

Szegedi Tudományegyetem

Informatikai Intézet

**Terhelés-kiegyenlítés AP-asszisztált roaming
segítségével OpenWrt-en**

Szakdolgozat

Készítette:

Südi Tamás

programtervező informatikus szakos
hallgató

Témavezető:

??????.?

egyetemi docens

Szeged

2023

Tartalomjegyzék

1. Az OpenWrt rendszer bemutatása	4
1.1. Telepítés fizikai eszközre	4
1.2. Telepítés virtuális környezetbe	4
1.2.1. Virtuális környezet Linux alatt	4
1.2.2. Virtuális környezet Windows alatt WSL2 segítségével	5
1.2.3. Virtuális környezet Windows alatt Oracle VirtualBox segítségével	5
1.3. Hálózat beállítása OpenWrt rendszeren	6
1.4. A WAN port beállítása	6
1.5. A WLAN beállítása	6
2. Vezetéknélküli hálózati topológiák	7

Feladatkiírás

A témavezető által megfogalmazott feladatkiírás. Önálló oldalon szerepel.

Tartalmi összefoglaló

A dolgozat célja az AP-asszisztált roaming megvalósítása OpenWrt alapú rendszerekre. A dolgozat célja továbbra, hogy bemutassa az OpenWrt rendszert, a roaming technikákat és a szükséges 802.11 protokollokat.

A dolgozat első fejezete az OpenWrt rendszer bemutatásával és telepítésével foglalkozik. Összehasonlítja a virtuális fejlesztői környezet előnyeit és hátrányait a fizikai környezettel, telepítés, használat, sebesség és konfigurálhatóság szempontjából. A dolgozat második fejezete a hálózati topológiákkal, a roaming technikákkal és a szükséges 802.11 protokollok bemutatásával foglalkozik, ismerteti az AP-asszisztált roamingot. A dolgozat harmadik fejezete a terhelés-kiegyenlítési algoritmusokkal foglalkozik. A dolgozat negyedik részében az éles környezetben történő tesztelésről és a kapott eredményekről szól. A dolgozat utolsó fejezete a szakirodalmat és a kapcsolódó projekteket mutatja be.

1. Az OpenWrt rendszer bemutatása

Az OpenWrt egy Linux-alapú, nyílt forráskódú, hálózati eszközökhöz készült operációs rendszer.

Az OpenWrt a gyártói firmware helyett telepíthető a támogatott eszközökhöz. Ahhoz képest számos előnyt kínál a felhasználóknak, beleértve a letisztultságot, a nagyobb testreszabhatóságot, több funkciót és jobb biztonságot.

A legtöbb komponens és a build rendszer a GNU General Public License Version 2 licenz alatt érhető el, azonban néhány, elsősorban a nem OpenWrt-ben létrehozott részek más licensek alatt állnak. [3] [4] [5]

1.1. Telepítés fizikai eszközre

Egyes eszközök már rendelkeznek OpenWrt vagy OpenWrt alapú firmwarrel, azonban legtöbbször ennek telepítése a felhasználó feladata.

A telepítés folyamata eszközönként eltérő lehet, de általában az alábbi módokon történhet: az eszköz webes kezelőfelületen keresztül, FTP-n keresztül, SD-kártya vagy USB-meghajtó segítségével, soros port használatával.

A támogatott eszközök listája a <https://openwrt.org/toh/start> oldalon található. Itt az eszköz támogatottságától és népszerűségétől függően megtalálhatóak annak specifikációi, a hozzá tartozó firmwarek letöltési linkje és a telepítési, visszaállítási útmutatók.

[6] [7]

1.2. Telepítés virtuális környezetbe

A virtuális környezet egy olyan szoftveres megoldás, ami lehetővé teszi azt, hogy a felhasználó egyszerre futtasson több, akár különböző operációs rendszert is a számítógépén.

A virtuális környezet rengeteg előnnyel járhat egy fejlesztő számára, mint például az extra eszköz használatának elkerülése, az egyszerűbb fájlátvitel, a kijelző és a billentyűzet használata, a gyorsabb hardver, mentések készítése és visszaállítása és ezek megosztása más fejlesztőkkel. Azonban az ilyen környezeteknek is lehetnek hátrányai, mint például, hogy a hálózati kártya nem rendelkezik a szükséges hardveres támogatással és nem olyan megbízható a teljesítménye, mint egy erre tervezett eszköznek.

1.2.1. Virtuális környezet Linux alatt

A Linux-alapú operációs rendszerek népszerűek a fejlesztők körében, mivel ingyenesek és számos olyan funkcióval rendelkeznek, amelyek lehetővé teszik a hatékony és kényelmes munkavégzést.

Ezen a platformon több virtuális környezet is elérhető, mint például a VirtualBox, a VMware Workstation vagy a KVM.

A nyílt forráskódú Kernel-based Virtual Machine (KVM) egyik előnye, hogy képes átadni PCI csatlakozású eszközöket is virtuális gépnek, így alacsony szintű hozzáférést biztosít a hardverhez. [2] [8]

Több virtuális környezet kezelő is támogatja mind az USB, mind a PCI csatlakozású eszközök átadását. Én ezek közül a virt-manager nevű programot választottam.

Hogy egyszerűsítsem a telepítési folyamatot [gpu-passthrough-manager](#) nevű szoftvert használtam, amely segítségével felkészítettem a rendszeremet a PCI csatornán keresztül csatlakoztatott WLAN-vezérlő átadására.

Ezután már csak meg kellett adnom a grub rendszerbetöltőnek, hogy a rendszert a `vfio-pci.ids=8086:06f` paraméterrel indítsa el, amely a WLAN-vezérlő azonoítóját jelöli.

A számítógépem specifikációjának megfelelően a [openwrt-22.03.2-x86-64-generic-ext4-combined.img](#) képet használtam a virtuális gép létrehozásához. Ez nem tartalmaz semmilyen telepítőt, helyette grub rendszerbetöltő segítségével indítja el a rendszert.

1.2.2. Virtuális környezet Windows alatt WSL2 segítségével

A Windows Subsystem for Linux (WSL) egy olyan program, amely lehetővé teszi a Linux-alapú operációs rendszerek futtatását Windows alatt. A WSL2 egy újabb verziója a WSL-nek, lehetővé teszi a Linux kernel futtatását a Windows alatt, így alacsonyabb szintű hozzáférést biztosít a hardverhez. [9]

Azonban a WSL2 nem képes sem a PCI csatornán keresztül csatlakoztatott eszközöket, sem az USB csatlakozású eszközöket átadni a virtuális gépnek.

Bár elméletileg lehetséges lenne a külső eszközök átadása a virtuális rendszernek USB over IP protokoll használatával, de a gyakorlatban ez nehezen elvégezhető, mivel ennek a protokollnak kifejlesztésekor a cél eszközök nem hálózati kontrollerek, hanem perifériák és tárolóeszközök voltak. [10]

1.2.3. Virtuális környezet Windows alatt Oracle VirtualBox segítségével

Az Oracle VirtualBox egy alternatív virtuális környezet, amely használatához először le kell tiltani a WSL környezetet, mivel a kettő nem futtatható egyidejűleg.

Ezt legegyszerűbben a host rendszeren futó parancsorból lehet elvégezni:

```
1 bcdedit /set hypervisorlaunchtype off
```

Ez a parancs letiltja a WSL indítását, így az Oracle VirtualBox is futtatható lesz a gépen. A módosítások érvényesítéséhez újra kell indítani a gépet. [1]

Ámbár az Oracle Virtualbox nem támogatja a .img kiterjesztésű képeket, de tartalmazza a VBoxManage nevű programot, amely segítségével az img kép átkonvertálható .vdi kiterjesztésű virtuális lemezzé.

```
1 & 'C:\Program Files\Oracle\VirtualBox\VBoxManage.exe' convertfromraw  
--format VDI '.\openwrt-22.03.3-x86-64-generic-ext4-combined.img'  
'.\openwrt.vdi'
```

Az újonnan létrejött openwrt.vdi kép segítségével létrehozható a virtuális gép. Alapértelmezetten a host gépről nem érhető el a virtuális gép hálózata, azonban ez megoldható port-forwarding szabályok felvétele segítségével a Virtuális gép beállításainak Hálózat / adapter1 / speciális / port forwarding menüpontjában.

1.3. Hálózat beállítása OpenWrt rendszeren

1.4. A WAN port beállítása

Az OpenWrt indítása után lehetséges, hogy az internethez való csatlakozás nem sikerül. Ennek az ellenőrzését a ping parancs segítségével lehet elvégezni:

```
1 root@OpenWrt:/# ping vanenet.hu
2 ping: bad address 'vanenet.hu'
3 root@OpenWrt:/# ping 1.1.1.1
4 PING 1.1.1.1 (1.1.1.1): 56 data bytes
5 ping: sendto: Network unreachable
```

Ha a ping parancs nem sikerül, akkor valószínűleg a WAN porthoz tartozó interface konfigurációja nem megfelelő. Ezt a `/etc/config/network` fájlban lehet szerkeszteni.

Ha a csatlakozó hálózaton DHCP szerver üzemel, akkor az alábbi módosításokkal lehet a DHCP protokollt engedélyezni:

```
1 config interface 'lan'
2     option device 'br-lan'
3     + option proto 'dhcp'
4     - option proto 'static'
5     - option ipaddr '192.168.1.1'
6     - option netmask '255.255.255.0'
7     - option ipassign '60'
```

A változtatások érvényesítéséhez újra kell indítani a network szolgáltatást. Ezt a következő parancs segítségével lehet elvégezni:

```
1 service network restart
```

Ezután a ping parancs segítségével lehet ellenőrizni, hogy a WAN port beállítása sikeres volt-e:

```
1 root@OpenWrt:/# ping vanenet.hu
2 PING vanenet.hu (185.33.54.12): 56 data bytes
3 64 bytes from 185.33.54.12: seq=0 ttl=54 time=8.351 ms
4 64 bytes from 185.33.64.12: seq=1 ttl=54 time=8.104 ms
5 64 bytes from 185.33.64.12: seq=2 ttl=54 time=7.570 ms
```

1.5. A WLAN beállítása

Az eszközhöz készített image általában tartalmazza a szükséges drivereket, ekkor a WLAN beállítása egyszerűen megoldható a webes felületen keresztül.

Azonban ha a szükséges driverek nincsenek benne, akkor azokat telepíteni kell. Az `opkg` csomagkezelő segítségével lehet telepíteni a szükséges csomagokat. A telepítéshez először frissíteni kell a csomaglistát:

```
1 root@OpenWrt:/# opkg update
```

Ezután a gyártóhoz tartozó kernel modult is telepíteni kell. Ez intel kártyák esetében a `kmod-iwlwifi` csomag. A telepítés után engedélyezni kell a modult, majd újra kell indítani a rendszert.

```
1 root@OpenWrt:/# opkg install kmod-iwlwifi
2 root@OpenWrt:/# modprobe iwlwifi
3 root@OpenWrt:/# reboot
```

Ha ezután sem jelenik meg a WLAN interface, akkor valószínűleg nincsen telepítve a szükséges driver. A `dmesg` parancs segítségével lehet megtekinteni a rendszerüzeneteket, és ebből kideríteni, hogy melyik drivert kell telepíteni.

```
1 [ 4.953303] iwlwifi 0000:07:00.0: Direct firmware load for iwlwifi-  
   QuZ-a0-hr-b0-39.ucode failed with error -2  
2 [ 4.957677] iwlwifi 0000:07:00.0: minimum version required: iwlwifi-  
   QuZ-a0-hr-b0-39  
3 [ 4.958681] iwlwifi 0000:07:00.0: maximum version supported: iwlwifi-  
   QuZ-a0-hr-b0-66
```

A fenti üzenet azt jelenti, hogy a `iwlwifi-QuZ-a0-hr-b0-39.ucode` fájl hiányzik, és ezt kell telepíteni. A népszerűbb driverek elérhetőek az OPKG csomagkezelőben, de gyártói oldalakról is letölthetőek. Az Ubuntu operációs rendszer készítői egy olyan tárolót tartanak fent, ami tartalmazza a legtöbb gyártóhoz tartozó illesztőprogramokat.

Ezt az alábbi linken lehet elérni: <https://git.launchpad.net/ubuntu-kernel/ubuntu/+source/linux-firmware/tree/>

2. Vezetéknélküli hálózati topológiák

Függelék

A program forráskódja

A függelékbe kerülhetnek a hosszú táblázatok, vagy mondjuk egy programlista:

Nyilatkozat

Alulírott Südi Tamás, programtervező informatikus szakos hallgató, kijelentem, hogy a dolgozatomat a Szegedi Tudományegyetem, Informatikai Intézet XY Tanszékén készítettem, XY diploma megszerzése érdekében. Kijelentem, hogy a dolgozatot más szakon korábban nem védtem meg, saját munkám eredménye, és csak a hivatkozott forrásokat (szakirodalom, eszközök, stb.) használtam fel.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozatomat a Szegedi Tudományegyetem Diploma-munka Repozitóriumában tárolja.

Szeged, 2023. április 2.

.....
aláírás

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani **X. Y-nak** ezért és ezért ...

Hivatkozások

- [1] *How to get VirtualBox 6.0 and WSL working at the same time.* <https://stackoverflow.com/questions/58031941/how-to-get-virtualbox-6-0-and-wsl-working-at-the-same-time>.
- [2] *KVM.* https://web.archive.org/web/20230324055810/https://www.linux-kvm.org/page/Main_Page.
- [3] *OpenWrt About.* <https://web.archive.org/web/20230315035827/https://openwrt.org/about>.
- [4] *OpenWrt FAQ.* <https://web.archive.org/web/20221123091403/https://openwrt.org/faq/general>.
- [5] *OpenWrt Home.* <https://web.archive.org/web/20230315035827/https://openwrt.org/start>.
- [6] *OpenWrt installation.* <https://web.archive.org/web/20220609112758/https://openwrt.org/docs/guide-user/installation/start>.

- [7] *OpenWrt Stock Firmware*. <https://web.archive.org/web/20230316170518/https://openwrt.org/docs/guide-user/installation/openwrt-as-stock-firmware>.
- [8] *PCI passthrough*. https://web.archive.org/web/20230327035420/https://wiki.archlinux.org/title/PCI_passthrough_via_OVMF.
- [9] *Windows Subsystem for Linux*. <https://web.archive.org/web/20230323193209/https://learn.microsoft.com/en-us/windows/wsl/about>.
- [10] *WSL2 USBIP*. <https://web.archive.org/web/20230310122219/https://learn.microsoft.com/en-us/windows/wsl/connect-usb>.