

TECHNOLOGIA LTE DLA ŁĄCZNOŚCI Z POJAZDEM KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ

Tomasz Gębczyński

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego
Instytut Techniki
ul. Chodkiewicza 30, 85-064 Bydgoszcz
e-mail: tom.gebc@gmail.com

Łukasz Apiecionek

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego
Instytut Techniki
ul. Chodkiewicza 30/p.215, 85-064 Bydgoszcz
e-mail: lukasz.apiecionek@ukw.edu.pl

Streszczenie: Obecnie najczęściej wybieraną technologią dostępu do sieci Internet jest technologia LTE. Gwarantuje ona uzyskanie dużych przepływności danych przy stosunkowo niskich kosztach użytkowania. W niniejszym artykule dokonano analizy wykorzystania technologii LTE do celów monitorowania pojazdów transportu publicznego zapewniając dodatkowo łączność głosową oraz dostęp do obrazu video przekazywanego z pojazdu. W ramach weryfikacji projektu wykonano testy praktyczne prędkości transmisji danych, których wyniki nakazują weryfikację założeń projektu, czego dokonano w podsumowaniu.

Słowa kluczowe: LTE, sieci IP

LTE technology for communication with public transport vehicles

Abstrakt: Currently, the most chosen technology for mobile Internet access is LTE. It guarantees achieve high data rates at relatively low cost use. This paper analyzes the use of LTE technology for the monitoring of public transport vehicles in addition to providing voice communication and access to the video image transmitted from the vehicle. As a part of the design verification some tests were performed. These tests were data transmission speed and network signal strength. The results provide requirements for the verification of the assumptions of the project, which has been made in the summary..

Keywords: LTE, IP network

1. WSTĘP

W obecnych czas nowe technologie stale podnoszą jakość dostarczanych usług. Użytkownicy komunikacji miejskiej oczekują punktualnego i bezpiecznego środka lokomocji. Obecnie instalowane są rozwiązania pozwalające na prowadzenie stałego monitoringu zapisywanego na rejestratorach. Jednakże najlepszym rozwiązaniem byłoby zapewnienie łączności z bazą i miejskim systemem monitoringu w czasie rzeczywistym. Do tego celu konieczna jest odpowiednia infrastruktura lub technologia, która zapewni łączność na odpowiednim poziomie przepływności. Taką technologią jest z pewnością

technologia LTE (ang. Long Term Evolution) opracowana przez 3GPP. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki testów technologii pod kątem jej zastosowania do stałego monitorowania pojazdów komunikacji miejskiej w planowanej linii tramwajowej łączącej centrum miasta Bydgoszczy z dzielnicą Fordon. W kolejnym rozdziale przedstawiono potrzeby komunikacyjne systemu monitorowania pojazdów. Rozdział trzeci zawiera krótką charakterystykę standardu LTE, natomiast w rozdziale czwartym przedstawiono wyniki przeprowadzonego eksperymentu odnośnie transmisji danych na planowanej trasie przejazdu tramwaju. Ostatnią część stanowią wnioski

z przeprowadzonego eksperymentu i krótkie podsumowanie.

2. POTRZEBY KOMUNIKACYJNE SYSTEMU MONITOROWANIA POJAZDÓW

Jak już zostało wspomniane, pasażerowie komunikacji miejskiej oczekują punktualnego i bezpiecznego środka lokomocji. W celu zapewnienia punktualności pojazdów w przypadku korków ulicznych, konieczne jest dopasowanie sygnalizacji świetlnej do przejazdu środka lokomocji. W przypadku tramwaju, na większości tras, zagadnienie korków nie występuje. Problemem jest tylko oczekiwanie na odpowiednią sygnalizację świetlną. Proces dopasowania sygnalizacji świetlnej można opracować pod warunkiem znajomości:

- położenia środka lokomocji,
- prędkości z jaką się porusza.

W tym celu do bazy sterowania sygnalizacją świetlną muszą z odpowiednim wyprzedzeniem spłynąć te informacje. Wówczas system sterowania może przewidzieć i przygotować na wymagany moment odpowiednią sygnalizację świetlną.

Kolejnym elementem, którego oczekują pasażerowie, jest bezpieczeństwo podróży. Wiąże się to najczęściej z systemem monitoringu video, który najczęściej jest nagrywany an video rejestratorach z możliwością jego późniejszego odtworzenia. Takie rozwiązanie nie gwarantuje jednak osiągnięcia pełnego bezpieczeństwa w czasie podróży. Najlepszym rozwiązaniem wydaje się być uzyskanie możliwości podglądu sytuacji w środku lokomocji przez system monitoringu miejskiego prowadzonego w ramach odpowiednich służb - Straży Miejskiej oraz Policji. W ramach tego zadania, konieczne jest więc uzyskanie odpowiedniego pasma transmisji do pojazdu komunikacji miejskiej w wysokiej jakości obrazu.

Kolejnym elementem pozwalającym na zwiększenie bezpieczeństwa jest uzyskanie możliwości komunikacji głosowej pomiędzy prowadzącym pojazd a bazą i odpowiednimi służbami prewencji.

Technologią, która pozwoli na transmisję danych o położeniu i prędkości pojazdu, obrazu video oraz komunikacji głosowej poprzez jedno medium transmisyjne jest technologia IP (ang. Internet Protocols). W celu uzyskania jednoczesnej transmisji wszystkich danych, przy zachowaniu wysokiej jakości, należy zapewnić pasmo minimum 2,5 Mbit/s, gdzie:

- 2 Mbit/s dla transmisji video,
- 30 kbit/s dla transmisji voice,
- ~0,5 Mbit/s dla transmisji danych.

Transmisję głosu można zbudować wykorzystując technologię Voice over IP [1][2]. W celu zapewnienia łączności o zadanej przepustowości w sieci przy jednoczesnym zachowaniu mobilności, można użyć technologii LTE. Technologia ta zapewni dostęp do sieci Internet. W takim przypadku, w celu zapewnienia bezpieczeństwa transmisji, konieczne będzie użycie dodatkowych mechanizmów bezpieczeństwa. Należy założyć konieczność użycia mechanizmów [3] [4]:

- autoryzacji użytkowników i punktów systemu,
- szyfrowanie przesyłanych informacji.

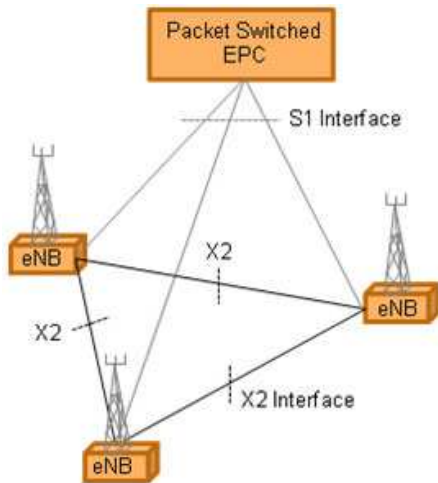
Ponadto system działający w sieci Internet, powinien zostać zabezpieczony przed potencjalnymi atakami, które mogą zablokować jego działania i wyłączyć jego funkcje [5].

3. TECHNOLOGIA LTE

Prace nad technologią LTE rozpoczęły się w 2004 roku przez 3GPP [6]. W pracach mogli uczestniczyć wszystkie zainteresowane podmioty i organizacje, niezależnie czy były członkami grupy 3GPP. Każdy uczestnik mógł zgłaszać swoje propozycje dotyczące zmian dla sieci UTRAN (and. Universal Terrestrial Radio Access Network). Podczas pierwszych prac zdefiniowane wymagania:

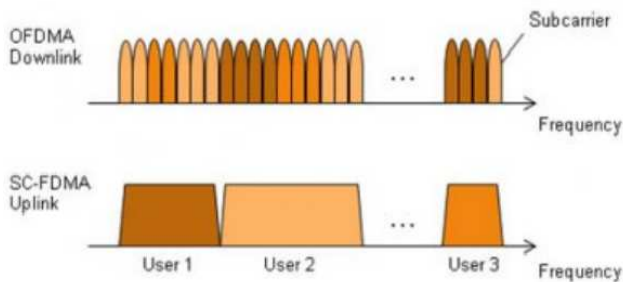
- redukcji kosztu transmisji,
- zwiększenie możliwości świadczenia usług - więcej usług za niższy koszt,
- płynniejsze możliwości użycia istniejących i nowych częstotliwości,
- prostsza architektura,
- otwartość interfejsów,
- utrzymanie sensownego poziomu konsumpcji mocy przez terminale.

Ostatecznie, zostało zarekomendowane, aby nowa sieć UTRAN przyniosła znaczący postęp, aby uzasadnić wysiłek standaryzacji nowych protokołów, oraz ustalono, że należy unikać niepotrzebnych opcji. W efekcie końcowym, sieć LTE ma prostą architekturę ze stacją bazową eNB, tworzącą płaską architekturę. W sieci nie jest wykorzystywany żaden inteligentny centralny kontroler, a stacje bazowe eNB łączone są poprzez interfejsy X2, a ponad siecią główną, poprzez interfejsy S1. Powodem przesunięcia inteligencji sieci do stacji basowych jest przyspieszenie połączeń. Właśnie czas połączenia jest parametrem krytycznym dla wielu użytkowników.



Rysunek. 1 Interfejsy X2 i S1 w sieci LTE [3].

W celu uzyskania wysokiej efektywności wykorzystania częstotliwości, zarówno jeśli chodzi o domenę czasu jak i częstotliwości, została wybrana technologia wielu nośnych przy jednoczesnym zachowaniu wielodostępu. Dla transmisji do użytkownika, tzw. downlink, została wybrana technologia OFDMA (ang. Orthogonal Frequency Division Multiple Access), natomiast od użytkownika, tzw. uplink, SC-FDMA (ang. Single Carrier - Frequency Division Multiple Access) znana również jako DFT (ang. Discrete Fourier Transform) poszerzona o OFDMA.



Rysunek. 2 OFDMA i SC-FDMA [3].

Opracowany standard transmisji danych umożliwia osiągnięcie bardzo dużych przepływności. Porównanie uzyskiwanych przepływności uzyskiwanych przez różne technologie transmisji danych w sieciach komórkowych zebrano w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie prędkości transmisji technologii przesyłu danych

Standard transmisji	Prędkość transmisji
GPRS	115 kbit/s

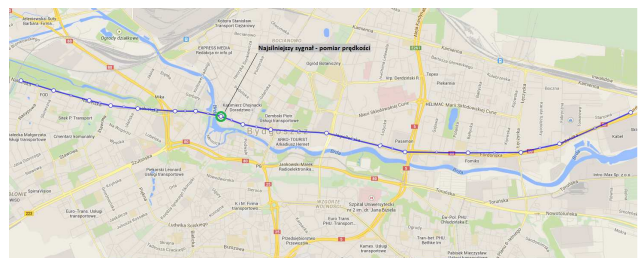
EDGE	250 kbit/s
UMTS	384 kbit/s
CDMA	9,3 Mbit/s
HSDPA	21,6 Mbit/s
HSPA+	42 Mbit/s
LTE	150 Mbit/s

Jak widać największe przepływności uzyskuje obecnie technologia LTE. Dlatego wybór tej technologii wydaje się zadaniem dla realizacji celów opracowywanego projektu.

4. TESTY PRAKTYCZNE TECHNOLOGII LTE

W celu weryfikacji założonego projektu odnośnie dostępu do sieci Internet wykonano pomiar dostępności sygnału LTE wzdłuż planowanego torowiska tramwajowego w Bydgoszczy. Pomiarów dokonano na trasie składającej się z dwóch odcinków. Istniejącej trasy pomiędzy przystankami Wilczak i Pętla Wyścigowa oraz nowobudowanej trasy do Fordonu. Poruszając się wzdłuż torowiska sprawdzono, za pomocą laptopa z podłączonym modemem ZTE MF823 występowanie a, także siłę sygnału LTE w sieci Plus.

Wykonano również pomiar prędkości pobierania i wysyłania danych przy najłagodniejszym i najsilniejszym poziomie sygnału. Mapa planowanej linii tramwajowej wraz z zaznaczeniem punktów najłagodniejszej i najsilniejszej siły sygnału została przedstawiona na rysunkach.



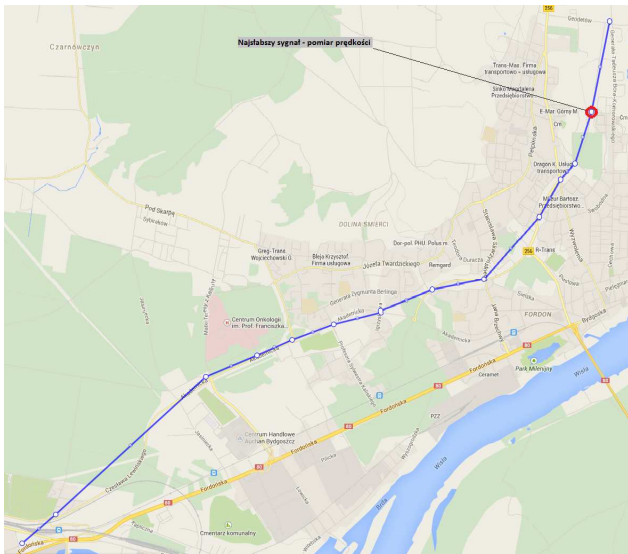
Rysunek. 3 Najsilniejszy punkt sygnału LTE z sieci Plus [źródło: badania własne]

Na wykresie została również przedstawiona siła sygnału sieci Plus dostarczająca transmisję danych w technologii LTE. W dwóch skrajnych punktach odnośnie siły sygnału dokonano pomiaru prędkości transmisji. Wyniki przedstawiono w tabeli 2. Jak widać z uzyskanych wyników nie uda się zapewnić prędkości transmisji na całej trasie na zakładanym poziomie 2,5 Mbit/s. Dla wysyłania sygnału video z pojazdu, ważna jest prędkość wysyłania danych,

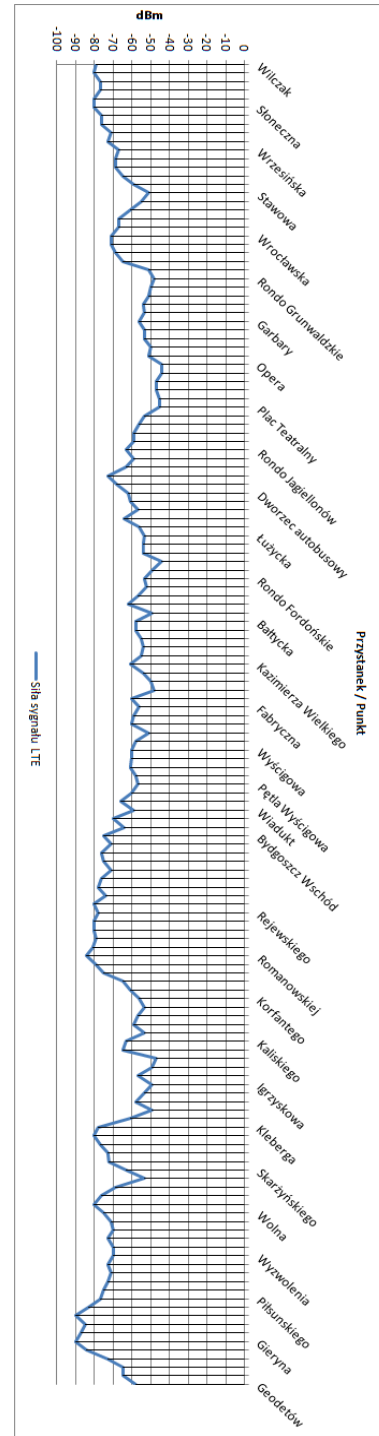
która w najgorszym wariancie wynosiła tylko 1,12 Mbit/s. Oznacza to, że system należy tak zaprojektować, aby był odporny na utratę poziomu prędkości poniżej wymaganej wartości. Można to osiągnąć poprzez zastosowanie gorszej jakości sygnału video przesyłanego z pojazdu do stacji centralnej monitoringu, w przeciwnym wypadku należy liczyć się z chwilową utratą transmisji obrazu. Opóźnienie pakietów, jak i szybkość transmisji, w dużym stopniu zależą od siły sygnału. Na szybkość transmisji wpływ ma również obciążenie sieci, które może zmieniać się w czasie, a co za tym idzie, kanał transmisji projektowanego systemu również będzie zmieniał się w czasie. Test wykonano pomiędzy godziną 13 a 16, w dniu roboczym. Średnia wartość siły sygnału wynosiła 63,97 dBm.

Tabela 2. Pomiar prędkości transmisji w skrajnych punktach odnośnie siły sygnału

Siła sygnału [dBm]	Prędkość wysyłania [Mbit/s]	Prędkość odbierania [Mbit/s]	Opóźnienie pakietów ICMP [ms]
44	43	5,69	55
90	4,5	1,12	129



Rysunek. 4 Najsilniejszy punkt sygnału LTE z sieci Plus na trasie tramwaju [źródło: badania własne]



Rysunek. 5 Siła sygnału sieci Plus z LTE [źródło: badania własne]

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W niniejszym artykule przedstawiono technologię LTE poprzez wykorzystanie jej do projektu monitorowania i zarządzania pojazdami komunikacji miejskiej, na przykładzie tramwaju w nowobudowanej trasie łączącej centrum miasta z dzielnicą Fordon. Wykorzystanie technologii VoIP do transmisji dźwięku, strumieniowania video do monitoringu oraz transmisji IP do przekazywania danych, może zostać wykonane w technologii LTE. Jednak wybór operatora powinien zostać poprzedzony badaniami, gdyż jak wykazały testy praktyczne wykonane w ramach projektu wykazały, że uzyskiwane prędkości mogą znacznie odbiegać od wartości granicznych podawanych przez operatorów. Dlatego system musi być odporny na chwilową utratę nie tylko łączności, ale i prędkości transmisji gwarantującej uzyskanie założonej jakości transmisji obrazu.

Literatura

1. Telefonía Voice over IP, Infotel, maj 2005, nr 5, str. 40-42
2. VoIP – today's problems, Image Processing & Communications, maj 2006
3. Apiecionek Ł., Romantowski M., Secure IP Network Model, Computational Method in Science and Technology 19(4) 209-213 (2013), DOI:10.12921/cmst.2013.19.4.209-216
4. Apiecionek Ł., Romantowski M., Security solution for Cloud Computing, Journal of Information, Control and Management Systems, Vol. 11, 2013, No. 2, ISSN 1336-1716
5. Apiecionek Ł., Czerniak J., Zarzycki H., Protection Tool for Distributed Denial of Services Attack, Beyond Databases, Architectures, and Structures Communications in Computer and Information Science Volume 424, 2014, pp 405-414
6. <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>, dostęp online 2014.11.21