

параметрів мережі під час навчання (на кожній ітерації) для того щоб повернутися до оптимальних параметрів у разі помилки;

- Інтерфейс створення топології мережі та налаштування параметрів її окремих структурних блоків.

- Програмна реалізація усіх необхідних для роботи та навчання мережі алгоритмів.

За основу для такого програмного забезпечення можна брати готовий фрейворк для глибокого машинного навчання або реалізувати усю логіку роботи мережі самостійно у рамках конкретного проєкту (якщо є необхідність). Наявність такого програмного забезпечення у відкритому доступі дозволить редагувати окремі структурні блоки, що забезпечує гнучкість.

Загальна ідея розробки такого програмного забезпечення полягає в тому, що графічний інтерфейс значно простіший для сприйняття і забезпечує кращі можливості з повторного використання, адже окремі етапи побудови та налаштування моделі мережі можна спростити (сховати за інтерфейс).

Таким чином, розроблене програмне забезпечення дозволяє зменшити час на побудову та вибір параметрів для навчання моделі мережі. Подальші дослідження спрямовані на вирішення задач машинного зору (класифікації, стискання графічних образів) в рамках даного програмного забезпечення.

#### Список використаних джерел

- 1 Carsten Steger. Machine Vision Algorithms and Applications / Carsten Steger, Markus Ulrich, Christian Wiedemann., 2018. – 516 с.
- 2 Guanghui Lan. First-order and Stochastic Optimization Methods for Machine Learning / Guanghui Lan., 2020. – 582 с.

*Жученко О. С., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ),  
Карпук В. Ю., магістрант (Національний  
університет «Полтавська політехніка  
імені Юрія Кондратюка»)*

УДК 621.39

### РОЗРОБКА ПРОТОКОЛУ ТЕЛЕМЕТРІЇ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНО-КЕРОВАНОЇ ТЕХНІКИ ТА ЙОГО ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

У сучасному світі є популярним використання дистанційно-керованої техніки такої як: обладнання розумного будинку чи безпілотні літальні апарати (БПЛА). Для можливості їх роботи потрібні протоколи прикладного рівня, що зможуть описати правила обміну інформацією між ними та між людиною, яка є

їх оператором. Наявність такої потреби підтверджується існуванням таких протоколів для дистанційно-керованої техніки як ModBus, UAVCan, UranusLink, MavLink, MQTT, CoAP тощо [1]. Однак, ці протоколи мають недоліки, які за певних умов можуть перешкоджати їх безпосередньому застосуванню, наприклад ModBus, UranusLink, MavLink передають дані у відкритому форматі без можливості шифрування, MQTT та CoAP не мають можливості потокової передачі відео, MavLink маючи багатий функціонал є доволі складним для його імплементації розробником.

Альтернативним рішенням є розробка та реалізація власного протоколу для телеметрії та дистанційного управління, який може передавати потокові аудіо та відео дані, легкість реалізації для розробника та надає додаткову можливість шифрування трафіку.

Протокол є прикладним та призначений для обміну даними між керуючим оператором та дистанційно-керованою технікою. Цей протокол може використовуватися для віддаленого управління, моніторингу чи налаштування різної техніки.

Протокол працює поверх транспортного рівня тому він займає місце 7-го рівня у мережевій моделі OSI або 4-й прикладний рівень у моделі TCP/IP [2]. За рахунок цього він може бути переданий по будь-якому середовищу передачі.

Однією із головних особливостей є легкість його реалізації та використання для розробника. Зазначимо основні особливості протоколу телеметрії:

- протокол може передавати різні типи даних: команди керування, телеметричні дані, аудіо і відео потоки та спеціальні службові повідомлення;

- в залежності від типу даних, що передаються, протокол має різні механізми гарантії їх доставки та перевірки цілісності;

- у протоколі є необов'язкова можливість шифрування трафіку;

- більшість типів повідомлень мають представлення у двійковому вигляді, але частина має текстовий формат. Такий підхід забезпечує гнучкість розробки та невелике використання надлишкових даних;

- протокол може визначати пріоритет пакетам передачі. Такі пакети будуть оброблятися швидше.

Для розробки протоколу телеметрії створено декілька можливих типів повідомлень (рис. 1), керуючись загальноприйнятими рекомендаціями розробників протоколів [3]. Особливу увагу приділялося зменшенню розміру пакету із збереженням функціональності та гнучкості розробки для подальшої можливої модернізації.

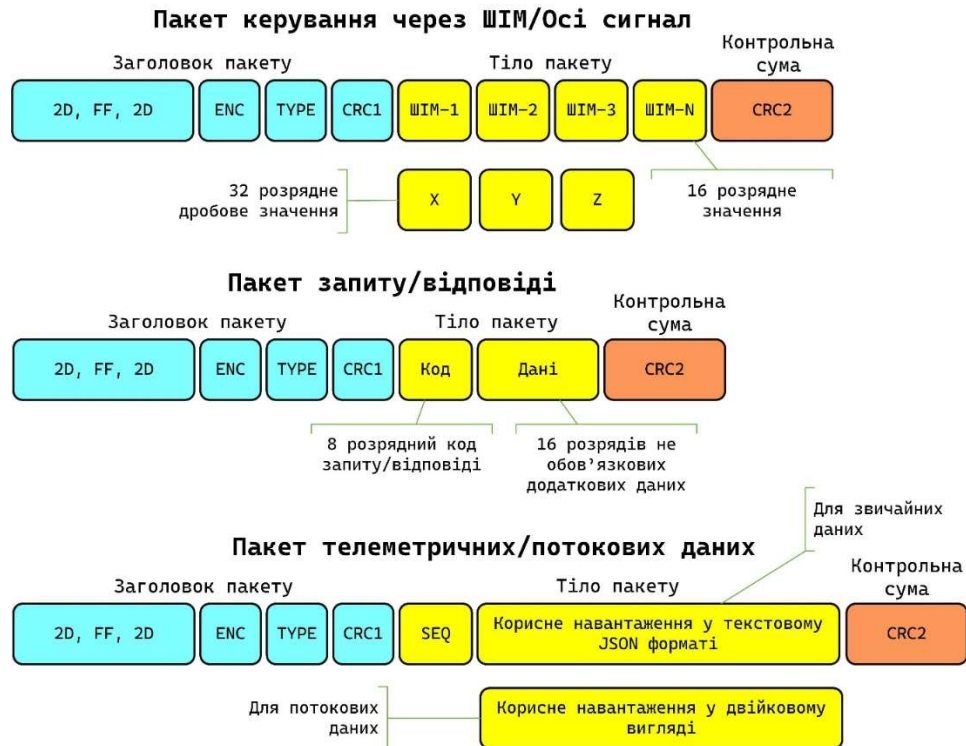


Рис. 1. Розроблені структури пакетів повідомлень протоколу телеметрії

Таким чином розроблена система повідомлень для протоколу телеметрії, яка дозволяє:

- в залежності від типу повідомлення передавати дані у текстовому чи двійковому форматі;
- контролювати послідовність даних для забезпечення їх цілісності;
- гарантувати доставлення важливих даних;
- виявляти помилки при передачі;
- шифрувати корисне навантаження.

Напрямок подальшої роботи є дослідження роботи протоколу телеметрії в середовищах симуляції наприклад jMAVSim чи GazeboSim. Таким чином отримані дані результатів тестування дозволять провести оновлення протоколу телеметрії для управління реальними БПЛА чи іншою дистанційно-керованою технікою.

#### Список використаних джерел

1. Comparative study of IoT protocols / Sakina Elhadi, Abdelaziz Marzak, Nawal Sael, Soukaina Merzouk, 2018. – 5 с.
2. Book cover Book cover Guide to OSI and TCP/Mohammed M. Alani. Guide to OSI and TCP/IP Models / Mohammed M. Alani., 2014.
3. Rescorla E. Writing Protocol Models RFC 4101 - IETF/ Rescorla E., 2005. – 22 с.

*Гаєвський В. В., к.т.н.*

*(ТОВ «НВП «Залізничавтоматика», Харків)*

### УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ РОЗРОБКИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ

Індустріальний світ все твердіше стає на шлях підтримки Індустрії 4.0. Але ще багато галузей промисловості застрягли в нейтральному стані. Нажаль це не оминуло і залізничний транспорт.

Промисловий Інтернет речей (IIoT), штучний інтелект (AI) та машинне навчання (ML), Digital Twins, Big Data предиктивна аналітика та обслуговування є основними інструментами щодо впровадження Технічного Обслуговування 4.0 (ТО4.0) яке має змінити сам підхід до експлуатації як технічних засобів залізничного транспорту так і промисловості в цілому. Це дозволить максимізувати час безперебійної роботи систем керування за рахунок мінімізації їх незапланованого та реактивного обслуговування.

Більшість систем керування рухом поїздів (СКПР) що експлуатуються на залізницях загального та незагального користування, муніципального рейкового транспорту засновані на функціонуванні, що не залежить від процесу технічного обслуговування (ТО). Системи керування не знаходяться у діалоговому