

## **OPNET Modeler**

Nástroj pre simulovanie sietí

## Analýza sieť ových systémov

- Dva prístupy
  - Meranie na reálnom systéme
    - Drahé, časovo náročné, ale najpresnejšie
  - Modelovanie systému
    - Analytické modelovanie
      - rýchle, ale v niektorých prípadoch nemožné, kvôli zložitosti výpočtu
        - · Riešenie cez uzavretú formulu presné, bez chýb
        - Numerické riešenie numerické chyby, zaokrúhľovanie,..
    - Simulačné modelovanie
      - Menej predpokladov
      - Na modelovanie veľmi zložitých systémov
      - Keď je potrebný pohľad do vnútra systému ešte pred jeho implementáciou (nový protokol, nová služba, nová časť siete, nový objem zákazníkov,..)

#### **OPNET Modeler**

OPNET Technologies, Inc. (USA).

- OPNET MOCELET COMMENT ACCELERATION OF THE STATES AND COMMENT ACCELERATION NETWORK R&D

  OPNET MOCELET COMMENT ACCELERATION OF THE STATES AND COMMENT ACCELERATION OF THE STATES AND COMMENT AND COMMENT
- Pokročilé sofistikované simulačné prostredie, ktoré umožňuje návrh, simuláciu a analýzu komunikačných sietí, zariadení, protokolov a aplikácií, čím urýchľuje proces výskumu a vývoja sietí.
- Užívatelia môžu prostredníctvom simulácie v OPNETe v relatívne krátkom čase a bez veľkých nákladov porovnať dôsledky využitia rozličných sieťových technológií či už v navrhovaných alebo existujúcich sieťach.
- Nevhodný na modelovanie dopravných, fuzzy, neurónových sietí

# Podporované protokoly

OPNET Modeler obsahuje množstvo vstavaných modelov protokolov, sieť ovej prevádzky a aplikácií.

#### Aplikačná vrstva

Database, Email, FTP, HTTP, Video, TELNET, RPG, VBR, Voice, VoIP (SIP, RTP, H.323, AS-SIP), print, Self-Similar Traffic (RPG), SIP, SIP Proxy Server, VoIP Phone ...

#### Trasportná vrstva

TCP (ECN, Reno, New Reno, SACK, Tahoe), UDP, Performance Enhancing Proxy (PEP)...

#### Sieťová vrstva

IPV4,IPV6, HSRP, RSVP...

- Linková vrstva zameranie tohto predmetu na vybrané L2 protokoly
  ATM, CSMA, CSMA/CA, CSMA/CD, Ethernet, FDDI, Frame Relay, Token Ring, X.25, VLAN, SNA...
- Fyzická vrstva DSL, ISDN, PPP, SLIP, SONET...

## Podporované protokoly a štandardy

- Smerovacie protokoly BGP, EIGRP, IGRP, ISIS, OSPF, OSPF3, PNNI, RIP, RIPng, Static Routes
- QoS mechanizmy CAR / Policing, CQ, DWFQ / CBWFQ, DWRR / MDRR/ MWRR, FIFO, LLQ with Rate Limit, PQ, TOS / DSCP, WRED/ RED
- MPLS siet'
  CSPF, Fast Reroute, IGP Extension, Signaling, Tunneling Over MPLS, VPN
- TDM

  AN/TTC-39A(V)3, AN/TTC-39A(V)4, AN/TTC-39D, AN/TTC-39E (CDS), DSVT, ISDN VTC, REDCOM HDX, REDCOM IGX, SB-3865, SMU, STU-III, Promina (Ethernet/ATM)
- ENCRYPTION HAIPE, KG-82, KG-94A, KIV-19M, KG-175 (TACLANE), KY-57, Motorola NES, Red Eagle INE 100, Thales SONET Datacryptor, Red Eagle INE 100

#### Zariadenia

#### Široká paleta modelov zariadení rôznych výrobcov:

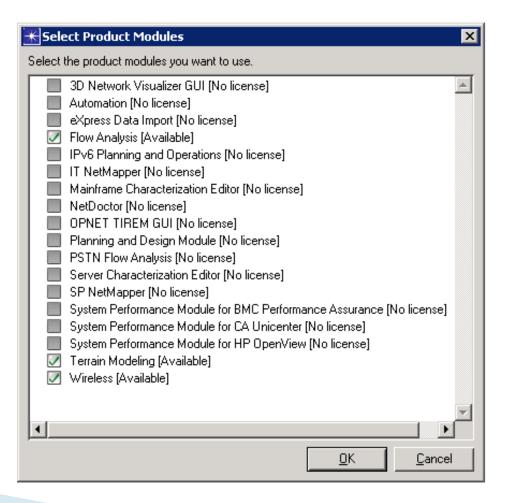
- Smerovače a prepínače 3Com, Alcatel-Lucent, Avici, Brocade, Cabletron, Cisco, Coyote Point, Extreme, F5, FORE, HP, Juniper, Motorola, NEC, NortelRadware
- Servery AMD, Compaq, Dell, Juniper, HP, IBM, Intel, Sun
- Antény Antel, Dapa, Ems
- Firewaly Checkpoint, Cisco ASA, Cisco FWSM, Cisco PIX, Juniper, NetScreen, SideWinder G2 Firewall

Viac ako 400 rôznych modelov protokolov a zariadení.

Funkcionalita OM nie je limitovaná len vstavanými modelmi... Otvorený kód!

# Prídavné moduly

Vylepšujú možnosti a funkcionalitu OPNET Modeleru



## Príklady projektov (FRI)

- Simulácia sietí: Aloha, Ethernet , Jackson network
- Simulácia prístupových sietí
- Simulácia siete MPLS
- Simulácia systému MM1, MD1
- Simulácia siete FRI
- Simulácia siete ŽU
- Simulácia RED mechanizmu na cisco smerovačoch
- Simulácia QoS mechanizmov na smerovačoch: PQ, WFQ, WRR, ...

### Práca v OPNET Modeler – Editory

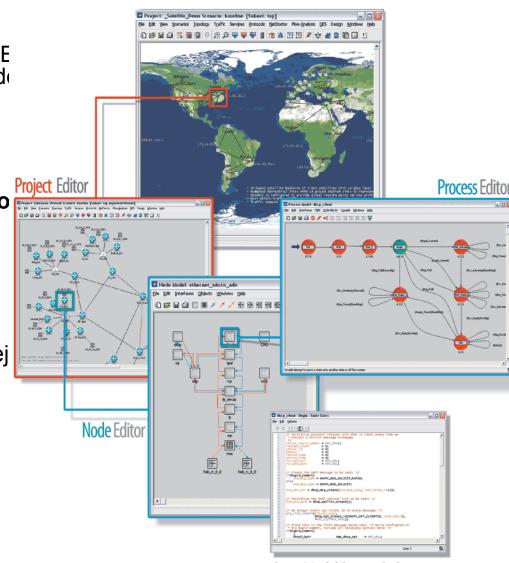
OPNET Modeler poskytuje rozsiahlu paletu grafických editorov, ktoré umožňujú užívateľovi intuitívne mapovanie modelovaných systémov na modely kompatibilné s OPNET Modelerom

- Project editor tvorba a editácia sieťového modelu
- Node editor tvorba a editácia sieťových uzlov
- Link editor tvorba a editácia modelov liniek
- Process editor implementácia vlastných alebo editácia vstavaných modelov procesov
- Demand editor- definovanie požiadaviek aplikácií
- Probe editor definícia vlastných štatistík
- Simulation sequence editor definícia viacerých simulačných behov
- Packet Format Editor definovanie vlastnej internej štruktúry generovaných paketov
- PDF Editor definovanie vlastnej pravdepodobnostnej funkcie pre medzipaketové medzery alebo chyby v prenose

### Funkčné vrstvy a základné editory

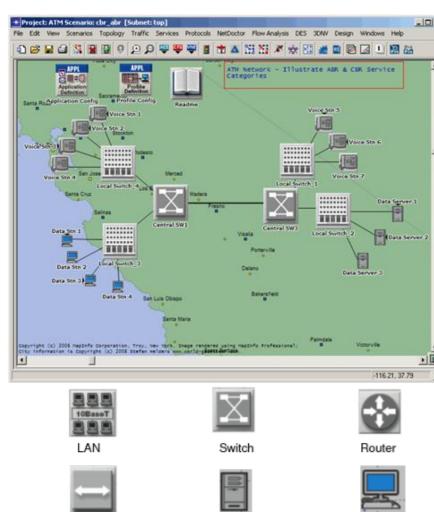
Komplexný projekt vytvorený v OPNE Modeler je hierarchicky členený do základných funkčných vrstiev:

- Vrstva sieťového modelu (skr. sieťová vrstva)
- Vrstva modelov uzlov sieťového modelu (skr. uzlová vrstva)
- Vrstva modelov procesov sieťových uzlov (skr. procesná vrstva)
- Na zobrazovanie a editáciu každej vrstvy slúži špecifický editor:
  - Projektový editor
  - Editor uzlov
  - Editor procesov



# Projektový editor

- Umožnuje tvorbu a editáciu sieťového modelu => užívateľský pohľad na sieť
  - Určuje presné zastúpenie a polohu jednotlivých sieťových prvkov v modelovanej sieti
  - Odzrkadľuje topológiu siete
  - Zložený z uzlov, liniek, a podsietí
  - Typické uzly: pracovné stanice, smerovače, prepínače a servery
- Ďalej umožňuje:
  - voľbu skúmaných veličín a štatistík simulácie
  - nastavenie parametrov simulácie
  - spustenie simulácie
  - grafické vyhodnocovanie výsledkov po skončení simulácie
  - animácie paketových tokov ako aj animácie vývoja štatistík v priebehu simulácie

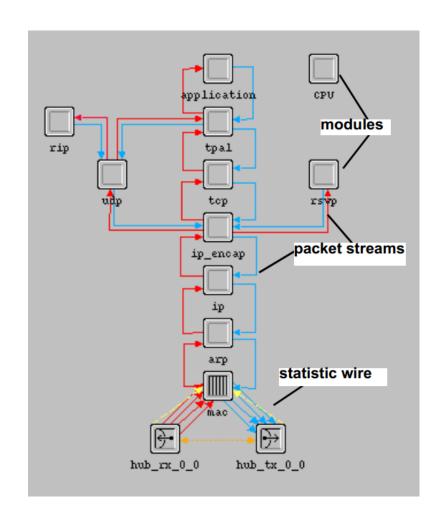


Hub

Workstation

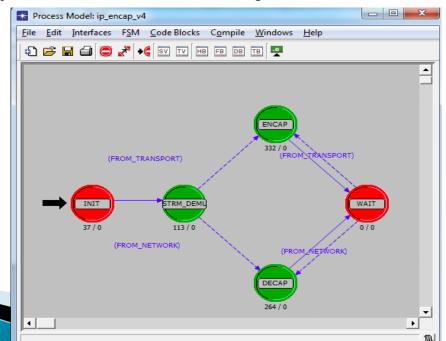
#### Editor uzlov

- Poskytuje prostriedky na modelovanie internej logiky každého sieťového uzlu
  - Moduly, streamy
- Moduly modelujú jednotlivé funkčné celky daného uzlu
  - každý sieťový uzol je typicky tvorený niekoľkými modulmi
  - často predstavujú referenčné vrstvy alebo protokoly, ktoré sú v danom uzle implementované, ale môžu reprezentovať aj hardvérové súčasti daného uzlu
- Moduly sú logicky pospájané šípkami predstavujúcimi toky dátových paketov (packet streams) alebo štatistické údaje (statistic wires)
  - Packet streams modelujú toky dát medzi jednotlivými modulmi uzlov.
  - Statistic wires poskytujú modulu schopnosť priebežne monitorovať rôzne štatistiky iného modulu
- Moduly spoločne so streamami tvoria dokopy tzv. model uzlu



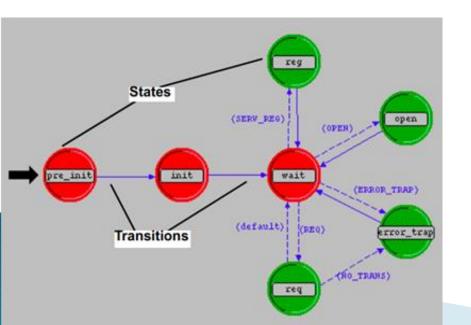
#### **Editor Procesov**

- Poskytuje prostriedky na tvorbu a editáciu tzv. procesných modelov (PM)
- PM určuje internú logiku a funkcionalitu takmer každého modulu v modeli uzlu
- S každým modulom je asociovaný vždy jeden PM.
- Modul = inštancia procesného modelu
- Množina všetkých PM všetkých uzlov v určitom projekte tvorí procesnú vrstvu projektu (vrstva modelov procesov sieťových uzlov)
- PM je definovaný tzv. konečno stavovým automatom (FSM).



# Konečno-stavový automat

- FSM tvoria grafické a textové prvky
  - Grafické prvky => model grafu s vrcholmi a orientovanými hranami
    - Vrcholy reprezentujú možné stavy procesného modelu (PM)
    - Hrany alebo tzv. prechody určujú či a ako sa môže PM dostať z jedného stavu do druhého
  - Textové prvky
    - Podmienky, za ktorých môže dôjsť k zmenám stavov príslušného PM
    - Činnosti, ktoré sú s týmito zmenami spojené a sú vykonávané pri vstupe PM do istého stavu (Enter Executive), pri výstupe PM z istého stavu (Exit Executive) alebo pri prechode PM z jedného stavu do druhého (Transition Executive).
    - Popísané funkčnými blokmi programového kódu jazyka C



```
File Edit Options
       if (IPC_ENCAP_REQ_ICI_VERSION4 == version)
              (op_ici_attr_get (ul_iciptr, "dest_addr", &ipv4_addr) == OPC_COMPCODE_FAILURE)
                ip_encap_error ("Unable to get destination address from transport ICI.");
                 o_ici_attr_get (ul_iciptr, "src_addr", &ipv4_addr) == OPC_COMPCODE_FAILURE)
                p_encap_error ("Unable to get source address from transport ICI.");
               Create a InetT_Address representation of the address.*/
           if (ip_address_equal (ipv4_addr, IPC_ADDR_INVALID))
               org_addr = INETC_ADDRESS_INVALID;
 105
106
               org_addr= inet_address_from_ipv4_address_create (ipv4_addr);
  107
  108
       else
  109
  110
  111
                op_ici_attr_get (ul_iciptr, "dest_addr", &addr_ptr) == OPC_COMPCODE_FAILURE)
  112
  113
                ip_encap_error ("Unable to get destination address from transport ICI.");
            /* Store the address in a local variable.
            /* Do not use inet_address_copy because dest_addr is a
```

### Simulácia v OPNET Modeler

- Udalostná simulácia .. základnou funkčnou a elementárnou jednotkou simulácie je udalosť
- O poradí vykonávania naplánovaných udalostí rozhoduje simulačné jadro
- Simlačné jadro počas simulácie nepretržite udržuje zoznam naplánovaných udalostí
- Udalosti sú plánované a následne radené do zoznamu udalostí podľa času v ktorom sa majú vykonať
- Simulačné jadro vyberá na vykonanie vždy prvú udalosť so zoznamu naplánovaných udalostí
- Dôsledkom výberu udalosti je generovanie tzv. prerušenia (interupt)
- Prerušenie je adresované vždy niektorému modulu istého uzlu, ktorý ho obslúži podľa pridruženého FSM
- Po skončení obsluhy daného prerušenia prenechá modul, ktorý toto prerušenie obslúžil, riadenie simulačnému jadru
- Simulačné jadro následne odstráni príslušnú udalosť zo zoznamu udalostí a vygeneruje prerušenie pre ďalšiu udalosť v poradí.

# Prečo práve OPNET Modeler?

- Plne grafická a rýchla tvorba sieťového modelu
- Intuitívna konfigurácia sieťového modelu
- Podpora veľkého množstva vstavaných modelov protokolov, aplikácií, štandardov, sieťových zariadení a liniek
- Možnosť úprav existujúcich modelov + tvorba nových modelov
- Podkladový kód všetky modelov je realizovaný v jazyku C => rýchly priebeh simulácie
- Ku kvalite vyhodnocovania výsledkov simulácií prispieva veľká podpora vstavaných štatistík, grafov a analytických funkcií
- Podpora animácie niektorých simulácií
- Inštalačky sú dostupné aj pre Linux
- Rozsiahla dokumentácia

### Inštalácia OPNET Modeler

Presný postup inštalácie dostupný v návode na nil.uniza.sk: Inštalácia programu Opnet Modeler & MS Visual C++ Express Edition 2008

Jednotlivé kroky inštalácie musia nasledovať po sebe v poradí:

- 1.Inštalácia MS Visual C++ Express
- 2.Nastavnie systémových premenných LIB, INCLUDE, PATH
- 3.Inštalácia Opnet Modeleru
  - (modeler\_175A\_PL3\_12737\_win.exe)
  - "access licencing from remote server"
- 4.Inštalácia vstavaných modelov
  - (models\_175A\_PL3\_19Oct12\_win.exe)
- 5.Inštalácia dokumentácie
  - (modeler\_docs\_01-Nov-2012\_win.exe)
- Testovací projekt:

  c:\Program

Files\OPNET\16.0.A\models\std\example\_networks\IP\_QoS.project\IP\_QoS.prj