

Warszawa, 2006-07-06

Platforma ENUM jako rozwiązanie integracji sieci telefonicznych oraz sieci IP oraz wsparcie przenośności numerów (number portability) nowej generacji

Andrzej Bartosiewicz, Kierownik Działu Domen NASK

Krzysztof Malinowski

Naukowa i Akademicka Sieć Komputerowa – NASK
ul. Wąwozowa 18, 02-796 Warszawa

Wprowadzenie

Rosnąca liczba i różnorodność urządzeń i form komunikacji na odległość, obejmująca obecnie, poza klasyczną telefonią stacjonarną (PSTN) telefonią komórkową oraz coraz większe możliwości oferowane przez Internet stwarza pilną potrzebę integracji usług telekomunikacyjnych. Integracja ta powinna być powiązana z wyraźnym ułatwieniem korzystania z tych usług, w tym z ułatwieniem i ekonomiczną racjonalizacją nawiązywania połączeń (kontaktów) pomiędzy poszczególnymi użytkownikami systemów telekomunikacyjnych. W sytuacji, gdy jedna osoba może być osiągalna pod wieloma numerami (adresami) komunikacyjnymi, jest potrzebne wprowadzenie rozwiązań umożliwiających ułatwienie kontaktu z tą osobą w sytuacji, gdy strona pragnąca nawiązać połączenie dysponuje, na przykład, znajomością tylko jednego numeru telefonicznego lub, powiedzmy, jednego adresu internetowego abonenta, z którym pragnie się skontaktować. Warto dążyć do sytuacji, w której taka znajomość tylko jednej z licznych możliwych danych adresowych identyfikujących danego abonenta będzie umożliwiała uzyskanie z nim kontaktu w oparciu o najlepszą, w danych warunkach, istniejącą możliwość techniczną. Jednocześnie, zgodnie z powszechnie odczuwaną potrzebą, trzeba dokonać ustabilizowania związanej z danym abonentem bazy adresowej, w szczególności wdrożyć na pełną skalę, w połączeniu z dodatkowymi nowoczesnymi usługami identyfikacyjnymi i lokalizacyjnymi. Przedstawiona w niniejszym referacie platforma ENUM może w znacznym stopniu służyć wypełnieniu tych, zarysowanych powyżej, oczekiwań.

Podstawy ENUM

ENUM (E.164 Number Mapping) jest to platforma technologiczna dokonująca transformacji numerów ze standardu E.164¹ na nazwy domen internetowych w systemie nazw domenowych DNS² oraz wiążąca różnorakie serwisy telekomunikacyjne z tak zapisanym numerem telefonu. ENUM wykorzystuje rekordy NS oraz NAPTR³ (Naming Address Pointer) w celu ustalenia, jakie serwisy są związane z konkretną nazwą domenową.

Aktualnie obowiązujące standardy opisujące platformę ENUM opierają się o definicję *Dynamic Delegation Discovery System*. Najważniejszy z nich to RFC 3761 “The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM)”⁴. Pozostałe kluczowe dokumenty opisujące platformę ENUM to:

- “Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part One: The Comprehensive DDDS” RFC 3401, IETF
- “Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Two: The Algorithm” RFC 3402, IETF
- “Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Three: The Domain Name System (DNS) Database” RFC 3403, IETF
- “Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Four: The Uniform Resource Identifiers (URI) Resolution Application” RFC 3404, IETF

DDDS polega na implementacji dynamicznego łączenia ciągów znaków w dane według modelu „lazy binding”. „Lazy binding” można tłumaczyć na język polski jako łączenie dynamiczne dokonywane najpóźniej jak to jest możliwe. DDDS funkcjonuje jako mapowanie unikalnych ciągów znaków na dane zapisane w bazie (systemie) DDDS poprzez interakcyjne dopasowywanie reguł do czasu aż warunek końcowy zostanie spełniony (nie jest możliwe dalsze dopasowywanie reguł). Bardzo często w praktycznym stosowaniu DDDS stosuje się metodę gdzie warunek końcowy jest napotykanym już przy pierwszym zastosowaniu reguł (wszystkie przykłady w tym rozdziale zakładają spełnienie warunku końcowego już przy pierwszym przypisaniu reguł).

Wspomniany wcześniej dokument RFC3761 opisuje mechanizmy rozpowszechniania informacji na temat możliwych wskazanych form kontaktu w ramach DNS; kluczowym elementem tego mechanizmu jest pojęcie rekordów NAPTR (Naming Address Pointer). Tak zwany DNS “type code” dla rekordów NAPTR to 35. Wskazanie form kontaktu w przypadku ENUM określane jest jako „enumservice”. Z jednym rekordem NAPTR może być związany więcej niż jeden „enumservice”.

Enumservice jako paleta możliwości komunikacji

Każdy „enumservice” posiada obowiązkowo typ i opcjonalnie podtyp. Typ definiuje rodzaj sesji komunikacyjnej, która może być zainicjowana z wykorzystaniem kontaktu, który jest wygenerowany przez URI zawarty w danym rekordzie NAPTR. Przyjęło się traktowanie typu jako zdefiniowanie serwisu, a podtyp określa schemat URI. Przykłady wybranych najbardziej popularnych rodzajów enumservice stosowanych przy integracji sieci telefonicznej i Internetu czytelnik znajdzie poniżej:

Enumservice Name	Enumservice Type	Enumservice Subtypes	URI Schemes
pstn	pstn	sip	sip
h323			h323
sip	sip		sip sips
web	web	http	http

email	email	mailto	mailto
fax	fax	tel	tel
sms	sms	tel	tel
voice	voice	tel	tel

Pełna lista znajduje się w bazie IANA pod adresem: <ftp://ftp.iana.org/assignments/enum-services/>

Rekordy NAPTR jako budulec systemu ENUM

Każdy rekord NAPTR może składać się z następujących pól:

- ORDER
- PREFERENCE
- FLAGS
- SERVICES
- REGEXP
- REPLACEMENT

Pole ORDER: Liczba całkowita 16-bitowa specyfikująca kolejność w której rekordy NAPTR muszą być przetwarzane przez aplikację. Kolejność jest ustalana od najniższej do najwyższej. W przypadku kiedy dwa rekordy mają tą samą wartość pod uwagę brany jest parametr PREFERENCE.

Pole PREFERENCE: Liczba całkowita 16-bitowa specyfikująca kolejność, w której rekordy NAPTR o tej samej wartości ORDER mają być przetwarzane. Pole PREFERENCE jest analogiczne do rekordu MX, aplikacja kliencka może, ale nie musi, brać pod uwagę pole PREFERENCE .

Pole FLAGS: Ciąg znaków zawierający flagi służące do prezentacji aspektu, w jakim interpretowane są pozostałe pola. Flagi to pojedyncze znaki z zakresu A-Z (bez rozróżniania na duże i małe litery) oraz 0-9. Ciąg znaków zawierający flagi może być w szczególności pusty.

Pole SERVICES: Ciąg znaków, który specyfikuje tzw. „Services Parametres”. Sposób definicji opisany w tym polu jest uzależniony od rodzaju aplikacji, która będzie korzystała z zapisanych w tym rekordzie danych.

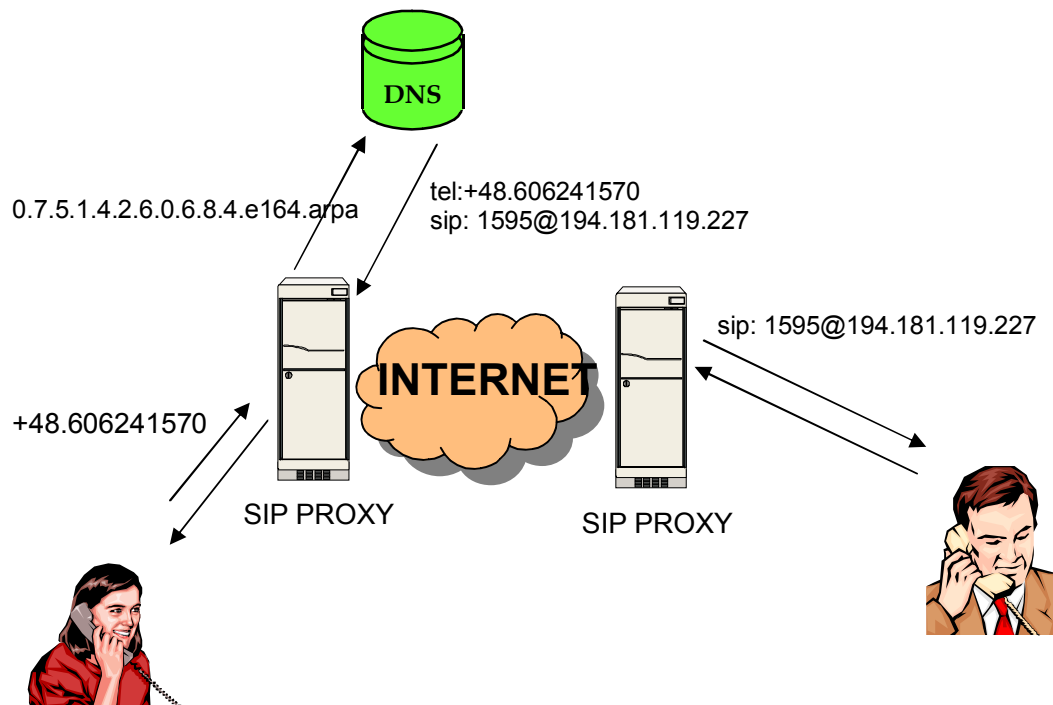
Pole REGEXP: Ciąg reprezentujący wyrażenie, na które mapowany jest ciąg znaków opisujący aplikację klienta (zaczynając od nazwy domeny internetowej ENUM), poprzez interakcyjne dopasowywanie reguł do czasu aż warunek końcowy zostanie spełniony (nie jest możliwe dalsze dopasowywanie reguł). Zazwyczaj w pierwszym mapowaniu następuje spełnienie warunku końcowego, niemniej jednak platforma DDDS, na której opiera się ENUM, zakłada możliwość wielokrotnej interakcyjnej zamiany kolejnych wyrażeń regularnych.

Pole REPLACEMENT: Nazwa domeny internetowej, która powinna być kolejną odpytywaną w zależności od ustawienia pola FLAGS. Pole REPLACEMENT jest używane w sytuacji, kiedy wyrażenie regularne to prosta operacja podstawienia. Wartość w polu REPLACEMENT musi

być nazwą domeny internetowej. Pola REGEXP wraz z polem REPLACEMENT w algorytmie DDDS są oznaczane jako „Substitution Expression”.

Najpopularniejsze zastosowanie ENUM dla użytkowników telefonii IP

Rozwiązaniem ENUM, które obecnie jest najpopularniejsze wśród użytkowników Internetu, jest wykorzystanie ENUM dla celów integracji telefonii IP z numeracją telefoniczną. Integracja ta polega na integracji central telefonicznych lub central IP z bazą DNS. Jeśli użytkownik korzysta z telefonu IP (lub komputera wraz z aplikacją obsługującą SIP) i chce zestawić połączenie wybierając numer telefonu, jego serwer SIP (np. stosowany w NASK Asterix z dodatkowym modulem ENUM) połączy się z bazą DNS i odpyta tą bazę o domenę ENUM odpowiadającą takiemu numerowi. Jeżeli w DNS taka domena będzie istniała, to abonent otrzyma zwrotnie listę rekordów NAPTR, z których wybierze najdogodniejszą formę kontaktu. Oczywiście system może podjąć decyzję samodzielnie, jak dzieje się to na przykładzie implementacji stosowanej w NASK, gdzie przyjmuje się że najdogodniejszą formą kontaktu będzie telefonia IP (ze względu na cenę), zaś inne formy kontaktu byłyby realizowane w drugiej kolejności.



Rys 1. Przykładowe wykorzystanie ENUM do translacji numeru telefonu E.164 na adres SIP i zestawienie połączenia z takim adresem z wykorzystaniem protokołu IP.

Powyższy przykład zakłada istnienie adresu SIP, który może zostać wykorzystany przy zestawianiu połączenia. Warto nadmienić, że nic nie stoi na przeszkodzie, aby taką formą kontaktu była telefonia tradycyjna czy komórkowa albo inne alternatywne formy kontaktu jak voice-mail czy tradycyjny e-mail.

Można rozważać zaawansowane mechanizmy analizy m.in. taryf telekomunikacyjnych, które pozwalają doradzić, czy wręcz zrealizować automatycznie, użytkownikom najtańsze w danych okolicznościach formy kontaktu, co powinno pozwolić na obniżanie sumarycznych kosztów połączeń teleinformatycznych abonentów. Rozważania te są m.in. przedmiotem przewodu doktorskiego jednego z autorów.

Czytelników zapraszamy do sprawdzenia przedstawionego na rys. 1 przykładu połączenia, ponieważ przedstawione wpisy w DNS są rzeczywiście istniejącymi i funkcjonującymi.

Algorytm tworzenia domen ENUM

Algorytm i przykład zamiany numeru telefonu (E.164) na nazwę domenową ENUM jest następujący:

1. Dodać do numeru telefonu kod kraju, np.: +48 606 24-15-70.
2. Usunąć wszystko z wyjątkiem cyfr: 48606241570.
3. Wstawić kropki pomiędzy cyframi: 4.8.6.0.6.2.4.1.5.7.0
4. Odwrócić porządek: 0.7.5.1.4.2.6.0.6.8.4
5. Dodać strefę „e164.arpa”
6. Ostatecznie dostajemy pełną domenę ENUM: 0.7.5.1.4.2.6.0.6.8.4.e164.arpa

Czytelnik może przykładowo odpytać DNS o domenę 0.7.5.1.4.2.6.0.6.8.4.e164.arpa która odpowiada funkcjonalnie numerowi telefonu 0606 241570:

host -t NAPTR 0.7.5.1.4.2.6.0.6.8.4.e164.arpa

***0.7.5.1.4.2.6.0.6.8.4.e164.arpa NAPTR 100 10 "u" "E2U+sip"
"!^.*\$!sip:1595@194.181.119.227!" .***

***0.7.5.1.4.2.6.0.6.8.4.e164.arpa NAPTR 200 10 "u" "E2U+mailto"
"!^.*\$!mailto:andrzej.bartosiewicz@nask.pl!" .***

0.7.5.1.4.2.6.0.6.8.4.e164.arpa NAPTR 300 10 "u" "E2U+tel" "!^.*\$!tel:+48606241570!" .

Jak widać w powyższym przykładzie, z numerem telefonu związane są trzy różne rekordy NAPTR. Pierwszy z nich - preferowany - pozwala na uzyskanie adresu SIP. Wykorzystanie tego adresu ilustruje rys. 1. W przypadku braku możliwości kontaktu z wykorzystaniem protokołu SIP, użytkownik powinien wykorzystać kolejną możliwość, jaką jest numer telefonu komórkowego. Oczywiście w każdej chwili może skorzystać z możliwości wysłania e-mail, który to jest wskazany jako bardziej preferowany niż połączenie komórkowe.

Wykorzystanie ENUM dla przenośności numerów (Number Portability)

Podstawy Number Portability

Przenoszenie numeru jest usługą w sieciach telekomunikacyjnych pozwalającą abonentowi na zmianę operatora bądź lokalizacji bez konieczności zmiany jego numeru abonenckiego. Od strony prawnej na terenie Polski przenośność numerów jest wymuszana poprzez:

- Dyrektywy Unii Europejskiej: 2002/22/EC, 98/61/EC oraz 97/33/EC
- Ustawę Prawo Telekomunikacyjne z dnia 16 lipca 2004
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 1 marca 2006 r. w sprawie warunków korzystania z uprawnień w publicznych sieciach telefonicznych

Przenośność numerów można realizować według czterech głównych schematów⁵:

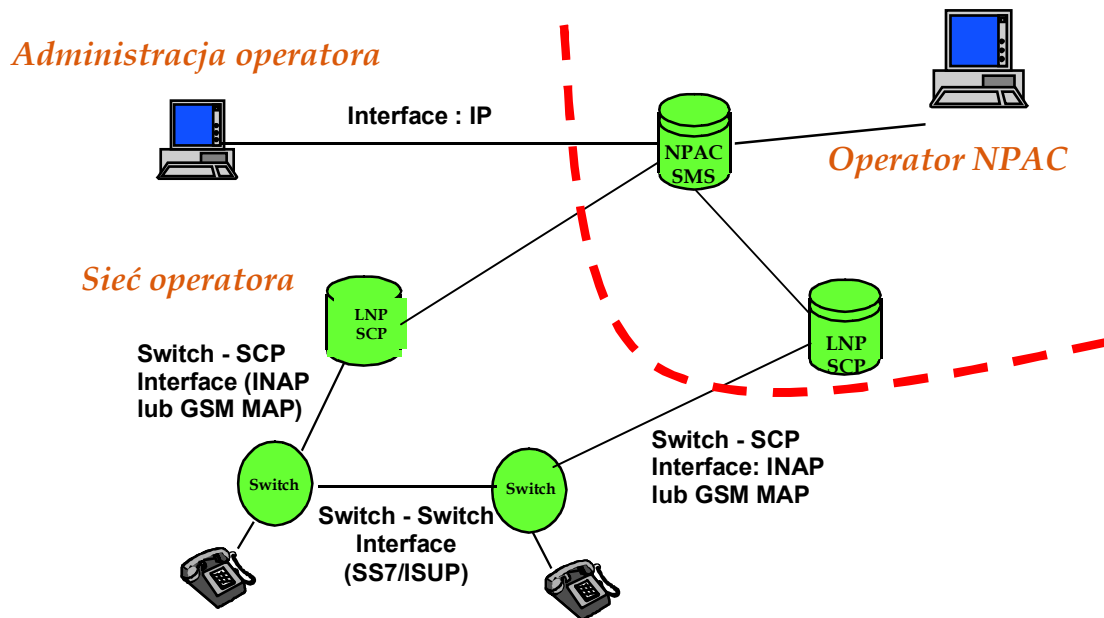
- **All Call Query (ACQ).** W metodzie ACQ centrala inicjująca przed każdym zestawieniem połączenia przesyła zapytanie do bazy danych skąd otrzymuje informację o docelowym operatorze sieci lub też o centrali docelowej (dokładnie informację o tzw. Routing Number).
- **Query on Release (QoR).** W metodzie QoR połączenie jest początkowo kierowane do sieci, z której oryginalnie pochodzi numer telefonu (w Polsce według Planu Numeracji Krajowej⁶). Sieć ta powszechnie jest określana jako „dawca” (donor). Jeżeli odpytywana centrala stwierdzi, że numer został przeniesiony, to zwraca informację o braku możliwości zestawienia połączenia. Wówczas centrala inicjująca wysyła zapytanie do centralnej bazy danych numerów przeniesionych i na podstawie otrzymanej odpowiedzi (dokładnie w oparciu o Routing Number) zestawia połączenie do sieci obsługującej aktualnie Abonenta.
- **Onward Routing (OR).** W metodzie OR sieć Abonenta wywołującego kieruje połączenie do sieci, z której oryginalnie pochodzi numer telefonu (sieć dawcy), podobnie jak w metodzie QoR. Jeśli sieć ta stwierdza, że wywoływany numer został przeniesiony, to następnie przeszukuje wewnętrzną bazę danych numerów przeniesionych w celu ustalenia aktualnego operatora (Routing Number) obsługującego Abonenta i następnie zestawia połączenie. Przez cały czas trwania połączenia wykorzystywana jest infrastruktura wszystkich sieci, z którymi Abonent kiedykolwiek miał zawarte umowy jako fragment zestawionego połączenia telefonicznego.
- **Call Dropback (CD).** Metoda ta różni się od metody OR tym, że sieć, z której Abonent pierwotnie się wywodzi, udziela informacji sieci wywołującej połączenie o docelowym operatorze obsługującym Abonenta (dokładnie o aktualnym Routing Number).

W przypadku metod wykorzystujących centralną bazę danych numerów przeniesionych (zwaną powszechnie NPAC od określenia Number Portability Administration Center), schemat infrastruktury może wyglądać jak na poniższym rysunku (rys. 2). Na tym schemacie mamy zaznaczoną bazę centrum administracyjnego numerów przeniesionych NPAC SMS, do której Operatorzy mają dostęp poprzez, na przykład, sieć IP.

Dane techniczne dotyczące numerów przeniesionych z centralnej bazy numerów przeniesionych są replikowane u operatorów na dwa sposoby:

- kopiowanie całej zawartości bazy w zadanych odstępach czasowych (zwykle raz na dobę w tzw. oknie portowania),
- rozsyłanie tylko informacji zmienionych, niezwłocznie po tym jak takie zmiany zostaną wprowadzone do bazy.

Centrum administracyjne numerów przeniesionych (NPAC) składa się z dwóch istotnych elementów: bazy numerów przeniesionych zawierającej informacje administracyjne i techniczne (NPAC SMS) oraz lokalnej bazy numerów przeniesionych, która posiada tylko informacje techniczne o numerach przeniesionych (LNP SCP) wraz z interface do sieci Operatorów.



Rys 2. Ogólny schemat infrastruktury sieci uwzględniający istnienie centralnej bazy danych numerów przeniesionych (NPDB). Opis skrótów:

SCP - Service Control Point (SCP)

LNP SCP – Local Number Portability Service Control Point

SMS - Service Management System

IP – Internet Protocol

ISUP - ISDN User Part

INAP - Intelligent Network Application Part

SS7 - Common Channel Signaling System No. 7

GSM MAP- GSM Mobile Application Part

W rozwiązaniu zakładającym „okna portowania” informacje o numerach do przeniesienia zbierane są od operatorów telekomunikacyjnych od zakończenia poprzedniego „okna portowania”. W sytuacji, kiedy procedura przeniesienia numeru zakończyła się pozytywnie (zarówno operator przejmujący jak i ten od którego numer jest przejmowany potwierdzili pozytywnie proces przeniesienia) baza numerów przeniesionych ENUM jest aktualizowana w trakcie „okna portowania” a sama baza jest dystrybuowana pomiędzy operatorami (baza NPAC w zakresie informacji czysto technicznych takich jak numer telefonu Abonenta oraz „Routing

Number”, z wyłączeniem informacji administracyjnych takich jak dane operatora, data portowania, itp.). Baza może być dystrybuowana generalnie w dwóch postaciach: w postaci binarnej bądź w postaci tekstowego pliku strefy DNS. „Okno portowania” zazwyczaj przyjmuje się jako okres od dwóch do czterech godzin. W tym czasie Abonenci, którzy dokonują portowania swoich numerów, nie mają gwarancji prawidłowego świadczenia usługi. Długość okna portowania dobiera się tak, aby zapewnić iż wszyscy operatorzy zaktualizują informacje w swoich sieciach.

Obok systemu zakładającego „okna portowania” funkcjonować może także rozwiązanie przyjmujące, że informacje na temat zmian w bazie numerów przeniesionych aktualizowane są u operatorów bezpośrednio po tym jak nastąpi ich zmiana w bazie centralnej.

Oprócz replikacji bazy centralnej, co było opisane powyżej, istnieje możliwość bezpośredniej integracji sieci operatora z NPAC poprzez interfejs sieciowy INAP (Intelligent Network Application Part) lub GSM MAP, bądź docelowo IP (Internet Protocol). W takiej sytuacji NPAC posiada stałe połączenie z sieciami operatorów telekomunikacyjnych i proces sygnalizacji w sieciach telekomunikacyjnych uwzględnia komunikację z bazą numerów przeniesionych. Generalnie, obecnie implementacje NPAC zakładają interfejs INAP bądź MAP, niemniej jednak należy się spodziewać w sieciach nowej generacji (NGN) powszechnego wprowadzenia protokołu IP przy zarządzaniu siecią telekomunikacyjną. Rozwiązanie prezentowane w niniejszym referacie umożliwia stosowanie rozwiązań powszechnie stosowanych w telekomunikacji w Europie, niemniej jednak kładzie ono nacisk na zastosowanie bezpośrednio technologii ENUM dla operatorów telekomunikacyjnych.

Zastosowanie platformy ENUM dla celów przenośności

W ramach prac IETF⁷ następuje próba standaryzacji wykorzystania platformy ENUM w celu zapewnienia usługi Number Portability. Założeniem jest wykorzystanie wpisów rekordów NAPTR w celu przechowywania informacji o przeniesionym numerze (w postaci Routing Number). Na obecnym etapie standaryzacji założono, że dla zapisu numerów telefonicznych, które uległy przeniesieniu (portowaniu), zostanie wykorzystane Enumservice „pstn”. Dodatkowo jako podtyp można użyć „tel” albo „SIP”. Podtyp „tel” wykorzystujemy dla wskazania, że zakończenie abonenckie to telefon, natomiast „SIP” dla wskazania, że jest to zakończenie typu VoIP w standardzie „SIP”. Do takiego opisu numeru telefonu dodajemy pole URI typu „tel” albo „sip”, w którym zamieszczamy najważniejszą informację, czyli Routing Number.

Przykład zapisanego rekordu NAPTR dla numeru przeniesionego:

```
$ORIGIN 0.7.5.1.4.2.6.0.6.4.8.e164.arpa.
NAPTR 10 100 "u" "E2U+pstn:tel"
"/^.*$!tel:+48606241570;rn=+48223808595;npdi!/"
```

W powyższym przykładzie poszczególne pola rekordu mają następujące wartości:

- ORDER o wartości w tym przypadku “10”,
- PREFERENCE o wartości w tym przypadku “100”,
- FLAGS o wartości w tym przypadku “u”,

- SERVICES o wartości w tym przypadku "E2U+pstn:tel" oznaczającej, że kolejne pole (REGEXP) oznaczać będzie usługę telefoniczną w sieci PSTN,
- najważniejsze pole (REGEXP) o wartości, w tym przypadku, „tel:+48606241570;rn=+48223808595;npdi”, oznaczającej, że numer telefonu został przeniesiony a Routing Number dla tego numeru to =+48223808595.
Dodatkowo na końcu znajduje się identyfikator „npdi” (NP Database Dip Indicator).

„NP Database Dip Indicator” wskazuje czy system dokonujący analizy danych zawartych w rekordzie NAPTR powinien odpytać inną zewnętrzną bazę numerów przeniesionych (NPDB) czy nie ma takiej potrzeby. Generalnie, jeśli parametr „npdi” jest ustawiony nie ma potrzeby odpytywania innej (zewnętrznej) bazy danych numerów przeniesionych. Kiedy Routing Number jest obecny, wskaźnik “NP Database Dip Indicator” nie musi być obecny ponieważ w niektórych sytuacjach Routing Number jest dodawany niezależnie od tego czy numer jest przeniesiony czy nie jest przeniesiony.

Informacja o routingu może zostać przekazana przez SIP Universal Resource Locator (URL). Drugim mechanizmem jest dodanie rozszerzenia do „tel” URL które jest również wspierane przez SIP. Proponowany Enumservice⁸ to „pstn”:

Enumservice Name	Enumservice Type	Enumservice Subtypes	URI Schemes
pstn	Pstn	sip	sip
sip	Sip		sip

Oprócz zaangażowania IETF w prace standaryzacyjne nad wykorzystaniem ENUM do celów przenośności należy podkreślić coraz większe zaangażowanie ITU-T w tym zakresie. Grupa Robocza 2 ITU-T pracuje obecnie nad modyfikacją Rekomendacji E.164 „The international public telecommunication numbering plan” Supplement 2 “Number Portability”. Dyskusje prowadzone były na spotkaniu Grupy Roboczej 2 w grudniu 2005 i maju 2006. Można oczekiwać, że proces standaryzacji będzie kontynuowany i w 2007 roku podstawy wykorzystania ENUM dla celów przenośności znajdą swoje miejsce w rekomendacji ITU-T E.164. Niestety obecna propozycja zmian rekomendacji dostępna jest tylko dla członków ITU (niezbędne jest posiadanie konta TIES w ITU), tak więc nie umieszczamy tego dokumentu w przypisach do niniejszego referatu.

Warto również nadmienić, że rozważania w zakresie zaawansowanego zastosowania ENUM dla realizacji przenośności numerów są m.in. przedmiotem przewodu doktorskiego A.Bartosiewicza

Integracja z platformą ENUM systemów CRM

Oprócz opisanego powyżej mechanizmu integracji sieci telekomunikacyjnych z bazą danych numerów przeniesionych (centralną lub lokalną) pozostaje do rozwiązania kwestia integracji systemu obsługi klientów po stronie operatorów (zapewne systemy typu CRM) z bazą numerów przeniesionych dla celów realizacji procesu przeniesienia numeru od operatora do operatora.

W przypadku wykorzystania ENUM dla realizacji mechanizmu numerów przeniesionych, najrozsądniejsze jest wykorzystanie protokołu EPP, który oryginalnie służy dla celów integracji

systemów rejestracji domen internetowych a który może być adaptowany dla celów Number Portability^{9 10 11}. EPP^{12 13 14 15 16 17} (Extensible Provisioning Protocol) to tekstowy protokół w standardzie XML umożliwiający wielu podmiotom (w przypadku portowania numerów Telephony Service Providers i Internet Service Providers) zarządzanie informacjami w systemie centralnym. Protokół EPP jest protokołem opartym o maszynę stanową, a same komendy są atomami (nie może dojść do np. częściowego sukcesu przy wykonaniu komendy).

EPP może być implementowany na różnorodnych warstwach niższego poziomu. Dzięki temu można stosować różne formy autentykacji i szyfrowania, dodatkowo w stosunku do zaimplementowanych w samym protokole EPP.

Protokół EPP może zostać zastosowany w oparciu o różne platformy transportowe, o ile zostaną zachowane pewne podstawowe zasady, takie jak: zapewnienie kolejności komend, zapewnienia pełnego wsparcia „maszyny stanów”, niezawodność (np. zapewniana przez TCP czy SMTP). Jednocześnie warstwa transportowa musi jasno określać czy dopuszczalny jest mechanizm „pipelining”, czyli sytuacja, kiedy klient wysyła do serwera wiele komend bez oczekiwania na odpowiedź po każdej z nich. EPP może być implementowany zarówno na warstwie transportowej połączeniowej jak i bezpołączeniowej. EPP może być rozszerzany według tzw. „Protocol Extension Framework”, w tym rozszerzeń obiektów czy informacji zwrotnych (odpowiedzi) dla klienta z systemu.

Rozwiązanie oparte na wykorzystaniu ENUM i protokole EPP zostało zaadaptowane przez NASK i zaproponowane Urzędowi Regulacji Telekomunikacji i Poczty (obecnie Urząd Komunikacji Elektronicznej) dla zastosowania w Polsce.

Podsumowanie

ENUM to nowoczesna platforma wspomagająca świadczenie usług w sieciach następnej generacji (NGN). To możliwość integracji różnych usług dla jednego abonenta. To wreszcie wspomaganie realizacji obowiązków operatorów jak przenośność numerów, jednocześnie unowocześnionych, gdzie można, na przykład, dokonywać portowania nie tylko między operatorami, ale również wprowadzić inne nowoczesne usługi. Oczywiście pod warunkiem, że operatorzy w Polsce nie będą się bali takich rozwiązań - tak jak nie boją się ich operatorzy w Austrii, Niemczech czy Szwajcarii.

¹ „The International Public Telecommunication Number Plan”, ITU-T Recommendation E.164

² RFC 1034 „Domain Names - Concepts and facilities”, P. Mockapetris, IETF

³ RFC 3403 “Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Part Three: The Domain Name System (DNS) Database”, M. Mealling, IETF

⁴ RFC 3761 “The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM)”, P. Faltstrom, M. Mealling, IETF

⁵ M. Foster, T. McGarry, J. Yu; “Number Portability in the Global Switched Telephone Network (GSTN): An Overview”, IETF

⁶ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 lipca 2005 r. w sprawie planu numeracji krajowej dla publicznych sieci telefonicznych (Dz. U. Nr 145, poz. 1215)

⁷ J. Yu, NeuStar; New Parameters for the "tel" URI to Support Number Portability

⁸ J. Livingood, R. Shockey; IANA Registration for an Enumservice Containing PSTN Signaling Information

⁹ "ENUM - prezentacja dla URTiP i operatorów telekomunikacyjnych" Andrzej Bartosiewicz, Zespół ds Numeracji, URTIP 2004, http://www.bartosiewicz.pl/2004_04_01_URTIP.pdf

¹⁰ "Number Portability" Andrzej Bartosiewicz, Telekomunikacja Polska, Warszawa 2005, Centrum Badawczo-Rozwojowe Zakład Badań Systemów Szerokopasmowych, http://www.bartosiewicz.pl/2005_02_09_TPSA_open.pdf

¹¹ "Portowanie Numerow Telefonicznych w Polsce: Centrum Administracji przy NASK" Andrzej Bartosiewicz, Zespół ds Numeracji, URTIP 2004, http://www.bartosiewicz.pl/2004_05_11_NASK_PORTOWANIE.pdf

¹² RFC3735 "Guidelines for Extending the Extensible Provisioning Protocol (EPP)", S. Hollenbeck, IETF

¹³ RFC3734 "Extensible Provisioning Protocol (EPP) Transport Over TCP", S. Hollenbeck, IETF

¹⁴ RFC3733 "Extensible Provisioning Protocol (EPP) Contact Mapping", S. Hollenbeck, IETF

¹⁵ RFC3732 "Extensible Provisioning Protocol (EPP) Host Mapping", S. Hollenbeck, IETF

¹⁶ RFC3731 "Extensible Provisioning Protocol (EPP) Domain Name Mapping", S. Hollenbeck, IETF

¹⁷ RFC3730 "Extensible Provisioning Protocol (EPP)", S. Hollenbeck, IETF