

АНОТАЦІЯ

Дослідження IoT для використання в системах охорони здоров'я //Кваліфікаційна робота// Доскоч Назарій Ігорович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СН-41 // Тернопіль, 2021 // сторінки____, рисунки____, таблиць____, джерел____.

Ключові слова: телемедицина, великі дані, інформаційна система, інтернет речей, охорона здоров'я.

У кваліфікаційній роботі розглянуто дослідження IoT для використання в системах охорони здоров'я.

Віддалений моніторинг є інтенсивним технологічним розвитком, тоді як телемедицина - це інтенсивний процес для людини та експертів; лікарі ставлять діагноз за допомогою своєї експертизи

Зроблено огляд політики та правил електронного здоров'я та IoT на користь різних зацікавлених сторін, зацікавлених в оцінці медичних технологій на основі IoT.

В роботі запропоновано структуру апаратно-програмного комплексу моніторингу життєдіяльності особи, що дозволяє пацієнтам самостійно відслідковувати життєво важливі показники свого здоров'я, а лікуючим лікарям – контролювати в реальному часі стан здоров'я своїх пацієнтів у режимі віддаленого доступу та проводити аналіз результатів спостереження за допомогою спеціальних мобільних програм-застосунків з метою своєчасного та ефективного корегування лікувальних та профілактичних заходів.

ANNOTATION

IT study aimed at their use in health protection systems// Qualification work // Doskoch Nazarij Igorovych // Ivan Puliyu Ternopil National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Science, group SN-41 // Ternopil, 2021 // pages , figures , tables , sources .

Key words: telemedicine, big data, information system, internet of things, healthcare.

The qualification paper considers IoT research for use in health care systems.

Remote monitoring is an intensive technological development, while telemedicine is an intensive process for humans and experts; doctors diagnose with the help of their examination

An overview of eHealth policies and regulations and IoT for the benefit of various stakeholders interested in evaluating IoT-based medical technologies.

The paper proposes a structure of hardware and software complex for monitoring a person's life, which allows patients to independently monitor vital indicators of their health, and physicians - to monitor in real time the health of their patients remotely and analyze the results of monitoring with special mobile application programs in order to timely and effectively adjust treatment and prevention measures

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
- ШІ – штучний інтелект
- МН – машинне навчання
- ГН – глибинне навчання
- АТ – електронна бібліотека
- WiFi – технологія безпроводної локальної мережі з пристроями на основі стандартів IEEE 802.11
- SMS – (англ. SMS, Short Message Service) – послуга обміну (передачі і прийому) короткими текстовими повідомленнями в телекомунікаційних мережах, доступна для більшості мобільних телефонів та інших комунікаційних пристроїв, таких як пейджер, модем, КПК, або навіть настільний комп'ютер (за допомогою функцій програмного забезпечення).
- WSN – (англ. SMS, Short Message Service) – послуга обміну (передачі і прийому) короткими текстовими повідомленнями в телекомунікаційних мережах, доступна для більшості мобільних телефонів та інших комунікаційних пристроїв, таких як пейджер, модем, КПК, або навіть настільний комп'ютер (за допомогою функцій програмного забезпечення).
- RFID – (англ. Radio frequency identification) – радіочастотна ідентифікація.
- IoT – (англ. Wireless sensor networks) – розподілена мережа, що самоорганізується та складається із безлічі датчиків (сенсорів) і виконуючих пристроїв, об'єднаних між собою за допомогою радіосигналу.

ЗМІСТ

	Вступ	7
1	Телемедицина та віддалений моніторинг здоров'я	8
1.1	Телемедицина	8
1.2	Віддалений моніторинг здоров'я	9
1.3	Проблеми в дистанційному моніторингу здоров'я	11
1.4	Різниця між телемедициною та дистанційним моніторингом здоров'я	13
2	Мережі охорони здоров'я IoT	16
2.1	Топологія IoThNet	16
2.2	Архітектура IoThNet	19
2.3	Послуги і застосунки IoT	21
2.4	IoT застосунки догляду за здоров'ям	22
2.5	Тенденції та стан галузі охорони здоров'я IoT	29
2.6	Архітектура апаратно-програмного комплексу моніторингу в реальному часі стану організму людини	31
3	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	36
3.1	Негативний впливу гаджетів на зір людини, та методи його захисту	36
3.2	Фактори, що впливають на функціональний стан користувачів комп'ютерів	39
	Висновки	42
	Список використаних джерел	43

ВСТУП

Медичне обслуговування та охорона здоров'я є однією з найпривабливіших областей застосування IoT. IoT може призвести до багатьох медичних застосувань: віддалений моніторинг стану здоров'я, програми фітнесу, хронічні захворювання та догляд за літніми людьми.

Очікується, що послуги охорони здоров'я на основі IoT зменшать витрати, підвищать якість життя та збагатять досвід користувачів. З точки зору постачальників медичних послуг, IoT може зменшити час простою пристроїв за допомогою віддаленого забезпечення.

IoT забезпечує ефективне планування обмежених ресурсів, забезпечуючи найкраще їх використання та обслуговування більшої кількості пацієнтів. Важливим трендом є простота економічно вигідних взаємодій завдяки безперебійному та безпечному зв'язку між окремими пацієнтами, клініками та медичними організаціями.

За останні кілька років ця сфера привернула широку увагу дослідників для розгляду потенціалу IoT у сфері охорони здоров'я шляхом розгляду різних практичних проблем. Як наслідок, зараз у галузі є численні застосунки, послуги та прототипи. Тенденції досліджень в галузі охорони здоров'я на основі IoT включають архітектури мереж та платформи, нові сервіси та додатки, взаємодію та безпеку, серед іншого. Крім того, були розроблені політики та рекомендації щодо впровадження технології IoT у медичні.

Однак IoT залишається у зародковому стані у сфері охорони здоров'я. На цьому етапі глибоке розуміння сучасних досліджень IoT у контексті охорони здоров'я буде корисним для різних зацікавлених сторін, зацікавлених у подальших дослідженнях.

У цій кваліфікаційній роботі висвітлюються тенденції досліджень охорони здоров'я на основі IoT та розкриваються різні проблеми, які необхідно вирішити, щоб трансформувати технології охорони здоров'я за допомогою інновацій IoT.

1 ТЕЛЕМЕДИЦИНА ТА ВІДДАЛЕНИЙ МОНІТОРИНГ ЗДОРОВ'Я

1.1 Телемедицина

Зростання охорони здоров'я на базі інформаційних та комунікаційних технологій породило інноваційну концепцію практичної медицини та клінічних послуг на відстані, використовуючи телекомунікації, названу телемедициною. Телемедицина дозволяє лікарям віддалено обслуговувати пацієнтів, отримуючи доступ до медичної інформації за допомогою телекомунікаційного зв'язку.

Телемедицина має велике полегшення для людей в сільських та віддалених районах, де є обмежена медична установа, включаючи лікарів та інфраструктуру. Лікарі діагностують та консультують пацієнтів віддалено за допомогою місцевих медичних працівників, які безпосередньо ведуть пацієнтів.

Ключовим фактором телемедицини є телекомунікаційне посилення, що використовується технологіями, такими як мобільний зв'язок, відеоконференції, факс, сканери тощо для комунікації та обміну медичними документами (наприклад, рентгенівське та сонографічне зображення, фотографія інфекції, попередні приписи, патологічний звіт, звіт ЕКГ тощо). Спираючись на ці документи, лікарі оцінюють умову та рекомендації пацієнтів [1,5]. Широке поширення та всюдисутність в Інтернеті розширили сферу телемедицини.

Концепція телемедицини реалізується трьома способами [3,4,6]:

- **Зберігати та передавати:** Це асинхронний процес, і не потрібно, щоб обидві сторони були одночасно у контакті чи в Інтернеті. Інформація про стан здоров'я та медична документація пацієнта надсилаються лікарям для оцінки. Лікарі вивчають звіти у зручний час та надають відгуки /вказівки місцевим медичним працівникам

- **Віддалений моніторинг:** Лікар дистанційно відстежує життєву статистику пацієнта.
- **Взаємодія в режимі реального часу:** Лікар і пацієнт із віддаленого місця взаємодії в реальному часі. Зручність для лікаря-лікаря вдома або в сусідньому медичному закладі заздалегідь встановлюється інтерактивний графік з лікарем [7].

1.2 Віддалений моніторинг здоров'я

Віддалений моніторинг здоров'я є частиною віддаленої охорони здоров'я чи електронної охорони здоров'я. Це підхід для автоматизованого моніторингу здоров'я з будь-якого місця. Це стало можливим завдяки просуванню сенсорів та WSN та інших новіших технологій, таких як WBAN [8] та IoT [9]. Різні сенсори здоров'я, вживленні в тіло, відбирають різні фізіологічні дані, такі як температура тіла, показники серця та пульсу, артеріальний тиск, рівень цукру в крові, мозкові хвилі, рівень кисню в крові тощо [2]. Ці дані надсилаються зацікавленим медичним працівникам, які інтерпретують їх для оцінки стану здоров'я пацієнта, діагностики та рекомендацій щодо лікування ліками або лікування.

Аналізуючи дані, може бути вирішено, чи потрібно профілактичне терапевтичне втручання чи потрібно змінити протокол лікування пацієнта. Якщо прилади моніторингу підключені до Інтернету безпосередньо, лікарі можуть стежити за пацієнтами в режимі реального часу. Крім того, інтеграція системи віддаленого моніторингу із складними аналітичними інструментами забезпечує лікарям більшу видимість та розуміння стану здоров'я пацієнта.

Віддалений моніторинг здоров'я виявляє кілька переваг:

- Віддалений моніторинг здоров'я забезпечує надання постійної та якісної допомоги пацієнтам у віддалених місцях
- Охорона здоров'я стає доступнішою. Віддалений моніторинг дозволяє лікарям звертатися до потенційних пацієнтів, особливо до тих людей,

які з певних причин не можуть дозволити собі відвідати лікаря або не змогли звернутися до лікарень.

- Забезпечує кращу якість життя, покращену мобільність та зниження рівня смертності для непривілейованого населення з точки зору медичних послуг.
- Скорочення витрат на охорону здоров'я за рахунок зменшення тривалого перебування на лікарняному ліжку, зменшує частоту повторної госпіталізації.
- Попередження погіршення стану здоров'я шляхом постійного моніторингу за допомогою сучасних.
- Поширений доступ до даних про пацієнтів дозволяє міждисциплінарне співробітництво та консультації, що допомагає в точному та загальному кращому процесі лікування, що призводить до якісного лікування пацієнтів.
- Більш швидкий доступ до відповідних даних про пацієнта дозволяє швидко розпочати лікування, а також скоротити тривалість лікування.
- І лікарі, і пацієнти мають кращий доступ до медичної інформації з актуальними значеннями життєвих параметрів. Буде легше лікарів опрацьовувати дані, зібрані з моніторингових пристроїв, у режимі реального часу за допомогою засобів візуалізації, таких як діаграми та діаграми.
- Дані, що контролюються, автоматично надходять у експертні системи та проводиться аналіз даних для кращого розуміння стану здоров'я пацієнта. Можна виявити погіршення невідповідності та клінічного стану пацієнта на ранньому етапі, проаналізувавши тенденцію зміни фізіологічних показників [12].
- Автоматизований моніторинг знижує ймовірність помилкового діагнозу та неправильного лікування.
- Зменшує можливість дублювання послуг (особливо діагностичних).

- Автоматизований моніторинг може значно спростити деякі складні клінічні завдання, такі як гемодіаліз та лікування діабету [15].
- Повідомлення про надзвичайні ситуації за допомогою портативних та інтелектуальних пристроїв, таких як смартфони.
- Дані в режимі реального часу, що надаються приладами моніторингу, покращують своєчасність догляду та підвищують якість лікування [16].
- Економія часу як для лікарів, так і для пацієнтів. Лікарі та медичні працівники не повинні бути повністю зайняті конкретним пацієнтом. Вони можуть краще збалансувати відвідування інших пацієнтів [15].
- Віддалений моніторинг суттєво покращує спостереження за пацієнтом, дозволяючи коригувати лікування, дієту чи спосіб життя пацієнта.
- Уникає важкого тягаря перевезення пацієнтів.
- Дозволяє лікарням зменшити інфраструктурні та експлуатаційні витрати.

1.3 Проблеми в дистанційному моніторингу здоров'я

Для досягнення обіцяних переваг віддаленого моніторингу стану здоров'я необхідно вирішити деякі перешкоди, як зазначено нижче [17].

Філософія дистанційного моніторингу здоров'я полягає в наданні медичних послуг людям у віддалених місцях, де недостатньо інфраструктури охорони здоров'я. Але навіть для впровадження та використання віддаленого моніторингу необхідна мінімальна технічна інфраструктура. Наприклад, для опрацювання отриманих даних необхідний мінімальний обчислювальний інструмент. Так само для спілкування потрібний хороший широкосмуговий зв'язок. Іноді цих мінімумів також немає в невеликих закладах охорони здоров'я та в сільській місцевості.

Зазначу, що також потрібен час, щоб звикнути до імплантованих пристроїв. Відсутність прямого контакту лікарів робить пацієнтів скептичними та боязкими. Лікування, що базується лише на технології, може порушити поведінку пацієнта. Вони також можуть бути стурбовані тим, що деякі треті сторони можуть отримати власні приватні медичні дані та використовувати неетично.

Аналогічно, медичні працівники можуть побоюватися покладатися лише на системи охорони здоров'я на основі технологій, особливо для пацієнтів з високим рівнем ризику. Сенсори не помиляються. В недавньому дослідженні різних засобів, що відстежують фізичну активність, спостерігається велика різниця в точності в різних пристроях. Похибки реєструються до 25% [18]. Щоб віддалений моніторинг був ефективним та переконливим, неточність слід усунути шляхом підвищення точності пристрою.

Щоб отримати максимальну користь від віддаленого моніторингу здоров'я, його слід доповнити відповідним ефективним програмним забезпеченням. Ці програми повинні бути налаштовані для різних випадків використання та повинні мати сумісність з різними сторонніми програмами. Системи віддаленого моніторингу здоров'я повинні мати доступ до електронних систем медичного обліку з різних клінік та лікарень, щоб мати загальну візуалізацію історії хвороби пацієнтів.

Незважаючи на ці виклики, віддалений моніторинг здоров'я має великий потенціал у зміні традиційного способу надання медичних послуг. Він ще знаходиться на ранній стадії, але, безумовно, він матиме перспективну роль у майбутньому охорони здоров'я.

Медичні працівники повинні докладати більше зусиль для ефективного використання віддаленого моніторингу, і пацієнтів потрібно мотивувати до більш активного залучення, оскільки користь від цього значною мірою залежить від здатності пацієнтів користуватися залученими технологіями.

Заклади, що забезпечують дистанційний моніторинг стану здоров'я, та зацікавлені сторони повинні застосовувати стандартні практики.

1.4 Різниця між телемедициною та дистанційним моніторингом здоров'я

Розглянемо терміни "телемедицина" та "дистанційний моніторинг здоров'я". Отже, між ними немає узгоджених та конкретних диференціюючих факторів. Обидва терміни стосуються обміну медичною інформацією в електронному вигляді [19]. Обидва мають на меті допомогти пацієнтам віддалено. Ось чому люди часто використовують терміни взаємозаміно.

Але насправді це зовсім інші підходи до електронної охорони здоров'я. Насправді дистанційний моніторинг здоров'я є ключовим фактором, що відрізняє традиційну телемедицину від сьогоденної електронної медичної допомоги, що включає як телемедицину, так і дистанційний моніторинг здоров'я. Основні диференціюючі фактори обговорюються нижче. У таблиці 1.1 наведені різниці між телемедициною та дистанційним моніторингом здоров'я.

Мета телемедицини - дати можливість пацієнтам, особливо з віддалених та сільських районів, безпосередньо взаємодіяти з віддаленими лікарями, які, можливо, сидять у міській лікарні. Лікарі оцінюють стан пацієнта різними способами за допомогою телекомунікацій та направляють його на лікування.

На відміну від цього, дистанційний моніторинг здоров'я - це автоматизований підхід для дистанційного спостереження та оцінки стану здоров'я пацієнтів. Оцінюючи медичні дані, медики та співробітники безпосередньо спрямовують пацієнта на прийняття відповідних заходів.

У телемедицині лікарі повністю відповідають за оцінку пацієнтів, прийняття рішення та рекомендують лікування та ліки.

При дистанційному моніторингу здоров'я автоматизований моніторинг робить роботу лікаря значно спрощеною. Використовуючи сучасні аналітичні засоби, оцінку здоров'я також можна дещо автоматизувати.

Таблиця 1.1 – Різниця між телемедициною та дистанційним моніторингом здоров'я.

	Телемедицина	Віддалений моніторинг здоров'я
Підхід	Реактивний	Проактивний
Роль лікарів та персоналу	Сильно зайнятий	Менш зайнятий, лише для прийняття рішень.
Період залучення медичного персоналу до лікування	Короткострокова основа	Постійний моніторинг
Охорона здоров'я, надана	В основному лікарі, за допомогою місцевих медичних працівників.	Лікарі та загальноосвітні працівники, включаючи медичних сестер, клініцистів та інших.
Сфера спостереження за пацієнтами в реальному часі	Менше	Більше
Сфера прогнозування здоров'я	Менший розмах	Високо можливий
Точність медицини	-	-
Автоматизована охорона здоров'я	Ні	Так
Технічна витонченість	Низька	Висока
Підходить для більш високої кількості	Не зовсім	Так
Надійність	Залежить від розмовної та комбінованої здатності медичного персоналу з обох кінців.	Залежить від точності приладів моніторингу.
Ризик безпеки	Низький	Високий
Консультація пацієнтів	Часто	Низько
Спілкування лікар-пацієнт	Високий	Низький
Інфраструктура необхідна на кінці приймача	Не багато	Необхідна мінімальна інфраструктура для обробки даних про здоров'я та для їх передачі.
Відповідальність пацієнтів	Не багато. Дотримується вказівок місцевих медичних працівників.	Пацієнти повинні бути знайомі з приладами, якщо їх застосовують зовнішньо.
Свобода пацієнтів	Низька	Висока
Залежність пацієнтів від медичних працівників	Висока	Низька
Служба охорони здоров'я, отримана	В клініці	Вдома

Попереднє планування взаємодії пацієнта з лікарем	Більшість випадків повинні	Не вимагається
Первинне комунікаційне середовище	Телекомунікації, Інтернет	RFID, WBAN, WSN, Інтернет
Перевага для літніх людей	Не особливо	Дуже
Вигідний для реабілітації пацієнтів	Не особливо	Ідеально підходить
Технічні критерії медичних працівників	Не обов'язково	Повинен

Моніторингові пристрої фіксують дані про стан здоров'я у континуумі, дані, записані за минуле, можуть бути проаналізовані для моніторингу та прогнозування майбутніх проблем зі здоров'ям та прогресу у здоров'ї.

На відміну від цього, телемедицина - це короткий час, коли лікарі на короткому сеансі оцінюють поточну медичну умову пацієнта та рекомендують враховувати наявні симптоми. Як результат, дистанційний моніторинг має багато можливостей у загальній охороні здоров'я.

Віддалений моніторинг є інтенсивним технологічним розвитком, тоді як телемедицина - це інтенсивний процес для людини та експертів; лікарі ставлять діагноз за допомогою своєї експертизи.

2 МЕРЕЖІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ІоТ

Мережа охорони здоров'я ІоТ або мережа ІоТ для охорони здоров'я є одним із життєво важливих елементів ІоТ в охороні здоров'я. Вона підтримує доступ до магістралі ІоТ, полегшує передачу та прийом медичних даних та дозволяє використовувати спеціальні для охорони здоров'я комунікації.



Рисунок 2.1 – Мережі охорони здоров'я ІоТ

У цьому розділі розглянемо топології, архітектуру та платформи ІоТhNet (рис.2.1). Однак слід зазначити, що запропоновані архітектури є відправною точкою для розвитку уявлень про мережу ІоТ.

2.1 Топологія ІоТhNet

Топологія ІоТhNet стосується розташування різних елементів мережі охорони здоров'я ІоТ і вказує на репрезентативні сценарії безкоштовних середовищ охорони здоров'я. На рис.2.2 описано, як обчислювальна мережа відбирає величезну кількість життєвоважливих показників та даних давачів, таких як артеріальний тиск (АТ), температура тіла, електрокардіограми (ЕКГ) та насичення киснем крові та утворює типову топологію ІоТhNet.

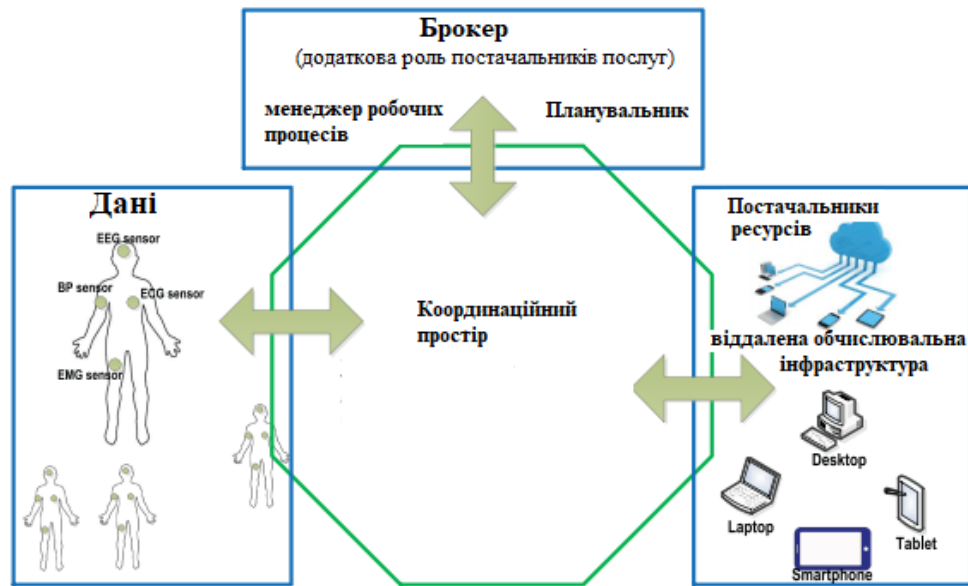


Рисунок 2.2 – Концептуальна схема рішень в галузі охорони здоров'я на основі IoT.

Рис. 2.3 візуалізує сценарій, при якому профілактика здоров'я пацієнта та стан життєвоважливих органів фіксуються за допомогою портативних медичних пристроїв та давачів, прикріплених до тіла. Потім віддібрані дані аналізуються та зберігаються.

На основі аналізу лікарі можуть спостерігати за пацієнтами з будь-якого місця і відповідати відповідно. Крім того, топологія включає необхідну структуру мережі для підтримки потокової передачі медичних відео.

Наприклад, топологія на рис.1.3 підтримує потокове передавання ультразвукових відео через взаємопов'язану мережу WiMAX, мережі Інтернет-протоколу (IP) та глобальної системи для мобільної (GSM) мережі, а також звичайних шлюзів та мереж послуг доступу. Подібні концептуальні структури зустрічаються в [1] - [4].

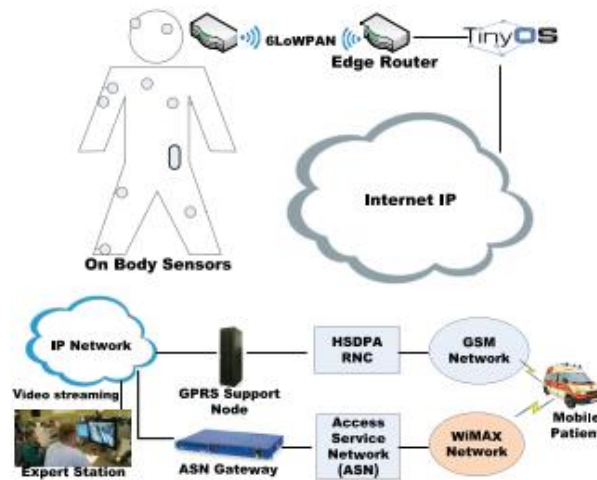


Рисунок 2.3 - Дистанційне спостереження за носими пристроями та індивідуальне медичне обслуговування.

На рис. 2.4 представлена топологія IoThNet, що висвітлює роль шлюзу. Тут інтелектуальна фармацевтична упаковка (iMedPack) - це не що інше, як пристрій IoT, який вирішує проблему зловживання лікарськими засобами, забезпечуючи тим самим відповідність лікарським засобам.

Інтелектуальна коробка для ліків (iMedBox) вважається воротами охорони здоров'я з набором різноманітних необхідних давачів та інтерфейсів безлічі бездротових стандартів. Різні носимі давачі та пристрої IoT бездротово підключені до шлюзів охорони здоров'я, що з'єднують середовище пацієнта із хмарою IoT для здоров'я, гетерогенною мережею (HetNet), що дозволяє проводити клінічну діагностику та інші аналізи. Сам шлюз може досліджувати, зберігати та відображати всі зібрані дані [4]. Подібний IoThNet топологія знаходиться в роботі [5], яка об'єднує клінічні пристрої з інфраструктурою підприємств охорони здоров'я IoT.

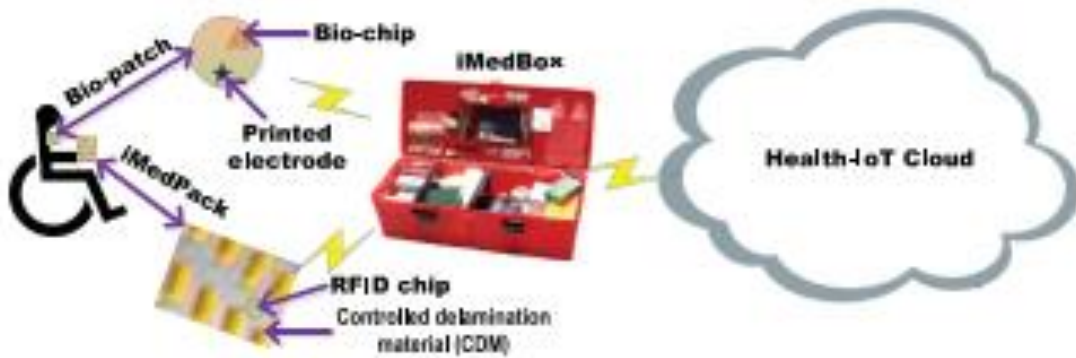


Рисунок 2.4 - Топологія IoThNet з інтелектуальним шлюзом охорони здоров'я.

Визначення пов'язаних видів діяльності та ролей у медичних послугах є основним фактором у розробці топології IoThNet. Опрацювання до та під час лікування та після лікування включає медичні послуги переважно з точки зору постачальників медичних послуг. Така діяльність у галузі охорони здоров'я була продемонстрована в контексті надання невідкладної медичної допомоги та топології IoThNet, включаючи хмару запропоновано обчислення для всепроникного медичного обслуговування.

Це можна розглядати як звичайну мережеву систему з повною мережею з повсюдною присутністю підключення до Інтернету.

2.2 Архітектура IoThNet

Архітектура IoThNet посилається на схему специфікації фізичних елементів IoThNet, їх функціональної організації та принципів та методів роботи. Для початку на рис.2.5 представлена архітектура для систем телемедицини та навколишнього середовища, рекомендованих Continua Health Alliance.

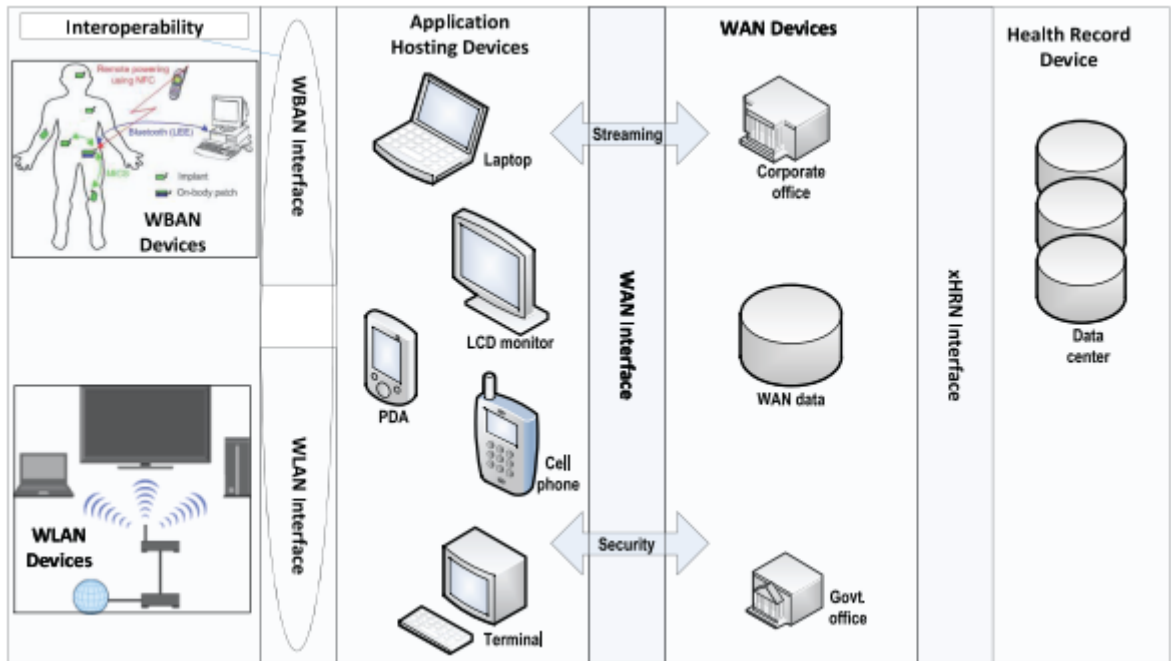


Рисунок 2.5 – Спрощена архітектура, що базується на структурі Health Alliance.

Для цієї архітектури було визначено ключові проблеми [8]:

- сумісність шлюзу IoT та бездротової локальної мережі мережа (WLAN) / бездротова персональна мережа (WPAN),
- потокове передавання мультимедіа та безпечний зв'язок між шлюзами IoT та особами, які здійснюють догляд.

Багато досліджень [9-18] обґрунтовували, що 6LoWPAN на основі IPv6 є основою IoThNet.

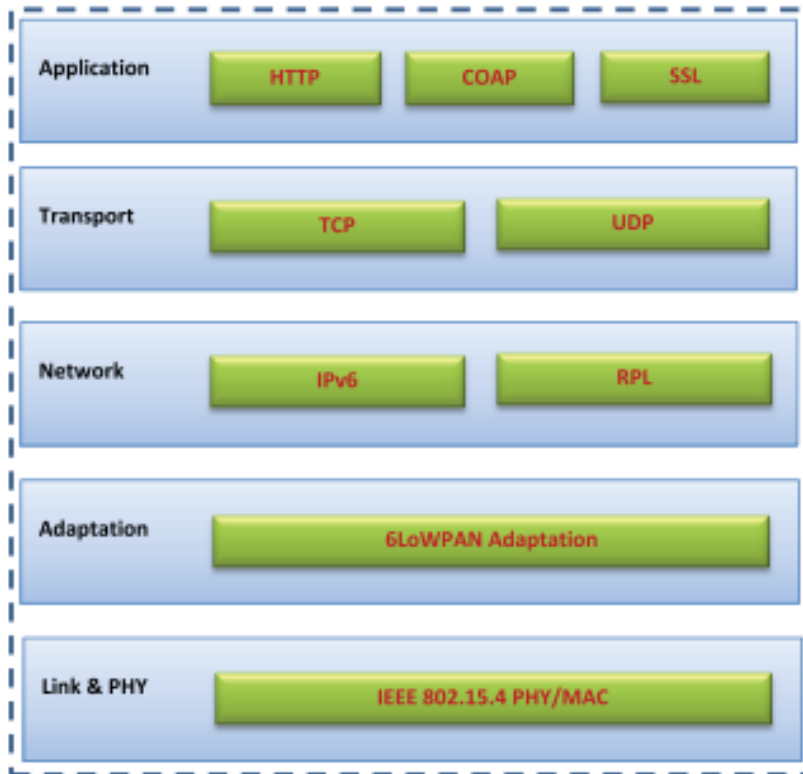


Рисунок 2.6 – Стек протоколів 6LoWPAN.

На рис.2.6 показана структура шарів 6LoWLAN. Згідно з концепцією IoTNet, датчики та носимі пристрої використовують системи IPv6 та 6LoWPAN для передачі даних за протоколом 802.15.4. Однак 6LoWPAN обмежений тим, що не підтримує мобільний IPv6 (MIPv6), підмножину протоколу IPv6 з мобільністю.

2.3 Послуги і застосунки IoT

Системи охорони здоров'я на основі IoT можуть застосовуватися в різних сферах, включаючи догляд за педіатричними та літніми пацієнтами, нагляд за хронічними захворюваннями та управління приватним здоров'ям та фізкультурою. Для кращого розуміння цієї обширної теми цей документ широко класифікує дискусію у двох аспектах: сервісах та додатках. Програми додатково поділяються на дві групи: одно- та кластерні програми.

У цьому розділі представлено кожен із служб та застосунків, показаних на рисунку 2.7.

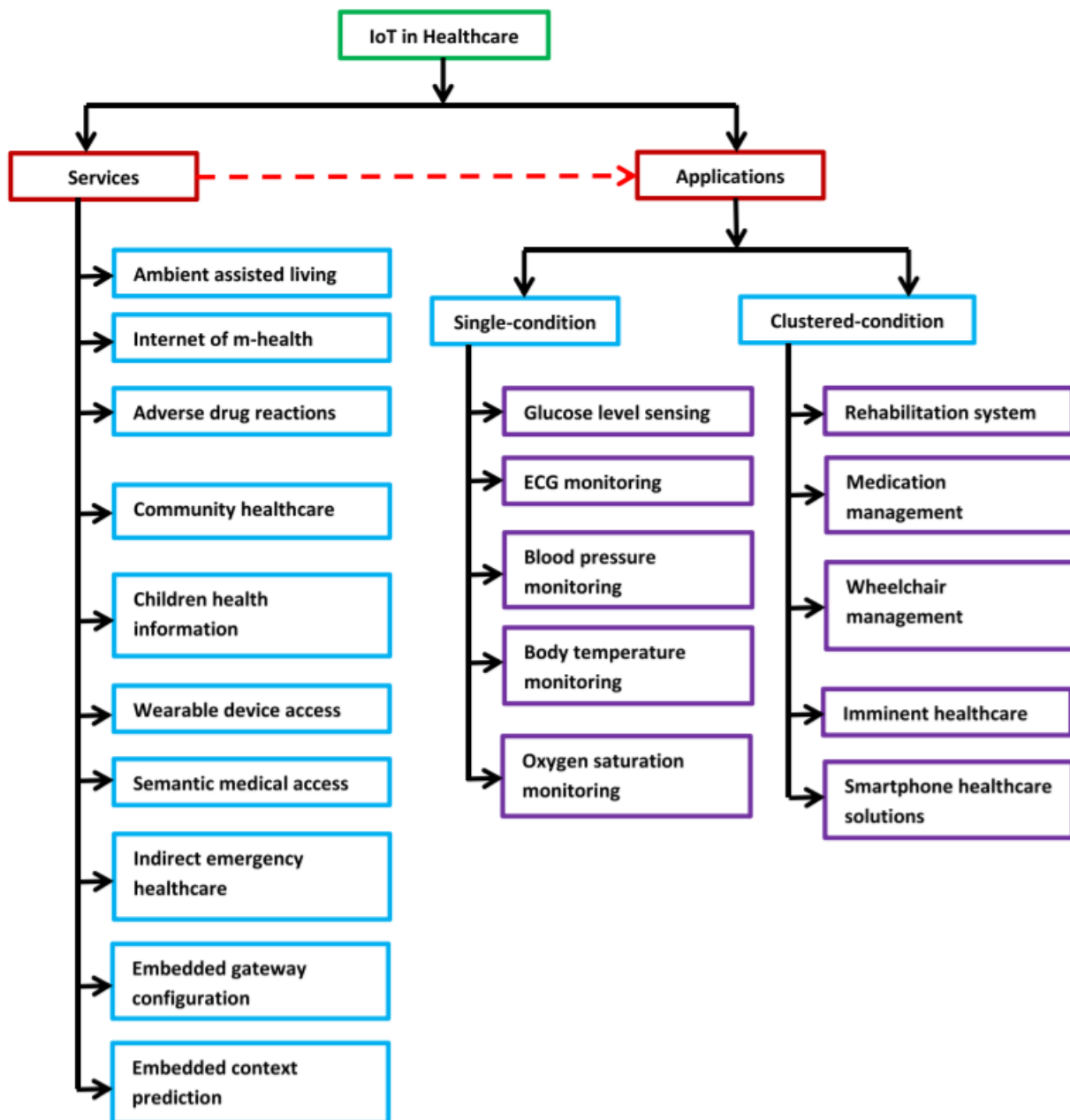


Рисунок 2.7 - Служби та програми охорони здоров'я IoT

2.4 IoT застосунки догляду за здоров'ям

Окрім служб IoT, додатки IoT заслуговують пильної уваги. Можна зазначити, що сервіси використовуються для розробки програм, тоді як додатки безпосередньо використовуються користувачами та пацієнтами.

Отже, сервіси орієнтовані на розробників, тоді як програми - на користувачів. Окрім додатків, розглянутих у цьому розділі, обговорюються різні гаджети, носіння та інші медичні пристрої, які зараз доступні на ринку. Ці продукти можна розглядати як інновації IoT, які можуть призвести до різних рішень у галузі охорони здоров'я. Наступні підрозділи стосуються різних медичних додатків на базі IoT, включаючи як одно-, так і кластерні програми.

Визначення рівня глюкози. Діабет - група захворювань обміну речовин, при яких спостерігається високий рівень глюкози (цукру) в крові протягом тривалого періоду. Моніторинг глюкози в крові виявляє окремі закономірності зміни глюкози в крові та допомагає планувати час прийому їжі, заходів та прийому ліків. Метод конфігурації m-IoT для неінвазивного зондування глюкози в реальному часі запропонований в [28]. У цьому методі датчики від пацієнтів підключаються через з'єднання IPv6 до відповідних медичних працівників. Корисна модель [65] розкриває пристрій передачі для передачі зібраних соматичних даних про глюкозу в крові на основі мереж IoT. Цей пристрій містить колектор глюкози в крові, мобільний телефон або комп'ютер та фоновий процесор. Аналогічне нововведення є в [66]. Крім того, в [67] запропоновано загальний медичний детектор на основі IoT, який можна використовувати для контролю рівня глюкози.

Моніторинг електрокардіограми. Моніторинг електрокардіограми (ЕКГ), тобто електричної активності серця, зафіксований за допомогою електрокардіографії, включає вимірювання простого серцевого ритму та визначення основного ритму, а також діагностику багатогранної аритмії, ішемії міокарда та тривалі інтервали QT [68]. Застосування IoT для моніторингу ЕКГ може дати максимальну інформацію та може бути використане в повній мірі [69]. У ряді досліджень [20], [31], [33], [35], [40], [56], [70] чітко обговорено моніторинг ЕКГ на основі IoT. Нововведення в [71] запроваджує систему моніторингу ЕКГ на основі IoT, що складається з портативного бездротового передавача збору та бездротового приймального процесора. Система інтегрує метод автоматизації пошуку для виявлення

ненормальних даних, таким чином, що функції серця можуть бути визначені в режимі реального часу. Існує комплексний алгоритм виявлення ЕКГ-сигналів на прикладному шарі мережі IoT для моніторингу ЕКГ [72].

Моніторинг кров'яного тиску. Питання про те, як поєднання вимірювача артеріального тиску КІТ (BP) та мобільного телефону КІТ з підтримкою NFC стає частиною моніторингу АТ на основі IoT, розглянуто в [47]. Мотиваційний сценарій, при якому BP необхідно регулярно контролювати дистанційно, показує структуру комунікацій між пунктом охорони здоров'я та медичним центром у [73]. Питання про те, як працює пристрій Withings BP, залежить від підключення до мобільного обчислювального пристрою Apple, розглядається в [74]. Пристрій для збору та передачі даних BP через мережу IoT пропонується в [75]. Цей пристрій складається з корпусу апарату BP із модулем зв'язку. В [76] запропоновано локально-інтелектуальний термінал для моніторингу БП, що базується на IoT.

Моніторинг температури тіла. Моніторинг температури тіла є важливою частиною медичних послуг, оскільки температура тіла є визначальною життєвою ознакою для підтримки гомеостазу [77]. У роботі [28] концепція m-IoT перевіряється за допомогою датчика температури тіла, який вбудований у мот TelosB, і представлений типовий зразок досягнутих змін температури тіла, що показують успішну роботу розробленої системи m-IoT. Система вимірювання температури на основі домашнього шлюзу через IoT запропонована в [78]. Домашній шлюз передає температуру тіла користувача за допомогою інфрачервоного детектування. Ще одна система моніторингу температури на основі IoT запропонована в [79]. Основними компонентами системи, відповідальними за запис та передачу температури, є модуль RFID та модуль контролю температури тіла.

Контроль насичення киснем. Імпульсна оксиметрія підходить для неінвазивного безперервного моніторингу насичення крові киснем. Інтеграція IoT з пульсоксиметрією корисна для технологічних медичних застосувань. Опитування медичних служб на базі CoAP обговорює потенціал

пульсоксиметрії на основі IoT [80]. Функція носимого імпульсного оксиметра Wrist OX2 від Nonin проілюстрована в [31]. Цей пристрій має підключення на основі профілю пристрою охорони здоров'я Bluetooth, а датчик підключається безпосередньо до платформи Monere. У [81] запропонований оптимізований IoT імпульсний оксиметр низької потужності / низької вартості для дистанційного моніторингу пацієнтів. Цей пристрій можна використовувати для постійного контролю здоров'я пацієнта через мережу IoT. Інтегрована система імпульсних оксиметрів для застосувань телемедицини описана в [82]. Носійний імпульсний оксиметр для моніторингу здоров'я за допомогою WSN може бути адаптований до мережі IoT [83].

Система реабілітації. Оскільки фізична медицина та реабілітація можуть підвищити та відновити функціональні здібності та якість життя осіб, які мають певні фізичні порушення або втрати працездатності, вони є життєво важливою галуззю медицини. IoT має потенціал для покращення систем реабілітації в частині пом'якшення проблем, пов'язаних зі старінням населення та дефіцитом медичних експертів. Метод автоматизованого проектування на основі онтології для інтелектуальних систем реабілітації на основі IoT запропонований в [42]. Цей дизайн успішно демонструє, що IoT може бути ефективною платформою для підключення всіх необхідних ресурсів для пропонування інформаційних взаємодій у режимі реального часу. Технології на основі IoT можуть сформувати гідну інфраструктуру для підтримки ефективної віддаленої консультації в рамках комплексної реабілітації [84]. Існує багато реабілітаційних систем на основі IoT, таких як інтегрована система застосувань для в'язниць [85], реабілітаційна підготовка хворих на геміплегічну хворобу [86], розумна міська система медичної реабілітації [87] та система мовного навчання дитячого аутизму [88].

Управління ліками. Проблема недотримання медикаментів становить серйозну загрозу для здоров'я населення та спричиняє величезні фінансові витрати у всьому світі. Для вирішення цього питання IoT пропонує деякі перспективні рішення. В [89] запропоновано інтелектуальний метод упаковки

ящиків для лікування лікарськими препаратами на основі IoT. Цей метод тягне за собою прототип системи I2Pack і iMedBox і перевіряє систему за допомогою польових випробувань. Цей спосіб упаковки постачається з контрольованою герметизацією на основі матеріалів розшарування, що контролюються бездротовим зв'язком. Архітектура сервісу eHealth, заснована на тегах RFID для системи контролю ліків через мережу IoT, представлена в [90]. Тут продемонстровано реалізацію прототипу, і ця всюдисуща система контролю ліків розроблена спеціально для надання рішень AAL.

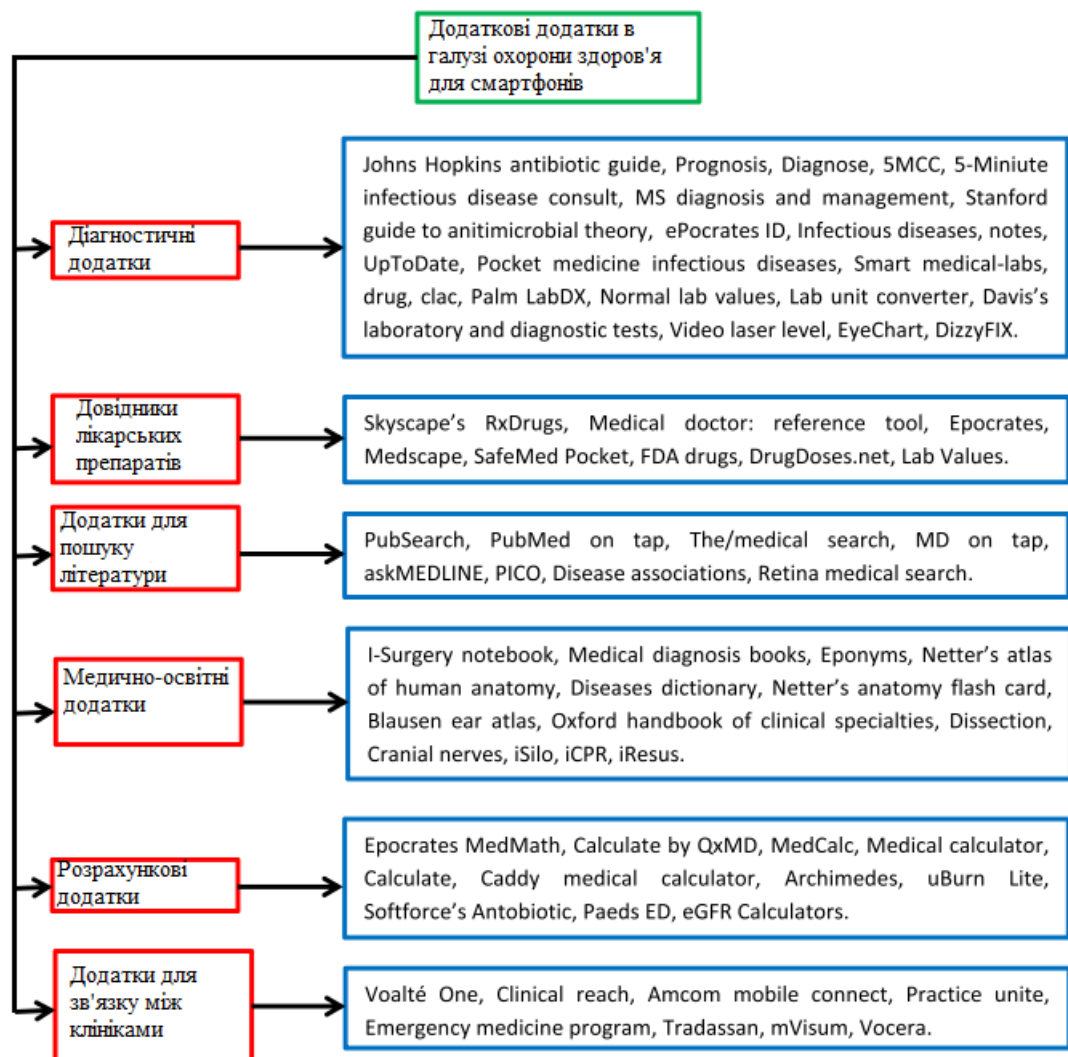


Рисунок 2.8 – Допоміжні програми охорони здоров'я для смартфонів

Управління інвалідним візком. Багато дослідників працювали над розробкою розумних інвалідних візків з повною автоматизацією для людей з обмеженими можливостями. IoT має потенціал прискорити темп роботи.

Система охорони здоров'я для інвалідних візків, заснована на технології IoT, запропонована в [40]. Конструкція оснащена WBAN, інтегрованими з різними датчиками, функції яких підібрані до вимог IoT. Система медичної підтримки, що враховує рівноправний (P2P) та технологію IoT, впроваджена в роботі [91]. Ця система забезпечує контроль вібрації стільця і може визначати стан користувача інвалідного крісла. Іншим вагомим прикладом розвитку інвалідного крісла на базі IoT є підключене крісло, розроблене відділом IoT від Intel [92]. Згодом ця розробка показує, що стандартні "речі" можуть перетворюватися на підключені машини, керовані даними. Цей пристрій може контролювати життєво важливі стану людини, що сидить у кріслі, та збирати дані про оточення користувача, що дозволяє оцінювати доступність місцезнаходження.

Неминучі рішення в галузі охорони здоров'я. Багато інших портативних медичних пристроїв доступні, хоча немає чіткої демонстрації інтеграції цих пристроїв у мережі IoT. Тобто, лише питання часу, перш ніж ці пристрої вбудуються у функції IoT. Зростаюча кількість медичних програм, приладів та випадків медичної допомоги не відставала від зростаючого попиту на послуги на базі IoT у всьому світі. Деякі сфери охорони здоров'я, інтеграція яких з ІОТ виглядає неминучими, включають виявлення гемоглобіну, піковий потік видиху, аномальний ріст клітин, лікування раку, розлад очей, шкірну інфекцію та віддалену хірургію [52], [93], [94]. Більшість пристроїв сьогодні - це портативні діагностичні пристрої зі звичайним підключенням.

Медичні рішення з використанням смартфонів. Останні роки стали свідками появи електронних пристроїв із сенсором, керованим смартфоном, що підкреслює зростання смартфонів як драйвера IoT. Різні програмні та програмні продукти були розроблені для того, щоб зробити смартфони універсальним пристроєм охорони здоров'я. У [95] систематично надається широкий огляд програм охорони здоров'я для смартфонів, включаючи обговорення програм для пацієнтів та загальних програм охорони здоров'я, а також про медичну освіту, навчання, програми пошуку інформації та інші

(спільно їх називають допоміжними додатками) . Крім того, існує багато останніх додатків, які служать подібним цілям [96] - [101]. На основі цих посилань на рис.2.8 представлена класифікаційна схема допоміжних додатків. Зауважте, що ця цифра не містить загальних програм та програм для охорони здоров'я для пацієнтів, про які йдеться пізніше в цьому розділі. Діагностичні програми використовуються для доступу до діагностичної та лікувальної інформації. Додаткові довідкові засоби для наркотиків зазвичай містять назви наркотиків, їх показання, дозування, вартість та ідентифікаційні особливості. Додатки для пошуку літератури полегшують пошук баз даних біомедичної літератури для пошуку відповідної медичної інформації. Програми медичної освіти зазвичай стосуються навчальних посібників, тренувань, різних хірургічних демонстрацій, кольорових ілюстрацій різних зображень та медичних книжок. Програми калькулятора постачаються з різними медичними формулами, а також рівняннями і обчислюють відповідні параметри, що цікавлять (наприклад, відсоток опіку поверхні тіла). Програми клінічної комунікації спрощують спілкування між лікарями в лікарні. У [102] введено ряд алгоритмів аналізу зображень для смартфонів, які полегшують безконтактні вимірювання, корисні для програм охорони здоров'я. Представлено хороше (але не повне) опитування програм для смартфонів, що надають медичні рішення [70]. Смартфони можуть ефективно проводити таку діагностику та / або моніторинг охорони здоров'я: виявлення астми, хронічної обструктивної хвороби легень, муковісцидозу, кашлю, алергічного риніту, симптомів дихальних шляхів, пов'язаних з носом, частоти серцевих скорочень, ВР, насичення крові киснем тощо. і меланома та аналіз ран у хворих на діабет [81] - [83], [103] - [107]. Окрім своєї всюдисущої можливості розгортання та доступності для користувачів, є велика перевага використання програм охорони здоров'я для смартфонів у плані надання дешевих рішень. Однак залишається багато проблем, включаючи обчислювальну складність, енергоспоживання та галасливе середовище навколо смартфонів, що має бути легко вирішити. Крім того, є багато аксесуарів для здоров'я та фітнесу,

підходящих для смартфонів, які можуть допомогти людям досягти найкращої форми. Наприклад, Fitbit Flex, наручний пояс для фітнесу, відслідковує кроки, пройдені відстань та спалює калорії. Окремий розділ цього документу надає більш детальну дискусію про існуючі комерційні медичні товари, які можна розглядати як основу медичних засобів IoT.

Перераховані різні програми охорони здоров'я та обговорюються необхідні давачі, операції та асоціації IoT, але вона не зосереджена на будь-яких додатках для охорони здоров'я смартфонів. Для цього в таблиці 2 містяться різні програми охорони здоров'я на базі смартфонів з коротким описом кожного. Хоча розробниками в усьому світі є багато додатків, у цьому документі обговорюються деякі вибрані програми, виходячи з їх типу, популярності та інтуїтивного аналізу. Більшість перерахованих тут додатків можна легко використовувати.

2.5 Тенденції та стан галузі охорони здоров'я IoT

Новий ІО в галузі охорони здоров'я пережив сплеск активності та творчості, захоплюючи підприємців та фірми венчурного капіталу. Простір представляється активною групою нових стартапів та великих фірм, які бажають стати частиною того, що може бути гігантським ринком, а також сприятливими продуктами та технологіями. У цьому розділі подано широкий перелік цих продуктів та технологій для кращого розуміння статусу IoT.

Edisse має прототипний носійний датчик для відстеження в реальному часі, виявлення падіння та оповіщення. Він в основному поєднує GPS, мобільні дані, послуги коротких повідомлень (SMS) та акселерометр для виявлення незвичних рухів, таких як падіння, а потім повідомляє про них третій стороні, наприклад дорослим дітям чи іншим доглядачам [108]. Узінгс розробив ряд медичних пристроїв [109], включаючи набір масштабів в Інтернеті / з можливістю використання, пристрій / додаток для ВР та дитячий

монітор. Китайська фірма розробила miPlatform, інтегровану платформу для управління медичними зображеннями та інформацією, що підтримує хмарне зберігання та обчислення зображень, веб-обробку та візуалізацію 3D-зображень та інтегровану компетенцію телемедицини [110]. Neusoft запропонував широкі IT-рішення для медичної галузі Китаю та послуг особистої медичної допомоги [111], а також пропонує свої послуги для лікарень, закладів охорони здоров'я та управління здоров'ям. Neusoft зосередився на медичних послугах на базі IoT. LiftMaster розробив продукти, що полегшують доступ до дому та дозволяють власникам контролювати, як він чи вона приходить та їде [112]. Це забезпечує повний контроль та зв'язок, залишаючись на зв'язку зі смартфонами в будь-якому місці та в будь-який час. Потенціал LiftMaster у сфері IoT можна легко побачити для домашніх застосувань для літніх людей. Garmin's Vivosmart - це фітнес-група / смарт-годинник, яка може видавати розумні сповіщення, щоб дати можливість користувачеві приймати дії чи продовжувати її чи її активний шлях [113]. UP3 Jawbone - це безліч найсучасніших датчиків, що пропонують користувачеві повну картину його стану здоров'я та включає відстеження активності, відстеження сну, розумне коучинг та зондування здоров'я серця [114]. Як показано на рис.2.8, Angel призначений для вимірювання пульсу, температури, активності та рівня кисню в крові користувача [115]. Ця смуга зап'ястя надсилає на смартфон користувача цю життєво важливу інформацію. Група дослідників у Кореї запровадила досить компактний і тонкий носійний датчик АД, який можна використовувати для безперервного моніторингу протягом тривалого періоду, не порушуючи щоденну активність користувача [116]. Команда iHealth Lab розробила набір медичних пристроїв IoT, включаючи бездротовий монітор зап'ястя, док-станцію, бездротову шкалу аналізу тіла, iHealth Lite, iHealth Edge, бездротовий імпульсний оксиметр, iHealth Align та бездротовий розумний моніторинг глюкози система [117]. Основа розробила трекер здоров'я, який може допомогти користувачеві покращити свою фізичну форму, сон та стрес [118]. Прилад оснащений

функцією відстеження серцевого ритму та рівнями інтелекту тіла (IQ). Phyoде запровадив наручну стрічку для здоров'я, яка вимірює варіабельність серцевого ритму користувача, визначає спритність вегетативної нервової системи та відображає психічний стан користувача [119]. Rejuven's Rejiva відстежує загальний стан здоров'я користувача, вимірюючи його ЕКГ, мінливість серцебиття, частоту дихання, положення сну, спокій, індекс дихання та рівень енергії [120]. Прилад також може досліджувати стан вегетативної нервової системи.

Паливний діапазон може вимірювати повсякденну життєву активність користувача та відстежувати рух всього тіла [121]. Смарт-діапазон Sync виконує функцію відстеження сімейної активності, підраховуючи кроки, калорії та швидкий сон (REM) сну та сповіщаючи членів сім'ї синхронізовано [122]. Аналогічні інновації запропонував ibitz [123]. Reemo - корисний пристрій, який керує IoT-середовищем користувача за допомогою жестів [124]. Amiigo, Haloband, Samsung Gear Fit, Omate True Smart, Orb, Memi, Fitbit Force, Melon, Olive, Runtastic Orbit і Shine - це браслети, розроблені переважно як трекеři здоров'я [125] - [135]. RunScribe, Reebok Checklight, Micoach та Micoach Smart Ball - це носіння, розроблені спеціально для бігунів та спортсменів. Ці пристрої можуть допомогти спортсменам бігати розумнішими, довшими та безпечнішими [136] - [138]. OMsignal розробляє одяг, що сприймає біочутливість, і намагається внести зміну парадигми у підході користувача до його здоров'я [139].

2.6 Архітектура апаратно-програмного комплексу моніторингу в реальному часі стану організму людини

Запропоновано концепцію створення багаторівневої мобільної персоналізованої системи з поєднанням архітектур: клієнт-серверної та публікаційно-підписної. Структурно частина публікаційно-підписної для

задач особисто-орієнтованої медицини передбачає виконання процедури ідентифікації користувачів; передавання даних від медичних датчиків, або внесення даних вимірювань з клавіатури; модуль локальних обчислень та відображення результатів. Сервером формується глобальна база даних та реалізується інформаційно-технологічна процедура комплексного аналізу, результати якого використовують для вчинення дій щодо запобігання ускладнень та локалізації процесів розвитку можливих захворювань.

На рисунку 2.9 подано загальну схему системи дистанційного моніторингу стану здоров'я з використанням сервісів IoT та технології передачі даних 4G/5G.

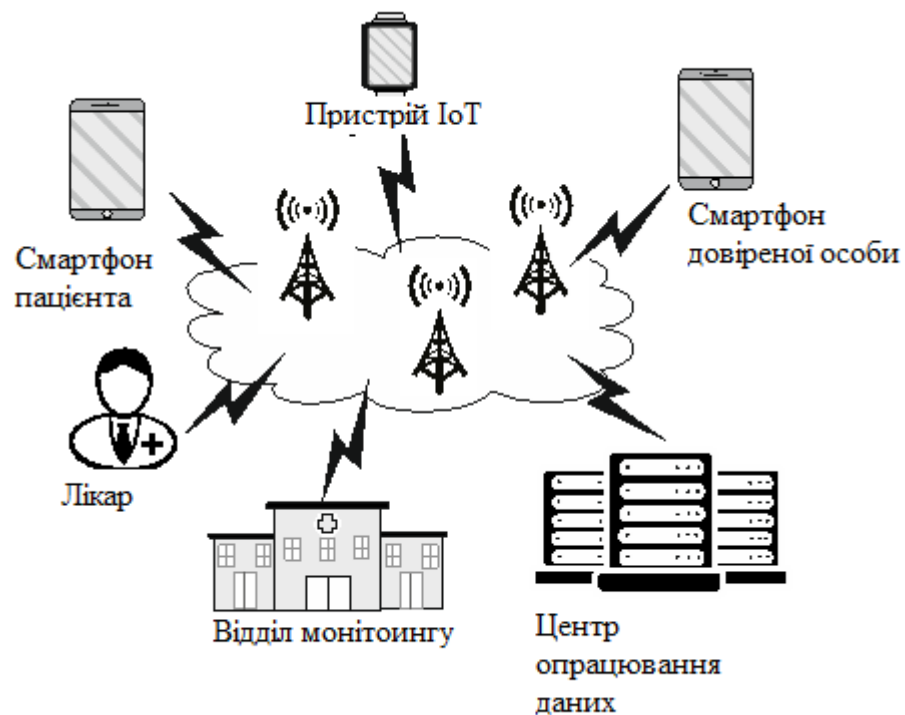


Рисунок 2.9 - Система дистанційного моніторингу показників стану здоров'я

Термінальні пристрої, які використовують IP-протокол, забезпечують збір та передавання даних. Після авторизації клієнт або його довірені особи

отримують доступ до зібраних даних шляхом взаємодії з веб-сервером за технологією клієнт-сервер.

Апаратно-програмний комплекс дозволяє реалізовувати:

- автоматизацію системи збору телеметричних даних з використанням технологій IoT, на базі 4G/5G телекомунікаційних мереж з забезпеченням QoS-пріоритетів;
- проведення аналізу зібраних даних для попередження виникнення можливих захворювань та їх ускладнень;
- миттєве реагування на критичні зміни показників стану здоров'я;
- підвищення якості та рівня надання медичних послуг різним групам населення через використання новітніх мобільних технологій;
- забезпечення оперативної діагностики з індивідуальним підходом до пацієнта;
- розширення спектру використання телекомунікаційних технологій шляхом впровадження телемедицини на базі мереж оператора мобільного зв'язку.

Комплекс реалізовується з врахуванням принципів масштабованості архітектурних рішень у галузі телемедицини, що дозволяє його розгортання для однієї лікарні, так і для району так і цілої країни. В ході реалізації проекту, передбачається розміщення моніторингових станцій у лікарнях, які здійснюють безперервне онлайн спостереження за станом здоров'я пацієнта, та при виникненні критичної ситуації оперативно повідомляють про це лікуючого лікаря.

У випадку масштабування проекту з охопленням населення окремого міста або району, пропонується винесення моніторингової станції до окремої установи. Це дозволяє мінімізувати витрати на обслуговування комплексу, за рахунок усунення фактору дублювання моніторингових станцій.

Апаратно-програмний комплекс забезпечує ефективне функціонування структури діагностики стану здоров'я особи. На першому рівні користувачі мають змогу самостійно контролювати свої показники життєдіяльності та

рівень своєї фізичної активності. На другому рівні забезпечується реалізація комплексного аналізу отриманих даних, доступ до професійного програмного забезпечення фахових лікарів, більш детальне дослідження результатів вимірювання, експрес-аналіз даних і формування відповідних рекомендацій.

Пристрій, що дозволяє моніторити параметри стану здоров'я особи повинен бути обладнаний модулем 4G/5G, GPS-трекером, вбудованим акумулятором та можливістю бездротового підзарядження. Заряд акумулятора повинен забезпечувати безперебійну роботу пристрою впродовж 72 годин. Для подовження часу безперервного функціонування пристрій можна оснастити засобами що використовують енергію активних рухів.

Smart-пристрої моніторингу параметрів стану здоров'я можуть бути виконані у вигляді браслету, пластирів, поясів, сенсорів, які кріпляться на одяг чи безпосередньо на тіло, або імплантуються підшкірно. Зазвичай спосіб виконання пристрою залежить від набору показників, які він повинен вимірювати (температура, кров'яний тиск, частота серцевих скорочень, ЕКГ, рівень SpO₂, рівень інсуліну і т.ін.). Водночас такі пристрої можуть забезпечувати вимірювання показників зовнішнього середовища, таких як, рівень токсинів у повітрі, температуру та зовнішній тиск та повідомляти про це свого власника [12]. Передбачається, що давачі забезпечують інформацією в реальному масштабі часу і реалізують її попереднє опрацювання.

Апаратно-програмний комплекс моніторингу параметру життєдіяльності людини повинен забезпечувати взаємодію таких пристроїв, як: пристрій IoT пацієнта, термінали довірених осіб, термінал лікаря та моніторингової станції.

Розглянемо функціональне призначення кожного з перелічених пристроїв:

- пристрій IoT пацієнта містить сенсори, які вимірюють параметри життєдіяльності людини, та передає дані в мобільні мережі, що підтримують стандарти 4G/5G;

- термінали довірених осіб пацієнта можуть реалізовуватися у смартфонах, планшетах, комп'ютерах чи інших пристроях, які мають доступ до мережі інтернет. Довірені особи мають можливість отримувати дані щодо стану здоров'я пацієнта з баз даних розміщених сервері аналітики;
- термінал лікаря має доступ до даних про актуальний стан здоров'я пацієнта, а також до статистичних даних, які містяться у базах даних сервера аналітики;
- моніторингова станція забезпечує цілодобовий нагляд за станом здоров'я пацієнта. У випадку його погіршення генерується повідомлення для лікаря, який приймає фахове експертне рішення.

До кожного з перелічених пристроїв висувається ряд вимог, які залежать від використовуваних функцій та інформаційно-технологічних сервісів. Наприклад, однією з основних функцій призначенням пристрою IoT пацієнта є цілодобове вимірювання показників здоров'я та передавання їх значень до баз даних, що розміщені на сервера. Оскільки зазначений пристрій асоціюється з критичними сервісами IoT, він повинен бути високо надійним та постійно доступним. Окрім цього важливим є забезпечення якомога вищої мобільності користувача, яка досягається за рахунок розширення мобільного покриття, так і зменшення його енергоспоживання. З огляду на це доцільним видається використання протоколу Message Queue Telemetry Transport, який забезпечував би оптимальну взаємодію пристроїв.

3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Негативний впливу гаджетів на зір людини, та методи його захисту

Використання комп'ютерів, а також різних гаджетів призводить до погіршення зору людини.

При роботі з ПК погіршується різкість зору. Причинами цього є те, що комп'ютерні дисплеї в надмірній кількості випромінюють блакитний колір, а також при довгій роботі за комп'ютером внутрішні м'язи очей залишаються нерухомими, адже людина сфокусована на одній точці, на фіксованій відстані. Нерухомість м'язів очей призводить їх до перенапруження, а як наслідок і до їх атрофування, адже м'язи очей мають потребу в динамічному режимі роботи. Як наслідок одні м'язи здавлені, інші розтягнуті, або розслаблені, атрофовані – все це призводить до зниження гостроти зору. Розвивається зорове стомлення, що сприяє виникненню короткозорості, головного болю, дратівливості, нервової напруги і стресу .

Відхилення та скарги користувачів, що приділяють більшість часу на роботу перед екраном дисплею, діляться на дві групи :

- Оптичні: затуманення зору (зниження гостроти зору); уповільнена перефокусування з ближніх предметів на дальні і назад (порушення акомодатції); двоїння предметів; швидке стомлення при читанні;
- Фізичні: печіння в очах; почуття «піску» під повіками; болю в області очних ямок і лоба; болю при русі очей; почервоніння очних яблук.

Комп'ютерний зоровий синдром – захворювання, що дуже широко розповсюджене серед користувачів комп'ютера. Спричинюється 2 проблемами – спазмом акомодатції та синдромом «сухого ока».

Спазм акомодатції ще називають «помилковою короткозорістю». Під час

роботи за комп'ютером виникає необхідність концентруватися на зображенні, що знаходиться недалеко від кришталіка. Через це циліарний м'яз, що регулює кривизну кришталіка, підлаштовується до цієї відстані. Оскільки відстань невелика, то кривизна кришталіка має бути більшою, тож м'яз весь час

знаходиться у напруженні. Під час тривалої роботи за комп'ютером цей м'яз перенапружується і не може розслабитись.

Синдром сухого ока відбувається через надто велику концентрацію на зображенні на дисплеї, через що людина кліпає рідше, і роговиця ока пересихає.

Комп'ютерний зоровий синдром може виникати через велику кількість причин, серед яких:

- Неправильні налаштування монітору;
- Неправильна відстань від очей до монітору;
- Тривала робота за комп'ютером без перерви.

Для уникнення цієї проблеми рекомендують:

- Кожну годину робити невелику перерву, під час якої треба зробити зарядку для очей, або хоча б декілька разів сфокусувати погляд на об'єктах, які знаходяться на різній відстані;

- Налаштувати монітор так, щоб очам було комфортно;
- Встановити правильну відстань монітору від очей, рекомендують 50-70 сантиметрів від очей, центр екрану не більше ніж на 10-15 сантиметрів вище від рівня очей .

Сьогодні на просторах Інтернету можна знайти безліч програм, які допомагають запобігти переліченим захворюванням. Загалом їх розділяють на 3 типи :

- Нагадування;
- Для розминки очей;

- Які регулюють налаштування екрану.

Перший тип програм . Можна налаштувати час, який користувач дозволяє собі просидіти за комп'ютером. Кожен такий проміжок часу програма нагадує, що необхідно зробити перерву. При цьому також можна налаштувати її так, що вона заблокує будь-які процеси на комп'ютері на певний проміжок часу. Ці програми дуже корисні, і їх радять використовувати під час роботи. Звісно, під час роботи краще не вмикати функцію блокування. Приклади таких програм: Workrave, NEWBaRest. 73

Другий тип програм ілюструє SIRDS-картинки, які, згідно з думкою офтальмологів, тренують м'язи очей. Такі програми досить корисні, проте треба не забувати їх використовувати, що буває досить складно на роботі або під час захоплення чимось на комп'ютері. Приклади: Eye_Corrector 1.1.

Третій тип програм – фонові програми, які залежно від часу та рівня освітлення на вулиці, регулюють параметри монітору. Це дуже корисний тип програм, оскільки вони працюють без вашого втручання, і суттєво зменшують навантаження на очі. Також вони регулюють кількість синього випромінення, зменшуючи його кількість вночі, і збільшуючи вдень, для імітації реального середовища регіону, в якому перебуває користувач. Приклад : flux.

Правила при роботі зі смартфонами:

- Відстань до очей повинна бути 30-40 сантиметрів;
- Треба часто кліпати, аби зволожувалися очі;
- Кожні 20-30 хвилин робити перерви і відводити погляд від екрана (можна зробити кілька вправ: подивитися в далечінь, відвести палець на 30 сантиметрів від ока і дивитися то на палець, то у вікно по 10 секунд, кілька разів повторити – це розслабить циліарний м'яз, що коригує кривизну кришталика).

3.2 Фактори, що впливають на функціональний стан користувачів комп'ютерів

Комп'ютерна техніка широко використовується в усіх галузях люд-ської діяльності. Людина, яка працює з комп'ютером, постійно перебуває під впливом небезпечних і шкідливих виробничих факторів: електромагнітних полів, інфра-червоного та іонізуючого випромінювань, шуму й вібрації, статистичної електрики тощо. Крім цього, оператор піддається значному розумовому і психоемоційному навантаженню, високій напрузі зорової та м'язової діяльності.

Надійність системи "людина – комп'ютер" значною мірою визначається функціональним станом людини. Психофізіологічні та емоційні перенапруження, втома людини-оператора можуть призвести в комп'ютеризованих системах керування до помилок і як наслідок – до значних економічних втрат.

Помилки працівників, що працюють з комп'ютером в адміністративно-управлінській сфері, викликають, звісно, менші за масштабами наслідки. Проте незадовільний функціональний стан користувачів комп'ютерів може викликати небажані наслідки (професійні та професійно зумовлені захворювання), що також пов'язано зі значними соціальними та економічними втратами враховуючи стрімке зростання кількості комп'ютеризованих робочих місць.

Визначення та вивчення факторів, що впливають на функціональний стан користувачів комп'ютерів дозволить виділити основні причини виникнення станів напруженості, стомлення, стресу і здійснити відповідні профілактичні заходи.

На рисунку 3.1 зображено фактори, що впливають на функціональний стан користувача комп'ютером, зокрема, виробниче середовище, трудовий

процес, внутрішні та зовнішні засоби діяльності, а також соціально-психологічні фактори.

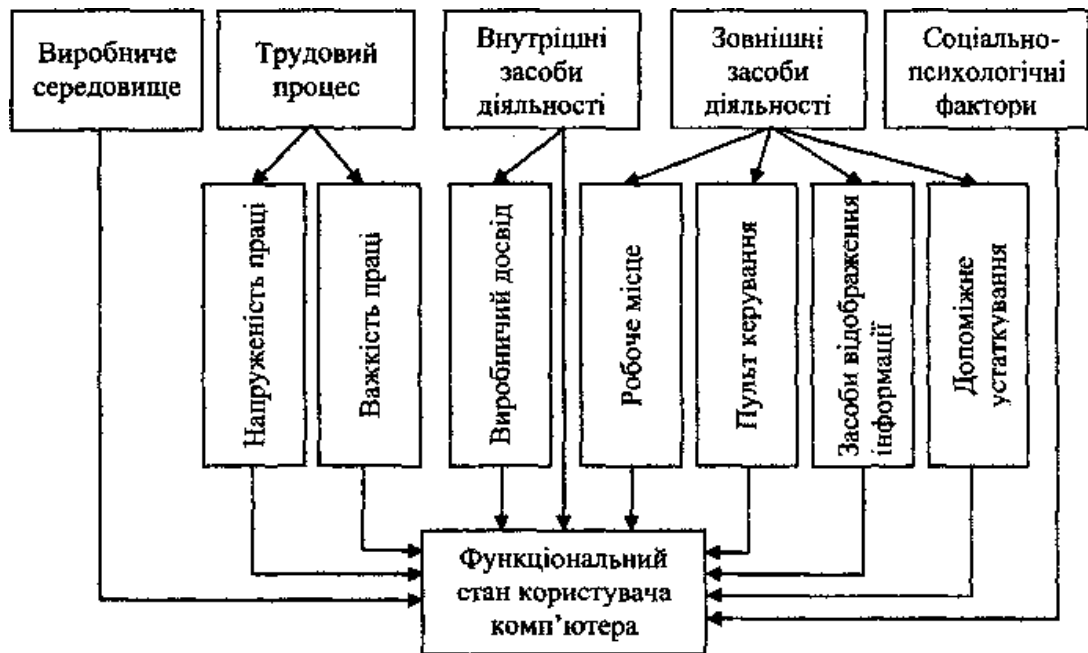


Рисунок 3.1 – Фактори, що впливають на функціональний стан користувача комп'ютера

Тому для зменшення ризику захворювань необхідно проводити комплекс медико-гігієнічних, адміністративно-технічних й ергономічних заходів. До цих передовсім повинні входити:

- Контроль за конструкцією, добрим станом і функціонуванням комп'ютера;
- Відповідність місця праці рекомендаціям ергономіки та гігієни;
- Створення оптимальних умов для праці у виробничому приміщенні (мікроклімату, освітлення, захисту від опромінювання комп'ютера, іонізації повітря, вентиляції, кондиціонування повітря);
- Раціональний режим праці;
- Підвищувати опірність організму користувачів комп'ютерів до дії несприятливих факторів (антистресова дія, аеробіка та спеціальні фізичні вправи, психологічні та соціальні заходи, профілактичне харчування);

- Диспансерне медико-гігієнічне обслуговування з цілеспрямованим проведенням оздоровчих (наприклад корекція зору) і профілактичних заходів;

- Особиста участь працівника у догляді за своїм здоров'ям.

Трудова діяльність користувачів комп'ютерів відбувається у певному виробничому середовищі, яке впливає на їх функціональний стан. Найбільш значимі – фізичні фактори виробничого середовища, до яких належать електромагнітні хвилі різних частотних діапазонів, електростатичні поля, шум, параметри мікроклімату та ціла низка світлотехнічних показників.

Трудовий процес суттєво впливає на психофізіологічні можливості користувачів комп'ютерів, оскільки їх діяльність характеризується значними статичними фізичними навантаженнями; недостатньою руховою активністю; напруженнями сенсорного апарату, вищих нервових центрів, які забезпечують функції уваги, мислення, регуляції рухів. Окрім того, трудовий процес користувачів комп'ютерів відзначається значними інформаційними навантаженнями.

Професійні якості та виробничий досвід, які визначають внутрішні засоби діяльності, обумовлюють надійну та безпомилкову діяльність користувачів комп'ютерів, дозволяють знаходити безпечні методи розв'язання виробничих завдань навіть у нестандартних ситуаціях.

Зовнішні засоби діяльності, які в основному визначаються ергономічними показниками щодо організації робочого місця, форми та параметрів його елементів, просторового розташування основного і допоміжного устаткування, можуть суттєво знизити фізичні та психофізіологічні навантаження, що діють на користувачів комп'ютерів.

ВИСНОВКИ

Дослідники в усьому світі почали досліджувати різні технологічні рішення для покращення надання медичної допомоги таким чином, щоб доповнювати існуючі послуги, мобілізуючи потенціал IoT.

У кваліфікаційній роботі розглядаються різноманітні аспекти технологій охорони здоров'я на основі IoT та представлені різні архітектурні мережі та платформи охорони здоров'я, які підтримують доступ до хребта IoT та полегшують передачу та отримання медичних даних.

Для того, щоб краще зрозуміти безпеку охорони здоров'я в Інтернеті, розглядаються різні вимоги та проблеми безпеки та розкриває різні проблеми дослідження в цій галузі, щоб запропонувати модель, яка може зменшити супутні ризики для безпеки. Обговорення важливих питань, таких як стандартизація, тип мережі, бізнес-моделі, якість обслуговування та захист даних про здоров'я, сприяють створенню основи для подальших досліджень медичних послуг на базі IoT.

Зроблено огляд політики та правил електронного здоров'я та IoT на користь різних зацікавлених сторін, зацікавлених в оцінці медичних технологій на основі IoT.

В роботі запропоновано структуру апаратно-програмного комплексу моніторингу життєдіяльності особи, що дозволяє пацієнтам самостійно відслідковувати життєвоважливі показники свого здоров'я, а лікуючим лікарям – контролювати в реальному часі стан здоров'я своїх пацієнтів у режимі віддаленого доступу та проводити аналіз результатів спостереження за допомогою спеціальних мобільних програм-застосунків з метою своєчасного та ефективного корегування лікувальних та профілактичних заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. W. Zhao, W. Chaowei, and Y. Nakahira, “Medical application on Internet of Things,” in Proc. IET Int. Conf. Commun. Technol. Appl. (ICCTA), Oct. 2011, pp. 660–665.
2. N. Yang, X. Zhao, and H. Zhang, “A non-contact health monitoring model based on the Internet of Things,” in Proc. 8th Int. Conf. Natural Comput. (ICNC), May 2012, pp. 506–510.
3. S. Imadali, A. Karanasiou, A. Petrescu, I. Sifniadis, V. Veque, and P. Angelidis, “eHealth service support in IPv6 vehicular networks,” in Proc. IEEE Int. Conf. Wireless Mobile Comput., Netw. Commun. (WiMob), Oct. 2012, pp. 579–585.
4. R. S. H. Istepanian, “The potential of Internet of Things (IoT) for assisted living applications,” in Proc. IET Seminar Assist. Living, Apr. 2011, pp. 1–40.
5. G. Yang et al., “A health-IoT platform based on the integration of intel-ligent packaging, unobtrusive bio-sensor, and intelligent medicine box,” IEEE Trans. Ind. Informat., vol. 10, no. 4, pp. 2180–2191, Nov. 2014.
5. A. J. Jara, M. A. Zamora, and A. F. Skarmeta, “Knowledge acquisition and management architecture for mobile and personal health environments based on the Internet of Things,” in Proc. IEEE Int. Conf. Trust, Security Privacy Comput. Commun. (TrustCom), Jun. 2012, pp. 1811–1818.
6. B. Xu, L. D. Xu, H. Cai, C. Xie, J. Hu, and F. Bu, “Ubiquitous data accessing method in IoT-based information system for emergency medical services,” IEEE Trans. Ind. Informat., vol. 10, no. 2, pp. 1578–1586, May 2014.
7. C. Doukas and I. Maglogiannis, “Bringing IoT and cloud computing towards pervasive healthcare,” in Proc. Int. Conf. Innov. Mobile Internet Services Ubiquitous Comput. (IMIS), Jul. 2012, pp. 922–926.
8. S. Imadali, A. Karanasiou, A. Petrescu, I. Sifniadis, V. Veque, and P. Angelidis, “eHealth service support in IPv6 vehicular networks,” in Proc. IEEE Int. Conf. Wireless Mobile Comput., Netw. Commun. (WiMob), Oct. 2012, pp. 579–585.

9. A. J. Jara, M. A. Zamora, and A. F. Skarmeta, “Knowledge acquisition and management architecture for mobile and personal health environments based on the Internet of Things,” in Proc. IEEE Int. Conf. Trust, Security Privacy Comput. Commun. (TrustCom), Jun. 2012, pp. 1811–1818.
10. C. Doukas and I. Maglogiannis, “Bringing IoT and cloud computing towards pervasive healthcare,” in Proc. Int. Conf. Innov. Mobile Internet Services Ubiquitous Comput. (IMIS), Jul. 2012, pp. 922–926.
11. M. S. Shahamabadi, B. B. M. Ali, P. Varahram, and A. J. Jara, “A network mobility solution based on 6LoWPAN hospital wireless sensor network (NEMO-HWSN),” in Proc. 7th Int. Conf. Innov. Mobile Internet Services Ubiquitous Comput. (IMIS), Jul. 2013, pp. 433–438.
12. A. J. Jara, A. F. Alcolea, M. A. Zamora, A. F. J. Skarmeta, and M. Alsaedy, “Drugs interaction checker based on IoT,” in Proc. Internet Things (IOT), Nov./Dec. 2010, pp. 1–8.
13. R. S. H. Istepanian, S. Hu, N. Y. Philip, and A. Sungoor, “The potential of Internet of m-health Things ‘m-IoT’ for non-invasive glucose level sensing,” in Proc. IEEE Annu. Int. Conf. Eng. Med. Biol. Soc. (EMBC), Aug./Sep. 2011, pp. 5264–5266.
14. N. Bui, N. Bressan, and M. Zorzi, “Interconnection of body area networks to a communications infrastructure: An architectural study,” in Proc. 18th Eur. Wireless Conf. Eur. Wireless, Apr. 2012, pp. 1–8.
15. P. Lopez, D. Fernandez, A. J. Jara, and A. F. Skarmeta, “Survey of Internet of Things technologies for clinical environments,” in Proc. 27th Int. Conf. Adv. Inf. Netw. Appl. Workshops (WAINA), Mar. 2013, pp. 1349–1354.
16. A. J. Jara, M. A. Zamora-Izquierdo, and A. F. Skarmeta, “Interconnection framework for mHealth and remote monitoring based on the Internet of Things,” IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 31, no. 9, pp. 47–65, Sep. 2013.
17. R. Tabish et al., “A 3G/WiFi-enabled 6LoWPAN-based U-healthcare system for ubiquitous real-time monitoring and data logging,” in Proc. Middle East Conf. Biomed. Eng. (MECBME), Feb. 2014, pp. 277–280.

18. M.F.A. Rasid et al., “Embedded gateway services for Internet of Things applications in ubiquitous healthcare,” in Proc. 2nd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. (ICoICT), May 2014, pp. 145–148.
19. A. J. Jara, M. A. Zamora, and A. F. Skarmeta, “Knowledge acquisition and management architecture for mobile and personal health environments based on the Internet of Things,” in Proc. IEEE Int.Conf. Trust, Security Privacy Comput. Commun. (TrustCom), Jun. 2012, pp. 1811–1818.
20. B. Xu, L. D. Xu, H. Cai, C. Xie, J. Hu, and F. Bu, “Ubiquitous data accessing method in IoT-based information system for emergency medical services,” IEEE Trans. Ind. Informat., vol. 10, no. 2, pp. 1578–1586, May 2014.
21. C. Doukas and I. Maglogiannis, “Bringing IoT and cloud computing towards pervasive healthcare,” in Proc. Int. Conf. Innov. Mobile Internet Services Ubiquitous Comput. (IMIS), Jul. 2012, pp. 922–926.
22. G. Zhang, C. Li, Y. Zhang, C. Xing, and J. Yang, “SemantMedical: A kind of semantic medical monitoring system model based on the IoT sensors,” in Proc. IEEE Int. Conf. eHealth Netw., Appl. Services (Healthcom), Oct. 2012, pp. 238–243.
23. X. M. Zhang and N. Zhang, “An open, secure and flexible platform based on Internet of Things and cloud computing for ambient aiding living and telemedicine,” in Proc. Int. Conf. Comput. Manage. (CAMAN), May 2011, pp. 1–4.
24. M. S. Shahamabadi, B. B. M. Ali, P. Varahram, and A. J. Jara, “A network mobility solution based on 6LoWPAN hospital wireless sensor network (NEMO-HWSN),” in Proc. 7th Int. Conf. Innov. Mobile Internet Services Ubiquitous Comput. (IMIS), Jul. 2013, pp. 433–438.
25. A. J. Jara, A. F. Alcolea, M. A. Zamora, A. F. J. Skarmeta, and M. Alsaedy, “Drugs interaction checker based on IoT,” in Proc. Internet Things (IOT), Nov./Dec. 2010, pp. 1–8.
26. R. S. H. Istepanian, S. Hu, N. Y. Philip, and A. Sungoor, “The potential of Internet of m-health Things ‘m-IoT’ for non-invasive glucose level sensing,” in

- Proc. IEEE Annu. Int. Conf. Eng. Med. Biol. Soc. (EMBC), Aug./Sep. 2011, pp. 5264–5266.
27. N. Bui, N. Bressan, and M. Zorzi, “Interconnection of body area networks to a communications infrastructure: An architectural study,” in Proc. 18th Eur. Wireless Conf. Eur. Wireless, Apr. 2012, pp. 1–8.
 28. P. Lopez, D. Fernandez, A. J. Jara, and A. F. Skarmeta, “Survey of Internet of Things technologies for clinical environments,” in Proc. 27th Int. Conf. Adv. Inf. Netw. Appl. Workshops (WAINA), Mar. 2013, pp. 1349–1354.
 29. A. J. Jara, M. A. Zamora-Izquierdo, and A. F. Skarmeta, “Interconnection framework for mHealth and remote monitoring based on the Internet of Things,” IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 31, no. 9, pp. 47–65, Sep. 2013.
 30. R. Tabish et al., “A 3G/WiFi-enabled 6LoWPAN-based U-healthcare system for ubiquitous real-time monitoring and data logging,” in Proc. Middle East Conf. Biomed. Eng. (MECBME), Feb. 2014, pp. 277–280.
 31. M. F. A. Rasid et al., “Embedded gateway services for Internet of Things applications in ubiquitous healthcare,” in Proc. 2nd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. (ICoICT), May 2014, pp. 145–148.
 32. Z. Shelby and C. Bormann, 6LoWPAN: The Wireless Embedded Internet, 1st ed. London, U.K.: Wiley, 2009.
 33. L. You, C. Liu, and S. Tong, “Community medical network (CMN): Architecture and implementation,” in Proc. Global Mobile Congr. (GMC), Oct. 2011, pp. 1–6.
 34. P. Swiatek and A. Rucinski, “IoT as a service system for eHealth,” in Proc. IEEE Int. Conf. eHealth Netw., Appl. Services (Healthcom), Oct. 2013, pp. 81–84.
 35. M. Diaz, G. Juan, O. Lucas, and A. Ryuga, “Big data on the Internet of Things: An example for the e-health,” in Proc. Int. Conf. Innov. Mobile Internet Services Ubiquitous Comput. (IMIS), Jul. 2012, pp. 898–900.

36. X. Wang, J. T. Wang, X. Zhang, and J. Song, "A multiple communication standards compatible IoT system for medical usage," in Proc. IEEE Faible Tension Faible Consommation (FTFC), Jun. 2013, pp. 1–4.
37. W. Wang, J. Li, L. Wang, and W. Zhao, "The Internet of Things for resident health information service platform research," in Proc. IET Int. Conf. Commun. Technol. Appl. (ICCTA), Oct. 2011, pp. 631–635.
38. L. Yang, Y. Ge, W. Li, W. Rao, and W. Shen, "A home mobile healthcare system for wheelchair users," in Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Supported Cooperat. Work Design (CSCWD), May 2014, pp. 609–614.
39. Z. Pang, Q. Chen, J. Tian, L. Zheng, and E. Dubrova, "Ecosystem analysis in the design of open platform-based in-home healthcare terminals towards the Internet-of-Things," in Proc. Int. Conf. Adv. Commun. Technol. (ICACT), Jan. 2013, pp. 529–534.
40. Y. J. Fan, Y. H. Yin, L. D. Xu, Y. Zeng, and F. Wu, "IoT-based smart rehabilitation system," IEEE Trans. Ind. Informat., vol. 10, no. 2, pp. 1568–1577, May 2014.
41. M. Bazzani, D. Conzon, A. Scalera, M. A. Spirito, and C. I. Trainito, "Enabling the IoT paradigm in e-health solutions through the VIRTUS middleware," in Proc. IEEE 11th Int. Conf. Trust, Security Privacy Comput. Commun. (TrustCom), Jun. 2012, pp. 1954–1959.
42. M. Vazquez-Briseno, C. Navarro-Cota, J. I. Nieto-Hipolito, E. Jimenez-Garcia, and J. D. Sanchez-Lopez, "A proposal for using the Internet of Things concept to increase children's health awareness," in Proc. 22nd Int. Conf. Elect. Commun. Comput. (CONIELECOMP), Feb. 2012, pp. 168–172.
43. X. Jia, H. Chen, and F. Qi, "Technical models and key technologies of e-health monitoring," in Proc. IEEE Int. Conf. e-Health Netw., Appl. Services (Healthcom), Oct. 2012, pp. 23–26.
44. V. Miori and D. Russo, "Anticipating health hazards through an ontology-based, IoT domotic environment," in Proc. 6th Int. Conf. Innov. Mobile Internet Services Ubiquitous Comput. (IMIS), Jul. 2012, pp. 745–750.

- 45 A. Dohr, R. Modre-Opsrian, M. Drobits, D. Hayn, and G. Schreier, “The Internet of Things for ambient assisted living,” in Proc. 7th Int. Conf. Inf. Technol., New Generat. (ITNG), Apr. 2010, pp. 804–809.
46. F. Goncalves, J. Macedo, M. J. Nicolau, and A. Santos, “Security architecture for mobile e-health applications in medication control,” in Proc. 21st Int. Conf. Softw., Telecommun. Comput. Netw. (SoftCOM), Sep. 2013, pp. 1–8.
47. R. S. H. Istepanian, E. Jovanov, and Y. T. Zhang, “Guest editorial introduction to the special section on m-health: Beyond seamless mobility and global wireless health-care connectivity,” *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.*, vol. 8, no. 4, pp. 405–414, Dec. 2004.
48. ICH Expert Working Group, “Guidance for industry-E6 good clinical practice: Consolidated guidance,” U.S. Dept. Health Human Services, Food Drug Admin., Silver Spring, MD, USA, Apr. 1996.
49. A. J. Jara, F. J. Belchi, A. F. Alcolea, J. Santa, M. A. Zamora-Izquierdo, and A. F. Gomez-Skarmeta, “A pharmaceutical intelligent information system to detect allergies and adverse drugs reactions based on Internet of Things,” in Proc. IEEE Int. Conf. Pervasive Comput. Commun. Workshops (PERCOM Workshops), Mar./Apr. 2010, pp. 809–812.
50. V. M. Rohokale, N. R. Prasad, and R. Prasad, “A cooperative Internet of Things (IoT) for rural healthcare monitoring and control,” in Proc. Int. Conf. Wireless Commun., Veh. Technol., Inf. Theory Aerosp. Electron. Syst. Technol. (Wireless VITAE), Feb./Mar. 2011, pp. 1–6.
51. Awareness Day 2014 Activities by Program Type. [Online]. Available: <http://www.samhsa.gov/sites/default/files/children-awareness-day-activities-by-program-2014.pdf>, accessed Dec. 7, 2014.
52. S. Vicini, S. Bellini, A. Rosi, and S. Sanna, “An Internet of Things enabled interactive totem for children in a living lab setting,” in Proc. ICE Int. Conf. Eng., Technol. Innov. (ICE), Jun. 2012, pp. 1–10.
53. W.-Y. Chung, Y.-D. Lee, and S.-J. Jung, “A wireless sensor network compatible wearable u-healthcare monitoring system using integrated ECG, accelerometer

- and SpO₂,” in Proc. 30th Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. (EMBS), Aug. 2008, pp. 1529–1532.
54. P. Castillejo, J.-F. Martinez, J. Rodriguez-Molina, and A. Cuerva, “Integration of wearable devices in a wireless sensor network for an e-health application,” *IEEE Wireless Commun.*, vol. 20, no. 4, pp. 38–49, Aug. 2013.
55. G. Sebestyen, A. Hangan, S. Oniga, and Z. Gal, “eHealth solutions in the context of Internet of Things,” in Proc. IEEE Int. Conf. Autom., Quality Test., Robot., May 2014, pp. 1–6.
56. A. Burgun, G. Botti, M. Fieschi, and P. Le Beux, “Sharing knowledge in medicine: Semantic and ontologic facets of medical concepts,” in Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man, Cybern. (SMC), vol. 6. 1999, pp. 300–305.
57. J. Liu and L. Yang, “Application of Internet of Things in the community security management,” in Proc. 3rd Int. Conf. Comput. Intell., Commun. Syst. Netw. (CICSyN), Jul. 2011, pp. 314–318.
58. Y. Xiao, X. Chen, L. Wang, W. Li, B. Liu, and D. Fang, “An immune theory based health monitoring and risk evaluation of earthen sites with Internet of Things,” in Proc. IEEE Int. Conf. Cyber, Phys. Soc. Comput. Green Comput. Commun. (GreenCom), IEEE Internet Things (iThings/CPSCoM), Aug. 2013, pp. 378–382.
59. I. Nikolaevskiy, D. Korzun, and A. Gurtov, “Security for medical sensor networks in mobile health systems,” in Proc. IEEE 15th Int. Symp. World Wireless, Mobile Multimedia Netw. (WoWMoM), Jun. 2014, pp. 1–6.
60. G. Mantas, D. Lymberopoulos, and N. Komninos, “A new framework for ubiquitous context-aware healthcare applications,” in Proc. 10th IEEE Int. Conf. Inf. Technol. Appl. Biomed. (ITAB), Nov. 2010, pp. 1–4.
61. H. Viswanathan, B. Chen, and D. Pompili, “Research challenges in computation, communication, and context awareness for ubiquitous healthcare,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 50, no. 5, pp. 92–99, May 2012.
62. M. P. R. Sai Kiran, P. Rajalakshmi, and A. Acharyya, “Context predictor based sparse sensing technique and smart transmission architecture for IoT enabled

- remote health monitoring applications,” in Proc. IEEE Int. Conf. Eng. Med. Biol. Soc. (EMBC), Aug. 2014, pp. 4151–4154.
63. Z. J. Guan, “Somatic data blood glucose collection transmission device for Internet of Things,” Chinese Patent 202 838 653 U, Mar. 27, 2013.
64. L. Wei, Y. Heng, and W. Y. Lin, “Things based wireless data transmission of blood glucose measuring instruments,” Chinese Patent 202 154 684 U, Mar. 7, 2012.
65. Z. Lijun, “Multi-parameter medical acquisition detector based on Internet of Things,” Chinese Patent 202 960 774 U, Jun. 5, 2013.
66. B. J. Drew et al., “Practice standards for electrocardiographic monitoring in hospital settings,” *Circulation*, vol. 110, no. 17, pp. 2721–2746, Oct. 2004.
67. P. K. Dash, “Electrocardiogram monitoring,” *Indian J. Anaesthesia*, vol. 46, no. 4, pp. 251–260, Aug. 2002.
68. E. Agu et al., “The smartphone as a medical device: Assessing enablers, benefits and challenges,” in Proc. IEEE Int. Workshop Internet-Things Netw. Control (IoT-NC), Jun. 2013, pp. 48–52.
69. M.-L. Liu, L. Tao, and Z. Yan, “Internet of Things-based electrocardiogram monitoring system,” Chinese Patent 102 764 118 A, Nov. 7, 2012.
70. Y. Xiaogang, L. Hongjiang, W. Jiaqing, and T. Wentao, “Realization of comprehensive detection algorithm of electrocardiogram signal at application layer electrocardiogram monitoring Internet of Thing,” Chinese Patent 101 947 112 A, Jan. 19, 2011.
71. J. Puustjarvi and L. Puustjarvi, “Automating remote monitoring and information therapy: An opportunity to practice telemedicine in developing countries,” in Proc. IST-Africa Conf., May 2011, pp. 1–9.
72. L. M. R. Tarouco et al., “Internet of Things in healthcare: Interoperability and security issues,” in Proc. IEEE Int. Conf. Commun. (ICC), Jun. 2012, pp. 6121–6125.
73. Z. J. Guan, “Internet-of-Things human body data blood pressure collecting and transmitting device,” Chinese Patent 202 821 362 U, Mar. 27, 2013.

74. T. J. Xin, B. Min, and J. Jie, “Carry-on blood pressure/pulse rate/blood oxygen monitoring location intelligent terminal based on Internet of Things,” Chinese Patent 202 875 315 U, Apr. 17, 2013.
75. M. N. Ruiz, J. M. García, and B. M. Fernández, “Body temperature and its importance as a vital constant,” *Revista Enfermeria*, vol. 32, no. 9, pp. 44–52, Sep. 2009.
76. Z. Jian, W. Zhanli, and M. Zhuang, “Temperature measurement system and method based on home gateway,” Chinese Patent 102 811 185 A, Dec. 5, 2012.
77. Z. L. In, “Patient body temperature monitoring system and device based on Internet of Things,” Chinese Patent 103 577 688 A, Feb. 12, 2014.
78. H. A. Khattak, M. Ruta, and E. Di Sciascio, “CoAP-based healthcare sensor networks: A survey,” in *Proc. 11th Int. Bhurban Conf. Appl. Sci. Technol. (IBCAST)*, Jan. 2014, pp. 499–503.
79. E. C. Larson, M. Goel, G. Boriello, S. Heltshe, M. Rosenfeld, and S. N. Patel, “SpiroSmart: Using a microphone to measure lung function on a mobile phone,” in *Proc. ACM Int. Conf. Ubiquitous Comput.*, Sep. 2012, pp. 280–289.
80. E. C. Larson, M. Goel, M. Redfield, G. Boriello, M. Rosenfeld, and S. N. Patel, “Tracking lung function on any phone,” in *Proc. ACM Symp. Comput. Develop.*, Jan. 2013, Art. ID 29.
81. E. C. Larson, T. Lee, S. Liu, M. Rosenfeld, and S. N. Patel, “Accurate and privacy preserving cough sensing using a low-cost microphone,” in *Proc. ACM Int. Conf. Ubiquitous Comput.*, Sep. 2011, pp. 375–384.
82. B. Tan and O. Tian, “Short paper: Using BSN for tele-health application in upper limb rehabilitation,” in *Proc. IEEE World Forum Internet Things (WF-IoT)*, Mar. 2014, pp. 169–170.
83. D. Y. Lin, “Integrated Internet of Things application system for prison,” Chinese Patent 102 867 236 A, Jan. 9, 2013.
84. Z. Guangnan and L. Penghui, “IoT (Internet of Things) control system facing rehabilitation training of hemiplegic patients,” Chinese Patent 202 587 045 U, Dec. 5, 2012.

85. Y. Yue-Hong, F. Wu, F. Y. Jie, L. Jian, X. Chao, and Z. Yi, “Remote medical rehabilitation system in smart city,” Chinese Patent 103 488 880 A, Jan. 1, 2014.
86. S. Liang, Y. Zilong, S. Hai, and M. Trinidad, “Childhood autism language training system and Internet-of-Things-based centralized training center,” Chinese Patent 102 184 661 A, Sep. 14, 2011.
87. Z. Pang, J. Tian, and Q. Chen, “Intelligent packaging and intelligent medicine box for medication management towards the Internet-of-Things,” in Proc. 16th Int. Conf. Adv. Commun. Technol. (ICACT), Feb. 2014, pp. 352–360.
88. I. Laranjo, J. Macedo, and A. Santos, “Internet of Things for medication control: E-health architecture and service implementation,” *Int. J. Rel. Quality E-Healthcare*, vol. 2, no. 3, pp. 1–15, Jul. 2013.
89. V. Kolicic, E. Spaho, K. Matsuo, S. Caballe, L. Barolli, and F. Xhafa, “Implementation of a medical support system considering P2P and IoT technologies,” in Proc. 8th Int. Conf. Complex, Intell. Softw. Intensive Syst. (CISIS), Jul. 2014, pp. 101–106.
90. M. Pesta, J. Fichtl, V. Kulda, O. Topolcan, and V. Treska, “Monitoring of circulating tumor cells in patients undergoing surgery for hepatic metastases from colorectal cancer,” *Anticancer Res.*, vol. 33, no. 5, pp. 2239–2243, May 2013.
91. A. S. M. Mosa, I. Yoo, and L. Sheets, “A systematic review of healthcare applications for smartphones,” *BMC Med. Informat. Decision Making*, vol. 12, p. 67, Jul. 2012.
92. P. J. F. White, B. W. Podaima, and M. R. Friesen, “Algorithms for smartphone and tablet image analysis for healthcare applications,” *IEEE Access*, vol. 2, pp. 831–840, Aug. 2014.
93. J. Lee, B. A. Reyes, D. D. McManus, O. Mathias, and K. H. Chon, “Atrial fibrillation detection using a smart phone,” in Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc., Aug./Sep. 2012, pp. 1177–1180.

94. J. Lee, B. A. Reyes, D. D. McManus, O. Mathias, and K. H. Chon, "Atrial fibrillation detection using an iPhone 4S," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 60, no. 1, pp. 203–206, Jan. 2013.
95. N.-C. Chen, K.-C. Wang, and H.-H. Chu, "Listen-to-nose: A low-cost system to record nasal symptoms in daily life," in *Proc. ACM Int. Conf. Ubiquitous Comput.*, Sep. 2012, pp. 590–591.
96. T. Wadhawan, S. Ning, R. Hu, K. Lancaster, X. Yuan, and G. Zouridakis, "Implementation of the 7-point checklist for melanoma detection on smart handheld devices," in *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, Aug./Sep. 2011, pp. 3180–3183.
97. L. Wang, P. C. Pedersen, D. Strong, B. Tulu, and E. Agu, "Wound image analysis system for diabetics," *Proc. SPIE*, vol. 8669, p. 866924, Mar. 2013