



Dokumentacja techniczna projektu „LoRaptor”

Autorzy

Karol Duda
Kamil Kwiatkowski
Krzysztof Duda

Zespół Szkół Elektryczno-Mechanicznych nr 7 w Nowym Sączu

Spis treści

1 Wprowadzenie	1
1.1 Czym jest LoRaptor?	2
1.2 Cele, założenia i zastosowania	3
1.3 Off the grid, on the mesh – co to znaczy?	4
1.4 Przebieg pracy	5

1 Wprowadzenie

Współczesny świat oferuje nam niezliczone możliwości rozwoju — od łatwego dostępu do wiedzy i technologii, po liczne udogodnienia, które wspierają nas w codziennym życiu. Jednocześnie jednak, tempo tego życia nieustannie przyspiesza, stawiając przed nami nowe wyzwania. Dlatego coraz częściej odczuwamy potrzebę unowocześniania naszej rzeczywistości: czynienia jej bardziej punktualną, intuicyjną, bezpieczną i niezawodną — tak, by wspierała nas w codziennych obowiązkach i pozwalała lepiej zarządzać tym, co najcenniejsze.

„Najlepszym sposobem przewidywania przyszłości jest jej tworzenie.”

— Alan Kay

Właśnie z tej potrzeby narodził się nasz pomysł: LoRaptor — innowacyjny system komunikacji dalekiego zasięgu, pozwalający wspieranym urządzeniom (głównie mobilnym, m.in. smartfonom) na bezprzewodową wymianę danych bez użycia Wi-Fi czy sieci komórkowych. To odpowiedź na współczesne realia, w których niezależność, zasięg, i szybkość mają kluczowe znaczenie. Zaprojektowaliśmy rozwiązanie, które nie tylko spełnia te wymagania, ale czyni to w sposób elegancki, lekki i dostępny.

1.1 Czym jest LoRaptor?

LoRaptor to innowacyjny system komunikacji bezprzewodowej, który umożliwia wymianę danych pomiędzy urządzeniami mobilnymi — takimi jak smartfony, tablety czy komputery — bez potrzeby korzystania z Wi-Fi, Internetu ani sieci komórkowych. To rozwiązanie skierowane jest przede wszystkim do osób i środowisk, które potrzebują niezawodnej łączności na dużą odległość, bez zależności od zewnętrznej infrastruktury. System składa się z trzech głównych komponentów:

- Moduł elektroniczny, który można podłączyć bezpośrednio do urządzenia użytkownika (np. przez USB-C);
- Aplikacja mobilna, umożliwiająca intuicyjne sterowanie, wysyłanie i odbieranie wiadomości;
- Biblioteka programistyczna, pozwalająca w prosty sposób definiować i obsługiwać komendy systemowe;

Dzięki tym elementom, LoRaptor tworzy ekosystem, który działa niezależnie od infrastruktury zewnętrznej.

„To narzędzie, które pozwala pozostać w kontakcie — zawsze, wszędzie i bez ograniczeń.”

1.2 Cele, założenia i zastosowania

LoRaptor to projekt powstały z potrzeby zapewnienia niezależnej komunikacji bezprzewodowej w sytuacjach, gdzie tradycyjne sieci zawodzą — w terenie, w warunkach kryzysowych, podczas biwaków, wypraw czy gier terenowych. Naszym celem było stworzenie lekkiego, energooszczędnego urządzenia, które:

- umożliwia komunikację bez potrzeby dostępu do Wi-Fi, GSM czy Internetu,
- tworzy dynamiczną sieć mesh opartą na technologii LoRa,
- działa intuicyjnie i bez konfiguracji sieciowej,
- współpracuje z aplikacją mobilną oraz terminalem CLI,
- może pełnić rolę płytki deweloperskiej.

Główne zastosowania LoRaptora:

- komunikacja awaryjna i terenowa,
- działania survivalowe i gry outdoorowe,
- projekty edukacyjne, hobbystyczne i IoT,
- eksperymenty z sieciami bezprzewodowymi i protokołem LoRa.

Dzięki prostej budowie, łatwej integracji oraz dużej elastyczności, LoRaptor stanowi solidne narzędzie zarówno dla użytkowników końcowych, jak i dla twórców rozwiązań technologicznych.

1.3 Off the grid, on the mesh - co to znaczy?

Hasło „**Off the grid**” odnosi się do działania poza tradycyjną infrastrukturą sieciową — bez dostępu do Wi-Fi, sieci komórkowej, internetu czy zasilania z sieci energetycznej. To stan całkowitej niezależności od zewnętrznych systemów.

Z kolei „**On the mesh**” wskazuje na działanie w ramach sieci mesh, czyli samodzielnie organizującej się sieci urządzeń, które komunikują się między sobą bez centralnego punktu. Topologia siatki (mesh) oznacza, że każde urządzenie może przekazywać dane do wielu innych urządzeń, tworząc elastyczną strukturę o wielu możliwych ścieżkach komunikacji, co zwiększa odporność sieci na awarie poszczególnych węzłów oraz zwiększa jej zasięg.

„Bez internetu, bez zasięgu, bez problemu — bo nasza sieć działa sama.”

To idealne podsumowanie idei LoRaptora:

- Urządzenia działają tam, gdzie nie ma infrastruktury,
- Tworzą własną, inteligentną i odporną sieć mesh,
- Pozwalają na komunikację prawie wszędzie — niezależnie od warunków.

OFF THE GRID
ON THE MESH

1.4 Przebieg pracy

Pomysł stworzenia systemu niezależnej komunikacji LoRa pojawił się na początku 2024 roku jako odpowiedź na rosnące zapotrzebowanie na niezależne, bezpieczne i funkcjonalne rozwiązania komunikacyjne. Inspiracją były zarówno projekty open-source, jak i własne doświadczenia z pracy w terenie oraz zamiłowanie do mikrokontrolerów ESP32.

Początkowo projekt istniał wyłącznie jako koncepcja. W połowie 2024 roku rozpoczęły się pierwsze konkretne działania:

Faza I — Eksperymenty i testy podstawowe

- Testy zasięgu modułów LoRa (RA-02) i wybór parametrów urządzenia.
- Pierwsze połączenia ESP32 z LoRa za pomocą interfejsu SPI.
- Próby z bibliotekami Arduino i eksperymenty z transmisją tekstu.

Faza II — Budowa sprzętu

- Projekt i montaż płytki PCB z modułem ESP32-S3-MINI-1.
- Zintegrowanie diody RGB i złącz USB-C.
- Testy zasilania i eliminacja zakłóceń w komunikacji.

Faza III — Rozwój oprogramowania

- Stworzenie własnej biblioteki do obsługi wiersza poleceń — RaptorCLI.
- Wykorzystanie biblioteki LoRaMesher jako podstawy do komunikacji mesh.
- Opracowanie kompresji wiadomości za pomocą algorytmu SMAZ i szyfrowania AES (sprzętowe).
- Integracja komunikacji BLE oraz USB CDC.

Faza IV — Aplikacja mobilna

- Zaprojektowanie aplikacji RaptChat w języku Dart (Flutter).
- Obsługa połączeń przez BLE i USB z widokiem czatu.
- Testy interfejsu użytkownika i poprawa responsywności.

Faza V — Integracja i testy końcowe

- Połączenie wszystkich modułów sprzętowych i programowych w spójną całość.
- Testy funkcjonalne w warunkach zbliżonych do rzeczywistych.
- Projekt i wydruk obudowy 3D z litofanem (oknem sygnalizacyjnym).

Od pomysłu do wykonania minął ponad rok — od pierwszych szkiców i prób z przewodami na płytce stykowej, aż po działające urządzenie w obudowie, gotowe do pracy w terenie. Dziś, w marcu 2025 roku, LoRaptor stanowi w pełni działający prototyp, który spełnia założone cele i może być dalej rozwijany.