Modeliranje računalniških omrežij
Študijsko leto 2019/2020

Naloga 4 - Modeliranje IPv6 omrežij

Poročilo za drugo seminarsko nalogo

Mihael Šinkec
Vpisna št. 63170277
Matej Fortuna
Vpisna št. 63170091
Matej Fajdiga
Vpisna št. 63170084
Dominik Skapin
Vpisna št. 63150262

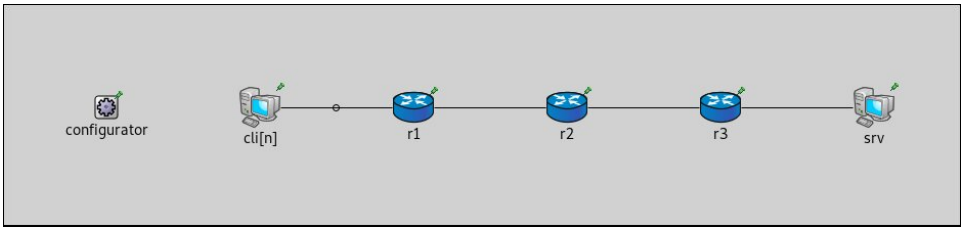
Ljubljana, January 4, 2020

Contents

1 Opis primerov IPv6 omrežij

1.1 Omrežje 1 - IPv6 N Clients

To omrežje je sestavljeno iz n odjemalcev, strežnika in treh IPv6 usmerjevalnikov. Strežnik nudi dostop s telnet protokolom, preko katerega odjemalci dostopajo nanj.



Število odjemalcev je nastavljivo preko parametra simulacije. Posameznemu odjemalcu je možno nastaviti določeno število aplikacij, ki tečejo na njem. V tem primeru na vsakemu odjemalcu teče po en telnet program/odjemalec. telnet programu je moč tudi dodeliti poseben port. Ta je privzeto nastavljen na vrednost 1000. Nastavi se tudi IPv6 naslov strežnika, ter port telnet programa, ki teče na njem. Nato se programu nastavijo ostali parametri, kot so število poslanih ukazov, hitrost tipkanja, itd.. Primer konfiguracije izgleda takole:

```
# tcp apps
**.cli[*].numApps = 1
**.cli[*].app[*].typename = "TelnetApp"
**.cli[*].app[0].localAddress = ""
**.cli[*].app[0].localPort = 1000
#IP address intentionally set incorrectly
**.cli[*].app[0].connectAddress = "srv[1]"
#**.cli[*].app[0].connectAddress="aaaa:2a:1:0:8aa:ff:fe00:dddd"
**.cli[*].app[0].connectPort = 1000

**.cli[*].app[0].startTime = uniform(10s,15s)
**.cli[*].app[0].numCommands = int(exponential(10))
**.cli[*].app[0].commandLength = intWithUnit(exponential(10B))
**.cli[*].app[0].keyPressDelay = exponential(0.1s)
**.cli[*].app[0].commandOutputLength = intWithUnit(exponential(40B))
**.cli[*].app[0].thinkTime = truncnormal(2s,3s)
**.cli[*].app[0].idleInterval = truncnormal(3600s,1200s)
**.cli[*].app[0].reconnectInterval = 30s
```

TODO: Opiši vrednosti

Podobno je možno konfigurirati aplikacije, ki tečejo na strežniku:

```
**.srv[*].numApps = 1
**.srv[*].app[*].typename = "TcpGenericServerApp"
**.srv[*].app[0].localAddress = ""
**.srv[*].app[0].localPort = 1000
**.srv[*].app[0].replyDelay = 0s
```

TODO: Opiši vrednosti

Nastaviti je potrebno tudi omrežne vmesnike (NIC) na napravah:

```
# Ethernet NIC configuration
**.eth[*].queue.typename = "EtherQosQueue"
**.eth[*].queue.dataQueue.typename = "DropTailQueue" # in routers
**.eth[*].queue.dataQueue.frameCapacity = 10 # in routers
**.eth[*].mac.duplexMode = true
```

TODO: Opiši vrednosti

Povezave (na 2. nivoju po TCP/IP) med posameznimi napravami se lahko nastavijo na Ethernet oz. na PPP protokol. V tej implementaciji to ni možno narediti preko .ini parametrov, saj je treba v NED datoteki omrežja uvozit posebni tip povezave. Zato je potrebno ustvariti posebej NED datoteko za ethernet, kot tudi za PPP. Tej povezavi lahko definiramo hitrost prenosa ter latenco.

Primer za ethernet:

```
channel ethernetline extends DatarateChannel
{
    delay = 0.1us;
    datarate = 100Mbps;
}
```

Posamezne naprave nato povežemo z definirano povezavo:

```
connections:
       for i=0..n-1 {
           cli[i].ethg++ <--> ethernetline <--> r1.ethg++;
       }
       r1.ethg++ <--> ethernetline <--> r2.ethg++;
       r2.ethg++ <--> ethernetline <--> r3.ethg++;
       r3.ethg++ <--> ethernetline <--> srv.ethg++;
```

Ko simuliramo omrežje se simulira vse od povezavni plasti gor do aplikacijske plasti, tj. od ethernet/PPP okvirjev, do telnet paketov. Pri vizualizaciji seveda vidimo samo okvirje, ker so paketi tudi del teh okvirjev.

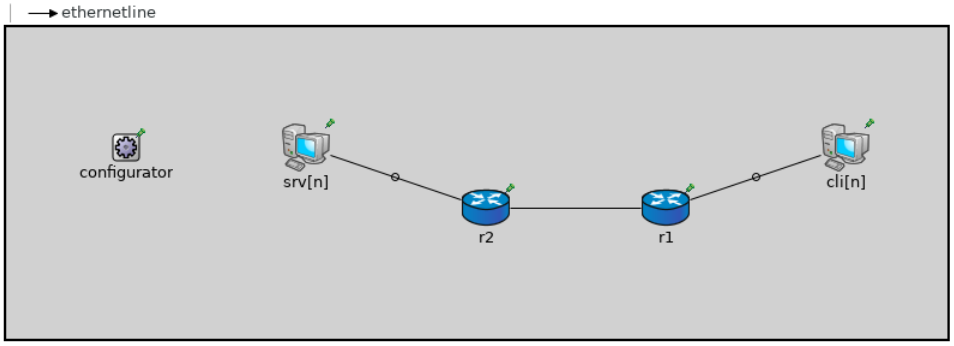
1.2 Omrežje 2 - IPv6 Bulk Transfer

Omrežje je sestavljeno iz treh odjemalcev in enega serverja, ter usmerjevalnika ki jih povezuje. Odjemalci dostopajo do serverja, komur pošiljajo pakete, ta pa jih takoj pošlje nazaj na isti port. Konfiguracija je zelo podobna prejšnjemu omrežju. Strežnik in odjemalci so povezani z kanalom s hitrostjo 10Mb/s in zakasnitvijo 1 mikro sekunda. Omrežje ni dokončano. To piše tudi v README datoteki.

Slika omrežja:

1.3 Omrežje 3 - DemoNetworkEth

Omrežje sestavlja n klientov in n strežnikov, ki med seboj komunicirajo prek dveh usmerjevalnikov. Med napravami poteka ethernet povezava. Hitrost povezave je 10 Mb/s, zakasnitev pa je 1 mikro sekunda.



2 Podrobna analiza enega izmed primerov: DemoNetworkEth

Število klientov in strežnikov podajamo s parametrom v .ini datoteki. Tam nastavljamo tudi ostale parametre, kot so tipi paketov (tcp/udp), število aplikacij, ki tečejo na njih in ostale. Nastavimo lahko tudi posebna vrata. Strežniku lahko nastavimo hitrost generiranja paketov, odjemalcem pa hitrost procesiranja.

```
# number of client and server computers
*.n = 1000     # default: *.n = 2

# configurator
#*.configurator.useTentativeAddrs=false # FIXME TBD to be switched
    to true, for testing DAD!

# tcp apps
**.cli[*].numApps = 1
**.cli[*].app[*].typename = "TelnetApp"
**.cli[*].app[0].localAddress = ""
**.cli[*].app[0].localPort = 1000
#IP address intentionally set incorrectly
**.cli[*].app[0].connectAddress = "srv[1]"
#**.cli[*].app[0].connectAddress="aaaa:2a:1:0:8aa:ff:fe00:dddd"
**.cli[*].app[0].connectPort = 1000

**.cli[*].app[0].startTime = uniform(10s,15s)
**.cli[*].app[0].numCommands = int(exponential(10))
```

```
**.cli[*].app[0].commandLength = intWithUnit(exponential(10B))
**.cli[*].app[0].keyPressDelay = exponential(0.1s)
**.cli[*].app[0].commandOutputLength = intWithUnit(exponential(40B))
**.cli[*].app[0].thinkTime = truncnormal(2s,3s)
**.cli[*].app[0].idleInterval = truncnormal(3600s,1200s)
**.cli[*].app[0].reconnectInterval = 30s
```

TODO: Opiši vrednosti

Podobno je možno konfigurirati aplikacije, ki tečejo na strežniku:

```
**.srv[*].numApps = 1
**.srv[*].app[*].typename = "TcpGenericServerApp"
**.srv[*].app[0].localAddress = ""
**.srv[*].app[0].localPort = 1000
**.srv[*].app[0].replyDelay = 0s
```

TODO: Opiši vrednosti

Nastaviti je potrebno tudi omrežne vmesnike (NIC) na napravah:

```
# Ethernet NIC configuration
**.eth[*].queue.typename = "EtherQosQueue"
**.eth[*].queue.dataQueue.typename = "DropTailQueue" # in routers
**.eth[*].queue.dataQueue.frameCapacity = 10 # in routers
**.eth[*].mac.duplexMode = true
```

TODO: Opiši vrednosti

Protokol pošiljanja spreminjamo v .ned datoteki. Tu definiramo tudi hitrost prenosa in latenco.

Primer za ethernet:

```
channel ethernetline extends DatarateChannel
{
    delay = 0.1us;
    datarate = 100Mbps;
}
```

Posamezne naprave nato povežemo z definirano povezavo:

```
 connections:
        for i=0..n-1 {
            cli[i].ethg++ <--> ethernetline <--> r1.ethg++;
```

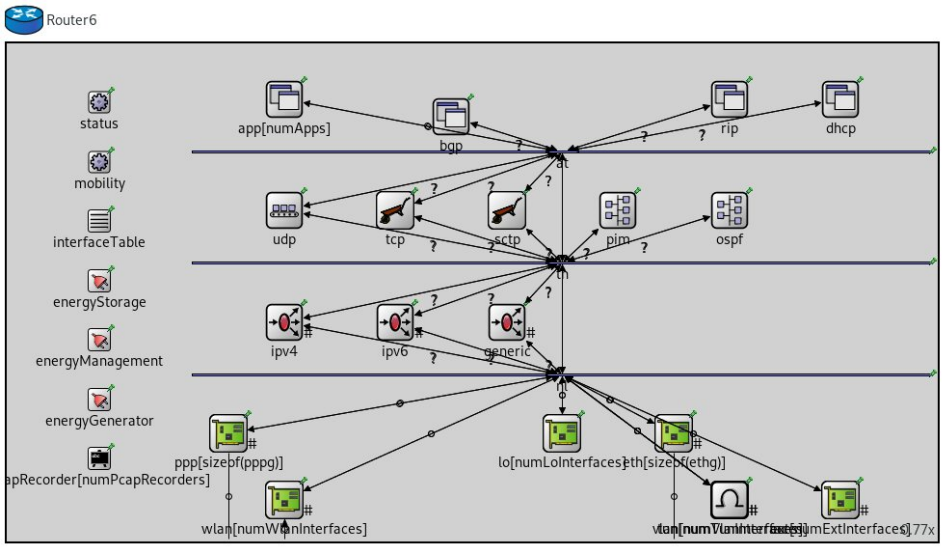
```
        srv[i].ethg++ <--> ethernetline <--> r2.ethg++;
    }
    r1.ethg++ <--> ethernetline <--> r2.ethg++;
```

Pri simulaciji se simulirajo plasti tcp/ip modela od druge navzgor. V simulaciji pa vidimo samo okvirje.

3 TODO: Podroben opis gradnikov, ki jih bomo uporabili v naših omrežjih

V simulacijah bomo uporabili gradnike iz paketa "inet", ki naj bi služili simulaciji omrežnih naprav iz pravega sveta. V naši nalogo smo se osredotočili na simulacijo IPv6 omrežij.

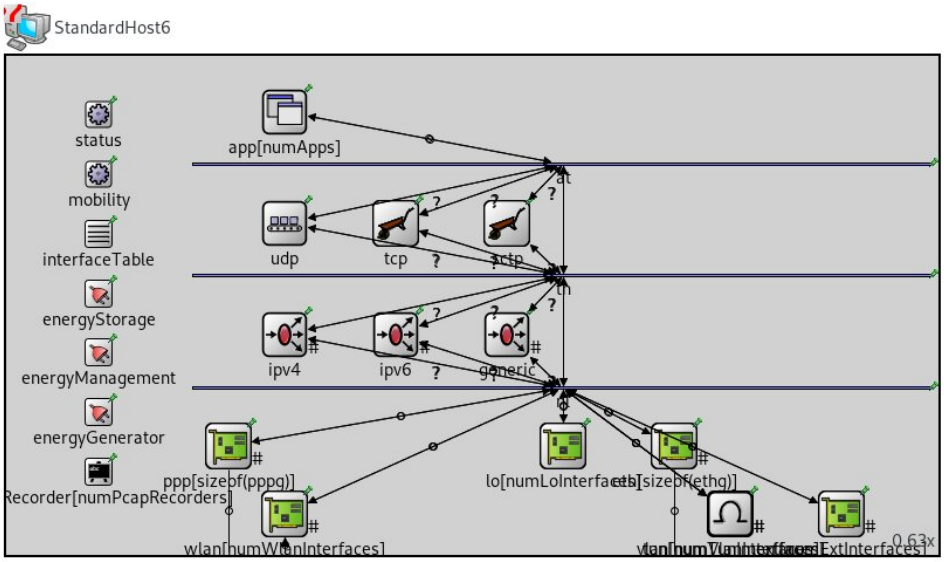
Naprave v tem paketu so sestavljene iz posameznih komponent, ki so urejeni po TCP/IP slojih.



Zgornji primer prikazuje sestavo naprave "Router6", ki simulira IPv6 usmerjevalnik. Čisto spodaj se nahajajo komponente, ki simulirajo delovanje fizične ter povezovalne plasti (skupaj se imenujeta "dostopovna plast"). Ta je sestavljena iz različnih fizičnih vmesnikov, kot so Ethernet, PPP, WLAN, itd.. Nad tem so komponente za omrežno plast. Ti določajo, katere protokole iz omrežne plasti bo naprava podpirala. Potem pride prenosna oz. transportna plast. Tam so komponente, ki določajo podoporo prenosnih protokolov, kot so TCP in UDP. Najvišje pa je aplikacijska plast. Tam se nahaja (v odjemalcih in

strežnikih) sam simuliran program, kot tudi ostali "sistemski" programi, kot je DHCP strežnik.

V napravi so še razne komponente, ki simulirajo stvari, kot so poraba energije.



To je primer naprave, ki ponazarja navaden računalnik. Naprava je precej podobna usmerjevalniku, le da ji manjkaji stvari, kot so DHCP strežnik, idp. Ta naprava se uporabi za simuliranje odjemalcev, prav tako pa tudi za simuliranje strežnikov.

4 Gradnja in simulacija modelov IPv6 omrežij

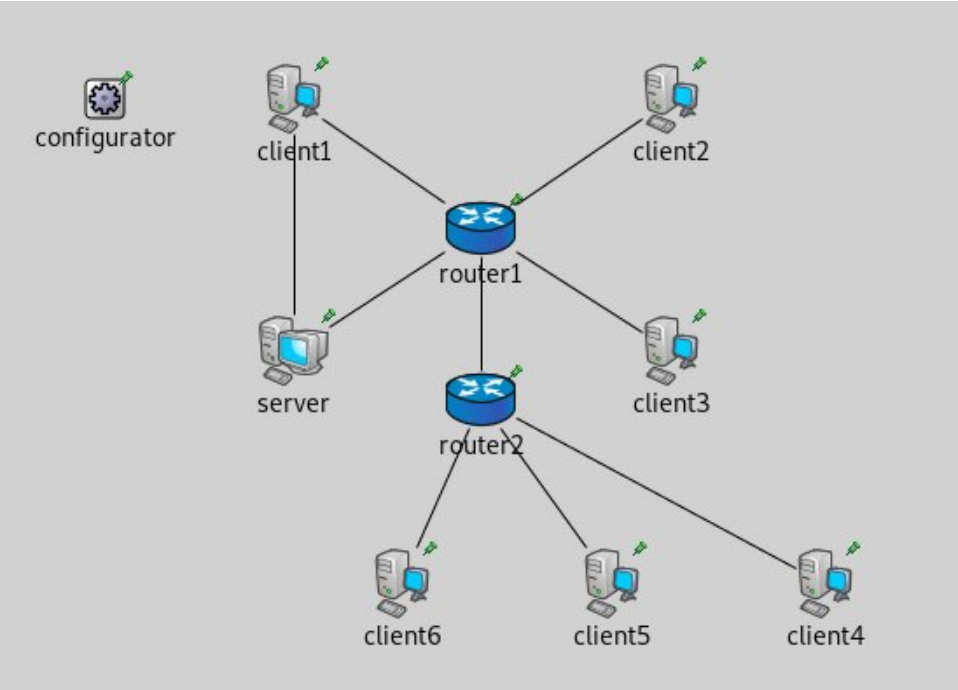
4.1 Omrežje 1

V tem omrežju se nahaja strežnik, ki ponuja TCP aplikacijo za prenos vsebin. Ta je povezan na omrežje, na katerega so povezavni tudi odjemalci. Eden od odjemalcev je neposredno povezan na strežnik.

Med napravami so posebej konfigurirane povezave. Določljiva je kapaciteta in latenca povezave:

```
channel C extends DatarateChannel
{
    datarate = 10Mbps;
    delay = 0.1us;
```

```
}
```



Povezave med napravami imajo definirano kapaciteto na 10Mb/s, ter latenco na 0,1s:

```
 channel C extends DatarateChannel
{
    datarate = 10Mbps;
    delay = 0.1us;
}
```

Program, ki se simulira na odjemalcih se imenuje "TcpSessionApp". S strežnikom sklene povezavo preko TCP vrat 1000. Nato pošlje 1MB podatkov strežniku:

```
**.client*.numApps = 1
**.client*.app[*].typename = "TcpSessionApp"
**.client*.app[0].active = true
**.client*.app[0].localAddress = ""
**.client*.app[0].localPort = -1
**.client*.app[0].connectAddress = "server"
**.client*.app[0].connectPort = 1000
**.client*.app[0].tOpen = 5s
**.client*.app[0].tSend = 7s
**.client*.app[0].sendBytes = 1000000B
```

```
**.client*.app[0].sendScript = ""
**.client*.app[0].tClose = 0s

**.server.numApps = 1
**.server.app[*].typename = "TcpEchoApp"
**.server.app[0].localAddress = ""
**.server.app[0].localPort = 1000
**.server.app[0].echoFactor = 2.0
**.server.app[0].echoDelay = 0s
```

Čakalna vrsta na usmerjevalnikih ima kapaciteto 10 ethernet okvirjev. Ob primeru da je polna, zavrže novo prispele okvirje:

```
**.eth[*].queue.typename = "EtherQosQueue"
**.eth[*].queue.dataQueue.typename = "DropTailQueue" # in routers
**.eth[*].queue.dataQueue.frameCapacity = 10 # in routers
**.eth[*].mac.duplexMode = true
```

V tem omrežju sta ključna količina prenešenih podatkov in kapaciteta povezave med odjemalcem in strežnikom. Ta dva parametra določita čas prenosa podatkov: $čas = količinapodatkov/hitrostprenosa$

V zgornjem primeru se prenese 1MB = 8Mb podatkov preko 10Mb/s povezave, torej bo prenos trajal približno 0,8s. Dejanski čas bo verjetno višji zaradi latenc in kontrolnih okvirjev, ki se morajo prenašat po povezavah. Zraven pa še pride čas prebivanja v usmerjevalnikih. To drži ob primeru, da samo en odjemalec prenaša po neki povezavi. Pri večih vzporednih prenosih se čas temu sorazmerno poveča.

TODO: izmeri čas prenosa