

**ARTUR SIERSZEŃ, ŁUKASZ STURGULEWSKI**

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki  
Politechnika Łódzka

## **WYKORZYSTANIE CISCO PACKET TRACER DO NAUCZANIA PODSTAWOWYCH ZAGADNIENÍ TRANSMISJI DANYCH GŁOSOWYCH W SIECIACH KOMPUTEROWYCH**

Recenzent: **prof. Dominik Sankowski**

Maszynopis dostarczono 1. 10. 2010

*Artykuł przedstawia zastosowanie środowiska Cisco Packet Tracer w nauczaniu obsługi technologii przesyłu połączeń głosowych w sieciach komputerowych. Wspecjalizowane urządzenia służące do budowy infrastruktury sieciowej umożliwiającej obsługę przesyłania połączeń głosowych są wciąż drogie i trudno dostępne. Konieczność pracy w wyspecjalizowanych i drogich laboratoriach utrudnia studentom i kursantom pozalekcyjne uzupełnienie wiedzy i przeprowadzanie własnych eksperymentów w tym zakresie. Wspomniane środowisko jest rozwiązaniem tych problemów, przez co cieszy się coraz to większym uznaniem.*

### **1. WPROWADZENIE**

Złożoność współczesnych sieci komputerowych dawno przestała dziwić zarówno początkujących, jak i zaawansowanych administratorów. Uczelniom technicznym, nauczającym na kierunkach związanych z informatyką i telekomunikacją postawiono wysoką poprzeczkę wynikającą z konieczności nauczania o coraz to nowszych technologiach. Wymusza to na uczelniach ciągłą modernizację zasobów laboratoryjnych oraz doszkalanie personelu dydaktycznego. Proces ten jest kosztowny, a w warunkach znacznego wzrostu

liczby studentów coraz trudniejszy do spełnienia. Konieczność pracy w wyspecjalizowanych laboratoriach utrudnia studentom (a także nauczycielom akademickim) pozalekcyjne uzupełnianie wiedzy i przeprowadzanie własnych eksperymentów w tym zakresie. Rozwiązaniem tego problemu może być użycie symulatorów lub emulatorów urządzeń sieciowych.

W artykule skupiono się na przedstawieniu podstawowych możliwości środowiska Packet Tracer firmy CISCO do nauczania obsługi oraz funkcjonowania urządzeń i protokołów kryjących się pod nazwą VoIP.

## 2. TECHNOLOGIA PRZESYŁANIA DANYCH VoIP

Technologia VoIP (ang. *Voice over Internet Protocol*) to model komunikacji głosowej w sieciach komputerowych – Internecie, będący nośnikiem połączeń głosowych, wideokonferencji i innych aplikacji w czasie rzeczywistym. Technologia VoIP oparta jest na transmisji głosu w postaci pakietów, co umożliwia korzystanie z „tradycyjnej” sieci używanej do transmisji danych.

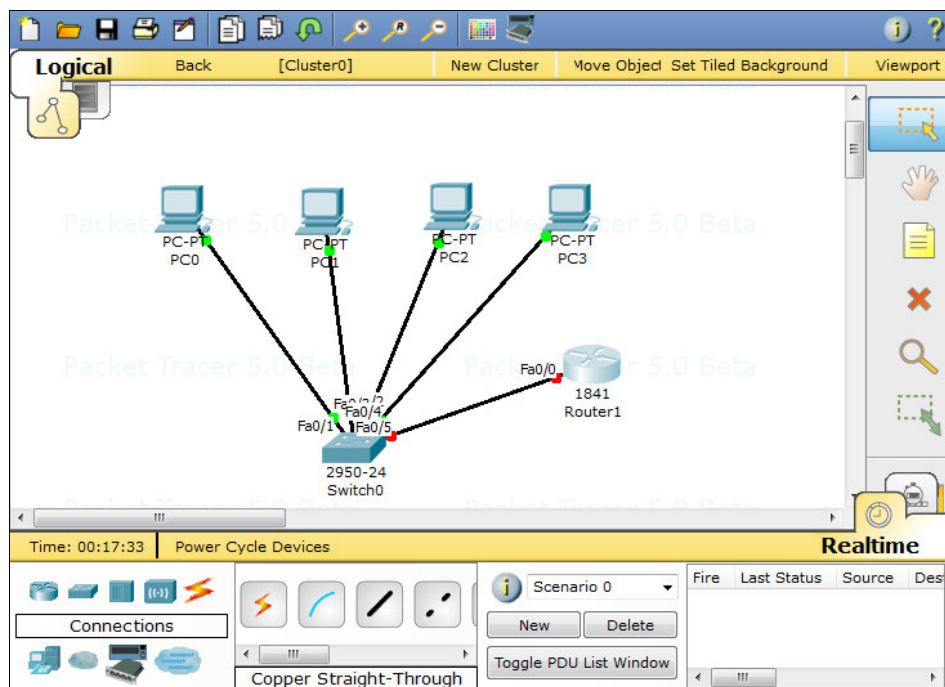
Technologia VoIP pozwala na redukcję kosztów okablowania strukturalnego. Nie trzeba utrzymywać dwóch sieci (komputerowej i telefonicznej); wystarczy jedynie sieć komputerowa. Nie mniej ważnym atutem jest możliwość integracji technologii przesyłu dźwięku z usługami takimi jak przesyłanie danych czy obrazu – np. połączenia wideokonferencyjne.

Proces realizacji połączeń VoIP ma łatwy do odgadnięcia przebieg. Głos zamieniany jest z postaci analogowej na cyfrową przy pomocy modulacji impulsowo-kodowej PCM (ang. *Pulse Code Modulation*) lub jej modyfikacji. W następnym kroku jest on poddawany kompresji za pomocą odpowiednich kodeków głosowych oraz dzielony na pakiety i transmitowany do sieci IP. Sieć IP może być dowolną siecią z komutacją pakietów, włączając ATM, Frame-Realy, Internet, czy sieć opartą na łączach TI (E1). Po stronie odbiorczej terminal użytkownika musi wykonać powyższe kroki w odwrotnej kolejności: należy połączyć podzielone pakiety IP, zdekompresować, a następnie dokonać konwersji głosu z postaci cyfrowej na analogową. [2]

Firma Cisco, znana jako lider rynku sieciowych routerów i przełączników, energicznie wkroczyła w tę dziedzinę telefonii IP, wprowadzając coraz nowsze rozwiązania w implementacji przesyłu głosu siecią komputerową i protokołem IP. Ułatwiło to także rozszerzenie edukacyjnego oprogramowania tej firmy znanego pod nazwą Packet Tracer.

### 3. CISCO PACKET TRACER

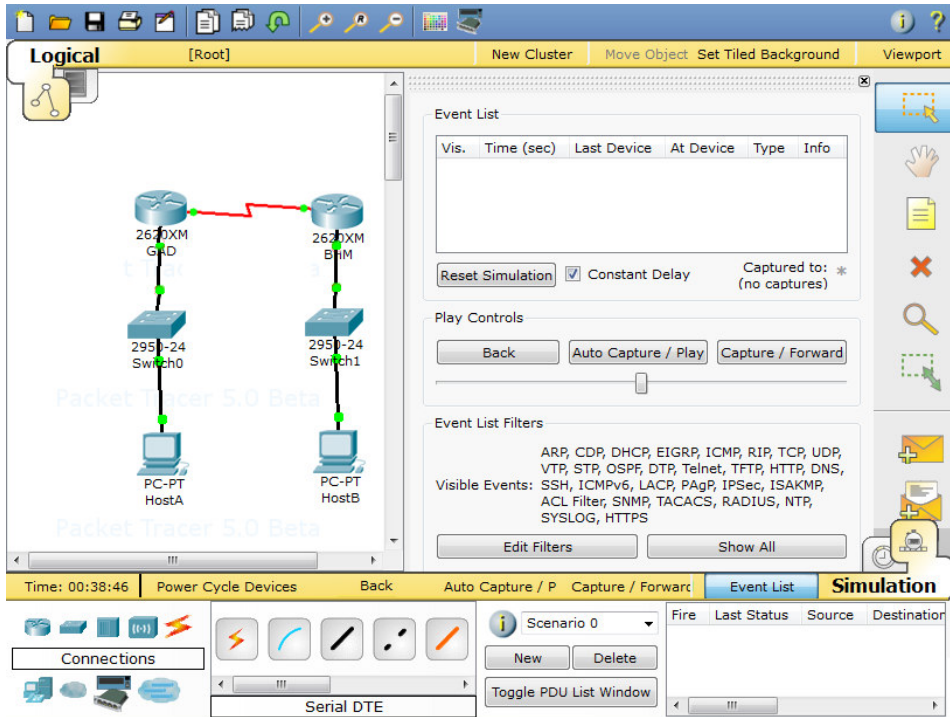
Packet Tracer to oprogramowanie firmy CISCO opracowane specjalnie dla CISCO Network Academy Program jako nowa koncepcja nauczania o działaniu sieci oraz uzupełnienie wyposażenia sal laboratoryjnych [1].



Rys. 1. Packet Tracer – graficzne środowisko budowy topologii fizycznej

Przy pomocą tego oprogramowania instruktorzy i uczniowie mogą projektować, budować, konfigurować i rozwiązywać problemy w sieciach komputerowych opartych na urządzeniach firmy CISCO. Możliwe jest to poprzez ich wirtualizację (rys. 1). Wirtualizacja pozwala także przeprowadzić symulację i, co bardzo ważne w procesie dydaktyki, ciągłą wizualizację środowiska w czasie rzeczywistym. Dzięki temu kursanci z łatwością poznają logikę działania sieci. Wykładowcy zaś dostają potężne i wydajne narzędzie, dzięki któremu mogą opracowywać ciekawe wykłady z demonstracją omawianych zagadnień, ćwiczenia laboratoryjne w postaci ćwiczeń indywidualnych i zespołowych, a także gier, konkursów i quizów. Narzędzie to stanowi również rozszerzenie rzeczywistej infrastruktury w salach laboratoryjnych.

Trzeba pamiętać, że Packet Tracer to jedynie środowisko symulacyjne, w którym przewidziano bardzo dużo możliwości fizycznych urządzeń, jednak nie wszystkie. Jednak szeroki wachlarz wirtualnych urządzeń, np. routery, przełączniki (w tym przełącznik warstwy 3), koncentratory, funkcjonalne serwery usług, takich jak HTTP, DHCP, TFTP czy DNS, urządzenia Linksys, chmury WAN, połączenia i wielu użytkowników modemów kablowych i DSL, niweluje tę niedogodność.

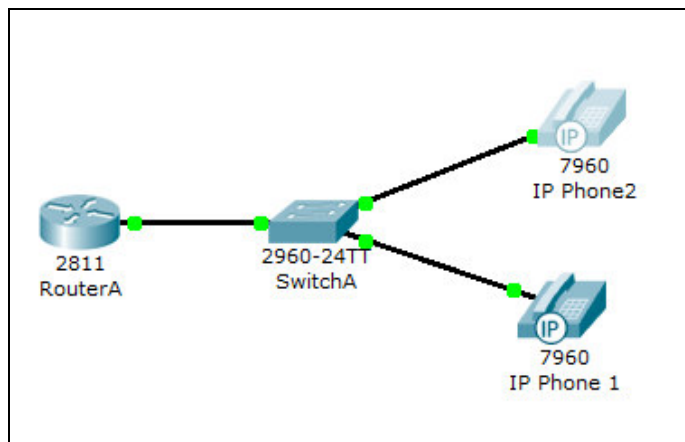


Rys. 2. Packet Tracer – środowisko symulacyjne

Tryb symulacji (rys. 2) umożliwia szczegółowe badanie interakcji protokołu. Lista obsługiwanych protokołów jest imponująca. Packet Tracer umożliwia nie tylko obsługę warstwy łącza danych – Ethernet (CSMA/CD) i sieci bezprzewodowych (802.11), ale także różnego typu połączenia (VLAN, 802.1Q, trunking, VTP, DTP, STP, RSTP, TCP/IP – HTTP, DHCP, Telnet, TFTP, DNS, TCP, UDP, IP, ICMP i ARP w tym IPv6), protokoły routingu (statyczny, domyślny, RIPv1, RIPv2, EIGRP, OSPF (jedno-i wielokrotnego powierchni) i routing między VLANami. Wiernie oddano działanie sieci WAN (Frame Relay, PPP, HDLC), a także komunikację pomiędzy wieloma użytkownikami (peer to peer, VPN, IDS, IPS, IPSec, CBAC, AAA, GRE, SNMP v1 i 2, poglądów parser, NTP, zapory ogniowe Syslog, Diffserv QOS).

## 4. WYKORZYSTANIE CISCO PACKET TRACER DO OBSŁUGI VoIP

Na prostym przykładzie (rys. 3) przedstawiono, jak łatwo można zbudować połączenie VoIP pomiędzy dwoma telefonami IP w programie Packet Tracer.



Rys. 3. Packet Tracer – prosta topologia połączenia VoIP

Pierwszą czynnością jest ustawienie podstawowych parametrów RouterA (router serii 2811) polegające na skonfigurowaniu interfejsu ethernetowego FastEthernet0/0 poprzez nadanie adresu IP i maski oraz uruchomienie go (listing 1) i zdefiniowanie usługi serwera DHCP (listing 2)

Listing 1. Konfiguracja podstawowych parametrów interfejsu usługi FastEthernet0/0

```
RouterA>enable
RouterA#configure terminal
RouterA(config)#interface FastEthernet0/0
RouterA(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
RouterA(config-if)#no shutdown
```

Serwer DHCP skonfigurowany na routerze RouterA ma nie tylko przydzielać pulę adresów (o nazwie VOICE) z zakresu adresów IP od 192.168.10.0 do 192.168.10.254 oraz określać domyślną bramę na interfejsie FastEthernet0/0 (192.168.10.1) routera, ale także, co ważne, ma za zadanie nadać obowiązkowe parametry połączenia VoIP (listing 2).

## Listing 3. Konfiguracja usługi Call Manager Express

```
RouterA(config)#ip dhcp pool VOICE
RouterA(dhcp-config)#network 192.168.10.0 255.255.255.0
RouterA(dhcp-config)#default-router 192.168.10.1
RouterA(dhcp-config)#option 150 ip 192.168.10.1
```

Kolejnym krokiem jest skonfigurowanie Call Manager Express będącego zarządcą połączeń VoIP w sieci. Z reguły jest to osobny dedykowany serwer (Cisco Unified Communications Manage). Call Manager Express jest uproszczoną wersją do konfiguracji na routerach wyposażonych w odpowiedni IOS – system operacyjny routera CISCO (listing 3).

## Listing 3. Konfiguracja usługi Call Manager Express

```
RouterA(config)#telephony-service
RouterA(config-telephony)#max-dn 5
RouterA(config-telephony)#max-ephones 5
RouterA(config-telephony)#ip source-address 192.168.10.1 port 2000
RouterA(config-telephony)#auto assign 4 to 6
RouterA(config-telephony)#auto assign 1 to 5
```

Kolejnym krokiem jest skonfigurowanie przełącznika – SwitchA (24 portowy przełącznik serii 2960). Konfiguracja ma oddzielić ruch przesyłania danych głosowych (voice vlan 1) od pozostałych danych (listing 4).

## Listing 4. Konfiguracja przełącznika SwitchA

```
SwitchA(config)#interface range fa0/1 – 5
SwitchA(config-if-range)#switchport mode access
SwitchA(config-if-range)#switchport voice vlan 1
```

W tym momencie mamy skonfigurowane i działające środowisko VoIP w prezentowanej sieci. W celu zademonstrowania połączenia trzeba skonfigurować numery urządzeń – telefonów IP poprzez nadanie im numerów (analogicznie jak w tradycyjnej telefonii) (listing 5).

## Listing 5. Przypisanie numerów telefonów

```
RouterA(config)#ephone-dn 1
RouterA(config-ephone-dn)#number 54001

RouterA(config-ephone-dn)#exit
RouterA(config)#ephone-dn 2
RouterA(config-ephone-dn)#number 54002
```



Rys. 4. Panel telefonu IP symulowany w Packet Tracer

Na rysunku przedstawiającym symulowany telefon IP (rys. 4) widać przypisany numer telefonu. Teraz można za pomocą klawiatury telefonu wybrać numer drugiego aparatu i rozpocząć rozmowę.

## 5. PODSUMOWANIE

Packet Tracer to znakomity przykład, że dobrze zbudowany symulator bądź emulator urządzeń sieciowych może wspomóc proces nauki i nauczania o sieciach komputerowych.

Prezentowany przypadek jest najprostszą topologią sieciową, w której można zastosować technologie VoIP. Przykład ten może być znacznie uatrakcyjniony poprzez dodanie nowych urządzeń (od urządzeń typu PDA, tabletów PC, aż po bramki głosowe i telewizję), sposobów komunikacji bezprzewodowej (Wi-Fi) i przewodowej (ADSL i inne technologie WAN), a nawet rozwiązań programistycznych (CISCO IP Communicator) instalowanych na wirtualnych urządzeniach.

---

## REFERENCES

- [1] **Cisco Networking Academy**  
<http://www.cisco.com/web/learning/netacad/index.html>
- [2] **Wallingford T.:** VoIP Praktyczny przewodnik po telefonii internetowej, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2007 (1).

Stypendyści projektu „Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń – zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej – zarządzanie uczelnią, nowoczesna oferta edukacyjna i wzmacnianie zdolności do zatrudniania, także osób niepełnosprawnych” współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

## USE OF CISCO PACKET TRACER ENVIRONMENT FOR VOICE TRANSMISSION IN COMPUTER NETWORKS

### Summary

The article presents the use of the Cisco Packet Tracer environment in learning how to operate technologies of voice connection in computer networks. The specializes devices used in the network infrastructure for voice connections are still expensive and inaccessible. The necessity of work in specialized and expensive laboratories makes it difficult for students to deepen their knowledge conduct their own tests. The mentioned environment is a solution to this problem and, therefore, it is recognized more and more frequently.

Politechnika Łódzka  
Katedra Informatyki Stosowanej