

Trendy w ewolucji sieci inteligentnej

Mariusz Gajewski

Scharakteryzowano kierunki rozwoju sieci inteligentnej na podstawie dokumentów normalizacyjnych zestawu usługowego CS-2 (*Capability Set 2*) oraz planów i propozycji dostawców rozwiązań sprzętowych. Szczególną uwagę zwrócono na procesy adaptacyjne struktury sieci inteligentnej do świadczenia usług dodatkowych przez operatorów sieci komórkowych (koncepcja CAMEL).

sieć inteligentna, sieć sygnalizacyjna, systemy komutacyjne

Wprowadzenie

Rozwój usług telekomunikacyjnych jest wynikiem zarówno postępu technologicznego, jak i procesów wolnorynkowych. Owocem poszukiwań, mających na celu sprostanie oczekiwaniom klientów oraz zastosowanie nowych technologii telekomunikacyjnych i informatycznych, są instalowane oraz wykorzystywane od wielu lat sieci inteligentne (IN – *Intelligent Networks*). Ich koncepcja powstała ponad 20 lat temu, a poszczególne etapy wyznaczają kolejne wersje tzw. zestawów usługowych (*Capability Sets*). Rozszerzają one możliwości funkcjonalne istniejącej infrastruktury IN, wykorzystującej zestaw CS-1, zdefiniowany przez ITU-T na początku lat dziewięćdziesiątych. Ostatnie lata przyniosły dynamiczny wzrost popularności usług sieci IN również w Polsce, co skłoniło Zakład Telekomunikacji Instytutu Łączności do aktywnego uczestnictwa w pracach badawczo-rozwojowych prowadzonych w tym kierunku.

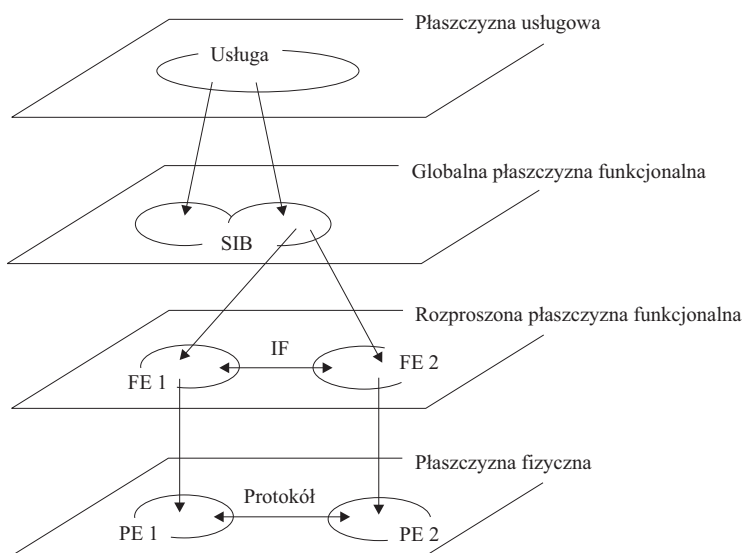
Standardowa sieć inteligentna

Model koncepcyjny

U podstaw koncepcji sieci inteligentnej leży inicjatywa firmy Bellcore, dzięki której utworzono uniwersalny styk między oprogramowaniem (realizującym zestaw usług) a infrastrukturą sieci telekomunikacyjnej, na którą składają się systemy komutacyjne, pochodzące od wielu dostawców i eksploatowane przez wielu operatorów. Koncepcja sieci inteligentnej polega m. in. na odseparowaniu funkcji służących przetwarzaniu danych związanych z realizacją usług od podstawowych funkcji komutacyjnych. Dzięki temu, tylko wyznaczone węzły sieci są odpowiedzialne za udostępnianie żądanych usług, co daje możliwość niemal dowolnej ich kreacji i natychmiastowej implementacji, praktycznie niezależnej od platformy sprzętowej systemów komutacyjnych, pracujących w sieci telekomunikacyjnej.

Niezależnie od zastosowanego zestawu usługowego, koncepcja sieci IN jest oparta na czteropłaszczyznowym modelu odniesienia, tzw. modelu koncepcyjnym sieci inteligentnej (*IN Conceptual Model*), pokazanym na rys. 1. Model ten reprezentuje cztery różne podejścia do problemu architektury sieci inteligentnej oraz oferowanych za jej pomocą usług. Jednocześnie udostępnia on metody opisu

mechanizmów, działających w obrębie sieci IN w jasny i klarowny sposób, przedstawiając „konceptję” sieci inteligentnej nie zaś szczegóły implementacyjne o różnym stopniu szczegółowości.



Rys. 1. Model koncepcyjny sieci inteligentnej (INCM) [2]

Kolejne warstwy modelu IN scharakteryzowano w sposób następujący [2]:

- płaszczyzna usługowa SP (*Service Plane*) reprezentuje sieć IN z punktu widzenia usług, bez szczegółowej analizy ich konstrukcji logicznej i sposobów udostępniania; na tym poziomie sieć IN stanowi jednolitą strukturę, oferującą użytkownikom końcowym określony zestaw usług oraz związanych z nimi funkcji usługowych;
- globalna płaszczyzna funkcjonalna GFP (*Global Functional Plane*) reprezentuje sieć IN z punktu widzenia projektanta usług, dysponującego zestawem podstawowych elementów funkcji usługowych, określanymi mianem uniwersalnych modułów SIB (*Service Independent Building Blocks*);
- rozproszona płaszczyzna funkcjonalna DFP (*Distributed Functional Plane*) reprezentuje sieć IN na poziomie poszczególnych jednostek funkcjonalnych FE (*Functional Entities*) oraz realizowanych przez nie działań FEA (*Functional Entities Action*); wymiana wiadomości między jednostkami funkcjonalnymi realizującymi te działania jest określana jako przepływ informacji IF (*Information Flow*); grupy funkcji FE zdefiniowano w taki sposób, aby ich implementacja była niezależna od platformy sprzętowej dostawcy;
- płaszczyzna fizyczna PP (*Physical Plane*) reprezentuje sieć IN na poziomie implementacji sprzętowej, uwzględniając zarówno oprogramowanie, jak i wyposażenie sprzętowe poszczególnych węzłów sieci IN; węzły te, określane mianem jednostek fizycznych PE (*Physical Entities*), wymieniając informacje między sobą przez dany styk fizyczny, korzystają z określonych protokołów.

Podziałowi na płaszczyzny odpowiada adekwatny stopień szczegółowości w opisie usługi oraz elementów składowych i procesów biorących udział w jej realizacji.

Usługi

Zestaw usługowy CS-1 zawiera charakterystykę podstawowych usług, warianty ich realizacji oraz reguły wykorzystania funkcji usługowych (podstawowe składniki płaszczyzny usługowej). Zagadnienia te omówiono w dokumencie [3], w którym przedstawiono również zasady przypisywania usługom odpowiednich funkcji usługowych z zaznaczeniem statusu (obowiązkowy lub opcjonalny). Ilustracją tego opisu jest usługa połączenia bezpłatnego, składająca się z 17 funkcji usługowych, których zestawienie zamieszczono w tablicy 1.

Tabl. 1. Funkcje usługowe, wchodzące w skład usługi połączenia bezpłatnego [3]

Funkcja usługowa	Status
Obciążanie rachunku żądanego abonenta opłatą za realizowane połączenie	Obowiązkowa
Identyfikacja abonenta za pomocą jednego numeru	Obowiązkowa
Identyfikacja uprawnień użytkownika	Opcjonalna
Rozdział przychodzących zgłoszeń do wielu stanowisk obsługi	Opcjonalna
Przekazywanie połączeń w przypadku zajętości abonenta lub braku odpowiedzi	Opcjonalna
Zdefiniowanie maksymalnej liczby przekierowanych połączeń	Opcjonalna
Rejestracja informacji o zgłoszeniach przychodzących	Opcjonalna
Kolejkowanie zgłoszeń	Opcjonalna
Zarządzanie profilem usługi przez subskrybenta	Opcjonalna
Odtwarzanie zapowiedzi słownej	Opcjonalna
Dostarczanie zindywidualizowanej zapowiedzi słownej	Opcjonalna
Obsługa zgłoszeń masowych	Opcjonalna
Kierowanie połączeń uwarunkowane lokalizacją abonenta wywołującego oraz porą dnia	Opcjonalna
Filtrowanie połączeń wychodzących	Opcjonalna

Obecna oferta operatorów wykracza poza standardowy zestaw CS-1 zarówno w przypadku zakresu usług, jak i zestawu funkcji usługowych. Jest to możliwe, dzięki wykorzystaniu tzw. niezależnych bloków usługowych SIB, które stanowią elementarne składniki usługi na poziomie globalnej płaszczyzny funkcjonalnej. Na tym poziomie usługa jest przedstawiana jako interakcja poszczególnych, specjalizowanych bloków SIB z wyróżnionym blokiem odpowiedzialnym za realizację podstawowego połączenia telefonicznego. Producenci oprogramowania dla dostawców infrastruktury IN, chcąc wzbogacić ofertę, tworzą własne moduły SIB, a w konsekwencji nowe funkcje usługowe i usługi. Wykorzystanie „firmowych” modułów usługowych jest możliwe dzięki zastosowaniu standardowych interfejsów z otoczeniem, przy zachowaniu m. in. ujednoczonych struktur danych.

Tendencje te zostały dostrzeżone również przez organizacje standaryzacyjne, w rezultacie w kolejnym z zestawów usługowych obserwuje się odchodzenie od ścisłych definicji usług na korzyść określania grup usług, przy czym do podstawowych kryteriów podziału należą m. in.:

- przeznaczenie usług dla odpowiedniej grupy subskrybentów,
- wykorzystanie różnych elementów infrastruktury sieci telekomunikacyjnej.

Protokoły

Realizacja procesów w obrębie bloków SIB odbywa się w środowisku rozproszonym, co jest modelowane za pomocą rozproszonej płaszczyzny funkcjonalnej. Elementy umieszczone na tej płaszczyźnie odpowiadają za realizację określonych grup funkcji, związanych np. z komutacją połączeń lub realizacją scenariusza usługowego. Relacje między poszczególnymi jednostkami funkcjonalnymi są realizowane na płaszczyźnie fizycznej w postaci architektury typu klient-serwer, co z kolei wymagało zdefiniowania nowych interfejsów między jednostkami funkcjonalnymi. Krótką charakterystykę (w klasycznym ujęciu IN) tych jednostek oraz odpowiadających im jednostek fizycznych podano w tablicy 2.

Tabl. 2. Charakterystyka jednostek funkcjonalnych oraz odpowiadających im jednostek fizycznych modelu INCM [4]

Jednostka funkcjonalna	Jednostka fizyczna	Realizowane funkcje
SSF (<i>Service Switching Functions</i>)	SSP (<i>Service Switching Point</i>)	Funkcje komutacji usług, określające zasady współpracy CCF i SCF oraz umożliwiające przekazywanie sterowania procesem obsługi wywołania między CCF i SCF
SRF (<i>Specialized Resources Functions</i>)	IP (<i>Intelligent Peripheral</i>)	Funkcje zarządzania zasobami specjalnymi, umożliwiające korzystanie obiektom sieci IN z zasobów (np. urządzeń zapowiedzi słownych, konwerterów protokołu, itp.)
CCF (<i>Call Control Functions</i>)	SSP (<i>Service Switching Point</i>)	Funkcje sterowania obsługą zgłoszeń, realizujące obsługę wywołań oraz sterowanie połączeniami (zestawianie, nadzór oraz rozłączanie połączeń)
CCAF (<i>Call Control Agent Functions</i>)	LE (<i>Local Exchange</i>)	Funkcje dostępu do sieci, zapewniające dostęp użytkownikom końcowym do sieci IN
SCF (<i>Service Control Functions</i>)	SCP (<i>Service Control Point</i>)	Funkcje sterowania usługami, realizujące treść scenariusza usługi oraz obsługujące wszystkie procesy przewidziane logiką usługi
SDF (<i>Service Data Functions</i>)	SDP (<i>Service Data Point</i>)	Funkcje zarządzania danymi usług, zapewniające dostęp do danych związanych z realizowaną usługą i kontrolę poprawności danych
SCEF (<i>Service Creation Environment Functions</i>)	SCEP (<i>Service Creation Environment Point</i>)	Funkcje środowiska kreacji usług, umożliwiające definiowanie, projektowanie, testowanie oraz wdrażanie nowych usług IN
SMAF (<i>Service Management Access Functions</i>)	SMAP (<i>Service Management Access Point</i>)	Funkcje dostępu do zarządzania usługami, definiujące i obsługujące dostęp do SMF operatora terminalu lub stacji roboczej
SMF (<i>Service Management Functions</i>)	SMP (<i>Service Management Point</i>)	Funkcje zarządzania usługami, realizujące procesy: zarządzania usługami, udostępniania usług oraz wprowadzania usług

Interfejsy te wykorzystują m. in. stosowane dotychczas w telekomunikacyjnej sieci użytku publicznego: protokół sygnalizacji nr 7 (protokół ISUP służy do komunikacji między dwoma węzłami fizycznymi SSP) oraz protokoły pakietowe (w tym X.25), sterujące wymianą wiadomości np. między SCEP oraz SMP lub SCP.

Protokołem dedykowanym sieci inteligentnej jest protokół INAP (*Intelligent Network Application Protocol*), realizujący interfejs między jednostkami: SSF, SCF, SRF i SDF. Jest on, według modelu odniesienia OSI, protokołem użytkownika elementu usługowego operacji zdalnych ROSE (*Remote Operation Service Element*). Protokół elementu ROSE jest zawarty w podwarstwie składnikowej części aplikacyjnej TCAP (*Transaction Capabilities Application Protocol*). Umożliwia on procesowi aplikacyjnemu (wykonywanemu w danej jednostce aplikacyjnej) jednego systemu otwartego (proces wywołujący) przesłanie żądania wykonania określonej operacji do innego systemu otwartego (proces wykonujący). Odpowiedzialny za realizację tego zadania proces może następnie przesłać raport ze sprawozdaniem z podjętej próby.

Protokół INAP, którego specyfikację zamieszczono w dokumentach [1, 5, 9], umożliwia poprawną realizację usług IN w zakresie przewidzianym przez ITU-T oraz ETSI. Jednak dostawcy oprogramowania do węzłów fizycznych IN oferują niestandardowe usługi lub odmienny sposób ich realizacji niż przewidywany w dokumentach standaryzacyjnych, modyfikując zestaw wykorzystywanych wiadomości (w odniesieniu do INAP). Sytuacja ta powoduje niebezpieczeństwo braku kompatybilności protokołów w środowisku urzędzeń pochodzących od różnych producentów, jednakże protokół INAP dostarcza również mechanizmy wspomagające negocjację warunków wymiany wiadomości. Proces negocjacji obejmuje także ustalenie wykorzystywanych zbiorów operacji INAP.

Zestaw usługowy CS-2

Wzbogacanie oferty usługowej oraz modyfikacje narzędzi, np. w postaci bloków SIB czy protokołu INAP, które służą realizacji usług, przyczyniły się do opracowania nowego standardu zestawu usługowego, nazwanego zgodnie z przyjętymi założeniami mianem *Capability Set 2* (CS-2). Zasadnicze zmiany w zestawie usługowym CS-2 (w porównaniu z CS-1) obejmują przede wszystkim:

- wzbogacanie wachlarza usług, w tym o usługi multimedialne;
- ujednoczenie mechanizmów świadczenia usług w obrębie sieci stacjonarnych i ruchomych;
- udostępnienie mechanizmów świadczenia usług w obrębie sieci wielu operatorów.

Przedstawione kierunki rozwoju wyznaczają docelowy stan, którego osiągnięcie jest możliwe na drodze ewolucji. Pierwszy zakłada możliwość realizacji usług IN, obejmujących jednoczesną transmisję głosu, danych i sygnału wideo bądź kombinację tych usług. Wdrożenie tego rodzaju usług wiąże się z koniecznością zapewnienia zmiennej przepływności strumienia danych na odcinku „od końca do końca”.

Z kolei wdrażanie rozwiązań technicznych, gwarantujących konwergencję sieci stacjonarnych i ruchomych jest obecnie realizowane przez wiele firm na różnym poziomie zaawansowania, choć poszczególne koncepcje różnią się od treści dokumentów standaryzacyjnych [6 ÷ 9]. W zakresie integracji sieci stacjonarnych oraz komórkowych w zestawie usługowym CS-2 przewidziano wzbogacenie istniejącej infrastruktury sieci IN o nowe jednostki funkcjonalne, do których należą m. in.:

- CRACF (*Call Related Radio Access Control Function*): jednostka odpowiedzialna za funkcje kontroli połączeń realizowanych za pomocą dostępu radiowego;
- CURACF (*Call Unrelated Radio Access Control Function*): jednostka odpowiedzialna za funkcje wspomagające interakcję między usługami realizowanymi za pośrednictwem dostępu radiowego.

Rozszerzenie świadczenia usług IN na sieci wielu operatorów jest uwarunkowane głównie względami prawnymi (np. rozwiązywanie problemów z numeracją, rozliczeniami międzyoperatorskimi), ale zależy też od istnienia infrastruktury IN w krajach bezpośrednio zainteresowanych świadczeniem tych usług na większą skalę oraz w krajach pośredniczących.

Usługi sieci inteligentnej w telefonii komórkowej

Sieci telefonii komórkowej realizowane w standardzie GSM oferują użytkownikom coraz więcej usług. Wciąż jednak występują przeszkody w udostępnieniu abonentom ruchomym usług sieci inteligentnej, głównie w zakresie wykorzystania zasobów przechowywanych w bazach danych. W celu umożliwienia dostępu do tego typu usług Europejski Instytut Standardów Telekomunikacyjnych (ETSI) zdefiniował architekturę oraz zestaw usług zwanych CAMEL (*Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic*). Określają one ogół mechanizmów, którymi dysponuje operator w celu realizacji usług IN, obejmujących zarówno infrastrukturę techniczną, jak i zaadaptowane oprogramowanie, w tym protokoły sygnalizacyjne.

Celem wdrożenia koncepcji CAMEL jest umożliwienie realizacji w sieci telefonii komórkowej usług IN oferowanych abonentom innych sieci (komórkowych i stacjonarnych) w trakcie przebywania na obszarze obsługiwanej przez sieć macierzystą. Innymi słowy, koncepcja ta umożliwia abonentom korzystanie z własnych profili usługowych w czasie przebywania na obszarze innej sieci niż sieć macierzysta. Jest ona oparta na wykorzystaniu zasadniczych elementów modelu koncepcyjnego sieci inteligentnej w architekturze sieci GSM, przy czym kluczowe znaczenie ma w tym przypadku standaryzacja interfejsów oraz realizujących je protokołów. W koncepcji CAMEL zaadaptowano na potrzeby sieci GSM odpowiednie podzbiory zestawów usługowych CS-1 oraz CS-2, jak również wybrane operacje zdefiniowanego przez ETSI protokołu „core” INAP [1], którego zbiór wiadomości sygnalizacyjnych (operacji) stanowi podzbiór wiadomości wykorzystywanych przez protokół INAP wyspecyfikowany w dokumencie [5]. Wynikowym protokołem wykorzystywanym do realizacji usług CAMEL jest protokół CAP (*CAMEL Application Part*).

Usługi sieci inteligentnej a usługi internetowe

Proces konwergencji zachodzi nie tylko w obrębie różnych typów sieci (sieć stacjonarna i ruchoma), lecz także w obrębie wykorzystywanych technologii. Najbardziej ewidentnym przykładem jest wykorzystanie sieci inteligentnej do usług oferowanych za pośrednictwem Internetu [10].

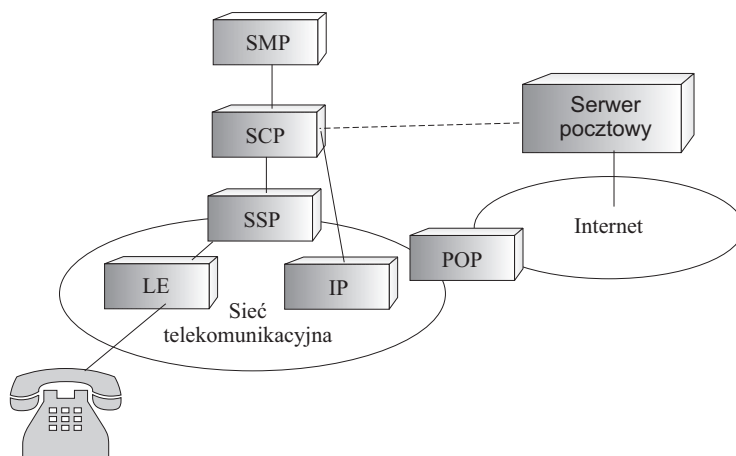
Z kolei wykorzystanie Internetu do usług IN ma obecnie nieco inny aspekt, gdyż mechanizmy zaangażowane w świadczenie usług internetowych pełnią funkcję wspomagającą w stosunku do usług sieci inteligentnej. Przykładem może być wykorzystanie interfejsu graficznego, który jest oferowany za pośrednictwem przeglądarek internetowych do modyfikacji profilu usługowego. Aktywacja i modyfikacja parametrów usług (takich jak: skrócone wybieranie, przekazywanie połączeń w przypadku zajętości abonenta lub braku odpowiedzi, czy też połączenia konferencyjnego) może być realizowana za pomocą protokołu HTTP lub WAP zamiast sygnalizacji DTMF (*Dual-Tone Multifrequency*). W ofercie wielu

producentów sprzętu, wchodzącego w skład infrastruktury sieci IN, znajdują się bramy, stanowiące kolejną generację węzłów IP (*Intelligent Peripheral*), wykorzystywanych w klasycznym podejściu do IN do detekcji sygnalizacji DTMF oraz odtwarzania zapowiedzi słownych itp.

Wykorzystanie Internetu w sieci IN dotyczy również znacznie poważniejszych zastosowań. Coraz szerzej jest on stosowany w centrach obsługi użytkowników, które abonują usługi sieci IN, takie jak: obsługa masowych zgłoszeń (*Call Centers*) czy połączenie bezpłatne. W usłudze *Call Centers* zastosowano narzędzia internetowe i powiązane z nimi aplikacje wykorzystujące bazy danych. Jednak zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku wyraźnie jest widoczna wcześniej wspomniana funkcja pomocnicza Internetu.

Powiadamianie o przychodzącej poczcie elektronicznej

Przykładem wykorzystania sieci inteligentnej do świadczenia usług internetowych może być usługa powiadamiania o przychodzącej poczcie elektronicznej, wykorzystująca schemat działania pokazany na rys. 2. Zadaniem serwera pocztowego jest powiadomienie węzła SCP o przychodzącej przesyłce za pośrednictwem odpowiednich bram G (jedna z nich znajduje się przy SCP, druga zaś – przy serwerze pocztowym). Następnie węzeł SCP, zgodnie ze scenariuszem usługi, generuje do węzła SSP polecenie powiadomienia użytkownika LE. Powiadomienie, w postaci sygnału akustycznego lub wiadomości na wyświetlaczu, jest jednak zawsze generowane przez węzeł IP, który jest odpowiedzialny za przesłanie odpowiedniego komunikatu użytkownikowi. Numer użytkownika jest pobierany z dodatkowych informacji, skojarzonych z profilem usługowym realizowanym przez SCP (profile usług wraz z dodatkowymi informacjami są przechowywane w węźle SMP).



Rys. 2. Architektura wykorzystywana do realizacji usługi powiadamiania o przychodzącej poczcie [10]

Wiadomość pocztowa może zostać następnie odczytana z komputera z oprogramowaniem pocztowym obsługującym protokół POP (*Post Office Protocol*).

Podsumowanie

Od dłuższego czasu usługi sieci inteligentnych funkcjonują jako istotny element strategii marketingowej firmy (będącej ich subskrybentem), a jednocześnie wypierają część usług oferujących podobne

możliwości, lecz świadczonych z wykorzystaniem central końcowych. Jednak realizacja usług IN przynosi operatorom, obok prestiżu, również pokaźne zyski. Szacuje się, iż dochody operatorów z tytułu świadczenia usług sieci inteligentnej zajmują drugie miejsce, tuż po dochodach operatorów sieci telefonii komórkowej. Największym udziałem w puli dochodów może poszczycić się usługa połączenia bezpłatnego, której abonentami w USA jest ponad 3 mln firm (co trzecie przedsiębiorstwo w USA ma „linię bezpłatną”). Nieco mniejszą popularnością w chwili obecnej cieszą się takie usługi, jak: wirtualna sieć prywatna VPN (*Virtual Private Network*), czy połączenie z opłatą podzieloną lub prowizyjną.

Mało znane są natomiast usługi związane z koniecznością modyfikacji profilu usługowego (np. usługa przekazania połączenia w przypadku zajętości abonenta lub braku odpowiedzi). Być może konwergencja Internetu oraz IN przyczyni się do zwiększenia popularności również i tych usług. Z pewnością jednak spowoduje ona wzrost zainteresowania usługami interaktywnymi, wykorzystującymi różne metody transmisji.

Bibliografia

- [1] ETSI: ETS 300 374-1 *Intelligent Network (IN); Intelligent Network Capability Set 1 (CS1) Core Intelligent Network Application Protocol (INAP); Part 1: Protocol Specification*, wrzesień 1994
- [2] ITU-T: Rec. Q.1208 (9/97) *Intelligent Network. General aspects of the Intelligent Network Application protocol*
- [3] ITU-T: Rec. Q.1211 (3/93) *Intelligent Network. Introduction to Intelligent Network Capability Set 1*
- [4] ITU-T: Rec. Q.1215 (10/95) *Intelligent Network. Physical Plane for Intelligent Network CS-1*, CCITT, Genewa 1996
- [5] ITU-T: Rec. Q.1218 (10/95) *Intelligent Network. Interface Recommendation for Intelligent Network CS-1*
- [6] ITU-T: Rec. Q.1221 (9/97) *Introduction to Intelligent Network Capability Set 2*
- [7] ITU-T: Rec. Q.1222 (9/97) *Service Plane for Intelligent Network Capability Set 2*
- [8] ITU-T: Rec. Q.1225 (9/97) *Physical Plane for Intelligent Network Capability Set 2*
- [9] ITU-T: Rec. Q.1228 (9/97) *Interface Recommendation for Intelligent Network Capability Set 2*
- [10] Lautenschlager W.: *Internet needs IN, but does IN need the Internet?* W: *ICIN' 98*, Bordeaux, May 1998
- [11] Thörner J.: *Intelligent Networks*. Artech House, 1994

Mariusz Gajewski



Mgr inż. Mariusz Gajewski (1976) – absolwent Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej (2000); pracownik Instytutu Łączności w Warszawie (od 1998); zainteresowania naukowe: sieci sygnalizacyjne, zarządzanie sieciami telekomunikacyjnymi.
e-mail: mgajewski@itl.waw.pl