

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

Қәдірқызы Ақпейіл

«IoT негізінде ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру жүйесін
жасау»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2025 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.Таштай

« 20 » 05 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «IoT негізінде ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру
жүйесін жасау»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:



Қәдірқызы А.

Пікір беруші

М.Тынышбаев атындағы АЛТ
университеті, PhD, «АКТ»
кафедрасының ассистент
профессоры

Мәдібайұлы Ж.
« 20 » 05 2025 ж.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ, ф.м.ғ.к, Электроника,
телекоммуникация және ғарыштық
технологиялар кафедрасының
Қауымдастырылған профессоры

Жунусов Қ.Х.
« 20 » 05 2025 ж.

Алматы 2025 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 » 01 2025 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Қадірқызы Ақпейіл*

Тақырыбы *«IoT негізінде ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру жүйесін жасау»*

Университет ректорының «29» қаңтар 2025 ж. №26 П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: 1) Негізгі платформа: *Raspberry Pi* немесе *Libre Computer AML-s905X-CC Le Potato*. 2) Бейнежазба жазуға арналған камера (*1080 web camera*). 3) *Wi-Fi* модулі (*ESP8266* немесе кіріктірілген). 4) Байланыс интерфейстері (мысалы, *Telegram*). 5) Биометриялық мәліметтерді алу үшін сенсорлар. 6) Энергия көзі: *5B* тұрақты ток көзі немесе аккумулятор.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі: а) *IoT* технологиясы негізінде автоматтандыру жүйелерін зерттеу. б) Ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру алгоритмін әзірлеу. в) Бейнежазба модулімен жұмыс алгоритмдерін жобалау және баптау. г) Жобаның әрі қарай дамуы үшін *IoT* платформалары. д) Қолданушылар үшін ыңғайлы интерфейс әзірлеу (веб немесе мобильдік). е) Жүйені тестілеу және оның тиімділігін бағалау.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 1) *Monk, S. (2022). Programming the Raspberry Pi: Getting Started with Python. McGraw-Hill Education. ISBN: 978-1264257352.* 2) *Виллен М. "IoT-программирование. Создание приложений для интернета вещей." ISBN: 978-5-4461-1477-6.* 3) *Петин В. "Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. 2-е изд." 4) Официальная документация ESP32, Wi-Fi модулей және дисплейлер. 5) Говорун Е. "Интернет вещей: основы и применение." ISBN: 978-5-496-03092-9.*

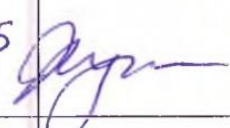
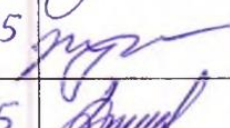
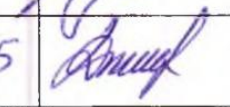
дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

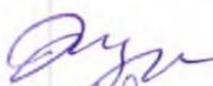
Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2025 - 01.02.2025	орындау
Теориялық ақпарат	01.02.2025 - 01.03.2025	орындау
Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу	01.03.2025 - 30.05.2025	орындау

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	Жунусов К.Х. ЭТЖҒТ каф. қауым.профессоры, ф-м.ғ.к.	13.03.2025	
Теориялық ақпарат	Жунусов К.Х. ЭТЖҒТ каф. қауым.профессоры, ф-м.ғ.к.	29.04.2025	
Норма бақылау	Досбаев Ж.М. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, PhD	19.05.2025	

Ғылыми жетекшісі

 Жунусов К.Х.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

 Кәдірқызы А.

Күні «05» ақпан 2025 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс Заттар Интернеті (IoT) технологиясы негізіндегі автоматтандырылған жүйелердің даму үрдісіне, техникалық мүмкіндіктеріне және қолдану салаларына жан-жақты шолу жасауға арналған. Зерттеуде IoT тұжырымдамасы мен негізгі компоненттері, желілік топологиялар, платформалық шешімдер, аппараттық құрылғылардың сипаттамалары, сондай-ақ хабарлама және ескерту жүйелерінің автоматтандырылуы жан-жақты қарастырылады. Сонымен қатар, жүйелердің қауіпсіздік, үйлесімділік, масштабталу мәселелері және шешу жолдары талданған. Жоба аясында биометриялық аутентификация негізіндегі Telegram арқылы басқарылатын интеллектуалды қауіпсіздік жүйесі құрастырылып, оның архитектурасы, хабарлама алгоритмі және жүйелік модульдері толық сипатталған. Жүйе нақты уақыт режимінде әрекет етеді және Telegram мессенджері арқылы пайдаланушымен өзара әрекеттесе алады.

АННОТАЦИЯ

Данная выпускная работа посвящена всестороннему обзору автоматизированных систем, основанных на технологиях Интернета вещей (IoT). В исследовании рассмотрены концепция IoT и её ключевые компоненты, типология сетевой топологии, функциональные возможности платформ, аппаратные компоненты, а также реализация автоматизированной системы оповещения и уведомлений. Особое внимание уделено проблемам безопасности, совместимости и масштабируемости, а также подходам к их решению. В рамках проекта была разработана интеллектуальная система безопасности, управляемая через Telegram и основанная на биометрической аутентификации по отпечаткам пальцев. Система действует в реальном времени, взаимодействует с пользователем через Telegram-бот и интегрируется с IoT-платформами.

ABSTRACT

This thesis provides a comprehensive overview of automation systems based on Internet of Things (IoT) technologies. It explores the fundamental concepts of IoT, key components, network topologies, hardware features, platform capabilities, and the design of automated alert and notification systems. Special focus is given to challenges such as security, interoperability, and scalability, with suggested technical solutions. As part of the project, a smart security system based on biometric fingerprint authentication and integrated with a Telegram bot was developed. The system operates in real-time, interacts with users via Telegram, and supports integration with IoT platforms.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 IoT технологиясы негізіндегі автоматтандыру жүйелеріне шолу	8
1.1 IoT тұжырымдамасы және негізгі компоненттеріне шолу	8
1.2 Автоматтандырылған ескертпе және хабарлама жүйелерінің типологиясы	11
1.3 IoT платформаларының функционалдық және техникалық мүмкіндіктері	15
1.4 Аппараттық компоненттерге шолу	18
2 IoT жүйесін құруға арналған аппараттық және бағдарламалық құрамдарды салыстырмалы талдау	23
2.1 Контроллер платформаларын салыстыру	23
2.2 Wi-Fi модульдерінің интеграциясы және өнімділігі	27
2.3 IoT платформаларының салыстырмалы бағасы және қолдану ыңғайлылығы	29
2.4 Қуат көздерін есептеу және тиімділігін бағалау	30
3 IoT негізінде автоматтандырылған хабарлама жүйесін жобалау және іске асыру	37
3.1 Жүйе архитектурасын жобалау	37
3.2 Хабарлама мен ескертпелерді автоматтандыру алгоритмін әзірлеу	39
3.3 Модульдерімен жұмыс істеу алгоритмдері	41
3.4 IoT платформаларымен интеграция және веб/мобильдік интерфейс жасау	44
3.5 Жүйені тестілеу және тиімділігін бағалау	49
Қорытынды	52
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	53

КІРІСПЕ

Қазіргі заманда ақпараттық технологиялардың жедел дамуы көптеген салаларда автоматтандыру жүйелерін ендіру қажеттігін тудырып отыр. Әсіресе, Заттар Интернеті (Internet of Things, IoT) тұжырымдамасының дамуымен бірге құрылғылардың бір-бірімен өзара байланысып, деректерді жинап, өңдеп және шешім қабылдау процесін автономды түрде іске асыру мүмкіндігі кеңейді. IoT технологиясы тек өндірісте емес, сонымен қатар тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық, денсаулық сақтау, ауыл шаруашылығы, көлік, қауіпсіздік сияқты өмірдің түрлі салаларында кеңінен қолданылып келеді.

IoT негізіндегі автоматтандыру жүйелері адамның қатысуын азайтып, процестерді оңтайландыруға және ресурстарды үнемдеуге жол ашады. Мысалы, ақылды үй жүйелері жарықты, температураны немесе қауіпсіздікті автоматты түрде реттейді, ауыл шаруашылығында топырақтың ылғалдылығын бақылап, суды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл тек өмір сапасын арттырып қана қоймай, сонымен қатар қоршаған ортаны қорғау мен энергия тиімділігін де қамтамасыз етеді.

Осыған байланысты, дипломдық жұмыс шеңберінде IoT технологиясы негізіндегі автоматтандырылған хабарлама және ескерту жүйелеріне жан-жақты шолу жасалып, олардың архитектурасы, аппараттық және бағдарламалық құрамдары, байланыс тәсілдері мен платформалық шешімдері қарастырылады. Сонымен қатар, нақты мысал ретінде қауіпсіздікке бағытталған Telegram-бот арқылы басқарылатын биометриялық жүйе жобаланып, оның техникалық тиімділігі бағаланады.

Зерттеу мақсаты – IoT технологиялары негізінде автоматтандырылған хабарламалар жүйесін құра отырып, оның функционалдығын, сенімділігін және интеграция мүмкіндіктерін талдау.

Жасалған жүйені IoT платформалармен интеграциялау және веб-интерфейс мүмкіндігін көрсету.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы – ұсынылған жүйенің тұрғын үй, оқу орындары, кеңселер мен шағын кәсіпорындарда қолдануға болатындығында. Сонымен қатар, жүйе болашақта қосымша модульдермен кеңейтіліп, басқа IoT платформалармен оңай біріктіріле алады.

Осылайша, IoT технологиясы негізіндегі автоматтандыру жүйелеріне шолу жасау – заманауи цифрлық трансформацияның маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Бұл зерттеу өзектілігі мен практикалық мәні жоғары мәселелерді шешуге бағытталған.

1 IoT технологиясы негізіндегі автоматтандыру жүйелеріне шолу

1.1 IoT тұжырымдамасы және негізгі компоненттеріне шолу

Заттар Интернеті (IoT) - бұл деректерді жинауға және бөлісуге мүмкіндік беретін сенсорлармен, бағдарламалық жасақтамамен және желілік қосылыстармен жабдықталған физикалық құрылғылардың, көлік құралдарының, тұрмыстық техниканың және басқа физикалық объектілердің желісі [1].

IoT технологиясы негізіндегі автоматтандыру жүйелері бүгінде ерекше өзекті болып отыр, өйткені түрлі салаларда –көлік, өнеркәсіпте, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылығы, ауыл шаруашылығында мен тұрмыста – жұмысты жеңілдетіп, шығындардың аз болуына және процестерді тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Құрылғылардың бір-бірімен интернет арқылы әрекеттесуі және мәліметтерді автоматты түрде өңдеуі адамның қатысуын азайтып, уақытты үнемдеуге көмектеседі және қауіпсіздікті арттырады. Заман талабына сай, бұл технологиялар цифрлық трансформация мен "ақылды" жүйелер құрудың негізгі құралына айналуға, сондықтан IoT негізіндегі автоматтандыру жүйелерін зерттеу және дамыту - заман талабына сай қажеттілік деп ойлаймын.

Электронды құрылғылар негізінен XIX ғасырдың басынан бастау алады. Телеграфтың пайда болуы және оның кодталған сигнал арқылы қашықтыққа ақпарат беруі осы кезде басталды. Бірақ Заттар Интернетінің өзі 1960 жылдардың аяғында пайда бола бастады. Зерттеушілер сол кезде компьютер мен жүйелерді қосуды зерттеп бастады. Мысалы айтатын болсақ, АҚШ Қорғаныс министрлігінің жетілдірілген ғылыми жобалар агенттігі (ARPA) құрған ARPANET желісі, желі заманауи интернеттің бастамасы болды. 1970 жылы кәсіпорындар, үкіметтер мен тұтынушылар дербес компьютерлерді (ДК) және басқа машиналарды бір-біріне қосу жолдарын зерттей бастады. 1980 жылдарға қарай жергілікті есептеу желілері (LAN) нақты уақыт режимінде бірнеше компьютерлер арасында құжаттарды, деректерді және басқа ақпаратты бөлісудің тиімді және кеңінен қолданылатын әдісіне айналды.

1990 жылдардың ортасында Интернет бұл мүмкіндіктерді бүкіл әлемде кеңінен қолдануға мүмкіндік берді. Сонымен зерттеушілер адамдар мен машиналардың әрекеттесуін жақсарту үшін зерттеулерін ары қарай жалғастырды. 1997 жылы Массачусетс технологиялық институтындағы автоматты сәйкестендіру орталығының негізін қалаушы Британдық технолог Кевин Эштон физикалық құрылғыларға микрочиптер мен сымсыз сигналдар арқылы қосылуға мүмкіндік беретін радиожелілікті сәйкестендіру (RFID) технологиясын зерттеп бастады. Сонымен қатар, қозғалысты, ылғалдылық деңгейін, температураны, желдің бағытын, дыбысты, жарықтандыруды, кескіндерді, дірілдерді және басқа да көптеген жағдайларды өлшей алатын және геолокация арқылы адамның немесе құрылғының орналасқан жерін анықтай

алатын күрделі датчиктер пайда болды. Бұл зерттеулер цифрлық құрылғылармен де, физикалық нысандармен де нақты уақыт режимінде өзара әрекеттесуге мүмкіндік берді. Мысалы, Apple AirTag сияқты бақылау чипін әмиян немесе чемоданға қосу арқылы оның орналасқан жерін анықтауға болады. Сандық құрылғыға чип орнату арқылы жоғалған немесе ұрланған жағдайда оның орналасқан жерін бірден анықтауға болады. Содан кейін смартфондар мен планшеттер сияқты мобильді құрылғылардың кең таралуымен және сымсыз байланыстың кең таралуымен адамдар мен заттарды бір-біріне іс жүзінде қосу мүмкін болды.

Заттар Интернеті дами береді. Бүгінгі күні ол көптеген пайдалану жағдайларын қолдайды, соның ішінде ультра күрделі модельдеу үшін қолданылатын жасанды интеллект, сумен жабдықтау көздеріндегі ластаушы заттарды анықтайтын сенсорлық жүйелер және ауылшаруашылық жануарлары мен дақылдарын бақылау жүйелері. Мысалы, енді жануарлардың орналасқан жері мен денсаулығын қадағалап, дақылдарға судың, тыңайтқыштардың және пестицидтердің оңтайлы дозаларын қашықтықтан енгізуге болады [2].

IoT автоматизациясы қарқынды дамып келеді. Дамыған сайын күрделі мәселелер пайда болуда. Басты проблемалардың бірі ол – қауіпсіздік. Құрылғылардың көбісі әлі толық қорғалмаған, егер олар жүйелі түрде жаңартылып отырмаса немесе шифрлау қолданылмаған жағдайда, бұзылуға оңай. Стандарттар мен протоколдар әртүрлі болу себебімен, құрылғылар мен жүйелердің байланысуында түсініспеушіліктер болып жатады – бұл үйлесімдік мәселесін тудырады. IoT - жаңа сала болғандықтан білікті мамандардың тапшылығы мәселесі тағы бар. Құрылғылардың техникалық шектеулері де көп: көбінің қуаты аз, жады шектеулі, батареямен жұмыс істейтін болғандықтан, ұзақ әрі күрделі процестерге шыдамайды. IoT жүйесін енгізу қымбатқа түседі - жабдық сатып алу, желіге қосу, жүйені баптау көп шығынды қажет етеді, ал оның қашан және қалай қайтарымы болатыны әрдайым анық емес. Құрылғылар саны артқан сайын оларды басқару да қиындай түседі - жүйе баяулап, қателіктер пайда болуы мүмкін. Бұған қоса, көптеген елдерде деректерді жинау мен сақтау тәртібін нақтылайтын заңдар әлі толық қалыптаспаған. Ал ескі инфрақұрылым жаңа технологиялармен үйлесе бермейді. Осы қиындықтар автоматизацияның дамуын баяулатса да, оның болашағы өте үлкен.

Заттар Интернеті кейде адам мүмкіндіктерінен асып түсетін күрделі тапсырмаларды жеңілдетеді және автоматтандырады. Заттардың интернетін құрайтын қосылған құрылғылардың саны бүгінде миллиардтаған.

Интернет заттар (IoT) мен Нано Заттар Интернеті (IoNT) - цифрлық әлемнің дамуындағы екі маңызды бағыт. Mubarak Himmat, Gada Algozoli және Nazar Hammam авторлығымен жазылған «Review on the Current State of the Internet of Things and its Extension and its Challenges» мақаласында IoT жүйесінің қазіргі жағдайы, кеңеюі және оның алдында тұрған қауіпсіздік, үйлесімділік және

масштабтау мәселелері жан-жақты қарастырылады. IoT – бұл интернетке қосылған құрылғылардың бір-бірімен байланыса отырып, деректерді өңдеп, автоматты түрде шешім қабылдай алатын желісі.

1. Қауіпсіздік және құпиялылық мәселелері

IoT жүйелері күн сайын орасан көлемде деректер жинайды және бұл деректердің көпшілігі жеке немесе коммерциялық маңызы бар ақпарат болуы мүмкін. Алайда IoT құрылғыларының көпшілігі қарапайым және арзан құрылғылар болғандықтан, оларда жетілдірілген қауіпсіздік жүйелері болмайды. Бұл:

- Кибершабуылдардың (мысалы, DDoS, Man-in-the-Middle) көбеюіне себеп болады;
- Пайдаланушылардың жеке деректерінің таралу қаупін арттырады;
- IoT желілерінің сенімділігіне нұқсан келтіреді.

Мақалада авторлар шифрлау (encryption), аутентификация, деректерді тексеру және құрылғылардың қауіпсіз бағдарламалық қамтылымын жетілдіру қажеттігін атап өтеді.

2. Үйлесімділік (интероперабельдік)

IoT экожүйесі көптеген құрылғылардан (сенсорлар, контроллерлер, ақылды құрылғылар) тұрады, ал бұл құрылғылар әртүрлі өндірушілерден шығып, әртүрлі стандарттар мен протоколдарға негізделеді. Бұл:

- Құрылғылардың бір-бірімен байланыса алмауына,
- Жүйелер арасында ақпарат алмасудың қиындығына,
- IoT шешімдерін енгізу мен масштабтауда қосымша шығындардың туындауына әкеледі.

Мақалада бұл мәселені шешу үшін бірыңғай хаттамалар мен стандарттарды әзірлеу, сондай-ақ ашық архитектура негізінде жүйелерді дамыту ұсынылады.

3. Масштабталу (scalability)

IoT құрылғыларының саны жыл сайын күрт өсіп келеді. IDC зерттеуіне сәйкес, 2025 жылға қарай әлемде 75 миллиард IoT құрылғысы болуы мүмкін. Бұл:

- Желіге түсетін жүктеменің артуына,
- Серверлер мен бұлттық жүйелердің қуатын арттыру қажеттігіне,
- Деректерді өңдеу мен сақтау инфрақұрылымын оңтайландыруға деген сұранысқа әкеледі.

Авторлар бұл мәселені EDGE Computing және Fog Computing сияқты технологиялар арқылы шешуге болатынын ұсынады. Бұл тәсілдер деректерді құрылғының өзінде немесе жақын жерде өңдеуге мүмкіндік береді, яғни орталық серверге түсетін жүктемені азайтады [3].

Ал Girish Paliwal-дың «IoNT: Current State, Challenges, and Future of the Internet of Nano Things» мақаласында IoNT – яғни, нано деңгейдегі сенсорлар мен құрылғылардың интернет арқылы өзара байланысы сипатталады. Бұл технология әсіресе биомедициналық зерттеулер мен денсаулық сақтау саласында үлкен

серпіліс әкелуі мүмкін. Дегенмен, IoNT-тың да өзіндік қиындықтары бар: энергия тұтыну, деректерді дәл жеткізу, нанокұрылғылардың басқарылуы және этикалық мәселелер [4].

Екі мақала да сенсорлық құрылғылардың интеграциясы мен деректер қауіпсіздігін басты мәселе ретінде қарастырады. IoT жүйесі үшін Edge Computing және AI шешім болса, IoNT үшін кванттық есептеулер мен биосәйкестілік басты шешім жолы ретінде ұсынылған. Осылайша, екі жүйе де болашақ цифрлық әлемнің өзегіне айналуға және олардың дамуындағы басты мақсат - тұрақты, қауіпсіз және тиімді желілер құру.

Заттар Интернетінің негізі Интернет Протоколы (IP) және Таратуды Басқару Протоколы (TCP) жатыр. Бұл стандарттар мен ережелер сенсорлардың, құрылғылардың және жүйелердің интернетке және бір-бірімен қосылуына негіз болады. IoT құрылғылардағы деректерді өңдейді және ақпаратты сымды және сымсыз желілер, соның ішінде Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, 5G және LTE ұялы байланыс, радиожилікті сәйкестендіру (RFID) және жақын маңдағы байланыс (NFC) арқылы жеткізеді. Әдетте, IoT құрылғылары деректерді жинайтын IoT шлюзіне немесе EDGE құрылғыларына қосылады. Олар ақпаратты сақтайтын және өңдейтін бұлтты есептеу орталарына және одан деректерді жібереді. Желілік стандарттардың кең ауқымы деректердің ортақ пайдаланылуын және дұрыс мекенжайларға жетуін қамтамасыз етеді, осылайша физикалық әлемді цифрлық әлеммен байланыстырады.

Қосылатын құрылғылардың екі негізгі түрі бар: сандық және физикалық. Бірінші типке смартфондар, деректер ағыны медиа ойнатқыштары, мобильді төлем терминалдары, ауылшаруашылық комбайндары және реактивті қозғалтқыштар сияқты интернетке қосылу үшін арнайы жасалған машиналар мен құрылғылар кіреді. Сандық негізделген құрылғылар деректерді шығарады және басқа машиналармен машинааралық байланыс (M2M) арқылы өзара әрекеттеседі. Екінші жағынан, физикалық технологияға негізделген құрылғыларға микрочип немесе байланыс мүмкіндіктері бар сенсор кіреді [5].

1.2 Автоматтандырылған ескертпе және хабарлама жүйелерінің типологиясы

Желі топологиясы – бұл желідегі түйіндер мен байланыстардың физикалық және логикалық орналасуы. Түйіндерге әдетте коммутаторлар (switch), маршрутизаторлар (router) және осындай мүмкіндіктері бар бағдарламалар жатады. Желі топологиясы әдетте түйіндер мен олардың байланыстарын көрсететін графтар түрінде бейнеленеді. Желі топологиясы желі құрылымын және деректер трафигінің бағыттарын сипаттайды. Желі әкімшілері топология диаграммаларын пайдалана отырып, түйіндерді тиімді орналастыру мен деректер

ағынының оңтайлы жолын анықтай алады. Дұрыс жоспарланған желі топологиясы арқылы ұйымдар ақауларды жылдамырақ анықтап, оларды шешіп, деректерді тиімді әрі қауіпсіз тасымалдауды қамтамасыз ете алады.

Желі топологиясы неге маңызды?

Желі топологиясы желінің жұмыс істеу қабілетіне тікелей әсер етеді. Дұрыс таңдалған және басқарылатын топология желінің өнімділігін, энергия тиімділігін және деректерді жеткізу жылдамдығын арттыра алады.

Анықталған желі топологиясы желі әкімшілеріне ақауларды оңай табуға, ресурстарды тиімді үлестіруге және мәселелерді шешуге көмектеседі. Бұл үшін физикалық және логикалық құрылымды көрсететін диаграммалар маңызды құрал болып табылады. Сонымен қатар, топология желінің кеңейту мүмкіндігіне және қауіпсіздігіне әсер етеді. Орталықтандырылған топология қауіпсіздікті басқаруды жеңілдетеді, бірақ жүйенің бір нүктеден істен шығу қаупін арттырады. Ал бөлшектелген топологиялар бірнеше жолмен қосылу есебінен қауіпсіздікті арттырады, бірақ шабуыл бетінің кеңеюіне алып келуі мүмкін.

1.2.1 Желі топологиясының түрлері

Желі топологиясы физикалық және логикалық болып екіге бөлінеді. Физикалық топология - бұл нақты түйіндер мен байланыстардың орналасуы. Байланыс құралдарына Ethernet кабельдері, DSL, оптикалық талшықтар, микротолқындар жатады.

Негізгі топология түрлері:

- Тікелей байланыс (Point-to-point).

Екі түйін арасында бір тікелей байланыс. Қарапайым топология: тек екі құрылғы арасында деректер алмасады.



1.1-сурет – Тікелей байланыс (Point-to-point)

- Шина (Bus).

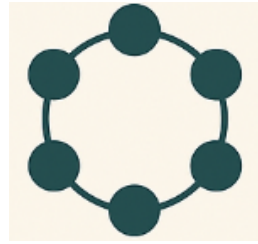
Барлық құрылғылар бір кабель бойымен тізбектей қосылған. Кабельдік желілерде кеңінен қолданылған.



1.2-сурет – Шина (Bus)

- Сақина (Ring).

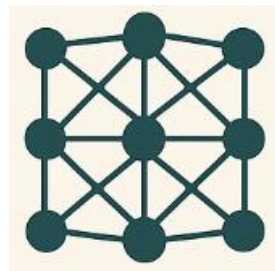
Түйіндер тұйықталған шеңберге қосылған. Деректер бір бағытта немесе екі бағытта берілуі мүмкін (екі бағытты сақиналар сенімдірек).



1.3-сурет – Сақина (Ring)

- Тор (Mesh).

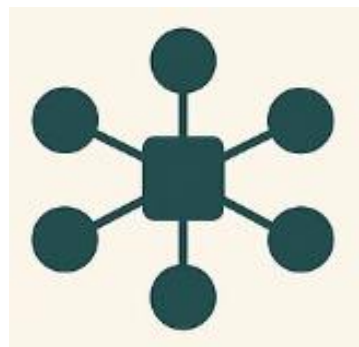
Әр түйін басқа бірнеше түйінмен байланысқан. Толық торда – барлық түйіндер бір-бірімен тікелей қосылған. Жартылай торда – кейбір түйіндер ғана бірнеше байланысқа ие.



1.4-сурет – Тор (Mesh)

- Жұлдыз (Star).

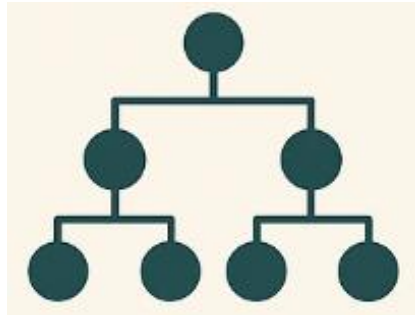
Барлық түйіндер орталық құрылғыға (хаб, коммутатор) қосылған. Көбінесе үй және кеңсе желілерінде қолданылады.



1.5-сурет – Жұлдыз (Star)

- Ағаш (Tree).

Бір негізгі түйіннен басқа түйіндер иерархиялық құрылыммен тармақталады. Үлкен Ethernet желілері мен дата-орталықтарда жиі кездеседі.



1.6-сурет – Ағаш (Tree)

Кесте 1.1 – Балайынс топологияларын салыстыру

Топология	Орталық түйін	Масштабтау	Ақауларға төзімділік
Жұлдыз	Бар	Орташа	Төмен
Тікелей байланыс	Жоқ	Төмен	Орташа
Ағаш	Кей тұста	Орташа	Төмен
Тор	Жоқ	Жоғары	Жоғары
Сақина	Жоқ	Орташа	Орташа

Логикалық байланыс – бұл деректердің нақты физикалық жолдан бөлек, қалай өтетінін көрсететін ұғым. Мысалы, оптикалық желілерде логикалық байланыстар оптикалық мультиплексорлар арқылы құрылады. IP және Ethernet желілерінде логикалық толық байланыс бар, яғни кез келген түйін кез келген басқа түйінмен байланыса алады (егер firewall кедергі келтірмесе) [6].

1.2.2 Желі топологиясының құрамдас бөліктері

Желі топологиясы екі негізгі құрамдас бөліктен тұрады: түйіндер (узелдер) және байланыстар (сілтемелер). Бұл элементтерді түсіну желіні тиімді жобалау мен басқару үшін өте маңызды.

Түйін – бұл желідегі деректерді жіберіп немесе қабылдай алатын қосылу нүктесі. Түйіндерге физикалық құрылғылар мен байланыс жабдықтары жатады: компьютерлер, телефондар, IoT құрылғылары, маршрутизаторлар,

коммутаторлар, репитерлер (қайталағыштар) және концентраторлар (hub). Әрбір түйін желі ішінде деректерді беру, қабылдау немесе қайта бағыттау қызметін атқарады. Бұл құрылғылар желілік инфрақұрылымның негізін құрайды.

Мысалы:

- Локалды желіде (LAN) әрбір компьютер – жеке түйін.
- Маршрутизатор – бұл сіздің компьютеріңізді жаһандық желіге (WAN) қосатын түйін.
- Коммутатор деректер трафигін басқарып, ақпаратты тек керек құрылғыға бағыттайды, бұл желінің тиімділігін арттырады.
- Желілік көпір (bridge) – екі желі сегментін байланыстыратын түйін, олардың арасында деректер алмасуына мүмкіндік береді.
- Қайталағыш (repeater) – сигналды қабылдап, шудан тазартып, келесі түйінге қайта жіберетін құрылғы.

Байланыс құралдары – бұл түйіндер арасында ақпарат беруге арналған тасымалдау ортасы. Олар сымды және сымсыз болуы мүмкін. Желіге қосылу түрі көбінесе интернет-провайдермен анықталады.

Кең таралған байланыс түрлері:

1. Сымды байланыс:
 - Коаксиалды кабельдер мен Ethernet-кабельдер – LAN үшін қолданылады.
 - Шиыршықталған жұп (витая пара) – телефон желілерінде және телекоммуникацияда жиі кездеседі.
 - Оптикалық-талшықты кабельдер – жарық импульстары арқылы деректерді жылдам жеткізеді. Олар жоғары жылдамдықты интернет пен суасты кабельдерінде жиі қолданылады.

2. Сымсыз байланыс:

Қолдануға ыңғайлы және икемді болғандықтан, қазіргі заманауи желілерде жиі қолданылады. Дегенмен, сымсыз желілерде жылдамдық пен қауіпсіздік жағынан шектеулер болуы мүмкін [7].

1.3 IoT платформаларының функционалдық және техникалық мүмкіндіктері

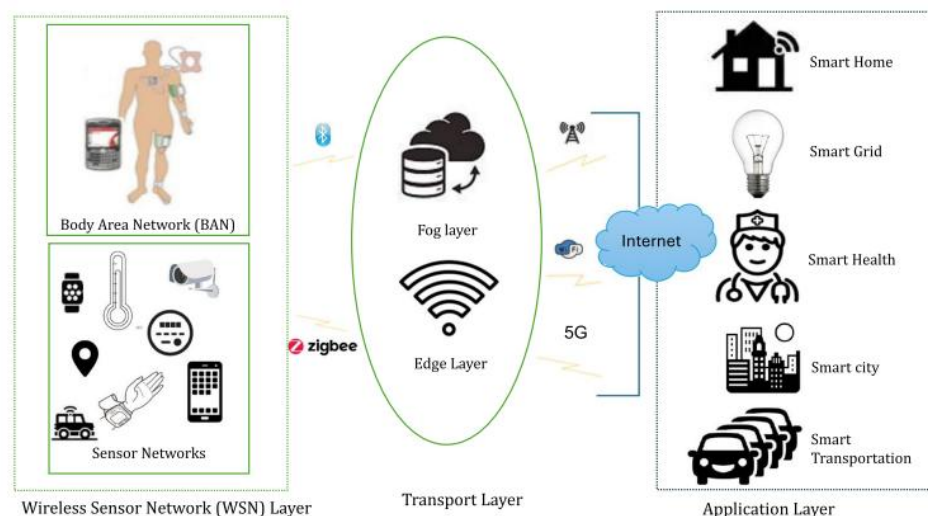
Қазіргі таңда цифрлық трансформацияның негізгі қозғаушы күштерінің бірі – Заттар Интернеті технологиясы. IoT экожүйесінің орталық буыны – IoT платформалары, олар құрылғыларды басқару, деректерді өңдеу, қауіпсіздікті қамтамасыз ету және сыртқы жүйелермен интеграция сияқты күрделі міндеттерді атқарады. Осы бөлімде IoT платформаларының негізгі функционалдық және техникалық мүмкіндіктері қарастырамыз.

Ақылды қалалардан бастап денсаулық сақтау жүйелері мен автономды көліктерге дейінгі Заттар Интернетіне арналған қосымшалар күннен күнге кең таралуда, бұл тиімділік пен инновацияны қамтамасыз етеді. Алайда, бұл жүйелер күрделене түскен сайын, олардың мүмкіндігін толық ашу үшін үшінші тарап шешімдерімен интеграциялау өте маңызды. Бұл интеграция айтарлықтай артықшылықтар бере отырып, сенімді қауіпсіздік шараларын сақтауда маңызды міндеттерді қояды.

Паван Боветти "Balancing Functionality and Security: A Framework for IoT Software Integration with Third-Party Services in Critical Sectors" мақаласында функционалдылықты жақсарту үшін үшінші тарап интеграцияларын пайдалану мен Заттар Интернетінің экожүйелеріндегі қатаң қауіпсіздік хаттамаларын қамтамасыз ету арасындағы күрделі тепе-теңдікті қарастырады. "Ақылды қалалар", денсаулық сақтау және автомобиль өнеркәсібіндегі жағдайларды зерттеулерді зерттей отырып, біз аутентификация, авторизация, қауіпсіз байланыс және деректердің құпиялылығын қоса алғанда, негізгі мәселелерді шешетін Интернет Заттарын қауіпсіз интеграциялау үшін кешенді құрылымды қамтамасыз ету керек [8].

Интернет заттар (IoT) құрылғыларының саны әлем халқының санынан әлдеқашан асып кетті. 2024 жылы олардың саны 13.8 миллиардтан асты, ал 2025 жылы бұл көрсеткіш 30.9 миллиардқа жетеді деген болжамдар жасалуда. Бұл құрылғылар көлік, денсаулық сақтау, өндіріс және қалалық жүйелер сияқты көптеген салаларда қолданылып, тұтынушылардың шамамен 60%-ын қамтиды. IoT құрылғыларының байланысы қарқынды өсуде: ақылды үй құрылғыларынан бастап күрделі медициналық жабдықтарға дейінгі құрылғылар саны экспоненциалды түрде артып келеді. Бұл байланыстылық көптеген салаларда тиімділікті арттырып, сапалы қызметтер мен өнімдерді жеткізу арқылы революция жасауда.

Демек, бізде әрбір IoT архитектуралық үлгісінің бөлігі болып табылатын көптеген ішкі архитектуралар бар. Ал жалпы заңдылыққа келетін болсақ физикалық құрылғы қабаты, орта деңгейлі қабат, бұлтты/орталық серверлік платформа қабаты және 1.7 - суретте бейнеленген қолданбалы қабатты қамтитын төрт деңгейлі топология бар.



1.7-сурет – IoT жүйесіндегі сымсыз сенсорлық желінің (WSN) жеңілдетілген сценарийі

Құрылғы деңгейінде ақылды сағаттар, қауіпсіздік камералары, температура датчиктері, смартфондар, түтін, жақындық және қозғалыс сенсорлары сияқты құрылғылар бар. Ортаңғы деңгей – кей архитектураларда міндетті емес – мәліметтерді бастапқы өңдеу үшін пайдалы, ол көбіне fog және edge технологияларын қамтиды. Edge қабаты деректерді біріктіріп, оларды платформа қабатына жіберер алдында сүзгілейді. Fog түйіндері иерархиялық құрылымда жұмыс істеп, желі, есептеу, басқару, жеделдету және сақтау функцияларын атқарады.

IoT байланыс тәсілдері микроэлектроника мен сенсорлық технологиялардың дамуына байланысты үнемі жетілдірілуде. Бұған радиожілік идентификациясы (RFID), жақындықтағы байланыс (NFC) және сымсыз сенсорлық желілер (WSN) жатады. Қандай салада болмасын, сенсор түйіндерінің қызмет ету мерзімі – желі өнімділігі мен ұзақ өміршеңдігі үшін маңызды фактор. Сондықтан байланыс тиімділігін арттыру үшін зерттеулер осы салаға бағытталған. RFID желілерін сәйкестендіргіштермен жабдықтау сенсорлық құрылғыларды басқаруды жеңілдетеді. WSN қашықтан бақылау және ақпарат жинау үшін қолданылады.

Мысалы, ақылды медицина (Internet of Medical Things, IoMT) саласында сенсорлар денсаулық туралы деректерді жинап, оларды бұлттық немесе жергілікті серверге жібереді. Бұл құрылғылар денеге тағылатын WBAN арқылы байланысады және барлық байланыс SSL арқылы қорғалған. Медициналық мамандар осы деректерді қарап, тиісті шешім қабылдайды, яғни жедел жәрдем шақыру, дәрі еске салу секілді [9, 10].

1.4 Аппараттық компоненттерге шолу

Заттар интернетінің (IoT) аппараттық компоненттері - бұл IoT жүйелерінде деректерді жинауды, беруді, өңдеуді және сақтауды қамтамасыз ететін физикалық құрылғылар мен модульдер.

Заттар интернеті айналамыздағы барлық нәрсені ақылды етіп, өмірдің әр саласын деректермен, жасанды интеллект алгоритмдерімен және желілермен қуаттандыруда. Мысалы, IoT-тің сымсыз байланыс мүмкіндіктері және бағдарламалық жасақтамасы арқасында, егер тоңазытқышта жарамдылық мерзімі өтіп бара жатқан көкөніс, сүт немесе кез келген тағам түрі бар екенін анықталып, бар болса үй иесіне хабарлама жіберу іске асырылады. IoT шешімдерін сәтті енгізуде басты рөлді және алғашқы қадамды аппараттық жабдықтар атқарады.

1.4.1 IoT экожүйесіндегі аппараттық жабдықтың орны

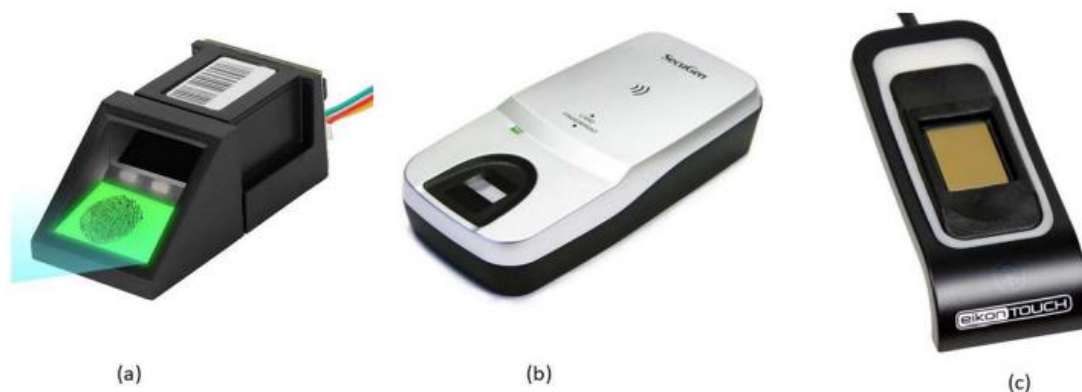
Толыққанды IoT шешімдерін құрайтын компоненттердің саны қарқынды өсіп келеді, сондықтан оларды белгілі бір қабаттарға бөліп қарастыру маңызды. Аппараттық жабдықтардан алынған құнды деректер бұлтқа жеткізілетін бес негізгі IoT қабатын қарастырайық:

Ылғалдылық сенсорлары, киілетін электроника, тіпті смартфон сияқты қарапайым құрылғылар – IoT аппараттық жабдықтары көптеген функцияларды орындайды: жүйені іске қосу және қорғау, әрекеттерді нақтылау, байланыс орнату және нақты мақсаттарға жетуді қамтамасыз ету.

1. IoT сенсорлары. Сенсорлар - IoT жүйесінің “тері қабаты” іспеттес: олар қоршаған ортаның өзгерістерін анықтап, деректер жинайды. Бұл ұғым биометриялық жүйелерде де өзектілігін сақтайды. Akmal Jahan Mohamed Abdul Cader, Jasmine Banks және Vinod Chandran авторлары ұсынған "Fingerprint Systems: Sensors, Image Acquisition, Interoperability and Challenges" атты мақаласында саусақ ізіне негізделген жүйелерде сенсорлардың маңыздылығы кеңінен қарастырылады. Мақалада сенсорлар тек дерек жинаушы ретінде ғана емес, кескін сапасын анықтаушы басты элемент болып қарастырылады. Авторлар саусақ ізі жүйелерінде қолданылатын сенсорлық модульдердің құрамына сенсорлық, энергиямен қамту, радиожиілік (RF) және қуатты басқару модульдері кіретінін атап көрсетеді. Бұл модульдер жүйенің тұрақты жұмыс істеуін, түрлі құрылғылар арасындағы үйлесімділікті (интероперабельдікті) және жоғары сапалы кескін алуды қамтамасыз етеді [11, 12].

Саусақ ізіне негізделген сенсорлар - биометриялық сезу технологияларының ең кең тараған түрлерінің бірі. Пайдаланушы сенсормен қалай әрекеттесетініне байланысты олар бірнеше түрге бөлінеді: жанасу, жанаспайтын, толық басу (slap), жартылай басу (partial) және т.б. 1.8 - суретте

жанасу типті оптикалық сенсорлар, жанаспайтын оптикалық сенсорлар және сыйымдылықты сенсорлардың түрлері көрсетілген [13].



1.8-сурет – Саусақ ізі сенсорларының вариациялары: а - контактілі-оптикалық, б - контактісіз-оптикалық және с – сыйымдылық [14]

Сонымен, IoT жүйелеріндегі сенсорлық қабаттың жұмысы мен биометриялық қауіпсіздік жүйелеріндегі сенсорлық құрылымдардың рөлі арасында тікелей байланыс бар екені байқалады.

Сенсорлар екі түрге бөлінеді:

- Белсенді сенсорлар – өз қуат көзі арқылы нақты уақытта дерек жинайды (мысалы, GPS, рентген);
- Пассивті сенсорлар – сыртқы қуат көзін пайдаланады (мысалы, камералар).

Сондай-ақ оларды орны, жылдамдығы, қысымы, ағыны, жарық пен сәуле деңгейі бойынша да ажыратуға болады [4].

2. Процессорлар. Микроконтроллерлер немесе микрокомпьютерлер секілді чипсет пен процессорлар – IoT жүйесінің “жүрегі”. Олар сенсорлар жинаған шикі деректерді өңдеп, ең маңызды ақпаратты бөліп алады. Микроконтроллер - бұл ендірілген жүйеде нақты бір операцияны басқаруға арналған ықшамдалған интегралды схема. Микроконтроллердің құрамына чипте орналасқан процессор, жад, енгізу және шығару (I/O) перифериялық құрылғылары жатады. Кейде жағдайларда микроконтроллерді ендірілген контроллер немесе микроконтроллер блогы (MCU) деп те атайды. Микроконтроллерлер көліктерде қозғалтқышты басқару жүйелерінде, роботтарда, медицинада, радио байланыс құралдарында және тұрмыстық техникаларда қолданылады. Олар - үлкен жүйенің бір бөлігінің функциясын орындайтын шағын компьютерлер, қарапайым болғандықтан күрделі операциялық жүйені қажет етпейді.

Микроконтроллерге мысалы ретінде Muhammad Huzaifa Qureshi және Rayuan Akmal «Microcontrollers» мақаласын қарастырайық. Мақалада

микроконтроллерге ендірілген жүйелер жайлы айтылады және оларды іске асыру қарастырылады. Жүйе 8051 сериядағы микроконтроллер (AT89C51) негізінде жасалған. Мақаланың жалпы мақсаты – құрылғыларды бағдарламаланған микроконтроллер арқылы автоматты түрде басқару, бұл кателердің алдын алуға көмектеседі. Жүйені үй, өндіріс және басқа да салаларда автоматтандыруда қолдануға болады. Ендірілген жүйелер - бұл нақты уақыттағы есептеулермен шектелген бір ғана функцияны орындайтын компьютерлi жүйе. Ендірілген жүйелердің негізгі бөлігі - микроконтроллер. Олар бір чипте процессорды, жадты, кіріс және шығыс құрылғыларын байланыстырады. Бұл мақалада микроконтроллердің көмегімен тиімді ендірілген жүйені қалай жобалауға болатыны талқыланады [13].

3. IoT шлюзі (Gateway). IoT шлюзі - бұл физикалық құрылғы немесе бағдарламалық платформа, ол сенсорлар, IoT модульдері және ақылды құрылғыларды бұлтпен байланыстырады. Мысалы, ақылды ауыл шаруашылығында сенсорлар топырақ ылғалдылығы мен температураны өлшейді. Бұл деректер жақын маңдағы IoT шлюзіне жіберіледі, ол деректерді өңдеп, бұлтқа жібереді. Бұл жүйе суару мен тыңайтқыш қолдануды автоматтандыруға мүмкіндік береді.

IoT шлюзінің негізгі функцияларын қарастырып өтейік. Ең алдымен құрылғылармен байланысын қарастырайық. IoT шлюзі протоколдармен жұмыс істейтін құрылғылар мен сенсорларды бір жүйеге қосады. Мысалы айтатын болсақ, Zigbee, Wi-Fi, LoRa және Bluetooth.

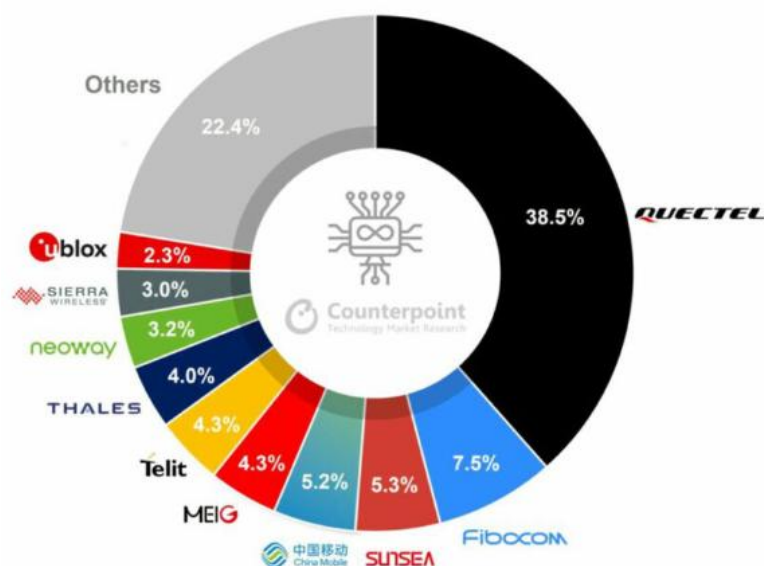
Деректерді алдын ала өңдеу функциясы. Шлюз құрылғылардан келген деректерді сүзгіден өткізіп, өңдейді. Содан кейін ғана бұлтқа жібереді. Бұл бізге желінің трафигін азайтып, жауап беру уақытын қысқартуға көмектеседі.

IoT шлюздері қауіпсіздік функцияларында қамтамасыз етеді. Мысалы, құрылғылар мен бұлт арасындағы деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін, аутентификация және шифрлау қажет.

4. Негізгі құрылғылар. Күнделікті өмірде пайдаланатын құрылғылар: планшеттер, смартфондар, роутерлер, қашықтан басқару пультері, компьютерлер – бұлардың барлығы IoT экожүйесінің бір бөлігі болып саналады.

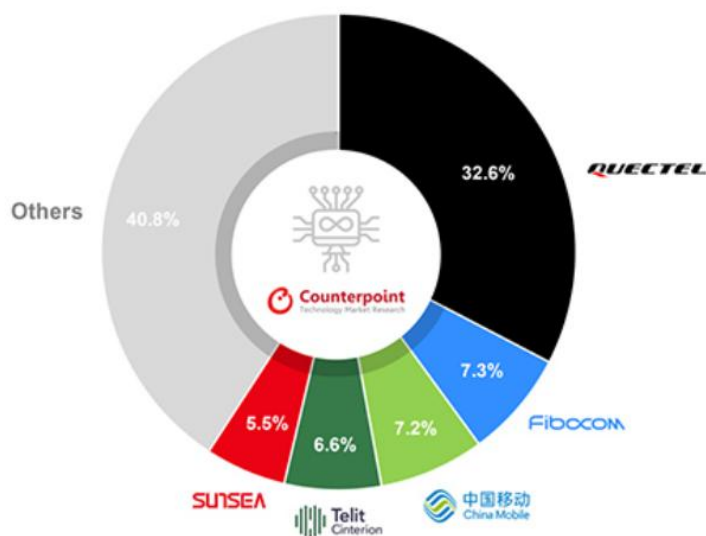
5. Қосымша IoT модульдері. IoT технологиясы жоқ құрылғыларды "ақылды" құрылғыға айналдыра алатын аппараттық модульдер. Нарықтың үлкен бөлігін ұялы IoT модульдері құрайды. Осы модульдердің ең үздік жеткізушілері төменде тізімделген.

Заттар интернеті үздіксіз дамып, ұялы және LPWA (Low Power Wide Area) технологиялар негізінде көптеген құрылғыларды кең ауқымды желілерге қосуда.



1.9-сурет – 2022 жылы жеткізілім үлесі бойынша модемдік IoT модульдерінің әлемдік нарығының таралуы

Диаграмма 2022 жылы жеткізілім үлесі бойынша модемдік IoT модульдерінің әлемдік нарығының таралуын көрсетеді: Quectel 38,5% сенімді түрде көшбасшы болып табылады, бұл жақын бәсекелестерден бес есе дерлік. Екінші және үшінші орындарды fibocom және SUNSEA бөледі - 7,5% және 5,3%. Келесі-China Mobile (5,2%), MIG (4,3%) және Telit (4,3%). Басқа брендтер бірге 22,4% құрайды, бұл бірнеше ойыншылардың қолында нарықтың жоғары шоғырлануын көрсетеді.



1.10-сурет – 2023 жылдың үшінші тоқсанындағы вендорлар бойынша ұялы IoT модульдерінің жеткізілім үлесі

Quectel нарықтың 32,6% үлесімен көш бастап тұр. Келесі: Fibocom - 7,3%, China Mobile - 7,2%, Telit Cinterion - 6,6%, Sunsea - 5,5%. Басқа өндірушілер ең үлкен жиынтық үлесті алады - 40,8%, бұл нарықтың жоғары фрагментациясын көрсетеді. Екі диаграмманы салыстырайық, кесте – 1.2.

Кесте 1.2 – 2022 және 2023 жылдардағы әлемдік ұялы IoT модуль жеткізілімдері бойынша нарық үлестерінің айырмашылығы

Компания	2022ж. үлесі	2023ж. үлесі	Өзгеріс
Quectel	38.5%	32.6%	Төмендеді(-5.9%)
Fibocom	7.5%	7.3%	Төмендеді
China Mobile	5.3%	7.2%	Өсті
SUNSEA	5.2%	5.5%	Өсті
Telit	4.3%	6.6%	Өсті
Others	22.4%	40.3%	Күрт өсті(+18.4%)

2023 жылы Quectel әлі де көш бастап тұр, бірақ нарық үлесі төмендей бастаған. China Mobile мен Telit айтарлықтай өсім көрсетті. "Others" категориясына келетін болсақ үлесі қатты артқан, бұл шағын компаниялардың үлесі өсіп келе жатқанын көрсетеді.

Әлемде 1,4 миллиардтан астам көлік адамдар мен жүктерді тасымалдаумен айналысады. 8 миллиардтан астам адамды жүздеген миллион ғимарат үймен және жұмыс орнымен қамтып жатыр. Бұл – ғимараттарда әртүрлі алып нарықтар ұсынған құрылғы түрлері бар. IoT-қа қосуға болатын құрылғылар саны шексіз, ал қосылу құны азаюда.

2 IoT жүйесін құруға арналған аппараттық және бағдарламалық құрамдарды салыстырмалы талдау

2.1 Контроллер платформаларын салыстыру

IoT жүйесі жұмыс істеуі үшін ең негізгі жүйенің «миы» болып саналатын контроллер керек. Контроллер дегеніміз - жүйенің жұмысын басқаруға қолданылатын шағын компьютер. Бұл бөлімде контроллердің әртүрлі түрін салыстыратын боламыз. Салыстыру үшін контроллердің Arduino, Raspberry Pi және Le Potato AML-S905X-CC түрлерін қарастырамыз.

2.1.1 Arduino платформасы

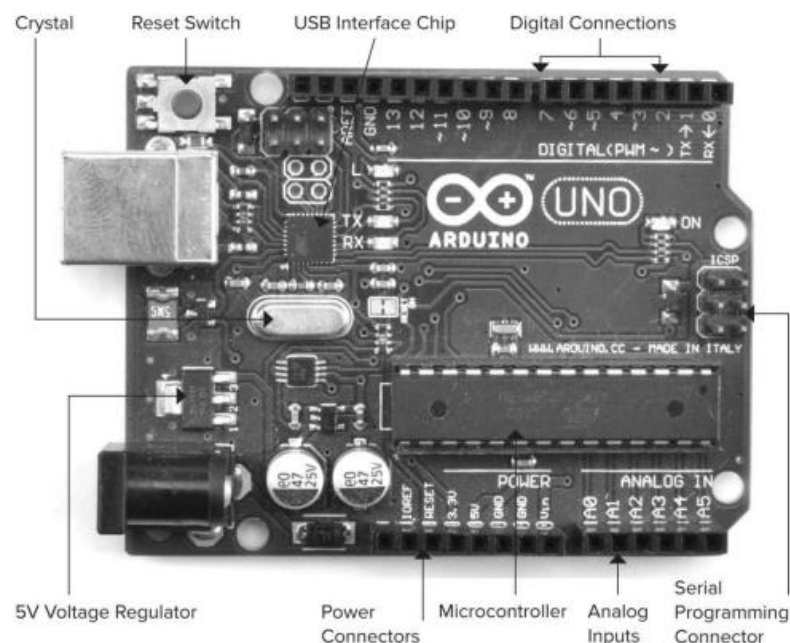
Arduino – электроникаға қызығушылығы бар жандар үшін пайдалануға ыңғайлы және ашық бастапқы кодты болғандықтан, электрондық жобалар жасау үшін тиімді тандау. Тақтадағы пиндердің көмегімен көптеген электрондық құрылғыларды қосуға мүмкіндік береді. Осылайша жарықты немесе моторды қосу және сөндіру сияқты әрекеттерді басқаруға, жарық, температура секілді параметрлерді басқарып отыруға болады. Осы себептермен Arduino платформасын кейде жағдайларда физикалық есептеу құрылғысы (physical computing) деп те атайды. Arduino USB арқылы компьютерге жалғана алады. Соның көмегімен, компьютерден электрондық құрылғыларды басқару үшін интерфейс тақтасы ретінде пайдалануға болады.

Микроконтроллер - Arduino-ның «жүрегі» деп те атасақ болады. Тақтадағы қалған компоненттердің бәрі негізінен оған қуат беруге және компьютермен байланыс орнатуға арналған. Тақтадағы компоненттердің барлығы микроконтроллерге қуат беріп, компьютермен байланыс орнату үшін қажет.

Микроконтроллер - бұл чип ішіндегі шағын компьютер. Ол алғашқы үй компьютерлерінен де қуатты. Микроконтроллердің құрамында процессор, бағдарламаларды сақтау үшін флеш жады немесе EPROM жады, бірнеше килобайттық жедел жады (RAM), және кіріс/шығыс (I/O) пиндері бар.

Кіріс пиндері аналогтық және цифрлық сигналдарды оқиды, ал шығыс пиндеріне келетін болсақ, оларда аналогтық немесе цифрлық бола алады. Мысалы, кіріс пиндері температура, жарық және дыбыс секілді датчиктерді жалғайды. Шығыс пиндерін 0 немесе 5 вольтқа орнатып, қуатты құрылғыларды басқаруға немесе жарықдиодты (LED) қосуға/сөндіруге болады және сол жарықтың жарықтығын басқаруға мүмкіндік береді.

Arduino Uno тақтасында 28 пинді ATmega328 чипі бар микроконтроллер тақтаның ортасында орналастырылған. Ол бір чип жадыны, кіріс/шығыс интерфейстерін және процессорды қамтиды. Өндіруші Atmel компаниясы.



2.1-сурет – Arduino Uno тақтасы

Arduino платформасының басты артықшылығы - микроконтроллерлердің әртүрлі модельдері арасынан нақты бір стандартқа, яғни ATmega328–ге негізделуі. Бұл жобаны бастағанда микроконтроллерді таңдауда уақыт жоғалтпауыңызға көмектеседі. Бұл жобаны жасап бастағанда микроконтроллер таңдауда уақытты үнемдейді.

Кесте 2.1 - Arduino Uno сипаттамасы

Сипаттама	Arduino Uno
Қуат тұтыну	50 мА (0.25 Вт шамасында)
Қуат көзі	5V USB немесе 7–12V DC
Бағасы	\$10–25
Қолжетімділігі	Кеңінен таралған, арзанырақ
Байланыс интерфейстер	UART, I2C, SPI, GPIO
Процессор	8-бит, 16 МГц (ATmega328P)
Жад	2 КБ SRAM
Бағдарламалау	Arduino IDE (C/C++)

2.1.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi - Linux операциялық жүйесімен жұмыс істейтін шағын компьютер. Оған USB порттары арқылы пернетақта мен тінтуірді қосуға болады, ал HDMI (жоғары анықтамалы мультимедиялық интерфейс) порты арқылы

теледидар немесе монитор қосуға болады. Raspberry Pi көп мониторларда болатын VGA қосқышымен жұмыс істемейді. Ал DVI қосқышы болса, HDMI-ден DVI-ге дейінгі арзан адаптерлерді қолдануға болады.



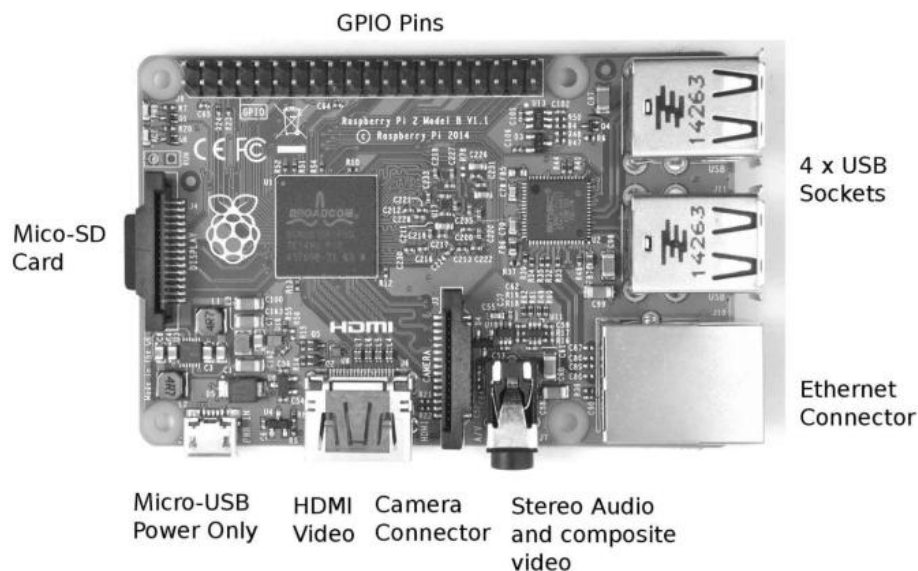
2.2-сурет – Raspberry Pi

Raspberry Pi іске қосылғанда, 2.3 -суретте көрсетілген Linux жұмыс үстелі жүктеледі. Бұл - қарапайым компьютер кеңсе бағдарламаларын ашуға, ойын ойнауға мүмкіндік береді. Бұл Microsoft Windows емес, оның ашық кодты баламасы - Linux (нақтырақ айтқанда, Debian Linux). Жұмыс үстелінің ортасын LXDE деп атайды. Ол несие картасының көлеміндей және бағасы \$25-тен басталады, яғни өте арзан. Арзан болуының себебі - кейбір қосалқы құрылғылар жинақта болмайды, сондықтан қосымша сатып алынады. Сонымен қатар, ол қорапсыз болады, яғни, ашық плата күйінде келеді. Қуат көзі де бірге болмайды, сондықтан 5V micro-USB қуат көзі қажет болады. Көбіне USB қуат адаптері мен micro-USB кабелі пайдаланылады.

Raspberry Pi арқылы Linux компьютерінде көптеген әрекеттерді жасауға болады, бірақ белгілі бір шектеулер бар. Raspberry Pi қатты диск орнына micro-SD картаны пайдаланады. Бірақ USB арқылы қатты диск те қосуға болады. Raspberry Pi арқылы құжаттарды өңдеуге, тіпті графикасы жоғары ойындарды (мысалы, Quake) ойнауға болады. Raspberry Pi-дің бағасы арзан, сондықтан ол медиа орталық ретінде де өте қолайлы. Ол бейнелерді ойната алады және кейбір теледидарлардың USB порттарынан қуат ала алады.

2.3 - суретте Raspberry Pi құрылғысының бөліктері көрсетілген. Бұл модель Model A+ үлгісінен RJ-45 LAN коннекторының болуымен ерекшеленеді, яғни оны желіге қосуға болады. Тақтаның төменгі оң жақ бұрышында RJ-45 Ethernet

коннекторы орналасқан. Егер үйдегі маршрутизаторға жақын болса, Raspberry Pi-ді тікелей желіге қосуға болады. Бірақ Raspberry Pi-де Wi-Fi кіріктірілмегендіктен USB Wi-Fi адаптерін қосу қажет. Ethernet бөлігінің үстінде екі жұп USB порты орналасқан - ол тінтуір, пернетақта немесе сыртқы диск қосуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар төменгі ортасында аудио ұяшығы орналасқан, ол құлаққап немесе белсенді динамиктерге арналған. Бұл ұяшық композитті видео сигналды да береді, бірақ ол сирек қолданылады. HDMI коннекторы - сапаны жақсартады, дыбысты жеткізеді және DVI-мониторға арзан адаптермен қосуға болады. Жоғарғы жағында екі қатарлы PIN-қосқыштар орналасқан, олар - GPIO (жалпы мақсаттағы кіріс/шығыс) деп аталады. Бұл Raspberry Pi-ді электронды құрылғылармен тікелей байланыстырады. Arduino қолданушыларына GPIO ұғымы таныс. Платаның төменгі жағында micro-SD карта ұяшығы орналасқан, карта 2–4 ГБ немесе одан көп болуы тиіс. Ол операциялық жүйе мен пайдаланушы файлдарын сақтайды. Бұл карта - Raspberry Pi-дің «дискісі» сияқты, себебі оны басқа Pi-ге салып, жұмысты әрі қарай жалғастыра беруге болады. SD карта астында - micro-USB қуат порты бар. Ол тек қуат беру үшін қолданылады. Сол себепті кемінде 700 мА ток беретін micro-USB қуат көзі қажет. Олай болмаса, Raspberry Pi тұрақсыз жұмыс істеуі мүмкін. Платаның ортасындағы үлкен төртбұрышты чип - бұл Broadcom жүйе-чипі. Ол ішінде 1 ГБ жедел жады, графикалық және негізгі процессорлар бар. Сол жақтағы - LCD дисплейге, ал төменгі орталықтағы - Raspberry Pi камера модуліне арналған.



2.3-сурет – Raspberry Pi анатомиясы

Кесте – 2.2 – Raspberry Pi сипаттамасы

Сипаттама	Raspberry Pi
Қуат тұтыну	600–1000 мА (3–7 Вт)
Қуат көзі	5V USB-C, кемінде 3А
Бағасы	\$35–75 (жедел жад мөлшеріне қарай)
Қолжетімділігі	Қол жетімді, бірақ тапшылық болуы мүмкін
Байланыс интерфейстер	UART, I2C, SPI, GPIO, Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth, USB, HDMI
Процессор	64-бит, 1.5 ГГц (Quad-core ARM Cortex-A72)
Жад	2–8 ГБ LPDDR4
Бағдарламалау	Python, C/C++, Java, т.б.

2.1.3 Платформаларды сипаттамалары бойынша салыстыру

Қуат тұтыну жағына келетін болсақ, Arduino батареямен ұзақ уақыт жұмыс жасауға ыңғайлы, өйткені өте төмен қуатты тұтынады. Raspberry Pi қуатты көп керек етеді, себебі қуатты процессоры бар, кей жағдайларда салқындатуды да талап етеді.

Қолжетімділігі мен бағасына келетін болсақ Arduino көптеген нұсқалары бар және арзан, оңай табуға болады. Raspberry Pi қолжетімді болғанымен жиі тапшылыққа ұшырайды.

Байланыс мүмкіндіктерін айтатын болсақ, Arduino-ның байланыс деңгейі өте төмен. Wi-Fi мен Bluetooth-ді байланыстыру үшін қосымша модульдер қажет. Ал Raspberry Pi-дың интернетке қосылу мүмкіндігі толығымен бар. Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet - барлығы платада орнатылған.

Екі платформада қолданылатын жобалары қарай сұранысқа ие. Электроникаға әуесқойлығы енді басталып келе жатқан жандар үшін екеуі де таптырмас құрал. Ең бастысы жобаның мақсатына байланысты дұрыс таңдау жасау керек. Егер сенсорлық жоба, қарапайым құрылғылар және энергияны үнемдеу керек болса Arduino платформасын қолданған дұрыс. Мультимедиа, веб-сервер, деректерді өңдеу және камера, экран, интернет қолданылатын болса Raspberry Pi платформасы ұсынылады.

2.2 Wi-Fi модульдерінің интеграциясы және өнімділігі

Қазіргі уақытқа дейін желілер дәстүрлі түрде компьютерлерді тікелей хаб немесе коммутаторға сымды қосу арқылы құрылды. Соңғы жылдары жарық пен радиотолқындар арқылы сымсыз байланыс орнату үшін жаңа технологиялар пайда болып бастады. Жарқын мысалдарының бірі - Wi-Fi. Wi-Fi компьютерлердің бір-бірімен кабельсіз байланысуына мүмкіндік береді.

Wi-Fi заманауи ақпараттық және желілік технологиялардың жедел дамуы жағдайында кеңінен қолданылады. Ол жұмыс сапасын жақсартуға және еңбек өнімділігінің жоғарылауына пайдасын тигізеді. Wi-Fi көбінесе «ақылды үй» жобаларында кеңінен пайдаланылады. Қазіргі күнде Wi-Fi барлық смартфондарда бар және адамдар өмірінде ажырамас технологияның біріне айналды. Осы себептерге байланысты Wi-Fi-ға деген сұраныс күннен күнге артып келеді.

2.2.1 Wi-Fi модулін интеграциялаудың маңыздылығы

Wi-Fi модульдер - жергілікті желі арқылы сымсыз байланыс орнату үшін қолданылатын кішкентай электронды құрылғылар. Бұл модульдердің құрамында радио жиілік таратқышы, микроконтроллер, сонымен қатар Wi-Fi қосылымын қамтитын басқа да керекті компоненттер бар. Олар IoT құрылғыларында, өнеркәсіптік автоматтандыруда және басқа да көптеген салаларда кеңінен пайдаланылады. Сымсыз байланыс жүйелерін әзірлеу үшін кез келген маман үшін Wi-Fi модулін интеграциялаудың негізгі принциптерін білуі қажет.

Құрылғының өнімділігі мен үйлесімділігін қамтамасыз ету үшін - Wi-Fi модулін жобаның талаптарна сай таңдау керек. Таңдау барысында ескерілуі керек функциялар:

1. Интерфейс үйлесімділігі (UART, SPI, т.б.)
2. Қуат тұтыну деңгейі
3. Модульдің дерек тарату жылдамдығы
4. Антенна түрлері (кірістірілген немесе сыртқы)
5. Жұмыс жиілігі (2.4 GHz немесе 5 GHz)

Сонымен қатар модульге арналған құжаттама сапасын және дамытушы құралдарын қарап шығуды ұсынамыз. Бұл интеграция процесін жеңілдетуге көмектеседі.

Wi-Fi модульдерді сыртқы құрылғылармен байланыстыру үшін интерфейсдер қолданылады. Ең кең таралған интерфейсдер: UART, SPI, I2C, USB. Ең жиі қолданылатын қарапайым интерфейс – UART. Жобаға қолайлы интерфейссті таңдауымыз үшін әрқайсысының мүмкіндіктері мен шектеулерін түсінуіміз керек. Сонымен қатар, Wi-Fi модулі мен микроконтроллер тікелей байланысуы үшін адаптер қолдану қажет немесе тақта пиндерге ие болуы тиіс.

2.2.2 Бағдарламалық интеграция және баптау

Wi-Fi модулін интеграциялауда бағдарламалық қамтамасыз етудің маңызы зор, яғни, интеграциялау аппараттық қосылыммен шектеліп қалмайды. Құрылғы тұрақты жұмыс істеуі үшін модульді дұрыс қарап, бағдарламалық деңгейде бақылау керек.

Көптеген Wi-Fi модульдері үшін SDK (Software Development Kit - бағдарламалық әзірлеу жинағы) немесе арнайы кітапханалар (libraries) ұсынылады. Бұл құралдар бағдарламалық интеграцияны жеңілдетеді және қолданушыға модульмен жұмыс істеуге арналған API-функциялар жиынтығын ұсынады.

SDK келесі маңызды функцияларды орындауға мүмкіндік береді:

1. Желі параметрлерін баптау, яғни, модульді белгілі бір Wi-Fi желісіне қосу үшін SSID (желінің атауы) мен парольді көрсету қажет. Бұл `WiFi.begin(ssid, password)` сияқты командалармен орындалады.

2. WPA/WPA2 сияқты шифрлау түрлерін пайдаланып, модуль тек сенімді желіге қосылуын қадағалайды. Бұл деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін және рұқсат етілмеген қолжетімділіктен қорғау үшін қажет.

3. Дерек алмасу - модуль арқылы серверге дерек жіберуге және қабылдауға болады. Мысалы, MQTT, TCP/IP, HTTP хаттамалары арқылы. Бұл IoT құрылғыларының орталық жүйемен байланысуын қамтамасыз етеді.

4. Wi-Fi модулі арқылы құрылғы интернетпен байланысады. Бұл мүмкіндік бұлттық серверлермен байланыс орнатып, мәліметтерді өңдеуге көмектеседі. Сондай-ақ, хабарламалар мен ескертпелерді Telegram, Firebase секілді платформалар арқылы жіберу мүмкіндігі пайда болады.

5. Кейбір SDK мен модульдер бағдарламаны Wi-Fi арқылы қашықтан жаңарту функциясын қолдайды.

Wi-Fi модульдерін жобаларда пайдалану сымсыз байланыс мүмкіндіктерін кеңейтеді. Жобаның сәтті болуы үшін интеграцияны түсіну, модульді дұрыс таңдау, интерфейсі жұмысын дұрыс жасау, бағдарламалық құрылғыларды дұрыс пайдалану осылардың барлығы тікелей әсер етеді. Wi-Fi модульдерінің мүмкіндіктерін пайдаланып, сымсыз байланыс жүйелерінің артықшылықтарын толық игеру үшін – соңғы шыққан жаңа технологияларды үйреніп, зерттеп және тәжірибе жасап отыру қажет.

2.3 IoT платформаларының салыстырмалы бағасы және қолдану ыңғайлылығы

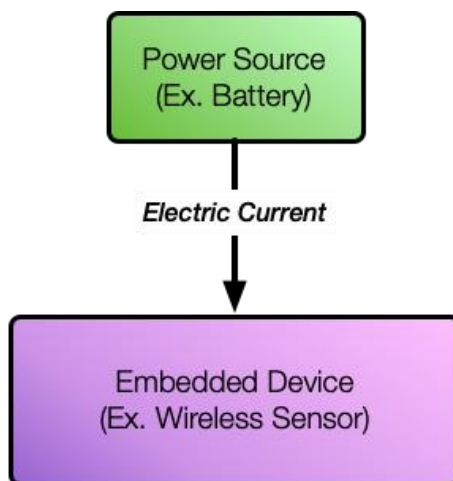
Заттар интернеті (IoT) мен бұлттық есептеудің интеграциясы smart өндірістік жүйелерді жаңғыртуда трансформациялық шешім ретінде қалыптасып келеді. Бұлттық IoT платформалары ауқымдылық, икемділік және нақты уақытта деректерді өңдеу мүмкіндіктерін ұсына отырып, өндірушілерге өндіріс процестерін оңтайландыруға, тиімділікті арттыруға және шығындарды азайтуға жол ашады. Бұл зерттеу мақаласы smart өндірістің ауқымды шешімдеріндегі бұлттық IoT платформаларының маңызын зерттейді, олардың архитектуралық құрылымдарын, негізгі мүмкіндіктерін және енгізу әдістемелерін сипаттайды.

Мақалада бұлттық IoT платформаларын өндіріске енгізудегі қазіргі тенденциялар, қиындықтар және болашақ бағыттар қарастырылады. Сондай-ақ, деректер аналитикасы, болжаушы техникалық қызмет көрсету және жеткізу тізбегін басқару салаларындағы рөлі ашып көрсетіледі. Зерттеу бұл платформалардың операциялық икемділікті арттырудағы және өндірістегі инновацияларды ынталандырудағы маңызын да қарастырады.

2.4 Қуат көздерін есептеу және тиімділігін бағалау

2.4.1 Қарапайым жүйелік абстракция

Есептеулерді бастамас бұрын, кез келген ендірілген (embedded) құрылғы әдетте белгілі бір кернеуі бар қуат көзіне тек бір байланыс арқылы қосылады. Бұл қуат көзі USB қосылымы, батарея немесе басқа да қуат көзі бола алады. Ендірілген құрылғының ішкі схемалары жұмыс істеуі үшін қуат көзімен электр тогын тұтынуы керек. Қуат бюджеттеу (power budgeting) тұрғысынан алғанда, мақсат – құрылғы уақыт өте келе орта есеппен қуат көзінен қанша ток тұтынатынын есептеу. Басты мақсат – орта есеппен алғанда құрылғының уақыт өте келе қуат көзінен қанша ток тұтынатынын есептеу.



2.4-сурет – Қуат көзі(Power Source), электр тогы(Electric Current) және ендірілген құрылғының(Embedded Device) сызбасы

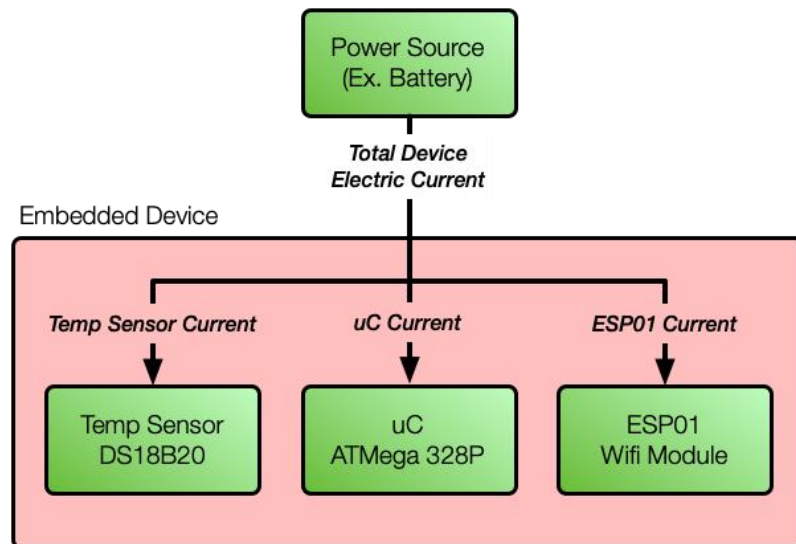
Жалпы ток тұтынуды анықтау үшін құрылғының ішкі компоненттеріне тоқталып өту керек. Құрылғының қуат көзіне жалғанған бірнеше ішкі компоненттері бар. Әр компоненттің жеке қанша ток тұтынатынын, қандай мөлшерде қолданатынын анықтау қажет. Осылайша компоненттердің ток тұтынуын қосып жалпы ток тұтынуды анықтаймыз.

Құрылғы үнемі бірдей ток тұтынады. Бірақ бұл ендірілген құрылғылар жайлы емес, себебі олардың жұмыс режимдері әртүрлі. Құрылғыдағы режим ішкі схемалардың белсенділігін анықтап отырады. Схемалардың белсенділігіне байланысты қуат көзіне түсетін ток артып немесе азайып отыруы мүмкін.

Егер құрылғыда бірнеше жұмыс режимі болса, токтың орташа тұтынылуын қалай есептейміз? Ол үшін әр режимді анықтап, құрылғының әр режимде қанша уақыт өткізетінін пайыздық көрсеткішпен көрсетуі қажет. Төмендегі мысал арқылы түсіндіріп өтейік.

Қарапайым жүйе мысалы. Мысалы ретінде қарапайым жүйені алайық. Температураны өлшейтін датчик арқылы мәлімет жинап, оны WiFi арқылы жіберетін қарапайым ендірілген IoT құрылғысын қарастырамыз. Ең алдымен қуат көзіне қосылған барлық компоненттердің ток тұтынуын талдайық. Жүйеде қуат көзінен қоректенетін үш негізгі компонент бар:

1. DS18B20 - сандық температура датчигі. Датчик температура деректерін қамтамасыз етеді.
2. ESP01 - WiFi модулі, жинақталған деректерді жібереді.
3. ATmega328P - Microchip компаниясының 8-биттік микроконтроллері. Атқаратын жұмысы жүйені басқарады, деректерді жинайды, өңдейді және жібереді.



Сурет – 2.5 – Құрылғының ішкі компоненттері

Қуат көзі ретінде сыйымдылығы 600 мА·сағ болатын Li-ion батареясы пайдаланылды деп алайық. Енді жұмыс сценарийлерді қарастырайық.

Үздіксіз жұмыс режимін есептеу үшін, ең қарапайым әрі токты ең көп тұтынатын, яғни, ең нашар жағдайдағы сценарийді алайық. Бұл режимде температура деректері үнемі жиналып, жіберіліп отырады. Демек, қуат көзіне

қосылған барлық компоненттер белсенді және бір уақытта ток тұтынады. Бұл режимде біз құрылғыға қажетті ең жоғары қуат мөлшерін тексереміз.

Алдымен әр компонент белсенді болып тұрған кезінде қанша ток тұтынатынын анықтау керек. Ол үшін әр компоненттің техникалық сипаттамасын қарап, жүйенің жұмыс кернеуін білу қажет. Біздің мысалдағы компоненттерге қарап, 3.3V кернеулі қуат көзін таңдаймыз. Қуат көзінің кернеуін таңдау кезіндегі басты шарт – барлық компоненттер үшін ортақ ең төменгі жұмыс кернеуін таңдау. Төмен кернеу – төмен қуат тұтынуға әкеледі. Бұл әдетте басты мақсат болып табылады.

Ішкі компоненттердің ток тұтынуы:

- 1) ESP01 (WiFi модулі) 802.11g таратушы режимінде 170 мА тұтынады.
- 2) DS18B20 (температура датчигі) белсенді күйде 4 мА тұтынады.
- 3) ATmega328P (микроконтроллер) 4 МГц жиілікте жұмыс істесе, 2.4 мА тұтынады.

Жалпы ток тұтынуы:

$$I_{\text{жалпы}} = 170\text{мА} + 4\text{мА} + 2.4\text{мА} = 176.4\text{мА}$$

Жауабы: Құрылғы үздіксіз жұмыс режимінде қуат көзінен **176.4 мА** ток тұтынады.

Біздің жүйеміз уақыт өте келе қуат көзінен 176.4 мА токты үздіксіз тұтынатынын анықтадық. Енді, сыйымдылығы 600 мА·сағ болатын батареяны ескеріп, жүйені бір рет зарядтағаннан кейін қанша сағат жұмыс істейтінін есептейік. Ол үшін батарея сыйымдылығын токқа бөлеміз. Бұл келесідей нәтиже береді:

$$t_{\text{жұмыс}} = \frac{600\text{мА} \cdot \text{сағ}}{176.4\text{мА}} = 3.4\text{сағ}$$

Жүйе шамамен 3.4 сағат (204 минут) үздіксіз жұмыс істейді. Яғни, жүйеміз жаңа батареяны немесе қайта зарядтауды қажет етпей тұрып, шамамен 3.4 сағат жұмыс істей алатынын білдіреді [8].

2.4.2 IoT құрылғылары үшін батареяның қызмет ету мерзімін бағалауды меңгеру

IoT құрылғыларының кеңінен қолдану оларды іске қосумен ғана шектелмейді, сонымен қатар құрылғылардың тиімді әрі ұзақ мерзімде жұмыс істеуін қамтамасыз етуді талап етеді. Батареяның қызмет ету мерзімі – басты қиындықтардың бірі болып келеді. Жобаның табысты кепілі, ол құрылғының

техникалық қызметсіз ұзақ уақыт жұмыс істей алуы. Ал керісінше жағдайда қосымша шығындарға алып келеді.

Бұл тарауда батареяның қызмет ету мерзіміне әсер ететін факторларға тоқталып өтеміз. Oxit компаниясының батареяны бағалау құралынан алынған ақпараттармен танысамыз, нақты бағалау әдістерін көрсетеміз және процесті оңтайландыратын құралдарды талдаймыз.

IoT құрылғыларындағы батарея қызметіне әсер ететін негізгі факторлар.

Батареяның қызмет ету мерзімі - әмбебап шешімі жоқ, тепе-теңдік сақтауды қажет ететін күрделі процесс. IoT құрылғысындағы бірнеше компоненттер оның қызметін ұзартуы немесе керісінше, тез зарядсыздандыруы мүмкін. Барлық бейнені толық түсіну үшін қуат тұтынуға әсер ететін негізгі факторларды білу қажет.

IoT құрылғыларындағы батареяны басқару - оркестр дирижерлігі сияқты: әр компонент артық қуат тұтынбау үшін үйлесімді жұмыс істеуі керек. Әр компонентті жеке оңтайландырсаңыз да, олардың өзара әрекеттесуі шынайы тиімділікті анықтайды. Мысалы, микроконтроллерлер (MCU) төмен қуатты режимдерге уақытылы ауыстыру қажетсіз энергия тұтынудың алдын алады, ал сенсорлар үшін сұрау жиілігін энергияны үнемдей отырып, деректер дәлдігін сақтайтындай етіп реттеу қажет.

IoT құрылғыларындағы байланыс модулі - қуатты тұтынудың маңызды бөлігі. Ол хаттамаға қарай өзгереді:

- LoRaWAN: Тарату кезінде қуат тұтыну таралу факторы (SF) мен өткізу жолағына (BW) байланысты.

- BLE: Қуат тұтыну қосылу аралығы мен хабар тарату жиілігіне байланысты.

- Ұялы IoT: eDRX (кеңейтілген үзілісті қабылдау) және PSM (энергия үнемдеу режимі) арқылы қуат үнемделеді.

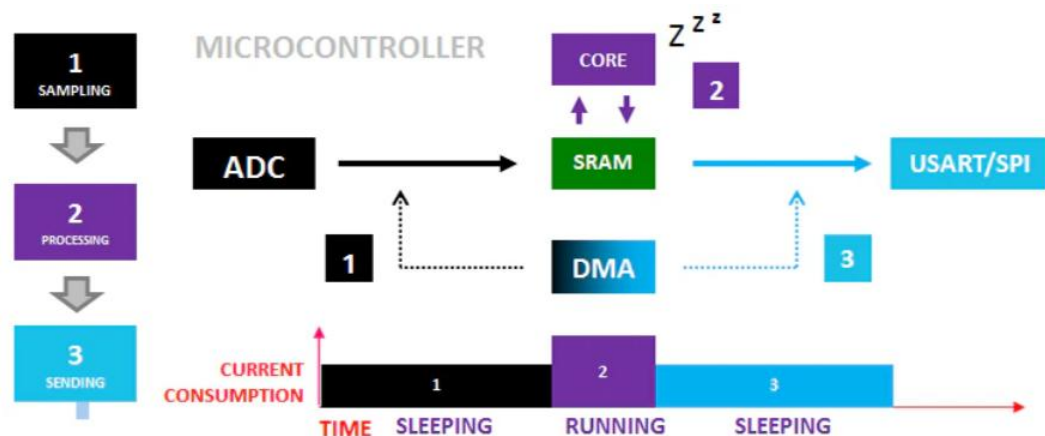
IoT құрылғысының "миы" - микроконтроллер. Оның жұмыс режимдерін басқару батареяның қызмет мерзімін айтарлықтай ұзартуға көмектеседі:

- Белсенді режим: Толық қуатпен жұмыс істейді.

- Ұйқы режимі (Sleep): Жылдам оянуға мүмкіндік беретін аз белсенділік.

- Терең ұйқы (Deep Sleep): Ұзақ бос уақыттарда минималды қуат тұтыну.

- Өшіру (Shutdown): Негізгі компоненттер ғана белсенді күйде, қалғандары өшірілген.



2.6-сурет – IoT технологияларының көпшілігінде стандартты болып келетін режимдер

Сенсорлар - IoT құрылғыларының "көздері мен құлағы" десек болады. Оларды дұрыс басқармаса, айтарлықтай қуат тұтынады. Маңызды факторларға тоқталатын болсақ:

1) Сенсор деректерді қаншалықты жиі жинаса, сонша қуат қажет. Арақашықтықты ұлғайту қуатты үнемдеуге мүмкіндік береді.

2) Қуат күйін сақтау үшін белсенді емес кезде сенсорларды ұйқы күйіне көшіру.

Саусақ ізін сәйкестендірудің математикалық моделі.

Саусақ ізі - көп нүктелерден тұратын вектор. Жаңа сканерленген саусақ ізін базадағы үлгімен салыстыру үшін, ұқсастық коэффициенті есептеу қажет. Ең жиі пайдаланылатын тәсіл - косинустық ұқсастық:

$$\text{Сәйкестік деңгейі}(F, F^*) = \frac{F \cdot F^*}{||F|| \cdot ||F^*||}$$

мұндағы:

$F=[f_1, f_2, \dots, f_n]$ – жаңа енгізілетін скан;

F^* - базадағы үлгі;

$F \cdot F^*$ - скалярлық көбейтінді;

$||F||$ - вектордың евклидтік нормасы.

Мысалы есеп.

Берілгені:

$F = [0.3, 0.4, 0.6]$

$F^* = [0.2, 0.3, 0.5]$

Шешімі:

Скаляр көбейтіндісі:

$$F \cdot F^* = 0.3 \times 0.2 + 0.4 \times 0.3 + 0.6 \times 0.5 = 0.06 + 0.12 + 0.3 = 0.48$$

Нормалар:

$$||F|| = \sqrt{0.3^2 + 0.4^2 + 0.6^2} = \sqrt{0.09 + 0.16 + 0.36} = \sqrt{0.61} \approx 0.781$$

$$||F^*|| = \sqrt{0.2^2 + 0.3^2 + 0.5^2} = \sqrt{0.04 + 0.09 + 0.25} = \sqrt{0.38} = 0.616$$

Ұқсастық:

$$\text{Сәйкестік деңгейі} \approx \frac{0.48}{0.781 \times 0.616} \approx 0.997$$

Батарея қызметін бағалау: құралдар мен әдістер.

Қуат тұтынуға әсер ететін факторларды түсініп, талдағаннан кейінгі қадам-нақты ортада батарея қызметін бағалау.

1-қадам: Негізгі компонент сипаттамаларын жинау

- Батарея сыйымдылығы: мА·сағ (mAh) түрінде.
- Ағымдағы тұтыну: трансивер, MCU және сенсорлардың түрлі режимдердегі қуат тұтынуы.

2-қадам: Орташа ток тұтынуды есептеу

Құрылғы әртүрлі режимдерде қанша ток(I) тұтынатынын және әр режимде қанша уақыт(T) болатынын ескеріңіз. Осы мәліметтер негізінде жалпы орташа токты(I_{avg}) есептеуге болады:

$$I_{avg} = (I_{active} \times T_{active}) + (I_{sleep} \times T_{sleep}) + (I_{deep_sleep} \times T_{deep_sleep}) + (I_{shutdown} \times T_{shutdown})$$

мұндағы: I_{active}, T_{active} - белсенді режимдегі ток және уақыт, I_{sleep}, T_{sleep} – тез ояну кезіндегі ток пен уақыт, $I_{deep_sleep}, T_{deep_sleep}$ - тек маңызды тапсырмаларды орындау үшін оянатын ток пен уақыт, $I_{shutdown}, T_{shutdown}$ - құрылғының ең төменгі қуат күйіндегі ток пен уақыт.

3-қадам: Батарея қызметін болжау үшін орташа токты және батарея сыйымдылығын пайдаланамыз. Төмендегі формула:

$$\text{Батареяның қызмет ету мерзімі} = \frac{\text{Батарея сыйымдылығы (мА · сағ)}}{I_{avg}(\text{мА})}$$

Батарея қызметін бағалауға арналған құралдар.

- Oxit Battery Estimation Tool: IoT үшін арнайы жасалған, кез келген протоколға бейімделеді.
- Oti Arc: Қуатты дәл талдау үшін ток пен кернеуді өлшейді.

- Joulescope: Қуат тұтыну бейінін жасап, энергия тиімділігін оңтайландырады.

LoRaWAN, BLE, Zigbee немесе ұялы IoT құрылғыларын қолдансаңыз да, қуатты тұтынуды түсініп, оңтайландыру - ұзақ мерзімді жетістік кепілі. IoT құрылғыларының қуат тұтынуын айтарлықтай азайтуға және батареяның қызмет ету уақытын ұлғайтуға болады. Бұл батареямен жұмыс істейтін құрылғылар үшін тиімді.

3 IoT негізінде автоматтандырылған хабарлама жүйесін жобалау және іске асыру

3.1 Жүйе архитектурасын жобалау

Автоматтандырылған хабарлама жүйесі – нақты уақыт режимінде маңызды ақпараттарды алуға көмектеседі. Тұрмыстық салаларда, ауыл шаруашылығында, денсаулық сақтау және қауіпсіздік үшін таптырмас шешім. Жүйе IoT құрылғылары арқылы пайдаланушының сонымен қатар сыртқы ортаның әрекеттеріндегі өзгерісті бақылап, хабарламалар мен ескертулерді алдын ала белгіленген ережелерге сүйеніп автоматты түрде жеткізуді қамтамасыз етеді.

Осы жобаны негізге ала отырып автоматтандырылған хабарлама жүйесін IoT негізінде іске асыру мақсат етіп қойылады. Жүйе датчиктер мен құрылғылар арқылы деректерді жинап, өңдеп, пайдаланушыға жіберу телеграм бот немесе SMS арқылы жүзеге асырылады. Мұндай жүйе қауіп-қатердің алдын алу, ресурстарды тиімді басқару және уақыт үнемдеу тұрғысынан үлкен мүмкіндік береді.

Бұл бөлімде биометриялық аутентификация және Telegram мессенджері арқылы басқарылатын интеллектуалды қауіпсіздік жүйесінің құрылымы қарастырылады. Жүйе адамның саусақ ізін тану арқылы есікті басқаруға, белгісіз адам әрекет еткен жағдайда бейне және дыбыс жазып, Telegram-бот арқылы хабарлама жіберуге арналған. Жүйенің архитектурасы әртүрлі аппараттық және бағдарламалық модульдердің үйлесімді жұмысын қамтамасыз етеді.

Жүйе келесі негізгі модульдерден тұрады:

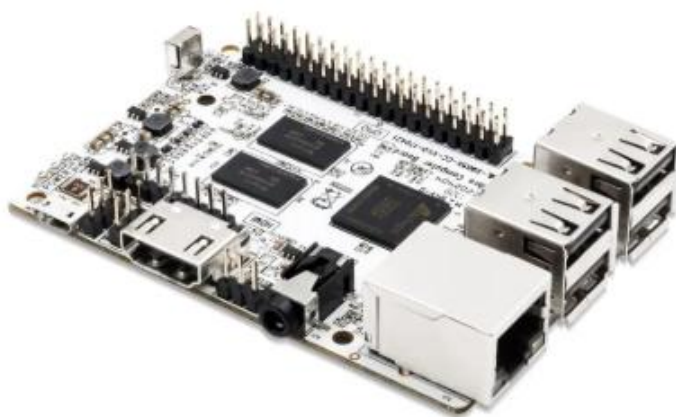
- Микрокомпьютер: 3.1 - сурет Libre Computer AML-S905X-CC (Le Potato)- жүйенің орталық басқару блогы, қолжетімділік логикасын өңдейді, Telegram-ға қосылады және құрылғыларды басқарады. Барлық құрылғылар осы құрылғы арқылы басқарылады.

- Саусақ ізі сенсоры: 3.2 - сурет FPM10A - пайдаланушыны сәйкестендіру үшін қолданылады. Қолданушының саусақ ізін сканерлеп, базадағы дерекпен салыстырады.

- Камера: 1080p USB веб-камера - кіру әрекеті сәтсіз болған жағдайда 5 секундтық бейне жазады. Белгісіз қолданушы әрекет еткен жағдайда бейнежазба жасайды, 3.3 - сурет.

- Wi-Fi модулі - микрокомпьютерді интернетке қосу үшін пайдаланылады, 3.4 – сурет.

- Telegram Bot API - хабарламалармен алмасуды және пайдаланушыдан командалар алуды қамтамасыз етеді.



3.1-сурет – Микрокомпьютер - Libre Computer AML-S905X-CC (Le Potato)



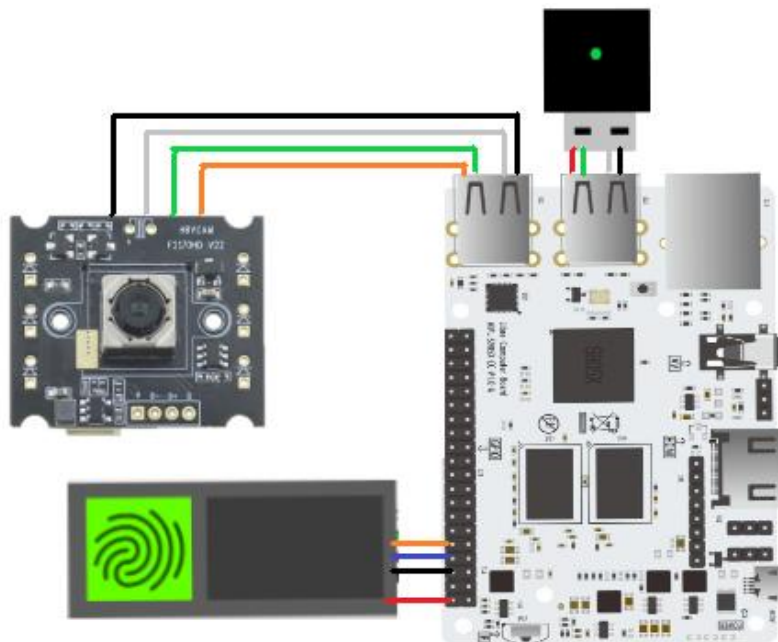
3.2-сурет – Саусақ ізі сенсоры - FPM10A



3.3-сурет – USB веб-камера модулі



3.4-сурет – Wi-Fi модулі



3.5-сурет – Биометриялық аутентификация арқылы Telegram мессенджерімен басқарылатын жүйенің сызбасы

Ұсынылған жүйе архитектурасы сенімділік, қауіпсіздік және модульдік қағидаларға негізделген. Жүйе болашақта қосымша модульдермен кеңейтуге икемді, сондай-ақ Telegram-бот арқылы алыстан басқаруға толық бейімделген. Мұндай құрылым интеллектуалды қауіпсіздік шешімдерінің тиімді үлгісі болады.

3.2 Хабарлама мен ескертпелерді автоматтандыру алгоритмін әзірлеу

Жүйенің негізгі мақсаты – рұқсат етілмеген әрекеттерді немесе рұқсат беру оқиғаларын автоматты түрде Telegram мессенджері арқылы пайдаланушыға хабарлау. Бұл үшін арнайы Telegram Bot API қолданылып, хабарлама жіберу,

бейне және дыбысты тіркеу процестері автоматтандырылған алгоритм арқылы орындалады.

Саусақ ізі сенсоры UART интерфейсі арқылы микрокомпьютерге қосылған. Пайдаланушы сканерге саусағын тигізген кезде сканер биометриялық деректі оқиды және оны микрокомпьютерге жібереді. Микрокомпьютер дерекқордағы тіркелген саусақ ізімен салыстыру жүргізеді. Бұл сәйкестендіру процесі микрокомпьютерде іске асырылған бағдарламалық алгоритм арқылы орындалады.

1) Егер сәйкестік табылса:

Wi-Fi модулі арқылы интернетке қосылып, Telegram Bot API арқылы қолданушыға:

«Отпечаток найден! Дверь открыт! ID: X.» деген хабарлама жіберіледі (саусақ іздері жадыға сақталған кезде ID: 0, ID: 1, ID:2... деп сақталады).

2) Егер сәйкестік табылмаса:

- Telegram-ботқа «Кто то пытался зайти, записываю видео...» деген хабарлама жіберіледі.

- USB веб-камера іске қосылады.

- 5 секундтық видео жазылады, олар уақытша файл ретінде сақталады.

- Жазылған видео Wi-Fi арқылы Telegram-ботқа жіберіледі.

Барлық әрекеттер журналға тіркеледі. Мысалы, уақыт белгісі, әрекет түрі, қолданушы идентификаторы. Микрокомпьютерде фондық қызмет ретінде Python тілінде жазылған Telegram-бот бағдарламасы жұмыс істейді. Бейнежазбалар .mp4 форматында сақталады және Telegram API шектеулеріне сай жіберіледі.

Пайдаланушы Telegram боты арқылы жүйеге төмендегі командаларды жібере алады:

-/lock - жүйені құлыптау (саусақ ізін іздеу режимі іске қосылады);

-/unlock - жүйені құлыптан босату (саусақ ізі ізделмейді);

-/add - жаңа саусақ ізі деректер базасына тіркеледі;

-/delete ID - белгілі бір саусақ ізін өшіру;

-/video - қолмен видео жазу және Telegram-ға жіберу;

-/status - жүйенің ағымдағы күйін тексеру.

Жүйе барлық командаға жауап қайтарады. Нәтижелер мәтін немесе медиа ретінде Telegram арқылы жіберіледі.

Автоматтандырылған хабарлама және ескерту жүйесінің артықшылықтарының бірі - нақты уақыт режимінде (real-time) Telegram мессенджері арқылы хабарлама жіберу болып табылады. Бұл функция көмегімен жүйе пайдаланушыға кез келген уақытта және кез келген жерде болып жатқан оқиғалар жайлы ақпаратты жылдам ала алады. Сонымен қатар, бөгде адам есік ашуға әрекет жасаса, сол сәтте жүйе автоматты түрде бейне жазып, дәлел ретінде Telegram-ға жібереді. Бұл қауіпсіздік деңгейін арттырады, күмәнді жағдайлардың алдын алады. Telegram арқылы қашықтан бақылау және басқару мүмкіндігі

жүйені пайдаланушыға барынша икемді және ыңғайлы етеді. Яғни, қолданушы есікті ашу немесе жабу, саусақ іздерін қосу немесе жою секілді әрекеттерді боттың көмегімен қашықтан орындай алады. Мұндай автоматтандырылған алгоритм қауіпсіздік шараларын күшейтіп, жүйені толықтай бақылауда ұстауға мүмкіндік береді.

3.3 Модульдерімен жұмыс істеу алгоритмдері

Модульдердің әрқайсысы жүйеде нақты міндет атқарады және бір-бірімен байланыса отырып автоматтандырылған жұмыс жасайды. Олардың әрқайсысына жеке тоқталып өтейік

1. FPM10A саусақ ізі сканері модулі және камера

Қолданылатын саусақ ізі сенсоры - FPM10A. FPM10A биометриялық модулі пайдаланушының саусақ ізін оқу, тіркеу және тексеру үшін қолданылады. Атқаратын міндеті - пайдаланушының саусақ іздерін сканерлеп, оны базада сақталған саусақ ізімен салыстыру. Орындалатын алгоритмдерді айтып өтсек.

1. Сканерді іске қосу.
2. Саусақтың қойылғанын күту.
3. Саусақ ізін өңдеу.
4. Базада іздеу.
5. Егер сәйкестік бар болса → рұқсат беру.
6. Егер сәйкестік жоқ болса → рұқсатсыз әрекет ретінде белгілеу.

```
16 - def connect_sensor():
17     global sensor
18     try:
19         f = PyFingerprint('/dev/ttyS1', 57600, 0xFFFFFFFF,
20                             0x00000000)
21
22         if not f.verifyPassword():
23             raise ValueError("Пароль от датчика неверен!")
24
25         print("Датчик подключен!")
26         sensor = f
```

3.6-сурет – Python тілінде жазылған код

3.6 – суреттегі бұл код құрылғыны `/dev/ttyS1` порты арқылы қосып, аутентификация жүргізеді.

```

40 bot.send_message(CHAT_ID, "Поместите палец на датчик...")
41 while not sensor.readImage():
42     pass
43 sensor.convertImage(0x01)
44
45 result = sensor.searchTemplate()
46 position = result[0]
47 if position >= 0:
48     bot.send_message(CHAT_ID, f"Отпечаток уже есть в базе (ID:
        {position})")
49     return
50
51 bot.send_message(CHAT_ID, "Снимите палец...")
52 while sensor.readImage():
53     pass
54
55 bot.send_message(CHAT_ID, "Повторно поместите палец...")
56 while not sensor.readImage():
57     pass
58 sensor.convertImage(0x02)

```

3.7-сурет – Жаңа саусақ ізін тіркеу

Пайдаланушы екі рет саусағын қояды. Жүйе екі үлгіні салыстырып, сәйкес келсе, жадыға сақтайды.

```

114 if sensor.readImage():
115     if stop_search:
116         break
117     sensor.convertImage(0x01)
118     if stop_search:
119         break
120     result = sensor.searchTemplate()
121     if stop_search:
122         break
123     position = result[0]
124     if position >= 0:
125         bot.send_message(CHAT_ID, f"Отпечаток найден! Дверь
            открыт! ID: {position}")
126     else:
127         bot.send_message(CHAT_ID, "Кто то пытался зайти,
            записываю видео...")
128         record_video()
129         time.sleep(1)

```

3.8-сурет – Саусақ ізін тану

Саусақ ізі сәйкес келмеген жағдайда, пайдаланушының Telegram мессенджеріне хабарлама келеді және бейнежазба қосылып, соңғы 5 – секундағы видео жіберіледі. Бейнежазба 1080p USB камера мен микрофон арқылы жазылады.

```

184 @bot.message_handler(commands=["video"])
185 def send_video(message):
186     bot.send_message(CHAT_ID, "Записываю видео...")
187     command = [
188         "ffmpeg", "-y",
189         "-f", "v4l2", "-framerate", "30", "-video_size", "1280x720", "
            -input_format", "yuyv422", "-i", "/dev/video1",
190         "-f", "alsa", "-ac", "2", "-ar", "44100", "-i", "plughw:CARD
            =Camera,DEV=0",
191         "-t", "5",
192         "-c:v", "libx264", "-preset", "ultrafast", "-pix_fmt", "yuv420p",
            "-crf", "23",
193         "-c:a", "aac", "-b:a", "128k", "-movflags", "+faststart",
194         "output.mp4"]
195
196     try:
197         subprocess.run(command, check=True)
198         with open("output.mp4", "rb") as video:
199             bot.send_video(message.chat.id, video, caption="Запись
                последних 5 секунд на видео:")

```

3.9-сурет – Камера арқылы бейнежазба жазу алгоритмі

2.Микрокомпьютер және Wi-Fi модулі.

Микрокомпьютер және Wi-Fi модулі үшін тікелей код болмайды, өйткені олар Python кодын орындау және интернетке қосылу үшін аппараттық негіз ретінде қолданылады.

Libre Computer Le Potato - кодты іске қосатын негізгі жүйе (Linux негізіндегі микрокомпьютер). Wi-Fi модулі - Telegram API-мен байланыс және видео жіберу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Мысалы, осы Wi-Fi арқылы Telegram серверімен байланыс жасалады:

```

bot = telebot.TeleBot(TOKEN)

bot.send_message(CHAT_ID, "Бот стартовал!", reply_markup
    =get_keyboard_unlock())

```

3.10-сурет – Wi-Fi арқылы Telegram серверімен байланыс

3.Telegram бот арқылы хабарлама жіберу және басқару.

Жүйе Telegram Bot API көмегімен қашықтан басқаруға және пайдаланушыға ескерту хабарламалар жіберуге мүмкіндік береді.

```

1 import telebot
2 from pyfingerprint.pyfingerprint import PyFingerprint
3 from threading import Thread
4 import time, subprocess
5
6 from telebot.types import ReplyKeyboardMarkup, KeyboardButton
7
8 TOKEN = "7650452011:AAFA_88HxHQFbRZq4xrFZalH87rd00CuQP4"
9 CHAT_ID = "1121469862"
10 bot = telebot.TeleBot(TOKEN)

```

3.11-сурет – Telegram ботты іске қосу

```

151 @bot.message_handler(commands=['lock'])
152 def start(message):
153     global stop_search
154     stop_search = False
155     Thread(target=search_fingerprint).start()
156     bot.send_message(message.chat.id, "Статус двери: Заперто",
        reply_markup=get_keyboard_unlock())
157
158
159 @bot.message_handler(commands=['unlock'])
160 def start(message):
161     global stop_search
162     stop_search = True
163     bot.send_message(message.chat.id, "Статус двери: Открыто",
        reply_markup=get_keyboard_lock())
164
165
166 @bot.message_handler(commands=['start'])
167 def start(message):
168     bot.send_message(message.chat.id, "Добро пожаловать! Используйте
        /add, /delete, /status")
169
170 @bot.message_handler(commands=['add'])
171 def add_fingerprint(message):
172     bot.send_message(message.chat.id, "Запуск процесса добавления
        пальца...")
173     Thread(target=enroll_fingerprint).start()
174
175
176 @bot.message_handler(commands=['delete'])
177 def delete_fingerprint_id(message):
178     try:
179         position = int(message.text.split()[1])
180         delete_fingerprint_by_id(position)
181     except (IndexError, ValueError):
182         bot.send_message(message.chat.id, "Введите команду в формате
            : /delete ID")

```

3.12-сурет – Қолданушының командалары

Жобада қолданылған модульдердің әрқайсысы нақты алгоритмдермен жұмыс істейді және жүйенің толыққанды жұмыс істеуіне өз үлестерін қосады. Саусақ ізі сенсоры, веб-камера, микрокомпьютер, Wi-Fi модулі және Telegram интерфейсі барлығы дерлік бір бірімен тығыз байланыста жұмыс істейді. Әр модуль нақты бір функцияны атқара отырып, жалпы жүйенің қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етеді.

Жүйенің маңызды артықшылықтарының бірі – модульдер арасындағы деректер алмасудың нақты алгоритмдер арқылы реттелуі. Мысалы, саусақ ізі датчигі рұқсат етілмеген әрекетті анықтаған сәтте, нақты уақытта камера арқылы бейнежазба жасалып, Telegram-бот арқылы қолданушыға хабарлама және видео жіберіледі. Бұл – автоматтандырылған қауіпсіздік алгоритмдерінің іс жүзіндегі тиімділігін көрсетеді.

3.4 IoT платформаларымен интеграция және веб/мобильдік интерфейс жасау

3.4.1 IoT платформаларымен интеграция жасау

Жүйенің негізгі артықшылықтарының бірі - құрылғылардан алынған деректерді өңдеу, сақтау және қашықтан басқару үшін IoT платформаларымен интеграция жасау болып келеді. Мысалы, жобаны бұлтты платформаға қосу арқылы жүйенің масштабталуын, құрылғылардың күйін қадағалауды, журнал жүргізуді және деректерді визуализациялауды жүзеге асыруға болады.

Жобаның қауіпсіздік жүйесі – бірнеше физикалық құрылғылардың өзара байланысына негізделген күрделі жүйе. Біздің жағдайдағы құрылғылар саусақ ізі сенсоры, веб-камера, микрокомпьютер, Wi-Fi модулі. Құрылғылардан алынған

деректерді өңдеу, сақтау және пайдаланушыға жеткізу үшін IoT платформаларын қолдану аса маңызды.

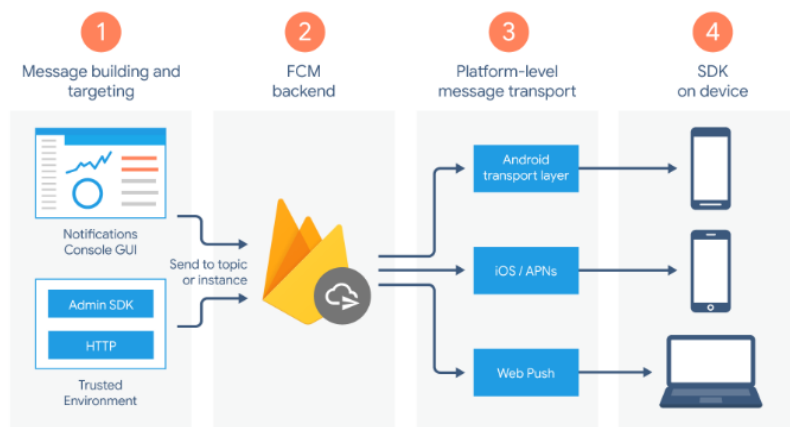
IoT платформасы - бұл құрылғылардан келіп түскен деректерді қабылдайды, өңдейді, сақтайды және орындалуына көмектеседі. Мұндай платформа:

- құрылғылардың жұмысын бақылайды,
- оқиғалар журналын жүргізеді,
- ескертулер мен командаларды өңдейді,
- қолданушы интерфейсімен өзара әрекеттеседі.

Жобаға қолдануға болатын IoT платформалар. Жобада қолдануға болатын IoT платформаларының әрқайсысы жүйенің функционалдығын кеңейтіп, қауіпсіздігін арттыруға және қолданушымен өзара әрекетті жеңілдетуге мүмкіндік береді.

ThingsBoard - IoT жобаларын жылдам әзірлеуге, басқаруға және масштабтауға мүмкіндік беретін ашық бастапқы IoT платформасы. Платформаны қолдану арқылы жүйені нақты уақыт режимінде бақылап, барлық құрылғылардың жағдайын бақылауға болады. Платформаның жүйені масштабтау, бірнеше құрылғымен бір мезгілде жұмыс істеу және күрделі ережелер орнату секілді мүмкіндіктері бар.

Google Firebase - бұлтқа негізделген платформа, ол мобильді және веб қосымшаларды жасауға, орналастыруға және басқаруға арналған құралдар жиынтығын ұсынады.



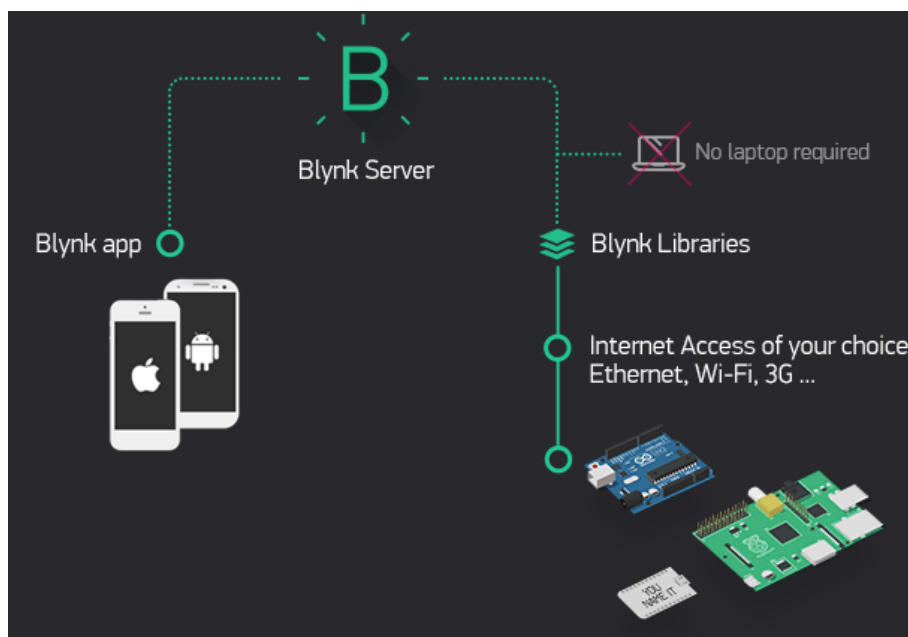
3.14-сурет – Firebase архитектурасы

Firestore келесі негізгі мүмкіндіктерді қамтиды:

- Аутентификация: Қолданушыларды электрондық пошта, Google немесе әлеуметтік желілер арқылы қауіпсіз тіркеу және кіру.

- Realtime Database: Нақты уақыт режимінде деректерді сақтау және синхрондау мүмкіндігі.
- Cloud Messaging: Push-хабарламалар арқылы қолданушы құрылғыларына ескертулер жіберу.
- Crashlytics: Қосымшадағы ақауларды бақылау және олардың себебін анықтау.

Blynk – арнайы Заттар интернеті (IoT) үшін жасалған платформа. Ол аппараттық құрылғыларды қашықтан басқаруға, сенсор мәліметтерін көрсетуге, деректерді сақтап, визуализациялауға және басқа да көптеген пайдалы функцияларды орындауға мүмкіндік береді.



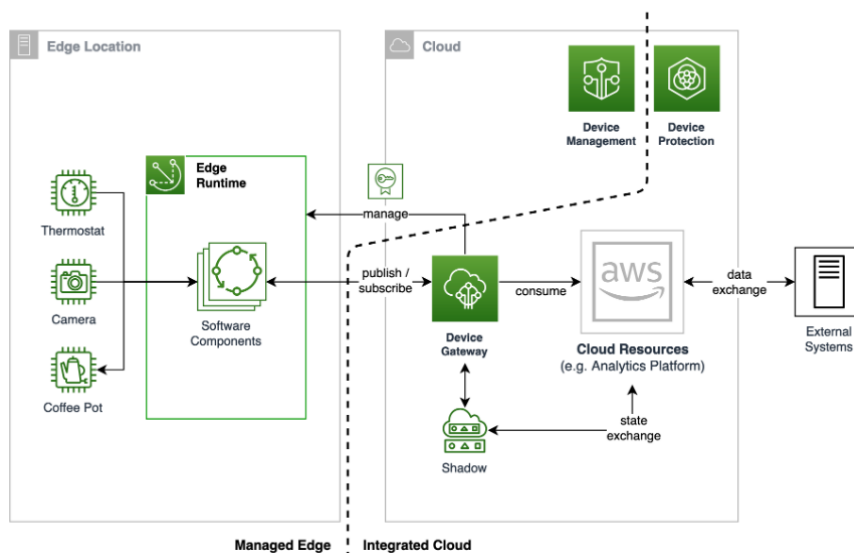
3.15-сурет – Blynk платформасының құрылымдық сұлбасы

Бұл платформа үш негізгі құрамнан тұрады:

- Blynk қолданбасы (App) – жобаларыңыз үшін түрлі виджеттер арқылы тамаша интерфейс жасауға мүмкіндік береді.
- Blynk сервері (Server) – смартфон мен құрылғы арасындағы барлық байланысқа жауап береді. Біздің жоба аясында сіз өз компьютеріңізге (Windows, macOS, Raspberry Pi және т.б.) жеке Blynk серверін орнатуыңыз керек. Бұл сервер ашық кодты, мыңдаған құрылғымен жұмыс істей алады және тіпті Raspberry Pi-де де іске қосуға болады.
- Blynk кітапханалары (Libraries) – танымал аппараттық платформалармен жұмыс істеуге арналған және сервермен байланыс орнатып, барлық кіріс-шығыс командаларды өңдейді.

Бұл платформа арқылы қолданушы интерфейсін жылдам жинақтап, құрылғыларды қашықтан басқаруға (есікті ашу/жабу, жүйені іске қосу/өшіру), жүйенің күйін бақылауға және оқиғалар туралы ескертулер алуға болады. Blynk кітапханасы арқылы микрокомпьютер (Le Potato) жүйемен оңай байланысады. Қосымшада дайын виджеттер арқылы қолданушыға ыңғайлы басқару интерфейсі жасалып, Telegram-дағы хабарламаларды толықтырып отыратын екінші арна ретінде қызмет етеді.

AWS IoT Core – кәсіптік деңгейдегі сенімділік пен ауқымдылықты қажет ететін жобалар үшін ең қолайлы шешімдердің бірі. Бұл платформа арқылы құрылғыларды жоғары деңгейде аутентификациялау, деректерді шифрлау, құрылғыларды миллиондап қосу және өңдеу мүмкіндігі қамтамасыз етіледі. Жүйенің дамуына қарай бейне және аудио жазбаларды Amazon S3 сақтау қызметімен біріктіруге, аналитикалық құралдар (Amazon QuickSight, Lambda) арқылы оқиғаларды талдауға, және дауыстық көмекшілермен (Alexa) интеграция жасауға болады. Осылайша, AWS IoT Core жобаны өнеркәсіптік деңгейде кеңейтуге мүмкіндік береді.



3.16-сурет – Тұрақты IoT құрылғыларына арналған жалпы архитектура

3.16 - суретте құрылғының тұрақты жұмыс істеу қасиеттерін қамтамасыз ететін негізгі құрылымдық блоктар көрсетілген. Олардың басты мүмкіндіктері мыналар:

- Құрылғыларды қашықтан басқаруды қамтамасыз ету;
- Over-the-air (OTA) арқылы жаңартуларды орындау мүмкіндігі;
- Құрылғылар мен деректердің сақталу және жеткізілу қауіпсіздігін қамтамасыз ете отырып, бұлтты қызметтермен интеграция жасау және қосымша өңдеу мүмкіндіктеріне қол жеткізу.

IoT платформасымен интеграция жобаның масштабталуын, қауіпсіздігін және сенімділігін арттырады. Интеграция жүйені кеңейтуге, жаңа құрылғылар қосуды жеңілдетуге және деректерді кәсіби түрде басқаруға мүмкіндік береді. Бұл әдіс заманауи «ақылды жүйелердің» негізі болып саналады.

3.4.2 Веб интерфейс жасау

Веб-интерфейс - бұл пайдаланушының сайтпен, бағдарлама немесе қосымшамен браузер арқылы әрекеттерді орындауға мүмкіндік беретін жүйелер жиыны. Бұрын қандай да бір бағдарламаны іске қосу үшін алдымен орнату файлдарын жүктеп, орнатып, содан кейін ғана жұмыс үстелінен іске қосу қажет болатын. Интернет-технологиялардың дамуы бұл процестерден құтылды. Қазіргі таңда әртүрлі платформаларды басқару алдын ала дайындықты қажет етпейді.

Веб-интерфейс - пайдаланушы браузер арқылы веб-беттермен және бағдарламалармен жұмыс істеуге мүмкіндік беретін модуль. Ең қарапайым мысал - электрондық пошта. Оған Microsoft Outlook арқылы қол жеткізуге болады. Бірақ бүгінгі таңда Gmail, Mail.ru, Mailfence, Protonmail сияқты ресурстарға Google Chrome браузері арқылы жылдам өту әлдеқайда ыңғайлы.

Веб-интерфейстер «жүктеу → орнату → іске қосу» тізбегін алмастырды. Бастапқыда олар қарапайым және жұмыс үстелі басқаларына қарағанда өте төмен болды. Қазір оның жағдайы өзгерді, әзірлеушілер қазіргі таңда бүкіл желі қолданушылары қолдайтын трендтерді қалыптастырды:

- минимализм, қарапайымдылық пен ықшамдылық;
- интерактивтілік, динамикалық және асинхронды жұмыс;
- контекске толық сәйкес келуі;
- толық layout - шекаралар мен өлшемдердің икемділігі;
- жеңілдетілген мобильдік нұсқалар.

Web-интерфейстердің түрлері:

- электрондық пошта;
- бұлтты қызметтер;
- модемдер;
- маршрутизаторлар (роутерлер);
- хостинг-платформалар.

Менің жобамда IoT жүйесі түрлі құрылғылардан мәліметтер, деректер жинайды. Деректерді тек Telegram арқылы емес, сонымен қатар браузер арқылы да бақылау, басқару үшін веб-интерфейс қажет. Мысалы қолданушы веб-интерфейс арқылы тіркелген саусақ іздерін көре алады, бейнежазбаларды тексере алады немесе рұқсат журналын қарап шыға алады.

Веб-интерфейс жобадағы есік ашу/жабу, бейнені қарау, Telegram-бот баптаулары, қолданушыны басқару сияқты функцияларды ыңғайлы түрде

орындауға мүмкіндік береді. Бұрын бұны тек командалық жол арқылы жасау керек болса, веб-интерфейс бұл процесті қарапайым етеді.

Веб-интерфейс тек бақылау мен басқару ғана емес, болашақта жаңа құрылғылар қосу, қолданушыларды тіркеу, жүйе статистикасын көру сияқты кеңейтілген мүмкіндіктер береді. Бұл IoT жүйені толыққанды смарт жүйеге айналдыруға көмектеседі.

Веб-интерфейсті енгізу IoT жобаны жаңа деңгейге шығарады. Ол жүйені пайдалануды жеңілдетіп, қауіпсіздік пен басқару мүмкіндіктерін арттырады. Қазіргі Telegram-бот негізінде құрылған жүйе белгілі бір шектеулерге ие болса, веб-интерфейс арқылы қолданушыларға саусақ іздерін басқару, бейнежазбаларды көру, оқиғалар журналын бақылау, құрылғы баптауларын өзгерту сияқты бірқатар маңызды функцияларды графикалық түрде орындауға мүмкіндік туады. Сонымен қатар, бірнеше құрылғыны бір платформада бақылау, аналитика мен статистика жүргізу, конфигурацияны ыңғайлы жолмен өзгерту – жүйені кеңейтіп, ірі масштабтағы қолдануға бейімдейді. Мұндай веб-негізделген шешім жобаны тек техникалық құрылғы емес, толыққанды басқару және қауіпсіздік платформасына айналдырады.

3.5 Жүйені тестілеу және тиімділігін бағалау

Жобаны іске асыру аяқталған соң, жүйенің әрбір модулі жеке-жеке және толық жүйе ретінде кешенді түрде тексерілді. Тестілеудің басты мақсаты – жүйенің тұрақтылығы, нақты уақытта әрекет етуі және қателерге төзімділігін бағалау.

Ең алдымен саусақ ізі сенсорын тестілеу орындалды. FPM10A биометриялық модулі бірнеше рет тексерілді, 3.1 – кестеге назар аударсақ.

Кесте 3.1 – Саусақ ізі сенсорын тестілеу

№	Орындалатын әрекет	Нәтиже	Уақыт
1	Жаңа саусақ ізін қосу	Сәтті орындалды	7 с
2	1-ші әрекетті қайталау	"Отпечаток уже есть в базе" хабары келді	2 с
3	Бөгде адамның саусақ ізін қою	"Отпечаток не найден"	2 с
4	Екі түрлі саусақпен тіркеу	"Отпечатки не совпадают" хабары келді	5 с

Тестілеу қолданушыны тану және рұқсат беру мақсатында жасалды. Саусақ ізі модулі сенімді жұмыс істейді, сәйкестендіру дәлдігі жоғары. Датчик орта есеппен 1–2 секундта саусақ ізін анықтайды, базада тіркелмеген қолданушыларға

рұқсат берілмейді, екі рет енгізу арқылы нақты сәйкестік алгоритмі сәтті жүзеге асты. 10 әрекеттің 10-ы да дұрыс орындалды.

Бейнежазба модулін тестілеу.

FFmpeg арқылы бейнежазба жасау және Telegram арқылы жіберу бірнеше мәрте тексерілді.

Кесте – 3.2 - Бейнежазба модулін тестілеу нәтижелері

№	Орындалатын әрекет	Нәтиже	Уақыт
1	Бөгде адамның әрекеті	Соңғы 5 – секундтағы бейне жазылып, Telegram-ға жіберілді	10 с
2	/video командасы	5 – секундтық видео алынды	10 с
3	Камера қосылмаған кезде	"Ошибка" хабары шықты	Бірден хабарлама келді

Мақсаты рұқсатсыз әрекет кезінде бейне жазу. Қолданылмаған саусақ анықталғанда, 5 секундтық бейне және дыбыс жазбасы жасалды. Бейне сапасы 1080p форматында сақталып, Telegram арқылы сәтті жіберілді. FFMpeg негізіндегі жазу алгоритмі тұрақты жұмыс істейді. Камера мен микрофон модулі нақты уақыт режимінде сенімді жұмыс істейді. Камераның ажыратылуы орын алған жағдайда жүйе хабарлама беріп, сәтсіздікті өңдей алады.

Telegram ботын тестілеу.

Telegram арқылы жүйені басқару мен хабарламалар жіберу бірнеше рет сыналды.

Кесте – 3.3 - Telegram ботын тестілеу нәтижелері

№	Орындалатын команда	Нәтиже	Уақыт
1	/lock	"Статус двери: Заперто"	1 с
2	/unlock	"Статус двери: Открыто"	1 с
3	/add	Саусақ ізін қосу процесі басталды	2 с
4	/delete 0	ID 0 жойылды	2 с
5	/video	Видео Telegram-ға жіберілді	10 с

/lock, /unlock, /add, /delete, /video командалары сәтті орындалды. Жүйе нақты уақытта жауап қайтарады (2–3 секунд ішінде). Telegram арқылы есікті қашықтан басқару мүмкіндігі расталды. Telegram интерфейсі жылдам және тұрақты жауап береді. Пайдаланушы командалары нақты уақытта орындалады.

Жүйенің қателерді өңдеу және төзімділік қабілеті жоғары деңгейде. Тестілеу барысында жүйеде келесідей жағдайлар орын алса да тұрақты жұмыс істейтіні дәлелденді:

- Егер саусақ ізі сенсоры дұрыс қосылмаған болса, Telegram арқылы қолданушыға «*Ошибка подключения*» деген ескерту хабарламасы автоматты түрде жіберіледі. Бұл жүйенің ақауларды ерте анықтап, қолданушыны алдын ала ескерту жіберу мүмкіндігін көрсетеді.

- Қолданушы екі әртүрлі саусақпен тіркелуге тырысса (мысалы, бірінші және екінші әрекетте әртүрлі саусақтарды қолданса), жүйе «*Отпечатки не совпадают*» деген хабарлама жіберіп, тіркеуден бас тартады. Бұл қауіпсіздік пен биометрикалық сәйкестікті сақтау үшін үлкен рөл ойнайды.

- Wi-Fi модулі қосылмаған немесе интернет байланысы уақытша үзілген жағдай орын алса, Telegram-бот арқылы хабарламалардың келуі кешіктіріледі немесе мүлдем келмейді. Осындай жағдай орын алғанда жүйе автоматты түрде ішкі әрекеттерді орындауды жалғастырады, ал байланыс қалпына келген соң хабарламалар жіберіледі.

Осы ерекшеліктер жүйенің түрлі жағдайларда да төзімді екенін көрсетеді. болашақта оны нақты ортада сенімді түрде пайдалануға мүмкіндік береді.

Жүйенің барлық модульдері дұрыс жобаланған алгоритмдер негізінде үйлесімді жұмыс істейді. Жүйе нақты уақыт режимінде жоғары сенімділікпен және дәлдікпен жұмыс істейді. Бұл жобаның қолданбалы мәні мен қауіпсіздік саласында практикалық құндылығын дәлелдейді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста заманауи технологиялардың бірі – Заттар интернеті (IoT) негізіндегі автоматтандыру жүйелеріне жан-жақты шолу жасалды. Зерттеу барысында IoT тұжырымдамасы мен оның даму тарихынан бастап, қазіргі таңдағы техникалық және функционалдық мүмкіндіктері, аппараттық және бағдарламалық құрамдас бөліктері, жүйелердің жұмыс алгоритмдері, қауіпсіздік мәселелері және нақты жобалық шешімдер қарастырылды.

Жұмыстың теориялық бөлімінде IoT технологиясының негізгі құрылымдары, желі топологиясының түрлері, сенсорлар мен контроллерлердің мүмкіндіктері, Wi-Fi модульдері мен платформалар интеграциясы егжей-тегжейлі сипатталды. Қауіпсіздік, үйлесімділік, масштабталу мәселелері және оларды шешу жолдары бойынша шетелдік ғылыми мақалалар негізінде талдау жасалды. Сонымен қатар, әртүрлі IoT платформаларының (ThingsBoard, Firebase, Blynk, AWS IoT Core) функционалды ерекшеліктері мен артықшылықтары қарастырылып, жүйелік интеграция мүмкіндіктері зерттелді.

Жұмыстың тәжірибелік бөлімінде нақты автоматтандырылған хабарлама және ескерту жүйесі жобаланып, іске асырылды. Жүйе саусақ ізі арқылы биометриялық аутентификация жасап, қауіпсіздік жүйесін Telegram-бот арқылы басқаруға мүмкіндік береді. Қолданушы рұқсатсыз әрекеттер кезінде хабарлама алады, ал бейнежазба автоматты түрде тіркеледі және жіберіледі. Жоба барысында микрокомпьютер (Le Potato), саусақ ізі сканері (FPM10A), USB камера, Wi-Fi модулі және басқа құрылғылар өзара үйлесімді жұмыс істеуі үшін алгоритмдер құрылып, тестілеуден өткізілді.

Тестілеу нәтижелері жүйенің нақты уақытта тиімді жұмыс істейтінін, модульдердің өзара байланысының тұрақты және сенімді екенін көрсетті. Telegram арқылы басқару интерфейсі пайдаланушыға икемділік пен қашықтан бақылау мүмкіндігін береді. Сонымен қатар, веб-интерфейс арқылы болашақта жүйені кеңейтуге, журнал жүргізуге және бірнеше құрылғыны бақылауға мүмкіндік бар екені көрсетілді.

Жалпы, дипломдық жұмыс мақсатына толықтай жетті деп есептейміз. IoT технологиясын қолдану арқылы автоматтандырылған жүйе жобаланып, іске қосылды. Жүйе қауіпсіздік саласындағы нақты мәселені шешуге бағытталған және болашақта өндірістік, тұрмыстық немесе қоғамдық нысандарда кеңінен қолдануға болатын шешім ретінде қарастырылады.

IoT технологияларының дамуы болашақта тек техникалық салада ғана емес, әлеуметтік және экономикалық салаларда да үлкен серпіліс әкелетіні анық. Осы тұрғыдан алғанда, зерттелген жүйелер мен әдістер Қазақстандағы цифрлық трансформация үдерісіне өз үлесін қоса алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Куркин, А. В., & Иванов, С. П. (2021). Интернет вещей: архитектура и технологии. Москва: Горячая линия – Телеком. – 272 б.
2. Гусев, А. В., & Макаров, И. А. (2020). Разработка систем безопасности на базе микроконтроллеров и Raspberry Pi. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург. – 348 б.
3. Upton, E., & Halfacree, G. (2016). Raspberry Pi User Guide (4th ed.). Chichester, UK: Wiley. – 312 p.
4. Banzai, M., & Shiloh, M. (2014). Getting Started with Arduino (3rd ed.). Sebastopol, CA: Maker Media. – 256 p.
5. Karvinen, K., & Karvinen, T. (2017). Make: Sensors: A Hands-On Primer for Monitoring the Real World with Arduino and Raspberry Pi. Sebastopol, CA: Maker Media. – 426 p.
6. Libre Computer Project. (2020). AML-S905X-CC (Le Potato) Hardware Reference Guide. Retrieved from. – 55 p.
7. Ziegler, C. (2021). Biometric Security using Fingerprint Sensors with Microcontrollers. Journal of Embedded Systems, 9(2), pp. 34–41.
8. Telegram API Documentation. (2024). Telegram Bot API. Retrieved from. 49 p.
9. Мельников, А. А. (2022). Интернет вещей в системах умного дома и безопасности. Москва: ДМК Пресс. – 296 б.
10. Zhang, Y., & Deng, R. H. (2019). Security and Privacy in Smart Home Environments: Challenges and Solutions. IEEE Communications Magazine, 57(4), pp. 104–109.
11. Dr. Simon Monk. Programming the Raspberry Pi: Getting Started with Python.
12. Solis, M., & Mansoor, M. (2021). Practical Telegram Bot Development. Apress. – 213 p.
13. Hassan, Q. F. (2018). Internet of Things: Challenges, Advances, and Applications. CRC Press. – 437 p.
14. Петров, И. А. (2022). Умные устройства на базе Linux и SBC: практические проекты. Москва: ДМК Пресс. – 312 б.

Дипломдық жоба (жұмыс) бойынша

РЕЦЕНЗИЯ

Қадірқызы Акпейіл

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: IoT негізінде ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру жүйесін жасау

Орындалды:

а) Графикалық бөлім _____ парактарда
б) түсіндірме жазба _____ беттерінде

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Қадірқызы Акпейілдің дипломдық жұмысы — қазіргі таңда қарқынды дамып келе жатқан Заттар Интернеті (IoT) саласының маңызды бағыттарының бірі — қауіпсіздік пен автоматтандыру жүйелерін жобалауға арналған. Жұмыста интеллектуалды хабарламалар жүйесін жасау және оны биометриялық сәйкестендіру арқылы басқару жолдары кеңінен қарастырылған.

Мазмұн мен құрылым.

Жұмыс жақсы құрылымдалған, әр бөлім бір-бірімен логикалық байланыста. Кіріспеден бастап аппараттық сипаттама, бағдарламалық интеграция, алгоритмдік модельдеу және жүйені тестілеуге дейінгі барлық аспектілер қамтылған. Автордың теориялық білімі мен практикалық дағдылары жобаның мазмұнында нақты көрініс тапқан.

Артықшылықтары:

- Зерттеу өзекті, практикалық маңызы зор;
- IoT архитектурасы, Wi-Fi модульдер, Telegram API, биометриялық сенсорлар секілді компоненттердің интеграциясы сәтті орындалған;
- Жүйе нақты уақытта хабарлама жіберіп, бейнежазба жасап, Telegram арқылы басқаруға толық бейімделген;
- Тестілеу нәтижелері жүйенің сенімді және тұрақты екенін көрсетеді;
- Бағдарламалық кодтар Python тілінде жазылған, модульдік және кеңейтуге икемді.

Дипломдық жұмыс заманауи талаптарға толық сай келеді, зерттеу пәні өзекті, қойылған міндеттер толық орындалған. Жоба жоғары практикалық маңызға ие және болашақта нақты жүйе ретінде қолдануға жарамды.

Жұмысты бағалау

Жалпы, дипломдық жұмысқа «өте жақсы» (95%) деген баға, ал студент Қадірқызы Акпейілді 6B06201 – Телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар бакалавры» дәрежесіне ұсынамын.

Рецензент

М.Тынышбаев атындағы
АЛТ университеті, PhD,
«АКТ» кафедрасының
ассистент профессоры

Мәдібайұлы Ж.
«20» _____ 2025 ж.



Дипломдық жобаға (жұмысқа)

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Қәдірқызы Ақпейіл

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: IoT негізінде ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру
жүйесін жасау

Білім алушы Қәдірқызы Ақпейілдің «IoT негізінде ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру жүйесін жасау» тақырыбындағы дипломдық жұмысы қазіргі таңдағы цифрлық трансформация және «ақылды жүйелер» бағытындағы өзекті мәселелердің бірін зерттеуге арналған.

Жоба барысында автор IoT платформалары, сенсорлар, микрокомпьютерлер, Telegram API және веб-интерфейс секілді заманауи технологияларды тиімді пайдаланып, автоматтандырылған хабарлама жүйесін ойдағыдай құрастырған. Жүйе нақты уақыт режимінде қауіпсіздік мақсатында хабарламалар мен бейнежазбаларды пайдаланушыға Telegram арқылы жіберуге қабілетті, сондай-ақ биометриялық аутентификация (саусақ ізі сканері) модулін енгізу арқылы қауіпсіздіктің жоғары деңгейін қамтамасыз еткен.

Білім алушы зерттеу жұмысын орындау барысында өзін жауапты, ізденімпаз, техникалық біліктілігі жоғары маман ретінде көрсете білді. Жобаның тәжірибелік бөлімі Python тілінде іске асырылып, барлық аппараттық компоненттер мен бағдарламалық модульдер арасындағы интеграция сәтті орындалған. Жүйенің жұмыс істеу алгоритмдері нақты сипатталып, тиімділігі тәжірибелік түрде дәлелденді.

Жұмыс құрылымы, теориялық және практикалық мазмұны, тілді меңгеру деңгейі талаптарға толықтай сәйкес келеді. Білім алушының бұл жұмысы — жоғары деңгейдегі инженерлік жоба.

Студент, Қәдірқызы Ақпейіл дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс «95/А/ өте жақсы» деп бағаланды, ал Қәдірқызы Ақпейілді 6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Ғылыми жетекші
ЭТЖҒТ каф. қауымдастырылған
профессоры, физика-математика
ғылымдарының кандидаты

 Жунусов Қ.Х.
«30» 05 2025 ж.

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

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

Автор: Қәдірқызы Ақпейіл

Тақырыбы: IoT негізінде ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру жүйесін жасау

Жетекшісі: Канат Жунусов

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.7

Дәйексөз (35): 2.7

Әріптерді ауыстыру: 1

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

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:

2025-05-22

Күні



Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қәдіркызы Ақпейіл

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: IoT негізінде ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру жүйесін жасау

Научный руководитель: Канат Жунусов

Коэффициент Подобия 1: 3.5

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 1

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:

2025-05-22

Дата



Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Қәдірқызы Ақпейіл

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: IoT негізінде ескертпелер мен хабарламаларды автоматтандыру жүйесін жасау

Научный руководитель: Канат Жунусов

Коэффициент Подобия 1: 3.5

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 1

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:

2025-05-22

Дата



Сұңғат Марқсұлы

проверяющий эксперт