

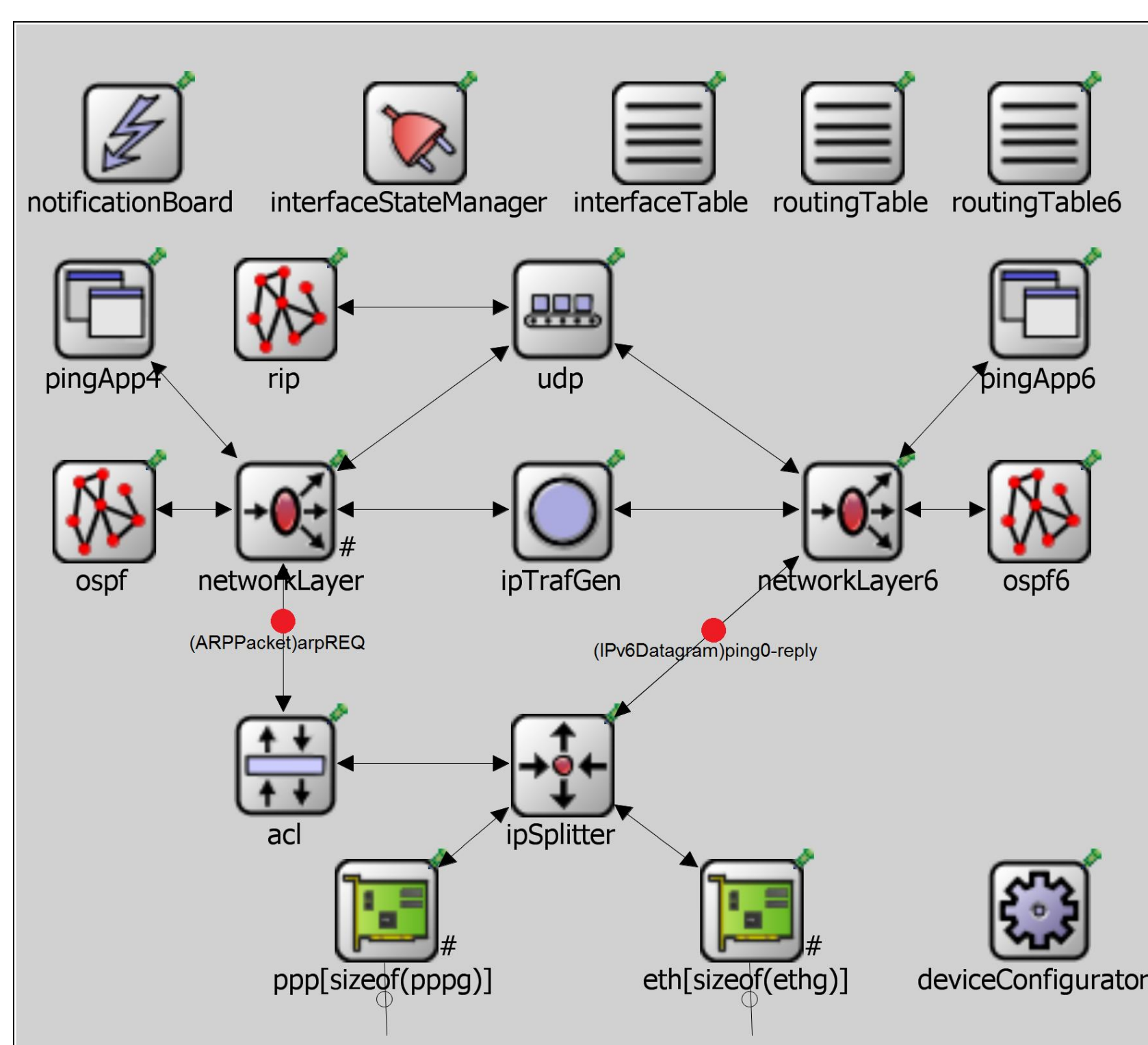
Modelování IPv6 v prostředí OMNeT++

Cílem projektu OMNeT++ je poskytnout vývojové a simulační prostředí pro tvorbu diskrétních simulací z oblasti síťové komunikace. Modelování mohou usnadnit některé existující sady modulů, jako je např. framework INET zaměřující se na TCP/IP síť.

Projekt ANSA na FIT VUT v Brně se zabývá zkoumáním a rozšiřováním možností balíku INET se snahou vytvořit komplexní modely síťových zařízení, které poskytnou nástroje k formální analýze a verifikaci počítačových sítí.

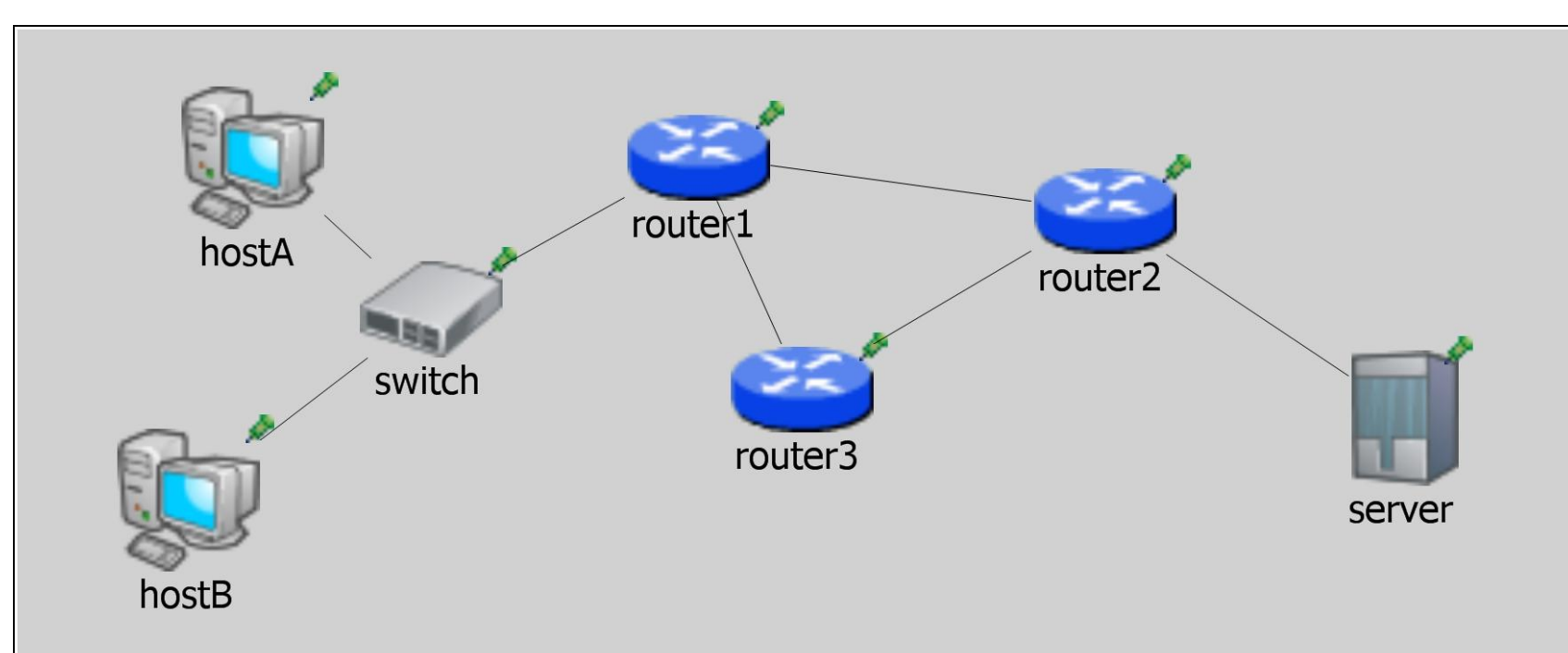
Modely IPv6 zařízení

INET framework nabízí základní IPv6 podporu na úrovni implementace modulu vlastní síťové vrstvy a rozšíření pomocných struktur (směrovací tabulka, tabulka síťových rozhraní) o možnosti IPv6 adresace.



Obrázek 1: Modul dual-stack směrovače (během simulace)

Z těchto dílčích komponent byly sestaveny modely směrovače a počítače s dual-stack architekturou zajišťující podporu protokolu IPv6 i IPv4. Klíčovým prvkem je zde nově implementovaný modul ipSplitter, který slouží jako brána mezi síťovými rozhraními a IPv6 (resp. IPv4) síťovou vrstvou.



Obrázek 2: Zobrazení síťové topologie

Prostředí OMNeT++ používá k vizualizaci modulů grafické znázornění, které můžeme vidět na obrázcích 1 a 2. Během simulací tak lze snadno sledovat například zprávy zasílané mezi jednotlivými moduly nebo jejich vnitřní stavy a proměnné. Simulaci lze také kdykoliv pozastavit a zobrazit si obsah právě přenášených zpráv.

Tento způsob reprezentace objektů nepochybně napomáhá k pochopení probíhajících dějů, v případě IPv6 například činnosti protokolu NDP. Modely vytvořené v rámci projektu ANSA tak mohou být použity i při výuce.

Konfigurační rozhraní

Chování modelů zařízení lze konfigurovat prostřednictvím souboru ve formátu XML, který je načten při startu simulace modulem deviceConfigurator. XML struktura je navržena po vzoru známých konfiguračních rozhraní, mj. Cisco IOS.

```
<Routing6>
  <Static>
    <Route>
      <NetworkAddress>2001:db8:a1::/64</NetworkAddress>
      <NextHopAddress>2001:db8:a::2</NextHopAddress>
    </Route>
    <Route>
      <NetworkAddress>2001:db8:b1::/64</NetworkAddress>
      <NextHopAddress>2001:db8:b::2</NextHopAddress>
    </Route>
  </Static>
</Routing6>
```

Možnosti konfigurace zahrnují nastavení adresace a parametrů síťových rozhraní, vložení statických cest do směrovacích tabulek, volbu výchozí brány, spuštění dynamického směrovacího protokolu a mnoho dalších.

```
routeList (std::vector<IPv6Route *>)
  routeList[4] (IPv6Route *)
    [0] = 2001:db8:a::/64 --> if=eth0 next hop:<unspec> STATIC
    [1] = 2001:db8:b::/64 --> if=eth1 next hop:<unspec> STATIC
    [2] = 2001:db8:a1::/64 --> if=eth0 next hop:2001:db8:a::2 STATIC
    [3] = 2001:db8:b1::/64 --> if=eth1 next hop:2001:db8:b::2 STATIC
```

Obrázek 3: Ukázka výpisu směrovací tabulky pro IPv6

Dynamické směrování

Ke směrování v komplexních sítích lze použít směrovací protokol OSPFv3. Modul vychází z existující implementace OSPFv2 ve frameworku INET, která byla na novější verzi upravena v souladu se specifikací RFC 5340.

```
routers (std::map<unsigned int,AnsaOspf6::Router *>)
  routers[2] (struct pair<*,*>)
    [0] = 1 ==> Router-ID: 10.0.0.3
      Interfaces in area 0:
      - eth0, prefixes: 2001:db8:a::/64
      - eth1, prefixes: 2001:db8:b1::/64, 2001:db8:b2::/64
      Interfaces in area 1:
      - eth2, prefixes: 2001:db8:c::/64
    [1] = 42 ==> Router-ID: 192.168.42.3
      Interfaces in area 0:
      - eth4, prefixes: 2001:db8:e1::/64, 2001:db8:e2::/64
```

Obrázek 4: Ukázka výpisu směrovacích procesů OSPFv3

Implementace podporuje běh více směrovacích procesů, členění sítě do oblastí, nastavení ceny linky a priority směrovače. Lze také konfigurovat časovače zasílaných zpráv a zkoumat např. vliv tohoto nastavení na množství přenášených dat, rychlost ustanovování sousedství nebo odolnost vůči nestabilním spojení.