УДК 004.054

КОМПЛЕКСНА МОДЕЛЬ ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Коваленко І.О.[1]; Михайленко В.С., д.т.н, доц.[2]
[1,2] Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
[1,2] Україна, Одеса
[1] ORCID: 0000-0002-8016-3322; [2] ORCID: 0000-0002-1401-0053

Анотація. *У цій роботі пропонується комплексна модель тестування систем Інтернету Речей. Ця модель дозволяє використовувати її як еталонну модель для проведення тестування систем Інтернету речей.*
Ключові слова: *Quality Assurance; IoT; Інтернет речей; тестування.*

Вступна частина. Увесь світ швидко рухається в напрямку інтелектуальних технологій, з Інтернетом речей (IoT) в ролі ключового компонента цього революційного зміщення. Проста система IoT включає в себе пристрої або об'єкти, обладнані вбудованими датчиками, які з'єднані з програмним забезпеченням через Інтернет. Ці пристрої можна віддалено керувати та моніторити з будь-якого місця на планеті через Інтернет. Вони знаходять застосування в різних галузях, таких як автоматизація дому, моніторинг стану здоров'я пацієнтів, сільське господарство, контроль над навколишнім середовищем та інших. З ростом використання IoT-систем виникає потреба у валідації та верифікації пристроїв у всіх аспектах.

Незважаючи на те, що розробники IoT використовують свої власні методології для тестування своїх пристроїв, ***метою дослідження*** є створення загальної тестової моделі для перевірки додатків IoT. Наш підхід полягає в розробці такої тестової моделі, що базується на інтеграції наявних тестових методик для програмного забезпечення, апаратного забезпечення та протоколів зв'язку.

Основна частина. Під час дослідження були розглянуті наступні моделі та підходи до тестування систем інтернету речей:

- Модель тестування системи інтернету речей на основі RFID: це модель яка підтримує лише технології які вкористані у проекті, у цій моделі проводиться тестування лише шару програмного забезпечення. Якість апаратного забезпечення перевіряється лише на рівні виробника обладнання. Але у час здешевлення виробництва та кінцевого продукту дуже сильно страждає якість обладнання через його дешеву закупку.
- Підхід до тестування додатків на основі IoT, побудований на методології вставки коду. Основними перевагами цього підходу є перевірка програмного забезпечення системи та особливо перевірка мережевих з’єднань системи, що надзвичайно важливо у наш час коли кожна система інтернету речей використовує мережу інтернет у якості шляху для передачі даних. Недоліками підходу є Відсутність перевірки апаратного забезпечення.

Тому дійсно є потреба у створенні комплексної моделі проведення тестування систем інтернету речей, що охопить всю систему та матиме можливість використовуватися у більшості таких систем.

Системи інтернету речей відрізняється від додатків та вбудованих систем через такі характеристики:

– Інтегрована системи з обладнанням, програмним забезпеченням, шлюзами, датчиками;
– Аналітика потоку даних у реальному часі;
– Підтримка обсягу та швидкості передачі даних;
– Хмарні послуги та обчислення;
– Окремі взаємодіючі протоколи зв'язку.

Через вищезазначені характеристики архітекторам IoT нелегко оцінити продуктивність і ефективність систем на основі IoT. Нижче наведено численні виклики тестування IoT.

– Динамічне середовище;
– Складність системи;
– Масштабованість системи;
– Надійність;
– Якість і точність апаратного забезпечення.

Враховуючи вищезазначені проблеми, ми пропонуємо похідну тестову модель IoT, як показано на рис. 1. Запропонована тестова модель складається з чотирьох рівнів тестування. Кожен рівень виконує набір процедур верифікації та валідації для забезпечення функціональності та можливостей системи на основі IoT.

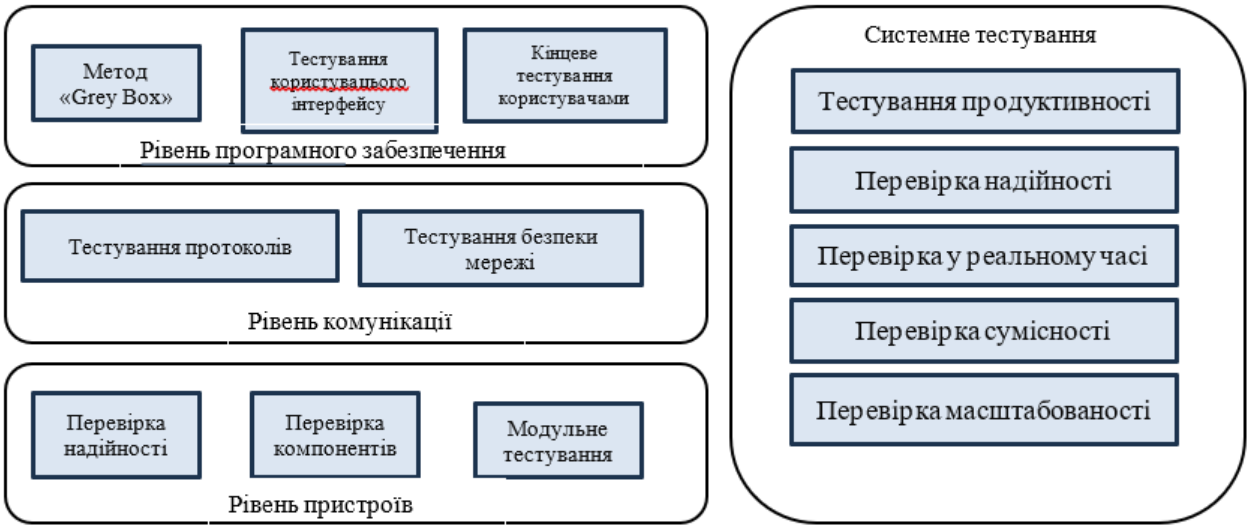

Рисунок 1 – Похідна тестова модель

Рівень пристроїв. Цей рівень вважається фізичним рівнем системи IoT. Фізичний рівень IoT складається з окремих компонентів, таких як датчики, пристрої моніторингу, такі як камера спостереження та центральний процесор. Датчики, які зазвичай використовуються, включають датчик температури, датчик наближення, датчик тиску, PIR (пасивний інфрачервоний) датчик руху, датчик вологості тощо. Розробники повинні переконатися, що компонент, який використовується на фізичному рівні, працює ідеально. Набір тестів, які необхідно провести на цьому рівні, включає тестування компонентів, модульне тестування та тестування надійності.

Рівень комунікації. Дискретні пристрої спілкуються з хмарним сервісом за допомогою мобільного або веб-додатку. Комунікаційна модель IoT може бути моделлю запит-відповідь, моделлю публікації-підписки, моделлю push-pull. На цьому рівні необхідно перевірити та удосконалитись що дані які передаються у системі збережені від втрати та підробки. Тому

Проводиться окреме тестування протоколів передачі даних та тестування безпеки мережі та обраних протоколів.

Рівень програмного забезпечення. Більшість систем, заснованих на IoT, складається з мобільних додатків або веб-додатків для віддаленого моніторингу та керування пристроями чи речами. Ці програми можуть працювати на різних платформах операційної системи IoT, як-от Windows 10 IoT Core, Raspbian, NOOBS, Snappy Ubuntu Core, PINET, RISC OS тощо. Але розробники завжди надають перевагу розробці програм на базі Android, ніж іншим альтернативам, щоб система IoT могла керувати за допомогою мобільних телефонів кінцевих користувачів. Рівень прикладного програмного забезпечення виконує загальні принципи тестування програмного забезпечення такі як метод тестування «Grey Box»Б тестування кінцевими користувачами, перевірка користувацького інтерфейсу.

Тестування рівня системи в основному зосереджується на нефункціональних вимогах і можливостях продуктивності системи на основі IoT. Можливості продуктивності – це масштабованість, надійність, доступність, портативність тощо.

Висновки. Хоча весь світ рухається до розумних технологій і систем на основі Інтернету речей, досі не існує загальної моделі тестування Інтернету речей для перевірки системи на основі Інтернету речей. Ми запропонували похідну тестову модель з усіх існуючих апаратних і програмних тестових моделей. Нашу модель можна використовувати як еталонну тестову модель для будь-якого розробника системи IoT, оскільки вона стосується всіх рівнів тестування в системі на основі IoT. Рівень тестування починається безпосередньо з апаратних компонентів і перевірки якості датчиків, перевірки та перевірки сумісності різних протоколів зв'язку, що використовуються в окремих пристроях, забезпечення функціональності та можливостей прикладної програми та, нарешті, тестування системи для забезпечення загальних можливостей системи IoT.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Коваленко, І. (2023). *ГЕНЕРАЦІЯ ТЕСТОВИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ, ЗАДЛЯ ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ» БУДИНОК. Інформаційні технології та інженерія*: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів і студентів (с. 73–73).

[2] Авраменко, А., Авраменко, В., & Косенюк, Г. (2017). *Тестування програмного забезпечення*. ЧНУ ім. Богд. Хмельн.

[3] Medhat, N., Moussa, S., Badr, N., & Tolba, M. F. (2019). *Testing Techniques in IoT-based Systems*. 2019 Ninth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS). IEEE. https://doi.org/10.1109/icicis46948.2019.9014711

Kovalenko I.O., Mykhailenko V.S.

COMPLEX MODEL OF TESTING SYSTEMS OF THE INTERNET OF THINGS

Abstract: *This paper proposes a comprehensive model for testing Internet of Things systems. This model allows you to use it as a reference model for testing Internet of Things systems.*

Keywords: *Quality Assurance; IoT; testing.*