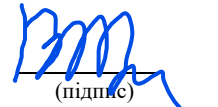


**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет комп'ютерних наук та кібернетики
Кафедра математичної інформатики

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Терещенко В. М.


(підпис)

«13» червня 2022 р.

**Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня бакалавра**

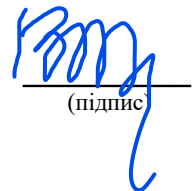
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки
на тему:

**Створення мобільної медичної діагностики для
смартфона**

Виконав студент 4-го курсу
Петруля Валентин Віталійович


(підпис)

Науковий керівник
професор, доктор фіз.-мат. наук
Терещенко Василь Миколайович


(підпис)

Засвідчую, що в цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Київ -2022

Реферат

Дана кваліфікаційна робота містить 38 сторінок, 8 рисунків та 5 використаних джерел.

Темою дипломної роботи є розробка медичного мобільного додатку на операційній системі iOS, дослідження та діагностика стану здоров'я користувача за допомогою цього додатку.

В рамках дипломної роботи було проведено дослідження існуючих мобільних додатків, які слідкують за станом здоров'я користувача; дослідження технологій розробки мобільних додатків для операційної системи iOS. Був розроблений додаток для операційної системи iOS, за допомогою якого можна проходити медичні тести і слідкувати за станом здоров'я користувача.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК, МЕДИЧНИЙ ДОДАТОК, IOS, МЕДИЧНА ДІАГНОСТИКА, КОРИСТУВАЧ

Зміст

Перелік умовних позначень та скорочень	4
Вступ.....	5
1. Огляд поняття медичного мобільного додатку	7
1.1. Що таке мобільний додаток?	7
1.2. Мобільні додатки для здоров'я.....	9
1.3. Типи мобільних додатків для охорони здоров'я та їх функції	11
1.4. Тенденції мобільних додатків для охорони здоров'я.....	16
2. Огляд технологій	21
2.1. Swift.....	21
2.2. ResearchKit.....	22
2.3. CareKit.....	25
3. Реалізація системи.....	27
3.1. Призначення системи	27
3.2. Опис системи.....	27
Висновки	37
Список використаних джерел	38

Перелік умовних позначень та скорочень

IoT – Internet of Things

AI – Artificial Intelligence

AR – Augmented Reality

EHR – Electronic Health Record

ML – Machine Learning

PSAT – Paced Serial Addition Test

AI – Artificial Intelligence

ПК – персональний комп'ютер

Вступ

Актуальність теми. Сучасні інформаційні технології грають важливу роль у сфері медицини та охорони здоров'я. Серед них, одне з чільних місць посіли мобільні додатки, використання яких у сфері охорони здоров'я різко зросло за останні п'ять років. Тенденції цифрового здоров'я показують, що пацієнти частіше, ніж будь-коли, звертаються до своїх смартфонів за порадами щодо здоров'я, оглядами по відеодзвінкам, рецептами та відстеженням загального стану здоров'я. Програми для охорони здоров'я забезпечують беззаперечну зручність, яку цінують пацієнти. Окремі постачальники медичних послуг та організації інвестують у розробку додатків для охорони здоров'я, щоб покращити якість послуг та сприяти самоконтролю у пацієнтів. Інновації в технології мобільного медичного обслуговування пропонують пацієнтам зниження витрат, негайний доступ до індивідуального догляду та можливість більше контролювати своє здоров'я.

Мета роботи. Метою роботи є створення мобільного додатку, за допомогою якого можна проходити медичні тести і слідкувати за станом здоров'я користувача.

Завдання роботи. Згідно зі вказаною метою, були створені та виконані наступні завдання:

- розробка мобільного додатку для операційної системи iOS, завдяки якому можна проходити щоденні медичні тести, проходити опитування, бачити результати медичних тестів та опитувань на графіках;
- дослідження технологій розробки мобільних додатків для операційної системи iOS;

- створення привабливого дизайну та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу для користувача.

Взаємодія з іншими роботами. Дана робота може використовуватись як основа для створення повноцінного додатку медичної діагностики для подальшого комерційного застосування або для наукового дослідження стану пацієнтів.

1. Огляд поняття медичного мобільного додатку

1.1. Що таке мобільний додаток?

Мобільний застосунок або додаток — програмне забезпечення, призначене для роботи на смартфонах, планшетах та інших мобільних пристроях. Багато мобільних застосунків встановлені на самому пристрої або можуть бути завантажені на нього з онлайн магазинів мобільних застосунків, таких як App Store, Google Play, Windows Phone Store та інших, безкоштовно або за плату.[1]

Велика кількість мобільних пристроїв продаються з уже встановленим набором мобільних застосунків, таких як веб браузер, поштовий клієнт, календар, застосунок для придбання та прослуховування музики та інші. Деякі, попередньо встановлені застосунки, можуть бути вилучені з мобільного пристрою користувачем, за допомогою звичайного процесу видалення, звільняючи більше місця для зберігання інших (бажаних) застосунків.

На противагу додаткам, призначеним для настільних комп'ютерів, мобільні додатки відходять від вбудованих програмних систем. За всіх рівних умов кожне універсальне застосування надає роздільну та обмежену корисність. Найпростіші мобільні програми беруть програми на базі ПК і портують їх на мобільний пристрій. Оскільки мобільні додатки стають більш надійними, цієї техніки дещо бракує. Більш складний підхід передбачає розробку спеціально для мобільного середовища, використовуючи як його обмеження, так і переваги. Наприклад, додатки, які використовують функції на основі місцезнаходження, за своєю суттю створені з нуля з урахуванням мобільних пристроїв, оскільки користувач не прив'язаний до місця розташування, як на ПК.

Програми поділяються на дві великі категорії: нативні та веб-програми. Нативні програми створені для певної мобільної операційної системи, як правило, iOS або Android. Нативні програми мають кращу продуктивність і більш точно налаштований користувальницький інтерфейс (UI), і зазвичай перед випуском їм потрібно пройти набагато суворіший процес розробки та забезпечення якості. Веб-програми використовуються в HTML5 або CSS і вимагають мінімум пам'яті пристрою, оскільки вони запускаються через браузер. Користувач перенаправляється на певну веб-сторінку, а вся інформація зберігається в базі даних на сервері. Для використання веб-програм потрібно стабільне з'єднання.

Безсумнівно, мобільні додатки відіграють важливу роль у нашому житті. Це торкнулося майже всіх аспектів нашого життя. Якщо ви повернетеся в історію програм, то зрозумієте, що калькулятор, багато Java ігор і календар були частиною мобільних програм. Перший смартфон був оснащений деякими функціями, такими як світовий годинник, калькулятор, контактна книга та місячний календар. Смартфон BlackBerry, представлений RIM у 2002 році, започаткував багато інноваційних ідей бездротового зв'язку, з якими ми знайомі сьогодні. Мобільні програми стали більш популярними в 2007 році, коли був запущений перший iPhone. iPhone змінив все, і він став популярнішим у всьому світі. Наступним досягненням у цій галузі став запуск App Store, призначеного для користувачів iOS, представленого Apple у 2008 році. Це ринок, який багатом із нас знайомий сьогодні. На момент запуску App Store містив кілька тисяч додатків. У тому ж році, коли був запущений App Store, Android представив Android Market. Якщо експерти праві, до наступного року світ побачить понад 44 мільярди завантажень різних програм. Ми пройшли довгий шлях з моменту появи першого додатка – SMS – у 1990

році. Після цього SMS-спілкування стало основним додатком для більшості людей. Перший медіа-контент, який можна завантажити на мобільні телефони, був запущений у 1998 році. 2011 рік став першим випадком, коли використання додатків було вищим, ніж використання мобільного Інтернету. Після багатьох років надзвичайного зростання мобільний додаток продовжує розвиватися. Сьогодні більше мільярда людей у світі користуються принаймні одним мобільним додатком.

1.2. Мобільні додатки для здоров'я

Сучасний спосіб життя впливає на здоров'я людини і часто ігнорує будь-які спроби пом'якшити його вплив. Як наслідок, зростає потреба в передових технологічних способах, щоб допомогти пацієнтам контролювати певні аспекти життя та відстежувати відповідні дані про здоров'я. Цифрові технології впевнено увійшли практично в усі сфери нашого життя. На ринку є десятки мобільних додатків для охорони здоров'я, і це завдяки перевагам розробки мобільних додатків для охорони здоров'я – ці програми допомагають стежити за станом здоров'я та полегшують роботу лікарів.

Додаток для здоров'я – це мобільне програмне забезпечення, яке покращує або відстежує загальний стан здоров'я користувача. Ці програми можуть вирішувати психічні, фізичні, соціальні, екологічні чи навіть духовні фактори, які стосуються загального здоров'я.

Програми для здоров'я стали інтегрованими в сферу охорони здоров'я як інструменти, які підтримують модель охорони здоров'я, орієнтовану на пацієнта, дозволяючи споживачам контролювати свої проблеми, пов'язані зі здоров'ям, розуміти конкретні медичні стани та досягати особистих цілей у фітнесі. Завдяки розробці мобільних додатків

для охорони здоров'я лікарі та фармацевти можуть надавати більш безпечну та ефективну допомогу, а пацієнти можуть самостійно контролювати своє лікування та підвищувати прихильність до терапії.

Програми охорони здоров'я можуть:

- Покращити збір даних про стан здоров'я
- Надати своєчасну допомогу, незважаючи на місце розташування
- Поліпшити комунікацію між лікарями та пацієнтами
- Забезпечувати функціями, які заощаджують час медичного персоналу
- Мінімізувати медичні помилки



“Рисунок 1.2.1 – простір цифрової охорони здоров'я”

Як видно вище (див. рис. 1.1.1), простір цифрової охорони здоров'я досить розгалужений. Він використовує значний потенціал останніх інноваційних технологічних тенденцій, таких IoT, Big Data, та AI, як для пацієнтів, так і для медичних працівників.

За прогнозами експертів, через п'ять років чат-ботами будуть користуватися близько 80% клінік і медичних установ. Люди все ще хочуть отримати численні переваги налаштування, але скептично ставляться до непрозорих методів, які організації використовують для надання послуг. Вони хочуть більше володіти своїми даними та самим досвідом. Зростання 5G і доповненої реальності (AR) посилило тиск на лідерів, щоб зробити це реальністю. У той же час нові технології мають потенціал для того, щоб налаштування досвіду було повсюдно в житті людей.

1.3. Типи мобільних додатків для охорони здоров'я та їх функції

Тип програми впливає на весь процес розробки мобільного додатка для охорони здоров'я. А саме, функціональність продукту, інтеграція та необхідний рівень безпеки даних. Залежно від мети використання мобільні програми для здоров'я можна розділити на програми для звичайних споживачів і програми для медичних працівників та медичних установ. Розглянемо деякі типи програм.

Додатки для фітнесу. Експерти відразу помітили сплеск популярності додатків для домашнього тренування під час пандемії COVID-19. Ці програми допомагають людям стежити за своїм здоров'ям і фізичною формою, надаючи різні програми тренувань, не витрачаючи багато; тому вони модні.

Корисні функції:

- Швидкі та ефективні тренування від знаменитих тренерів
- Постановка та досягнення цілей за допомогою індивідуальних планів тренувань
- Перегляд за категорією тренування, частиною тіла, довжиною та інтенсивністю

Телеаптека або програми для відпуску ліків. Залишатися здоровим і отримувати ліки саме тоді, коли вони потрібні вашому організму, є життєво важливим. Лікарі використовують подібні додатки для обчислення індивідуальних доз препарату на основі поточного стану пацієнта, віку, ваги та іншої особистої інформації, уникаючи при цьому трудомістких ручних розрахунків, електронних таблиць і складних інструментів. Подібні програми можуть керувати ліками користувача, відстежувати його захворювання, формувати здорові звички та обмінюватися даними з лікарями та опікунами. Розширений штучний інтелект і машинне навчання можна використовувати для полегшення персоналізації та забезпечення активних профілактичних заходів.

Корисні функції:

- Інтеграція з електронними медичними картами, де лікар може вести записи про стан пацієнта, історію лікування, ліки та дозування.
- Встановлення нагадування лікуючим лікарем пацієнтам не забувати про прийом ліків (назви ліків і дозування).
- Оптимізація дози на основі клінічно підтверджених фармакокінетичних моделей, характеристик пацієнта, концентрації препарату та генотипу.

- Прогнозування результатів лікування.
- Діаграми з оглядом прогресу.
- Складання звітів і обмін ними з лікарем.

Додатки оцінювання ризиків. Відстежуйте стан здоров'я пацієнтів у режимі реального часу завдяки інтеграції з EHR та іншими пристроями для моніторингу здоров'я, які носять користувачі. Хорошим прикладом розробки додатків для оцінки ризиків у сфері охорони здоров'я є 5-рівневий додаток FHR для акушерів, акушерок і медсестер, які використовують електронний моніторинг плода (EFM) для породіль.

Корисні функції:

- Інтерпретація запису частоти серцевих скорочень плода для допомоги в прийнятті рішень щодо догляду за пацієнтами в режимі реального часу.
- Автоматичне сповіщення лікарів, якщо прилади моніторингу виявили загрозу здоров'ю пацієнта (матері та/або плоду).

Мобільні програми здоров'я для спілкування пацієнта з лікарем.

Це один з найбільш затребуваних видів розробки мобільних додатків для охорони здоров'я. Такі програми можуть допомогти користувачам знайти лікаря-спеціаліста, записатися на прийом, домовитися про відеодзвінок та оплатити консультацію через інтегрований платіжний шлюз. Такі послуги можуть збільшити участь пацієнтів у процесі лікування та підвищити їх лояльність до постачальника медичних послуг, забезпечуючи більшу прозорість між клініцистами та пацієнтами.

Типовий мобільний додаток на вимогу для лікарів може включати такі функції:

- Вбудована система обміну повідомленнями
- EHR
- Пошук ліків, рецептів
- Віртуальний зал очікування, двосторонній відеозв'язок
- чат 1 до 1
- Відео/аудіодзвінок
- Конференція
- Обмін звітами про стан здоров'я
- Телемедицина

Програми контролю та моніторингу захворювань. Такі додатки сьогодні дуже затребувані. Додатки для відстеження захворювань використовуються для зменшення кількості людей, інфікованих Covid-19. Існують також програми для пацієнтів із порушеннями пам'яті, які допомагають користувачам з епілепсією, діабетом, серцево-судинними захворюваннями, астмою, алергією та навіть депресією стежити за своїм харчуванням та ліками та прогнозувати своє здоров'я.

У цьому випадку процес розробки програми для охорони здоров'я може включати додавання таких функцій:

- Введення інформацію про напад вручну, щоб користувач міг вказати тип нападу, час доби, тривалість та іншу пов'язану інформацію.
- Запис відео на смартфоні, щоб користувачі могли описати лікарю (або родині) свої судоми, їх тригери та те, що сталося після.

- Інструменти самокерування: пацієнти можуть в будь-який час виміряти свій артеріальний тиск або частоту серцевих скорочень і зберегти результат.
- Повідомлення та нагадування: щоб нагадати пацієнту призначити консультацію, прийняти таблетки, піти на прогулянку або здати аналіз крові.
- Список і графік прийому ліків.
- Додатки для координації лікування хронічної хвороби з календарем необхідні пацієнтам, щоб відстежувати свої таблетки та уникати пропуску таблеток або передозування.
- Зведені звіти про дані пацієнтів. Звіти про стан здоров'я необхідні лікарю, щоб аналізувати зміни з часом і вносити корективи в програму лікування.
- Інтерактивне керівництво: це функція телемедицини, яка дозволяє пацієнту запланувати відеоконсультацію з лікарем.
- Зворотній зв'язок і чат у режимі реального часу: за допомогою цієї функції пацієнт може негайно зв'язатися з лікарем, якщо пацієнту погано.

Помічники для вагітних. Це комплексний засіб для вагітних. Деякі функції включають стрічку новин про вагітність, поради щодо вправ і харчування, а також щоденний календар пологів. У додатку також є контрольний список плану народження, таймер скорочень і засіб пошуку імен дитини. Щойно дитина народиться, додаток перетвориться на щоденний посібник для батьків.

Корисні функції:

- Особливості відстеження фертильності, вагітності та пологів
- Калькулятор і календар овуляції

- Статті та поради щодо підготовки до вагітності та спроби завагітніти
- Калькулятор терміну пологів дитини
- Простий інструмент для фотографій вагітності, який дає змогу робити щотижневі фотографії живота та перетворювати їх у уповільнене відео-заставка, щоб поділитися або зберегти в щоденнику вагітності.
- Таймер скорочення
- Дитячий лічильник ударів
- Контрольний список реєстру немовлят
- Календар вагітності з сотнями інформативних статей, місце для пошуку імен, які можуть сподобатися за значенням, походженням, темою тощо

1.4. Тенденції мобільних додатків для охорони здоров'я

За прогнозами, до 2024 року світовий IT-ринок розробки медичних програм досягне 390,7 мільярдів доларів. Сьогодні загострення занепокоєння про здоров'я та неможливість звернутися до лікаря ще більше спонукають людей до самолікування. Успішні бренди можуть скористатися цим і інтегруватися з інструментами цифрової терапії. Штучний інтелект, машинне навчання, віртуальна реальність, великі дані та чат-боти для фармацевтичних компаній — це не майбутнє, а модне сьогоднішнє. Штучний інтелект відкриває перед сектором охорони здоров'я море можливостей з низкою переваг перед прийняттям клінічних рішень і традиційною аналітикою. Алгоритми навчання можуть стати більш точними і точними, коли вони взаємодіють з навчальними даними і дозволяють лікарям

отримати безпрецедентне розуміння, різноманітність лікування, результати для пацієнтів та діагностику.

Тренд №1: Орієнтація на споживача в охороні здоров'я. У 2021 році було зрушення в розвитку технологій охорони здоров'я. У минулому лікарі, вчені та страхові компанії керували технологічним розвитком для збору необхідної інформації. Зараз ми бачимо появу підходу, орієнтованого на пацієнта, і визнаємо важливість досвіду пацієнта. Як полегшити життя пацієнту? Як ми можемо забезпечити додаткову цінність для користувача? На ці питання потрібні відповіді. Отже, у 2021 році медична допомога була зосереджена на досвіді пацієнтів та покращенні ефективності медицини. Очікуються зрушення до того, що називається орієнтацією на споживача. Розробники та постачальники медичних програм використовуватимуть розробку мобільних додатків для охорони здоров'я, щоб надавати послуги з доданою вартістю та залучати більше пацієнтів, забезпечуючи більшу цінність.

Тенденція №2: Сумісність. Функціональна сумісність у сфері охорони здоров'я дозволяє клінікам, лабораторіям чи лікарням передавати дані з кількох інформаційних мереж у сфері охорони здоров'я та мати доступ до них — незалежно від використовуваної системи чи програми та надавати найкращу медичну допомогу в будь-який час. Це процес, коли апаратне та програмне забезпечення з різних систем спілкуються та обмінюються даними без обмежень. Інтероперабельність відбувається на трьох рівнях: функціональному, структурному та семантичному.

Тренд №3: Телемедицина. У минулому люди неохоче вдавались до телемедицини. Зараз багато хто розуміє, що це швидко, зручно і якісно. Саме з приходом пандемії розкрився весь потенціал цієї технології. Це корисно не тільки для пацієнтів, а й для медичних працівників. Усі великі

наукові конференції перейшли в онлайн. Раніше такі заходи були виключно очними, але було примусове переміщення.

Тренд №4: Інтеграція з медичним обладнанням. Інтеграція телемедичних платформ з обладнанням корисна в кількох випадках. Додаток допоможе вам підключити кілька медичних пристроїв для збору показань пацієнтів у режимі реального часу, а також кореляції та інтерпретації цих результатів, або ви можете розробити API для віддаленого доступу до пристроїв, який допоможе відстежувати життєво важливі ознаки пацієнтів.

Завжди є місце для інтеграції програм для розробки:

- електрокардіографи
- кардіостимулятори
- автоматичні тонометри
- датчики рівня цукру та ін.

Тренд №5: Віртуальний зал очікування. Іншою важливою тенденцією в розробці мобільних додатків для охорони здоров'я, ймовірно, стане створення віртуальної зали очікування, щоб уникнути ризику зараження у фізичному залі очікування під час пандемії. Технологія створить віртуальний зал очікування, можливо, у вигляді додатка для смартфона, за допомогою якого пацієнти зможуть отримувати сповіщення, коли вони входять до будівлі. Віртуальний зал очікування – це процес, у якому пацієнт може зареєструватися зі свого мобільного пристрою та залишатися в своєму транспортному засобі, доки не буде доступна кімната для огляду. Це дозволяє пацієнту обійти традиційний зал очікування, зводячи до мінімуму ризику контакту з іншими пацієнтами та мікробами та вірусами, присутніми на поверхнях, спільних пристроях, таких як кіоски, і таких матеріалах, як журнали, книги, папір, буфер обміну та ручки. Навіть після закінчення пандемії, такий підхід може допомогти лікарям і

персоналу в робочому процесі та допомогти людям уникнути непотрібних контактів. Зараз багато компаній розширюють функціональність своїх продуктів, додаючи віртуальний зал очікування.

Тренд №6: Дистанційне спостереження за пацієнтами похилого віку. Населення світу швидко старіє через поєднання низької народжуваності та збільшення тривалості життя. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, у 2020 році в усьому світі налічувалося 727 мільйонів людей віком від 65 років. Прогнозується, що до 2050 року ця цифра подвоїться і досягне понад 1,5 мільярда осіб. Очікується, що частка літніх людей у світовому населенні зросте з 9,3% у 2020 році до 16,0% у 2050 році, а до 2030 року населення старше 60 років зросте до 1,4 мільярда. трьох рівнях: функціональному, структурному та семантичному.

Така велика кількість людей похилого віку означає більші витрати на медичне обслуговування. Із зростанням кількості людей похилого віку та додатковим тиском COVID-19 нам потрібно знайти кращі способи догляду за літніми людьми. ВООЗ розробила інструмент цифрових технологій охорони здоров'я, який допомагає постачальникам медичних послуг покращувати догляд за літніми людьми. Цей набір технологій забезпечує моніторинг літніх або хронічно хворих пацієнтів вдома, дозволяючи пацієнтам з високим ризиком уникнути потенційно небезпечних відвідувань лікарні. Якщо щось піде не так, додаток може забезпечити швидший спосіб взаємодії лікаря з пацієнтом. Лікарям не потрібно буде стежити за пацієнтами 24/7, оскільки додаток буде контролювати стан пацієнта за допомогою носимих пристроїв і сповіщати їх і опікунів, якщо це необхідно.

Тенденція №7: Додатковий інтелект для підтримки прийняття клінічних рішень. Наукові компанії використовують штучний інтелект для відкриття та розробки нових ліків і вакцин. Існує багато можливостей у

сфері охорони здоров'я для використання штучного інтелекту, особливо для прийняття клінічних рішень, щоб допомогти лікарям діагностувати захворювання. Це, мабуть, одна з найбільш масштабних областей, де ми будемо спостерігати розвиток ШІ у 2021 році. Штучний інтелект допоможе розрахувати ймовірність певних умов, але рішення в кінцевому підсумку лягатиме за лікарем. Системи діагностики на основі ML стали більш прийнятними. Майбутні інструменти AI/ML допоможуть підтримати або захистити пацієнтів, яким може знадобитися допомога до виникнення надзвичайних ситуацій. Наприклад, пацієнтам, які забувають прийняти ліки або приймають їх у невідповідний час або в небажаних комбінаціях, можна віддати перевагу відвідуванням медсестри, дзвінкам або консультаціям та навчанню під час рутинних відвідувань.[2]

2. Огляд технологій

2.1. Swift

Swift — це скомпільована мова програмування загального призначення, багатопарадигмальна, розроблена Apple Inc. та спільнотою з відкритим кодом. Вперше випущений у 2014 році, Swift був розроблений як заміна попередньої мови програмування Apple Objective-C, оскільки Objective-C майже не змінився з початку 1980-х років і не мав сучасних мовних функцій. Swift працює з фреймворками Apple Cocoa і Cocoa Touch, а ключовим аспектом дизайну Swift була здатність взаємодіяти з величезною кількістю існуючого коду Objective-C, розробленого для продуктів Apple протягом попередніх десятиліть. Він побудований з відкритим вихідним кодом компілятора LLVM і був включений в Xcode з версії 6, випущеної в 2014 році. На платформах Apple він використовує бібліотеку середовища виконання Objective-C, яка дозволяє C, Objective-C, C++ і швидкий код для виконання в межах однієї програми.

Apple планувала Swift підтримувати багато основних концепцій, пов'язаних з Objective-C, зокрема динамічну диспетчеризацію, поширене пізнє прив'язування, розширюване програмування та подібні функції, але «безпечнішим» способом, що полегшує виявлення програмних помилок; Swift має функції, які усувають деякі поширені помилки програмування, наприклад розіменування нульового покажчика, і надає синтаксичний цукор, щоб уникнути піраміди приреченості. Swift підтримує концепцію розширюваності протоколу, систему розширюваності, яку можна застосувати до типів, структур і класів, яку Apple пропагує як реальну зміну парадигм програмування, вони називають «протокольно-орієнтоване програмування».

Swift був представлений на Всесвітній конференції розробників Apple у 2014 році (WWDC). Протягом 2014 року він пройшов оновлення до версії 1.2 і значне оновлення до Swift 2 на WWDC 2015. Спочатку власною мовою, версія 2.2 була відкрита під ліцензією Apache 2.0 3 грудня 2015 року для платформ Apple та Linux.

Swift 4.0, випущений у 2017 році, вніс кілька змін у деякі вбудовані класи та структури. Код, написаний з попередніми версіями Swift, можна оновити за допомогою функціональних можливостей міграції, вбудованих у Xcode.

Swift 5, випущений у березні 2019 року, представив стабільний бінарний інтерфейс на платформах Apple, що дозволило вбудовувати середовище виконання Swift в операційні системи Apple. Це джерело сумісне зі Swift 4. Swift 5.1 був офіційно випущений у вересні 2019 року. Swift 5.1 будується на основі попередньої версії Swift 5, розширюючи стабільні функції мови на час компіляції з введенням стабільності модуля. Впровадження стабільності модуля дає змогу створювати і спільно використовувати двійкові фреймворки, які працюватимуть з майбутніми випусками Swift. Swift 5.5, офіційно анонсований Apple на WWDC 2021, значно розширює мовну підтримку паралельності та асинхронного коду, зокрема представляючи унікальну версію моделі актора.[5]

2.2. ResearchKit

Фреймворк ResearchKit — це платформа з відкритим вихідним кодом, яку розробники та дослідники можуть використовувати для створення програм, які дозволяють користувачам iOS брати участь у медичних дослідженнях.

Завдання ResearchKit — це дії, які мають виконувати учасники дослідження. Завдання — це будівельні блоки для модулів ResearchKit, які розглядають найпоширеніші компоненти медичних досліджень: опитування, документи згоди та активні завдання.

Завдання будуються за допомогою ієрархії об'єктів моделі. У корені ієрархії знаходиться об'єкт `ORKOrderedTask` (або інший об'єкт, який реалізує протокол `ORKTask`). Завдання визначає порядок представлення кроків і спосіб представлення виконання завдання. Завдання складається з кроків, які є підкласами `ORKStep`. Більшість кроків призначені для представлення або введення даних, але підкласи `ORKActiveStep` також можуть увімкнути збір даних. Класи кроків опитування `ORKQuestionStep` і `ORKFormStep` описують запитання, яке потрібно поставити. Формат відповіді моделюється за допомогою підкласів `ORKAnswerFormat`.

Щоб представити завдання, ви створюєте об'єкт `ORKTaskViewController` і надаєте йому завдання. Контролер подання завдань керує завданням і повертає результат за допомогою методів делегата. Для кожного кроку `ORKTaskViewController` створює відповідний підклас `ORKStepViewController` для відображення кроку.

Властивість `resultORKTaskViewController` надає результати виконання завдання, як під час виконання завдання, так і після його завершення. Результати будуються за ієрархією, подібною до ієрархії моделі завдань. В ієрархії результату `ORKTaskResult` є кореневим, а об'єкти `ORKStepResult` утворюють безпосередні дочірні елементи. Для кроків опитування зібрані відповіді повідомляються як об'єкти `ORKQuestionResult`, які є дочірніми елементами `ORKStepResult`. Активні кроки можуть включати додаткові об'єкти результату як дочірні, залежно від типів даних, які записуються. Щоб допомогти вам отримувати дані з різних функцій пристрою, таких як акселерометр або HealthKit, фреймворк

ResearchKit надає класи `ORKRecorder` і `ORKRecorderConfiguration`, які працюють разом для збору та налаштування даних у серійний формат протягом активного кроку.

Активне завдання пропонує користувачам виконувати дії в напівконтрольованих умовах, тоді як датчики iPhone активно збирають дані. Категорія на `ORKOrderedTask` надає заводські методи для створення екземплярів `ORKOrderedTask`, які відповідають попередньо визначеним активним завданням ResearchKit, таким як коротка прогулянка або завдання для фітнесу.

Функції згоди в структурі ResearchKit реалізуються за допомогою трьох спеціальних кроків, які можна додати до завдань:

- `ORKVisualConsentStep`. Крок візуальної згоди представляє серію простих графічних зображень, які допомагають учасникам зрозуміти зміст документа про згоду. Графіка за замовчуванням має анімовані переходи.
- `ORKConsentSharingStep`. Етап надання згоди має попередньо визначені переходи, які можна використовувати для встановлення налаштувань користувачів щодо того, наскільки широко можуть розповсюджуватися персональні дані.
- `ORKConsentReviewStep`. Етап розгляду згоди робить документ про згоду доступним для перегляду та надає можливості для збору імені та підпису користувача.

Для створення етапу візуальної згоди та етапу перевірки згоди потрібна модель документа згоди (тобто об'єкт `ORKConsentDocument`). На додаток до кроків згоди, `ORKPDFViewerStep` відображається PDF-документ. Користувач може шукати, позначати та ділитися PDF-документом на цьому етапі.[3]

2.3. CareKit

CareKit дає користувачам можливість керувати своїм здоров'ям і розуміти його. Ваші програми можуть висвітлювати тенденції, відзначати цілі та створювати стимули для користувачів. CareKit 2.0 доступний для iOS 13/iPadOS 13 і вище. CareKit дозволяє легко надавати привабливі, послідовні інтерфейси з чудовою анімацією та повну взаємодію з функціями доступності iOS та iPadOS. Ця платформа з відкритим вихідним кодом повністю написана на Swift, і вона використовує деякі з найпотужніших функцій мови Swift, такі як Combine.

Програми CareKit можуть:

- Оцифрування рецепту.
- Надавати користувачам значущі дані про стан здоров'я та тенденції.
- Дозволити користувачам зв'язатися зі своїми постачальниками послуг.

Фреймворк надає потужний набір моделей даних для збереження. Користувач вашого додатка представлений у даних CareKit як пацієнт. Пацієнту необхідно виконати ряд завдань, наприклад, прийняти ліки або зареєструвати свої симптоми. Завдання створюються за розкладом, тому пацієнт знає, коли виконувати кожне завдання. Розклади можна скласти, тому ви можете створити складний набір вимог, комбінуючи прості.

Поєднання завдань пацієнта складає план догляду. План догляду розроблено для того, щоб допомогти користувачеві частково покращити своє здоров'я, наприклад, відновлюватися після операції або лікувати цукровий діабет. Пацієнт може мати кілька планів догляду, і кожен план догляду може мати контакти, пов'язані з ним. Контактні особи є постачальниками послуг пацієнта.

Коли пацієнт виконує завдання, результати зберігаються як результати. Ці результати та пов'язані з ними значення дають змогу надати користувачам діаграми та графіки, які допоможуть їм зрозуміти вплив їхнього плану догляду на здоров'я.[4]

3. Реалізація системи

3.1. Призначення системи

Створена мобільна система призначається для медичної діагностики у форматі проходження щоденних активних завдань користувачем, таких як:

- встановлення діапазону руху коліна
- встановлення швидкості натискання
- Темповий тест послідовного додавання (PSAT)
- розпізнавання мови

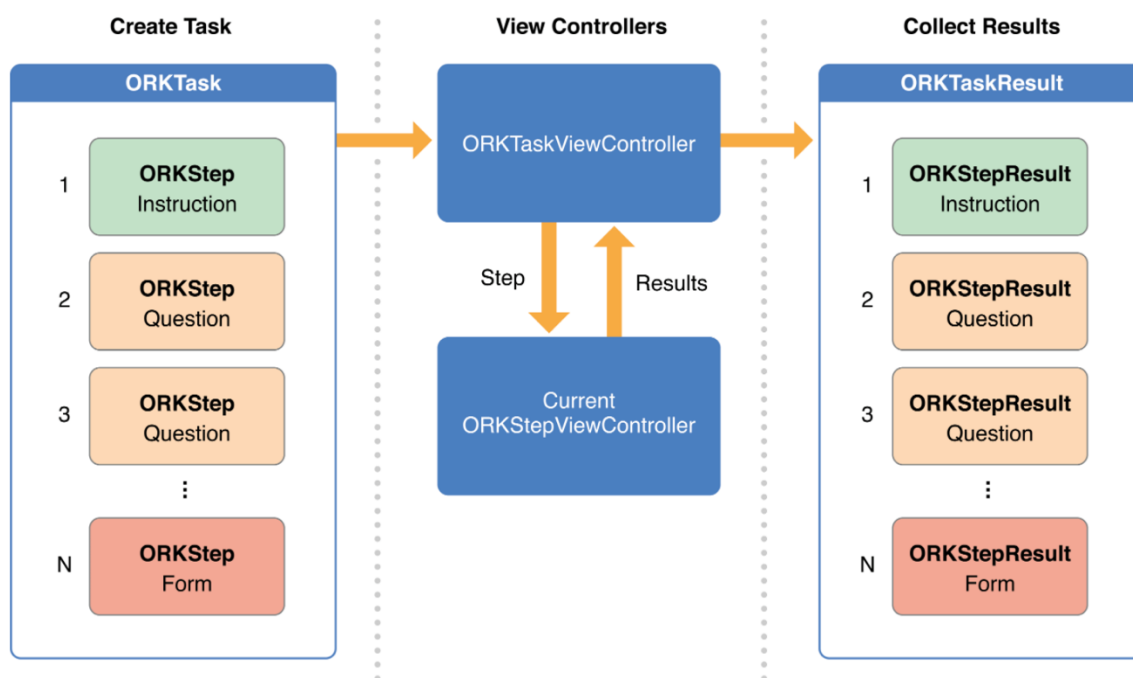
В системі передбачена можливість проходження щоденних опитувань задля встановлення тенденцій стану здоров'я, таких як:

- кількість годин сну
- оцінка болі за шкалою від одного до десяти

Також є можливість наглядного перегляду результатів опитувань та активних завдань у вигляді тижневих графіків.

3.2. Опис системи

Даний додаток був написаний мовою програмування Swift, були використані фреймворки ResearchKit та CareKit, тому цей додаток сумісний лише с пристроями, які мають операційну систему iOS.



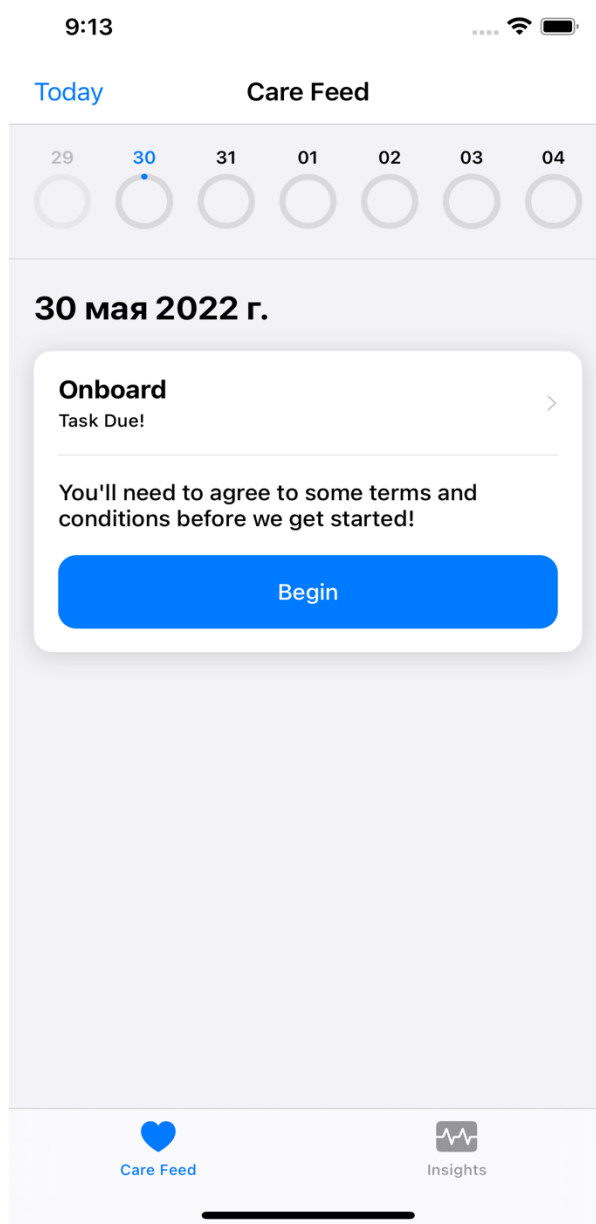
“Рисунок 3.2.1 – архітектура додатку”

Незалежно від того, чи дає програма інструкції, представляє форму чи опитування, отримує згоду чи запускає активне завдання, все в фреймворку ResearchKit — це набір кроків (ORKStep об’єкти), які разом утворюють завдання (ORKTask об’єкт). Щоб представити завдання, приєднайте його до об’єкта контролера подання завдань (ORKTaskViewController). Коли користувач виконує крок у завданні, контролер перегляду завдань створює об’єкт результату кроку (ORKStepResult), який записує час початку та завершення цього кроку, а також будь-які результати кроку (див. рис. 3.2.1).[3]

Головним чином, система складається з двох частин:

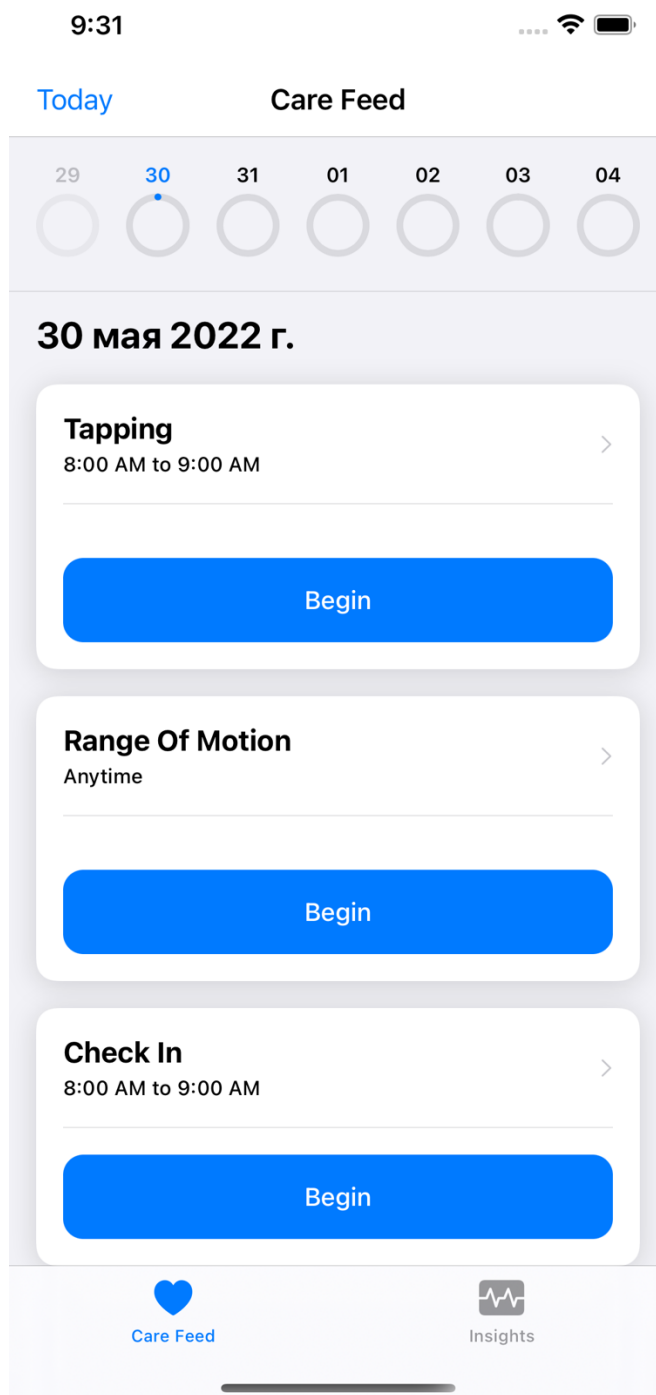
- календар завдань та опитувань
- екран відображення результатів у графіках

Коли користувач вперше заходить в додаток, то він потрапляє на екран календаря з завданнями та опитуваннями, і бачить перед собою завдання для погодження з умовами та положеннями (див. рис. 3.2.2). Погодження на ці умови та положення необхідно, щоб активувати основні функції системи, такі як збір даних та доступ до акселерометра та гіроскопу смартфона.



“Рисунок 3.2.2 – необхідність погодження з умовами та положеннями”

Після погодження з умовами та положеннями користувачу відкривається доступ до виконання активних завдань та опитувань (див. рис. 3.2.3).



“Рисунок 3.2.3 – активні завдання”

Екран опитування (див. рис. 3.2.4) складається з двох питань:

- кількість годин сну
- оцінка болі за шкалою від одного до десяти

The screenshot shows a mobile application interface titled "Check In". At the top, the status bar displays the time 9:41, signal strength, Wi-Fi, and battery icons. A "Cancel" button is located in the top right corner of the app's header. The main content area contains two questions, each with a slider input.

Question 1 of 2
How would you rate your pain?

The slider for the first question ranges from 1 to 10. The left end is labeled "No pain" and the right end is labeled "Very painful". A white circular slider knob is positioned at the value 2, with the number "2" displayed in blue above the slider.

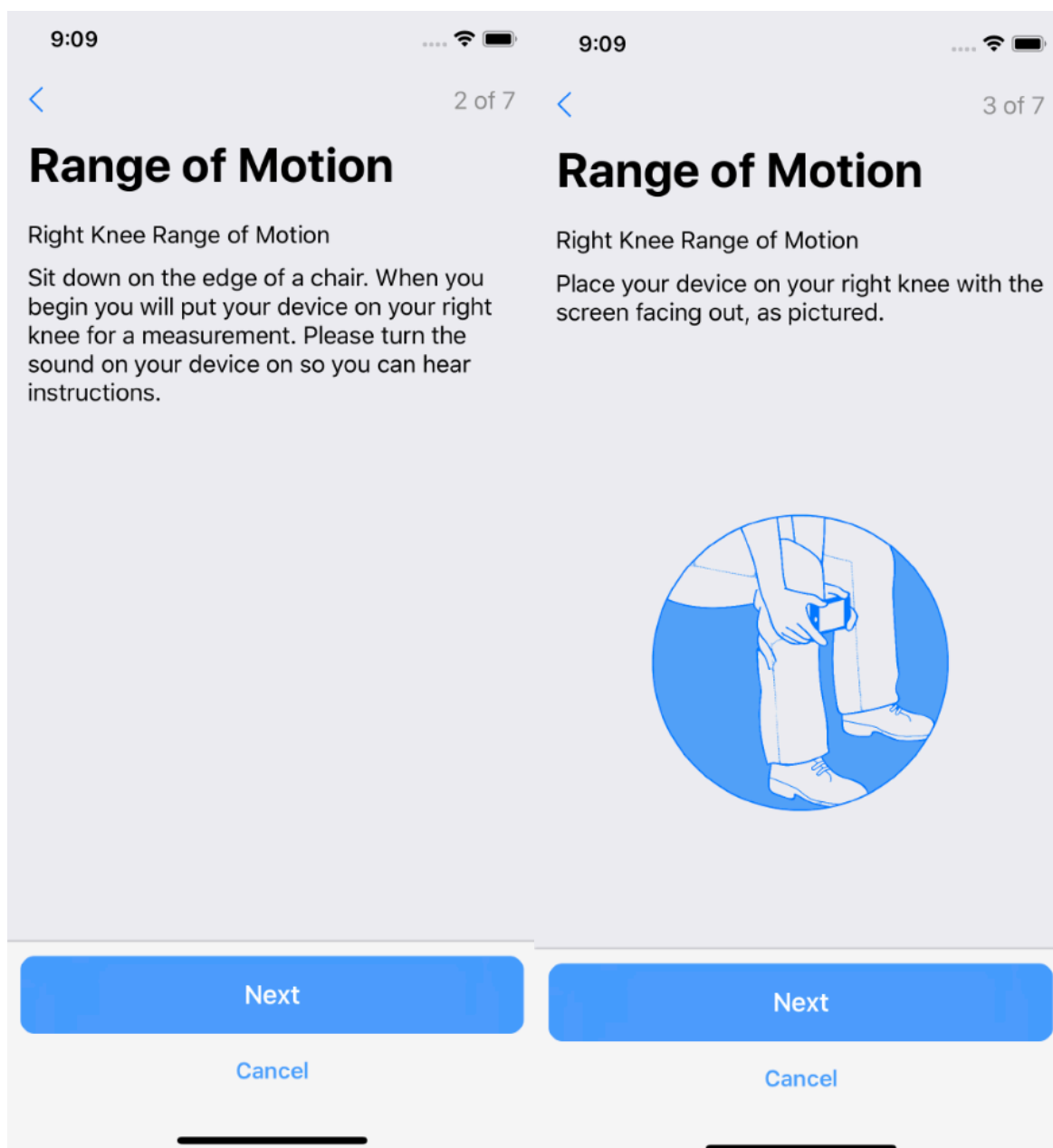
Question 2 of 2
How many hours of sleep did you get last night?

The slider for the second question ranges from 0 to 12. A white circular slider knob is positioned at the value 8, with the number "8" displayed in blue above the slider.

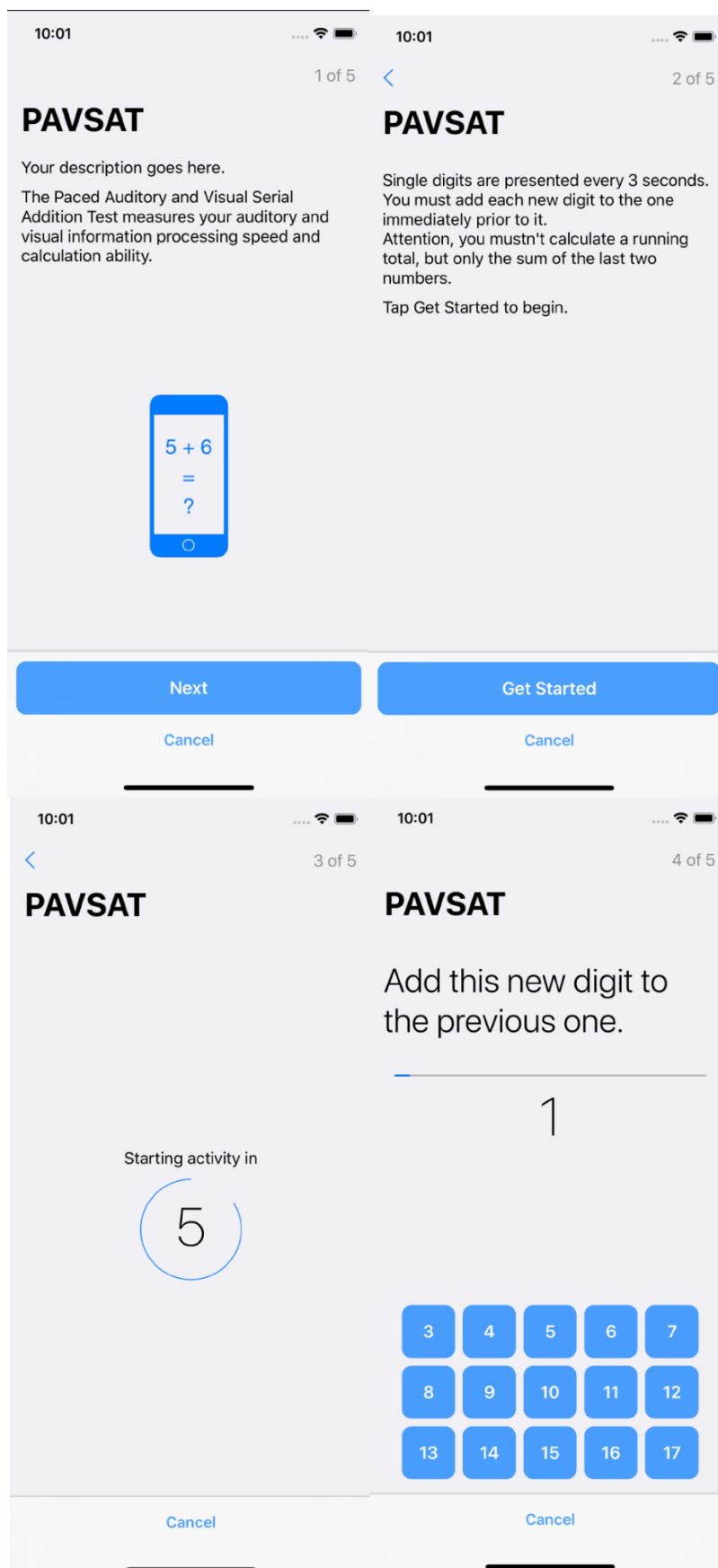
At the bottom of the screen, there is a large blue button labeled "Done".

“Рисунок 3.2.4 – опитування”

Активне завдання з діапазоном руху полягає у вимірюванні згинання та розгинання коліна за допомогою даних акселерометра та гіроскопа у смартфоні. Акселерометр може визначити орієнтацію відносно сили тяжіння, а також поступальний рух. Щоб допомогти акселерометру точно орієнтуватися, навіть коли телефон рухається в просторі, його дані об'єднуються з гіроскопом. Він вимірює зміни кутової швидкості. Під час виконання завдання з діапазоном рухів користувач дотримується інструкцій щодо руху (див. рис. 3.2.5).



“Рисунок 3.2.5 – інструкція з діапазону руху коліна”



“Рисунок 3.2.6 – кроки PAVSAT тесту”

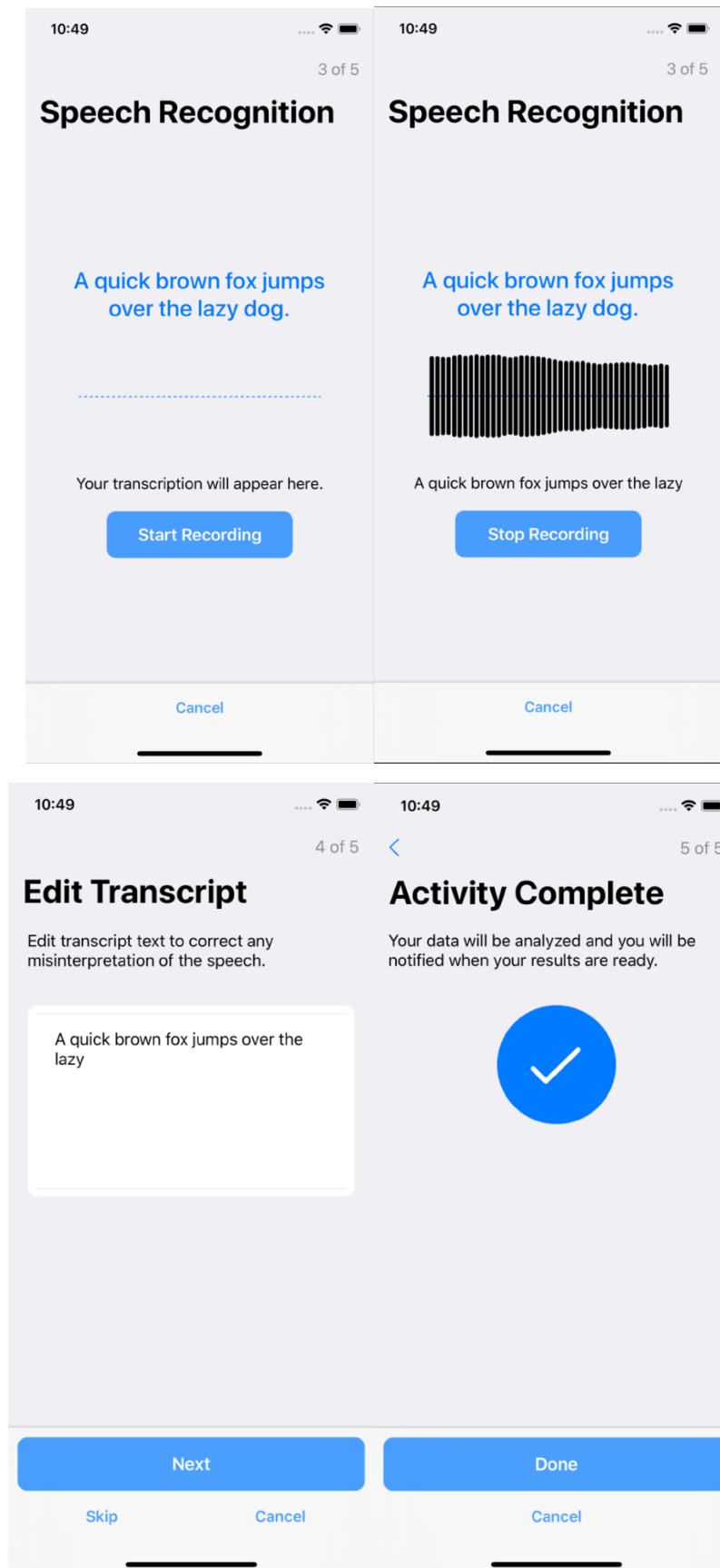
У завданні натискання користувач швидко чергує натискання двох цілей на сенсорному екрані спочатку лівою, потім правою рукою. Отримані сенсорні дані можна використовувати для оцінки основних рухових можливостей, таких як швидкість, точність і ритм. Дані дотику та, за бажанням, дані акселерометра від фреймворку CoreMotion в iOS збираються за допомогою загальнодоступних API.[3]

Завдання PSAT вимірює когнітивну функцію, яка оцінює слухову та/або гнучкість візуальної інформації, швидкість обробки інформації на слух та/або гнучкість користувача. Окремі цифри відображаються кожні дві-три секунди, і користувач повинен додавати кожен нову цифру до попередньої (див. рис. 3.2.6).

Існує три варіанти цього тесту:

- PASAT: Paced Auditory Serial Addition Test – пристрій промовляє цифру кожні дві-три секунди.
- PVSAT: Paced Visual Serial Addition Test - пристрій показує цифру на екрані.
- PAVSAT: аудіальний і візуальний тест на додавання послідовного сигналу – пристрій вимовляє цифри та показує їх на екрані кожні дві-три секунди.

Оцінка за завдання PSAT – це загальна кількість правильних відповідей із числа можливих правильних відповідей. Дані, зібрані завданням, мають форму ORKPSATResult об'єкта.[3]



“Рисунок 3.2.7 – Етапи розпізнавання мовлення”

ResearchKit також надає вирівнювання слів, показники впевненості та альтернативні гіпотези розпізнавання мовлення у вигляді списку n найкращих. Список n -кращих і міра довіри виявляють невизначеність у гіпотезі системи розпізнавання мовлення в певних випадках незрозумілої мови або мови, що містить фрагменти слів або слова без сенсу. Виявлено, що ці стани є корисним індикатором зниження когнітивних функцій, пов'язаного з хворобою Альцгеймера та пов'язаними з нею деменціями, а також іншими проблемами психічного здоров'я.[3]

Клас `ORKSpeechRecognitionStep` представляє один крок запису. На цьому кроці мова користувача записується з мікрофона. Етапи розпізнавання мовлення, які показують захоплення та відображення записаного тексту, наведені на малюнку 3.2.7.

Після завершення запису користувач отримує можливість редагувати стенограму, згенеровану системою розпізнавання мовлення. Дані, зібрані цим завданням, складаються з трьох основних компонентів:

- Неочищений аудіозапис того, що сказав користувач.
- Транскрипцію, створену механізмом розпізнавання мовлення, повернуто як об'єкт типу `SFTranscript`.
- Відредагована стенограма, якщо така є, користувачем.[3]

Висновки

В рамках дипломної роботи було проведено дослідження ключових особливостей медичних мобільних додатків та вимог до їхнього проектування, дослідження технологій розробки медичних мобільних додатків для операційної системи iOS. Була розроблена система мобільної медичної діагностики для операційної системи iOS в інтегрованому середовищі розробки Xcode за допомогою фреймворків CareKit та ResearchKit. Завдяки цій мобільній системі можна проходити щоденні медичні активні завдання та опитування. Був створений інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для користувача.

Тема цифрого здоров'я є надзвичайно перспективною, а з розвитком даної області все більше людей буде використовувати смартфони задля відстеження загального стану здоров'я.

Список використаних джерел

1. Wikipedia – Mobile app [Електронний ресурс] // URL:
https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_app
2. Healthcare Mobile App Development Guide [Електронний ресурс] // URL: <https://light-it.net/blog/13-things-you-should-know-before-creating-a-healthcare-app/>
3. ResearchKit Documentation [Електронний ресурс] // URL:
<http://researchkit.org/docs/docs/Overview/GuideOverview.html>
4. CareKit Documentation [Електронний ресурс] // URL:
<https://developer.apple.com/documentation/carekit>
5. Swift (Programming Language) [Електронний ресурс] // URL:
[https://en.wikipedia.org/wiki/Swift_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Swift_(programming_language))