

SUMOREK Andrzej¹

Możliwość wykorzystania funkcji protokołów komputerowych w sieci komunikacyjnej pojazdu

Sieć diagnostyczna pojazdu,
Sieć komunikacyjna pojazdu,
Media Oriented Systems Transport.

Streszczenie

Kilkudziesięcioletnia historia systemów komunikacyjnych pojazdów samochodowych zaowocowała powstaniem wielu zróżnicowanych metod komunikacji podzespołów pojazdu. Równolegle w technice komputerowej, rozwijano metody i protokoły komunikacyjne o odmiennych cechach. Cechy te uwidaczniają się w budowie ramki, sposobie kontroli błędów, prędkości transmisji, liczbie usług. Artykuł dotyczy stosowania w pojazdach protokołu multimedialnego Media Oriented Systems Transport. Nowa struktura protokołu MOST150 wprowadza do ramki „kanał Ethernetowy”. W artykule opisano związane z tym możliwości takie jak np. sterowanie jakością usług QoS (Quality of Service).

THE POSSIBILITY OF UTILIZATION OF COMPUTER PROTOCOLS FUNCTIONS IN THE VEHICLE COMMUNICATION NETWORK

Abstract

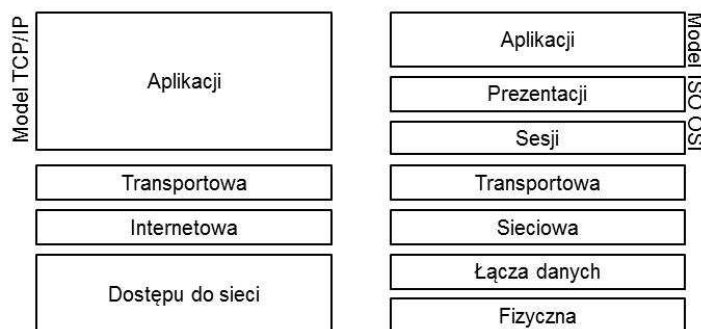
Decades of history of automotive communication systems have resulted in the creation of many differenced methods of communication among vehicle components. In parallel, there have been developed methods and communication protocols with different properties in computer technology. These properties are visible in the structure of the frame, methods of error control, transmission speed and number of services. This article applies to Media Oriented Systems Transport - multimedia protocol which is used in vehicles. The new structure of MOST150 protocol frame introduces "Ethernet channel". The article describes new capabilities of MOST protocol such as for example Quality of Service (QoS).

1. WSTĘP

1.1. Model OSI stosu protokołów komunikacyjnych

Liczba użytkowanych urządzeń komputerowych jest aktualnie większa niż liczba pojazdów. Jeszcze dwadzieścia lat temu sytuacja była diametralnie różna. Wydaje się, że to sieci komunikacyjne pojazdów powinny skorzystać z rozwiniętych w ostatnich latach funkcji, możliwości i usług stosowanych z powodzeniem w sieciach komputerowych.

Sieci komputerowe wypracowały dwa typy wzajemnych warstwowych powiązań pomiędzy wewnętrznymi funkcjami protokołów, czy samymi protokołami. Są one potocznie nazywane modelami. Pierwszym chronologicznie jest, pochodzący z lat siedemdziesiątych, model warstwowy TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) (rys. 1). Jego rozwinięciem jest opracowany w latach osiemdziesiątych model OSI (Open System Interconnection) (rys. 1) [13]. Oba modele powstały w celu ułatwienia współpracy twórców protokołów i producentów sprzętu poprzez wyznaczenie granic kooperacji protokołów skutkujące podniesieniem funkcjonalności i bezpieczeństwa.



Rys. 1. Modele struktury protokołów komunikacyjnych: TCP/IP (z lewej) i OSI (z prawej)

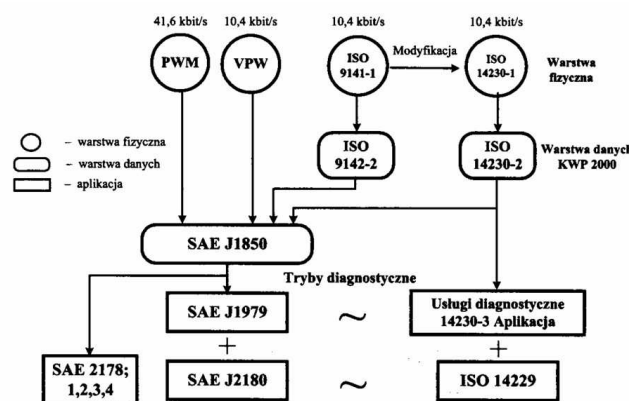
¹Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki; 20-817 Lublin; ul. Nadbystrzycka 38A, tel: + 48 81 538-4301, + 48 81 538-4299, fax: + 48 81 538-4299, e-mail: a.sumorek@pollub.pl

Najwyższa warstwa aplikacji odpowiada za komunikację pomiędzy użytkownikiem lub programem (usługą) a procesem uruchomionym w systemie. Warstwa prezentacji ma za zadanie przedstawienie warstwie aplikacji danych w zunifikowanej formie. Do jej zadań należy również kodowanie i kompresja danych. W warstwie sesji ma miejsce sterowanie komunikacją pomiędzy programami tj. nawiązanie, podtrzymanie, wznowianie i zakończenie sesji. Warstwa transportowa dzieli dane na segmenty. W warstwie sieciowej występuje kierowanie danych pomiędzy stacjami w tej samej podsięci lub kierowanie ich do urządzeń zapewniających dostarczenie informacji do innej podsięci. Warstwa łącza danych odpowiedzialna jest za tworzenie fizycznych ramek komunikacyjnych oraz sterowanie komunikacją tak, aby występowała minimalna liczba błędów. W warstwie fizycznej zdefiniowane są urządzenia i mechanizmy, których występowanie bądź spełnienie konieczne jest do przeprowadzenia transmisji i odbioru pakietów danych [13].

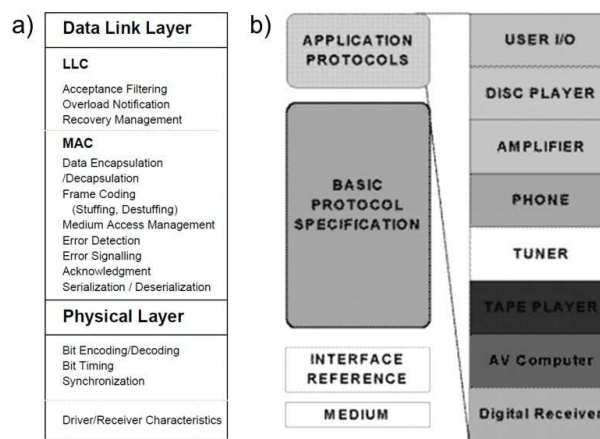
Główny cel stosowania modeli to łatwiejsze tworzenie wydajniejszych i bezpieczniejszych metod komunikacji dzięki opracowaniu wymagań dla kolejnych warstw. Modele stanowią tylko abstrakcyjne ramy i w praktycznej realizacji protokołu może wystąpić brak niektórych warstw lub połączenie funkcji kilku warstw w jedną (rys. 1) [13].

1.2. Model OSI w sieciach komunikacyjnych pojazdów

W sieciach komunikacyjnych pojazdów nacisk położony był na przeprowadzenie diagnozy, skuteczne zarejestrowanie informacji o błędzie i przekazanie jej do kierowcy lub testera diagnostycznego. Z tego powodu najczęściej spotkaną klasyfikacją protokołów jest klasyfikacja pod kątem funkcjonalności i szybkości transmisji z podziałem na klasy od A do C+ (D) [5, 9, 11, 12, 16]. Autorzy opracowań świadomi są występowania siedmiowarstwowego modelu OSI [9, 16]. Wiele osób operuje jednak nazwami protokołów, metod komunikacji, standardów nie zdając sobie sprawy, że dotyczą one tylko pojedynczych warstw w całym stosie modelu komunikacyjnego (rys. 2).



Rys. 2. Normalizacja protokołów w klasie B z zaznaczeniem warstw modelu OSI [9]



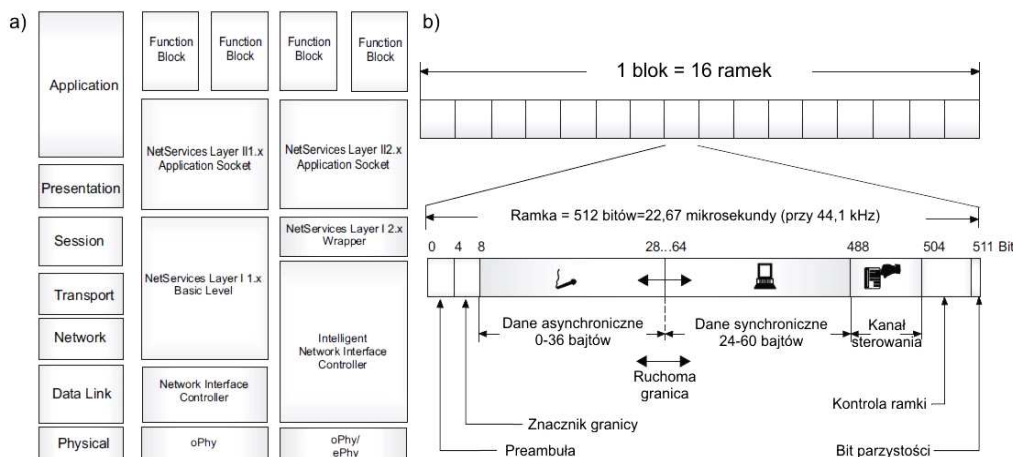
Rys. 3. Definiowanie protokołów: a) w warstwach niższych – CAN (Controller Area Network) [2]; b) w warstwach wyższych – D2B (Domestic Data Bus)

Twórcy protokołów i standardów komunikacyjnych nie pretendują do tworzenia pełnych stosów protokołów. Na rys. 3a pokazano podejście do protokołu CAN w wersji B, gdzie nacisk położono na zdefiniowanie protokołu w zakresie warstwy łącza danych (DLL) oraz fizycznej. Inne spojrzenie mieli twórcy protokołu Domestic Data Bus, którzy rozwinęli warstwę aplikacji pod kątem obsługi wielu grup urządzeń multimedialnych (rys. 3b).

Cechą charakterystyczną dla sieci komunikacyjnych pojazdów jest zwrócenie uwagi na warstwę pomijaną w specyfikacjach „komputerowych” tj. na dodatkową warstwę mechaniczną [16]. W warstwie mechanicznej uwzględnia się konstrukcję i niezawodność złączy i zacisków, które są przyczyną ponad 50 % usterek i awarii [15].

2. MEDIA ORIENTED SYSTEMS TRANSPORT

Magistrala komunikacyjna Media Oriented Systems Transport jest jednym z nowszych rozwiązań w dziedzinie komunikacji multimedialnej w pojazdach. Dwa główne zastosowania magistrali to: multimedia w zakresie przesyłu każdego rodzaju obrazu i dźwięku w pojeździe oraz telematyka rozumiana jako sterowanie urządzeniami multimedialnymi oraz urządzeniami z nimi współpracującymi (np. odbiornik GPS). Pod względem szybkości wymiany danych MOST stanowi rozwiązanie, które może konkurować z popularnymi rozwiązaniami komputerowymi. Standard CAN udostępnia przepustowość 1 Mbps, zaś FlexRay, podobnie jak ByteFlight, 10 Mbps. Wersje MOST 25 i 50, z przepustowością 25 i 50 Mbps, jako jedyne stanowią rozwiązania mogące zbliżyć się przepustowością do typowych 100 lub 1000 Mbps dominujących w kablowych sieciach komputerowych.



Rys. 4. Elementy specyfikacji protokołu MOST 25: a) warstwowość usług zgodna z modelem OSI; b) budowa ramki komunikacyjnej w wersji MOST25 [4]

Media Oriented Systems Transport, jako protokół rozwijany od przełomu stuleci, jest nowym rozwiązaniem, co przejawia się np. w szybkości komunikacji, uwzględnieniu współpracy z urządzeniami Bluetooth oraz z magistralą Controller Area Network [2, 14, 15]. Dodatkowo rozwinięto odziedziczoną po Domestic Data Bus strukturę warstwową, zorientowaną na usługi, które da się umiejscowić w modelu OSI (rys. 4a).

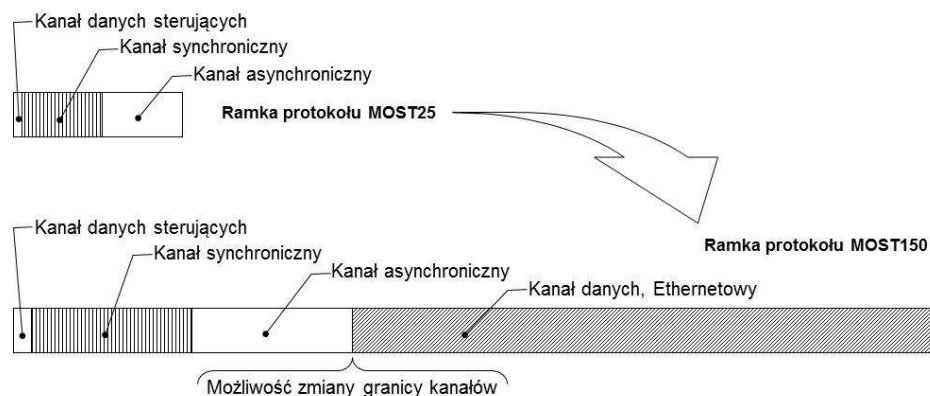
W magistrali zastosowano ramkę o skomplikowanej budowie (rys. 4b). Jedną główną 512 bitową ramkę dedykowaną jest do trzech typów danych: synchronicznych, asynchronicznych i sterujących. Wewnętrzne, w stosunku do ramki głównej, pakiety danych synchronicznych, asynchronicznych i sterujących niekoniecznie muszą zmieścić się w swoich obszarach ramki głównej i dlatego rozbijane są na kilka wzajemnie się uzupełniających ramek w bloku. Dodatkowo struktura (budowa) pakietu danych synchronicznych, asynchronicznych i sterujących jest różna. Z jednej strony zapewnia to dopasowanie typu danych do budowy pakietu i można mówić o elastyczności i dopasowaniu ramki, zaś z drugiej strony widać wysoki stopień komplikacji przy obsłudze bloku danych.

3. MOST 150 - NOWE MOŻLIWOŚCI SIECIOWE

Na poziomie projektowym porównywano przepustowość typowej sieci Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet z możliwościami MOST. W przypadku magistrali MOST 25 maksymalny obliczony strumień danych synchronicznych wynosi 21,2 Mbps. Maksymalny strumień danych asynchronicznych osiąga wartość 2,8 Mbps. Podstawowe założenia szybkości przesyłania i próbkowania wykonywane są dla dźwięku próbkowanego z prędkości 44,1 kHz [4]. Efektywność wykorzystania pasma osiąga wartość 93,7 %. W przypadku sieci Ethernet wykorzystanie pasma waha się w zależności od rozmiaru pakietu pomiędzy 54,76 % a 97,53 % [4]. Lepiej procentowo wykorzystanie pasma przez MOST i tak oznacza w praktyce mniejszą przepustowość, ponieważ wykorzystanie pasma Fast i Gigabit Ethernet odnosimy do wartości 100 i 1000 Mbps, a nie 25 lub 50 Mbps, jak w przypadku MOST.

Podstawowe założenia szybkości przesyłania i próbkowania wykonywane były w przypadku MOST 25 dla dźwięku próbkowanego z prędkości 44,1 kHz. Odzwierciedla to zapotrzebowanie na przepustowość multimedialną w postaci dźwięku wysokiej jakości pochodzącego z odtwarzacza CD. Ostatni okres pokazał, że magistrala musi obsługiwać więcej i bardziej zróżnicowanych źródeł danych. Do standardowych, uwzględnianych uprzednio, odbiorników radiowych, telewizyjnych, odtwarzaczy wideo, systemów telefonicznych oraz pozycjonowania i nawigacji doszły multimedia wysokiej jakości (obraz o wysokiej rozdzielczości z wielokanałowym dźwiękiem), konsole do gier, cyfrowe źródła multimedialnych (np. odtwarzacze mp3, mp4), źródła danych cyfrowych (urządzenia komputerowe), urządzenia na bieżąco współpracujące z Internetem. Odpowiedzią konsorcjum na takie wymagania jest magistrala MOST 150.

Pierwszą najbardziej widoczną właściwością magistrali MOST 150 jest zmodyfikowana struktura ramki komunikacyjnej (rys. 5). Widoczne jest dwukrotne rozszerzenie kanału dedykowanego dla dotychczas obsługiwanych danych sterujących, synchronicznych i asynchronicznych (audio, video, control). Nowość stanowi kanał ethernetowy tj. kanał komunikacyjny, który przeznaczony jest do przesyłania danych pomiędzy urządzeniami cyfrowymi (rys. 5) [7, 8]. Kanał ethernetowy oznaczany jest za pomocą zapisu „100BaseT”, co odpowiada przepustowości 100 Mbps jego odpowiednika w technice komputerowej. Niekiedy można spotkać oznaczenie „+100BaseT”, w którym znak plusa wynika z możliwości zwiększenia przepustowości kanału ethernetowego kosztem „tradycyjnych” synchronicznych i asynchronicznych danych multimedialnych [8]. Modyfikacja protokołu została zaplanowana tak, aby zminimalizować zmiany w warstwie mechanicznej, czego efektem jest stosowanie w MOST 150 takich samych gniazd i wtyków jak w MOST 25.



Rys. 5. Poglądowe porównanie struktur ramek protokołów MOST 25 i MOST 150 [8]

W MOST 150 wzmocniono nacisk na jakość transmitowanego obrazu i dźwięku poprzez uwzględnienie mechanizmów Quality of Service. Sterowanie jakością usług realizowane jest przez kanał izochroniczny egzystujący w obrębie kanału synchronicznego. Możliwe jest uzyskanie minimalnej utraty danych przez pracę kanału izochronicznego w jednym z trzech trybów:

- burst rate – kiedy dane nadchodzą z dużą nierównomiernością w czasie i transmitowane są do magistrali za pomocą ramek synchronicznych do pozostałych urządzeń,
- constant rate - kiedy dane nadchodzą i są dystrybuowane ze stałą prędkością niewymagającą nawet synchronizacji z resztą magistrali,
- packet streaming – kiedy transmitowane są dane multimedialne przesyłane protokołami „komputerowymi” (np. VoIP) [10].

Tab. 1. Funkcje i usługi możliwe do zrealizowania w MOST 150

Nazwa funkcji	Opis
Automatyczne adresowanie	Usługa DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) pozwalająca na automatyczne włączanie do sieci MOST urządzeń komputerowych użytkowników pojazdu.
Główny zegar pojazdu	Zegar dystrybuujący informację o czasie dla urządzeń sieciowych bazujący na protokole NTP (Network Time Protocol).
Interfejsy ekranów/monitorów obsługujące HTTP	Wprowadzenie możliwości komunikacji w sieci pojazdu za pośrednictwem protokołu HTTP oraz jego obsługa w wyświetlaczach. Powinno to zaowocować różnorodnością rozwiązań pochodzących od różnych programistów.
Szyfrowanie	Szyfrowanie (np. za pośrednictwem (TLS - Transport Layer Security lub SSL - Secure Socket Layer) komunikacji pomiędzy podzespołami pojazdu odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo użytkownika tak, aby niemożliwe było nieodpowiedzialne dotarcie do danych protokołu lub usunięcie „chronionego” elementu i zastąpienie go emulatorem.
Podsieci komunikacyjne	Proste połączenie większości elementów sieci komunikacyjnej w jedną strukturę fizyczną i podział na grupy współpracujących ze sobą obiektów na podsieci na bazie adresów lub na podsieci zamknięte takie jak VPN (Virtual Private Network).

Zagadnienie zapewnienia jakości usług jest w MOST bardziej skomplikowane niż w przypadku typowej sieci komputerowej, ponieważ trzeba odpowiedzieć na dwa pytania. Jak przeliczać/porównywać klasy ruchu z typowej magistrali MOST i kanału Ethernet? Który ze znanych w sieciach komputerowych mechanizmów QoS powinien zostać wybrany: DiffServ (Differential Service) czy IntServ (Integrated Services) [1, 6, 10]?

Kolejną funkcją obok QoS, znaną z sieci komputerowych, można zaimplementować w magistrali MOST, jest mechanizm Universal Plug and Play (UPnP) [17]. Podobnie jak w sieciach komputerowych, urządzenia obsługujące UPnP mogłyby pomimo pochodzenia od różnych producentów udostępniać wzajemnie, w jednolity sposób, zasoby i funkcje.

Dzięki temu możliwe byłoby np. współdzielenie plików pomiędzy komputerami przenośnymi, smartphonami i urządzeniami magistrali MOST. Usługi UPnP realizowane są przez warstwy wyższe protokołów. MOST obsługuje pełny model warstwowy (rys. 1, 4) i dlatego możliwe wprowadzenie UPnP, a przez to podniesienie komfortu kierowcy i pasażerów.

Publikacje dotyczące MOST 150 wskazują na pełną obsługę protokołów komputerowych IP za pomocą kanału ethernetowego. Ponieważ twórcy i projektanci ograniczają się w przedstawianiu możliwości (głównie QoS i UPnP), poniżej zamieszczono zestaw propozycji usług znanych z rozwiązań informatycznych, które mogłyby być realizowane za pośrednictwem magistrali MOST.

Wymienione w tab. 1 usługi możliwe do wprowadzenia w MOST 150 nie wyczerpują wszystkich możliwości. Pominęto np. zadania związane z diagnostyką i programowaniem funkcji pojazdu. Tabela pokazuje kierunek polegający na wprowadzaniu do sieci pojazdów funkcji znanych i sprawdzonych w sieciach komputerowych.

4. PODSUMOWANIE

Zamieszczone w treści artykułu informacje dotyczące warstwowej budowy protokołów komunikacyjnych, cech charakterystycznych protokołu MOST w wersji 25 i 150, nowych usług wprowadzanych, planowanych lub proponowanych do wprowadzenia w MOST 150 pozwalają na sformułowanie poniższych wniosków:

- magistrala MOST 150 dysponuje przepustowością pozwalającą na udostępnianie użytkownikom pojazdu zawartości multimedialnej wysokiej jakości (obraz, dźwięk) (rys. 5);
- kanał Ethernet jest drogą do wprowadzenia prostych i zaawansowanych usług sieciowych, znanych z rozwiązań komputerowych, do sieci komunikacyjnej pojazdu (tab. 1). Aktualnie najmocniej wspierane są usługi QoS i UPnP;
- niedoceniana jest rola magistrali MOST jako podstawowego systemu diagnostyki i programowania całego pojazdu (aktualnie MOST stanowi tylko interfejs, do którego przyłącza się diagnosta, zaś funkcje diagnostyczne wykonywane są w oparciu o inny protokół);
- przepustowość kanału ethernetowego w stosunku do przepustowości kanałów synchronicznego, asynchronicznego i sterującego pozwala domniemywać, że w przyszłości ten rodzaj komunikacji zdominuje magistralę (rys. 5). Wystąpi sytuacja znana z rynku telefonii komórkowej, w której funkcje telefonu zostały przejęte przez uniwersalne smartphony. Mimo, że konsorcjum MOST wzbogaca magistralę o funkcje „komputerowe”, to wydaje się, że jest to jedynie wynik bezwładności konsorcjum i konieczności zapewnienia kompatybilności wstecznej z istniejącymi urządzeniami MOST 25 i 50. Lepszym rozwiązaniem byłoby stworzenie sieci multimedialnej pojazdu na bazie typowych komputerowych interfejsów sieciowych dodatkowo obsługujących „słabszą” magistralę MOST.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Baumgartner J.: *Transmit audio, video data efficiently with MOST. Video Applications*, Electronic Engineering Times-India, eetindia.com, 22.09.2009.
- [2] Bosch R. GmbH: *CAN Specification. Version 2.0*, Stuttgart, 1991.
- [3] Bosch R. GmbH: *Sieci wymiany danych w pojazdach samochodowych*, Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności 2008.
- [4] Grzemba A.: *MOST - The Automotive Multimedia Network*, Frazis Verlag GmbH, 2008.
- [5] Herner A., Riehl H.J.: *Elektrotechnika i elektronika w pojazdach samochodowych*, Warszawa, WKiŁ 2010.
- [6] Jong-Wook J., Chang-Young K., Yun-Sik Y.: *A Study on the MOST150/Ethernet Gateway of In-Vehicle Network*, International Journal of Computer Science and Network Security, Vol.10, No.9, September 2010.
- [7] Karche M.: *Testing the New MOST150 Capabilities. A How to for Testing and Validating the New Isochronous and IP/Ethernet Features of MOST150*, SMSC Automotive Infotainment Systems, 05.11.2011.
- [8] Kohler H.: *MOST150 – The Next Generation Automotive Infotainment Backbone*, SMSC Automotive Infotainment Systems, Proceedings of Workshop on ICT in Vehicles - PALEXPO, Geneva, 5-7.03.2008.
- [9] Merksiz J., Mazurek S.: *Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych*, Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności 2007.
- [10] Schramm A., Heffernan D.: *Proposal for a MOST150/Ethernet Gateway*, Proceedings of International MOST Forum 2008, Stuttgart, XI 2008, s. 33-36.
- [11] Sumorek A., Buczał M.: *The problems in fibre optic communication in the communication systems of vehicles*, Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa, vol. XI, ISSN 1641-7739, s. 363-372.
- [12] Sumorek A.: *Zróżnicowanie protokołów diagnostycznych, sterujących i multimedialnych w pojazdach*, Logistyka 3/2011, s. 2583-2592.
- [13] Tanenbaum A. S.: *Sieci komputerowe*, Gliwice, Helion 2004.
- [14] Widerski T., Kędzierski J.: *Samochodowe sieci informatyczne (MOST)*, Auto Moto Serwis, 6/2004, Warszawa, Wydawnictwo Instalator Polski, s. 35-37.
- [15] Widerski T.: *Samochodowe sieci informatyczne*, Poradnik serwisowy, 5/2005, Warszawa, Wydawnictwo Instalator Polski 2005.
- [16] Zimmermann W., Schmidgall R.: *Magistrale danych w pojazdach. Protokoły i standardy*, Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności 2008.
- [17] Zinner H., Noebauer J.: *Plug in – ready. UPnP as a proposal for a MOST/IP gateway*, Elektronik automotive, III 2010, s. 41-43.