Politechnika Gdańska

Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki

Sprawozdanie z przedmiotu:

Projektowanie Oprogramowania Systemów – 2025

Prowadzący: Bartłomiej Dec

Temat projektu:

System monitorowania parametrów pojazdu oparty o interfejs OBD-II

Autor: Bartłomiej Jaworski

Nr indeksu: 188820

E-mail: s188820@student.pg.edu.pl

Streszczenie:
Projekt „System monitorowania parametrów pojazdu oparty o interfejs OBD-II” miał na celu stworzenie funkcjonalnego systemu diagnostyczno-monitorującego, umożliwiającego kierowcy lub serwisantowi bieżący dostęp do kluczowych danych eksploatacyjnych pojazdu w czasie rzeczywistym. System bazuje na mikrokontrolerze ESP32, który komunikuje się z komputerem pokładowym auta za pośrednictwem interfejsu OBD-II z wykorzystaniem modułu ELM327 (Bluetooth).

Rozwiązanie umożliwia odczyt takich parametrów jak: prędkość pojazdu, obroty silnika (RPM), temperatura cieczy chłodzącej, napięcie akumulatora, aktualne zużycie paliwa oraz zapamiętane przez sterownik błędy diagnostyczne (DTC – Diagnostic Trouble Codes). Odczytywane dane są następnie przesyłane bezprzewodowo do aplikacji desktopowej stworzonej w języku Python z wykorzystaniem biblioteki PyQt5, która odpowiada za prezentację informacji użytkownikowi. Interfejs graficzny aplikacji umożliwia:

- wyświetlanie parametrów w czasie rzeczywistym w formie wykresów i wskaźników cyfrowych,
- rejestrację danych do plików .csv (do późniejszej analizy),
- generowanie alertów przy przekroczeniu ustalonych progów (np. zbyt wysoka temperatura silnika),
- przeglądanie oraz kasowanie kodów błędów DTC.

System został zaprojektowany z myślą o łatwej rozbudowie – przewidziano możliwość dodania modułu GPS (do logowania trasy), integracji z usługami chmurowymi (np. wysyłka danych na serwer) oraz funkcji analizy stylu jazdy (na podstawie przeciążeń i prędkości).

Podczas realizacji projektu wykonano pełną analizę wymagań funkcjonalnych i niefunkcjonalnych, zaprojektowano architekturę komunikacji bezprzewodowej, a następnie wdrożono i przetestowano kluczowe komponenty systemu w warunkach rzeczywistej eksploatacji. Szczególną uwagę poświęcono zapewnieniu stabilności połączenia Bluetooth oraz intuicyjności interfejsu użytkownika. Projekt stanowi praktyczne i rozszerzalne narzędzie wspierające diagnostykę i zarządzanie eksploatacją pojazdu, skierowane zarówno do użytkowników indywidualnych, jak i serwisów technicznych.

Gdańsk, czerwiec 2025

1. Identyfikacja, specyfikacja, opis

1.1. Klient i użytkownicy końcowi

- **Klient:** osoba lub podmiot zainteresowany poprawą diagnostyki technicznej pojazdów oraz efektywniejszym zarządzaniem danymi eksploatacyjnymi. Mogą to być: właściciele warsztatów samochodowych i serwisów technicznych, firmy flotowe.
- **Użytkownicy końcowi:** każda osoba, która chce uzyskać dostęp do aktualnych informacji o stanie technicznym swojego pojazdu. W szczególności: kierowcy indywidualni, mechanicy i diagności, operatorzy flot pojazdów, inżynierowie testujący pojazdy

1.2 Wymagania funkcjonalne

- system musi nawiązywać bezprzewodową komunikację z interfejsem OBD-II pojazdu (np. przez Bluetooth),
- system musi cyklicznie odczytywać dane diagnostyczne z komputera pokładowego pojazdu,
- system musi odczytywać podstawowe parametry pojazdu, takie jak:
  - prędkość pojazdu,
  - obroty silnika (RPM),
  - temperatura cieczy chłodzącej,
  - napięcie akumulatora,
  - poziom obciążenia silnika,
  - kody usterek DTC (Diagnostic Trouble Codes),
- system musi przesyłać zebrane dane do aplikacji desktopowej (lub webowej) w czasie rzeczywistym,
- aplikacja użytkownika musi wyświetlać dane w formie czytelnych wskaźników i wykresów,
- użytkownik musi mieć możliwość rozpoczęcia i zatrzymania monitorowania w dowolnym momencie,
- użytkownik musi mieć możliwość zapisania odczytanych danych do pliku (.csv lub .json),
- aplikacja musi umożliwiać przeglądanie historii zapisanych danych,
- aplikacja musi umożliwiać wykrycie i wyświetlenie aktywnych kodów błędów (DTC),
- użytkownik musi mieć możliwość kasowania kodów usterek,
- system musi generować powiadomienia przy przekroczeniu ustalonych progów parametrów (np. zbyt wysoka temperatura silnika),
- system musi działać poprawnie po podłączeniu do różnych modeli pojazdów zgodnych z OBD-II,
- system musi informować o utracie połączenia z interfejsem OBD-II.

1.3 Wymagania poza funkcjonalne

- System musi zapewniać stabilną i ciągłą pracę podczas monitorowania parametrów pojazdu. Przerwy w komunikacji powinny być wykrywane automatycznie, a aplikacja musi próbować wznowić połączenie z interfejsem OBD-II bez konieczności restartu.
- System powinien być w stanie przetwarzać dane w czasie rzeczywistym z częstotliwością co najmniej 1 pomiar na sekundę bez opóźnień w interfejsie graficznym.
- Interfejs graficzny aplikacji musi być czytelny i intuicyjny również dla użytkowników bez wiedzy technicznej.

- Aplikacja powinna być możliwa do uruchomienia na systemach Windows oraz Linux
- Komunikacja Bluetooth z interfejsem OBD-II powinna być chroniona przed nieautoryzowanym dostępem.
- System powinien być zaprojektowany w sposób umożliwiający łatwą rozbudowę o dodatkowe moduły.
- System musi umożliwiać łatwe testowanie poszczególnych komponentów

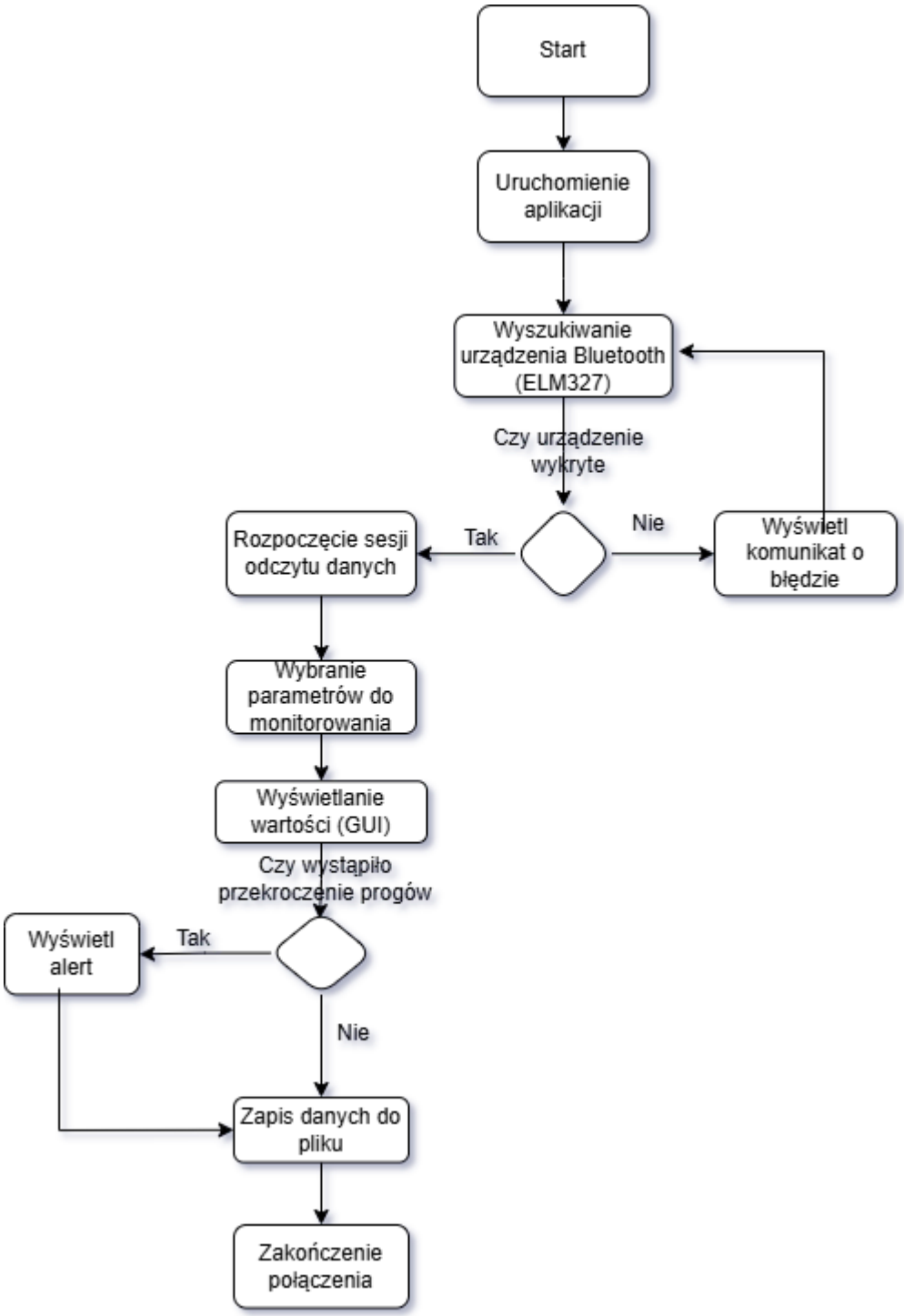
1.4. Scenariusze użycia

- **Uruchomienie systemu i nawiązanie połączenia z pojazdem:** Użytkownik uruchamia aplikację na komputerze lub laptopie. System automatycznie wyszukuje dostępne urządzenia Bluetooth i proponuje połączenie z modułem ELM327 podłączonym do gniazda OBD-II pojazdu. Po pomyślnym połączeniu użytkownik przechodzi do panelu monitorowania.
- **Bieżący odczyt i wizualizacja danych z pojazdu:** Użytkownik klika „Start monitorowania". Aplikacja rozpoczyna cykliczny odczyt danych z pojazdu i prezentuje je w interfejsie w formie cyfrowych wskaźników oraz wykresów czasowych**.**
- **Wykrycie i wyświetlenie kodów błędów (DTC):** Użytkownik wybiera z menu opcję „Diagnostyka". System wysyła zapytanie do ECU i odczytuje aktualnie zapisane kody błędów. Otrzymane kody są tłumaczone na czytelne komunikaty i prezentowane w interfejsie.
- **Powiadomienie o przekroczeniu wartości krytycznych:** Podczas jazdy temperatura cieczy chłodzącej przekracza wartość graniczną (np. 100°C). System natychmiast wyświetla ostrzeżenie w interfejsie.
- **Eksport danych do pliku:** Podczas jazdy użytkownik aktywuje rejestrowanie danych. Aplikacja zapisuje wszystkie odczytane wartości do pliku .csv wraz ze znacznikami czasu. Po zakończeniu jazdy użytkownik zatrzymuje rejestrację i zapisuje dane lokalnie.

1.5. Specyfikacja funkcjonalna

- Odczyt podstawowych parametrów pojazdu (PID) przez interfejs OBD-II przy użyciu modułu ELM327 Bluetooth.
- Komunikacja bezprzewodowa z komputerem PC/laptopem za pomocą Bluetooth.
- Prezentacja danych w czasie rzeczywistym w aplikacji desktopowej z graficznym interfejsem użytkownika.
- Wyświetlanie wybranych parametrów w formie cyfrowych wskaźników oraz wykresów.
- Odczyt i interpretacja kodów usterek (DTC) z jednostki sterującej pojazdu (ECU).
- Możliwość ręcznego kasowania kodów błędów z poziomu interfejsu użytkownika.
- Zapis danych diagnostycznych oraz sesji pomiarowej do pliku CSV na dysku lokalnym.
- Moduł powiadomień wizualnych i dźwiękowych w przypadku przekroczenia ustalonych progów krytycznych (np. temperatura silnika > 100°C).
- Obsługa pojazdów zgodnych ze standardem OBD-II (normy ISO 9141, ISO 15765 CAN i inne).

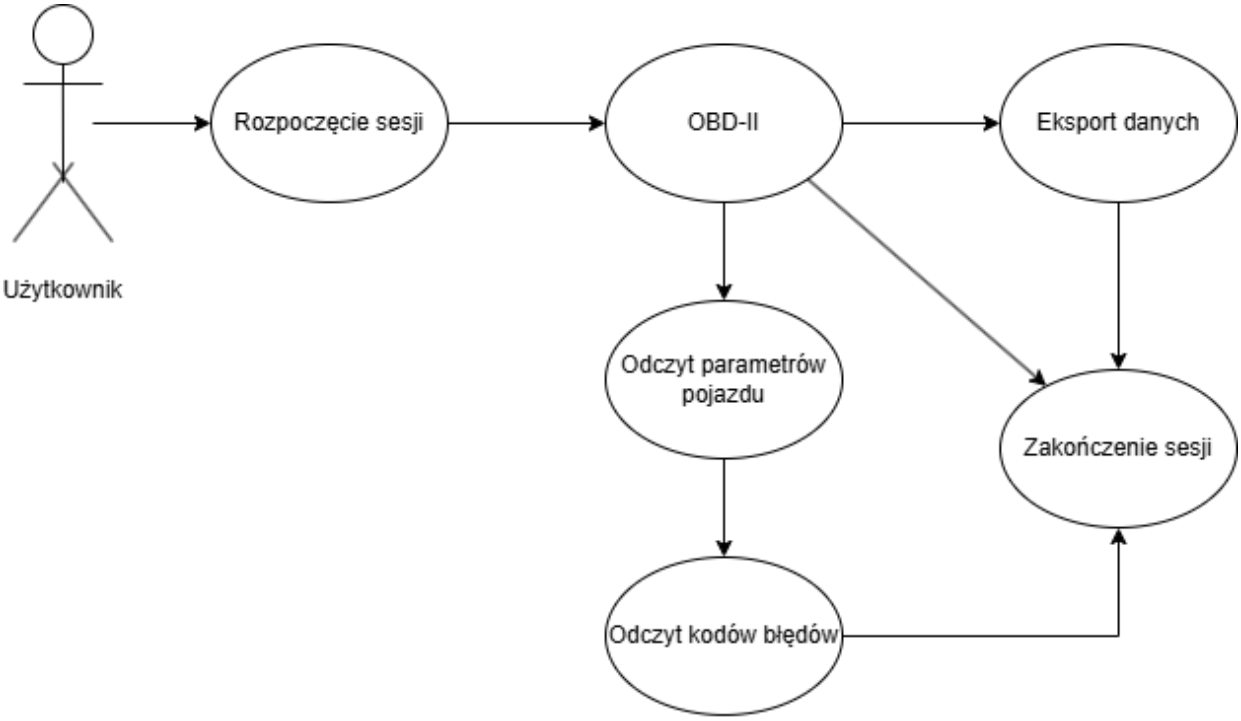
1.6. Diagram UML aktywności



Opis: Diagram aktywności przedstawia przebieg działania systemu monitorowania parametrów pojazdu, od momentu uruchomienia aplikacji przez użytkownika, aż do zakończenia sesji diagnostycznej. Obrazuje on kolejność wykonywania operacji oraz decyzje podejmowane przez system i użytkownika w trakcie działania aplikacji. Proces rozpoczyna się od uruchomienia aplikacji diagnostycznej, która następnie przeprowadza automatyczne wyszukiwanie interfejsu OBD-II (np. ELM327) przez Bluetooth. W przypadku niepowodzenia (brak urządzenia w zasięgu lub problem z połączeniem), użytkownik otrzymuje komunikat błędu. Jeśli połączenie zostanie nawiązane pomyślnie, system wysyła komendy inicjalizujące

komunikację z modułem OBD-II i przechodzi do kolejnego kroku – wyboru parametrów pojazdu do monitorowania. Użytkownik może określić, które dane mają być odczytywane (np. obroty silnika, temperatura płynu chłodzącego, prędkość pojazdu). Po rozpoczęciu sesji aplikacja przechodzi w tryb cyklicznego pobierania danych z jednostki sterującej pojazdu (ECU). Otrzymywane dane są natychmiast prezentowane w graficznym interfejsie użytkownika (GUI) w formie liczników i wykresów. Dodatkowo system na bieżąco analizuje dane pod kątem przekroczenia zadanych progów alarmowych (np. zbyt wysoka temperatura). W przypadku wykrycia nieprawidłowości, użytkownik otrzymuje wizualne i/lub dźwiękowe ostrzeżenie. Cykl pomiaru i analizy powtarza się do momentu, aż użytkownik zdecyduje się zakończyć sesję diagnostyczną. Po jej zakończeniu system dokonuje zapisu zgromadzonych danych do pliku CSV, zrywa połączenie z interfejsem Bluetooth i kończy działanie aplikacji.

1.7. Diagram UML przypadków użycia



2. Repozytorium, podział pracy, środowisko

2.1. Repozytorium i odpowiedzialności

- Repozytorium: GitHub, projekt: System-monitorowania-parametrów-pojazdu
- Osoba odpowiedzialna za repozytorium: Bartłomiej Jaworski

2.2. Struktura repozytorium

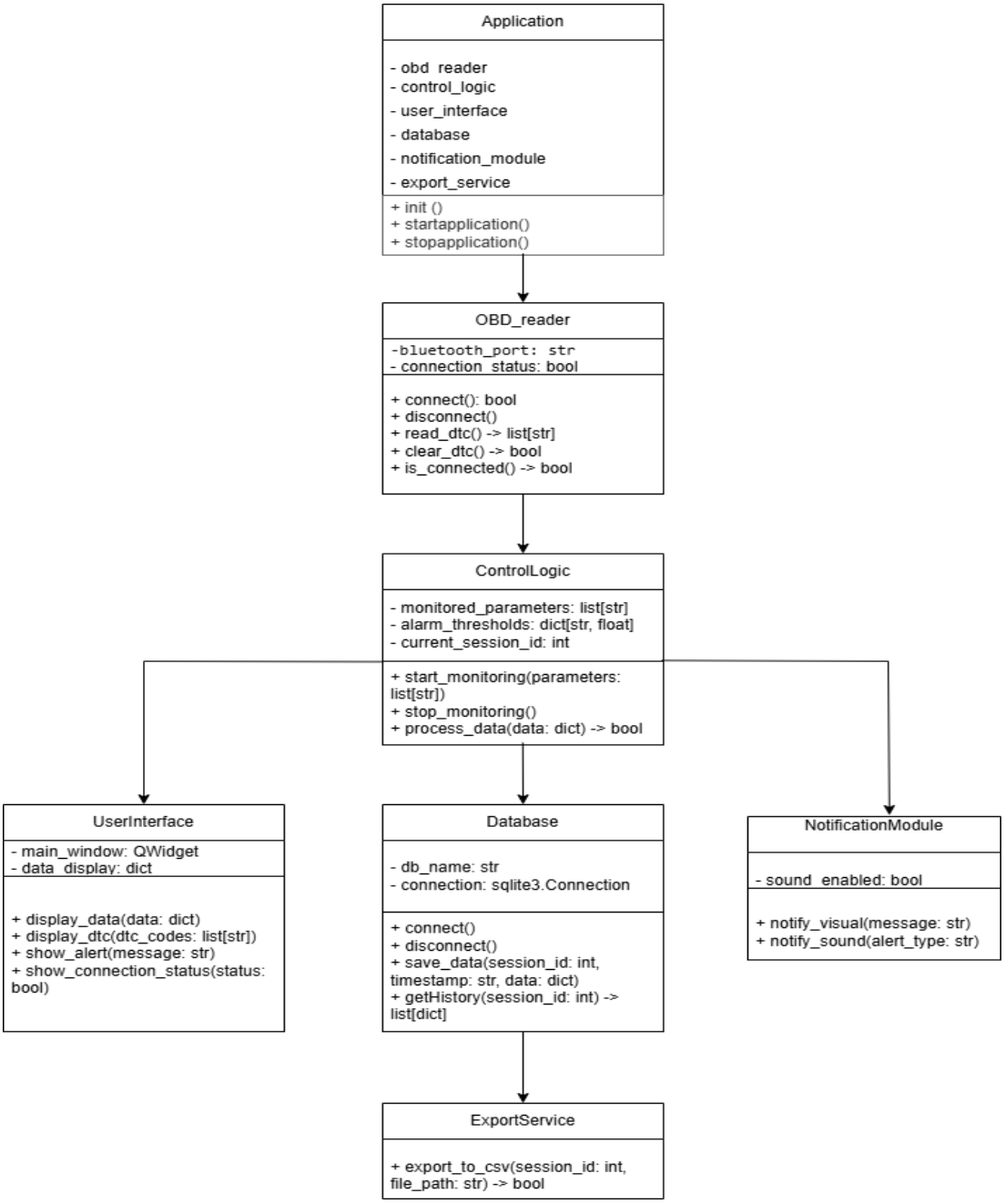
- /docs – dokumentacja projektowa i techniczna
- /src – kod źródłowy backendu (Python 3)
- /gui – frontend aplikacji użytkownika (React)
- /tests – testy jednostkowe i integracyjne
- /diagrams – diagramy UML i schematy architektury
- /data – pliki eksportu (CSV), logi sesji

2.3. Technologie

- Platforma sprzętowa - komputer z systemem Linux (np. Raspberry Pi, laptop z Bluetooth)
- System operacyjny - Raspberry Pi OS 2025 / Ubuntu 22.04 LTS
- Język programowania - Python 3.12
- Baza danych - SQLite
- Moduł komunikacyjny – Bluetooth
- Protokół diagnostyczny: OBD-II
- Format eksportu danych – CSV

3. Model UML aplikacji, biblioteki, specyfikacja techniczna, harmonogram prac

3.1. Model UML aplikacji



Opis klas:

- Application - główna klasa aplikacji, która inicjuje system i zarządza jego cyklem życia.
- OBD_reader - odpowiedzialna za komunikację z interfejsem OBD-II (ELM327) i odczyt danych.
- ControlLogic - zawiera, przetwarzanie danych, detekcję progów i zarządzanie sesjami.
- Database - zarządzaja przechowywaniem i pobieraniem danych z bazy SQLite.
- UserInterface - reprezentuje graficzny interfejs użytkownika (GUI), odpowiedzialna za prezentację danych i interakcje z użytkownikiem.
- NotificationModule - odpowiedzialna za generowanie wizualnych i dźwiękowych powiadomień.
- ExportService- służy do eksportowania zarejestrowanych danych do plików CSV.

3.2. Wykorzystanie bibliotek, aplikacji, osprzętu

- Język programowania: Python 3.12
- Biblioteka GUI: PyQt5
- Biblioteka python-OBD
- PyBluez do komunikacji Bluetooth
- Moduł ELM327 (Bluetooth)
- Komputer z systemem Linux
- Mikrokontroler ESP32

3.3. Specyfikacja techniczna funkcji

- Funkcja Odczytu Parametrów: Cyklicznie co 1 sekundę, odczyt PIDów (prędkość, RPM, temp. cieczy, napięcie aku., obciążenie silnika), obsługa utraty połączenia.
- Funkcja Zarządzania DTC: Odczyt, interpretacja i kasowanie kodów błędów DTC na żądanie użytkownika.
- Funkcja Prezentacji Danych: Wyświetlanie parametrów w czasie rzeczywistym w GUI (PyQt5) w formie wskaźników cyfrowych i wykresów.
- Funkcja Rejestracji i Eksportu: Zapis danych sesji do SQLite3 i eksport do plików CSV ze znacznikami czasu.
- Funkcja Powiadomień: Generowanie wizualnych i dźwiękowych alertów przy przekroczeniu konfigurowalnych progów parametrów.

3.4. Harmonogram prac

Etap	Data rozpoczęcia	Data zakończenia
Analiza wymagań	2025-04-01	2025-04-07
Projektowanie UML	2025-04-08	2025-04-18
Implementacja backendu	2025-04-19	2025-04-30
Implementacja frontendu	2025-05-01	2025-05-15
Integracja i testy	2025-05-16	2025-05-31
Dokumentacja i raport	2025-06-01	2025-06-30

4. Dokumentacja, kod, zależności w systemie

4.1. Dokumentacja API

(Załącznik: api_docs.html – wygenerowane przez Sphinx)
Opis dostępnych endpointów REST API:

- /api/data/current – zwraca aktualne dane diagnostyczne (prędkość, RPM, temperatura, napięcie itp.)
- /api/data/history – zwraca dane zarejestrowane w danym przedziale czasowym (z bazy SQLite)
- /api/dtc/read – odczytuje bieżące kody błędów DTC z ECU
- /api/dtc/clear – kasuje zapisane błędy z ECU pojazdu
- /api/alerts/status – zwraca informacje o aktywnych alertach przekroczenia progów
- /api/session/start – inicjuje nową sesję diagnostyczną
- /api/session/stop – kończy aktywną sesję i zapisuje dane

4.2. Komentarze na schematach

- Diagram podłączenia modułu ESP32 z interfejsem ELM327 (Bluetooth): opisane linie transmisji UART, zasilanie 3.3V, masa (GND)
- Schemat komunikacji ESP32 ↔ ECU ↔ PC: zaznaczone kanały danych (Bluetooth, OBD-II, USB/Serial)
- Schemat blokowy przepływu danych: odczyt PID → analiza danych → GUI → zapis do bazy/eksport

4.3. Dokumentacja HTML z kodu

• Dokumentacja techniczna generowana automatycznie przy użyciu biblioteki Sphinx

5. Testowanie systemu

5.1. Podstawowy zestaw testów funkcjonalnych

- Test poprawności odczytu danych z ECU poprzez interfejs ELM327 (prędkość, obroty, temperatura silnika, napięcie akumulatora)
- test wykrywania i poprawnego wyświetlania kodów błędów DTC
- Test reakcji systemu na błędy – pojawienie się powiadomienia w interfejsie użytkownika
- Test działania interfejsu webowego (panel diagnostyczny, historia pomiarów, eksport danych)
- Test zapisu i odczytu danych z lokalnej bazy SQLite

5.2. Dodatkowa metoda testowania

- Testy integracyjne z użyciem symulatora ECU – sprawdzenie poprawności odczytu danych z symulowanego źródła
- Symulacja awarii łącza Bluetooth – test stabilności i powrotu po rozłączeniu

5.3. Testy jednostkowe

- Testy działania logiki sesji
- Testy funkcji przetwarzania danych OBD-II

6. Zdjęcia prototypu, zrzut ekranu GUI aplikacji, raport testowy

-Zrzut ekrany z wyglądu aplikacji komputerowej

7. Wnioski i podsumowanie

Zaprojektowany system spełnia założone wymagania – umożliwia odczyt podstawowych parametrów pojazdu w czasie rzeczywistym, wykrywanie i interpretację kodów błędów OBD-II oraz prezentację danych w przejrzystym interfejsie webowym. Wykorzystanie Raspberry Pi oraz modułu ELM327 zapewniło niski koszt budowy oraz elastyczność w zakresie rozbudowy funkcjonalności. Modularna architektura pozwala na łatwe dodanie nowych PID-ów, obsługę większej liczby pojazdów czy eksport danych do chmury

Link do GitHub: https://github.com/188820/System-monitorowania-parametr-w-pojazdu-/tree/main/%E2%80%A2%09