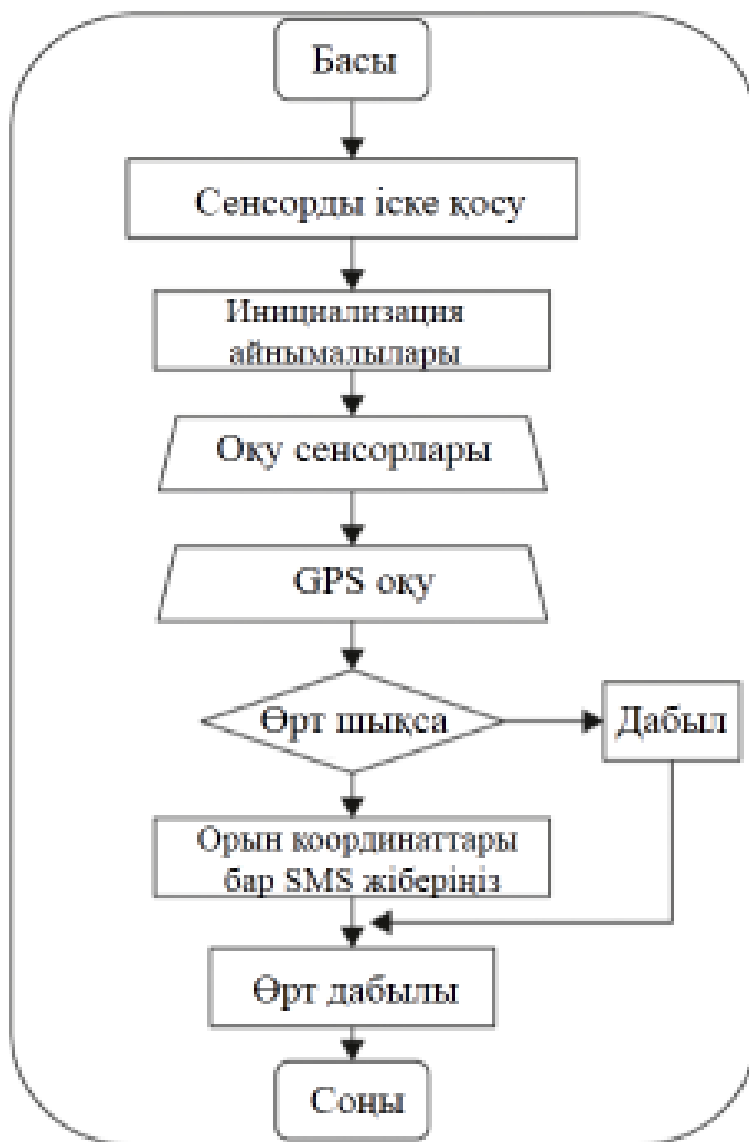


3.6-сурет – Зерттеу әдістемесі

3.3 Жұмыс механизмі

Arduino UNO микроконтроллері IoT негізіндегі өрт дабылының навигациясын басқарады [19]. Өртті анықтау микроконтроллер бағдарламасын қолданбалы өрт сипаттамалары кезінде өзгертін температураны анықтауға негізделген [20]. Өрттен туындаған температураның жоғарылауын анықтау Arduino UNO микроконтроллерін пайдалану арқылы мүмкін болады. Сонымен қатар, жүйе өрттен шыққан түтінді де анықтай алады [21]. Температура Цельсий

бойынша 35 градустан асса, жүйе кіріс ретінде өрт салдарынан 50 ppm жоғары түгінді анықтайтын температура DHT 11 сенсорын және түгін MQ2 сенсорын іске қосады. Дыбыстық сигналды естіген кезде Ғаламдық позициялау жүйесі (GPS) өрт сөндіру бас станциясының GSM модуліне оның орналасқан жері туралы хабарлайтын мәтіндік хабарлама жібереді. 3.7-суретте жүйенің технологиялық схемасы берілген [19].



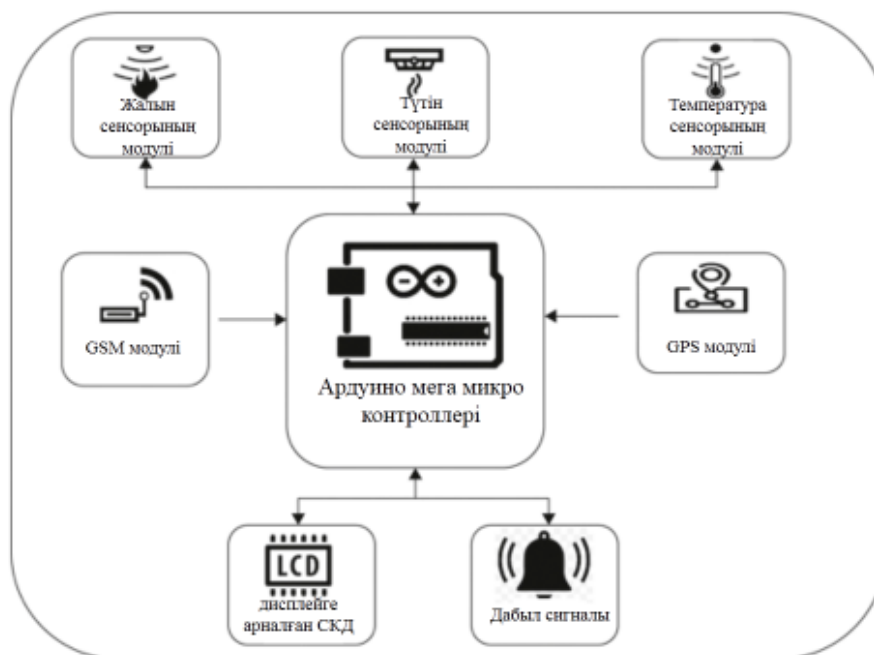
3.7-сурет – Жүйе ағынының диаграммасы

3.4 Аппараттық құралдарға қойылатын талаптар

3.2-кесте жүйенің аппараттық қамтамасыз ету талаптарын бейнелейді, ал 3.8-суретте осы жүйе үшін пайдаланылатын аппараттық құрал құрамдастары көрсетілген.

Кесте 3.2 – Жүйенің аппараттық талаптары

Жабдық қажет	Техникалық сипаттама	Мақсат
Arduino микроконтроллері	14 сандық кіріс және шығыс түйреуіштері бар ATmega328P	Микроконтроллерді және барлық компоненттерді қолдауға арналған
Түтін детекторының сенсоры	5 V шағын сезімталдықты түтін сенсоры	СТГ, табиғи газ, CH ₄ және темекі түтінін анықтайды
Температура сенсоры	DHT 11	Температураны сезіну үшін
Жалын сенсоры	IR жалын сенсоры	760 nm–1100 nm диапазонында толқын ұзындығын анықтайды.
GPS модулі	NEO 6 m	Бойлық пен ендік координаталарын анықтау үшін
GSM модулі	SIM 900 A	Өрт сөндіру бекетіне координаттары бар өрт хабарын жіберу.
Секіргіш сымдар	Коннекторлары бар 150 мм сымдар	Arduino және басқа құрылғылар арасында қосылу үшін
СКД	16 × 2 екі жолды СКД	Жүйе күйін көрсету үшін
Үлкен нан тақтасы	Қуат және жерге қосу үшін	Arduino-мен қосымша қосылымды қосу үшін
USB кабелі	Стандартты USB кабелі	Компьютер мен Arduino арасындағы байланыс



3.8-сурет – Аппараттық құрамдас бөліктер

3.5 Микроконтроллерді салыстыру

Әртүрлі микроконтроллерлердің қысқаша салыстыруы 3.3-кестеде берілген.

Кесте 3.3 – Микроконтроллерлерді салыстыру

Қасиеттер	Arduino (пайдаланылған)	ESP32	Raspberry Pi
Жүйе	Микроконтроллер	Бір борттық компьютер	Бір тақталы компьютер
Қолдану аймағы	Сенсорларды қосу IoT қолданбаларына мүмкіндік береді	Сенсорлық қосылым және Wi-Fi модульдері	Сенсорлық қосылым
Операциялық жүйе	Операциялық жүйе қажет емес	Операциялық жүйеде іске қосу	Операциялық жүйеде іске қосыңыз
Бағасы [35]	5–10\$	10-15 доллар	50\$
Артықшылықтары	Оны бағдарламалау оңай және сенсор мәндерін оқуға өте ыңғайлы	Көп арналы	Түрлі операциялық жүйелермен икемді
Қуатты тұтыну	175 мВт	400 мВт	700 мВт

3.9-суреттегі блок-схема жалпы компоненттердің Arduino-мен байланысын көрсетеді.



3.9-сурет – Жүйенің блок-схемасы

3.6 Бағдарламалық қамтамасыз ету талаптары

3.6.1 Arduino IDE

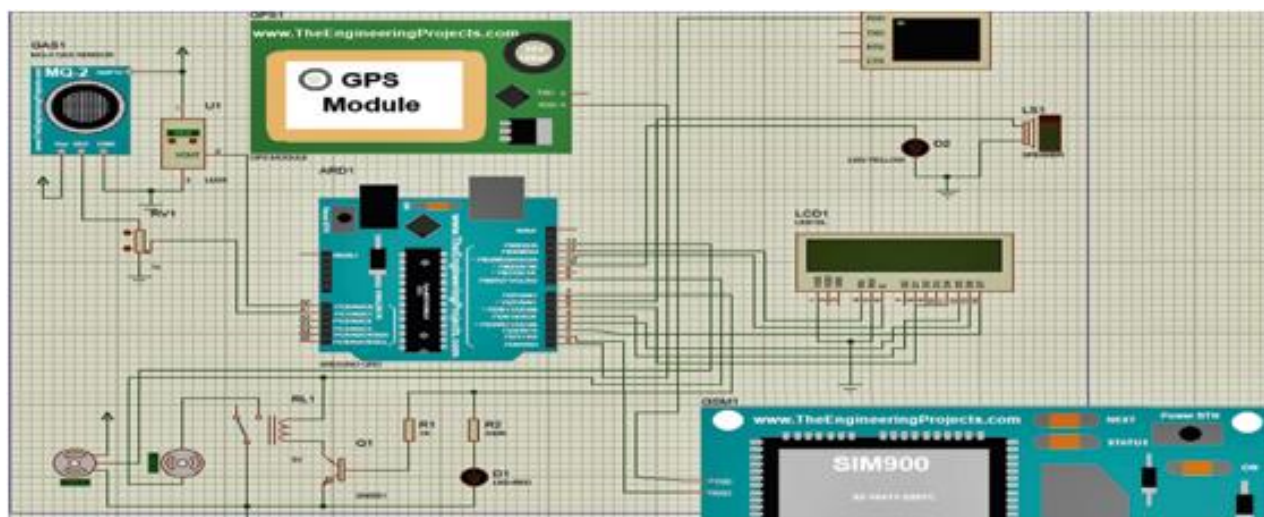
Тасымалдау процесінде Arduino IDE C# бағдарламалау тақтаны COM1 немесе COM2 сияқты сериялық порт арқылы ДК-ге қосу үшін қолданылады [15]. Модельіңізге қарамастан, Arduino UNO құрылғысындағы ATmega328 чипіне аппараттық бағдарламашысыз жаңа кодты жүктеп салуға болады. Чип байланыс үшін STK500 протоколын пайдаланады [16].

3.6.2 C# тілі

Жүйе интерфейсі бағдарламаның орталық бөлігінде C# бағдарламалау тілі арқылы құрастырылған [18]. SQL дерекқоры хабарлама мазмұнына, өрт сөндіру станциясының географиялық орналасуына, координаттарға және телефон нөміріне қатысты ақпаратты сақтайды.

3.6.3 Жүйе тізбегі

Өрт, жоғары температура немесе түтін датчигі анықтаған жағдайда, ол GPS модулін алдымен өзі орналасқан жердің координаттарын алу арқылы сұрайды, содан кейін оны Arduino арқылы бағыттайды. Одан кейін өрт туралы хабарлама және сәйкес координаттар өрт сөндіру станциясына жіберіледі [3]. Proteus бағдарламалық жасақтамасындағы бүкіл схеманың нақты уақыт режимінде модельдеу 3.10-суретте көрсетілген.



3.10-сурет – Жүйенің схемасын модельдеу

Бастапқыда барлық сенсорлар сыналады және түйреуіштер 3.4-кестеде көрсетілгендей Arduino түйреуіштеріне қосылады.

Кесте 3.4 – Аппараттық қосылымдар

Модульдер	түйреуіштер
GPS TX	Arduino RX пин 0
GSM TX	Arduino пин 8
GSM RX	Arduino пин 9
MQ2	Аналогтық Arduino A0 істікшесі
СКД панелі	4, 5, 6, 7, 11 және 12 түйреуіштер
Жалын сенсоры	2 түйреуіш
Дабыл	13 түйреуіш
DHT 11	3 түйреуіш

3.7 Аппараттық құралдарды жинақтау

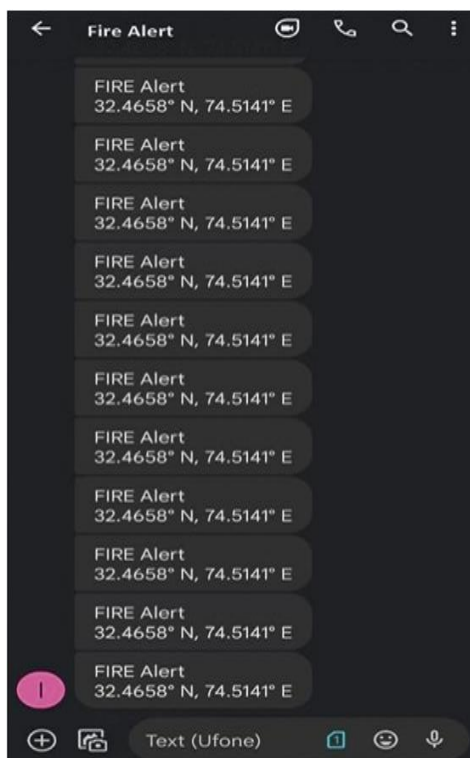
3.11-суретте жүйенің аппараттық жинағы бейнеленген.



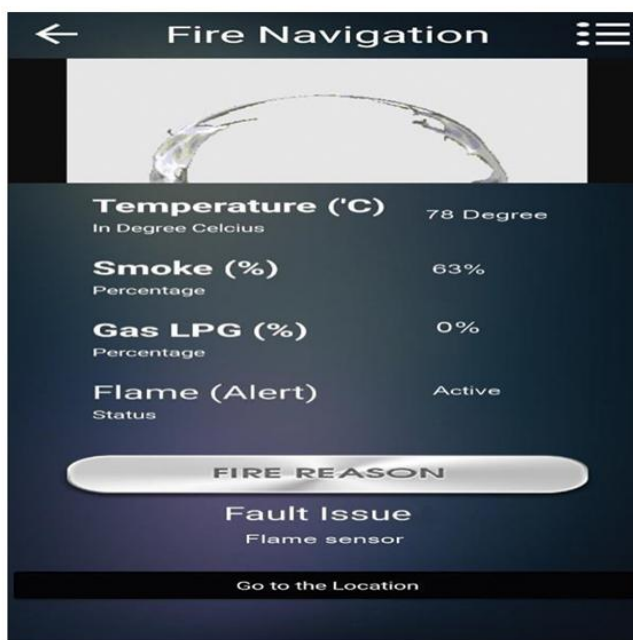
3.11-сурет – Аппараттық жинақ

3.10-суретте көрсетілген экран қысқашалары навигациялық жүйе сіріңке жәшігінің отында сыналғанда алынған нәтижелерді суреттейді. GPS деректері өрті анықтау арқылы $74,5141^{\circ}\text{E}$ ендік және $32,4658^{\circ}$ бойлық бойынша жасалады. Өрт детекторлары дыбыстық сигнал шығарады және «өрт туралы ескерту» хабарламасы және GPS координаттары түрінде анықталған өрттің

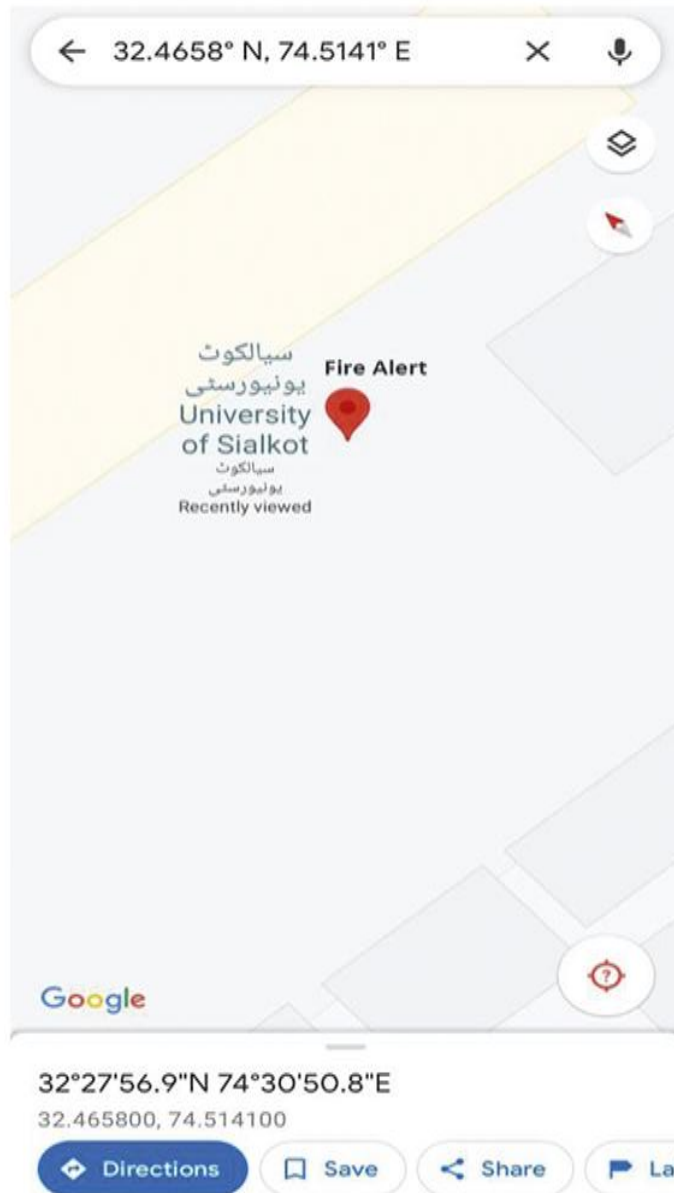
орналасқан жері туралы хабарлама жібереді. 3.12 және 3.13-суреттер нақты уақыттағы бақылау үшін мобильді қолданба арқылы алынған, алынған хабарды және ескерту мақсатын көрсетеді. 3.12-суретте орын координаттарымен өрт оқиғасының нақты орны көрсетілген.



3.12-сурет – GSM арқылы SMS хабарлама



3.13-сурет – Мобильді қолданбаның пайдаланушы интерфейсі



3.14-сурет – Орын координаттары

3.5-кестеде тиімділік, мүмкіндіктер және модульдер бойынша қолданыстағы жүйелермен жұмысымыздың қысқаша салыстырмалы талдауы берілген.

Бұл бөлімде осы жүйенің сынақтан кейінгі және сынақ алдындағы нәтижелері талқыланады және түсіндіріледі.

Бұл IoT негізіндегі өрт дабылы өрт сөндіру станциясын өрт оқиғасының орнын көрсетеді. Бұл бөлім сынақты аяқтауға көмектесу үшін сәйкес сауалнаманы ұсыну арқылы бағалау үшін өндірістік жұмысшылармен (жүйе орнатылған және сыналған) және өрт сөндірушілермен аяқталады.

Кесте 3.5 - Жұмысымызды бар жұмыстармен салыстыра талдау

Жүйе дәлдігі	70 %	Анықталмаған	Тек тұжырымдамалық негіз	Анықталмаған	Анықталмаған	Нақты уақытта іске асыру жоқ	Тек ұсынылған үлгі	Анықталмаған	Іске асыру жоқ	Жақсартылған жауап уақыты
үнемді	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Ерте ескерту хабарландыруы	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
Оқиғаны қадағалау	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Дабыл сигналы	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Оқиғаның координаттары	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓
Су шашады	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Жалын сенсоры	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Түтін сенсоры	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Температура сенсоры	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
Практикалық іске асыру	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓



3.15-сурет – Үйдің макеті

ҚОРЫТЫНДЫ

Өртті анықтау технологиясы мен жүйелерін жетілдіру жалғасуда. Өнеркәсіп, үкімет және зерттеушілер бір-бірінен үйреніп, пайдалануға оңай бақылау тақталары мен онлайн бақылау жүйелерінде деректерді талдау үшін желілерді бұлтқа қосуда. Бағдарламалық жасақтама тұтынушыларға AI және машиналық оқытуды анықтауға үйретуге және пайдалануға көмектеседі. Бұл жүйелердің ұлғаюы, әсіресе мемлекет қаржыландыратын зерттеуге негізделген жүйелер, Интернет арқылы қол жетімді кең ауқымды түсініктерді ұсыну үшін бір-бірімен байланысады.

Бірақ үлкен аумақта отынды азайтуға келгенде, белгіленген жағу әлі де таңдау құралы болып табылады. Заманауи технологиялар бізге ежелгі әдісті қайда және қашан қолдану керектігін анықтауға көмектеседі.

Бұл жүйемен біздің басты мақсатымыз - адам өміріндегі көптеген шығындар мен экономикалық шығындарды азайту. Микроконтроллерге, GSM және GPS модульдеріне біріктірілген сенсорлардың көмегімен ол өрттерді анықтай алады. Ақаулық анықталған жағдайда хабарлама SMS арқылы жіберіледі. Оқиға орнында жылдам әрекет ету үшін өрт сөндіру бөлімшесіне жіберілген хабарламаны Google Maps қолданбасында бойлық пен ендікпен бірге көруге болады. Біз жүйені нақты уақыт режимінде енгізу және «Rescue 1122 Sialkot, Pakistan» көмегімен сынақтан өткіземіз. Өрт сөндірушілер мен өндірістік бөлімше жұмысшыларының әрекетін бағалау үшін сауалнама жүргізіледі. Біз жүйе нәтижелерін өрт сөндіру станциясының жауап беру уақытының деректерімен салыстырамыз, бұл қолмен және жүйемен жасалған қоңырауға жауап беру уақыты арасындағы айтарлықтай айырмашылықты көрсетеді. Болашақта оны төтенше жағдайды бақылау бөлігіне бейнежазбаны жіберу және онлайн режимінде жағдайды сипаттау үшін жіберілетін бөлікке камера сияқты аппараттық құралдарды қосу үшін оны одан әрі дамытуға болады. Болашақта оны төтенше жағдайды бақылау бөлігіне бейнежазбаны жіберу және онлайн режимінде жағдайды сипаттау үшін жіберілетін бөлікке камера сияқты аппараттық құралдарды қосу үшін оны одан әрі дамытуға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Korean National Fire Agency, National Fire Date System <https://www.nfds.go.kr/stat/general.do> (accessed 6.1.22).
2. *Administrative Audit Data for Seoul Fire and Disaster Headquarters*. 2019. [[Google Scholar](#)]
3. Sarvari, Alireza et al., A new tunnel fire detection and suppression system based on camera image processing and water mist jet fans, *Heliyon*, Volume 5, Issue 6, e01879 10.1016/j.heliyon.2019.e01879. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)]
4. Mashhadimoslem, Hossein et al., Analysis of deep learning neural network combined with experiments to develop predictive models for a propane vertical jet fire, *Heliyon*, Volume 6, Issue 11, e05511 10.1016/j.heliyon.2020.e05511. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)]
5. Yang Z., Shi W., Huang Z., Yin Z., Yang F., Wang M. *IEEE 18th International Conference on Communication Technology (ICCT)* 2018. Combining Gaussian mixture model and HSV model with deep convolution neural network for detecting smoke in videos; pp. 1266–1270. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Çetin A. Enis, et al. Video fire detection–Review. *Digit. Signal Process.* 2013;23(6):1827–1843. doi: 10.1016/j.dsp.2013.07.003. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Tan Wei, et al. *International Conference on Information Acquisition. IEEE.* 2007. Mine fire detection system based on wireless sensor network; pp. 148–151. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Zhang Junguo, et al. Forest fire detection system based on a ZigBee wireless sensor network. *Front. For. China.* 2008;3(3):369–374. doi: 10.1007/s11461-008-0054-3. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
9. Saeed Faisal, et al. IoT-based intelligent modeling of smart home environment for fire prevention and safety. *J. Sens. Actuator Netw.* 2018;7(1):11. doi: 10.3390/jsan7010011. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Rachman F.Z., Hendrantoro G., Wirawan . *8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)* 2020. A fire detection system using multi-sensor networks based on fuzzy logic in indoor scenarios; pp. 1–6. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Sowah R., Ofoli A.R., Krakani S., Fiawoo S. *IEEE Industry Application Society Annual Meeting.* 2014. Hardware module design of a real-time multi-sensor fire detection and notification system using fuzzy logic; pp. 1–6. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
12. R. A. Sowah, A. R. Ofoli, S. N. Krakani and S. Y. Fiawoo, "Hardware Design and Web-Based Communication Modules of a Real-Time Multisensor Fire Detection and Notification System Using Fuzzy Logic," in *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 53, no. 1, pp. 559-566, Jan.-Feb. 2017, 10.1109/TIA.2016.2613075. [[CrossRef](#)]
13. Devi A.A.P.B.S., Istikmal, Karna N. *IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile (APWiMob)* 2019. Design and implementation of fire detection system using fuzzy logic algorithm; pp. 99–104. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

14. Ross T.J. *McGraw-Hill Inc.* 1995. Fuzzy logic with engineering applications; pp. 82–126. [[Google Scholar](#)]
15. Cox E. *Academic Press Inc.* 1995. Fuzzy system handbook; pp. 260–265. [[Google Scholar](#)]
16. George J.K. vols. 13–46. Prentice Hall; 1995. (Fuzzy Set Theory, Foundation and Applications). [[Google Scholar](#)]
17. Duțu Liviu-Cristian, Mauris Gilles, Bolon Philippe. A fast and accurate rule-base generation method for Mamdani fuzzy systems. *IEEE Trans. Fuzzy Syst.* 2017;26.2:715–733. doi: 10.1109/TFUZZ.2017.2688349. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
18. Logic F. 2009. PID and Fuzzy Logic Toolkit User Manual. [[Google Scholar](#)]
19. Zuo Hua, et al. Fuzzy regression transfer learning in Takagi–Sugeno fuzzy models. *IEEE Trans. Fuzzy Syst.* 2016;25.6:1795–1807. doi: 10.1109/TFUZZ.2016.2633376. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
20. Daegu . 2018. Seomun Market District 4 Fire Accident Response White Paper. [[Google Scholar](#)]
21. The 75th National Policy Coordination Conference, “Comprehensive Negative Regulatory Transition Plan”, 2019.4.18.
22. Korean National Fire Agency . *Technical Standards for Type Approval and Product Inspection of Fire Extinguishing Agents*. 2019. <https://www.law.go.kr/admRulSc.do?menuId=5&subMenuId=41&tabMenuId=183&query=%EA%B0%90%EC%A7%80%EA%B8%B0%EC%9D%98%20%ED%98%95%EC%8B%9D#AJAX> accessed 6.1.22. [[Google Scholar](#)]
23. Korea Fire Industry Cooperative, “Recommended Useful Life of Firefighting Equipment”.
24. Hamilton Scott. Intel research expands Moore's law. *Computer.* 2003;36.1:31–40. doi: 10.1109/MC.2003.1160054. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
25. Vogel Marlin, et al. *26th Annual IEEE Semiconductor Thermal Measurement and Management Symposium (SEMI-THERM)*. *IEEE*. 2010. Low-profile heat pipe heat sink and green performance characterization for next generation CPU module thermal designs; pp. 145–150. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
26. Soule C. Future trends in heat sink design. *Electronics Cooling*. 2001;7(1):1827. [[Google Scholar](#)]

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ШІКІРІ
ДИПЛОМДЫҚ ЖОБАҒА

Наурызбай Әсел Сұлтанқызы

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: «Өрт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін модельдеу»

«Өрт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін модельдеу» тақырыбындағы дипломдық жобаны пәндік саланы терең түсінетін студент ұсынады және мұқият талдау мен зерттеудің нәтижесі болып табылады.

Жұмыста датчиктердің жұмыс принциптерін, ақпаратты беру әдістерін және сигналдарды өңдеу алгоритмдерін қоса алғанда, өрт дабылы жүйелерінің жұмыс істеуінің негізгі аспектілері қарастырылды. Студент заманауи әдістер мен құралдарды қолдана отырып, жүйені модельдеуді дамыта отырып, теориялық білімді практикада қолдана білетіндігін көрсетті.

Жүйенің тиімділігін талдау әдістеріне және өрт жағдайларын анықтау және оларға жауап беру процесін оңтайландыру үшін мүмкін болатын жақсартуларға ерекше назар аудару керек. Жұмыс қауіпсіздік пен автоматтандыру саласының дамуына құнды үлес болып табылады және осы бағыттағы қосымша зерттеулерге негіз бола алады.

Студент, Наурызбай Әсел Сұлтанқызы дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс «**95/A-/ өте жақсы**» деп бағаланды, ал **Наурызбай Әсел Сұлтанқызын** 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Ғылыми жетекші
ЭТЖТТ каф. қауымдастырылған,
профессоры, PhD
Хабай А.

«29» 05 2024 ж.



Дипломдық жобаға
РЕЦЕНЗИЯ

Наурызбай Әсел Сұлтанқызы

6В06201 Телекоммуникация

Тақырыбына: «Өрт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін модельдеу»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 21 парақ;
б) түсініктеме 67 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

«Өрт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін модельдеу» тақырыбындағы дипломдық жоба өрт дабылы жүйелерінің қауіпсіздігі мен автоматтандыру саласына елеулі үлес болып табылады. Жоба авторлары жүйенің тиімділігін оңтайландыру және жақсарту мақсатында өрт дабылы датчиктері арасында ақпарат алмасу процестерін кешенді талдау мен модельдеуді ұсынады.

Бұл жобаның басты артықшылықтарының бірі оның ғимараттар мен объектілердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету контекстіндегі өзектілігі болып табылады. Өрт дабылы жүйелері өртті ерте анықтауда және алдын алуда маңызды рөл атқарады және олардың сенсорлары арасындағы ақпарат алмасу процестерін модельдеу бұл жүйелерді сенімдірек және тиімдірек етуге көмектеседі.

Айта кету керек, жоба өрт дабылы жүйелерінің техникалық, бағдарламалық және ұйымдастырушылық аспектілерін қамтитын кешенді зерттеу болып табылады. Бұл ақпарат алмасу процестерін модельдеуге ғана емес, сонымен қатар олардың жүйенің жалпы тиімділігі мен сенімділігіне әсерін талдауға мүмкіндік береді.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған. Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жұмыс «өте жақсы» (95%) деген баға, ал студент Наурызбай Әсел Сұлтанқызын 6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасының «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар бакалавры» дәрежесіне лайықты деп санаймын.

Рецензент:

ҚазҰАЗУ, PhD, «Энергияны үнемдеу және автоматика» кафедрасының меңгерушісі

А.К. Молдажанов

« 29 »

2024 ж. қалық
ФАКУЛЬТЕТІ

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Наурызбай Әсел Сұлтанқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Өрт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін модельдеу

Научный руководитель: Сұңғат Марксұлы

Коэффициент Подобия 1: 1.3

Коэффициент Подобия 2: 0.2

Микропробелы: 105

Знаки из других алфавитов: 15

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:

2024-05-24

Дата



Сұңғат Марксұлы

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Наурызбай Әсел Сұлтанқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Өрт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін модельдеу

Научный руководитель: Сұңғат Марқсұлы

Коэффициент Подобия 1: 1.3

Коэффициент Подобия 2: 0.2

Микропробелы: 105

Знаки из здругих алфавитов: 15

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.

Заимствования 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:

2024-05-24

Дата

Заведующий кафедрой



**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: Наурызбай Әсел Сұлтанқызы

Тақырыбы: Өрт дабыл датчиктері арқылы берілетін ақпаратты бөлісу жүйесін модельдеу

Жетекшісі: Сұңғат Марксұлы

1-ұқсастық коэффициенті (30): 1.3

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.2

Дәйексөз (35): 2.6

Әріптерді ауыстыру: 15

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 105

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:

2024-05-24

Күні

Кафедра меңгерушісі

