

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Бахыт Ахмарал

«Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ 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 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін зерттеу»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы


Орындаған:



А.Бахыт

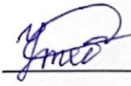
Пікір беруші

Халықаралық ақпараттық
Технологиялар университетінің
ассоц.профессоры,
техн.ғыл.канд.

 И.Л. Болатовна
«20» мамыр 2022 ж.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ сениор-лекторы,
техн.ғыл.магистры

 Д.Ж. Утебаева
«20» мамыр 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

 Е. Таштай

« 21 » XII 2021ж

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: *Бахыт Ахмарал*

Тақырыбы: *«Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін зерттеу»*

Университет ректорының «24» желтоқсан 2021 ж. № 489-П бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерізімі «26» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) *Адам қозғалысын тану жүйесі; 2) Адамның қозғалысын тану жүйесінің түрлері; 3) WI-FI көмегімен адам белсенділігін тану*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) *Адам қозғалысын тану жүйесін қарастыру; б) Адамның қозғалысын тану жүйесінің түрлерін зерттеу; в) Сымсыз байланыс арқылы адам белсенділігін тану жүйесінің құрылымын талдау; г) Арнаның күйі туралы ақпаратты танудың электрондық жүйесін (CSI) зерттеу.*

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 амау: 1) *G. Forbes, S. Massie and S. Crow, "WiFi-based Human Activity Recognition using Raspberry Pi," 2020 IEEE 32nd International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2020, pp. 722-730, doi:10.1109/ICTAI50040.2020.00115.* 2) *L. Chen, J. Hoey, C. D. Nugent, D. J. Cook, and Z. Yu, "Sensorbased activity recognition," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), vol. 42, no. 6, pp.790–808, 2012.* 3) *Zawar Hussain, Michael Sheng, Senior Member, IEEE, Wei Emma Zhang, Member, IEEE. Different Approaches for Human Activity Recognition– A Survey arXiv:1906.05074v1 [cs.CV] 11 Jun 2019.*


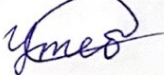

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

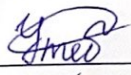
Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2022 - 01.02.2022	орындалған
Теориялық ақпарат	01.02.2022 - 01.03.2022	орындалған
Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу	01.03.2022 - 30.05.2022	орындалған

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	Д.Ж. Утебаева, ЭТжҒТ каф. сениор-лекторы, т.ғ.м.	08.02.22	
Теориялық ақпарат	Д.Ж. Утебаева, ЭТжҒТ каф. сениор-лекторы, т.ғ.м.	28.03.22	
Норма бақылау	Ж.М. Досбаев, ЭТжҒТ каф. ассистенті, т.ғ.м.	23.05.2022	

Ғылыми жетекшісі



Д.Ж. Утебаева

(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



А. Бахыт

Күні

" 23 " 05 2022 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Raspberry Pi платасының көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесі жалпылама түрде қарастырылды.

Бірінші бөлімде адамның қозғалыс жүйесін және олардың артықшылығы, кемшілігі, қолдану аясы мен қандай құрылғылар арқылы анықтауға болатындығы кесте түрінде көрсетілді.

Сосын осы тану жүйесінің қандай түрлері бар екендігі және шетелдік ғалымдардың осы тақырыпта жазған мақалалары кесте түсіру арқылы салыстырылды. Адамның іс-әрекетін тану үшін қолданылатын кейбір технологиялар туралы толық ақпарат берілді.

Бұл тақырыпты зерттеу енді ғана қарқын ала бастағандықтан, жасалынған тәжірибелік жұмыстардың саны аз. Соның бірі, үшінші бөлімде Ұлыбританиядағы Aberdeen қаласының Robert Gordon Университетінің жасаған тәжірибелік жұмысы. Бұл бөлімде арнаның күйі туралы ақпарат, жүйенің әдістемесі және талдау көрсетілген.

АННОТАЦИЯ

В этой дипломной работе была обобщенно рассмотрена система распознавания человеческой активности на основе Wi-Fi с помощью платы Raspberry Pi.

В первой части в виде таблицы была рассмотрена система движения человека и их преимущества, недостатки, сферы применения и устройства.

Затем, было сделано сравнительный анализ по статьям, написанным на эту тему зарубежными учеными о том, какие существуют виды этой системы распознавания. Представлены информации о некоторых технологиях, используемых для распознавания человеческой деятельности.

Поскольку изучение этой темы только начинает набирать обороты, число выполненных экспериментальных работ очень мало. Одна из них представляется в третьем разделе: практическая работа, выполненная в университете Robert Gordon, города Aberdeen в Великобритании. В этом разделе представлена информация о состоянии канала, методологии и анализе системы.

ANNOTATION

In this thesis, a Wi-Fi-based human activity recognition system using a Raspberry Pi board was generally considered.

In the first part, the human movement system and its advantages, disadvantages, applications and devices were considered in the form of a table.

Then, a comparative analysis was made on articles written on this topic by foreign scientists about what types of this recognition system exist. Information about some technologies used to recognize human activity is presented.

Since the study of this topic have began is just few time ago, , the number of experimental works performed is very small. One of them is presented in the third section: practical work performed at Robert Gordon University, Aberdeen in the UK. This section provides information about the channel status, methodology, and system analysis

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	10
1. Адам қозғалысын тану жүйесі	11
1.1. Адам әрекеттерін құрылғысыз тану жүйесі	11
2. Тану деңгейлерін зерттеу	18
2.1 Адам әрекетін тану деңгейлері	18
2.2 Адам әрекетін танудың жалпы процесі	23
3 WI-FI көмегімен адам белсенділігін танудың электрондық жүйесі	26
3.1 Арна күйі (CSI)	27
3.2 Аппараттық қамтамасыз етудің қолжетімділігі	29
3.3 Жүйені талдау	34
Қорытынды	35
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	36

КІРІСПЕ

Адамның белсенділігін тану (АБТ) - бұл үйді автоматтандыру, денсаулықты бақылау, қауіпсіздік және қорғаныс, ойын-сауық сияқты көптеген жерде кеңінен қолданылатын әдіс. Адам белсенділігін тануды қамтитын ең танымал тәсілдер - бұл тағатын құрылғыларға және камераларға негізделген әдістер. Екі әдісте адам қызметінің әртүрлі түрлерін ажырата алады. Бірақ олардың белгілі бір кемшіліктері де бар. Мысалы, адамдар сенсорлық құрылғыларды кез-келген уақытта және кез-келген жерде тағып жүруі керек, бұл сенсорлар адам денсаулығына зиянсыз болса да, ыңғайсыз болып келеді. Камераға негізделген тәсіл белгілі бір артықшылыққа ие болғанымен, ол құпиялылықты қорғау, кедергілерді өткізбеу, қараңғы болған кезде және т.б. тұрғысынан күрделі қиындықтарға тап болады.

Жоғарыда аталған кемшіліктерді тиімді жеңетін технология - сымсыз зондтау (device-free sensing) технологиясы. Адамдар өзімен алып жүретін қосымша құрылғылардың көмегінің зондтау үшін тек радиожилілік (RF) сигналдары пайдаланылады. Соның ішінде жиілікті модуляцияланған үздіксіз толқындарды (Frequency-Modulated Continuous Wave), миллиметрлік (MilliMeter-Wave) толқындарды, ультра кең жолақты (Ultra-Wide Band) толқындарды, Wi-Fi және т. б. қолдана отырып, кең ауқымда зерттеулер жүргізілді. Олардың ішінде Wi-Fi желілері үй ішінде де, сыртта да кең таралғандықтан, олар сымсыз интеллектуалды зондтауда маңызды рөл атқарады. Соңғы жылдары Wi-Fi негізіндегі АБТ-ды зерттеу күрт өсті [17].

Адамдар ақылды үйдің жағдайын бақылауға интрузивті емес тәсілдерді таңдайды. Яғни, видеолар мен тағатын құрылғылар (басқа компьютерлерге жергілікті немесе қашықтан сымсыз қосылатын білезік, көзілдірік, сағат сияқты шағын компьютерлер) сияқты интрузивті зондтау әдістері мол ақпарат ұсына алады, бірақ деректердің құпиялығына байланысты адамдар аз ақпарат алады. Арна күйінің ақпаратын (CSI) анықтауға арналған радиожилілікке негізделген зондтау әдісі, арзан Wi-Fi жабдығын қолдана алады. Бұл дипломдық жұмыста әлемдегі ең танымал тақталардың (плата) бірі - Raspberry Pi 4-те белсенділікті тану жүйесі зерттелген. Белсенділікті тану қабілетін көрсету үшін Pi қолданатын жіктеу жүйесі енгізілген. Бұл деректерді жіктеу моделіне жібермес бұрын деректерді жинауды, түсіндіруді және өңдеуді қамтиды.

CSI деректері арқылы белсенділікті тану кезінде Raspberry Pi 4 мүмкіндіктері қарастырылады. Бұл жұмыста аппараттық құралдардан деректерді түсіндіруге, өңдеуге және визуализациялауға қабілетті, әрі өз-ара әрекеттесетін платформа көрсетілген. CSI деректері әр түрлі іс-шаралар кезінде де көпшілікке қол жетімді. Қозғалыстарды жіктеу үшін LSTM терең жинақтау моделі қарастырылды.

Бұл жұмыстың басты мақсаты Raspberry Pi 4-ті үй жағдайында қозғалысты бақылауға қабілетті құрылғы ретінде құру болып табылады, ал CSI негіздерінің

қысқаша мазмұны талқылауға көмектеседі. Сонымен қатар, бұл жұмыста CSI жабдығын орналастыру кезінде Raspberry Pi 4-ті орналастыруды және басқа жүйеден айырмашылықтары қарастырылды [1].

1 АДАМ ҚОЗҒАЛЫСЫН ТАНУ ЖҮЙЕСІ

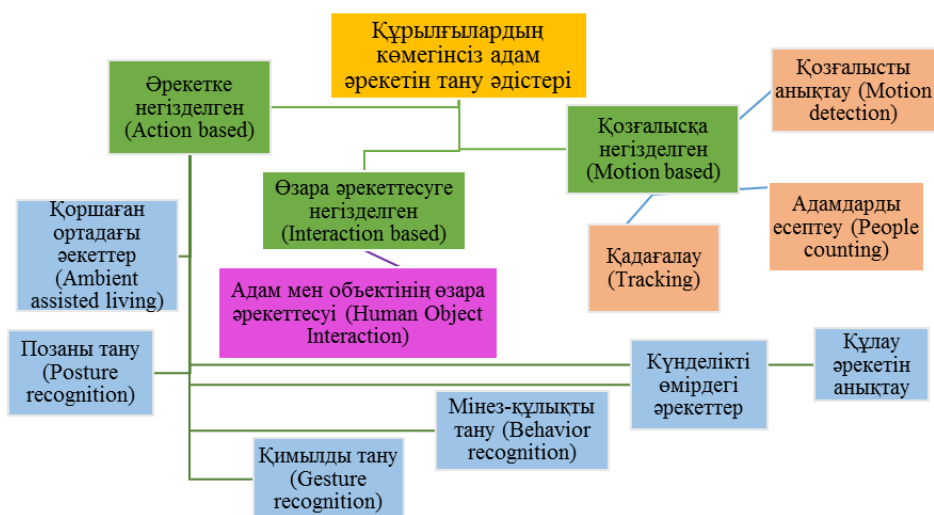
1.1 Адам әрекеттерін құрылғысыз тану жүйесі

Физикалық белсенділік әртүрлі болуы мүмкін. Бұл әрекеттерге серуендеу, жүгіру және отыру сияқты қозғалыстар кіреді. Кейбіреулері секіру және билеу сияқты күрделі болуы мүмкін. Әрекеттер дененің белгілі бір бөлігімен байланысты. Мысалы, қол қимылдары. Адамның белгілі бір ортада болуын немесе қозғалысын анықтау да белсенділікті тануға жатады. Белгілі бір аймақтағы адамның қозғалысын немесе траекториясын бақылауды белсенділікті тану ретінде де қарастыруға болады. Адамның іс-әрекетін тану аясында маңызды зерттеулер жүргізілді. Қызметті тану саласындағы әртүрлі жұмыстардың схемалық жіктелуі 1.1-суретте көрсетілген.

Қолданыстағы белсенділікті тану үш негізгі категорияға бөлінеді:

- әрекетке негізделген қызмет;
- қозғалысқа негізделген қызмет;
- өзара әрекеттесуге негізделген қызметтер.

Бұл санаттар одан әрі 10 кіші ауданға бөлінеді. Іс-әрекетке негізделген зерттеу жұмыстары қимылды тану, позаны тану, құлауды анықтау, күнделікті іс-әрекет, мінез-құлықты тану және қоршаған ортаға көмек болып бөлінеді. Қозғалысқа негізделген әрекеттер бақылау, қозғалысты анықтау және адамдарды санау болып бөлінеді. Өзара әрекеттесуге негізделген қызмет түрлері бойынша зерттеу жұмыстары бір санатқа - адам мен объектінің өзара әрекеттесуіне топтастырылған [3].



1.1 Сурет – Үш негізгі категорияға, содан кейін 10 ішкі категорияға бөлуге болатын адам әрекетін тану әдістеріне шолу схемасы

Соңғы онжылдықта адамның іс-әрекетін тану үшін көп жұмыс жасалды. Белсенділікті тану саласындағы ғылыми-зерттеу жұмыстарын жинақтайтын көптеген зерттеулер бар. Бұл зерттеулер іс-әрекетті тану үшін қолданылатын әртүрлі тәсілдерге бағытталған және оларды төменде келтірілген төрт негізгі санатқа жіктеуге болады [3].

А) Салыстыру көрсеткіштері

Құрылғылардың көмегінсіз адамның белсенділігін тану әдістерінің әртүрлі санаттарын талқыламас бұрын, бұл бөлімде салыстыру көрсеткіштері берілген және бұл өлшемдер әртүрлі тәсілдерді салыстыру үшін қолданылады.

- Тәсіл (M1): зерттеушілер адамның іс-әрекетін тану үшін әртүрлі тәсілдерді қолданды. D құрылғыларды пайдаланбайтын тәсілді білдіреді, W тағуға болатын тәсілді білдіреді, ал H гибридті тәсілді білдіреді.

- Технология (M2): әртүрлі шешімдерде әртүрлі технологиялар қолданылады. АБТ саласында қолданылатын кейбір танымал технологиялар - бұл RFID, Kinect, инфрақызыл, радар, сенсорларды біріктіру, Wi-Fi, гибрид (бірнеше технологияны біріктіру) және т.б.

- Ақпарат түрі (M3): әр түрлі әдістер әр түрлі ақпаратты қажетті тапсырманы орындау үшін пайдаланады. Бірдей тәсіл мен технологияны қолданатын шешімдер кіріс ретінде әртүрлі ақпаратты қолдана алады.

- Машинаны оқыту алгоритмі (M4): Машина оқыту - адам әрекетін тану процесінің ажырамас бөлігі. АБТ машинаны оқыту алгоритмдерінің әртүрлі түрлерін қолданды. Ең танымал алгоритмдердің бірі - тірек векторлық машина (SVM), k-жақын көрші (KNN, k-Nearest Neighbour), кездейсоқ орман (RF, Random Forest), жасырын Марков моделі (HMM, Hidden Markov Model), аңғал Байес талдауы (NB, Naive Bayes), шешім ағашы (DT, Decision Tree) және т.б. ұсынылған әдістерді қолдана отырып, машиналық оқыту құралы ұсынылған.

- Бақыланатын / бақыланбайтын (M5): машинаны оқыту алгоритмдері бақыланатын немесе бақыланбайтын болуы мүмкін. Екеуі де әртүрлі тәсілдер. Бақыланатын әдістер оқыту деректерін қажет етеді, ал бақыланбайтын әдістер оқыту деректерін қажет етпейді. Y бақыланатын, Ал N бақыланбайтын дегенді білдіреді.

- Құны (M7): құны кез-келген техниканың негізгі факторы болып табылады. Егер шешімнің дәлдігі жақсы болса, бірақ құны тым жоғары болса, онда оның практикалық пайдасы жоқ. Біз талқыланған әдістердің құны туралы ақпарат бердік. Құны екі санатқа бөлінеді: қымбат (егер құрылғы бір адамға қолданылса) және арзан (егер барлық қатысушылар үшін бір құрылғы қолданылса).

- Дәлдік (M8): шешімді бағалаудың өте маңызды факторы оның дәлдігі болып табылады. Дәлдік үш санатқа бөлінеді: жоғары (90 %-дан жоғары), орташа (80 % бен 90 % - дың арасы) және төмен (70 %-дан төмен).

- Кідіріс (M9): кідіріс, әсіресе нақты уақыттағы қосымшалар үшін маңызды фактор болып табылады. Егер шешім дәл болса, бірақ нәтижеге жету үшін көп уақыт қажет болса, бұл іс жүзінде мүмкін емес.

○ Нақты уақыт режимінде (M10): Бұл адамның іс-әрекетін тану үшін өте маңызды, өйткені нақты уақыт режимінде нәтиже алу көптеген жағдайларда міндетті болып табылады. Мысалы, қимылды тану жағдайында нақты уақыт режимінде нәтиже алу қажет. Бұл фактор салыстыру кестесінде енгізілді. Ү шешім нақты уақыт режимінде екенін білдіреді, ал N шешім нақты уақыт режимінде емес дегенді білдіреді.

Ә) Нақты іс-әрекеттерге негізделген белсенділік

Іс - әрекетке негізделген белсенділік - бұл адам денесінің кейбір әрекеттерін қамтитын белсенділігі. Бұл әрекет бүкіл денені немесе дененің белгілі бір бөлігін қамтуы мүмкін. Бұл бөлімде адамның іс-әрекетіне негізделген белсенділікті тану үшін ұсынылатын әртүрлі шешімдерге шолу жасалынды.



1.2 Сурет - Әрекетке негізделген белсенділіктердің мысалдары

1. Қимылды (жесты) тану: қимылды тану - бұл әрекетті танудағы маңызды субтопиктердің бірі. Бұрын машинамен өзара әрекеттесудің жалғыз тәсілі-тінтуір, пернетақта немесе сенсорлық экран сияқты кез-келген құрылғыны қолмен пайдалану болған. Бірақ бұл әрдайым қолжетімді емес. Мысалы, бұл құрылғыларды пайдалану мүгедектер мен қарт адамдар үшін қиын болуы мүмкін. Бұндай құрылғыларды саябақтар, әуежайлар және ауруханалар сияқты қоғамдық орындарға орналастыру жоғары шығынды қажет етеді немесе қарқынды пайдаланылмауы мүмкін. Сонымен қатар, олардың сенсорлық сипатына байланысты жұқтыру ықтималдығы жоғары ауруханаларда қолдану зиянды болуы мүмкін. Соңғы онжылдықта зерттеушілер машиналармен өзара әрекеттесудің қосымша шешімдерін ұсынуға тырысуда. 1.1 кестеде осы бөлімде талқыланған әртүрлі әдістердің тәсілі, технологиясы, артықшылықтары мен кемшіліктері, сондай-ақ қимылды танудың кейбір бағыттары көрсетілген. Бұл шешімдердің кейбіреулері көру қабілетіне негізделген және қимылдарды тану үшін бейнелерді немесе суреттерді түсіру үшін камераларды пайдаланады. Бұл бөлімнің басты бағыты - қимылды тануға арналған құрылғылардың көмегінсіз RFID негізіндегі шешімдер.

1.1 Кесте - Ұсынылған қимылды тану әдістерінің тәсілі, технологиясы, артықшылықтары, кемшіліктері және қолдану аясы

Тәсіл	Технологиясы	Артықшылықтары	Кемшіліктері	Қолдану аясы
Көруге негізделген (Vision Based)	Бақылау камерасы	Жоғары дәлдік	Құны жоғары, күрделі компьютерлік өңдеу, құпиялылық мәселесі	Ойындар, интеллектуалды экранмен өзара әрекеттесу, ымдау тіліне аудару, қашықтан бақылау
Depth sensor	Kinect	Жоғары дәлдік	Құны жоғары, құпиялылық мәселесі	
Тағатын сенсорлар (Wearable Sensors)	Қолғап, білезік, смарт сағат	Төмен құны	Құрылғыны киюді шектеу	
RFID	Пассивті RFID белгілерінің массивтері	Құны төмен, пассивті	Қоршаған ортаға араласу	

1.1 Кестенің жалғасы

Тәсіл	Технологиясы	Артықшылықтары	Кемшіліктері	Қолдану аясы
Тегпен белгіленген нысан (Object Tagged)	Акселерометр , ультрадыбыстық датчик, микрофон	Құны төмен	Құрылғыға байланған	Ойындар, интеллектуалды экранмен өзара әрекеттесу, ымдау тіліне аудару, қашықтан бақылау
Радиожилік	Радар, Wi-Fi	Құны төмен	Қоршаған ортаға араласу	

2. Позаны тану: күнделікті өмірде адамдар көптеген әрекеттерді орындайды. Бұл әрекеттер тұру, отыру, жату немесе серуендеу сияқты қарапайым позалар болуы мүмкін немесе жүгіру, жаттығу және тамақ дайындау сияқты қиын болуы мүмкін. 1.2 кестеде осы бөлімде талқыланған әртүрлі әдістердің тәсілі, технологиясы, артықшылықтары мен кемшіліктері, сонымен қатар позаны танудың кейбір қосымшалары берілген. Зерттеушілер сенсорға негізделген позаны танудың әртүрлі әдістерін қолданды және бұл әдістерді екі негізгі категорияға бөлуге болады: тағатын сенсорларды пайдалану және қоршаған ортаға орналастырылған сенсорларды пайдалану (ешқандай құрылғыларды пайдаланбай).

1.2 Кесте - Ұсынылған позаны тану әдістерінің тәсілі, технологиясы, артықшылықтары, кемшіліктері және қолдану аясы

Тәсіл	Технологиясы	Артықшылықтары	Кемшіліктері	Қолдану аясы
Көруге негізделген (Vision Based)	Камера	Жоғары дәлдік	Жоғары құны, күрделі компьютерлік өңдеу, құпиялылық мәселесі	Ақылды үйлер, ақылды кеңселер, ауруханалар, медициналық орталықтар
Тағатын сенсорлар (Wearable devices)	Смартфон, акселерометр, гироскоп	Төмен құны	Құрылғыны тасымалдауға шектеу	
Сымсыз технология (Device Free)	RFID	Құны төмен, қол жетімді шығындар, пассивті	Қоршаған ортаның кедергісі	Ақылды үйлер, ақылды кеңселер, ауруханалар, медициналық орталықтар
	Радар	Құны төмен	Жеке жабдық қажет	
	Wi-Fi	Құны төмен, қол жетімді шығындар	Қоршаған ортаның кедергісі	

3. Мінез-құлықты тану: мінез-құлықты тану адамның іс-әрекетін танудың маңызды бөлігі болып табылады. Негізгі идея - әртүрлі сенсорлар арқылы алынған мәліметтер негізінде адамның мінез-құлқын анықтау. Мінез-құлықты тану ақылды ортада (қарт адамдарға күтім жасау орталықтары және ақылды үйлер) және сауда орталықтарында өте пайдалы. Егде жастағы пациенттерге күтім жасау орталықтарында қашықтықтан бақылауға болады, бұл шығындарды едәуір төмендетуі мүмкін, өйткені адам ресурстары өте қымбат. Қарт адамдардың мінез-құлқындағы кез-келген аномалияны анықтауға болады және тиісті адамдар бұл жағдай туралы хабардар болуы мүмкін. Сауда орталықтарында клиенттердің мінез-құлқын анықтау иелеріне өз бизнестерін жақсартуға көмектеседі. Мінез-құлықты танудың кейбір қосымшалары, сонымен қатар осы бөлімде келтірілген әртүрлі әдістердің тәсілі, технологиясы, артықшылықтары мен кемшіліктері 1.3 кестеде келтірілген.

1.3 Кесте - Мінез-құлықты тану әдістерінің тәсілі, технологиясы, артықшылықтары, кемшіліктері және қолдану аясы

Тәсіл	Технологиясы	Артықшылықтары	Кемшіліктері	Қолдану аясы
Көруге негізделген (Vision)	Бақылау камерасы	Жоғары дәлдік	Жоғары құны, күрделі есептеу, құпиялылық мәселесі	Сауда орталықтары, парктер, күтім орталықтары, күзет және бейнебақылау
Depth sensor	Kinect	Жоғары дәлдік	Жоғары құны, құпиялылық мәселесі	
Сымсыз технология	RFID	Төмен құны, қол жетімді шығындар	Қоршаған ортаға араласу	
	Wi-Fi	Төмен құны, қол жетімді шығындар, пассивті	Қоршаған ортаға араласу	

4. Құлауды анықтау: құлау дегеніміз, адам денесінің жағдайы кенеттен қалыпты күйден (мысалы, тұру, отыру немесе жүру) жартылай жатуға, ешқандай бақылаусыз өзгертінін білдіреді. Құлау кішігірім де, ауыр да жарақатқа әкелуі мүмкін. Құлаудың шамамен 3% - ы сынуға әкеледі, бірақ тіпті кішігірім жарақаттардың өзі пациенттің қалпына келуінің кешіктірілуіне әкелуі мүмкін, сонымен қатар қосымша стрессті тудыруы мүмкін. Қарт адамдар құлауға бейім және құлау салдарынан ауыр жарақаттарға және тіпті өлімге әкелуі мүмкін. Жарақаттанудан басқа, құлау медициналық шығындарды едәуір арттыруы мүмкін. 2015 жылы тек АҚШ-та ғана құлаудан келген шығын құны шамамен 50 миллиард долларды құрады. Бұл көрсеткіш жылдан жылға өсуі мүмкін. Көбіне

қарт адамдар қарттар орталығында жалғыз тұрады. Бір жағдай болып қалса (мысалы, құлау) қызметкерге немесе қамқоршыға бұл туралы хабарлау үшін олардың қызметін бақылау өте маңызды. Құлағаннан кейін еденде ұзақ жату өлім мүмкіндігін арттыруы мүмкін. Соңғы жылдары құлауды анықтау саласында айтарлықтай жұмыс жүргізілді. 1.4 кестеде құлауды анықтаудың кейбір бағыттары, сонымен қатар құлауды анықтау үшін талқыланған әртүрлі шешімдердің тәсілдері, технологиясы, артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Бұл шешімдердің кейбіреулері тағатын сенсорларға негізделген.

1.4 Кесте - Құлауды анықтау тәсілі, технологиясы, артықшылықтары, кемшіліктері және қолдану аясы

Тәсіл	Технологиясы	Артықшылықтары	Кемшіліктері	Қолдану аясы
Тағатын құрылғы	Акселерометр + RFID, смартфон, барометр, магнитометр	Құны төмен	Құрылғыны киюді шектеу	Қарт адамдарға күтім жасау орталықтары, ауруханалар, өнеркәсіптік жұмыс орны
Сымсыз технология	Радио құрылғы	Жеке жабдық қажет	Құны төмен	
	RFID	Құны төмен, аз шығындар, пассивті	Қоршаған ортаның кедергісі	
	Wi-Fi	Құны төмен, қол жетімді шығындар	Қоршаған ортаның кедергісі	

5. Күнделікті өмірдегі әрекеттер - бұл белгілі бір жердегі күнделікті іс-әрекеттің анықтамасы. Мысалы, үй. Үйдегі әрекеттерге тамақтану, тамақ дайындау, ұйықтау, отыру, шомылу, киіну, дәретханаға бару және т. б. жатады. Мұндай әрекеттерді бақылау оларды ақылды үйлер, күтім орталықтары сияқты әртүрлі салаларда қолдану үшін үлкен маңызға ие. Ақылды үй, егер ол тұрып жатқан адамның әрекеті туралы білсе, соған сәйкес бейімделе алады. Күтім мекемелеріндегі пациенттердің немесе қарттар үйіндегі қарттардың күнделікті іс-әрекетін тану қамқоршыларға олардың денсаулығын бақылауға және қажетті емдеуді қамтамасыз етуге көмектеседі. Кестеде күнделікті белсенділікті танудың қолданылу аясы көрсетілген және осы бөлімде ұсынылған әртүрлі әдістердің тәсілі, технологиясы, артықшылықтары мен кемшіліктері сияқты мәліметтер келтірілген [3].

1.5 Кесте - Күнделікті өмірде ұсынылған әдістердің тәсілі, технологиясы, артықшылықтары, кемшіліктері және қолдану аясы

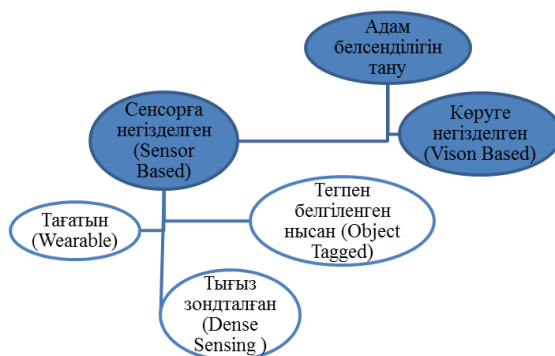
Тәсіл	Технологиясы	Артықшылықтары	Кемшіліктері	Қолдану аясы
Көруге негізделген (Vision Based)	Камера	Жоғары дәлдік	Құны жоғары, күрделі компьютерлік өңдеу, құпиялылық мәселесі	Қауіпсіздік және бейнебақылау, ақылды үй, күтім орталықтары
Тағатын сенсорлар	Акселерометр, температуралық датчик, алтиметр, гироскоп	Құны төмен	Құрылғыны тасымалдауға шектеу	
Гибрид	RFID + киюге болатын құрылғы	Құны төмен	Жеке жабдық қажет, құрылғыны киюдi шектеу керек	
Сымсыз технология	Қозғалыс сенсоры, жақындық (proximity) сенсорлары, температура сенсоры	Құны төмен, пайдаланушы үшін еркіндік	Қоршаған ортаға араласу	
Тегпен белгіленген нысан (Object tagged)	Акселерометр, RFID	Құны төмен	Бекітілген құрылғы	

2 ТАҢУ ДЕҢГЕЙЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

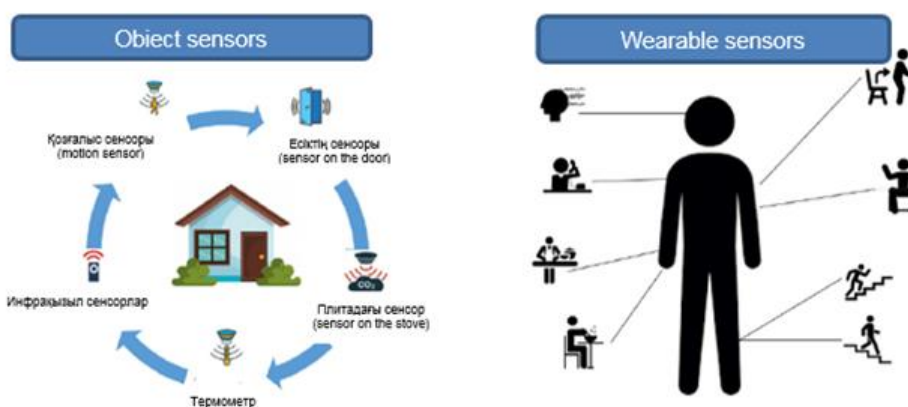
2.1 Адам әрекетін тану деңгейлері

Технологияның дамуымен және құрылғылардың өзіндік құнының төмендеуімен күнделікті іс-әрекеттерді тіркеу өте танымал болды. Адамдар тамақ дайындау, тамақтану, ұйықтау, теледидар көру немесе жүрген қадамдар санын есептеу сияқты күнделікті әрекеттерін тіркейді. Осы қызмет түрлерін есепке алу үшін әртүрлі тәсілдер қолданылды. Бұл тәсілдерді 2.1 суретте көрсетілгендей көру және сенсорлар негізінде деп бөлуге болады. Бұл саладағы жаңашыл тәсілдердің бірі - көру тәсіліне негізделген тәсіл, онда камера адамның іс-әрекеті туралы ақпарат жинау үшін қолданылады. Осы түсірілген

мәліметтерге компьютерлік көру әдістерін қолдана отырып, әртүрлі әрекеттерді тануға болады. Компьютерді көруге негізделген әдістерді қолдану оңай және жақсы нәтиже бере алады, бірақ бұл тәсілге байланысты көптеген мәселелер бар. Соның ішінде құпиялылық - бұл басты мәселе. Камералар тиісті жарық болмаған кезде жұмыс істемейді (мысалы, түнде) [4].



а)



б)

2.1 Сурет – а) Адам әрекеттерін тану жүйесінің жіктелуі; б) сенсорға негізделген әрекеттердің түрлері

Адам әрекетін тану үшін қолданылатын әрекеттерді 4 деңгейге бөле аламыз.

А) Радиожиіліктерге негізделген

Бұл санаттағы зерттеулер адамның белсенділігін тану үшін радиожиілікке (RF) негізделген тәсілдерге бағытталған.

Scholz және т.б радио байланысы негізіндегі құрылғыларсыз белсенділікті тану саласындағы зерттеу жұмысына шолу жасады. Бұл зерттеуде сымсыз радиобайланыс негізіндегі локализация (DFL, device-free radio-based localization) және сымсыз радиобайланыс негізінде белсенділікті тану (DFAR, device-free radio-based activity recognition) саласындағы қолданыстағы жұмыстар жіктеледі. DFL үшін авторлар кеңістікті қамту, адаптивті машиналық оқыту, радиотомографиялық және статистикалық модельдеу сияқты әртүрлі

тақырыптардың сипаттамасын ұсынады. DFAR үшін дерек көздері 3-ке бөлінеді: бейімделу негізіндегі DFAR, машиналық оқыту негізінде DFAR және статистикалық модельдеу негізінде DFAR болып бөлінеді. Бұл зерттеу негізінен белсенділікті тану үшін радиосенсордың қолайлылығын талдауға бағытталған [5].

Amendola және т.б. интернеттегі заттарға (IoT) негізделген денсаулыққа қатысты қосымшалар үшін RFID технологиясын қолдануды қорытындылайтын зерттеуді ұсынды. Бұл жұмыста RFID белгілерінің әр түрлі қолданылуы сипатталған. Бұл жұмыста адамның іс-әрекетін талдауға арналған RFID технологиясының бақылау, қимылды тану және қашықтан бақылау сияқты кейбір қосымшалары бар. Авторлар RFID технологиясы саласындағы зерттеу бағыттарын ұсынады. Бұл жұмыста RFID технологиясын әртүрлі қосымшаларда қолдану мүмкіндігі талқыланады, бірақ осы қосымшаларда жасалған жұмыс туралы ешқандай мәлімет жоқ [6].

Wang & Zhou радио негізіндегі белсенділікті тану саласындағы зерттеу жұмыстарын қорытындылады. Олар жұмыстарын төрт негізгі санатқа жіктейді: ZigBee радиобайланысы негізінде, Wi-Fi негізінде, RFID және басқа радиобайланыс негізінде (мысалы, FM радиосы, микротолқынды пеш). Авторлар қамту, дәлдік, әрекет түрлері және орналастыру шығындары сияқты көрсеткіштерді қолдана отырып, осы әдістердің барлығын салыстыруды ұсынады. Бұл жұмыс RFID-ге негізделген құрылғыларды пайдалануды қажет етпейтін бір ғана тәсілге бағытталған [4].

Ma және т.б. Wi-Fi негізіндегі әдісті қолдана отырып, белсенділікті тану зерттеулеріне қысқаша шолу жасады. Мақалада Wi-Fi-ға қатысты негізгі технологияларға қысқаша шолу жасалады. Бұл құрылымның негізгі қадамдары - сигналды таңдау, алдын-ала өңдеу, белгілерді алу және жіктеу әдістері. Амплитуда, фаза және фазалық айырмашылықты қамтитын негізгі сигналдардың үш түрі талқыланады. Алдын ала өңдеу кезеңі нысандарды жою, маңызды емес ақпаратты жою және резервті жою болып бөлінеді. Нысанды жою кезеңі кеңістікті түрлендіруді және нысанды таңдауды қамтиды. Қорытындылай келе, жіктеу кезеңінде ережеге негізделген және машиналық оқытуға негізделген екі әдіс талқыланады. Бұл жұмыста әртүрлі тәсілдер арасында салыстыру жоқ, тек Wi-Fi негізіндегі зерттеулер талқыланады [7].

Cianca және т.б. ұсынған зерттеу радиожилік сигналдарын қолдана отырып, адам әрекетін тану саласында жүргізілген жұмысты сипаттайды. Авторлар адам белсенділігін тануды келесі ішкі категориялар бойынша жіктейді: адамның болуын немесе болмауын анықтау, құлауды анықтау, белсенділікті анықтау, қимыл мен позаны тану, адамдарды санау, жеке сипаттамаларды анықтау, тыныс алуды және өмірлік белгілерді анықтау, адам мен объектінің өзара әрекеттесуін анықтау. Бұл жұмыс негізінен сымсыз пассивті зондтау тәсілдеріне бағытталған және осы тәсілдерді сигнал сипаттамаларына (өткізу қабілеті, тасымалдаушы жиілік және беріліс режимі), қабылданған сигналдың өлшеу түріне (тікелей жасалған CSI немесе SDR платформасынан өңделмеген деректер) және қолданылатын сигнал дескрипторының түріне байланысты

бөледі. Бұл зерттеуде радиожилілік сигналдарын қолдана отырып, белсенділікті тану жұмысы туралы жақсы түсінік беріледі [8].

Ә) Сенсорларға негізделген

Бұл бөлімде белсенділікті танудың сенсорлық тәсілдеріне бағытталған сауалнамалар берілген.

Chen және т.б. адам әрекетін тануға негізделген сенсорлардың жұмысына егжей-тегжейлі шолу жасады. Бұл сауалнама қолданыстағы зерттеу жұмыстарын екі негізгі категория бойынша жіктейді: көруге негізделген тәсілдің сенсорға негізделген тәсілге қарама-қарсылығы және деректерге негізделген тәсілдің білімге негізделген тәсіліне қарама-қарсылығы. Бірінші жіктеуде зерттеу сенсорларға негізделген тәсілдерге назар аударады. Тағатын сенсорларды (мысалы, акселерометр, GPS және биосенсорлар) және тығыз зондтауды қолданатын әртүрлі әдістер талқыланады. Жіктеудің екінші әдісінде авторлар белсенділікті тануды деректерге негізделген тәсілдер мен білімге негізделген тәсілдерге жіктейді. Деректерге негізделген тәсілдерге келетін болсақ, авторлар генеративті модельдеуді және дискриминациялық модельдеуді қолданатын әдістерді талқылайды. Білімге негізделген тәсілдер үшін әдістер одан әрі онтологияға негізделген, зияткерлік талдауға негізделген және логикаға негізделген тәсілдерге бөлінеді. Бұл зерттеудің басты бағытыт - деректерге негізделген әрекетті тану әдістері [2].

Wang т.б. сенсорларды қолдана отырып, адамның белсенділігін тану үшін терең оқытудың әртүрлі тәсілдерін анықтады. Бұл жұмыс белсенділікті тануды сенсор модальділігі, терең модельі және қолдану саласы бойынша жіктейді. Модальділік негізінде төрт аспектіге бөлінеді: денеге килетін датчиктер, объект датчиктері, қоршаған орта датчиктері және гибридіті датчиктер. Терең үлгі негізінде жұмыс дискриминативті терең архитектура, генеративті терең архитектура және гибридіті терең архитектура болып жіктеледі. Қолдану саласына келетін болсақ, тиісті жұмыс күнделікті өмірге, ұйқыға, спортқа және денсаулыққа байланысты қызмет ретінде жіктеледі. Бұл зерттеуде сенсорлардан деректерді өңдеу үшін қолданылатын терең модельге назар аудара отырып, белсенділікті тану саласындағы зерттеулер көрсетілген [9].

Б) Тағуға негізделген құрылғы

Lara мен Labrador тағатын сенсорларды қолдана отырып, белсенділікті тану саласында жүргізілген жұмыстар туралы айтты. Бұл сауалнамада АБТ жүйесіндегі сенсорлар таңдау, деректерді алу, тану өнімділігі, өңдеу әдістері және қуат тұтыну мәселелері туралы егжей-тегжейлі талқылау бар. Бұл сауалнама жұмысты онлайн басқарылатын, автономды басқарылатын және ішінара басқарылатын автономды жүйелерге жіктейді. Бұл зерттеудің басты бағыты - деректерді жинау үшін тағатын сенсорларды қолданатын адамның іс-әрекетін тану жүйелері [10].

Cornacchia және т.б. қолданыстағы зерттеу жұмыстарын екі негізгі категорияға бөлді: дененің ғаламдық қозғалыс белсенділігі, оған бүкіл дененің қозғалысы / ауысуы (мысалы, серуендеу, өрмелеу және жүгіру) және дене мүшелерінің қозғалысын (мысалы, заттарды пайдалану) қамтитын жергілікті

өзара әрекеттесу белсенділігі кіреді. Бұл зерттеу қолданылатын сенсор түріне және сенсорды адам ағзасына, мысалы, бел мен кеудеге орналастыруға негізделген жіктеуді ұсынады. Авторлар гироскоп, акселерометр, магнитометр, алып жүретін камералар және гибриді сенсорлар (бірнеше сенсорларды қолдана отырып) сияқты сенсорларды қолданатын әртүрлі әдістерді талқылады. Бұл сауалнама тек белсенділікті тану үшін тағатын сенсорларға негізделген зерттеу жұмыстарына арналған.

Кейбір сауалнамалар сонымен қатар ұялы телефондарға негізделген АБТ шешімдеріне назар аударады, өйткені көптеген әдістер белсенділікті тану үшін ұялы телефонды пайдаланады. Осындай сауалнамалардың бірі Shoаib және т.б. қарастырған [12], онда ұялы телефондарды қолдану арқылы зерттеу жұмыстары сипатталған [11].

В) Көруге негізделген

Vargas және т.б. белсенділікті тану үшін көру тәсілін қолданатын зерттеу жұмыстарына шолу жасады және екі негізгі категорияға жіктеді: бір модальды және мультимодальды тәсілдер. Унимодальды - бұл бір модальділіктен алынған мәліметтерді қолданатын және одан әрі ережеге, ғарыштық уақытқа және формаға негізделген әдістер ретінде жіктелген әдістер. Мультимодальды тәсілдер әр түрлі көздерден алынған мәліметтерді пайдаланады және одан әрі іс-әрекет, аффективті және әлеуметтік медиа әдістеріне бөлінеді. Бұл сауалнама тек көзқарасқа негізделген іс-әрекетті тану тәсілдеріне бағытталған [13].

Herath және т.б. көру қабілетіне негізделген тәсілдерді қолдана отырып, жалпы жұмысты екі негізгі категорияға бөледі: идеяға негізделген шешімдер және терең нейрондық желіге негізделген шешімдер. Идеяларға негізделген шешімдер одан әрі интегралды және жергілікті көріністер мен жинақтау әдістеріне бөлінеді. Терең нейрондық желіге негізделген шешімдер бірнеше ағынды желілерге, уақытша когеренттік желілерге, генеративті модельдерге және кеңістік-уақыттық желілерге бөлінеді [14].

Жоғарыда қарастырылған сауалнамалар 2.1 кестеде жинақталған. Бұл сауалнамалардың көпшілігі адам әрекетін тану бойынша жүргізілген жұмыстарды көрсетеді, бірақ басты назар бір тәсілге аударылады. Сонымен қатар, бұл сауалнамаларда қызметті танудың әртүрлі тәсілдерінің әлсіз және күшті жақтары туралы толық ақпарат жазылмаған.

2.1 Кесте - Жоғарыдағы зерттеулердің қысқаша мазмұны

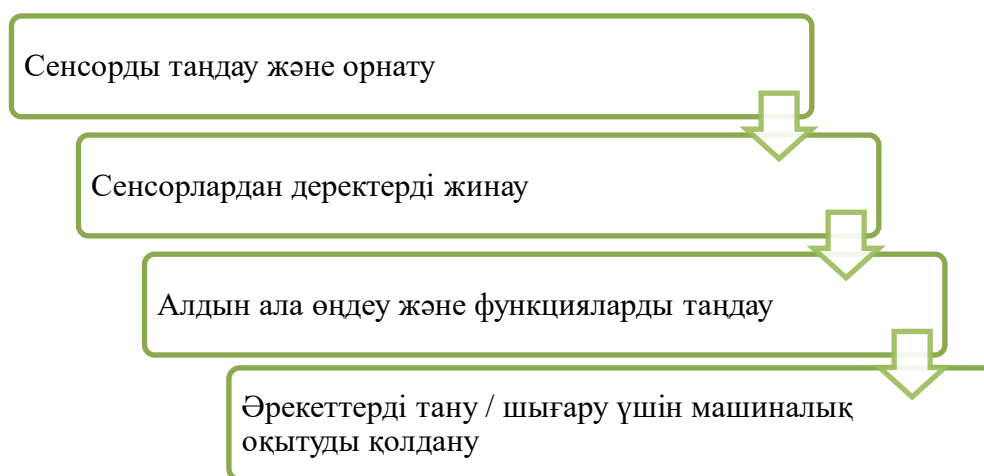
Категория	Сауалнама	Негізгі назар	Әр түрлі әдістерді салыстыру
РЖ негізделген (RF Based)	Scholz және т.б. [5]	Әрекетті тану үшін радио таратқыштардың қолданылуы	Жоқ
	Amendola және т.б. [6]	RFID технологиясын әртүрлі салаларда қолдану	Жоқ

2.1 Кестенің жалғасы

Категория	Сауалнама	Негізгі назар	Әр түрлі әдістерді салыстыру
Сенсорға негізделген	Chen және т.б. [2]	Деректерге бағытталған әрекетті тану әдістері	Иә
	Wang және т.б. [9]	Сенсорларға негізделген тәсілдер үшін терең модельдер	Иә
Тағатын құрылғыға негізделген	Lara & Labarador [10]	Тағатын сенсорларға негізделген тәсілдер	Иә
	Shoaib және т.б. [12]	Ұялы телефондарға негізделген технологиялар	Иә
	Cornacchia және т.б. [11]	Тағатын сенсорларға негізделген тәсілдер	Иә
Көруге негізделген	Vrigkas және т.б. [13]	Көруге негізделген тәсілдер (Vision based approaches)	Иә
	Herath және т.б. [14]	Көруге негізделген шешімдер (Vision based solutions)	Иә

2.2 Адам әрекетін танудың жалпы процесі

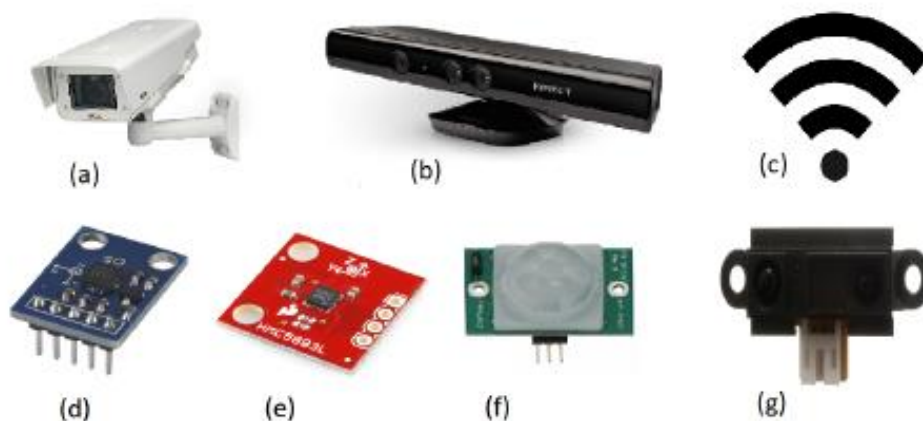
Адамның іс-әрекетін тану күрделі процесс болып табылады және оны 3-суретте көрсетілгендей төрт негізгі кезеңге бөлуге болады [2].



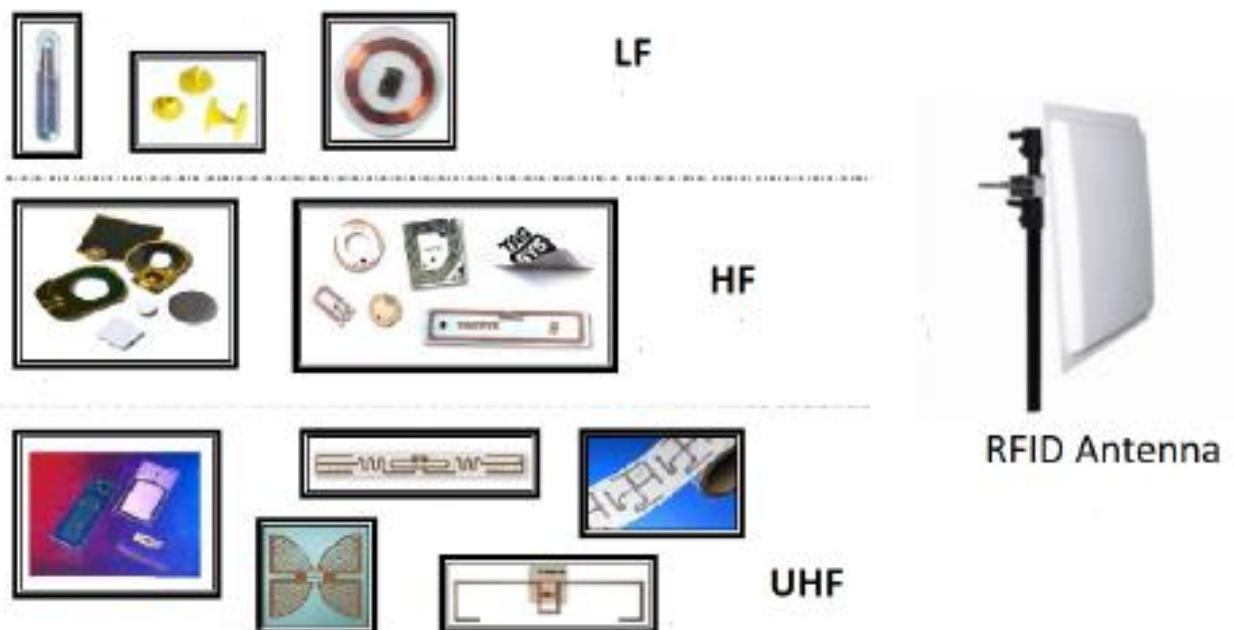
2.2 Сурет - Адам әрекетін танудың жалпы процесі

Қазіргі уақытта сымсыз желілер арқылы ақпаратты қабылдауға және жіберуге қабілетті арзан және портативті сенсорлардың көптеген түрлері бар.

Бұл бөлімде біз 2.3 және 2.4 суреттерде көрсетілгендей, адамның іс-әрекетін тану үшін қолданылатын кейбір технологиялар туралы толық ақпарат берілген [3].



2.3 Сурет - Әрекетті тану үшін қолданылатын кейбір технологиялар: (a) бақылау камерасы; (b) тереңдік камерасы; (c) Wi-Fi; (d) Акселерометр; (e) Магнитометр; (f) қозғалыс сенсоры; (g) Жақындық сенсоры



2.4 Сурет – RFID технологиясы, тегтер және антенна

а. Бақылау камералары

Белсенділікті танудың қарапайым әдісі - объектіге бақылау камераларын орнату арқылы адамдардың іс-әрекеттерін бақылау. Мониторинг адамның көмегімен (камералардан алынған бейнелер мен суреттерді қарайтын адам) немесе автоматты процесс арқылы жүзеге асырылуы мүмкін [3].

ә. Depth Cameras

Жай камералардың проблемаларының бірі - жарыққа тәуелділік, яғни олар қараңғыда жұмыс істей алмайды. Kinect сияқты depth камералардың дамуы бұл мәселені шешті, өйткені олар толық қараңғылықта жұмыс істей алады. Kinect-тен RGB, терендік және аудио сияқты әртүрлі деректер ағындарын алуға болады.

Ол адам ағзасы туралы ақпаратты жинай алады және 3D виртуалды қаңқасын жасай алады. Осы ақпаратты қолдана отырып, әрекеттерді тануға болады, өйткені дененің (қаңқаның) әртүрлі қозғалыстары әртүрлі әрекеттермен байланысты. Күрделі есептеулерден басқа, depth камералардың құны жоғары, бұл оларды белсенділікті тану үшін қолданудың кемшілігі болып табылады [3].

б. Wi-Fi

Соңғы онжылдықта зерттеушілер арнаның күйі туралы ақпарат (CSI) сияқты сымсыз желілердің қасиеттерін зерттеп, оны белсенділікті тану үшін қолдана бастады [7]. Wi-Fi көмегімен локализация, бақылау, құлауды анықтау және т.б. үшін көптеген шешімдер ұсынылды. Wi-Fi-дың басты артықшылығы-бұл кедергісіз және пайдаланушыларға ешқандай құрылғыны алып жүрудің қажеті жоқ.

в. Сенсорлар

XXI ғасырда сенсорлар саласында айтарлықтай зерттеулер жүргізіліп, сенсорлардың көптеген түрлері шығарылды. Бұл сенсорлар өте пайдалы және қоршаған ортаны қабылдау мен ақпаратты сымсыз беру қабілетіне ие. Төменде белсенділікті тану үшін зерттеулерде кеңінен қолданылатын кейбір сенсорлар берілген:

1. Акселерометр - үдеуді өлшеу үшін қолданылатын электромеханикалық құрылғы. Ол үдеуді бірнеше бағытта сезіне алады. Ол үшін акселерометр көп осьті (x, y және z) сенсорлармен жасалған. Акселерометр қимылды тану, позаны тану, құлауды анықтау, бақылау, күнделікті іс-шаралар және т. б. шешімдерде кеңінен қолданылады.

2. Магнитометр магнит өрісін және магнит өрісінің бағытын өлшеу үшін қолданылады. Бұл сенсор адамның іс-әрекетінен туындаған магнит өрісіндегі өзгерістерді анықтайды (мысалы, қимылды тану).

3. Қозғалыс сенсорлары (Motion Sensor) белгілі бір аймақта объектінің қозғалысын анықтау үшін қолданылады. Қозғалыс сенсорлары адам белсенділігін тану саласында кеңінен қолданылады, әсіресе қозғалыс анықталған кезде, адамдарды бақылау және санау кезінде.

4. Жақындық сенсорлары (Proximity Sensor) кез-келген физикалық байланыссыз жақын объектілердің болуын анықтай алатын электронды сенсор. Олар қимылды тану әдістерінде кеңінен қолданылады.

г. RFID

Соңғы онжылдықта радиожиилікті сәйкестендіру технологиясы үлен жаңалықты бастан өткерді. Бастапқыда достық және дұшпандық ұшақтарды ажырату үшін әскери мақсатта жасалған, бұл технология соңғы жылдары айтарлықтай алға жылжыды. Ол жеткізу тізбегін бақылау мен басқаруда кеңінен қолданылады. Бастапқыда RFID технологиясының радиусы өте кішкентай (бірнеше сантиметр) болды, ол қазір айтарлықтай өсті (пассивті белгілер үшін 15 метр және белсенді белгілер үшін 100 метр). RFID технологиясы екі негізгі бөліктен тұрады: есептеуіштер және белгілер (тегтер).

- Есептеуіш - бұл тегтерден ақпарат жинау үшін қолданылатын құрылғы. Радио толқындарын шығаратын антеннасы бар. RFID белгілері осы радио толқындарды идентификатор сияқты ақпаратпен қабылдайды және модуляциялайды. Бұл кері шашырау сигналдарын антенна арқылы қабылдауға болады, онда белгілер туралы ақпарат бар.

- Белгілер (tags) - бұл кішкентай чиптер, оларды кез-келген затқа оңай бекітуге болады. Бұл тегтер негізінен екі түрге бөлінеді: белсенді және пассивті. Белсенді белгілердің өзіндік қуат көзі (батарея) бар, ал пассивті белгілер батареясыз жұмыс істейді және есептеуіштердің радио толқындарынан қуат алады. Белсенді тегтер пассивті тегтермен салыстырғанда үлкен ауқымға ие [3].

3. WI-FI КӨМЕГІМЕН АДАМ БЕЛСЕНДІЛІГІН ТАЛУ

Ақылды үйдің жағдайын бақылау сенсорлық технология ортасында соңғы онжылдықта кеңейе түсті. Әдетте, қозғалысты анықтауға арналған пассивті инфрақызыл сенсорлар (PIRs) және есіктерді бақылауға арналған магниттік қосқыштар сияқты технологиялар тығыз конфигурацияларда орналастырылды, ал коммерциялық ұсыныстар көбінесе техникалық деңгейге сәйкес келеді. Бұл сенсор қарапайым активтендіру оқиғаларын таңдайды, оларды үйдегі белсенділік деңгейін көрсету үшін пайдалануға болады. Интернет бүкіл үй бойынша желілерді қалыптастыра алатын дайын сенсорларды пайдаланатын құрылғылар арасындағы байланысты қамтамасыз етеді. Бұл желілер зерттеушілерге бұрын байланыс шығындары мен көлеміне байланысты кедергілер тудырған “ақылды” үйді бақылау бойынша ұзақ мерзімді зерттеулер жүргізуге көмектесті. Тұрғын үйлердегі денсаулық сақтау саласы туралы алғашқы зерттеулер қарапайым сенсорлық жабдықты қолдана отырып, субъектінің мінез-құлқын анықтады. Бейне (видео) сияқты осы зерттеулерде қолданылатын негізгі технологиялар жақсарған сайын, сенсорлық жабдықтың көмегімен алынған мәліметтер сапасы жақсарды. Бұл резидент көрсеткен мінез-құлықтан көбірек ақпарат алуға мүмкіндік береді. Алайда, денсаулық жағдайын дәл бақылау үшін белсенділікті бақылауға толық қажеттілік жетпеді.

Денсаулықтың нашарлауын бағалау, қозғалысты бағалау зертханалық жағдайда жүргізіледі. Оған мысал, Вестергаард 400 метрлік жаяу жүру тест нәтижелері мен қалған өмір сүру ұзақтығы арасындағы байланысты анықтады. Алайда, бұл әдістер жасанды, өйткені бағалау қалыпты жағдайларға сәйкес келмейді және күнделікті мүмкіндіктердің көрсеткіші ретінде емес, бір реттік көрсеткіш ретінде қарастырылуы мүмкін. Егер бұл сынақтарға үйде қол жеткізуге болатын болса, онда мінез-құлық айтарлықтай төмендеп қана қоймай, денсаулығының нашарлауын ертерек анықтауға болады. Осы сынақтарға арналған өлшеулерді негізгі сенсорлық жабдықтармен көбейту оңай болмаса да, ұқсас көрсеткіштерді алу үшін жаңа технологияларды қолдануға болады.

Көп деректерді шығара алатын сенсорлық технологиялар, әдетте, видеолар немесе тағатын сенсорлар сияқты белгілі бір әдістерге ие. Олар жасаған деректер ауруханада тестілеу кезінде жасалған өлшемдерге ұқсас өлшемдерді алу үшін пайдаланылуы мүмкін. Мысалы, видеоның жылдамдығы және тағатын құрылғылардан жүрек соғу жылдамдығы. Бұл деректер құнды, алайда адамдар үшін ыңғайсыз, әрі тәуелділікті тудырады. Видео түсірілімдерде құпиялылыққа қатысты мәселе туындайды, ал тағатын сенсорлар техникалық қызмет көрсетуді және жөндеуді қажет етеді. Керісінше, тәуелді емес сенсорлардың көптеген әдістері инфрақызыл қозғалыс сенсорлары немесе магниттік қосқыштар сияқты негізгі технологиялармен шектелген. Зерттеушілер осы сенсорларды қолдана отырып өлшеулер жүргізді, алайда бұл технологиялар физиологиялық бағалау үшін емес, мінез-құлықты бақылау үшін жақсы болып көрінеді [1].

3.1 Арна күйі (CSI)

Қоршаған ортаны зондтау технологиясының тағы бір түрі, радиожилік берілістері (RF) ауа мен қабырғалар арқылы өтуі мүмкін. RF адамның жүрісін тану, визуализация және локализация сияқты қоршаған ортаны зондтау саласында кеңінен қолданылады. Бағдарламалық түрде анықталған радиостанциялар жүрісті бақылау, тыныс алу, жүрек соғу жиілігін бақылау және тіпті дәл локализация мүмкіндіктерін көрсетті. Алайда, зерттеу тұрғысынан да, орналастыру тұрғысынан да қолданылатын радио жабдықтары өте қымбат болуы мүмкін. "Ақылды үйдің" жұмысын бақылау үшін радиожилік технологияларын қолданудың ықтимал бағыттары көп, бірақ бұл технологияның қол жетімділігін арттыру үшін арзан ақпараттық шешім қажет. Арзан опция ретінде әдеттегі дайын Wi-Fi (COTS) құрылғылары әдетте 2,4 ГГц немесе 5 ГГц диапазонында радиотолқындар арқылы байланысады. Көптеген Wi-Fi құрылғылары байланыс сапасын арна күйі туралы ақпарат (CSI) деп аталатын метрика арқылы өлшейді. Ол берілген спектрдегі әр канал үшін өлшенген фаза мен сигналдың жоғарылауын жинайды.

Осылай сигналдың кедергісін анықтауға мүмкіндік туады. Әдетте, CSI Wi-Fi желілік қосылымдарын оңтайландыру және қосылудың тиімді шешімдерін анықтау үшін инженерлік деңгейде қолданылады. CSI сонымен қатар байланыссыз жүйеде тыныс алуды, жүрек соғу жиілігін және қимылды тануды бақылау үшін қолданылды. COTS WiFi құрылғыларынан алынған CSI коллекциясы көптеген үйлерде қол жетімді Wi-Fi инфрақұрылымынан пайда көре алатын арзан радиожилікті зондтау әдісін ұсынады.

Арнаның күйі туралы ақпарат (CSI) дайын Wi-Fi құрылғыларынан алынған, қазіргі кезде дамып келе жатқан зерттеу саласы болып табылады. Сонымен қатар, мимика мен белсенділікті тануда айтарлықтай прогреске қол жеткізген. Бұл технология радиожиліктің қоршаған ортасын пайдаланады.

Ақылды үйлердегі Wi-Fi инфрақұрылымынан пайда болатын жүйені құруға мүмкіндік береді. Коммерциялық қосымшалар енді ғана практика жүзінде іске асып жатқанда, осы саладағы көптеген басылымдар практикалық даму кезіндегі мәселелерді қарастырады. Осындай проблемалардың бірі - CSI деректерін алуды жеңілдету үшін қажет аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етудің арнайы комбинациясы [1].

2011 жылы CSI Linux 802.11n құралы шығарылғаннан бері, CSI зерттеулері негізінен Intel IWL5300 сымсыз картасын қолдану арқылы жүргізілді. Бұл CSI деректерін дайын жабдықтан алудың ең арзан және ыңғайлы әдісі болды. Бұл аппараттық конфигурацияның маңыздылығы уақыт өте келе азая бастады, өйткені орнатылған аппараттық тақталар (платалар) сенсор конфигурацияларында жиі қолданылады. Nexmon CSI шығарылғаннан кейін CSI-ді Raspberry Pi 3B + және 4-тен алу мүмкіндігі туды, бұл осы салада зерттеу жүргізуді жеңілдетеді. Бұл соңғы шығарылым болғандықтан, CSI Raspberry Pi 3B + және 4 мүмкіндіктері әлі толық орнатылмаған.

Raspberry Pi 4 бағасы мен мүмкіндігі оны ақылды үйді бақылаудың қуатты құралы ретінде көрсетеді. Егер ол көру және тағатын құрылғылар сияқты стандартты технологияларға ұқсастырып денсаулықты бақылау деректерін бере алса, онда оның қоршаған ортасы ақылды үйді кеңінен орналастыруға мүмкіндік береді. Технологияның мүмкіндіктерін құру баяу, қайталанатын процесс болуы мүмкін. Қосымша зерттеулер қажет пе, жоқ па, соны шешу үшін белсенділікті тануда Pi өнімділігін анықтау пайдалы, өйткені бұл CSI - ті қолдайтын құрылғы үшін қиын міндет. Бұл жұмыстағы тәжірибеде үй жағдайында, тура көру жүйесінде де, көру сызығынан тыс жүйеде де (NLOS) Pi 4 белсенділігін тану мүмкіндіктерін орнату қарастырылған. CSI зерттеулері соңғы онжылдықта дамып келе жатқандықтан, зерттеушілерге осы технологиямен жұмыс істеуді бастау қиынға соғуы мүмкін. Осы технологиямен өзара байланыстырылып жазылған көптеген құралдар мен сценарийлер MATLAB сияқты мамандандырылған тілдерге немесе құралдарға арналған. Көптеген әрекеттер кластарын қамтитын бірнеше CSI деректер жиынтығы бар. Сондықтан аппараттық конфигурацияларды жинамай зерттеу жүргізу қиын. Бұл мәселені шешу үшін, тәжірибелер үшін қолданылатын кодпен қатар, CSKit деп аталатын

CSI өзара әрекеттесу платформасын қолданылады. Бұл құрылым Python-да жазылған және NumPy және SciPy қолданады. Осы және басқа да тәжірибелер үшін пайдаланылған деректер CSIKit-пен бірге қол жетімді болады. Бұл зерттеушілерге CSI зерттеулерін өз конфигурациясын құруға көп уақыт жұмсамай бастауға мүмкіндік береді.

CSI көпшілікті санау сияқты белсенділікті бақылау бойынша бірқатар тапсырмаларды орындауда тиімді екендігі көрсетілген. Медицинаға бағытталған зерттеулерде де тиімді екенін көрсетті. Мысалы, тыныс алу мен жүрек соғу жиілігін бақылауда. Денсаулықты бақылауға көмектесу үшін ақылды үйдің қоршаған ортасындағы белсенділікті тану үшін CSI қолдануды жоспарланып отыр [1].

3.2 Аппараттық қамтамасыз етудің қолжетімділігі

Wi-Fi жабдықтарының көпшілігі CSI деректерін үшінші тараптардың пайдалануы үшін жасай алады, бірақ іс жүзінде жүзеге аспайды. IEEE 802.11 n стандарты CSI-ді фазалық және күшейткіш коэффициенттер туралы ақпаратты беру әдісі және тарату мен қабылдау антенналарының конъюгациясы арқылы әр тасымалдаушы әдіс ретінде анықтайды, бірақ бұл деректерді өндірушілер аз. Бұл CSI стандартталған іске асыру байланыс сапасын бақылауды жеңілдету үшін жасалғанына байланысты болуы мүмкін. CSI-ге арналған стандартты емес қосымшалар барған сайын өзекті бола бастады, өйткені CSI коммерциялық шешімдері қол жетімді болды.

2011 жылы CSI Linux 802.11 n құралы шығарылған кезде, ол Intel IWL5300 стандартты аппараттық конфигурациясын қолдана отырып, ақпарат алудың ең қол жетімді әдісі болды. Бұл CSI үшін негізгі мақсатынан басқа балама қосымшаларды зерттейтін зерттеу саласының дамуына ықпал етті. Зерттеушілер дайын жабдықты қолдана отырып тыныс алуды, жүрек соғу жиілігін және ұйқы күйін бақылауға қабілетті CSI жүйелерімен тәжірибе жасады. Пәндік аймақтың бейімделуі CSI кеңістігінде әлі де үлкен проблема болып табылады, өйткені радиожілік технологиясына қоршаған орта айтарлықтай әсер етеді, бұл әртүрлі ортаға бейімделетін жалпы модельдерді дайындауды қиындатуы мүмкін.

IWL5300 жабдықтарын орналастырудың әдеттегі жүйесінің бірі хост пен кіру нүктесінен (AP) тұрады. CSI Linux 802.11 n құралы IWL5300-ге басқарылатын режимде жұмыс істеуге мүмкіндік береді, бұл құрылғы Wi-Fi -дың стандартты функциясы болып табылады. Ол арқылы құрылғы тікелей кіру нүктесіне (точка доступа) қосылады. Хост құрылғысы пакет ағынын тұрақты жылдамдықпен кіру нүктесіне жібереді. Пакет ағыны хост пен кіру нүктесі арасындағы байланыс арнасына қосылу туралы ақпаратты қамтитын CSI кадрларын жасайды. Мысалы, әрекетті тану жүйесінде хост пен кіру нүктесі бөлменің қарама-қарсы ұштарында орналасады, осылайша сигналдың едәуір бөлігі бөлме ішіндегі объектінің қозғалысы нәтижесінде пайда болатын кедергілермен өзгертіледі [1].

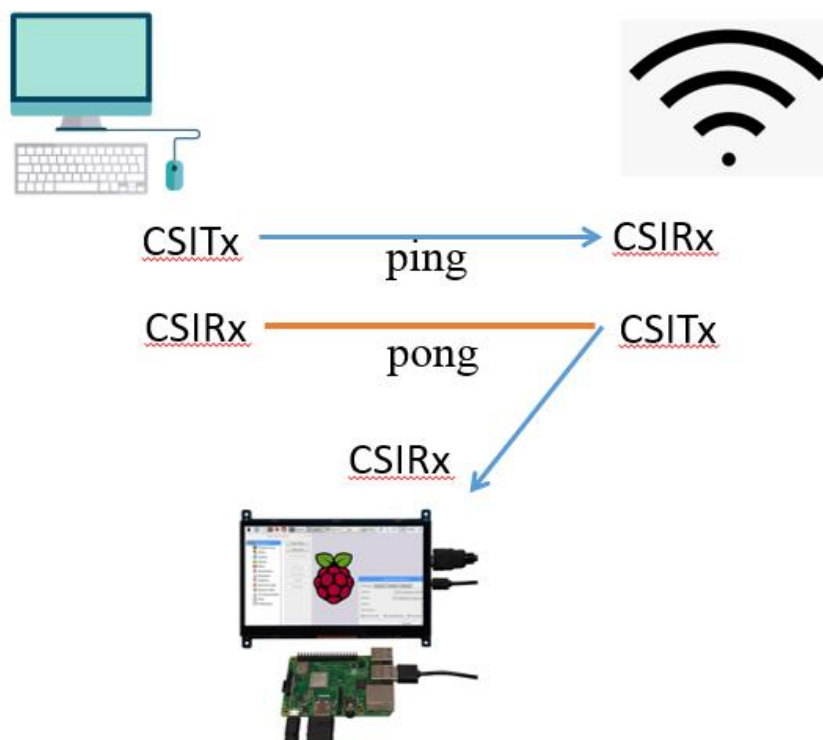
CSI Linux 802.11 n құралы ескі Linux ядроларымен шектелген, бұл айтарлықтай қолайсыздықтар тудыруы мүмкін. Сол сияқты, IWL5300 шығарылған кезде жақсы жабдықталған сымсыз чипсет болды, оның ішінде 802.11 n спецификация жобасына қолдау көрсетілді, алайда соңғы онжылдықта сымсыз байланыс саласы алға жылжыды. IWL5300 MIMO антенналық кірістерін 2x3 антенна торын қолдана отырып, көптеген стандартты конфигурациялармен қолдайды. Алайда, IWL5300 802.11 ac сияқты заманауи және кеңінен қол жетімді сымсыз технологияларды қолдамайды.

Қауіпсіз мобильді желілер зертханасынан шығарылған Nexmon жобасы микросхемаларға арналған бағдарламалық жасақтаманы түзету арқылы сымсыз жабдықтардың кең спектрі үшін кеңейтілген функционалдылықты қамтамасыз етуге бағытталған. Бұл түзетулерді монитор режимін (басқарылатын режимнен айырмашылығы), кадрларды енгізу және SDR-дің кейбір негізгі функцияларын қосу үшін пайдалануға болады. Айта кету керек, Nexmon CSI филиалы CSI-ді Broadcom чипсеттерінің шағын жиынына шығаруға мүмкіндік береді. Бастапқыда Nexmon CSI Google Nexus 5 жабдықтарында экстракцияны қолдады, бірақ бұл IWL5300 сияқты қол жетімді емес. Жақында Nexmon CSI Bcm43455c0 үшін түзетулермен жаңартылды, бұл Raspberry Pi 3b + және 4-де қолданылатын сымсыз чипсет. Nexmon CSI-нің бұл нұсқасы қазіргі Linux ядросында да қолданылады. Өндірістегі ең көп таралған ендірілген тақталардың бірі, Raspberry Pi 4 IWL5300-ден кейін шығарылған жаңа технологияларды, соның ішінде 802.11ac қолдайды.

Raspberry Pi4 - бұл басқа қол жетімді опцияларға қарағанда арзан және айтарлықтай қол жетімді CSI түсіру шешімі, оны ақылды үйді бақылау жүйесінде орналастыру үшін пайдалы құрылғы ретінде орналастырады [1].

А) Әдістемесі

IWL5300-де көрсетілгендей, қоршаған ортадағы ақылды үйдің белсенділігін тану үшін Pi 4-ті тиімді пайдалануға болатындығын анықтау жұмыстың негізгі мақсаты. Ол үшін деректерді жинауға мүмкіндік беретін құрылғы конфигурациясы жиналады. Содан кейін CSI деректері ортада әрекеттер орындалған кезде жиналуы мүмкін. Бұл деректер жиналғаннан кейін жіктеу моделін белгіленген мысалдармен үйретуге болады. Ал, модельдің тиімділігін сынақ жиынтығындағы белгіленген мысалдар арқылы анықтауға болады.



3.1 Сурет - Әр құрылғыда CSI көрсететін әрекетті түсіру схемасы

Деректерді жинау құрылғысының конфигурациясы деректерді өндіру сапасына үлкен әсер етуі мүмкін. Таңдалған конфигурация үйде бақылаудың нақты жүйесінде күтуге болатын нәрсеге сәйкес келеді және басқа CSI белсенділігін тану зерттеулерінде қолданылғанға ұқсас. 1-суретте әр құрылғы конфигурацияда қалай өзара әрекеттесетіні егжей-тегжейлі сипатталған. ДК рөлі - CSI алуға болатын трафикті құру. ДК ping пакеттерін кіру нүктесіне (AP) жібергенде, кіру нүктесі pong пакеттеріне жауап береді. Содан кейін Pi әр pong пакеті үшін CSI алады, олар жіберілген кезде AP және Pi арасындағы радиожілік және физикалық кедергілер туралы ақпарат болады.

Жиналған CSI амплитудасының мәндері үшін деректерді алдын-ала өңдеу орындалмады. Себебі, кез-келген алдын-ала өңдеу немесе сүзу нақты уақыт жүйесінің жұмысына әсер етуі мүмкін, бұл бір уақыттағы басқа қосымшалар үшін шығындарды азайтуы мүмкін. Егер осы эксперименттің нәтижелері оң болмаса, онда жоғары жиілікті шу компоненттерін азайту үшін төмен өту сүзгісі сияқты негізгі алдын-ала сигналды өңдеуді қолдануға болады. CSI амплитудасының өңделмеген мәндері 256×1 векторына құрастырылады және оқыту үшін модельге беріледі.

CSI векторларын кейін Windows-қа жинауға болады, олар модель арқылы үйренуге және жіктеуге дайын. Бұл модельді оқыту арнайы жүйеде жүзеге асырылуы мүмкін. Бұл Pi жабдықтарында ғана жасалатын әлдеқайда күрделі модельдерді жасауға мүмкіндік береді. Терең оқыту моделін оқыту өте қарқынды болған кезде, дайын модельдер жоғары жіктеу өнімділігімен Pi жабдықтарында оңай орналастырылуы мүмкін. Әдеттегідей, CSI деректеріндегі белсенділікті тану үшін SVM сияқты машиналық оқытудың стандартты жіктеу алгоритмдері қолданылды. Алайда, соңғы зерттеулер көрсеткендей, CSI деректері конвульсиялық LSTM - мен бірге қолдануға жарамды. Бұл модельдің құрылымы осы тапсырма үшін қол жетімді мәліметтер негізінде эксперименталды түрде орнатылады. Pi негізіндегі жүйе қосалқы тасымалдаушылар санының көюеюіне байланысты конволюциялық құрылымнан көбірек пайда алады деп күтілуде [1].

Ә.Тәжірибелік қондырғы

Бұл мақаладағы экспериментте Pi-дың орындалатын әрекеттер жиынтығын жіктеу қабілетін өлшеу үшін қызметтің әр түрі үй жағдайында 100 рет орындалды. CSI деректері осы әрекеттерді орындау кезінде 100 Гц жиілікте жазылды. Содан кейін бұл деректер қабаттасатын терезелерде есептеліп, оқу үшін модельге жіберіледі.

○ Жабдық

Raspberry Pi 4 nexmon CSI2 негізгі тармағымен белгіленген Debian 10 (Buster/Linux 4.19.97) үшін орнатылды. Nexmon сүзгінің параметрлерімен орнатылды: 36/80 арна, 1 Ядро, NSS 1 маскасы, 30 us кідірісі. Кіру нүктесі үшін MAC мекен-жай сүзгісі орнатылды. Деректерді жинау SSH арқылы Pi-ге қосылған басқа құрылғыдан басқарылды және кедергілерді азайту үшін 2,4 ГГц жеке желі арқылы жүзеге асырылды. Wi-Fi желісінде 36 арнасында 5 ГГц және 80 МГц жиілікпен жұмыс істейтін Sky ER110 сымсыз маршрутизаторы кіру нүктесімен ұсынылған. Жеке сымсыз құрылғы Pi CSI-ді ұстап алатын трафикті құру үшін кіру нүктесімен байланысты. Бұған су тасқыны туралы хабарламаларды 0,01 секундтық интервалмен кіру нүктесіне жіберу арқылы қол жеткізіледі. Бұл келісілген жиілікке кепілдік бермесе де, алынған уақыт ағынын шамамен 100 Гц-ке дейін сызықтық интерполяциялауға болады.

○ Қоршаған орта

Бұл эксперимент көп қабатты үйдегі шағын пәтерде жүргізілді. COVID-19 оқшаулануына байланысты бұл тәжірибелер бір үй-жаймен және бір тақырыппен шектелді. Ғимараттың сыртқы қабырғалары гранитпен, ал іші гипсокартонмен қапталған. Бұл факторлар осы жүйенің жалпы жұмысына әсер етуі мүмкін, бірақ оның дәрежесі толық зерттелмеген. Пәтерде ашық орналасу бар және эксперимент кезінде есіктер ашық болды. Эксперимент кезінде 5 ГГц жиіліктегі бес сымсыз желі жұмыс істеді, бірақ бұл ақылды үйдің бос емес бөлігінде байқалатын нақты кедергілердің белгісі болып саналды. Сол сияқты, пәтерде кішкентай үй мысықтары да бар, олар барлық жерде өздігінен жүріп, тәжірибе кезінде бөлмелер арасында қозғалады. Бұл сондай-ақ өкілдік араласу (репрезентативным вмешательством) деп саналды.



3.2 Сурет - Іс-шараларды өткізу ортасы мен орындарының орналасу сұлбасы

3.2 суретте пәтердегі әрекеттер қай жерде орындалғанына байланысты Pi және AP орналасуы көрсетілген. Бұл кеңістіктегі ең үлкен бөлме болғандықтан, құрылғылар қарама-қарсы бұрыштарға орналастырылды. Сигналдың кедергісіз өтуін қамтамасыз ету үшін екі құрылғы да жерден 1 м биіктікте орналастырылды [16].

Б) Деректерді ұсыну

CSI деректері пехтон көмегімен түсіріледі және pcap файлын жасайтын tcpdump арқылы көрсетіледі. Содан кейін бұл файл біздің CSKit көмегімен түсіндіріледі, ол 256 x 1 numpy матрицаларын жасайды, содан кейін оны Tensorflow-да қолдануға болады. Олардан CSI амплитудасы алынады.

CSI амплитудасының деректеріне сымсыз чипсетке орнатылған автоматты күшейту жүйелері (АКЖ) әсер етуі мүмкін. АКЖ Wi-Fi байланысы үшін қажет әр түрлі амплитудасы болуы мүмкін қабылданған сигналдың коэффициентін реттейді. Алайда, бұл кірі нүктесі (access point) және Pi арасындағы қашықтық өзгермеген сценарийлерде де CSI амплитудасының масштабына әсер етеді. АКЖ сигнал амплитудасына әсерін қалпына келтіру үшін RSSI (қабылданған сигнал деңгейінің мәндері) мәндерін тиімді масштабты есептеу үшін қолдануға болады. Бұл RSSI мәндері қазіргі уақытта пехмон CSI деректер форматында қол жетімді емес.

3.3 Жүйені талдау

Бұл эксперименттің басты мақсаты - Raspberry Pi 4-ті ақылды үйдің белсенділігін тану үшін тиімді пайдалануға болатындығын анықтау болды. Осы нәтижелерде байқалған жоғары өнімділік Pi 4 арқылы алынған CSI деректері DeepConvLSTM моделіне белсенділігін жіктеуге мүмкіндік беретіндей жеткілікті болып көрсетеді. Кейбір класстар өте ұқсас болғандықтан да, тәжірибе авторлары 92% дәлдікке қол жеткізді, бұл жүйе жақсы істейді дегенді білдіреді. Деректерді жинау процедурасын қатаң бақылау және Windows-тың іс-әрекеттің шынымен қамтылуын қамтамасыз ету арқасында бұл жерде байқалған кейбір шатасуларды жеңілдетеді.

Бұл жүйе осы экспериментте өзін жақсы дәлелдегенімен, ол нақты әлемдегі өнімділікті толық көрсетпеуі мүмкін. Бұл экспериментте өнімділікке әсер етуі мүмкін көптеген факторлар ескерілді. Мысалы, ішкі қабырға материалдарының әсері. Ол сандық түрде анықталмаған. Сонымен қатар, бұл жүйе көптеген "ақылды үй" орталарына орналастырылады, сондықтан оқу мысалдарын әр жеке адамға немесе орта үшін арнайы ұсынуға болмайды. Әр үйде қолдануға болатын жалпы модельді оқыту қажет болады.

Нақты шынайы жүйеде жіктеу модельдері Pi жабдықтарының өзінде орналастырылып, іске қосылады деп күтілуде. Pi-дің әдетте біздің модельдеріміз жұмыс істейтін жүйелермен салыстырғанда есептеу қуаты шектеулі болғандықтан, дискретизация жиілігін және жіктеу үшін қолданылатын терезелердің өлшемдерін ескеру керек. Бірнеше зерттеулер дискретизация жиілігінің CSI жүйесінің жұмысына әсерін зерттеді және бұл 100 Гц-тен 10 Гц-ке дейін төмендеген кезде өнімділіктің 20% - ға дейін төмендегенін көрсетеді. Белсенділік туралы деректерді 10 Гц-ке дейін азайту арқылы авторлар ұқсас модельдік құрылыммен тәжірибелерін қайталады [1].

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе, бұл жұмыста CSI деректері бойынша белсенділікті тану кезінде Raspberry Pi 4 мүмкіндіктері қарастырылды. CSI қолдайтын бірқатар аппараттық құралдардан деректерді түсіндіруге, өңдеуге және визуализациялауға қабілетті, әрі өзар әрекеттесетін платформа көрсетілді. Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесінің сұлбасы алынды. Wi-Fi құрылғыларының кең таралуына байланысты, Raspberry Pi көмегімен ішкі АБТ үшін CSI деректер жиынтығы ұсынылған, ол ең қол жетімді тақталардың бірі болып табылады. Қолданыстағы Wi-Fi инфрақұрылымын шығындарды азайту үшін пайдалануға болады

Болашақта, үшінші бөлімді толықтырып бірнеше пайдаланушылармен және бірнеше орталармен адамдар арасындағы өзара әрекеттесуді әрі CSI өзгерістерін зерттейтін боламын. Сонымен қатар, кейбір қозғалыстарды бірге зерттеу жағын қарастырамын. Ондай әрекеттер: тұру мен жүру бірге және жүгіру мен жүруді бірге сияқты әртүрлі қозғалыстар. Әр түрлі жастағы адамдар физикалық мүмкіндіктеріне байланысты әр түрлі әрекеттерді жасай алатындықтан, үш түрлі жастағы, яғни ересек, орта жастағы және қарт адамдарға арналған CSI деректерін жинайтын жүйені зерттеуге тырысамын.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] G. Forbes, S. Massie and S. Craw, "WiFi-based Human Activity Recognition using Raspberry Pi," 2020 IEEE 32nd International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2020, pp. 722-730, doi: 10.1109/ICTAI50040.2020.00115. <https://doi.org/10.1109/ICTAI50040.2020.00115>
- [2] L. Chen, J. Hoey, C. D. Nugent, D. J. Cook, and Z. Yu, "Sensorbased activity recognition," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), vol. 42, no. 6, pp.790–808, 2012. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9026890/>
- [3] Zawar Hussain, Michael Sheng, Senior Member, IEEE, Wei Emma Zhang, Member, IEEE. Different Approaches for Human Activity Recognition– A Survey arXiv:1906.05074v1 [cs.CV] 11 Jun 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102738>
- [4] S. Wang and G. Zhou, "A review on radio based activity recognition," Digital Communications and Networks, vol. 1, no. 1, pp. 20–29, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2015.02.006>
- [5] M. Scholz, S. Sigg, H. R. Schmidtke, and M. Beigl, "Challenges for device-free radio-based activity recognition," in Workshop on Context Systems, Design, Evaluation and Optimisation, 2011, Conference Proceedings. https://www.teco.kit.edu/~michael/publication/2011_COSDEO.pdf
- [6] S. Amendola, R. Lodato, S. Manzari, C. Occhiuzzi, and G. Marrocco, "Rfid technology for iot-based personal healthcare in smart spaces," IEEE Internet of things journal, vol. 1, no. 2, pp. 144–152, 2014. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2313981>
- [7] J. Ma, H. Wang, D. Zhang, Y. Wang, and Y. Wang, "A survey on wi-fi based contactless activity recognition," in Intl IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable Computing and Communications, Cloud and Big Data Computing, Internet of People, and Smart World Congress (UIC/ATC/ScalCom/CBDCCom/IoP/SmartWorld). IEEE, 2016, pp.1086–1091. http://www-public.it-sudparis.eu/~zhang_da/pub/A%20Survey%20on%20Wi-
- [8] E. Cianca, M. De Sanctis, and S. Di Domenico, "Radios as sensors," IEEE Internet of Things Journal, vol. 4, no. 2, pp. 363–373, 2017. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2563399>
- [9] J. Wang, Y. Chen, S. Hao, X. Peng, and L. Hu, "Deep learning for sensor-based activity recognition: A survey," arXiv preprint arXiv:1707.03502, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2018.02.010>
- [10] O. D. Lara and M. A. Labrador, "A survey on human activity recognition using wearable sensors," IEEE Communications Surveys and Tutorials, vol. 15, no. 3, pp. 1192–1209, 2013. <https://doi.org/10.1109/SURV.2012.110112.00192>
- [11] M. Cornacchia, K. Ozcan, Y. Zheng, and S. Velipasalar, "A survey on activity detection and classification using wearable sensors," IEEE Sensors Journal, vol. 17, no. 2, pp. 386–403, 2017. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2628346>

- [12] M. Shoaib, S. Bosch, O. D. Incel, H. Scholten, and P. J. Havinga, “A survey of online activity recognition using mobile phones,” *Sensors*, vol. 15, no. 1, pp. 2059–2085, 2015. <https://doi.org/10.3390/s150102059>
- [13] M. Vrigkas, C. Nikou, and I. A. Kakadiaris, “A review of human activity recognition methods,” *Frontiers in Robotics and AI*, vol. 2, p. 28, 2015. https://www.researchgate.net/publication/283904877_A_Review_of_Human_Activity_Recognition_Methods
- [14] S. Herath, M. Harandi, and F. Porikli, “Going deeper into action recognition: A survey,” *Image and vision computing*, vol. 60, pp. 4–21, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2017.01.010>
- [15] Y. Maret, D. Oberson, and M. Gavrilova, “Real-time embedded system for gesture recognition,” in *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*. IEEE, 2018, pp. 30–34. <http://dx.doi.org/10.1109/SMC.2018.00014>
- [16] <https://youtu.be/I3jELTg-ozY>
- [17] Ding, X.; Jiang, T.; Zhong, Y.; Wu, S.; Yang, J.; Zeng, J. Wi-Fi-Based Location-Independent Human Activity Recognition with Attention Mechanism Enhanced Method. *Electronics* 2022, 11, 642 <https://doi.org/10.3390/electronics11040642>. <https://www.mdpi.com/2079-9292/11/4/642/pdf>
- [18] H. Lee, C. R. Ahn, N. Choi, T. Kim, and H. Lee, “The effects of housing environments on the performance of activity-recognition systems using wi-fi channel state information: An exploratory study,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 5, 2019.
- [1] <https://doi.org/10.3390/s19050983>

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Бахыт Ахмарал

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін зерттеу»

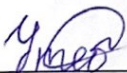
Берілген бітіру жұмысында Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін зерттелген. Бірінші және екінші бөлімде адам қозғалысын тану жүйесі және оның түрлері кесте арқылы салыстырылып жасалынған. WI-FI көмегімен адам белсенділігін тану, оның ішінде арнаның күйі туралы ақпарат, жүйенің әдістемесі және талдау көрсетілген.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жалпы, дипломдық жобаға "жақсы" (85%) деген баға, ал студент Бахыт Ахмарал 5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТ және FT сениор-лекторы,
техн.ғыл.магистры

 Д.Ж.Утебаева

«20» мамыр 2022 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Бахыт Ахмарал

5В071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін зерттеу»

Орындалды:

а) графикалық бөлім 7 парак;
б) түсініктеме 43 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмыста Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін жалпылама түрде қарастырылған.

Жұмыста адамның қозғалыс жүйесін және олардың артықшылығы, кемшілігі, қолдану аясы мен қандай құрылғылар арқылы анықтауға болатыны көрсетілген.

CSI қолдайтын бірқатар аппараттық құралдардан деректерді түсіндіруге, өңдеуге және визуализациялауға қабілетті, әрі өзар әрекеттесетін платформа көрсетіліп Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесінің сұлбасы алынған. Wi-Fi құрылғыларының кең таралуына байланысты, Raspberry Pi көмегімен ішкі АБТ үшін CSI деректер жиынтығы зерттелген.

Дипломдық жұмыс жоғарғы оқу орынның талаптарына сай жеткілікті дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер – электроника саласындағы технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

Алайда, келесі ескертулерді атап өту керек:

1. Дипломдық жобанда стилистикалық және граматикалық қателер кездеседі;
2. Дипломдық жұмыстың түсініктеме қағазын орындауда оқу стандарты талаптары толық сақталмаған.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

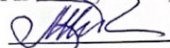
Жоғарыда келтірілген ескерту жұмыстың маңыздылығын төмендетпейді. Дипломдық жұмыс оқу жұмыстарының талаптары мен стандарттарына сәйкес келеді.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы, дипломдық жұмыс "жақсы" (80%) деген бағаға бағаланып, ал студент Бахыт Ахмарал 5В071900 – Радиотехника,электроника және телекоммуникациялар мамандығы бойынша «техника және технологиялар бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Сын -пікір беруші

ХАТҰ, т.ғ.к., қауым. профессор

 Илипбаева Ляззат Болатовна
(қолы)

«23» 05 2022 ж.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Бахыт Ахмарал

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін зерттеу

Научный руководитель: Дана Утебаева

Коэффициент Подобия 1: 3.5

Коэффициент Подобия 2: 1.6

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 4

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:

Дата

Заведующий кафедрой



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

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

Автор: Бахыт Ахмарал

Тақырыбы: Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін зерттеу

Жетекшісі: Дана Утебаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 3.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 1.6

Дәйексөз (35): 0.7

Әріптерді ауыстыру: 4

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:

Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Бахыт Ахмарал

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Raspberry Pi көмегімен Wi-Fi негізіндегі адам белсенділігін тану жүйесін зерттеу

Научный руководитель: Дана Утебаева

Коэффициент Подобия 1: 3.5

Коэффициент Подобия 2: 1.6

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 4

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:

25.05.2022
Дата


проверяющий эксперт