

IPV6 MODELLING IN OMNET++

Marek Černý

Master Degree Programme (2), FIT BUT

E-mail: xcerny23@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Vladimír Veselý

E-mail: ivesely@fit.vutbr.cz

Abstract: OMNeT++ is a discrete-event simulator commonly used to build various network simulations. It can be extended by INET framework that supplies models of protocols and devices from TCP/IP environment. This paper explores current capabilities of INET to model IPv6, particularly routing. OSPFv3 protocol is suggested as a possible extension and several steps that should be taken in order to implement the routing module are described.

Keywords: IPv6, OMNeT++, INET, OSPFv3, routing, discrete-event simulation

1 ÚVOD

V prostředí Internetu je jednou z nejdiskutovanějších otázek posledních let bezesporu problém vyčerpávání volných IPv4 adres a blížící se nutnost přechodu na novější Internet Protocol verze 6. Z pohledu provozovatele počítačové sítě se však jedná o poměrně komplikovaný a nákladný proces, protože protokol IP je nedílnou součástí nejen operačních systémů, ale především řady síťových zařízení. Jedním z prostředků, které mohou takový přechod usnadnit, je počítačová simulace – vytvoření reálného modelu sítě, na kterém lze sledovat její chování v zadané konfiguraci, zřejmě přispívá ke zpracování kvalitního návrhu a včasnému odhalení případných nedostatků.

2 MODELOVÁNÍ V OMNET++ A INET

Cílem projektu OMNeT++ je poskytnout vývojové a simulační prostředí pro tvorbu diskretních simulací z oblasti počítačových sítí. Základem je hierarchický systém modulů, které spolu komunikují zasíláním zpráv pomocí tzv. *bran*. Pro aplikačně specifické modelování jsou k dispozici předpřipravené sady modulů, jako je např. projekt INET, který nabízí prostředky k simulaci TCP/IP sítí.

Projekt ANSA na FIT VUT v Brně se zabývá mj. zkoumáním a rozšiřováním možností balíku INET. Cílem je vytvořit nástroj, který umožní modelovat realistické případové studie pomocí modulů zařízení, jež navenek vykazují stejné chování jako jejich reálné vzory. V současnosti se jedná především o moduly směrovače a L3 přepínače.

3 INET A PODPORA IPV6

Vývoj IPv6 podpory projektu INET ustal v roce 2008 a chybí bohužel ucelená dokumentace, která by popisovala dosaženou funkcionalitu. Bylo proto třeba prozkoumat jednotlivé zdrojové soubory a ručně provést analýzu aktuálního stavu implementace.

Na základě tohoto zkoumání jsem zjistil, že jádro protokolu se zdá být funkční (vytváření, zpracování a přenos IPv6 datagramů, NDP protokol a ICMPv6 zprávy) a chybějící jsou spíše okrajové služby (fragmentace, zabezpečení, multicast, zřídka používané typy zřetězených hlaviček). Důležitá je pak existující příprava pro IPv6 v podpůrných modulech – např. správě síťových rozhraní nebo směrovací tabulce. Na nejvyšší úrovni jsou k dispozici dvě zařízení – `StandardHost6` a `Router6`.

V obou případech se však jedná o jednoduché zpracování bez zpětné kompatibility s IPv4 a bez možnosti nastavení např. adresace a směrování.

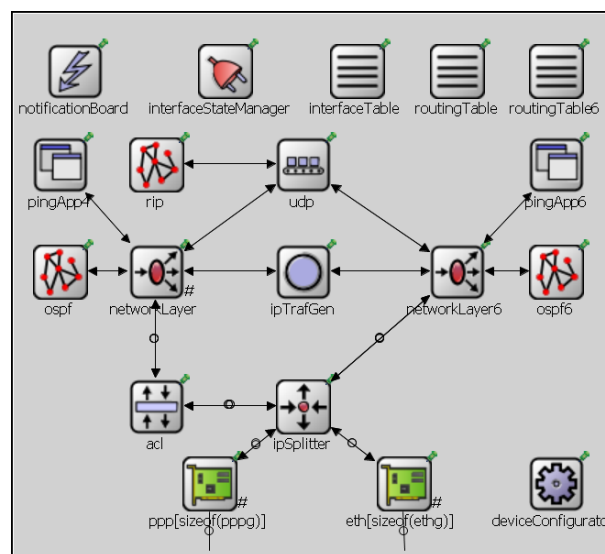
4 NAVRŽENÁ ROZŠÍŘENÍ

Nejen v reálných sítích, ale i při experimentování s případovými studii v laboratoři, je typickou součástí síťové konfigurace některý z dynamických směrovacích protokolů. INET však v současnosti žádný takový na úrovni IPv6 nepodporuje. Rozhodl jsem se proto ANSA moduly doplnit o OSPFv3, moderní protokol s otevřenou specifikací, který bývá v dnešních sítích často nasazován.

4.1 MODEL ANSA SMĚROVAČE

Síťová zařízení s podporou IPv6 jsou v praxi typicky realizována v tzv. *dual-stack* implementaci (umožňují komunikovat přes IPv4 i IPv6). V duchu koncepce projektu ANSA se proto v první řadě zaměříme na rozšíření existujícího ANSA směrovače o podporu IPv6.

Toho bylo dosaženo doplněním INET IPv6 modulů `NetworkLayer6` a `RoutingTable6` a jejich napojením na ostatní moduly ve směrovači. Většina z nich má předpřipravené speciální brány `ipv6In` a `ipv6Out`, jež umožnily snadné vytvoření odpovídajících vazeb na vyšší vrstvy. K propojení se síťovými rozhraními byl vytvořen modul `ipSplitter`, který provádí inspekci příchozích datagramů kvůli určení jejich typu (IPv4, nebo IPv6) a funguje tak jako prostředník mezi síťovou a spojovou vrstvou. Výsledná struktura modulu směrovače je znázorněna na obrázku č. 1, obdobným způsobem byl rozšířen i `StandardHost6`.



Obrázek 1: ANSA modul dual-stack směrovače

4.2 KONFIGURAČNÍ ROZHRAŇÍ

K vytváření užitečných simulací je nutné mít možnost dle potřeby nastavit chování jednotlivých modulů. Takové rozhraní v INET implementaci IPv6 bohužel chybí. Projekt ANSA si také klade za cíl sjednotit způsob konfigurace zařízení pomocí XML struktury, kterou bude možné generovat i automatizovaně z reálných konfiguračních souborů.

Bylo proto třeba prozkoumat relevantní příkazy pro nastavení mj. síťových adres, autokonfigurace a statického směrování. Jako referenční zde posloužilo prostředí Cisco IOS [1]. Na základě vybraných příkazů byla navržena XML struktura pro uchování těchto dat.

Pro zpracování konfigurace byl implementován modul `DeviceConfigurator`. Jeho hlavní funkcí je provést parsování vstupního souboru a aplikovat požadovaná nastavení voláním různých metod okolních modulů (přiřazení IPv6 adres rozhraním z `InterfaceTable`, přidání statických cest do `RoutingTable6`, atd.). Kromě toho také zajišťuje inicializaci některých modulů, jejichž výchozí nastavení se neshoduje se specifikací nebo požadovaným chováním. `DeviceConfigurator` dále zavádí dvojici parametrů `deviceId` a `deviceType` umožňujících přenositelnost modulu – počítá se např. s jeho nasazením v budoucí implementaci L3 přepínače.

4.3 IMPLEMENTACE OSPFV3

Protokol OSPFv3 je popsán v dokumentu RFC 5340, který obsahuje výčet novinek a změn od předchozí verze. Jádro směrovacího protokolu zůstalo totiž zachováno a nejrazantnější úpravy lze nalézt na úrovni formátu zasílaných zpráv. Za pozornost také stojí zavedení konceptu lokálních linkových IPv6 adres, které OSPFv3 používá pro komunikaci se svými bezprostředními sousedy. Protokol tak pracuje „na pozadí“ topologie dané globálními adresami.

Při implementaci využívám již existující INET modul protokolu OSPFv2, který byl pro účely ANSA upraven a rozšířen v rámci [2]. Protože tato implementace pracuje pouze s jediným směrovacím procesem, byla pro OSPFv3 vytvořena nová kostra, která umožňuje existenci více paralelních procesů, tak jak tomu je v reálných zařízeních. V tomto zapouzdření probíhá zpracování konfiguračního souboru a také přeposílání příchozích zpráv jednotlivým procesům. XML strukturu navrženou pro OSPFv3 tedy nenačítá obecný konfigurační modul `DeviceConfigurator`, ale vlastní modul `Ospf6`.

V dalších fázích vývoje bude třeba aktualizovat datové typy přenášených zpráv, zavést adresaci směrovačů pomocí lokálních linkových adres, přepracovat správu směrovacích oblastí a implementovat další změny dle RFC 5340.

5 ZÁVĚR

Tento příspěvek se čtenáři pokusil představit diskrétní simulátor OMNeT++ a projekt ANSA, jehož cílem je poskytnout sadu modulů použitelných k simulaci reálných počítačových sítí. Věnovali jsme se zkoumání možností existující implementace a byly popsány jednotlivé kroky vedoucí k doplnění podpory dynamického směrovacího protokolu OSPFv3. V současnosti jsou k dispozici moduly směrovače a počítače s dual-stack podporou IPv6 a rozhraním pro konfiguraci prostřednictvím XML souborů. Lze tak snadno vytvářet simulace sítí, které používají IPv6 adresaci a statické směrování.

Tato práce vznikla za podpory projektu MŠMT CZ.1.07/2.3.00/09.0067 TeamIT – Budování konkurenceschopných výzkumných týmů pro IT.

REFERENCE

- [1] *Cisco IOS IPv6 Configuration Guide*, kap. *Implementing OSPF for IPv6*, Cisco Systems, v12.4
- [2] Danko, M.: *Modelování směrovacích protokolů OSPF v simulátoru OMNeT++*, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2009
- [3] Varga, A.: *OMNeT++ User Manual*, OpenSim Ltd., 2010, ver. 4.1