



# Trendy rozwojowe współczesnej telekomunikacji i wynikające z tego zagrożenia

RYSZARD J. KATULSKI

Telekomunikacja to dziedzina wiedzy i techniki, której przeznaczeniem jest przenoszenie informacji, z założenia z dowolnego miejsca do innego dowolnego miejsca nie tylko na kuli ziemskiej, lecz także w dostępnej nam przestrzeni. Walorem szczególnym tego jest telekomunikacja radiowa, która umożliwia tworzenie połączeń telekomunikacyjnych w sposób bezprzewodowy, za pomocą zjawiska fali radiowej, które – jak wiadomo – ma naturę pola elektromagnetycznego. Pozwala to przekazywać informacje od nadawców do odbiorców znajdujących się w stanie ruchu, a więc potencjalnie obsługiwać każdego użytkownika wyposażonego w tzw. *terminal końcowy*. Przy czym jest to możliwe w każdym czasie i w dowolnym miejscu. Jak widać, znaczenie telekomunikacji we współczesnym świecie trudno jest przecenić.

Najogólniej rzecz ujmując, globalną infrastrukturę telekomunikacyjną tworzą dwa segmenty, tzn. segment stały – nazywany *siecią szkieletową* oraz radiowy segment ruchomy, umożliwiający użytkownikom dostęp do usług telekomunikacyjnych, aktualnie w postaci sygnałów mowy oraz przekazów multimedialnych.

Od samego początku rozwój telekomunikacji był inspirowany przez coraz bardziej rosnącą potrzebę wzajemnego komunikowania się ludzi, zaś ostatnio pojawiło się zapotrzebowanie na komunikację pomiędzy maszynami. Pierwszym przełomowym krokiem w tym rozwoju było przejście z analogowej techniki telekomunikacyjnej, stosowanej w sieciach tzw. *pierwszej generacji* – 1G (NMT), na jej postać cyfrową – stosowaną w sieciach kolejnych generacji – 2G (GSM), 3G (UMTS) oraz aktualnie 4G (LTE). Sygnał przenoszący informację w technice cyfrowej, niezależnie od formy tej informacji, ma postać tzw. *strumienia danych*. Zbliżyła to współczesną technikę telekomunikacyjną do rozwiązań stosowanych w sieciach komputerowych. Poza tym ważną cechą użytkową tego strumienia jest szybkość jego przepływu, nazywana *przepływnością*, której jednostką podstawową jest *bit/s*.

Aktualnie wielkość przepływu danych w stałych segmentach sieci szkieletowej zbudowanej przy użyciu światłowodów może znacznie przekraczać 1Gb/s. Natomiast w segmentach radiowych przepływność ta jest znacznie mniejsza i w szczególnych przypadkach – na krótkie odległości i ze stacjonarnym terminalem końcowym – może dochodzić do kilkuset Mb/s. W warunkach zawsze ograniczonych zasobów częstotliwościowych innym parametrem charakteryzującym przepływ strumienia danych jest tzw. *efektywność widmowa* – wyrażana w jednostce podstawowej *b/s/Hz*.

Aktualnie kolejną odstoną ewolucji sieci telekomunikacyjnych NGN (Next Generation Networks) będzie sieć 5G, która wraz z obsługą coraz bardziej multimedialnej komunikacji pomiędzy ludźmi obejmie także komunikację pomiędzy maszynami – robotami, i to nie tylko przemysłowymi, czego pierwszym przejawem będzie tzw. *Internet Rzeczy (IoT – Internet of Things)*. Następstwem tego będzie gwałtowny wzrost przepływności strumienia danych w przyszłych sieciach telekomunikacyjnych, co będzie wynikało z nieopohamowanego wzrostu wymiany informacji pomiędzy ludźmi, maszynami oraz ludźmi i maszynami. Już dzisiaj obserwujemy wykładniczy wzrost zapotrzebowania na usługi telekomunikacyjne, który z upływem czasu będzie jeszcze bardziej wzrastał.

Poza tym ważną cechą tych zmian będzie tzw. *wirtualny charakter pracy sieci 5G*, polegający na tym, że prawie wszystkie przetworzenia sygnałów, dotychczas realizowane w dużym stopniu przy użyciu właściwości urządzeń fizycznych, będą realizowane programowo przez szybkie jednostki obliczeniowe – tzw. *procesory sygnałowe* w postaci np. *matryc programowalnych*, w których będą formowane cyfrowe postacie wszelkich sygnałów. W przypadku sygnałów przeznaczonych do nadawania będą one podawane na szybkie przetworniki cyfrowo-analogowe, z których sygnały te będą kierowane do wzmacniaczy mocy i dalej do urządzeń antenowych. ►



► Natomiast odebrane ze środowiska bezprzewodowego sygnały radiowe, po ich wzmacnieniu, będą przekazywane do przetworników analogowo-cyfrowych, skąd będą podawane do ww. procesorów sygnałowych celem ich dalszego przetworzenia. Taki sposób podejścia do zagadnienia przetwarzania sygnałów w radiokomunikacji jest nazywany *radiem programowalnym*, w skrócie SDR (Software Defined Radio), zaś praktyczne zastosowania SDR wzięły swój początek od zaawansowanych rozwiązań radiokomunikacji wojskowej.

Jak z powyższego wynika, sieć 5G będzie kontrolowana i sterowana w coraz bardziej *wirtualnej przestrzeni programowej* (softwarowej). Jeśli do tego się doda (zastosuje) rozwiązania sztucznej inteligencji, to taki twór sieciowy będzie miał coraz bardziej autonomiczny charakter.

Jest oczywiste, że dostęp do informacji przesądza prawie o wszystkim, tzn. o naszym zdrowiu, o podejmowanych przez nas decyzjach, o konkurencyjności rynkowej, o skutecznym wychodzeniu naprzeciw zagrożeniom i wreszcie o rozstrzygnięciach potencjalnych konfliktów. W tym łańcuchu komunikacyjnym pierwszoplanową rolę odgrywa telekomunikacja, jako narzędzie przenoszenia/dostarczania wszelkich informacji, które ułatwiają nasze codzienne życie. Jednakże, naszkicowany powyżej rozwój sieci telekomunikacyjnych pociąga za sobą zagrożenia, z których nie zdajemy sobie w pełni sprawy. Świat zawsze był – i niestety będzie – areną konfrontacji pomiędzy ludźmi – wynika to z natury człowieka. Zaś w opisywanym przypadku coraz bardziej wirtualna postać infrastruktury telekomunikacyjnej, sterowanej przy użyciu metod sztucznej inteligencji, będzie coraz bardziej autonomiczna, coraz trudniejsze będzie kontrolowanie procesów przepływu informacji. Warto w tym miejscu podkreślić kluczowe znaczenie metod sztucznej inteligencji, które przesądzą o efektywności działania NGN. W ten sposób już teraz tworzy się nowa płaszczyzna konfrontacji, która na podstawie przedstawionej jej natury będzie coraz trudniejsza do kontrolowania.

Na naszych oczach wyrastają globalne bieguny tej konfrontacji, wynikające z rywalizacji o światowe lub lokalne przywództwo. Aktualnie w skali globalnej rolę tę spełniają Stany Zjednoczone, których największym konkurentem na tym polu stają się Chiny. Poniżej nakreślę to zagadnienie na podstawie aktualnej oferty rynkowej urządzeń sieciowych 5G. Spośród ofert proponowanych przez globalnych producentów, najbardziej funkcjonalna i zarazem najtańsza jest oferta chińskiego koncernu Huawei. Rozwiązania pozostałych czołowych koncernów telekomunikacyjnych charakteryzują się gorszą funkcjo-

nalnością i przy tym są droższe. Nasuwa się pytanie, jak do tego doszło? Zaczęło się to już w 2009 roku, kiedy to kierownictwo państwa chińskiego podjęło decyzję o konieczności opracowania i zbudowania własnej sieci 5G o możliwie najwyższej funkcjonalności. Po dogłębnej analizie wybrano do realizacji tego zadania ww. firmę, do której dyspozycji oddano nieograniczone zasoby finansowe. A więc budowa chińskiego 5G pod każdym względem nie była ograniczona wymogami ekonomii rynkowej. Inaczej rzecz ta przebiegała w konkurujących ze sobą koncernach telekomunikacyjnych, gdzie dominującym ograniczeniem była ekonomia, szczególnie wymóg minimalizacji kosztów, co się przekłada na cenowo atrakcyjniejszą ofertę rynkową. W rezultacie chiński Huawei, formalnie spółka giełdowa, której jedynym właścicielem jest rząd chiński, stał się globalnym liderem w budowie sieci 5G.

Oczywiście Stany Zjednoczone posiadają także własną sieć 5G, opracowaną i zbudowaną do telekomunikacyjnego wspierania operacji militarnych w skali globalnej, która jest niedostępna dla jakiegokolwiek komunikacji o cywilnym charakterze. Niewiele wiadomo o jej możliwościach. Jedynie na podstawie skuteczności realizacji zadań przeprowadzanych przez bezzałogowe obiekty latające – wyposażone w arsenał środków przeznaczonych do sfinalizowania ataków militarnych, można wnioskować, że sieć ta spełnia swoje przeznaczenie, szczególnie te o charakterze zdalnego sterowania w tzw. *czasie rzeczywistym* realizacją zadań cechujących się dużą dynamiką zmian. Jednym z ostatnich tego przykładów może być wykonany na lotnisku w Bagdadzie atak na kolumnę samochodów przewożących irańskiego generała.

Jednakże najbardziej pożądanym w tej rywalizacji zadaniem będzie uzyskanie przewagi w globalnej debacie publicznej, która już przebiega za pośrednictwem serwisów społecznościowych i jest oparta na globalnej infrastrukturze telekomunikacyjnej. Ten, kto opanuje to medium komunikacyjne poprzez techniki sztucznej inteligencji, wygra rywalizację o globalne przywództwo.

Podsumowując ten bardzo skrótowy szkic, domena telekomunikacyjna przestaje być przestrzenią swobodnej wymiany myśli. Coraz bardziej staje się narzędziem globalnej gospodarki, zdominowanej przez wielkie korporacje, w których niebagatelną rolę będą odgrywały mocarstwa – Stany Zjednoczone, Chiny, Indie... Czym będzie w przyszłości sztuczna inteligencja, której algorytmy będą odzwierciedlać wartości i przekonania ich twórców? Czy to będą także nasze przekonania? Jaki będzie w tym nasz udział i wynikający z tego nasz wpływ lub chociażby świadomość, w jakim kierunku zmierza globalna debata?

RYSZARD J. KATULSKI

Politechnika Gdańska,  
Katedra Systemów i Sieci Radiokomunikacyjnych

