



System monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu

PIOTR ADAMOWSKI, ADAM ROSIŃSKI

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych
ul. gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa,
piotr.adamowski@student.wat.edu.pl, adam.rosinski@wat.edu.pl

Streszczenie. Pojazd pozostawiony na parkingu może być celem potencjalnej kradzieży lub uszkodzenia. Aby właściciel miał informację o stanie, w jakim jego pojazd się znajduje, konieczne jest zastosowanie odpowiednich środków ochrony. Dlatego opracowano autorski system monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu. Aby uzyskać odpowiednią informację o stanie zabezpieczonego pojazdu, został wykonany demonstrator systemu. Umożliwia on monitorowanie następujących parametrów: nachylenia pojazdu (wiążącego się na przykład z podniesieniem samochodu w celu umieszczenia go na lawecie), chwilowego przyspieszenia pojazdu (wiążącego się na przykład ze stłuczką na parkingu), lokalizacji GPS (wiąże się z przemieszczeniem pojazdu względem ustalonej pozycji), temperatury oraz wilgotności. Ponadto monitorowany jest ruch w pojeździe poprzez pasywną czujkę podczerwieni, stan drzwi (otwarte/zamknięte) poprzez kontaktrony oraz stężenie gazu (LPG, propan-butan) za pomocą czujnika gazu. Informacje o czujnikach pojazdu są wysyłane użytkownikowi w postaci wiadomości SMS zarówno na żądanie użytkownika, jak i w postaci alarmu. Zaprojektowany system monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu jest rozwiązaniem, które umożliwia użytkownikowi zarówno korzystanie, jak i dodawanie nowych przydatnych funkcjonalności. Możliwe jest też dodanie kolejnych czujników, a także rozbudowa o innowacyjne funkcje (np. kontrola dostępu). Skutkuje to zwiększeniem poczucia bezpieczeństwa użytkownika dotyczącego jego pojazdu.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, system, pojazd, czujniki

DOI: 10.5604/01.3001.0016.2813

1. Wprowadzenie

Pojazd pozostawiony na niestrzeżonym parkingu może być celem potencjalnej kradzieży. Aby właściciel pojazdu miał informację o stanie, w jakim znajduje się jego pojazd, zaprojektowano i wykonano autorski system monitorowania stanu jego bezpieczeństwa. Umożliwia on obserwację takich parametrów jak: nachylenie pojazdu (wiążące się na przykład z podniesieniem samochodu w celu umieszczenia go na lawecie), chwilowe przyspieszenie pojazdu (wiążące się na przykład ze stłuczką na parkingu), lokalizacja GPS (ang. *Global Positioning System*) (wiążąca się z przemieszczeniem pojazdu względem ustalonej pozycji), temperatura oraz wilgotność (przykładowo kiedy właściciel pojazdu chce zostawić na pewien czas swoje zwierzę w samochodzie i chce mieć pewność, że temperatura nie przekroczy danej wartości). Ponadto poprzez czujkę PIR monitorowany jest ruch w pojeździe, poprzez kontaktrony stan drzwi (otwarte/zamknięte), a także dzięki czujnikowi gazu jego stężenie (LPG — ang. *liquefied petroleum gas*, propan-butan).

2. Charakterystyka systemów monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu

Pojazdy przez wiele lat przechodziły liczne zmiany i usprawnienia związane zarówno z bezpieczeństwem pasażerów, jak i zabezpieczeniem przed dostępem osób niepowołanych. Pierwotnie głównym zabezpieczeniem było mechaniczne uniemożliwienie osobie niepowołanej dostępu do pojazdu, np. stosowane w drzwiach zamki. Jedynie osoba posiadająca odpowiedni klucz mogła dostać się do wnętrza. W celu otwarcenia wszystkich drzwi jednocześnie po przekręceniu klucza w zamku zaczęto stosować tzw. centralny zamek. Przy pomocy siłowników oraz odpowiedniego okablowania możliwe jest jednoczesne otwarcie wszystkich drzwi pojazdu [6].

Mechaniczne metody zabezpieczeń mają jedną zasadniczą wadę — nie pozwalają na monitorowanie, czy ktoś aktualnie próbuje je unieszkodliwić. W tym celu zaczęto wykorzystywać elektroniczne technologie zabezpieczeń — alarmy oraz immobilisery. Najprostszy alarm składa się z trzech modułów funkcjonalnych — czujnika ruchu, kontaktronu oraz kontrolera, który włączy domyślnie zamontowany w pojeździe sygnał dźwiękowy (klakson) oraz świetlny (światła awaryjne). W przypadku włamania do pojazdu wyposażonego w taki system właściciel może usłyszeć bądź zobaczyć, że ktoś próbuje naruszyć strefę wewnątrz pojazdu, a więc w skuteczny sposób określić, że wystąpiło zagrożenie.

Nowoczesne elektroniczne technologie zabezpieczeń pozwalają na akwizycję różnych danych i przetworzenie ich na sygnały elektryczne, które następnie mogą być interpretowane przez mikrokontroler w celu wywołania alarmu. Najczęściej stosowanymi w samochodach czujnikami są czujniki ruchu. Są one w stanie zweryfikować,

czy wewnątrz kabiny pojazdu znajduje się osoba niepowołana. Zazwyczaj montowane są w okolicy słupków przy szybie przedniej po obydwu stronach i skierowane do wewnątrz kabiny, tak aby zminimalizować szansę wystąpienia fałszywych alarmów spowodowanych ruchem w bezpośrednim otoczeniu pojazdu.

Czujniki ruchu możemy podzielić na dwie kategorie, pasywne oraz aktywne. Do pasywnych należą między innymi pasywne czujki podczerwieni, zaś do aktywnych np. czujki mikrofalowe oraz czujki ultradźwiękowe [1]. Obok czujek ruchu stosowane są kontaktrony, które umożliwiają detekcję stanu otwarcia drzwi. Część z wymienionych rozwiązań została zastosowana w autorskim projekcie systemu monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu.

Pasywne czujki podczerwieni są najczęściej stosowane w systemach sygnalizacji włamania i napadu. Zasada ich działania polega na wykryciu zmiany promieniowania podczerwonego z zakresu dalekiej podczerwieni (od 8 do 12 μm) przez czujnik piroelektryczny — czujka taka sama nie emituje energii, stąd określenie pasywna. Każdy obiekt z temperaturą wyższą od zera bezwzględnej emituje fale podczerwone, a więc w stanie ustalonym, gdy nie ma nagłej zmiany temperatury, emisja ta będzie na stałym poziomie. Gdy w polu detekcji takiego czujnika pojawi się obiekt o innej temperaturze, nastąpi detekcja zmiany temperatury.

Drugim typem czujek ruchu są czujki mikrofalowe. Zasada ich działania opiera się na efekcie Dopplera. Jest to zjawisko polegające na powstawaniu różnicy częstotliwości fali nadawanej przez poruszające się źródło oraz fali odbieranej przez statycznego obserwatora. Występuje również, gdy to obserwator się porusza, a źródło sygnału jest statyczne.

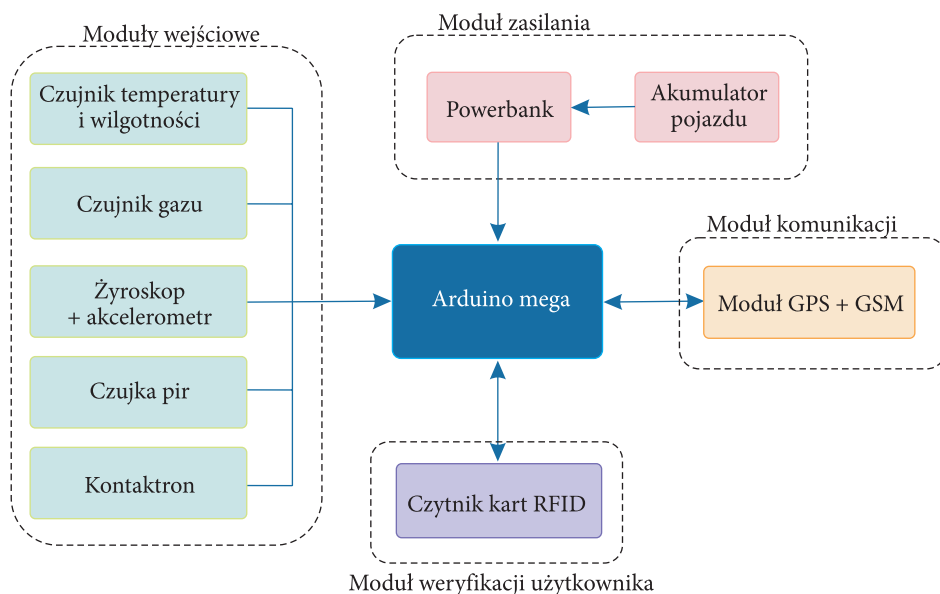
Kontaktron to podstawowa czujka magnetyczna. Pozwala na określenie, czy drzwi pojazdu są otwarte, czy zamknięte. Jego podstawowym elementem jest zestyk przekaźnika kontaktronowego. Zazwyczaj element czynny kontaktronu składa się ze szklanej bańki, w której panuje próżnia bądź znajduje się gaz obojętny, zatopione są w niej styki z materiału będącego ferromagnetykiem. Jest to istotne, gdyż zasada zwierania i rozwierania kontaktronu oparta jest właśnie na magnetyzmie. Pod wpływem odpowiedniego pola magnetycznego w stykach następuje samoindukacja pola magnetycznego, dzięki czemu przyciągają się one do siebie i zwierają. Taki kontaktron nazywamy NO (ang. *normal open*), gdyż w stanie normalnym jest rozarty, a pod wpływem pola magnetycznego zwierają się. Są również kontaktrony NC (ang. *normal closed*), które zachowują się w odwrotny sposób — pod wpływem pola magnetycznego zestyki się rozwierają.

Do pomiaru orientacji przestrzennej wykorzystywany jest żyroskop. Może on określić pozycję, w jakiej znajduje się układ względem Ziemi. Akcelerometr natomiast to urządzenie mierzące chwilowe przyspieszenie. W warunkach stacjonarnych chwilowe przyspieszenie wynosi 1 g ($9,81 \text{ m/s}^2$) i jest skierowane pionowo do dołu (w kierunku środka masy Ziemi), a przyspieszenia w innych osiach wynoszą 0 g.

3. Projekt i wykonanie systemu monitorowania bezpieczeństwa pojazdu

Projekt składa się z modułów, które możemy podzielić ze względu na funkcjonalność:

- mikrokontroler (wybrano Arduino MEGA 2560) — odpowiedzialny za akwizycję, analizę i poprawną reprezentację wszystkich sygnałów wejściowych, a także generowanie sygnałów wyjściowych;
- moduły wejściowe — odpowiedzialne w większości za przetwarzanie wielkości fizycznych na wielkości elektryczne możliwe do detekcji przez mikrokontroler;
- moduł weryfikacji użytkownika — odpowiedzialny za autoryzację właściciela pojazdu, po której możliwe jest między innymi rozbrajanie oraz uzbrajanie alarmu;
- moduł do komunikacji — odpowiedzialny za transmisję informacji o stanie pojazdu przez wiadomości SMS (ang. *Short Message Service*) do właściciela. Moduł posiada kartę SIM (ang. *subscriber identity module*), a więc własny numer telefonu [3, 4].



Rys. 1. Schemat blokowy systemu monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu [5]

Praktyczna realizacja tego projektu polegała na stworzeniu demonstratora takiego systemu z wykorzystaniem wymienionych elementów i podłączeniu ich w odpowiedni sposób do mikrokontrolera. Następnie zaprogramowano mikrokontroler w taki sposób, aby zapewniał jak najwięcej funkcjonalności. Część modułów do poprawnego korzystania z nich wymaga zainstalowania dodatkowych bibliotek do Arduino.

Zaprojektowany system monitorowania bezpieczeństwa pojazdu posiada następujące funkcjonalności (rys. 1):

- wywołanie alarmu — jednoczesne wywołanie alarmu dźwiękowo-światelnego w pojeździe oraz wysłanie wiadomości SMS informującej właściciela o wystąpieniu konkretnego zagrożenia (wykrycie ruchu w pojeździe, rozwarcie kontaktronu, przechylenie pojazdu). Alarm występuje jedynie, gdy system jest uzbrojony;
- wysłanie powiadomienia — jednoczesne wywołanie alarmu dźwiękowo-światelnego w pojeździe oraz wysłanie wiadomości SMS informującej właściciela o zmiennych środowiskowych takich jak stężenie gazu LPG, temperatura czy wilgotność. Powiadomienia występują niezależnie od stanu uzbrojenia systemu;
- uzyskanie informacji o stanie pojazdu — po zadzwonieniu na numer telefonu systemu zostaje wysłana wiadomość zwrotna zawierająca kompletny wykaz stanu wszystkich czujników w pojeździe, a także lokalizację GPS, która jest odpowiednio sformatowana jako hiperłącze do internetowych map;
- rozbijanie i uzbrajanie alarmu — umożliwia użytkownikowi wyłączenie alarmu na czas korzystania z pojazdu oraz włączenie go, kiedy nie ma go w pojeździe.

Podstawowym elementem wykonawczym odpowiedzialnym za logikę działania całego systemu jest mikrokontroler. Mikrokontrolerem nazywamy układ scalony, który zawiera jednostkę obliczeniową zwaną CPU, pamięć podręczną RAM, pamięć programu Flash oraz różne układy wejścia-wyjścia. Płytkę mikrokontrolera bazuje na Arduino MEGA 2560 i wykorzystuje jako mikrokontroler układ ATmega 2560.

Istotnym elementem pozwalającym na detekcję oraz pomiar przyspieszeń w trzech osiach jest akcelerometr. Wybrany moduł ADXL345 jest cyfrowym trzosiowym akcelerometrem, który operuje w zakresie przyspieszeń od -16 g do 16 g, gdzie 1 g to przeciążenie działające w pionie na ciało znajdujące się w bezruchu na powierzchni Ziemi. Pozwala zarówno na pomiar przyspieszeń związanych z ruchem lub uderzeniem, jak i statycznych przyspieszeń, jak przyspieszenie grawitacyjne. Dzięki temu możemy wykorzystać to urządzenie jako detektor przechyłu.

Czujnik temperatury i wilgotności pozwala na pomiar obydwu tych wielkości fizycznych. Do projektu został wybrany model AM2301. Pozwala on na pomiar temperatury w zakresie od -40°C do $+80^{\circ}\text{C}$ z rozdzielczością $0,1^{\circ}\text{C}$ i dokładnością $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ oraz na pomiar wilgotności w zakresie od 0 do 100% RH z rozdzielczością 0,1% RH i dokładnością ± 1 RH (gdzie RH to względna wilgotność otoczenia). Układ ten można zasiląć napięciem od 3,3 do 5,5 V DC, a jego pobór prądu w czasie pracy wynosi 1,5 mA.

Czujka PIR (ang. *Passive Infra Red*) to pasywna czujka podczerwieni. Pozwala na detekcję ruchu poprzez bardzo precyzyjny pomiar docierającego do piroelementu promieniowania podczerwonego. Zastosowany model czujki PIR to HC-SR501. Można go zasiląć napięciem od 4,5 do 20 V DC.

Wykorzystanym w projekcie kontaktronem jest kontaktron CMD1263. Ma on wymiary 12×63 mm, a więc jest kompaktowy i można go zamontować w drzwiach pojazdu.

Czytnik kart RFID jest modułem umożliwiającym odczyt danych z urządzeń RFID na częstotliwości 13,56 MHz. Wybrany moduł opiera się na układzie RC522 i zasilany jest napięciem 3,3 V DC. Komunikacja między tym modułem a mikrokontrolerem następuje przez SPI. Posiada on również wbudowaną antenę (cewkę elektromagnetyczną) w celu dokładnego odczytu danych z karty, dzięki czemu zasięg wynosi około 4-5 cm. Etykiety RFID (w postaci kart czy pastylek) nie są zasilane aktywnie, a ich uruchomienie następuje podczas zbliżenia ich do czytnika RFID, który zawiera w sobie cewkę generującą pole elektromagnetyczne.

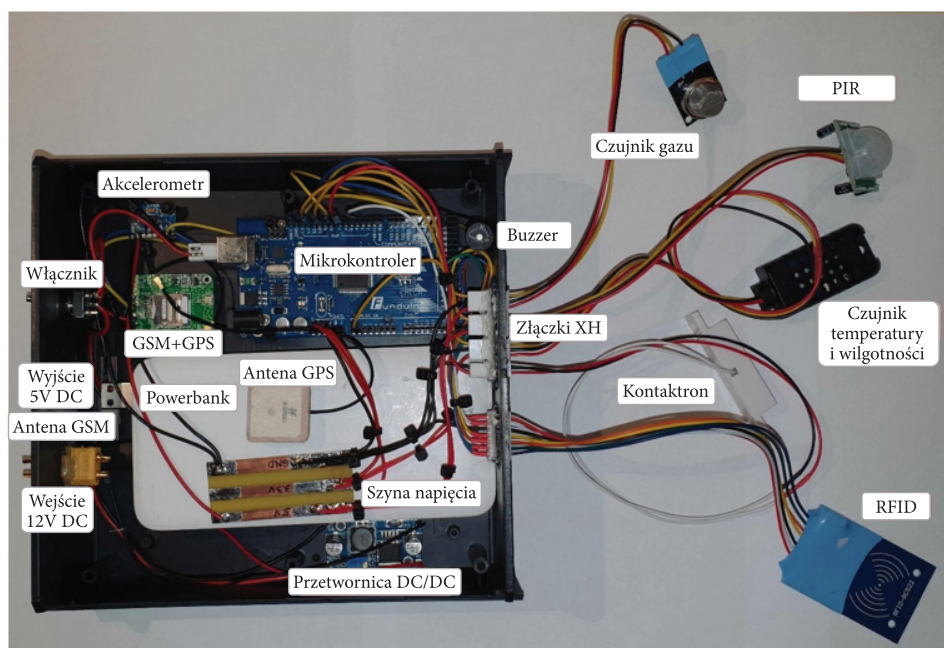
Wykorzystany w projekcie czujnik gazu to czujnik gazów łatwopalnych MQ-2. Jest to czujnik półprzewodnikowy oparty na dwutlenku cyny (SnO_2). Rezystancja tego materiału w czystym powietrzu jest wyższa. Natomiast gdy koncentracja wybranych gazów łatwopalnych wzrasta, jego rezystancja zaczyna gwałtownie maleć. Na podstawie zmiany rezystancji przy pomocy wejścia analogowego mikrokontrolera można wykrywać zmiany stężenia takich gazów.

Moduł SIM808 to kompletny czterozakresowy moduł GSM/GPRS, który wykorzystuje technologię GPS do nawigacji satelitarnej. Kompaktowa konstrukcja integruje GSM i GPS w technologii SMT i pozwala znacznie zaoszczędzić czas i koszty tworzenia aplikacji obsługujących GPS. Dzięki takiemu urządzeniu nie ma konieczności wykorzystywania dwóch oddzielnych modułów obsługujących GSM oraz GPS. W systemie użyto moduł BK-808 v2 firmy AND TECHNOLOGIES, który wykorzystuje SIM808.

Istotną częścią projektu jest jego właściwe zasilenie oraz umieszczenie w odpowiedniej obudowie. W celu zasilania wykorzystano powerbank o nominalnej pojemności 74 Wh (20 Ah przy napięciu 3,7 V DC). Ma on wystarczającą pojemność, aby system mógł działać z jego wykorzystaniem ponad dwa dni bez zewnętrznego ładowania. Istotną cechą tego konkretnego urządzenia jest to, że ma dużą wydajność prądową oraz dwa porty USB typu A. Z jednego z tych portów zasilany jest

mikrokontroler wraz ze wszystkimi podpiętymi do niego modułami oraz moduł GSM + GPS. Jako wejście do ładowania wyprowadzono regulowaną przetwornicę DC-DC, dzięki czemu możliwe jest osiągnięcie napięcia 5 V DC do ładowania baterii ze źródła 12 V DC, które zazwyczaj znajduje się w pojazdach w postaci akumulatora kwasowo-ołowiowego.

Cały system zasilany jest dzięki temu w sposób buforowy — akumulator w pojeździe zasila powerbank, zaś ten zasila cały system. Jedyną istotną wadą to fakt, że ten konkretny model podczas zaniku napięcia wejściowego wyłącza na chwilę swoje wyjścia, przez co przez ułamek sekundy system nie jest zasilany. Skutkuje to resetem systemu, lecz zaczyna on działać z powrotem tuż po takim incydencie.



Rys. 2. Wnętrze obudowy systemu [5]

Obudowa oraz okablowanie zostały wykonane w sposób kompaktowy. Aby zapewnić sprawny montaż, wykorzystano złącza XH. Zamontowano je w płycie czołowej obudowy. W celu minimalizacji ilości okablowania zastosowano wewnątrz obudowy szynę napięcia 3,3 V DC, 5 V DC oraz masy. Jest to zwykła płytka drukowana z trzema miedzianymi liniami, która została wytrawiona w roztworze nadsiarczanu sodu. Do szyny napięcia podpięte jest zasilanie z płytki Arduino oraz wszystkie wykorzystane czujniki. Oprócz zasilania istotny jest transfer danych z czujników (zarówno tych umieszczonych wewnątrz obudowy, jak i tych na zewnątrz), a przewody odpowiadające za tę funkcję zostały poprowadzone bezpośrednio do

złącz w płytce Arduino. Urządzenia zamontowane wewnątrz obudowy oprócz płytki Arduino, powerbanka i przetwornicy to moduł GSM oraz akcelerometr. Akcelerometr i płytka Arduino zostały zamocowane na odpowiednich dystansach przewierconych do spodu obudowy. Jest to szczególnie ważne w przypadku akcelerometru, aby mógł odpowiednio reagować na przyspieszenia pojawiające się w pojeździe (takie jak uderzenie bądź przechylenie).

Na rysunku 2 przedstawiono opracowany autorski demonstrator systemu monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu. Całkowicie wykorzystano przestrzeń dostępną w ramach obudowy, która ma wymiary $188 \times 197 \times 70$ mm. Można zatem stwierdzić, że system jest kompaktowy i bez większych trudności taką obudowę można zamontować na stałe w bagażniku samochodu. Oprócz obudowy widać także podłączone moduły zewnętrzne — od góry: czujnik gazu, PIR, czujnik temperatury i wilgotności, kontaktron oraz moduł RFID.

Oprócz poprawnego podłączenia wszystkich modułów do mikrokontrolera istotne jest ich odpowiednie oprogramowanie [2]. Kod programu został napisany w języku C z wykorzystaniem środowiska Arduino IDE w wersji 1.8.12.

Wywołany program dzieli się na dwa zasadnicze podprogramy — *setup* oraz *loop* — oraz procedury wspomagające. Przed nimi należało jednak wykonać import bibliotek obsługujących poszczególne moduły oraz zdefiniować piny, do których zostały one podpięte.

Wykorzystane biblioteki to:

- SPI.h — biblioteka obsługująca metodę szeregowego interfejsu urządzeń SPI,
- MFRC522.h — biblioteka obsługująca czytnik kart RFID,
- Wire.h — biblioteka obsługująca akcelerometr,
- StringSplitter.h — biblioteka obsługująca podział danych typu String, w celu odpowiedniego ich parsowania na potrzeby lokalizacji GPS,
- ADXL345.h — biblioteka obsługująca akcelerometr,
- Dht.h — biblioteka obsługująca czujnik temperatury.

Przed przystąpieniem do wykonania kodu zawartego w procedurze *setup* zadeklarowano wszystkie wykorzystywane zmienne globalne oraz zdefiniowano piny pod odpowiednie czujniki.

W podprogramie *setup* kod wykonywany jest jednokrotnie na początku uruchomienia programu i znajduje się w nim inicjalizacja wszystkich czujników oraz typu pinów — wejście bądź wyjście. To właśnie tutaj ustawiana jest szybkość transmisji szeregowej, podawane są niezbędne komendy AT w celu wpisania kodu PIN oraz uruchomienia modułu GPS. Oprócz tego inicjalizowana jest transmisja SPI z czytnikiem kart RFID, a także inicjalizowany jest czujnik temperatury.

W podprogramie *loop* kod wykonywany jest w nieustannej pętli. Na bieżąco sprawdza się: czy użytkownik przyłożył tag RFID (funkcja `changeAlarmState`),

stężenie gazu (funkcja gasCheck), wartości temperatury (funkcja tempCheck), wartości wilgotności (funkcja humCheck) oraz czy w danym momencie pojawiła się informacja o połączeniu przychodzącym (funkcja callCheck). Następnie wykonywana jest instrukcja warunkowa, która sprawdza, czy system jest uzbrojony.

Jeśli system jest uzbrojony, to sprawdzane są dodatkowo parametry odczytywane z akcelerometru (funkcja accelCheck), z czujki PIR (PIRcheck) oraz informacja o zwarciu bądź rozwarciu kontaktronu (doorCheck). Dalej wykonywana jest instrukcja warunkowa, która sprawdza, czy wyżej wymienione funkcje zwracają wartość logiczną 0, a następnie ustawia flagę, aby system nie wysyłał wielu alarmów SMS podczas wykrycia jednego zagrożenia.

Jeśli system jest rozbrojony, to system sprawdza, czy funkcje dotyczące zmiennych środowiskowych (temperatury wilgotności i stężenia gazu) zwracają wartość logiczną 0, a następnie ustawia oddzielną flagę, aby system nie wysyłał wielu powiadomień SMS podczas wykrycia jednego zagrożenia.

Później system wraca do początku pętli i wykonuje ją nieustannie — takie oprogramowanie systemu zapewnia szybką akwizycję danych z czujników oraz sprawne monitorowanie, czy użytkownik nie zażądał uzyskania informacji w postaci zwrotnej wiadomości SMS od systemu.

System umożliwia otrzymanie kompletnej informacji z czujników poprzez zadzwonienie na numer telefonu systemu. Na rysunku 3 zaprezentowano efekt zadzwonienia na ten numer. System automatycznie rozłącza się oraz wysyła zwrótną wiadomość SMS zawierającą kompletny wykaz stanu czujników systemu.

Bieżący status systemu: Brak wykrytego ruchu, Kontaktron rozwartry, x=0.000g, y=0.023g, z=1.009g, Temperatura: 22.40, Wilgotnosc: 53.60, Stezenie gazu niskie
Link do pozycji na mapie:
Brak fixa , Lokalizacja na podstawie GSM: LAC: E29A, CID: 6B7F

Bieżący status systemu: Brak wykrytego ruchu, Kontaktron rozwartry, x=0.000g, y=0.023g, z=1.013g, Temperatura: 22.40, Wilgotnosc: 53.60, Stezenie gazu niskie
Link do pozycji na mapie:
<https://www.google.com/maps?q=52.254496,20.920436> , Lokalizacja na podstawie GSM: LAC: E29A, CID: 6B7F

Rys. 3. Demonstracja wysyłania powiadomienia SMS [5]

Alarm! Drzwi pojazdu zostały otwarte!

Alarm! W pojeździe wykryto ruch!

Rys. 4. Demonstracja alarmu SMS [5]

Otrzymuje się informację o wykryciu ruchu w pojeździe, stanie zwarcia kontaktronu, aktualnym przechyleniu pojazdu, aktualnej temperaturze oraz wilgotności, stężeniu gazu LPG, hiperłącze do pozycji na mapie Google oraz informację o stacji bazowej, do której aktualnie system jest podłączony.

Oprócz tego system umożliwia otrzymanie informacji o wystąpieniu alarmu, gdy system jest uzbrojony. Automatycznie wysyłana jest wiadomość SMS dotycząca danego naruszenia, a także generowany jest sygnał dźwiękowy na czas trwania danego zagrożenia. Efekt wystąpienia takiej sytuacji zaprezentowano na rysunku 4.

4. Podsumowanie i wnioski

Zaproponowany system monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu jest rozwiązaniem, w którym należało usystematyzować wykonywaną pracę, aby osiągnąć pozytywne rezultaty. Zaprojektowanie oraz wykonanie kompletnego systemu zapewniającego zadowalającą funkcjonalność było inicjatywą wymagającą podziału na etapy.

Pierwszy etap to dobór odpowiednich modułów w systemie, a więc przede wszystkim poprawne zrozumienie ich działania. Skupiono się na zasadzie działania modułu GSM, GPS oraz czujnikach ruchu, kontaktronach, akcelerometrach oraz czujnikach gazu. Umożliwiło to odpowiednie opracowanie schematu blokowego, na podstawie którego zaczęto budować system.

Następnie należało wykonać prototyp, dzięki któremu forma systemu nabrała kształtu. W ramach prototypu funkcjonalność systemu była bardzo ograniczona i skupiono się jedynie na poprawnej akwizycji danych z czujników. Etap ten przebiegł pomyślnie, wszystkie zakupione czujniki działały poprawnie. W ramach prototypu nie zastosowano modułu GSM i GPS, lecz zaprogramowano procedury potrzebne do akwizycji danych z czujników.

Połączenie wszystkich modułów w jeden prototyp było najprostszym etapem, po którym nastąpił etap programowania. To właśnie nad odpowiednim oprogramowaniem systemu spędzono najwięcej czasu. Niezwykle przydatne okazały się w tym celu gotowe biblioteki dostępne do pobrania bezpłatnie, które obsługują niektóre moduły. Logika działania była wielokrotnie modyfikowana, gdyż okazywało się, że nie zapewniała odpowiedniej możliwości rozwoju, aby móc zastosować kolejne moduły. Istotnym wyzwaniem okazało się odpowiednie oprogramowanie modułu GSM i GPS. Podawanie komend AT jako komunikatów w transmisji szeregowej, odpowiednie odczytywanie i parsowanie danych zwrotnych jest tutaj szczególnie ważne, aby uzyskać pożądane informacje, między innymi takie jak lokalizacja GPS, a także by nakazać modułowi wykonanie odpowiedniego działania, takiego jak chociażby wysłanie wiadomości SMS.

Kolejny etap wymagał odpowiedniego zarządzania dostępną przestrzenią w obudowie, tak aby system był jak najbardziej kompaktowy, przewody w obudowie były odpowiednio poprowadzone oraz aby wyjścia w obudowie na czujniki były właściwie umieszczone. Rozpatrzono wiele możliwych opcji, lecz wybrano optymalną pod względem rozmieszczenia.

Ostatni etap wymagał poprawnego przeanalizowania, czy istota działania tego systemu jest właściwa, analizy aspektów technicznych oraz ekonomicznych zaproponowanego rozwiązania i podania możliwości rozwoju systemu. Jest to rozwiązanie opłacalne, a jego dużą zaletą jest fakt, że istnieje duża możliwość usprawnienia jego działania przez dodanie nowych modułów, a także rozszerzenie oprogramowania.

Podsumowując, zaproponowany system monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu nie jest rozwiązaniem innowacyjnym. Zapewnia jednak dużo przydatnych funkcjonalności, które w poprawny sposób są w stanie zapewnić użytkownikowi większe poczucie bezpieczeństwa dotyczące jego pojazdu. System jest kompaktowy, w związku z tym zmieści się w każdym pojeździe. Koszt całkowity jest niewielki, więc z powodzeniem opłacałoby się go zamontować również w tańszych pojazdach, a po zaproponowanych usprawnieniach dotyczących wprowadzania danych przez moduł Bluetooth byłby w pełni personalizowany.

Artykuł opracowany na podstawie referatu wygłoszonego na XXXVI Konferencji Elektroniki, Telekomunikacji i Energetyki Studentów i Młodych Naukowców SECON 2022 – zorganizowanej przez Wydział Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie w dniach 26-27 kwietnia 2022 r.

Źródło finansowania pracy — działalność statutowa Wojskowej Akademii Technicznej.

Artykuł wpłynął do redakcji 7.06.2022. Zatwierdzono do publikacji 8.07.2022.

Adam Rosiński <https://orcid.org/0000-0002-1776-9540>

LITERATURA

- [1] PAŚ J., ROSIŃSKI A., WIŚNIOŚ M., MAJDA-ZDANCEWICZ E., ŁUKASIAK J., *Elektroniczne systemy bezpieczeństwa. Wprowadzenie do laboratorium*, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2018.
- [2] MARGOLIS M., JEPSON B., WELDIN N.R., *Arduino. Przepisy na rozpoczęcie, rozszerzanie i udoskonalanie projektów*, Helion, 2021.
- [3] SZULC W., *Elektroniczne metody monitorowania ruchomych środków transportowych (cz. 1)*, Zabezpieczenia, 4, 2006.
- [4] ZIÓŁKOWSKI C., RAFA J., KELNER J., *Lokalizacja źródeł fal radiowych na podstawie sygnałów odbieranych przez ruchomy odbiornik pomiarowy*, Biuletyn WAT, vol. 55, numer specjalny – Nowe Technologie w Telekomunikacji, 2006.
- [5] ADAMOWSKI P., *Projekt systemu monitorowania stanu bezpieczeństwa pojazdu*, praca dyplomowa inżynierska, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Warszawa 2022.
- [6] DĄBROWSKI T., ROSIŃSKI A., *Review of car operation safety system elements*, International Conference „Diagnostics of machinery and vehicles”, MATEC Web of Conferences, Volume 182(2018), 17th International Conference Diagnostics of Machines and Vehicles, pp. 1-10, DOI: 10.1051/mateconf/201818201017.

P. ADAMOWSKI, A. ROSIŃSKI

Vehicle security monitoring system

Abstract. A vehicle left in a parking lot may be the target of a potential theft or damage. In order for the vehicle owner to have information about the condition of his vehicle, it is necessary to apply appropriate security measures. Therefore, a proprietary vehicle security monitoring system has been developed. In order to obtain adequate information about the condition of the secured vehicle, the vehicle security system has been designed and constructed. It allows you to monitor such parameters as: vehicle inclination (related to, for example, lifting the car in order to put it on a trailer), temporary vehicle acceleration (related to, for example, a car crash in a parking lot), GPS location (related to vehicle displacement in relation to a fixed position), temperature and humidity. In addition, the movement in the vehicle is monitored by a passive infrared detector, the door status (open/ closed) by reed switches, and the gas concentration (LPG, propane butane) by a gas sensor. Information about the vehicle sensors is sent to the user in the form of an SMS message, either at the user's request or in the form of an alarm. The designed vehicle security monitoring system is a solution that allows the user to both use and add new useful functionalities. It is also possible to add additional sensors, as well as to expand with new innovative functions (e.g. access control). This results in an increased sense of security for the user regarding his vehicle.

Keywords: security, system, vehicle, sensors

DOI: 10.5604/01.3001.0016.2813