Ugradbeni softver za bežične usmjerivače OpenWRT

Banjan, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka / Sveučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:195:821150

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Sveučilište u Rijeci
Fakultet informatike
i digitalnih tehnologija

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Rijeka, Faculty of Informatics and Digital Technologies - INFORI Repository

zir.nsk.hr

DIGITALNA KNJIŽNICA

Image not found or type unknown

Sveučilište u Rijeci – Odjel za informatiku

Jednopredmetni preddiplomski studij informatike

Matija Banjan

Ugradbeni softver za bežične usmjerivače OpenWRT

Završni rad

Mentor: dr. sc. Vedran Miletić

Rijeka, 19. rujna 2018.

Sažetak

OpenWRT je opisan kao Linux operativni sustav iz obitelji operacijskih sustava baziranih na Unix operacijskom sustavu. Počeo je s razvojem 2004. godine te se razvija još uvijek.

OpenWRT je u suštini firmver, specifična klasa računalnog softvera koja pruža kontrolu niske razine za specifični hardver uređaja.

Glavne komponente OpenWRT-a su util-linux, što je standardni paket Linux operacijskog sustava; musl, standardna C biblioteka namijenjana operacijskim sustavima temeljenim na Linux kernelu te BusyBox, softver koji pruža nekoliko Unix alata koji su spojeni u jednu izvršnu datoteku.

OpenWRT koristi "lagani" sustav za upravljanje i ažuriranje paketa nazvan opkg koji se temelji na ipkg-u.

Danas velika količina usmjerivača podržava OpenWRT firmver te se on koristi za veću kontrolu i sigurnost prometa u mrežama.

Ovaj rad započinje pregledom značajki i mogućnosti OpenWRT-a, te zatim opisuje nekoliko primjera mogućnosti za što se on može koristiti: SSH server, VPN, BitTorrent klijent, za kontrolu i analizu mrežnog prometa te postavljanje odvojene mreže za goste.

Instalaciju OpenWRT-a moguće je izvesti na četiri načina koje smo detaljnije obradili u nastavku ovog završnog rada, nakon čega slijedi opis načina rada OpenWRT-a i njegovog sustava izgradnje te naposlijetku zaključak.

Ključne riječi

OpenWRT, firmver, Linux, util-linux, musl, BusyBox, opkg, usmjerivači

Sadržaj

1. Uvod....1
2. Mogućnosti....2
2.1. Korištenje SSH servera za SSH tuneliranje....2
2.1.1. SSH konfiguracija....2
2.2. Postavljanje VPN-a....4
2.2.1. OpenVPN klijent....4
2.2.2. Konfiguriranje OpenVPN klijenta....4
2.3. Korištenje BitTorrent klijenta....6
2.3.1. Konfiguriranje Transmission BitTorrent klijenta....6
2.4. Oblikovanje prometa i provjeravanje kvalitete usluge....8
2.4.1. Network Traffic control (Kontrola mrežnog prometa)....8
2.5. Mreža za goste....10
2.5.1. Upute za postavljanje mreže za goste....10
2.6. Snimanje i analiziranje mrežnog prometa....12
2.6.1. Snimanje paketa putem tcpdump naredbe....12
2.6.2. Snimanje paketa putem Wireshark alata....12
3. Instalacija....13
3.1. Prva metoda....14
3.2. Druga metoda....15
3.3. Treća metoda....17
3.4. Četvrta metoda....19
4. Način rada....21
5. OpenWRT-ov sustav izgradnje....22
6. Zaključak....23

1. Uvod

OpenWRT je projekt otvorenog koda zasnovan na Linuxu te se koristi kao ugradbeni softver za bežićne usmjerivače primarno za usmjeravanje prometa mreže. Glavne komponente su Linux, util-linux, musl i BusyBox. Sve su komponente dovoljno optimizirane da budu dovoljno male da se uklapaju u ograničenu pohranu i memoriju dostupnu u kućnim usmjerivačima. [1]

Trenutno postoji više od 3500 dodatnih softverskih paketa dostupnih za instalaciju putem sustava za upravljanje paketa opkg.

OpenWRT može raditi na različitim vrstama uređaja, uključujući CPE usmjerivače, kućne pristupnike, pametne telefone, džepna računala (na primjer Ben NanoNote) i prijenosnim računalima. Također je moguće pokrenuti OpenWRT na osobnim računalima, koja bi se u tom slučaju trebala temeljiti na x86 arhitekturi.

OpenWRT projekt je započeo 2004. godine nakon što je "Linksys", američka kompanija trebala izgraditi firmver (specifična vrsta softvera) za njihovu WRT54G seriju usmjerivača. Podrška za navedeni firmver je prvotno bila limitirana samo na WRT54G seriju, no od tada se je proširila i sada uključuje mnoge druge usmjerivače i uređaje od različitih proizvođača.

Izdanja OpenWRT-a su dobila imena po slavnim koktelima, kao što su White Russian, Kamikaze, Backfire, Attitude Adjustment, Barrier Breaker i Chaos Calmer, a njihovi su recepti uključeni u poruku dana(motd – message of the day) prikazanu nakon prijavljivanja u sustavu koristeći komandnu liniju.

U svibnju 2016. godine, skupina ključnih suradnika OpenWRT projekta, je napustila isti zbog neslaganja oko unutarnjih procesa. Navedena skupina pokrenula je odvojeni projekt nazvan "Linux Embedded Development Environment (LEDE)". Ponovno spajanje projekata u jedno dogodilo se početkom 2018. godine, te su OpenWRT brand i ime sačuvani, i sada se koriste uz mnogo procesa i pravila sa strane LEDE grupe.

OpenWRT će se detaljnije opisati u tekstu ovog završnog rada. Konkretnije, opisivati će se njegove brojne mogućnosti, različiti načini instalacije te način rada uz njegov sustav izgradnje.

2. Mogućnosti

Uz to što se OpenWRT koristi kao zamjenski ugradbeni softver za bežične usmjerivače, kao zamjena za često zastarjeli i nesigurni proizvođačev softver, on nudi i brojne druge mogućnosti te ćemo neke od njih navesti i ukratko opisati.

Lista te njeni opisi nisu niti izbliza potpuna lista mogućnosti koje vam nudi OpenWRT, no može vam pobliže predočiti koje su vam mogućnosti ukoliko se odlučite instalirati OpenWRT na usmjerivač. OpenWRT je ugradbeni sustav sa širokim rasponom softverskih paketa koji su dostupni za njega te je na mnoge načine fleksibilan kao i samo računalo koje pogoni Linux operativni sustav, iako je u hardverskom smislu puno više ograničen.

2.1. Korištenje SSH servera za SSH tuneliranje

OpenWRT uključuje SSH server kako biste mogli pristupiti njegovom terminalu. Ukoliko izlažete SSH server Internetu (svakako ga osigurajte pomoću autentifikacije na temelju ključa, umjesto slabe lozinke), možete mu pristupiti i koristiti SSH tuneliranje kako biste proslijeđivali promet putem kriptirane veze. Ovo omogućuje sigurno pristupanje web stranicama putem javne bežićne mreže i pristup web stranicama kojima je pristup ograničen na neko geografsko područje, prilikom putovanja u inozemstvo.[2]

2.1.1. SSH konfiguracija

SSH konfiguracija se vrši putem dropbear podsustava iz UCI-a (Unified Configuration Interface) i konfiguracijska datoteka se nalazi u /etc/config/dropbear. Svaka dropbear SSH server instanca koristi samo jednu sekciju konfiguracijske datoteke, no također, možete imati više instanci.

Uobičajena konfiguracija jedne instance dropbear-a je zadana na idući način:

```
root@lede:~# uci show dropbear
dropbear.@dropbear[0]=dropbear
dropbear.@dropbear[0].RootPasswordAuth='on'
dropbear.@dropbear[0].PasswordAuth='on'
dropbear.@dropbear[0].Port='22'
```

Slika 1: konfiguracija dropbear-a 1

```
root@lede:~# cat /etc/config/dropbear
config dropbear
        option RootPasswordAuth 'on'
        option PasswordAuth 'on'
        option Port '22'
        option Interface 'lan'
```

Slika 2: konfiguracija dropbear-a 2

Dostupne postavke za konfiguraciju ćemo prikazati putem tablice:[2]

Ime	Tip	Zadana vrijednost	Opis
enable	bool	1	Postavite na 0 kako biste onemogućili pokretanje dropbear-a prilikom pokretanja sustava
verbose	bool	0	Postavite na 1 da biste onemogućili izravan ispis početne skripte
BannerFile	string	/	Naziv datoteke koju treba ispisati prije nego što korisnik uspješno provede autentičnost
PasswordAuth	bool	1	Postavite na 0 da biste onemogućili autentifikaciju pomoću lozinki
Port	int	22	Broj porta za slušanje
RootPasswordAuth	bool	1	Postavite na 0 da biste onemogućili autentifikaciju kao administrator s lozinkama
RootLogin	bool	1	Postavite na 0 da biste onemogućili SSH prijave kao administrator
Gateway Ports	bool	0	Postavite na 1 da biste omogućili udaljenim računalima povezivanje s proslijeđenim portovima.
Interface	string	/	Omogućuje slušanje samo na specificiranom sučelju (npr. LAN)
rsakeyfile	file	/	Putanja do RSA datoteke
dsskeyfile	file	/	Putanja do DSS/DSA datoteke
SSHKeepAlive	int	300	Označava koliko dugo će se konekcija održavati
IdleTimeout	int	0	Vrijeme isteka mirovanja
mdns	int	1	Hoće li se usluga objaviti putem mDNS-a
MaxAuthTries	int	3	Koliko puta možete ponovno pokušati upisati lozinku prije nego što SSH server zatvori konekciju

Tablica 1: Dostupne postavke za konfiguraciju

Sve od navedenih postavki nisu uvjet za SSH konfiguriranje.

2.2. Postavljanje VPN-a

SSH tuneliranje radi slično kao i VPN na mnogo načina, ali pomoću usmjerivača na kojemu je instaliran OpenWRT možete postaviti vlastiti pravi VPN.

2.2.1. OpenVPN klijent

Možda ćete htjeti pokrenuti OpenVPN klijent na usmjerivaću kako biste kriptirali vezu s Internetom i spriječili pružatelja internetskih usluga od uvida u promet te DNS zahtjeva, kao što je miješanje u DNS zahtjeve i HTTP promet. Da biste na usmjeirvaću koristili OpenVPN klijent, trebati će vam akreditivi za odgovarajući OpenVPN server. Veza s OpenVPN-om je kriptirana, što spriječava pružatelje internetskih usluga od miješanja u promet korisnika. Postoji širok raspon komercijalnih OpenVPN usluga. Nakon instaliranja i pokretanja OpenVPN klijenta na usmjerivaču, najbolje je usmjeriti sav promet putem OpenVPN tunela.

2.2.2. Konfiguriranje OpenVPN klijenta

Prvo je potrebno spojiti se putem SSH na usmjerivač, i onda uvesti određene preduvjete. Navedeno radimo na idući način.[3]

```
opkg update
opkg install openvpn-openssl luci-app-openvpn
opkg install nano libustream-openssl ca-bundle ca-certificates
```

Slika 3: konfiguracija VPN-a 1

Dvije su datoteke potrebne od VPN pružatelja, to je konfiguracijske datoteke sa ekstenzijom ovpn i crt ekstenzijom.

```
cd /etc/openvpn
wget http://www.ipvanish.com/software/configs/ca.ipvanish.com.crt
wget https://www.ipvanish.com/software/configs/ipvanish-US-Los-Angeles-lax-a01.ovpn
```

Slika 4: konfiguracija VPN-a 2

Zatim moramo urediti ovpn datoteku i izvršiti nekoliko promjena. Otvorite datoteku putem jednog od uređivača teksta (na primjer nano) i izmijenite liniju u kojoj piše auth-user-pass na način da ćete na kraj dodati /tmp/auth.config.

Također, na kraj možete dodati iduće retke kako biste prisilili OpenVPN klijenta da usmjerava promet putem ovoga tunela i izbjegne spremanje lozinki u memoriju.

```
redirect-gateway def1
auth-nocache
```

Slika 5: konfiguracija VPN-a 3

Zatim moramo stvoriti gore navedenu datoteku korisnika i lozinki.

```
touch /tmp/auth.conf
echo "YOUR_VPN_USER_NAME" > /tmp/auth.conf
echo "YOUR_VPN_PASSWORD" >> /tmp/auth.conf
```

Slika 6: konfiguracija VPN-a 4

Nakon što ste odradili gore navedeno, slijedi postavljanje sučelja i firewall-a.

```
uci set openvpn.provider=openvpn
uci set openvpn.provider.enabled='1'
uci set openvpn.provider.config='/etc/openvpn/ipvanish-US-Los-Angeles-lax-a01.ovpn'

uci set network.providervpn=interface
uci set network.providervpn.proto='none' #dhcp #none
uci set network.providervpn.ifname='tun0'

uci add firewall zone
uci set firewall.@zone[-1].name='vpn'
uci set firewall.@zone[-1].input='REJECT'
uci set firewall.@zone[-1].output='ACCEPT'
uci set firewall.@zone[-1].forward='REJECT'
uci set firewall.@zone[-1].masq='1'
uci set firewall.@zone[-1].mtu_fix='1'
uci add_list firewall.@zone[-1].network='providervpn'

uci add firewall forwarding
uci set firewall.@forwarding[-1].src='lan'
uci set firewall.@forwarding[-1].dest='vpn'

uci commit
```

Slika 7: konfiguracija VPN-a 5 - postavljanje firewalla

Konačno, provjeru valjanosti izvršavate na način da putem sučelja odete u "Status", pa onda "Systemlog" te bi se trebalo ispisati "Sekvenca inicijalizacije izvršena".

Naposlijetku, učinite "Koji je moj IP" provjeru putem Internet preglednika, kako biste potvrdili da se vanjska IP adresa zaista promijenila.

2.3. Korištenje BitTorrent klijenta

S nekom vrstom mrežne pohrane ili usmjerivača s integriranim USB portom u koji je priključen USB uređaj za pohranu podataka, usmjerivač se može koristiti kao BitTorrent klijent. Postoji nekoliko vrsti BitTorrent klijenata koji se mogu instalirati na OpenWRT usmjerivač. Neki od njih su: Transmission, rtorrent, ctorrent, deluge, BTPD i drugi. U ovom završnom radu ćemo opisati konfiguriranje Transmission BitTorrent klijenta.

2.3.1. Konfiguriranje Transmission BitTorrent klijenta

Postoji nekoliko vrsti Transmission BitTorrent klijenata koji su dostupni za instalaciju. Prva vrsta je takva da je zamišljena da se kao proces odvija samo u pozadini te da nema nikakvu vrstu grafičkog sučelja. Njegova se instalacija odvija slijedećim naredbama:[4]

```
opkg update
opkg install transmission-daemon
```

Slika 8: postavljanje BitTorrent klijenta 1

Druga vrsta je takva da se korištenje Transmission BitTorrent klijenta koristi putem CLI-a (Command-Line Interface), to jest terminala ili komandne linije. Naredba je iduća:

```
opkg install transmission-cli
```

Slika 9: postavljanje BitTorrent klijenta 2

Za instaliranje i korištenje Transmission BitTorrent klijenta putem HTTP (Hypertext Transfer Protocol) s udaljenog računala na kojeg je instaliran Internet preglednik koristi se iduća naredba:

```
opkg install transmission-web
```

Slika 10: postavljanje BitTorrent klijenta 3

Za instaliranje i korištenje Transmission BitTorrent klijenta putem RPC (Remote Procedure Call) koristeći udaljeno računalo sa programom u grafičkom sučelju na operacijskom sustavu koji nije Debian koristi se iduća naredba:

```
opkg install transmission-remote
```

Slika 11: postavljanje BitTorrent klijenta 4

Kako biste uopće omogućili korištenje Transmission BitTorrent klijenta, trebate dodati u konfiguracijsku datoteku koja se nalazi na adresi "/etc/config/transmission" liniju koja glasi "option enable 1".

Ukoliko želite da se Transmission BitTorrent klijent pokrene prilikom pokretanja operacijskog sustava, potrebno je pokrenuti naredbu:

```
/etc/init.d/transmission enable
```

Slika 12: postavljanje BitTorrent klijenta 5

Dok za općenito pokretanje Transmission BitTorrent klijenta se pokreće naredba:

```
/etc/init.d/transmission start
```

Slika 13: postavljanje BitTorrent klijenta 6

2.4. Oblikovanje prometa i provjeravanje kvalitete usluge

OpenWRT omogućuje izvršavanje oblikovanja prometa i provjeru kvalitete usluge na paketima koji putuje putem usmjerivača, prioritizirajući određene vrste prometa. Možete čak povećati prioritet prometa na određenim računalima ili smanjiti prioritet prometa na drugim računalima.

2.4.1. Network Traffic control (Kontrola mrežnog prometa)

Kontrola prometa (Traffic control) je grupni naziv za prioritiziranje paketa, oblikovanje prometa, limitiranje propusnosti, AQM (Active Queue Management), QoS (Quality of Service)... Kontrola prometa je jedna od strategija koja može pomoći prilikom problema uzrokovanih od strane zagušenja mreže. Pomoću ovoga može se prioritizirati i/ili oblikovati bilo koji upload ili promet koji se šalje od usmjerivača prema Internetu. Ista razina kontrole ne postoji što se tiče download prometa, ili prometa koji ide prema usmjerivaču od strane Interneta. Pakete koje primate putem download prometa možete ispuštati, no ne i preuređivati ih.

Potrebni paketi za kontrolu prometa:[5]

- tc (traffic control) – program za konfiguriranje Linux upravljačkih programa
    - kmod-sched-core (dio tc paketa) – paket koji sadrži najkorištenije ili najnaprednije upravljačke programe

Naredni paketi su neobavezni no mogu poslužiti oko vođenja statistike ili testiranja mreže. Ti paketi su: kmod-sched, iptables-mod-ipopt, kmod-ipt-ipopt, iptables-mod-*, kmod-ipt-*, l7-protocols, l7-protocols-testing.

Instalacija se provodi u nekoliko jednostavnih koraka. Prvi korak:

```
opkg update
opkg install tc iptables-mod-ipopt
```

Slika 14: instalacija iptables-a

Budući da opis naredbe kmod-sched-core ne sadrži nikakve informacije vezane uz njen sadržaj, nakon instalacije pokrenite iduću naredbu kako biste izlistali trenutno instalirane module:

```
ls -leha /lib/modules/$(uname -r)/ | grep sch
```

Slika 15: izlistavanje modula

Kako biste koristili određeni modul, potrebno je učitati kernel modul u memoriju:

```
insmod sch_hfsc
```

Slika 16: Učitavanje modula

Ovo morate raditi nakon svakog ponovnog pokretanja sustava. Za popis trenutno učitanih kernel modula i za uklanjanje istih, naredbe su iduće:

```
lsmod
rmmod sch_hfsc
```

Slika 17: Popis učitanih i uklanjanje modula

2.5. Mreža za goste

OpenWRT omogućuje postavljanje posebne bežićne mreže koju mogu koristiti gosti. Ta mreža je odvojena od glavne mreže te to možete koristiti zbog sigurnosnih razloga. Mrežu za goste možete konfigurirati na mnogo načina, možete čak povećavati ili smanjivati brzinu i slično.

2.5.1. Upute za postavljanje mreže za goste

Kreiranje mreže za goste vrši se u nekoliko koraka. U prvom koraku definira se nova mreža tako što u datoteci koja se nalazi na adresi /etc/config/wireless definirate novu sekciju zvanu "interface".[6]

```
config interface 'guest'
        option proto 'static'
        option ipaddr '10.0.0.1'
        option netmask '255.255.255.0'
```

Slika 18: postavljanje mreže za goste 1

U drugom koraku, u istoj datoteci, definirate novu sekciju zvanu "wifi-iface", na način da kopirate postojeću wifi-iface sekciju i promijenite njenu mrežnu postavku da upućuje na novo stvorenu sekciju sučelja.

```
config wifi-iface
        option device     '???'
        option mode       'ap'
        option network    'guest'
        option ssid       'guest'
        option encryption 'none'
```

Slika 19: postavljanje mreže za goste 2

Za opciju "option device '???'", trebate staviti uređaj naveden u sekciji "wifi-device". Na primjer, ako vaš "wifi-device" izlista 'wifi-device' 'wifi0', tada umjesto '???', trebate upisati 'wifi0'.

Da bi gost mreža podržavala DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), potrebno je konfiguracijskoj datoteci na putanji /etc/config/dhcp definirati novi DHCP, na idući način:

```
config dhcp 'guest'
  option interface 'guest'
  option start '50'
  option limit '200'
  option leasetime '1h'
```

Slika 20: postavljanje mreže za goste 3

Za konfiguriranje vatrozida, u datoteci na putanji /etc/config/firewall definirajte novu sekciju "zone", koja obuhvaća "guest", te gostima omogućuje DNS, DHCP te pristup Internetu.

```
config zone
  option name 'guest'
  option network 'guest'
  option input 'REJECT'
  option forward 'REJECT'
  option output 'ACCEPT'

# Allow Guest -> Internet
config forwarding
  option src 'guest'
  option dest 'wan'

# Allow DNS Guest -> Router
# Client DNS queries ordinate from dynamic UDP ports (>1023)
config rule
  option name 'Allow DNS Queries'
  option src 'guest'
  option dest_port '53'
  option proto 'tcp udp'
  option target 'ACCEPT'

# Allow DHCP Guest -> Router
# DHCP communication uses UDP ports 67-68
config rule
  option name 'Allow DHCP request'
  option src 'guest'
  option src_port '67-68'
  option dest_port '67-68'
  option proto 'udp'
  option target 'ACCEPT'
```

Slika 21: postavljanje mreže za goste 4

Zadnji se korak, koji je u potpunosti opcionalan, no preporučljiv, odnosi na limitiranje propusnosti konekcije. Instalirajte paket wshaper sa naredbom "opkg install wshaper", te uredite njegovu konfiguracijsku datoteku koja se nalazi na putanji /etc/config/wshaper.

```
config wshaper 'settings'
  option network 'guest'
  option downlink '64'
  option uplink '512'
```

Slika 22: postavljanje mreže za goste 5

2.6. Snimanje i analiziranje mrežnog prometa

OpenWRT omogućuje korištenje naredbi poput tcpdump naredbe koja bilježi i sprema u datoteku sve pakete koji putuju kroz usmjerivač na mrežni udio, te onda otvaranje te datoteke pomoću Wireshark alata kako biste mogli izvršiti analizu prometa mreže.

2.6.1. Snimanje paketa putem tcpdump naredbe

Tcpdump je alat za snimanje mreže i analiziranje prometa. Može se koristiti za snimanje paketa i analizu u toku prijenosa, ili se ti paketi mogu spremiti u datoteku za kasniju analizu. Instalacija se vrši naredbom "opkg install tcpdump".[7]

Za snimanje svih paketa na mreži koristimo iduće:

```
tcpdump -n -i eth1
tcpdump: verbose output suppressed, use -v or -vv for full protocol decode
listening on eth1, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
13:16:55.036711 IP 192.168.1.94.41146 > 121.59.12.182.443: Flags [.], ack 2010466204, win 444, options [nop,nop,TS val 1064304519 ecr 2837800946], length 0
13:16:55.056721 IP 139.59.210.197.443 > 192.168.1.94.41146: Flags [.], ack 1, win 1050, options [nop,nop,TS val 2837803506 ecr 1064299424], length 0
```

Slika 23: snimanje paketa na mreži

2.6.2. Snimanje paketa putem Wireshark alata

Kako biste putem Wireshark alata snimili sve pakete na mreži, potrebno je iduće:

1. Dozvoliti certificiranu SSH konekciju[7]

2. Pod računalom koji koristi Linux operativni sustav pokrenuti:

```
ssh user@myledebox tcpdump -i eth1 -U -s0 -w - 'not port 22' | sudo wireshark -k -i -
```

Slika 24: korištenje Wireshark alata

3. Instalacija

Iako je OpenWRT generalno razvijen za model usmjerivača "Linksys WRT54G", on danas podržava veliku količinu različitih modela usmjerivača. Lista podržanih usmjerivača se nalazi na službenoj stranici OpenWRT-a.

Instalacija OpenWRT-a je specifična za svaki uređaj posebno te svakako ukoliko se odlučite za instalaciju, prije same instalacije provjerite nalazi li se konkretni usmjerivač među podržanim uređajima. U nastavku ćemo opisati 4 medote za instalaciju OpenWRT-a.

3.1. Prva metoda

Prva metoda instalacije se svakako smatra najjednostavnijom pošto se odvija putem ugradbenog softvera koji se nalazi u usmjerivaču.

Prvi korak je otvaranje korisničkog sučelja usmjerivača putem Internet preglednika te instalacija OpenWRT slikovnih podataka koristeći opciju "Nadogradnja softvera". Nakon ovoga, usmjerivač bi se trebao ponovno pokrenuti sa OpenWRT-om instaliranim. [8]

Ponekad ugradbeni softver usmjerivača će dozvoliti da na usmjerivač instalirate samo specifične datoteke ugradbenog softvera. Ukoliko to bude slučaj, nećete moći instalirati OpenWRT koristeći ovu metodu. Međutim, za neke uređaje, takozvani, "botovi", to jest programi koji obavljaju zadatke koji su često dugotrajni ili ponavljajući, pripremaju označene instalacije koje su u skladu sa softverom koji se nalazi u usmjerivaču. Ovo bi trebalo biti dokumentirano na OpenWRT stranici za tip usmjerivača koji koristite.

3.2. Druga metoda

Druga metoda se odvija putem pokretača operacijskog sustava te Ethernet porta. Većina, ako ne svi pokretači operacijskih sustava pružaju ugrađenu funkcionalnost za svrhu instalacije. Neki od njih koriste TFTP-klijent, neki TFTP-server. Drugi pak koriste FTP-klijent ili FTP-server, dok neki čak koriste svojevrstan web server ili pak XMODEM protokol.[8]

Prije same instalacije ovom metodom morate odrediti slijedeće:

- unaprijed postavljenu IP adresu pokretača operacijskog sustava (navedena IP adresa nije nužno identična IP adresi koju uređaj ima nakon što je pokrenuo originalni softver)

- protokol te da li se pokretač operacijskog sustava ponaša kao klijent ili server

- točan broj porta (ukoliko nije zadani)

- sučelje na koje se morate povezati

- korisničko ime te lozinku za prijavu (ukoliko je potrebno)

- vremenski okvir koji imate nakon pokretanja uređaja za uspostavljanje veze

Nakon što znate sve gore navedene parametre, možete nastaviti.

1. Instalacija odgovarajućeg softvera na računalo (na primjer, ako pokretač operacijskog sustava koristi FTP-server, potrebno je instalirati FTP-klijent)

2. Upoznati se sa odgovarajućom stranicom priručnika (na primjer, tftp, tftpd, ftp, ncftp, tfpd...)

3. Konfiguracija statične IP adrese za sučelje na računalu u isti blok IP adrese kao prethodno konfigurirano u pokretaču operacijskog sustava

4. Povezivanje računala sa usmjerivačem

5. Uključivanje usmjerivača u napajanje

6. Povezivanje pokretača operacijskog sustava pomoću softvera koji ste odabrali

7. Instalacija datoteke ugradbenog OpenWRT firmvera

8. Na niti koji način nemojte vršiti izmjene po pokretaču operacijskog sustava dok u uputama tako ne bude izričito navedeno

Ponekad pokretač operacijskog sustava sprječava instalaciju softvera koji nije tvornički. Ukoliko je vremenski okvir malen, veza između računala sa usmjerivačem mora biti postavljena brzo. Kako bi to bilo napravljeno što je brže moguće, može se onemogućiti automatsko pregovaranje sa kontrolerom mrežnog sučelja ili onemogućiti otkrivanje vanjskih uređaja.

3.3. Treća metoda

Treća metoda se odvija generičkom instalacijom putem serijskog porta. Najprije je potrebno pokrenuti tftp server koji se izvodi na adresi 192.168.1.234, na kojemu je datoteka OpenWRT firmvera, preimenovana u firm.bin.[8]

Navedeno možete na idući način:

```
mkdir -p /tmp/tftp/
cp openwrt-...-factory.bin /tmp/tftp/firm.bin

sudo ip addr add 192.168.1.234/24 dev eth0
sudo dnsmasq -d --port=0 --enable-tftp --tftp-root=/tmp/tftp/
```

Slika 25: pokretanje servera u instalaciji

Zatim na drugoj konzoli je potrebno pokrenuti serijski program u terminalu postavljen na 115200 8N1, bez kontrole protoka.

```
screen /dev/ttyUSB0 115200
```

Slika 26: pokretanje screen alata

Konačno, potrebno je uputiti pokretač operacijskog sustava da prenese datoteku firm.bin sa tftp servera na računalo te ga spremi u radnu memoriju (0x81000000). Nakon toga je potrebno obrisati 0x7c0000 bajta (malo više od 8 megabajta) iz instalacije (počevši od 0xbf020000). Naposlijetku, potrebno je kopirati slikovnu datoteku koja je pohranjena u radnoj memoriji u instalaciju.

```
setenv serverip 192.168.1.234
tftpboot 0x81000000 firm.bin
erase 0xbf020000 +0x7c0000
cp.b 0x81000000 0xbf020000 0x7c0000
bootm 0xbf020000
```

Slika 27: proces instalacije 1. način

Gore navedeno je prvi način. Drugi način je putem Kermit-a, popularnog protokola prijenosa datoteka i emulacije. Putem ove metode, prijenos nove slikovne datoteke može potrajati između 15 i 20 minuta, no puno je jednostavnije i sigurnije nego pokretanje tftpd servera. U slijedećim uputama, pretpostavlja se da se koristi Linux operativni sustav, no one pomažu i u instalaciji na Windows operacijskom sustavu.

Zahtijevi:

- program u terminalu (na primjer screen) postavljen na 115200 8N1, bez kontrole protoka
- datoteku pod nazivom code.bin koja sadrži OpenWRT firmver
- Kermit klijenta (ove upute uključuju korištenje C-Kermit u operativnom sustavu Linux)

```
erase 0xbf020000 +7c0000
loadb 0x81000000
```

Slika 28: Proces instalacije 2. način

7c0000 je veličina softvera, te također, potrebno je biti svjestan kako je moguće da se veličina softvera razlikuje od uređaja do uređaja.

Potrebno je uključiti C-Kermit i pokrenuti slijedeće naredbe (ili konfigurirati Kermit klijenta na iduće parametre):

```
set line /dev/ttyUSB0
set speed 115200
set carrier-watch off
set handshake none
set flow-control none
robust
set file type bin
set file name lit
set rec pack 1000
set send pack 1000
set window 5
send code.bin
```

Slika 29: konfiguriranje Kermit-a

Nakon otprilike 15 do 20 minuta prijenosa podataka, novi softver bi trebao biti instaliran na usmjerivaču te se dalje može nastaviti u terminalu:

```
cp.b 0x81000000 0xbf020000 0x7c0000
bootm 0xbf020000
```

Slika 30: završetak instalacije

Naposlijetku bi svakako bilo potrebno napomenuti kako prethodno korištene vrijednosti su generičke, te ukoliko prethodno navedena metoda bude korištena u praksi za instalaciju, potrebno je saznati ispravne vrijednosti.

3.4. Četvrta metoda

Posljednja instalacijska metoda se odvija puta JTAG-a, što je radna skupina koja definira elektroničko sučelje za testiranje te programiranje integriranih krugova te instalacije ramdisk slikovne datoteke u glavnu memoriju.

Idući koraci pokazati će kako učitati novu ramdisk slikovnu datoteku u usmjerivač. Postojeći firmver ostaje neprimijenjen. Potrebno je imati ispravan serijski kabel za učitavanje ramdisk slikovne datoteke.

1. Potrebno je specifično izabrati RAMDISK opciju kako bi OpenWRT kreirao ramdisk slikovnu datoteku za učitavanje.[8]

2. Potrebno je spojiti Ethernet kabel između računala i jednog od LAN portova usmjerivača (nije bitno kojeg LAN porta, dok god je LAN port, a ne WAN)

3. Potrebno je spojiti serijski kabel na zaglavlje usmjerivača te postaviti terminalni program (na primjer screen) na iduće postavke:

- 115200 bps 8N1

- bez kontrole protoka softvera

- bez kontrole protoka hardvera

4. Potrebno je postaviti Ethernet port računala za korištenje IP adrese 192.168.0.10/24

5. Potrebno je postaviti TFTP server na računalu da odgovara na zahtjeve 192.168.0.10 sučelja. Potrebno je proveriti je li RAMDISK slikovna datoteka u direktoriju kojega koristi TFTP server.

6. Potrebno je podesiti zaglavlje RAMDISK slikovne datoteke kako bi ga pokretač operacijskog sustava prepoznao. To se radi na idući način:

```
./wndr3700 openwrt-ar71xx-uImage-lzma.bin openwrt-fixed.out
```

Slika 31: podešavanje ramdisk-a

7. Kada se dođe do poruke koja traži pritiskanje bilo koje tipke kako bi se prekinuo normalni redoslijed podizanja sustava, dovoljno je pritisnuti i nastaviti držati tipku Enter dok se prozor za upisivanje naredbi sam ne pojavi.

8. U prozor za upisivanje naredbi potrebno je upisati iduće:

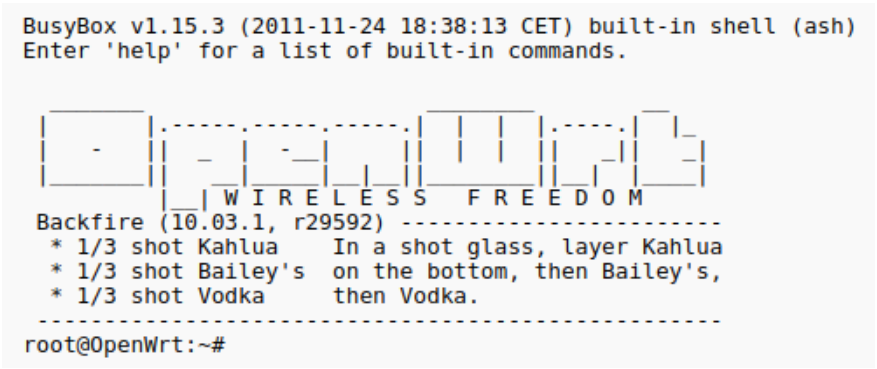
```
setenv ipaddr 192.168.0.1
setenv serverip 192.168.0.10
setenv bootargs 'board=WNDR3700'
tftpboot 80800000 openwrt-fixed.out
bootm
```

Slika 32: instalacija 4. metoda

9. Nakon navedenoga, sistem bi se trebao pokrenuti.

4. Način rada

Primarni način interakcije s korisnikom u OpenWRT distribuciji je putem komandne linije, to je CLI-a(Command Line Interface). Nadalje, sam način rada kao takav se ne razlikuje puno od ostalih Linux distribucija te Unix operacijskih sustava. No, uzevši u obzir kako je memorija usmjerivača poprilično malena za današnje standarde te ona u prosjeku iznosi oko 8 MB, sve funkcije na koje smo već navikli koristeći Linux distribucije nisu dostupne na OpenWRT-u.



Slika 33: početni zaslon OpenWRT-a

Osim komandne linije, korisniku je na korištenje dostupno i web sučelje koje je konstruirano na način kako bi često korištene opcije bila lako dostupne, no napredne opcije bi se i dalje trebale podešavati putem komandne linije. Korisniku su na izbor dana 3 web sučelja koja može koristiti za rad s OpenWRT-om:[9]

1. LuCI
2. X-Wrt
3. Gargoyle

Predinstalirano sučelje koje dolazi sa OpenWRT-om je LuCI, koje je velikim dijelom napisano u Lua skriptnom jeziku, te to što je pisan u ISO C-u ga čini višeplatformskim jezikom. Uhttpd za LuCI web sučelje se koristi kao zadani poslužitelj. Kao zamjena za predinstalirano LuCI sučelje, koristi se X-Wrt koji je pisan u Haserlu. Haserl je opisan kao mali program koji koristi "ljusku" (shell) ili skripte pisane u Lua jeziku kako bi kreirao CGI web skripte. Također, za razliku od LuCI-a, kao poslužitelj koristi lighttpd, a ne uhttpd. Za razliku od prva dva sučelja, treće je Gargoyle, koje velikim dijelom koristi Javascriptu kako bi što više kalkulacija se obavljalo na klijentskoj strani te se na taj način skinuo teret sa usmjerivača, dok procedure koje se neophodno moraju izvršavati na strani poslužitelja, napisane su u Haserlu.

5. OpenWRT-ov sustav izgradnje

OpenWRT-ov sustav načinjen je od skupova zakrpi i "make"-ova, alata za automatizaciju gradnje sustava. Navedeno korisnicima omogućuje lako generiranje alata za unakrsnu kompilaciju i korijenski datotečni sustav za ugradbene sustave. Alat za unakrsnu kompilaciju koristi "musl", malenu standardnu biblioteku C jezika.

Alatna traka za kompajliranje je skup alata koji se koristi za konstruiranje koda sustava, a sastoji se od:

1. Kompajlera (gcc u našem slučaju)

2. Binarnih programa poput asemblera (binutils u našem slučaju)

3. Standardne biblioteke jezika C (GNU Libc)

Koristeći računalo, alati kompilacije rade na procesoru x86 i generiraju kod za x86 procesor. Na većini Linux sustava, alati kompilacije koriste GNU libc kao C standardnu biblioteku. Ovo se naziva "domaćinom alatna kompilacije", a računalo na kojemu je navedeno pokrenuto se naziva "sustav domaćin".

Ugradbeni sustavi koriste drukčiji procesor te zahtijevaju unakrsnu alatnu traku za kompajliranje, to jest, alatnu traku za kompajliranje koja radi na sustavu domaćinu, ali koja generira kod za ciljni sustav i arhitekturu skupova instrukcija ciljnog procesora (ISA – instruction set architecture). Na primjer, ako sustav domaćin koristi x86, a ciljni sustav koristi MIPS32, alatna traka za kompajliranje domaćina radi na x86, i generira kod za x86, a alatna traka za unakrsno kompajliranje radi na x86 te generira kod za MIPS32.

Iako je moguće ručno konfigurirati i sastaviti vlastiti softver, OpenWRT sustav automatizira ovaj proces kako bi radio na arhitekturi instrukcijskog seta većine ugradbenih sustava. I dok je OpenWRT-ov sustav izgradnje dizajniran za developere, korisnici neiskusni u ovom području ga mogu koristiti za izgradnju vlastitog sustava. OpenWRT-ov sustav za izgradnju ima svoju sintaksu, koja je različita od konvencionalnih Linuxovih sustava za izgradnju. Njegov sustav za izgradnju definira meta informacije o paketu, gdje možete preuzeti paket, kako ga kompajlirati, gdje instalirati kompajlirane datoteke te tome slično.

6. Zaključak

Prije samog odabira teme i početka pisanja ovog završnog rada, nisam niti imao svojevrsnu predodžbu kako operacijski sustavi u nečemu poput usmjerivača mogu biti značajni i snažni.

Jednostavna instalacija koja se može provesti na četiri različita načina, te ukoliko postoje poteškoće s instalacijom na najjednostavniji način, uvijek postoji nešto drukčiji, prilagođeniji način, kako biste u konačnici svakako uspjeli instalirati OpenWRT na željeni usmjerivač.
Brojne mogućnosti, od kojih su neke vrlo korisne te mogu biti od iznimne značajnosti čak i za ne toliko napredne korisnike, popust primjerice postavljanja vlastitog VPN servera.

Konfiguracija OpenWRT-a, uz to što se može vršiti putem komandne linije, alternativno se može vršiti i preko nekoliko dostupnih web sučelja, kao što su na primjer, LuCI ili Gargoyle.

No naravno, kao i svaki sustav, niti OpenWRT nije savršen te ima svojih prednosti i mana, mane koje vjerujem da će nakon spajanja sa suradnicima iz LEDE grupacije biti izglađene te sveukupno da će OpenWRT voditi ka još boljem sustavu u budućnosti.

Literatura

[1] “OpenWrt,” *Wikipedia*. 19-Aug-2018.

[2] “OpenWrt Project: SSH Configuration.” [Online]. Available: https://openwrt.org/docs/guide-user/base-system/ssh_configuration. [Accessed: 08-Sep-2018].

[3] “OpenWrt Project: OpenVPN Client (Basic).” [Online]. Available: https://openwrt.org/docs/guide-user/services/vpn/openvpn/client. [Accessed: 08-Sep-2018].

[4] “OpenWrt Project: Transmission configuration.” [Online]. Available: https://openwrt.org/docs/guide-user/services/downloading_and_filesharing/transmission. [Accessed: 08-Sep-2018].

[5] “OpenWrt Project: Network Traffic Control (QOS).” [Online]. Available: https://openwrt.org/docs/guide-user/network/traffic-shaping/packet.scheduler. [Accessed: 08-Sep-2018].

[6] “OpenWrt Project: Configure a guest WLAN.” [Online]. Available: https://openwrt.org/docs/guide-user/network/wifi/guestwifi/guest-wlan. [Accessed: 08-Sep-2018].

[7] “OpenWrt Project: How to capture, filter and inspect packets using tcpdump or wireshark tools.” [Online]. Available: https://openwrt.org/inbox/firewall/misc/tcpdump_wireshark. [Accessed: 08-Sep-2018].

[8] “Installing OpenWrt [OpenWrt Wiki].” [Online]. Available: https://wiki.openwrt.org/doc/howto/generic.flashing. [Accessed: 08-Sep-2018].

[9] “OpenWRT - SIS Wiki.” [Online]. Available: http://security.foi.hr/wiki/index.php/OpenWRT. [Accessed: 08-Sep-2018].

Popis slika

Slika 1: konfiguracija dropbear-a 1....2
Slika 2: konfiguracija dropbear-a 2....3
Slika 3: konfiguracija VPN-a 1....4
Slika 4: konfiguracija VPN-a 2....4
Slika 5: konfiguracija VPN-a 3....5
Slika 6: konfiguracija VPN-a 4....5
Slika 7: konfiguracija VPN-a 5 - postavljanje firewalla....5
Slika 8: postavljanje BitTorrent klijenta 1....6
Slika 9: postavljanje BitTorrent klijenta 2....6
Slika 10: postavljanje BitTorrent klijenta 3....6
Slika 11: postavljanje BitTorrent klijenta 4....6
Slika 12: postavljanje BitTorrent klijenta 5....7
Slika 13: postavljanje BitTorrent klijenta 6....7
Slika 14: instalacija iptables-a....8
Slika 15: izlistavanje modula....8
Slika 16: Učitavanje modula....9
Slika 17: Popis učitanih i uklanjanje modula....9
Slika 18: postavljanje mreže za goste 1....10
Slika 19: postavljanje mreže za goste 2....10
Slika 20: postavljanje mreže za goste 3....10
Slika 21: postavljanje mreže za goste 4....11
Slika 22: postavljanje mreže za goste 5....11
Slika 23: snimanje paketa na mreži....12
Slika 24: korištenje Wireshark alata....12
Slika 25: pokretanje servera u instalaciji....17
Slika 26: pokretanje screen alata....17
Slika 27: proces instalacije 1. način....17
Slika 28: Proces instalacije 2. način....18
Slika 29: konfiguriranje Kermit-a....18
Slika 30: završetak instalacije....18
Slika 31: podešavanje ramdisk-a....19
Slika 32: instalacija 4. metoda....20
Slika 33: početni zaslon OpenWRT-a....21