



Opracowanie interfejsu wymiany danych między użytkownikiem a samochodem

Jarosław PANASIUK, Piotr PRUSACZYK*

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechatroniki i Lotnictwa,
ul. gen. Witolda Urbanowicza 2, 00-908 Warszawa*

**autor korespondencyjny, e-mail: piotr.prusaczyk@wat.edu.pl*

Artykuł wpłynął do redakcji 10.05.2017 r.

Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano 11.06.2018 r.

DOI 10.5604/01.3001.0012.1108

Streszczenie. W artykule przedstawiono opracowanie interfejsu wymiany danych między użytkownikiem a samochodem. W efekcie pracy powstało urządzenie pracujące w pojeździe autora, spełniające kilka określonych funkcji: zdalne sterowanie obwodami oświetleniowymi, zdalny odczyt sygnałów pojazdu, zdalne sterowanie zamkiem centralnym. Interakcja z użytkownikiem następuje za pośrednictwem telefonu komórkowego. Do wymiany danych między smartfonem a urządzeniem pracującym w aucie, autor wykorzystał bezprzewodową technologię Bluetooth. Autor wskazuje, że funkcjonalność tego systemu w dużej mierze zależała od pojazdu, w którym został on zamontowany (rok produkcji 2003). Z pewnością lepsze efekty można by było uzyskać w nowszym samochodzie, wyposażonym w linie szeregowej wymiany danych CAN.

W najnowszych samochodach takie udogodnienia to niemal standard. Świat motoryzacji zmierza w kierunku stworzenia i wprowadzenia do sprzedaży w pełni autonomicznego samochodu.

Słowa kluczowe: mechatronika, interfejs, wymiana danych, pojazdy, autonomiczny

1. WPROWADZENIE

Motoryzację i zaawansowane technologie łączy coraz więcej. Praktycznie każdy dzień przynosi kolejne wiadomości dotyczące implementacji nowych rozwiązań informatycznych w samych autach lub ich peryferiach. Obecnie pojazdy mogą być np. parkowane za pomocą aplikacji lub mieć wbudowany hot spot, żeby łączyć się z siecią. Zarówno koncerny samochodowe, jak i firmy z branży IT coraz chętniej prezentują nowinki technologiczne stworzone z myślą o transporcie. Eksperti od dawna wskazują zacieśnienie związku informatyki i motoryzacji. Między innymi w raporcie Global Automotive Executive Survey 2016 podkreślają, że digitalizacja oraz zdolność łączenia się pojazdów z otoczeniem to kluczowe trendy, które zdeterminują rozwój rynku motoryzacyjnego do 2025 roku [3]

Aktualnie na drogach coraz częściej poruszają się „samoświadome” samochody, które są w stanie przekazywać informacje na temat stanu technicznego, lokalizacji, czy sytuacji na drodze. Potrafią również wspierać kierowcę w prowadzeniu pojazdu – same zwalniać, parkować lub informować o potencjalnych zagrożeniach na drodze [5].

Największe firmy samochodowe przeznaczają ogromne środki na badania nad coraz bardziej nowoczesnym, to znaczy podnoszącym komfort jazdy, a jednocześnie bezpiecznym samochodem i osiągają w tej dziedzinie niewyobrażalne sukcesy. Śledząc ich osiągnięcia oraz prace badawcze, można przypuszczać, że za kilka lat będziemy podróżowali samochodem bez naszego udziału [2].

Obecnie trwają testy autonomicznych samochodów w Japonii, USA i Niemczech. Ale czy można całkowicie zaufać maszynie i kto będzie odpowiedzialny w sytuacji, gdy nastąpi wypadek drogowy i będą ofiary śmiertelne? W dobie nowych technologii jest wiele pytań, na które nie ma jeszcze odpowiedzi.

Stworzenie interfejsów graficznych, dotykowych i głosowych to dla niektórych naukowców zbyt mało. Nowa firma Elona Muska chce połączyć ludzki mózg z komputerem. Neuralink rozwija technologię nazwaną „neural lace”, która ma umożliwić zmianę ludzkich myśli w polecenie zrozumiałe dla komputera. Technologia ta ma polegać na wszczępieniu specjalnych elektrod do ludzkiego mózgu, które będą miały za zadanie bezpośrednio odbierać sygnały z komputera i wysyłać je do urządzenia. Zadaniem tego wynalazku jest zwiększenie wydajności intelektualnej człowieka i umożliwienie intuicyjnego zarządzania maszynami, które znajdują się w jego otoczeniu.

Podczas „Vox Media Code Conference” w 2016 r., Elon Musk stwierdził, że posiadanie przez człowieka pewnej warstwy sztucznej inteligencji pozwoli osiągnąć symbiozę z maszynami.

Obecnie trwają badania, aby ten wynalazek pomógł ludziom chorym na epilepsję i depresję. Jednak w przyszłości może będziemy mogli porozumieć się z naszym samochodem za pomocą myśli. Gdy podejmiemy spontaniczną decyzję, że chcemy pojechać nad morze, to nasz samochód sam wyjedzie z garażu i gotowy do jazdy stanie pod drzwiami domu [6].

2. WYMIANA DANYCH

Rosnąca ilość czujników i aktorów w autach, wymusiła konieczność zastosowania niezawodnych systemów przesyłania informacji. Gigabajty danych generowanych przez te czujniki są przesyłane w sieciach w pojeździe do jednostek sterujących, które odpowiadają kontrolowaniem stanów poszczególnych aktorów. Część danych pochodzi z układów „biernych”, które ograniczają się do podawania informacji, np. pomiar napięcia akumulatora. Natomiast dane pochodzące z układów „czynnych” ingerują w układy samochodu, zmieniając np. jego prędkość (hamowanie, przyspieszanie), położenie kierownicy.

3. CYFROWA KONTROLA NAD AUTEM

Drive-by-wire to termin, który może odnosić się do wielu systemów elektronicznych, które mają za zadanie częściowo lub całkowicie zastąpić tradycyjne układy mechaniczne. Zamiast linek, układów hydraulicznych i innych sposobów dostarczania kierowcy bezpośredniej, fizycznej kontroli prędkości i kierunku jazdy auta, technologia wykorzystuje sterowanie elektroniczne do aktywacji hamulców, sterowania układu kierowniczego i wpływania na inne systemy. W tej technologii możemy wyróżnić trzy główne systemy kontroli pojazdu: przepustnicy, hamulców, układu kierowniczego [4].

3.1. ETC (Elektroniczna kontrola przepustnicy)

Najbardziej rozpowszechniona technologia, pozwalająca na cyfrową kontrolę przepustnicy silnika. W autach z tym układem nie ma tradycyjnej linki sprzęgającej pedał gazu z przepustnicą. Ten system wykorzystuje czujniki położenia pedału gazu, którego sygnały po przetworzeniu przez komputer sterujący wysterowują siłownik elektromechaniczny otwierający przepustnicę.

3.2. Brake-by-wire (Hamulec na przewodzie)

Znacznie bardziej kontrowersyjny system, który zakłada usunięcie fizycznego połączenia między kierownicą i hamulcami.

Zaciski znajdujące się w każdym kole są nadal aktywowane hydraulicznie, jednak następuje to poprzez elektrohydrauliczny siłownik. W elektroniczny hamulec została między innymi wyposażona Toyota Prius.

3.3. Steer-by-wire (Elektroniczny układ kierowniczy)

Podobnie jak w przypadku wcześniej opisanych układów, układ ten zakłada rozłączenie bezpośredniego mechanicznego połączenia między kierownicą a kołami.

W przyszłości, technologia drive-by-wire może doprowadzić do wielkich rewolucji w świecie motoryzacji. Pozbycie się mechanicznych układów kontroli ruchu pojazdu, może zachęcić projektantów do całkowitego odejścia od konwencjonalnego ich projektowania, pozycja kierowcy nie będzie już narzucana przez mechaniczne sterowanie. Technologia drive-by-wire to również potencjalne uproszczenie dla obecnych projektów pojazdów autonomicznych, wykorzystujących aktualnie układy elektromechaniczne do sterowania autem zdalnie bądź przez komputer auta.

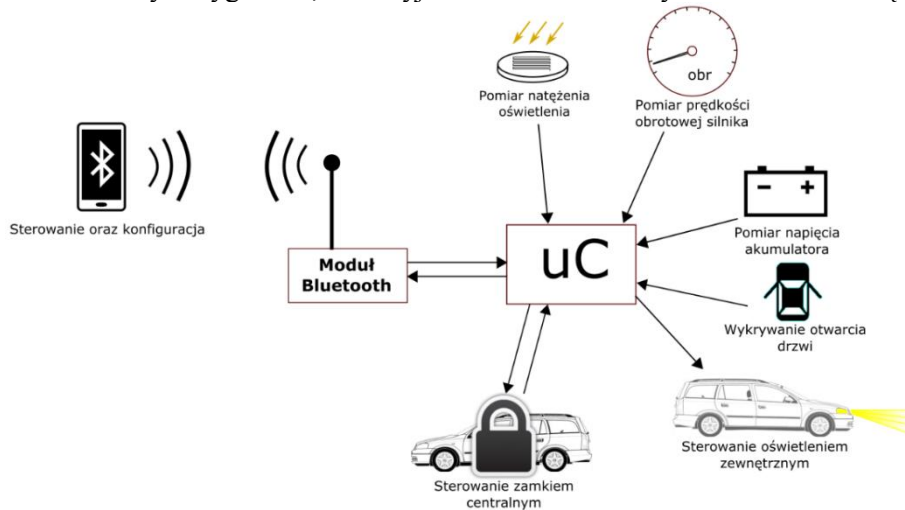
4. ZINTEGROWANY SYSTEM STEROWANIA SAMOCHODEM

Opracowanie interfejsu wymiany danych wymaga, tak jak w procesie projektowym, określenia założeń początkowych, jakie miał spełniać system. System budowany pod konkretny pojazd musiał uwzględniać jego możliwości i ograniczenia. Opel Astra G, jako platforma testowa dla interfejsu, okazał się być dosyć ubogą bazą do implementacji nasłuchu i komunikacji szeregowej z oryginalną instalacją. Auto nie posiadało szyny komunikacyjnej CAN. Z tego powodu sterowanie funkcjami auta zostało zrealizowane poprzez dodatkowe równoległe obwody wykonawcze oraz sterujące. Ustalenie zadań realizowanych przez system jest kluczowym momentem, dającym podstawy do określenia jego wymagań sprzętowych. System sterowania samochodem spełnia kilka funkcji, są nimi automatyczne sterowanie oświetleniem zewnętrznym samochodu, kontrola akumulatora pojazdu oraz sterowanie centralnym zamkiem auta, wraz z kontrolą otwarcia drzwi.

Nad wszystkimi funkcjami i ich ustawieniami użytkownik ma kontrolę poprzez swój smartfon łączący się z systemem bezprzewodowo, z wykorzystaniem technologii Bluetooth.

Automatyczny sterownik świateł, reaguje w zależności od zaistniałych warunków zewnętrznych (dzień/noc). Podczas jazdy w dzień system uruchamia jedynie światła do jazdy dziennej. Gdy natężenie oświetlenia spada wieczorem lub samochód wjedzie do tunelu, system automatycznie załącza światła mijania (ksenony). Kolejna funkcja rozszerza możliwości oryginalnego centralnego zamka pojazdu o kontrolę za pośrednictwem smartfonu.

Użytkownik jest w stanie odczytać na swoim telefonie stan monitorowanych sygnałów, stan wyjść. Może również wymuszać ich zmianę.



Rys. 1. Schemat funkcjonalny systemu sterowania samochodem

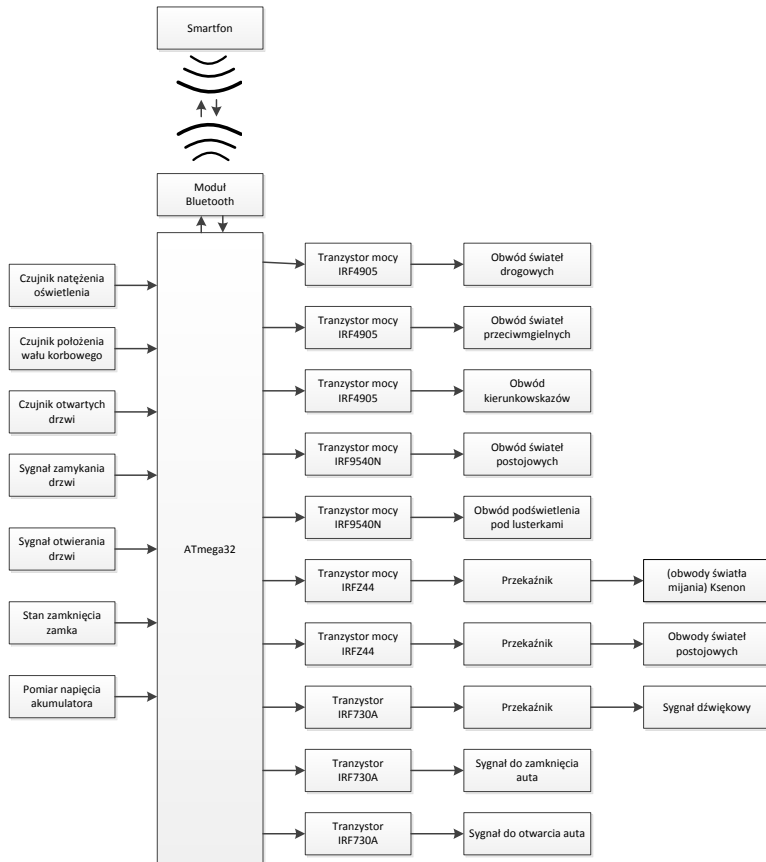
Fig. 1. Functional diagram of car control system

Praca ciągła opracowywanego urządzenia, niezbędna do realizacji funkcji systemu, narzuca wymagania dotyczące zużycia energii. Układ działający na baterii samochodu powinien pobierać jak najmniejszy prąd, aby nie doprowadzać w krótkim czasie do jej rozładowania.

Z tego względu zdecydowano się na zastosowanie platformy Arduino UNO, opartej na mikrokontrolerze ATmega 328 o 8-bitowej architekturze. Do zastosowań niewymagających skomplikowanych obliczeń oraz wysokiej energooszczędności, układ ten jest powszechnie stosowany. Łączność z telefonem została zrealizowana poprzez technologię Bluetooth. Wykorzystano do tego celu moduł HC-05, działający w standardzie Bluetooth 2.0+EDR (Enhanced Data Rate), wykorzystujący do komunikacji profil SPP (Serial Port Profile). Po odpowiedniej modyfikacji ustawień, może również pełnić funkcję bezprzewodowego programatora dla platformy Arduino.

Opracowywanie interfejsu wymiany danych składało się z dwóch etapów. Pierwszym było zaprojektowanie, wykonanie i zaprogramowanie modułu z mikrokontrolerem.

Drugim było opracowanie aplikacji mobilnej, działającej na smartfon z systemem Android. Zaprojektowanie protokołu komunikacji między urządzeniami było ważnym punktem projektu. Dwustronna wymiana informacji miała zapewnić możliwość wysyłania poleceń kierowanych do auta oraz odbieranie potwierdzeń ich wykonania, jak również podgląd aktualnych stanów wejściowych.

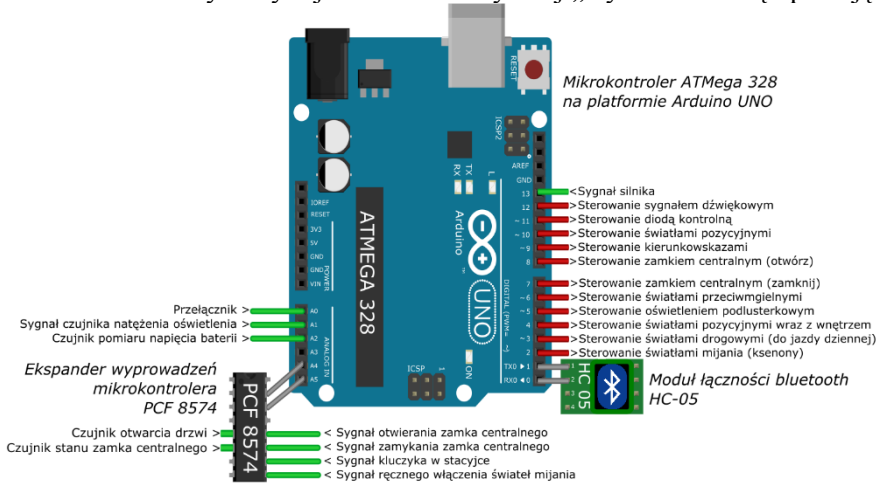


Rys. 2. Schemat strukturalny systemu sterowania samochodem

Fig. 2. Structural diagram of car control system

Aplikacja miała realizować trzy funkcje: sterowania, konfiguracji i monitorowania. Przykładem funkcji sterującej jest kontrola zamka centralnego. Funkcja konfiguracyjna zapewnia dostęp do zmiany parametrów zadań realizowanych przez układ, np. zmiana progu przełączania się świateł dziennych. Monitorowanie pozwala na podgląd stanów sygnałów wejściowych, np.: status zamka centralnego (czy auto jest zamknięte).

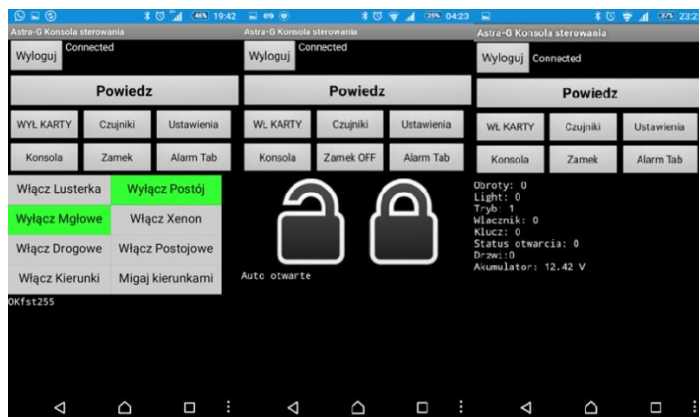
Jako ciekawostkę, korzystając z usług oferowanych przez firmę Google, w krótkim czasie wprowadzono do aplikacji głosowe wybieranie poleceń. Nie przyspieszyło to szybkości wydawania poleceń, gdyż człowiek posiadający telefon z ekranem dotykowym jest w stanie szybciej „wyklikać” daną operację.



Rys. 3. Schemat wykorzystania pinów I/O

Fig. 3. I/O Pin usage diagram

Dodatek ten wywołuje jednak uśmiech na twarzach pasażerów, widzących samochód reagujący na znane z „Baśni tysiąca i jednej nocy” zaklęcia „Sesamie otwórz się”.



Rys. 4. Zrzut ekranu aplikacji sterującej

Fig. 4. Mobile Application's Control Panel Screen

Komunikacja bezprzewodowa wymusiła zastosowanie zabezpieczeń przed dostępem nieuprawnionych użytkowników do zasobów oferowanych przez urządzenie. System wykorzystuje zabezpieczenia oferowane przez standard Bluetooth oraz te zaimplementowane w autorskim protokole komunikacyjnym.

Uwierzytelnianie oraz szyfrowanie transmisji na poziomie Bluetooth jest bazowym elementem zabezpieczenia systemu. Uniemożliwia ona bezpośrednie skomunikowanie się z urządzeniem. Kolejnym etapem zabezpieczenia jest protokół komunikacyjny, który ponownie przeprowadza uwierzytelnianie urządzenia. Po poprawnym uwierzytelnieniu urządzenie może pobierać określone informacje. Do wykonania tzw. „gorących poleceń”, czyli takich które umożliwiają wymuszenie konkretnych działań w aucie, np. otworenie drzwi pojazdu, uruchomienie silnika, jest wymagana dodatkowa autoryzacja.

5. PODSUMOWANIE

Przedstawione w artykule urządzenie pozwala na zdalne sterowanie obwodami oświetleniowymi i zamkiem centralnym, a także umożliwia zdalne odczytywanie sygnałów pojazdu. Kontrola i odczyt odbywa się za pomocą smartfonu z zainstalowaną aplikacją. Transmisja danych między telefonem a urządzeniem pracującym następuje bezprzewodowo z wykorzystaniem transmisji bezprzewodowej Bluetooth.

Kontynuacja pracy na projektem uwzględnia wprowadzanie dodatkowych elementów kontroli pojazdu.

LITERATURA

- [1] Bosch GmbH. 2008. Sieci wymiany danych w pojazdach samochodowych. Warszawa: Wydawnictwo Komunikacji i Łączności.
- [2] Wicher Jerzy. 2012. *Pojazdy samochodowe – Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego* (wyd. 3). Warszawa: Wydawnictwo Komunikacji i Łączności.
- [3] „Nowoczesne technologie w motoryzacji”, <http://www.motofakty.pl/artikul/nowoczesne-technologie-w-motoryzacji.html> (2016).
- [4] <https://www.lifewire.com/what-is-drive-by-wire-534825> (2017).
- [5] http://www.networkmagazyn.pl/samochody_lapia_za_kierownice (2014).
- [6] <http://businessinsider.com.pl/technologie/neuralink-elona-muska-polaczy-mozg-z-komputerem/nevllrr>.
- [7] Prusaczyk Piotr. 2016. Integracja system sterowania samochodu z aplikacją mobilną. Warszawa: Wydział Mechatroniki i Lotnictwa, WAT.

Developing a human-vehicle interface for data exchange

Jarosław PANASIUK, Piotr PRUSACZYK

*Military University of Technology, Faculty of Mechatronics and Aerospace,
Institute of Armament Technology,
2 gen. Witolda Urbanowicza Str., 00-908 Warsaw, Poland*

Abstract. The article presents the development of the human-vehicle data exchange interface. As a result of this study, a device for monitor and control circuits and car states has been created. The device perform the following tasks in autor's vehicle: Lighting circuits control, vehicle signals check, central lock control. The interaction with the user takes place via a mobile phone. For data transfer between the smartphone and the device working in the car, the Bluetooth wireless technology has been used. The author points out, that the functionality of this system largely depended on the vehicle. More possibilities can be obtained in a newer car, with CAN equipped. However, nowadays car manufacturers starting to provide a similar capabilities in their newest cars.

Keywords: mechatronics, interface, data exchange, vehicles, autonomous

