

Jerzy BURIAK\*, Cezary LIWAK\*, Robert SMYK\*\* Maciej CZYŻAK\*\*,

## SYSTEM ZDALNEGO MONITOROWANIA WNĘTRZA POJAZDU NA URZĄDZENIA MOBILNE Z SYSTEMEM ANDROID

W pracy przedstawiono projekt i implementację autorskiego systemu do zdalnego nadzorowania wnętrza pojazdu. Zadaniem systemu jest umożliwienie zdalnego podglądu wnętrza pojazdu na żądanie użytkownika, jak też informowanie użytkownika o sytuacjach nadzwyczajnych. Opisano montaż systemu w pojeździe oraz jego instalację i konfigurację jak również aplikację na urządzenie mobilne z systemem Android wraz z wynikami testowania aplikacji. Zaprezentowano także przegląd systemów monitorowania wnętrza pojazdów obejmujący zarówno zaawansowane systemy monitorowania pojazdu używane przez firmy transportowe jak i proste aplikacje na telefony z systemem Android. Opisano ponadto istotne parametry kamer internetowych IP oraz metody transmisji obrazu i dźwięku w sieciach komputerowych i odpowiednie protokoły sieciowe.

SŁOWA KLUCZOWE: monitoring, sieci komórkowe, strumieniowanie obrazu.

### 1. WPROWADZENIE

Rozwój technologii komputerowych i telekomunikacyjnych stwarza nowe możliwości monitorowania ruchu pojazdu, jego otoczenia jak i wnętrza. Wprawdzie monitorowanie takie było możliwe już wcześniej poprzez użycie technologii radiowych, jednak rozwój telekomunikacji, w tym głównie sieci komórkowych, dostarczył nowych możliwości. Wykorzystanie sieci komórkowych ułatwia tworzenie systemów monitorowania pojazdów, gdyż nie trzeba stosować specjalnej infrastruktury opartej o nadajniki i odbiorniki radiowe. Drugim aspektem umożliwiającym budowę funkcjonalnych systemów monitorowania jest rozwój technologii strumieniowania danych. Pobierane przez użytkownika dane nie występują w postaci pojedynczego pliku, lecz w postaci strumienia danych, które są natychmiast odtwarzane i usuwane z pamięci komputera. Metoda strumieniowania umożliwia przesyłanie obrazu, np. w postaci filmu, dźwięku, np. radia internetowego, czy tekstu, np. napisów w filmie. Możliwe są

---

\* Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Elblągu

\*\* Politechnika Gdańska

typy transmisji jeden nadawca do jednego odbiorcy (ang. unicast), jeden do wielu (ang. multicast) czy jeden do wszystkich (ang. broadcast). Przy tworzeniu sesji strumieniowego przesyłu multimedialnych (ang. streaming) wykorzystywane są protokoły czasu rzeczywistego do transportu pakietów danych, ich kontroli oraz strumieniowania multimedialnych o skrótach odpowiednio RTP, RTCP i RTSP (Real-Time Transport/Transport-Control/Streaming Protocol) [1].

W artykule przedstawiono projekt i implementację prostego systemu do zdalnego nadzorowania wnętrza pojazdu, który wykorzystuje zarówno sieci komórkowe jak i protokoły strumieniowania obrazu. Zadaniem systemu jest umożliwienie zdalnego podglądu wnętrza pojazdu na żądanie użytkownika, jak też informowanie użytkownika o sytuacjach nadzwyczajnych.

## 2. PRZEGLĄD WYBRANYCH METOD I SYSTEMÓW MONITOROWANIA POJAZDU

W rozdziale tym opisanych zostanie pięć systemów monitorowania pojazdu. Działanie tych systemów może obejmować śledzenie położenia pojazdu, jego wnętrza, a także monitorowanie pracy silnika i innych systemów. Przedstawione zostaną systemy Trakery.com firmy LC System [2], SMOK GPS firmy Smok GPS [3], TransMobil [4] oraz aplikacje IP Webcam [5] i tinyCam Monitor [6], które dostępne są na telefony z systemem Android w sklepie Google. Pierwsze trzy wymienione systemy działają w połączeniu z komputerami pokładowymi pojazdów.

Komputer pokładowy samochodu to typ komputera klasy PC odpornego na wstrząsy, wibracje i wilgoć. Oprogramowanie takiego komputera odpowiedzialne jest za kontrolę wszystkich czujników znajdujących się w samochodzie. Dzięki komputerowi pokładowemu możemy odczytać informacje takie jak:

- zużycie paliwa (chwilowe, od rozpoczęcia jazdy, od ostatniego tankowania),
- spalanie średnie,
- przebytą drogę oraz czas jazdy,
- prędkość samochodu,
- temperaturę silnika itp.

Samochody wyprodukowane po roku 2000 zazwyczaj mają wbudowany komputer pokładowy, dzięki czemu powyższe informacje, bądź ich część, dostępne są na małych ekranach wbudowanych w deskę rozdzielczą samochodu.

### 2.1. System Trakery.com

Z systemu tego korzystać można w przeglądarce internetowej jak również w przypadku wersji mobilnej przy użyciu telefonu z systemem Android. Celem działania aplikacji jest precyzyjna i niezawodna lokalizacja przy zastosowaniu

GPS. Aplikacja oferowana przez firmę LC System umożliwia nie tylko monitoring położenia pojazdu, ale także kontrolę poziomu paliwa i wizualizację trasy, po której porusza się samochód. Usługa może być stosowana również przez turystów udających się na górskie szlaki, rodziców chcących uzyskać informacje o położeniu swoich dzieci, jak również przez opiekunów osób starszych. System ten zawiera wyspecjalizowane podsystemy, np. lokalizację GPS. Podsystem ten umożliwia monitorowanie położenia pojazdu lub maszyny z wykorzystaniem map cyfrowych. Możliwe jest też podłączenie odpowiedniego modułu pozwalającego dodatkowo na podgląd aktualnych parametrów silnika w czasie rzeczywistym. Obszarami zastosowań mogą być samochody ciężarowe i osobowe, pojazdy flotowe i komunalne, a także maszyny rolnicze, sprzęt wodny i tabor kolejowy. Wykorzystanie lokalizatora z podłączonym modułem CAN S8 [7], pozwala nie tylko nadzorować liczbę przejechanych kilometrów, ale także umożliwia zweryfikować styl jazdy pracownika. Przekazywany jest komunikat o aktualnym poziomie zużycia paliwa i poziomie paliwa w zbiorniku samochodu. Kontrola pozwala w prosty sposób ocenić, czy kierowca stosował się do zasad ekonomicznej jazdy, czy też pracował w sposób niekorzystnie wpływający na koszty eksploatacji i zużycie pojazdu. Moduł powinien zostać zainstalowany w miejscu, gdzie występuje stałe napięcie 12V. Lokalizator GPS musi być zainstalowany w miejscu niezakrytym od góry, gdyż wewnątrz obudowy lokalizatora znajduje się antena. Najlepszymi miejscami do instalacji urządzenia są schowek samochodowy, wewnętrzna strona tapicerki, jak i oparcia foteli.

## 2.2. System Smok GPS

System SMOK GPS również umożliwia precyzyjną lokalizację pojazdów. Dzięki swym funkcjom system SMOK pozwala na obniżenie kosztów utrzymania floty pojazdów oraz na wykrycie nadużyć dokonywanych przez kierowców. Urządzenie lokalizacyjne z odbiornikiem GPS zainstalowane w pojeździe gromadzi dane na temat aktualnej jego pozycji oraz parametrów silnika. Następnie za pomocą sieci GSM/GPRS przesyła dane do serwera monitoringu, do którego użytkownik otrzymuje dostęp. Po zarejestrowaniu się w systemie, na podstawie indywidualnego loginu i hasła, użytkownik za pomocą przeglądarki internetowej ma dostęp zarówno do bieżących informacji o pojeździe jak też do danych historycznych. Funkcjonalności systemu są następujące: bieżące monitorowanie przebiegu trasy pojazdu i jego parametrów, pomiar prędkości danego samochodu, pobieranie aktualnego położenia monitorowanego pojazdu, pomiar dystansu jaki został pokonany przez pojazd, zapis trasy w bazie danych i prezentacja jej na mapie, pobieranie danych dotyczących historycznych tras i ich przeglądanie, tworzenie raportów z możliwością ich cyklicznego zaprogramowania i przesyłania na wybrany adres e-mail, dostęp do danych pojazdu i odbytych przez niego

tras po powrocie z zagranicy – czyli usługa pracy off-line i nieprzerwanego zbierania danych o pojeździe w przypadku braku łączności z siecią GSM. Urządzenie można samodzielnie zainstalować w pojeździe.

### **2.3. System TransMobil**

W systemie TransMobil lokalizator GPS za pośrednictwem nadajników sieci komórkowej przesyła wprost na serwer danej firmy wszystkie dane pozyskane w czasie eksploatacji pojazdu. Rodzaj oraz ilość informacji uzależniona jest od dodatkowych modułów dołączonych do rejestratora. Modułami tymi są: sonda paliwa, kontroler CAN Bus2 i czujnik identyfikacji kierowcy.

System posiada następujące funkcje i możliwości:

- informacje o położeniu pojazdu oraz historia trasy przedstawiona na mapie,
- aktualna informacja o prędkości, poziomie i zużyciu paliwa, średnim spalaniu, obrotach silnika,
- powiadomienia e-mail bądź SMS o przekroczeniach żądanych parametrów,
- rozliczanie czasu pracy kierowców, analiza tankowań i zużycia paliwa, informacja o kradzieży paliwa,
- raporty z pobytu w zdefiniowanych na mapie obszarach, dostęp do historii przebytych tras i odwiedzonych punktów do roku wstecz,
- wszystkie parametry dostępne są w postaci raportów historycznych, zarówno w formacie Excel jak i PDF,
- elastyczność systemu, możliwość dostosowania do potrzeb klienta, możliwość integracji z innymi systemami.

### **2.4. System tinyCam Monitor**

TinyCam Monitor dostępny jest w wersjach FREE oraz PRO. Aplikacja umożliwia użytkownikowi połączenie się z kamerą internetową IP poprzez sieć 3G/4G oraz WiFi i odbieranie z niej obrazu w czasie rzeczywistym. Poza główną funkcjonalnością aplikacji w wersji darmowej umożliwia ona sterowanie kamerą w modelach, które umożliwiają obrót, wykrywanie ruchu, umożliwia powiększanie cyfrowe oraz zapis nagranych filmów na kartę SD lub dysk w chmurze Dropbox.

W wersji PRO możliwa jest także obsługa protokołu HTTPS, prezentacja dźwięku w formie wykresu falowego dźwięku i możliwość odsłuchu dźwięku z wielu kamer jednocześnie.

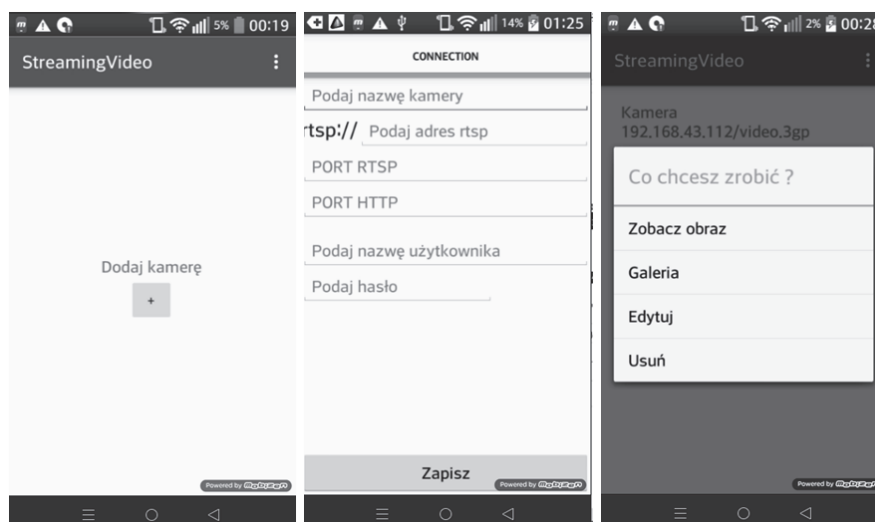
### 3. WYMAGANIA DLA PROJEKTOWANEGO SYSTEMU

Zestaw wymagań funkcjonalnych dla projektowanego systemu zdalnego monitoringu pojazdu został sformułowany następująco:

- zdalny podgląd w czasie rzeczywistym wnętrza pojazdu poprzez kamerę internetową z adresem IP umieszczoną wewnątrz pojazdu,
- wykrywanie ruchu wewnątrz pojazdu i wysyłanie powiadomienia do użytkownika poprzez sieć GSM 3G/4G lub WiFi z nadajnikiem o mocy dobranej przez użytkownika w zależności od wymagań co do zasięgu sieci.

Projektowany system miał umożliwiać konfigurację ustawień kamery z poziomu aplikacji w zakresie (rys.1):

- wprowadzania parametrów kamery do aplikacji (automatyczne lub ręczne),
- edycji ustawień połączenia obejmującą adres RTSP (Real Time Streaming Protocol), port, nazwę użytkownika, hasło,
- usuwania z listy kamer wybranej kamery; przy usunięciu zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń i potwierdzeń, min. walidacja wprowadzanych danych, w tym sprawdzenie formatu wpisanego adresu RTSP,
- zabezpieczenia formatu danych w polach formularzy konfiguracyjnych.



Rys. 1. System monitorowania wnętrza pojazdu – funkcjonalności aplikacji mobilnej: dodawanie kamery do listy, ustawienia konfiguracyjne oraz wybór trybu pracy i opcji

Wszystkie funkcje systemu miały być dostępne z poziomu graficznego interfejsu użytkownika aplikacji mobilnej.

Zestaw wymagań niefunkcjonalnych jest następujący:

- zgodność parametrów technicznych pod względem kompatybilności między kamerą IP, nadajnikiem GSM i telefonem z systemem operacyjnym Android,
- zapewnienie stałego połączenia z siecią,
- zapewnienie ciągłości zasilania wszystkich komponentów systemu za pośrednictwem przetwornicy samochodowej 12/ 230V.

#### 4. REALIZACJA PROGRAMOWA I SPRZĘTOWA SYSTEMU

W rozdziale tym omówiono oprogramowanie systemu oraz wykorzystywane zasoby sprzętowe obejmujące kamerę internetową, układ zasilania, nadajnik GSM z routerem WiFi oraz telefon typu smartfon. Schemat blokowy systemu przedstawia rysunek 2.

Kamera jest kamerą internetową posiadającą modem WiFi i możliwość przypisania adresu IP (Internet Protocol). Na prezentowanym schemacie kamera zasilana jest przez przetwornicę napięcia stałego 12V na przemienne 230V. Kamera posiada własne rozbudowane oprogramowanie, które pozwala m.in. na graficzne oznaczenie stref wykrywania ruchu. Wykrywanie ruchu oparte jest o programową analizę rejestrowanego przez kamerę obrazu video w zawężeniu do obszarów wyznaczonych przez strefy obserwacji. Zrealizowany system obsługuje tryb pracy, w którym po wykryciu ruchu wewnątrz pojazdu wykonywana jest akcja przez aplikację zainstalowaną w kamerze IP polegająca na zapisie i wysłaniu zdjęcia na serwer plików. Udostępnianie plików zorganizowano w oparciu o serwer FileZilla, który za pomocą protokołu File Transfer Protocol (FTP) zezwala aplikacjom na przesyłanie, edytowanie, porównanie oraz synchronizację danych w tle. Pliki zdjęć zapisywane są w folderach związanych z kontami użytkowników systemu monitorowania. Elementem systemu jest także serwer WWW. Jest nim serwer Apache [8, 9], który umożliwia wykonywanie skryptów stworzonych w języku PHP [10]. Skrypty serwisu internetowego sprawdzają okresowo pojawienie się nowych zdjęć na serwerze plików. Wykrycie nowego zdjęcia skutkuje wysłaniem powiadomienia z informacją o wykryciu ruchu do aplikacji na urządzeniu mobilnym, np. smartfonie. Użytkownik klikając w powiadomienie wyświetla zapisany na serwerze obraz, który może wielokrotnie wyświetlać, a także usunąć.

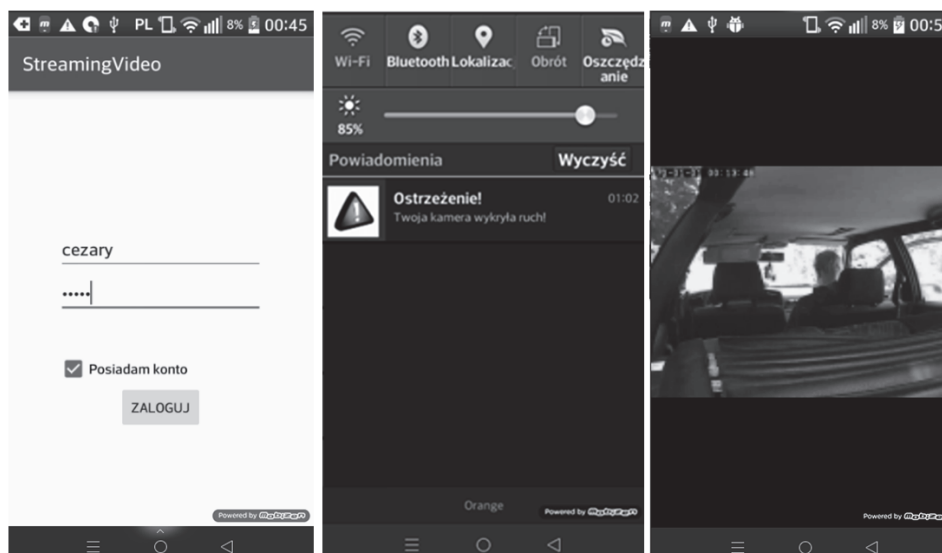
Drugim trybem pracy systemu jest podgląd wnętrza samochodu w czasie rzeczywistym. Użytkownik po odpowiednim skonfigurowaniu połączenia z kamerą ma możliwość uruchomienia odtwarzacza wideo, w którym wyświetlany jest obraz. Tryb ten wykorzystuje wyłącznie aplikację mobilną zainstalowaną w telefonie użytkownika pomijając serwer WWW i serwer plików. W tym trybie aplikacja łączy się poprzez sieć GSM lub WiFi z siecią WiFi do której podłą-



Własnym oprogramowaniem, stanowiącym ważne elementy systemu są: skrypty w języku PHP tworzące serwis internetowy oraz aplikacja mobilna.

Zadaniem skryptów PHP jest m.in. pobieranie nazw użytkowników z bazy danych oraz zarządzanie kątami użytkowników, a także pobieranie nazw plików zdjęć znajdujących się w folderze zalogowanego użytkownika. Jako serwer bazy danych zastosowano MySQL [11, 12].

Do stworzenia aplikacji mobilnej (rys. 3) wykorzystano środowisko programistyczne Android Studio [13, 14]. Aplikacja w telefonie użytkownika korzysta z protokołu HTTP do przesyłania danych tekstowych, np. danych logowania, ustawień kamery: jasności, kontrastu, barwy i nasycenia obrazu oraz korzysta z protokołu RTSP do strumieniowego odbierania obrazu. Standardowym portem komunikacji dla protokołu RTSP jest port 8554. Listę kamer i ich ustawienia aplikacja przechowuje w lokalnej bazie danych SQLite.



Rys. 3. System monitorowania wnętrza pojazdu – funkcjonalności aplikacji mobilnej: logowanie, wyświetlanie ostrzeżeń i strumieniowanie wideo

## 4.2. Zasoby sprzętowe

Podstawowym elementem systemu jest kamera IP, której dobór powinien uwzględniać wymagane parametry kamery. Podstawową cechą kamery IP jest rozdzielczość. Decyduje ona o wyrazistości rejestrowanego obrazu, dzięki niej kamera jest w stanie zarejestrować większą ilość szczegółów, a co za tym idzie obraz jest lepszej jakości. Aktualnie dostępne kamery oferują obraz w rozdzielczości 1920 x 1080 pikseli. Ponadto dla zachowania płynności obrazu



kamera powinna rejestrować obraz z szybkością 25 – 30 klatek na sekundę. Należy pamiętać, że wysoka rozdzielczość przekłada się na obciążenie łącza internetowego. Zapewnienie odpowiedniej płynności obrazu może wymagać odpowiednio szybkiego łącza. Inne funkcje kamery to: możliwość regulacji saturacji, czyli nasycenia i intensywności barw, kompensacji oświetlenia tła, a także wykonanie akcji w momencie wykrycia ruchu. Uwzględniając potrzeby systemu wybrano minikamerę TP-Link TL-3130G, która posiada kąt widzenia 90°, ponadto może wykrywać ruch w odległości do 6 m. Obszar detekcji dźwięku wynosi 5 m<sup>2</sup>. Jest to kamera z bezprzewodowym interfejsem WiFi o przepustowości 54 Mbps. Posiada 64 MB pamięci RAM oraz 8 MB pamięci wewnętrznej, co w zupełności wystarcza do rejestrowania obrazu z szybkością 30 klatek na sekundę przy rozdzielczości 640 x 480 pikseli. Uznano, że rozdzielczość ta będzie wystarczająca. Kamera posiada także możliwość nagrywania filmu na kartę pamięci lub nośnik USB. Inne wbudowane funkcje to powiadomienie wiadomością e-mail oraz zapis zdjęć na serwerze FTP, ponadto producent dostarczył możliwość dwukierunkowej transmisji audio.

Ze względu na fakt, iż kamera wymaga zasilania 230V, konieczne było użycie przetwornicy samochodowej, która zamienia stałe napięcie 12V na napięcie zmienne 230V. Dobrano przetwornicę samochodowa firmy DEKRA.

## 5. PODSUMOWANIE

W ramach niniejszej pracy powstał prototyp systemu zdalnego monitorowania wnętrza samochodu umożliwiający podgląd wnętrza oraz zgłoszenie alertu w przypadku wykrycia ruchu. Zrealizowany projekt wymagał odpowiedniego doboru sprzętu systemu oraz opracowania oprogramowania integrującego urządzenia w celu spełnienia wymagań użytkownika. W części sprzętowej system wykorzystuje kamerę IP zainstalowaną wewnątrz pojazdu, bramkę WiFi → GSM (telefon) oraz przetwornicę napięcia 12V/230 V w układzie zasilania. Kluczowym elementem systemu jest aplikacja mobilna instalowana na telefonie użytkownika. Głównym zadaniem aplikacji jest umożliwienie użytkownikowi podglądu wnętrza pojazdu w czasie rzeczywistym oraz automatyczne generowanie alertu w przypadku wykrycia ruchu wewnątrz pojazdu. Aplikacja została zrealizowana przy użyciu Java Android API. Częścią składową systemu jest także serwer, na którym uruchomione jest oprogramowanie do archiwizacji obrazów z kamery. W celu komunikacji z serwerem stworzono w języku PHP serwis internetowy. Zaprezentowany system podczas realizacji testów funkcjonował poprawnie, jednak jego mankamentem było kłopotliwe podłączenie przetwornicy samochodowej na potrzeby zasilania kamery. W drugiej wersji systemu zastosowano kamerę zasilaną bezpośrednio napięciem 12 V z własnym, wbudowanym nadajnikiem GSM, co znacznie uprościło system. W ramach uproszcze-

nia systemu zrezygnowano z serwera FTP na rzecz zapisu zdjęć z monitoringu bezpośrednio w pamięci telefonu użytkownika. Codzienne użytkowanie takiego rozwiązania ma jednak tę wadę, że w sytuacji, gdy telefon użytkownika nie będzie posiadał połączenia z Internetem lub bateria telefonu zostanie rozładowana – system traci zdolności monitorowania i rejestrowania zdarzeń.

## LITERATURA

- [1] McGath, G., Basics of Streaming Protocols. [online] Garymcgath.com. Available at: <http://www.garymcgath.com/streamingprotocols.html> (dostęp: 20.12.2017).
- [2] <http://www.trakery.com/>.
- [3] <http://www.smokgps.pl/>.
- [4] <http://www.transmobil-gps.pl/>.
- [5] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pas.webcam&hl=pl>.
- [6] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alexvas.dvr&hl=pl>.
- [7] <http://canbus.pl/index.php?id> (dostęp: 20-12-2017).
- [8] Laurie B., Laurie P., Apache. Przewodnik encyklopedyczny, Wydanie 3, Helion, Gliwice.
- [9] <https://httpd.apache.org/>.
- [10] Mackbtyre P., Danchulla B., Gogala M., PHP. Zaawansowane programowanie, Helion 2012.
- [11] DuBois P., MySQL. Vademecum profesjonalisty, Wydanie 5, HELION, Gliwice 2014.
- [12] <https://www.mysql.com/>
- [13] Stasiewicz A., Android. Podstawy tworzenia aplikacji, Helion, Gliwice, 2013.
- [14] Collins C., Galpin M., Kaepler M., Android in Practice, Manning Publication Co, Greenwich 2011.

### SYSTEM FOR REMOTE CONTROL OF VEHICLE INTERIOR FOR MOBILE DEVICES WITH ANDROID SYSTEM

The work presents the design and implementation of a proprietary system for remote monitoring of the vehicle interior. The task of the system is to enable remote surveillance of the vehicle interior at the user's request, as well as informing the user about emergency situations. The paper describes the system design, its installation in the vehicle, configuration and software used to control the system. Moreover, an overview of vehicle interior monitoring systems is provided, including advanced vehicle monitoring systems used by transport companies as well as simple applications for Android phones. Also methods of image and sound transmission in computer networks and relevant network protocols are considered along with the parameters of IP cameras. Finally the results of the system testing are presented.

*(Received: 02.02.2018, revised: 04.03.2018)*