

SZAKDOLGOZAT



MISKOLCI EGYETEM

Linux rendszerek használatát segítő eszközök fejlesztése Lua-ban

Készítette:

Kovács László

Programtervező informatikus

Témavezető:

Dr. Glavosits Tamás

MISKOLC, 2023

MISKOLCI EGYETEM

Gépészmérnöki és Informatikai Kar

Alkalmazott Matematikai Intézeti Tanszék

Szám:

SZAKDOLGOZAT FELADAT

Kovács László (CIJ404) Programtervező informatikus jelölt részére.

A szakdolgozat tárgyköre: Linux rendszerek kezelése, szerverek/tűzfal menedzselése Linux rendszereken

A szakdolgozat címe: Linux rendszerek használatát segítő eszközök fejlesztése Lua-ban

A feladat részletezése:

A Lua egy hatékony, elterjedt és egyszerűen használható programozási nyelv. A dolgozat azt mutatja be, hogy ezen programozási nyelv segítségével hogyan készíthetők olyan eszközök, amelyek segítik a GNU/Linux rendszerek kezelését.

Ilyen jellemző feladatok például a fájlok kezelése, a szöveges fájlok feldolgozása, rendszergazdai feladatok, terminál alapú felhasználói felületek kezelése.

A nyelv egyszerűségének köszönhetően segítséget próbál jelenteni a kezdő felhasználók számára is a Linux alapú rendszerekkel való ismerkedés során.

A dolgozat összeveti az elterjedt Lua változatokat, implementációkat. Specifikálja a felhasználók számára szükséges funkciókat, bemutatja az elterjedt elérhető megoldásokat, majd azoknak a saját implementációját.

Témavezető: Dr. Glavosits Tamás (egyetemi adjunktus)

A feladat kiadásának ideje: 2022. szeptember 29.

.....
szakfelelős

EREDETISÉGI NYILATKOZAT

Alulírott **Kovács László**; Neptun-kód: **CIJ404** a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karának végzős Programtervező informatikus szakos hallgatója ezennel büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában nyilatkozom és aláírással igazolom, hogy *Linux rendszerek használatát segítő eszközök fejlesztése Lua-ban* című szakdolgozatom saját, önálló munkám; az abban hivatkozott szakirodalom felhasználása a forráskezelés szabályai szerint történt.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozat esetén plágiumnak számít:

- szó szerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem, és tudomásul veszem, hogy plágium esetén szakdolgozatom visszautasításra kerül.

Miskolc, év hó nap

.....

Hallgató

1.

szükséges (módosítás külön lapon)

A szakdolgozat feladat módosítása

nem szükséges

.....

dátum

.....

témavezető(k)

2. A feladat kidolgozását ellenőriztem:

témavezető (dátum, aláírás):

konzulens (dátum, aláírás):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. A szakdolgozat beadható:

.....

dátum

.....

témavezető(k)

4. A szakdolgozat szövegoldalt

..... program protokollt (listát, felhasználói leírást)

..... elektronikus adathordozót (részletezve)

.....

..... egyéb mellékletet (részletezve)

.....

tartalmaz.

.....

dátum

.....

témavezető(k)

5.

bocsátható

A szakdolgozat bírálatra

nem bocsátható

A bíráló neve:

.....

dátum

.....

szakfelelős

6. A szakdolgozat osztályzata

a témavezető javaslata:

a bíráló javaslata:

a szakdolgozat végleges eredménye:

Miskolc,

.....

a Záróvizsga Bizottság Elnöke

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. Konceptió	3
2.1. Felhasznált programnyelv	3
2.2. Metatáblák	5
2.3. Osztályok, öröklődések implementálása metatáblák segítségével	7
2.3.1. Táblaműveletek, self kulcsszó	7
2.3.2. Konstruktor, objektum példányosítás	9
2.3.3. Destruktor	9
2.3.4. Öröklődés	10
2.3.5. Láthatósági szabályok osztályokon belül	11
2.4. Programtól elvárt működés	12
2.4.1. Mi az a tls-crypt?	13
2.4.2. Mi az a chroot?	13
2.5. Hasonló alkalmazások	14
2.5.1. Apache2 és nginx	14
2.5.2. Tűzfal	15
2.5.3. OpenVPN	17
3. Tervezés	19
3.1. Felhasználói felület, use-case diagram, use-case leírások	19
3.1.1. OpenVPN use-case leírása	20
3.1.2. Apache use-case leírása	21
3.1.3. Nginx use-case leírása	22
3.1.4. certbot use-case leírása	22
3.1.5. iptables use-case leírása	23
3.2. general, apt_packages, utils modulok felépítése, feladata	24
3.3. linux modul felépítése, feladatai	25
3.4. OpenVPN modulok felépítései, feladatai	26
3.5. nginx modulok felépítései, feladatai	28
3.6. apache modulok felépítései, feladatai	29
3.7. certbot modul felépítése, feladata	31
3.8. iptables modul felépítése, feladata	32
3.9. snapd modul felépítése, feladata	32
4. Megvalósítás	34
4.1. linux modul érdekességei	34
4.1.1. Processzek visszatérési értékei	36
4.2. Háttérben futó processz eredményeire való várás	37

4.3.	Konfigurációs fájlok módosításának implementációja	39
4.3.1.	OpenVPN config parser-writer implementáció felépítése, használata	39
4.3.2.	Apache, nginx config parser-writer implementáció	40
4.4.	Modulok használata Lua-ban	43
5.	Tesztelés	44
5.1.	OpenVPN	45
5.1.1.	Konfigurálás, telepítés után	45
5.2.	Webszerverek	46
5.3.	iptables	47
5.3.1.	Minden forgalom átirányítása OpenVPN szerveren keresztül . .	48
6.	Összefoglalás	49
	Irodalomjegyzék	51

1. fejezet

Bevezetés

A dolgozat célja, hogy egy olyan Lua nyelvben általam készített eszközt mutasson be, amely könnyebbé teszi GNU/Linux disztribúciókon a szerverüzemeltetést.

Habár ez az eszköz kifejezetten Linuxra, az Ubuntu és Debian disztribúción való felhasználásra készült, a Lua programnyelv miatt könnyedén bővíthető több disztribúció kezelésére is. A Lua programnyelv cross-platform, így futtatható akár Linuxon és Windowson is, néhány részegységet akár Windows-kompatibilissé is lehetne tenni.

A program által támogatott kiszolgálói szoftverek közé tartozik az OpenVPN, az Apache2, továbbá az nginx. Támogatja továbbá az *iptables* csomagszűrő programot is.

Az OpenVPN napjaink egyik legmeghatározóbb VPN-szerver cross-platform implementációja. Kétféle típusa van: fizetős/freeware (Access Server) és ingyenes (Community Server) verzió. Az eszközünk a Community Server típust fogja használni.

Az Access Server előnye a Community Server-rel szemben a könnyű kezelhetőség, WebAdmin alapú felülettel való kezelés. A Community Server általában haladók számára ajánlott, mivel ott a felhasználónak önmagának kell bekonfigurálnia a szervert.

A legtöbb VPN-szolgáltató OpenVPN szervert használ szolgáltatásaihoz (például NordVPN, ExpressVPN, Avast SecureLine VPN). [37]

Érdeemes manapság VPN-t használni több okból kifolyólag is [38], például:

- lehallgatás elleni védelmet biztosít (publikus hálózat esetén ez nagy előny),
- nagyobb biztonságot adhat a távoli munkához, például ha rácsatlakozunk a munkahelyi hálózatra,
- IP címet tudunk változtatni vele (akár más ország IP címét is felvehetjük), ezáltal bizonyos kedvezményekben részesülhetünk.

Az Apache2 és az nginx napjaink kettő legpopulárisabb webservere. [39]

Mind a két szerver platformfüggetlen, nyílt forráskódú webserverek implementáció. Alkalmazásuk teljesen ingyenes, konfigurációjuk könnyen értelmezhető. Főbb különbség köztük a processzek és szálak használata. Az Apache2 koncepciója legfőképp processzek és szálak használatára épül, akár új szál is létrehozható egy kérés feldolgozása érdekében. Az nginx ezzel szemben esemény (aszinkron) alapú processz, akár több kérést is feldolgozhat egy szálon.

A szerverek üzemeltetése mellett természetesen fontos a többrétegű *védelem* is, amelynek egyik alapeleme a tűzfal. A tűzfalat a Linux kernel *netfilter* csomagja tartalmazza, az *iptables*/*ip6tables* csomagszűrő program segítségével konfigurálható. [35] A dolgozat ennek a programnak a kezelését is megkönnyíti.

Az Interneten sok leírás található ezen alkalmazások telepítéséről, alkalmazásáról, azonban úgy gondolom, hogy a program így is segítséget tud nyújtani. Könnyebb, gyorsabb a szerverprogramok telepítése, konfigurálása, és nem utolsó sorban a Linux kezelésében nem annyira jártas felhasználók saját maguk által létrehozott példák tanulmányozásán keresztül tudják tanulni a rendszer használatát, a szerverprogramok konfigurálását.

2. fejezet

Koncepció

A fejezet egyik célja bemutatni a program létrehozásához alkalmazott technológiát: a Lua programozási nyelv alapvető tulajdonságait, sajátosságait. Ezen kívül ismertetem a programtól elvárt működést részleteibe menően. Megvizsgálom a jelenleg elkészítendő eszközhöz hasonló, Interneten fellelhető alternatívákat, továbbá OpenVPN esetében összehasonlítom a már elérhető OpenVPN Access Serverrel szemben a saját eszközöm koncepcióját.

A Lua egy már régóta használt programozási nyelv. Rövid történetét, működését, tulajdonságait a 2.1. alfejezetben mutatom be. Dolgozatomhoz előnyös választásnak bizonyult, hiszen az így elkészült eszköz nem korlátozódik egyetlen platformra, lehetőséget biztosítva a későbbi, több platformot támogató továbbfejlődésre is. Ezen kívül szkriptnyelvekre jellemző módon egyszerűségéből adódóan ideális a tervezett programhoz hasonló eszközök létrehozására. Úgy gondolom, hogy szintaxisa könnyen értelmezhető, továbbá felépítése is könnyen átlátható.

A dolgozatomban részletesen kifejtem a Lua sajátosságait, melyeket szükséges volt elmélyülten tanulmányoznom ahhoz, hogy elkészítsem az implementációm. Többek között kifejtem a metatáblák működésének elvét és használhatóságát, osztályok és öröklődések implementációját, konstruktort és objektum példányosítást, destruktort, és az osztályokon belüli láthatósági szabályokat.

A 2.4. alfejezetben kifejtem a programtól elvárt működést, ahogy a megvalósítás előtt megterveztem. Ebben teljeskörűen felsorolom és részletezem, mik azok, amiket az eszközömnnek tudnia kell. Így például részletezem az OpenVPN szerver, a webszerverek, a Linux tűzfal kezelésének módját, és az ezeken belül elvárt funkciókat. Külön foglalkozom a chroot és tls-crypt jelentésével és lényegével.

A fejezet végén ismertetem a tervezett programhoz hasonló funkciókat tartalmazó alternatívákat a 2.5. alfejezetben.

2.1. Felhasznált programnyelv

A program elkészítéséhez a felhasznált programnyelv a Lua, tesztelésre és az implementációra az 5.3.5 verziót használtam.

A **Lua** egy könnyű, magas szintű programozási nyelv, amelyet főképp az egyszerűen beágyazhatóság jegyében fejlesztettek ki. A legelső verzióját 1993-ban adták ki. Cross-platform, mivel implementációja ANSI C-ben íródott. Saját virtuális géppel és bytecode formátummal rendelkezik. A nyelv logója a 2.1. ábrán látható.



2.1. ábra. A Lua logója [17]

A szkriptek futtatás előtt bytecode-ra fordítódnak át, majd úgy kerülnek átadásra az interpreternek. Mi magunk is lefordíthatjuk a Lua forráskódunkat a luac bináris segítségével. Ezt akkor szokták megtenni, ha fel akarják gyorsítani a szkript futását, vagy ha nem szeretnék, hogy a forráskód is hozzáférhető legyen.

Támogat többféle programozási paradigmát is, azonban ezek nincsenek előre implementálva, viszont a nyelv lehetőséget ad arra, hogy implementáljuk őket. Például öröklődést, osztályokat metatáblák használatával tudunk megvalósítani. [27]

Széleskörű C API található felhasználásához, azonban nem csak erre a nyelvre korlátozódik az API használatának lehetősége, többféle függvénykönyvtár is készült a C API-hoz, a legtöbb azonban a C++ nyelvhez készült (például sol). [31]

Az interpreterje önmagában eléggé jó teljesítménnyel rendelkezik, jónéhány teljesítménymérés kimutatása szerint a Lua élvonalon jár teljesítmény szempontjából az interpretált szkriptnyelvek között. Nem csak végletekig-csiszolt "teljesítménymérésre szánt" programokban jó a teljesítménye, hanem a való életben való felhasználása közben is. Nagyobb sebességért a LuaJIT branchet is lehet használni.

A **LuaJIT** a Lua olyan verziója, amely Just-In-Time compilert tartalmaz, alapjaiban is gyorsabb, mint a Lua. A 2.2. ábrán látható a logója.



2.2. ábra. A LuaJIT logója [21]

A LuaJIT bytecode formátuma teljesen más, mint az eredeti Lua-é, gyorsabb az instrukciók dekódolása. A virtuális gépe is közvetlenül Assembly-ben íródott. A LuaJIT implementáció szinten nem kötődik hivatalosan a Lua programnyelvhez, attól független, más emberek fejlesztik. [20]

A Lua programnyelvhez csomagkezelő is készült, amelyet LuaRocksnak hívnak, funkcionalitása hasonló a NodeJS **npm** csomagkezelőjéhez.

Előszeretettel használják a játékfejlesztők is, több neves játékban is előfordul, például World of Warcraft, PayDay 2, Saints Row széria, Crysis, Roblox, FiveM, MTA:SA. [16]

2.2. Metatáblák

Az előző szekcióban kifejtettem, hogy néhány programozási paradigma nincs előre implementálva, ezeket nekünk kell implementálnunk. Öröklődést, osztályokat metatáblák segítségével tudunk implementálni. A nyelvben minden táblának és userdata-nak lehet metatáblája. Az userdata típus adatok tárolására szolgál, a C API készíti, és az eltárolt adatok memóriacíme alapján működik (ez lehet akár az alap Lua IO függvénykönyvtár által megnyitott fájlok handleja, amelyek garbage collect esetén bezáródnak a `__gc` metametódus segítségével; vagy például játékok esetében akár játékosadat, járműadat).

A metatábla egy olyan szokványos Lua tábla, amely meghatározza bizonyos műveletek viselkedését. Értelemszerűen egy metatáblát több táblára is fel lehet használni. A metatáblák legközelebbi rokonjai véleményem szerint a JavaScript nyelv Proxy-jai, azonban hasonlítanak a C++ nyelvben használt operátor túlterhelésre is.

A metatáblákban találhatóak meg a metametódusok, amelyek meghívódhatnak bizonyos műveletekkor. Nevük két alsóvonallal kezdődnek, majd a metametódus neve követi. Például: `__add`.

A metatáblák beállíthatóak a `setmetatable` funkcióval, továbbá lekérhetőek a `getmetatable` funkcióval. A metatáblákon belüli értéklekérésre célszerű a `rawget` funkciót használni, ez kikerüli a további metatáblákat az értéklekéréskor.

Alapvetőleg csak tábláknak és userdata-knak van metatáblájuk. Minden más típusú adat saját *-a típusának megfelelő-* metatáblát használ (például van külön számoknak, szövegeknek, satöbbi). Alapvetőleg egy értéknek nincs metatáblája, viszont például a beépített string függvénykönyvtár hozzáad a szöveg típusú értékeknek saját metatáblát, ezzel használható például a `string:sub`, `string:gsub` funkció is.

Néhány érdekesebb, akár a program által is felhasznált metametódusok:

- **`__add`**: hozzáadás művelete. Ha bármelyik operandus nem szám (és nem is szöveg, ami számot tartalmaz), akkor a Lua a metametódusokhoz nyúl, és ekkor próbálja ezt a metódust meghívni. Ha egyik operandusnál sem találja meg a metametódust, akkor hibát dob. A metametódus paraméterei a két operandus, és a funkciómeghívás végeredménye lesz az összeadás eredménye.
- további matematikai műveletek (`__sub`, `__mul`, `__div`, `__mod`, `__pow`, `__unm`, `__idiv`): hasonlóan működnek az `__add` metódushoz. Bitszinten is elérhetőek a bitmetódusok felülírása (például `or`, `xor`, `and`, `not`, satöbbi).
- **`__concat`**: az összefűzés (Luaban: `..`) művelete. Hasonló az `__add` metametódushoz, ellenben ha bármelyik operandus nem szám és nem is szöveg (vagy szám alapú szöveg), máris megpróbálja az interpreter meghívni a metametódust.
- **`__len`**: a hossz lekérdezés művelete (Luaban: `#`). Ha az objektum nem szöveg, akkor ez a metódus kerül meghívásra. Ha nincs ilyen metódus, és az objektum egy tábla, akkor az alap hossz lekérdezés operátor lép működésbe. A meghívás `return value`-ja a visszaadott érték.

- **__index**: Az egyik véleményem szerint legtöbbször felülírt metametódus. Alapját adja az OOP programozásnak a nyelvben. `obj[key]` alapú értéklekérdezéskor hívódhat meg. Több esetben is meghívódhat:
 - ha az objektumunk *nem* tábla,
 - ha az objektumunk tábla: akkor hívódik meg, ha a táblában nem található a keresett kulcsú érték.
- **__newindex**: Működése hasonló az **__index** metametódushoz. Akkor hívódik meg, amikor egy objektumon egy `obj[key] = value` értéket beállítanak. A beállított metametódus szintén lehet funkció, vagy tábla, mint az **__index** metametódusnál. Tábla argumentum esetén azon a táblán állítja be az értéket az interpreter, funkció esetén pedig meghívódik a következő argumentumokkal: objektum, key, value. Ekkor a meghívott funkció a *rawset* funkció segítségével állíthat az objektumon értékeket (kikerülve a rekurzív metametódus meghívásokat).
- **__call**: Meghívás operátor: `func(args)`. Akkor hívódik meg ez a metametódus, ha megpróbálunk meghívni egy nem funkció értéket. Ekkor `func`-ban kerül megkeresésre és meghívásra a metametódus (triviálisan csak akkor, ha létezik). Meghívása esetén `func` a legelső argumentum, a többi argumentum pedig az eredeti meghívás argumentuma (`args`). A meghívott funkció visszatérési értékei maga a meghívás visszatérési értékei is. Ez az egyetlen metametódus, amely több értékkel is visszatérhet.
- **__gc**: Garbage collector metódus. Azelőtt hívódik meg, mielőtt a garbage collector felszabadítja az adott táblát/userdatat. Ez jó lehet például megnyitott fájlok, vagy bármi ilyen egyéb megnyitott erőforrások bezárására.

Jó szokás a lehető legtöbb metametódust definiálni az új metatáblánkban. A **__gc** metametódus csak akkor működik, ha az összes metametódus sorban implementálva lett. Az összes metametódus részletesen megtekinthető a Lua Manualban.

Mivel a metatáblák átlagos táblák, ezért nem kötelező csak a metametódusokat tartalmazniuk, tartalmazhatnak tetszőleges adatokat is, amelyeket a bennük definiált funkciók felhasználhatnak. Például a *tostring* funkció a metatáblában meghívja a **__tostring** nevű funkciót (amely igazából egyedi metametódusnak is tekinthető), ha létezik, majd azt adja vissza, amit a funkció meghívásából visszakapott. [18]

2.3. Osztályok, öröklődések implementálása metatáblák segítségével

Az előző szekcióban megemlített `__index` metametódussal tudunk osztályokat implementálni. Minden objektumnak van egy adott állapota, a tábláknak is.

A tábláknak van egy identitásuk, amely független a bennük tárolt értékektől, két tábla ugyan azokkal az értékekkel különböző objektumok is lehetnek, mindeközben egy tábla vagy userdata különböző értékekkel rendelkezhet különböző időkben, mégis ugyan az az objektum.

A tábláknak is van saját életciklusuk, amelyek függetlenek attól, hogy hol lettek létrehozva, vagy hogy ki hozta őket létre.

Az objektumoknak saját metódusai, műveletei vannak, csakúgy mint egy táblának.

2.3.1. Táblaműveletek, self kulcsszó

A következő kódrészlet egy példa táblaműveletre:

```
Account = {balance = 0}
function Account.withdraw(value)
    Account.balance = Account.balance - value
end
```

Ebben a példakódban létrehozunk egy `Account` táblát, amelyben van egy `withdraw` funkció. Ez a `withdraw` funkció a globális `Account` táblára vonatkozik, onnan fog értéket levonni. Ha megváltoztatjuk a nevét a táblának, vagy `nil`-el tesszük egyenlővé, máris nem fog működni az alábbi kód.

A következő példakódban kiküszöböljük ezen problémákat, átnevezhetővé tesszük az objektumot, felülírhatóvá:

```
Account = {balance = 0}

function Account.withdraw(self, value)
    self.balance = self.balance - value
end

a1 = Account; Account = nil

a1.withdraw(a1, 100.00)    — OK

a2 = {balance=0, withdraw = a1.withdraw} — itt figyelni kell arra, hogy
    ↪ az Account-ot már nille raktuk (toroltuk), ezért a1-et használunk

a2.withdraw(a2, 260.00) — OK

—alternatív hasznalati mód:
a1:withdraw(100.00) —OK
a2:withdraw(260.00) —OK
```

A self paraméter bevezetésével már nem csak arra az objektumra/táblára érvényes a funkció, hanem bármelyik másra. Azonban ez a self paraméter úgymond saját magunk által implementált, kitalált.

Viszont ebben a nyelvben létezik a **self** kulcsszó, változó. A self változó mindig az adott objektumra/táblára mutat, vagyis önmagára. Ez egy nagy segítség az **OOP** implementálása során.

A Lua nyelvben a self változót kétféle képpen használhatjuk:

1. megoldás: az előző példakódban tárgyalt 1. argument bevezetése. Abban a példakódban a self argumentumnevet igazából bármire kicserélhetjük, mivel a Lua nyelv akkor is oda fogja rakni első argumentként az objektumot, ha úgy használjuk, hogy: `Account:withdraw(value)`.

2. megoldás:

```
Account = {balance = 0}

function Account:withdraw(value)
    self.balance = self.balance - value
end

a1 = Account; Account = nil

a1.withdraw(a1, 100.00)    — OK

a2 = {balance=0, withdraw = a1.withdraw} — itt figyelni kell arra, hogy
    ↪ az Account-ot már nille raktuk (toroltuk), ezért a1-et használunk

a2.withdraw(a2, 260.00) — OK

—alternatív hasznalati mód:
a1:withdraw(100.00) — OK
a2:withdraw(260.00) — OK
```

Ebben az esetben a withdraw funkciót használva mindig a saját objektumunkra fog mutatni a self változó, kivéve akkor, ha két paraméter segítségével használjuk, és az első paraméter az objektum.

Most már az objektumjainknak van állapota, identitása, metódusai. Azonban nincsenek a klasszikus OOP nyelvekben megszokott osztályok, öröklődések, láthatósági szabályok.

2.3.2. Konstruktor, objektum példányosítás

A korábban említett `__index` metódus segítségével tudunk osztályainknak "konstruktort" írni:

```
Account = {}

function Account:new(o)
  o = o or {} — create object if user does not provide one
  setmetatable(o, self)
  self.__index = self
  return o
end

function Account:withdraw(value)
  if value > self.balance then error "insufficient funds" end
  self.balance = self.balance - value
end

function Account:deposit(value)
  self.balance = self.balance + value
end

a = Account:new{balance = 0}
a:deposit(100.00)
a:withdraw(100.00)

print(a.balance) —> 0
```

Ebben az esetben létrehozunk egy `Account` táblát/objektumot, amelynek lesz `new` funkciója, ez lesz a "konstruktorunk".

Ez a funkció úgy működik, hogy 1. argumentként kaphat egy állapot objectet/állapot táblát (ekkor a már meglévő objektum lesz állapotként felhasználva), vagy csinál egy teljesen üreset.

Az "o" táblára pedig saját magát, vagyis a jelenlegi objektumot (`Account`) állítja be metatáblának. Ezután pedig a `self` (`Account`) táblán beállítja az `__index` metametódus értékét saját magára (tehát tábla lesz, nem funkció). Ennek segítségével minden definiált funkció működni fog úgy, hogy a `self` megmarad saját állapotként.

Így létrehozhatjuk az "a" változónév alatt eltárolt új objektumunk realizációját, amely most már bármire átnevezhető, bármikor törölhető. Az "a" objektumnak saját állapota lesz, saját belső változókkal, ugyanakkor az előre definiált `deposit` és `withdraw` funkciók ugyan úgy működni fognak. Ha az "a" objektumon meghívjuk ezeket a funkciókat, akkor a `self` keyword magára az "a" táblára (objektumra) fog mutatni, így lesz saját állapota az objektumnak.

2.3.3. Destruktor

A korábban említett `__gc` metódus segítségével tudunk destruktort írni objektjeinknek, ez lefut, mielőtt a garbage collector felszabadítaná őket. Hasznos lehet olyan erőforrások bezárására, amelyek maguktól nem szabadulnak fel.

2.3.4. Öröklődés

Az előző, legutolsó példakódot felhasználva könnyedén tudunk öröklődést implementálni. Ne felejtsük el, hogy a **self** változó mindig önmagunkra mutat. Az alábbi példakódban megtekinthető az öröklődés mechanizmusa:

```
SpecialAccount = Account:new() —letrehozunk egy új Account objektum
    ↪ példányt, amelyet SpecialAccountként nevezünk el. Azonban a
    ↪ SpecialAccount minden olyan tulajdonsaggal rendelkezik, mint az
    ↪ Account.
```

```
s = SpecialAccount:new{limit=1000.00, balance=0} —Ezért lehet ugyan úgy
    ↪ példányosítani ot is, mint az Account objektumot.
```

```
s:deposit(100.00) —ebben az esetben a self parameter az "s"-re mutat. Az
    ↪ "s" metatáblája pedig SpecialAccount lesz. Ezáltal az "s" örökli
    ↪ a SpecialAccountot, ami pedig örökli az Accountot.
```

—mivel a Lua nem találja meg a deposit funkciót SpecialAccountban, ezért

```
    ↪ tovább megy, és az Accountban megtalálja, meghívja azt. Azonban a
    ↪ metódusok felulírhatóak az új objektumban:
```

```
function SpecialAccount:withdraw(value)
    if value - self.balance >= self:getLimit() then
        error "insufficient funds"
    end
    self.balance = self.balance - value
end
```

```
function SpecialAccount:getLimit()
    return self.limit or 0
end
```

```
s:withdraw(200.00) —[[mostmar a Lua interpreternek nem kell az Accountig
    ↪ visszamennie, mivel a SpecialAccountban a withdraw definálva van
    ↪ , ezért azt fogja meghívni.
```

a Lua nyelv érdekessége, hogy nem kell új osztályt létrehozni annak, hogy

```
    ↪ különleges viselkedést defináljunk egy adott objektumra. Felül
    ↪ lehet írni az "s" objektum funkcióit is, hogy maskepp
    ↪ viselkedjenek]]
```

```
function s:getLimit()
    return self.balance * 0.10
end
```

```
s:withdraw(200.00) —ekkor a Lua a SpecialAccount withdrawjat fogja
    ↪ meghívni, viszont a getLimit funkció a "self" miatt az "s"
    ↪ objektum felulírt funkciója lesz, azt fogja meghívni.
```


2.3.5. Láthatósági szabályok osztályokon belül

A többi nyelvhez hasonlóan itt is lehet alapszintű láthatóságot beállítani az osztályokon belül. Alapvetőleg ez sincs implementálva a nyelvben, azonban a Lua flexibilis nyelvnek készült, ezáltal mi magunk elkészíthetjük. Egy tábla helyett két táblát fogunk használni egy objektum reprezentálására: egyet az állapotára, a másikat pedig interfészként, amelyen keresztül interaktálni tudunk vele. A belső *-állapot-* táblát pedig csak a definiált funkciók érik el. Az előzőekhez hasonló példakód:

```
function newAccount(initialBalance)
  local self = {balance = initialBalance, LIM = 10000.00}

  local withdraw = function(value)
    self.balance = self.balance - value
  end

  local deposit = function(value)
    self.balance = self.balance + value
  end

  local extra = function()
    if self.balance > self.LIM then
      return self.balance * 0.10
    else
      return 0
    end
  end

  local getBalance = function() return self.balance + extra() end

  return {
    withdraw = withdraw,
    deposit = deposit,
    getBalance = getBalance
  }
end

acc1 = newAccount(100.00)
acc1.withdraw(40.00)
print(acc1.getBalance())    —> 60
```

Ebben a példakódban a *newAccount* a konstruktorunk, amely vár egy értéket, hogy a bankszámlánk mennyi pénzzel indul. Létrehoz egy belső táblát, amely csak a belső scopen belül létezik, *self* néven. Ez lesz az állapot tábla. Minden benne tárolt érték "private" láthatóságúak.

A többi funkciót ugyan abban a belső scopeban definiálja, ezért alapvetőleg nem is lennének elérhetőek kívülről, azonban egy új tábla hozódik létre, az interfész tábla *return* valueként, mely elérhetővé teszi ebben a belső scopeban létrehozott funkciókat.

Ebben az esetben a *self* kulcsszó nem a szokványos változó lesz, hanem egy elnevezett változó a belső scopeban.

A definiált funkciók folyton arra a "self" változóra fognak hivatkozni, amelyet mi definiáltunk, ezért nem fogad extra argumentet arról, hogy melyik objektum tartalmazza az állapotot.

Emiatt a ":" használatát mellőznünk kell, csak a "." használatával tudjuk használni a funkciókat. Definiáltunk egy olyan funkciót is, amely szintén "private" láthatóságú, ez az *extra* nevű funkció. [19]

2.4. Programtól elvárt működés

A program a szerverek konfigurációja közben igyekszik a jelenleg elérhető legjobb biztonsági megoldások alkalmazására, titkosítás, SSL beállítás és egyéb dolgok terén (például chroot, tls-crypt).

Az OpenVPN Community szervert a program tudja kezelni, telepíteni. A telepítést az apt-get beépített segédprogrammal végzi. Kezelni tudja az alábbi dolgokat:

- kliensek létrehozása (kulcs alapú), törlése (kulcs esetén revoke),
- kliensek számára személyre szabott .ovpn config generálás,
- init.d beállítások, az eredeti daemon beállítása automatikus indításra,
- külön user létrehozása a szerver futtatására,
- tls-crypt használata az üzenetek titkosításához (a tls-crypt leírása itt olvasható: 2.4.1),
- chroot használata a szerver futtatásához a megnövelt biztonság érdekében (a chroot leírása itt olvasható: 2.4.2).

Fontos kiemelni, hogy az OpenVPN implementáció a server.conf config fájlt módosítja, azonban nem ellenőrzi kifejezetten a config fájl helyességét, így nem tud config fájlt javítani sem.

Apache2 és nginx webszervert is tud kezelni a program, ebbe beletartozik:

- telepítés apt-gettel,
- honlap hozzáadása külön directoryval,
- honlap törlése,
- SSL certificate kezelés Let's Encrypton belül certbot segítségével, a certbot snapdn keresztül települ; up-to-date SSL beállításokra törekszik a program,
- külön user a daemonoknak mind Apache2, mind nginx esetében,
- a jelenlegi implementáció csak statikus weboldalakot támogat, ezért egy user van egy egész daemonnak, nincs külön weboldalanként user
PHP/bármilyen szerveroldali kiegészítő esetén célszerű különböző usereket használni weboldalanként.

Szintén konfigurációbeállítást végez a program a webszerverek esetében is, teljes mértékben nem tudja a konfigurációs fájlok helyességét ellenőrizni, sem megjavítani őket, ha hibásak.

Tűzfal gyanánt az iptables nevű beépített Linux segédprogramot tudja kezelni.

Iptables funkcionalitások:

- telepítés apt-gettel ha nincs fent,
- IPv4 támogatás,
- port nyitás, zárás,
- bizonyos portra csak bizonyos IP-ről csatlakozás engedélyezése,
- bizonyos IP cím felé csak bizonyos kimeneti portok felé kimenő kapcsolat engedélyezése,
- nyitott portok listázása,
- zárt portok listázása,
- engedélyezett kimenő kapcsolatok listázása,
- OpenVPN szerverhez köthető NAT Forward listázása, kezelése.
- A fenti szabályok korlátozhatóak az egyes network interfacekra.
- Szabályellenőrzés, például ha engedélyezünk egy portot, és nincsenek letiltva a nem engedélyezett bejövő kapcsolatok, akkor figyelmeztetés.
- Ki-be kapcsolható togglek:
 - Bejövő forgalom csak az engedélyezettek közül jöhet be - ekkor ellenőrzi, hogy SSH port az engedélyezettek között van-e, és ha nincs, akkor figyelmeztet.
 - Kimenő forgalom csak az engedélyezettek felé mehet ki.

2.4.1. Mi az a tls-crypt?

A tls-crypt egy OpenVPN beállítás, amely lehetővé teszi, hogy az összes csomag digitálisan legyen aláírva, továbbá titkosítva akár szimmetrikus eljárásokkal. Ez a key-exchange előtt is már alkalmazásra kerül. [30] Többféle előnye is van:

- nehezebb megkülönböztetni az OpenVPN csomagjait,
- több biztonságot ad azzal, hogy a TLS kapcsolódást is titkosítja már,
- közbeékelődéses támadás ellen is védhet, továbbá túlterheléses támadások ellen is.

2.4.2. Mi az a chroot?

A `chroot(const char *path)` egy olyan C API hívás, amely a jelenlegi gyökérkönyvtárat átváltoztatja arra, amelyet az első argumentben megadnak neki. Ez azt jelenti, hogy a jövőben az összes fájlművelet ehhez a gyökérkönyvtárhoz lesz relatív, abban az esetben, ha `/`-lel kezdődik a megnyitott fájl pathja. Kiterjed a mostani és az az összes child-processzre is a változtatás. [6]

Csak privilegizált programok tudják általában ezt a C API hívást meghívni. Vigyázni kell programozói szempontból a használatával, mivel ez igazából csak a védelem egy alapját adhatja meg, bizonyos módszerekkel kikerülhető.

2.5. Hasonló alkalmazások

Az Internet sokaságában sok hasonló funkcionalitást implementáló alkalmazást lelhetünk fel.

2.5.1. Apache2 és nginx

Többféle neves implementáció is létezik az Apache2 és nginx kezelésére. A webserverek logói a 2.3. ábrán láthatóak.



(a) Az apache logója [4]



(b) Az nginx logója [26]

2.3. ábra. A webserverek logói

Legelőször személy szerint a **VHCS** vagyis a Virtual Hosting Control Systemmel találkoztam jópár évvel ezelőtt. A VHCS már nincs aktívan fejlesztve, az utolsó kiadott verzió belőle a 2.4.8-as verzió, amely 2009-ben jelent meg. [34] Többféle szervert is tudott kezelni, néhány ezek közül: Apache, ProFTPD, MySQL, Bind. A későbbiekben az ispCP projekt erre épült. [14]

Az **ispCP** projektből alakult ki az **i-MSCP**, amelynek a legutolsó kiadott verziója 2018-ban lett kiadva [9]. Ez már több featureval rendelkezik:

- kezeli az Apache2-t és az nginx-et egyaránt,
- támogatja a PHP szerver oldali webfejlesztést,
- kezeli a bind DNS szerveret,
- kezel Mail Transfer Agentet,
- kezel Mail Delivery Agentet,
- kezel adatbázisszervereket,
- kezel FTP-szervereket,
- pluginnal való bővítés lehetősége adott.

Azonban jelenleg a dolgozat írásakor a projektet nem fejlesztik aktívan. Az előzőleg említett VHCS, ispCP és i-MSCP szerverkezelő implementációk mindannyian nyílt forráskódúak, ingyenesen felhasználhatóak, többnyire Linux alapú rendszerekre készültek.

A következő lehetséges implementáció az **ISPConfig**. Ez is szintén nyílt forráskódú, ingyenesen felhasználható, és Linux alapú rendszerekre készült. PHP-ban íródott. Legutolsó stabil verziószám: 3.2.11, amely 2023. augusztus 8.-án lett kiadva. [11]

Széleskörű funkcionalitással rendelkezik, sok daemont, szerveret kezel [13]:

- webserverek közül az Apache2-t és az nginx-et egyaránt,

- támogatja a PHP-t is, azonban külön fel kell rakni és beállítani a felületen,
- SMTP szerverek közül a postfix-et,
- POP3/IMAP szerverek közül a Dovecot-ot,
- FTP szerverek közül a PureFTPD szerveret,
- DNS szerverek közül a bind, PowerDNS szerveret,
- többféle adatbázisszervert támogat: MariaDB és MySQL,
- többféle felhasználói nyelvet is támogat.

A következő táblázatban a myVestaCP implementáció kerül összehasonlítása az ISPConfig-gal. A **myVestaCP** szintén nyílt forráskódú, a **vestaCP** forkolt, továbbfejlesztett változata. A két implementáció összehasonlítása a 2.1. táblázatban látható.

2.1. táblázat. ISPConfig [13] összehasonlítása myVestaCP-vel [22]

	ISPConfig	myVestaCP
Ingyenes	igen (kivéve Dokumentáció [12])	igen
Szerver kezelés támogatott OS	Kizárólag Linux support	Kizárólag Debian support
Kezelt szervertípusok	Web, SMTP, POP3/IMAP, webmail, FTP, DNS, SQL, tűzfal (iptables)	Web, SQL, DNS, POP3/IMAP, webmail, Antivirus, FTP, node.js web, tűzfal (iptables, fail2ban) [33]
Támogatott nyelvek	Többnyelvű	Angol, többi nem ismert
Web interface alapú	Igen	Igen
Testreszabhatóság	Léteznek hozzá modulok, pluginok	Léteznek hozzá modulok, pluginok, azonban nem annyira nagy a választék

2.5.2. Tűzfal

Tűzfalak terén a Linux rendszerekben a legelterjedtebb netfilter implementációk jelenleg az iptables és az nftables. A netfilter logója a 2.4. ábrán látható.

Az **iptables** legelső kiadása 1998-ban, a legutolsó stabil kiadása 2022. május 13.-án jelent meg. C-ben íródott. [24]

Többféle táblát használ a parancsok feldolgozására, tud csomagokat szűrni (ki és bemenő, továbbá átirányított csomagokat), csomagok tartalmát módosítani, átirányítani. Tud NAT-ot is implementálni. [10]



2.4. ábra. A netfilter logója [23] - ezt használja az iptables is.

Az **nftables** a Linux kernel 3.13-as verziójától érhető el, pontosabban 2014 január 19.-e óta. Az nftables néhány iptables-hez köthető maradandó örökséget cserél le, tudja többnyire ugyan azt a funkcionalitást, mint az iptables. Előnye az iptables-hez képest, hogy kevesebb kód duplikációval rendelkezik, és könnyebb az új protokollokra való kibővítése. [7] Jobban skálázható is, jobb a teljesítménye az iptablesnél, főleg akkor, ha például iptables-ban sok saját magunk által definiált chain-t (láncot) használtunk.

Jónéhány Linux disztribúcióban, például a Debian újabb verzióiban egyszerre mindkettőt használhatjuk. Az **iptables -V** parancsot lefuttatva megnézhetjük, hogy milyen iptablessal dolgozunk. Az újabb verziókon az iptables igazából nftables backendet használ, ezt a következőképp láthatjuk a 2.5. ábrán.

```
lackos@localhost:~$ sudo iptables -V
iptables v1.8.7 (nf_tables)
lackos@localhost:~$
```

2.5. ábra. Debian 11-es rendszeren használt iptables, amely nftables backenddel dolgozik

Létezik iptables szabálylánc konvertáló program is, amellyel meglévő szabályainkat nftables szintaxisra konvertálhatjuk.

Az elkészítendő program az *iptables* backendet használja, mivel az a régebbi rendszereken is használható, továbbá még mindig elterjedt az *nftables* mellett is. Többféle elterjedt tűzfal implementáció is van, amelyek az iptables-t használják fel, a következő 2.2. táblázatban kettőt fogok összehasonlítani

2.2. táblázat. ufw összehasonlítása firewalld-vel

	ufw	firewalld
Használatának módja	CLI, de létezik hozzá GUI is	CLI, de létezik hozzá GUI is
Ingyenes	igen	igen
Parancsok formátuma	egyszerű parancsokkal rendelkezik, angol parancsok könnyű paraméterezéssel [32]	kevésbé felhasználóbarát, komplexebb parancsok [8]
Támogatott protokollok	TCP, UDP. A ping engedélyezéséhez már iptables szabályokat kell írni	/etc/protocols-ból támogatja az összeset, portnál TCP/UDP/sctp/dccp protokollt támogat
Testreszabhatóság	nincsenek hozzá pluginok	nincsenek hozzá pluginok

2.5.3. OpenVPN

A következő 2.3 táblázatban a saját implementációm, amely OpenVPN Community szervert használ, hasonlítom össze az OpenVPN Access Server-rel. Az OpenVPN logója a 2.6. ábrán látható.



2.6. ábra. Az OpenVPN logója [28]

Fontos megemlíteni, hogy OpenVPN szerver menedzser implementáció több is létezik, létezik C#-ban írt, létezik Bash Scriptben írt is. A minél nagyobb cross-platform támogatás lehetősége miatt azonban úgy gondolom mégis helyt áll a program létezése, a Lua nyelv egyszerűsége, nagyszerű cross-platform támogatása miatt. Értelemszerűen a Bash Script implementációk csak Linuxra korlátozódnak. GitHubon létezik web alapú interface is az OpenVPN Community Serverhez.

2.3. táblázat. Az OpenVPN Access Server összehasonlítása saját implementációval

	OpenVPN Access Server [2]	Saját implementáció (OpenVPN Community)
Ingyenes	nem	igen
Kliens támogatott OS	Cross-platform	Cross-platform
Szerver kezelés támogatott OS	a legtöbb támogatott	kizárólag Linux support
User autentikáció módja	webes alapú felhasználónév-jelszó, PAM, LDAP RADIUS, SAML, stb. Saját auth script is készíthető.	kizárólag kulcs alapú (ez bővíthető saját auth scriptekkel, továbbá pluginokkal, például PAM pluginnal).
Többfaktoros hitelesítés	beépített lehetőségek, továbbá pluginokkal bővíthető lehetőségek	saját auth scripttel kivitelezhető a 2FA, vagy akár pluginként
Access Control (ACL)	beépített lehetőségek	saját auth scripttel, vagy tűzfallal kivitelezhető
Tunnel átirányítás	beépített lehetőségek: full-tunnel és split-tunnel	megoldható a kliens konfigurálásával (a <code>route</code> program használatával), továbbá szerveroldali konfigurálással (redirect-gateway)

2.4. táblázat. A 2.3 táblázat folytatása

	OpenVPN Access Server [2]	Saját implementáció (OpenVPN Community)
Support	professzionális support ticketing rendszerrel	OpenVPN community fórum, Community Ticket report
Certificatek kezelése	automata, beépített tanúsítványkezelés van, külső infrastruktúrát is lehet használni	saját, automatizált tanúsítványkezelés
Kezelőfelület	webes alapú, command line	alapvetőleg command line, azonban webes alapú felület is lehetséges 3rd party szoftverekkel

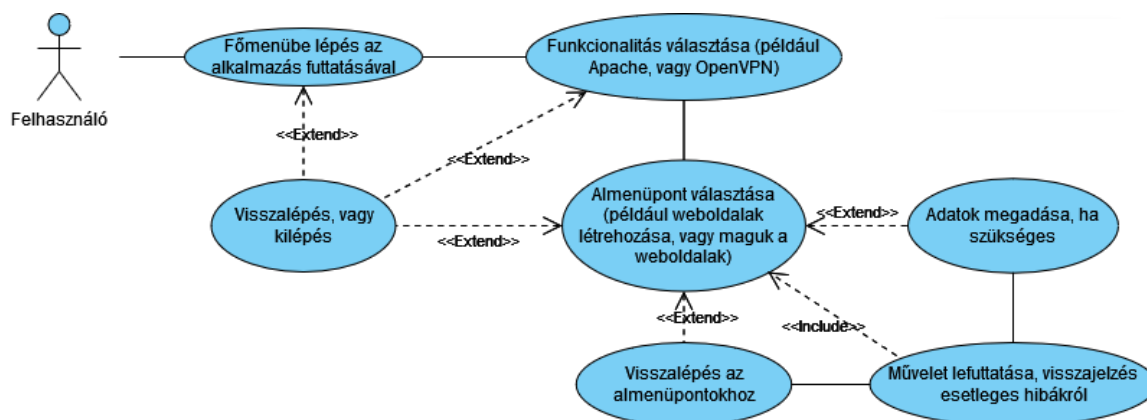
3. fejezet

Tervezés

A koncepciók, továbbá a felhasznált technológia kidolgozása után magára az alkalmazás tervezésére fordult a figyelmem. Elsőként kidolgoztam, hogy az alkalmazás kezelése hogyan menjen végbe, hogyan lehetne felhasználóbaráttá, ám mégis univerzálissá (a jövőbeli könnyebb fejlesztés jegyében) és könnyeddé alakítani az alkalmazást. Végül amellettt döntöttem, hogy egy parancssor alapú interaktív alkalmazást fogok létrehozni, amely parancssori argumentumok nélkül fog működni.

3.1. Felhasználói felület, use-case diagram, use-case leírások

Maga a tervezett felhasználói felület több menüpontból áll. Legelőször a főmenübe jutunk, ahonnan tudunk választani az alapfunkcionalitások közül, amelyeket már az előző, Koncepció című fejezetben megemlítettem. Ezek a szervereket jelentik, továbbá az iptables tűzfalat. Ezeken belül is többféle menüpontok találhatók meg a kiválasztott funkcionálisnak megfelelően. A menüpontok végén mindegyik almenü esetén szerepel a Visszalépés lehetőség. A navigálás egyszerűsítése érdekében minden egyes menüpontnak külön számot kell tartalmaznia. Menü váltáshoz az adott menüpont azonosító számát kell beírunk, és ENTER-t kell nyomnunk. Néhány menüpont akár különböző adatokat is kérhet be, például weboldal létrehozásakor a weboldal címét, domainjét. A program use-case diagramja a 3.1. ábrán található.



3.1. ábra. A program use-case diagramja

3.1.1. OpenVPN use-case leírása

Az OpenVPN szerver konfigurálása közben a következőekben bemutatott esetek valósulhatnak meg.

Ha nincs még feltelepítve az `openvpn` csomag, akkor fel kell telepítenünk azt. A csomag telepítése az `apt-get` segédprogrammal megvalósítható, a csomag megléte pedig a `dpkg-query` paranccsal ellenőrizhető, amellyel lekérhető egy adott csomag állapota megfelelő paraméterezéssel.

Feltelepítés után több dolgot is elő kell készíteni:

- fel kell telepíteni az Easy-RSA-t, hogy saját tanúsítványkezelőnk legyen mind a szerver mind a kliensek számára,
- létre kell hozni az Easy-RSA segítségével egy központi tanúsítványt, továbbá a szervernek is egy tanúsítványt és privát kulcsot,
- létre kell hozni az OpenVPN szervernek az `/etc/openvpn` adott aljegyzékében egy felhasználót `/bin/false` shelllel a megnövelt biztonságért, amelyben futhat; ha már létezik ráfrissítünk, hogy biztos jó beállításai legyenek,
- létre kell hozni egy üres `crl.pem` fájlt, melybe később a visszavont kliensek tanúsítványai kerülnek,
- generálni kell `tls-auth` fájlt az `openvpn --genkey tls-auth` parancs segítségével,
- be kell konfigurálni magát a szervert a `server.conf`-ban: meg kell adni a létrehozott fájlok pathját az adott paraméterekhez (`crl-verify`, `ca`, `cert`, `key`, `askpass`, `tls-crypt`), meg kell adni a user-t a server daemon számára (`user`, `group`), továbbá meg kell adni a chroot elérési útvonalát, amely a felhasználó home directoryja lesz,
- be kell állítani a `/etc/default/openvpn` fájlban az AUTOSTART értéket `all-ra`, és frissíteni kell a `systemctl daemon-reload` kapcsolatos beállításait a `systemctl daemon-reload` paranccsal,
- be kell állítani a megfelelő jogosultságokat (`chown` és `chmod`) a fájlokon, jegyzékeken,
- ezek után pedig újra kell indítanunk a szervert.

Az előkészületek után lehet új kliens tanúsítványt és privát kulcsot létrehozni, ezt a `build-client-full` paraméterrel lehet megtenni az EasyRSA-ban. Célszerű jelszót használni a kulcs titkosításához. Ezután pedig egy minta konfiguráció módosításával tudjuk bekonfigurálni az új kliensünk konfigurációját, amelyet használhat az OpenVPN kliens segítségével. Ha valamely kliens hozzáférést vissza szeretnénk vonni, a `revoke` EasyRSA paraméter van a segítségünkre. Ezután le kell futtatni a `gen-crl` parancsot is, hogy tudja az OpenVPN szerver, mely kliens tanúsítványok lettek visszavonva. A kliensek listája az EasyRSA mappájában az `index.txt`-ben található meg, ezt kell beolvasnunk ahhoz, hogy a jelenlegi kliensek listáját megkapjuk.

3.1.2. Apache use-case leírása

Az Apache2 szerver adminisztrálása közben is több eset felmerülhet.

Legelőször is, ha még nincs feltelepítve az apache2 csomag, akkor azt fel kell telepítenünk. A feltelepítés és a csomag-ellenőrzés módszere megegyezik az OpenVPN esetében lévővel.

A csomag sikeres telepítése után az OpenVPN-hez képest valamivel kevesebb dolgot kell előkészítenünk:

- létre kell hozni egy felhasználót */bin/false* shelllel, amelyben futtat maga az Apache2 daemon; ha ez már létezik, akkor beállításait frissíteni kell,
- létre kell hoznunk egy jegyzéket a weboldalak konfigurációinak tárolására (websiteconfigs), továbbá egy jegyzéket, ahol később a weboldalak tartalmai lesznek (wwwwdatas),
- be kell állítani a megfelelő jogosultságokat (chown és chmod) a fájlokon, jegyzékeken,
- be kell konfigurálnunk a szervert úgy, hogy betöltse a saját weboldalunk konfigurációs fájljait (IncludeOptional beállítás); továbbá azt is be kell konfigurálnunk, hogy a wwwdatas jegyzéket elérhesse a daemon (Directory blokk létrehozása),
- be kell állítanunk az */etc/apache2/envvars* fájlban az APACHE_RUN_USER, APACHE_RUN_GROUP beállításokat, hogy a daemon az újonnan létrehozott felhasználót használja,
- ezek után újra kell indítanunk a szervert.

A megfelelő beállítások után már hozhatunk létre weboldalakat. Ehhez szükségünk lesz egy konfigurációs fájlra, amelyet a már előzőleg elkészített websiteconfigs jegyzékbe el kell helyezzünk. A konfigurációs fájlt egy megadott mintából kiindulva írjuk meg, kicserélve a megfelelő paramétereket (például ServerName, DocumentRoot). Ezután létre kell hoznunk a weboldalnak egy jegyzéket a wwwdatas jegyzéken belül, amelybe a weboldal tartalma kerül. A weboldalhoz létrehozunk egy index.html-t, amelybe egy üdvözlő üzenet kerül. Ezek után beállítjuk az újonnan létrehozott jegyzékek, fájlok jogosultságait, tulajdonosait. Weboldal törlésekor ki kell törölnünk az adott konfigurációs fájlt, a wwwdatas jegyzéken belül a weboldal jegyzékét, majd újra kell indítanunk a szervert.

SSL beállítása esetén először is meg kell győződnünk arról, hogy a headers és az ssl modul rendelkezésünkre áll, ezt a *a2enmod headers* és *a2enmod ssl* paranccsal tudjuk megtenni. Ezután megkeressük a Let's Encrypt által létrehozott minta SSL konfigurációt (amely frissítésre kerül általában automatikusan a megfelelő legújabb normáknak), és átmásoljuk egy megfelelő helyre. Miután sikeresen átmásoltuk, létrehozunk egy IfModule és VirtualHost blokkot (amely a 443-as portra mutat), amelyben el kell helyezni a már másik VirtualHost blokkban lévő beállításokat, továbbá ki kell egészíteni azt az SSL let's Encrypt fájl Include-olásával, paramétereivel (SSLCertificateFile, SSLCertificateKeyFile, SSLOpenSSLConfCmd, SSLCompression, Header).

3.1.3. Nginx use-case leírása

Az nginx szerver adminisztrálása hasonló lépéseket követel meg, mint az Apache2 szerver adminisztrálása.

Itt is a csomag telepítésével kezdünk, ha még nincs feltelepítve az nginx csomag. A feltelepítés és a csomag-ellenőrzés módszere megegyezik az OpenVPN esetében lévővel.

A csomag sikeres telepítése után szintén több dolgot szükséges előkészíteni:

- létre kell hozni egy felhasználót `/bin/false` shelllel, amelyben futtat maga az nginx daemon; ha ez már létezik, akkor beállításait frissíteni kell,
- létre kell hoznunk egy jegyzéket a weboldalak konfigurációinak tárolására (websiteconfigs), továbbá egy jegyzéket, ahol később a weboldalak tartalmi lesznek (wwwwdatas),
- be kell állítani a megfelelő jogosultságokat (chown és chmod) a fájlokon, jegyzékeken,
- be kell konfigurálnunk a szerveret úgy, hogy betöltse a saját weboldalunk konfigurációs fájljait (include beállítás), továbbá be kell állítanunk, hogy a daemon az újonnan létrehozott felhasználót használja (user paraméter).

A megfelelő beállítások után már hozhatunk létre weboldalakat. Ehhez szükségünk lesz egy konfigurációs fájlra, amelyet a már előzőleg elkészített websiteconfigs jegyzékbe el kell helyeznünk. A konfigurációs fájl egy megadott mintából kiindulva írjuk meg, kicserélve a megfelelő paramétereket (például `server_name`, `root`). Ezután létre kell hoznunk a weboldalnak egy jegyzéket a `wwwwdatas` jegyzéken belül, amelybe a weboldal tartalma kerül. A weboldalhoz létrehozunk egy `index.html`-t, amelybe egy üdvözlő üzenet kerül. Ezek után beállítjuk az újonnan létrehozott jegyzékek, fájlok jogosultságait, tulajdonosait. Weboldal törlésekor ki kell törölnünk az adott konfigurációs fájl, a `wwwwdatas` jegyzéken belül a weboldal jegyzékét, majd újra kell indítanunk a szerveret.

SSL beállítása esetén először megkeressük a Let's Encrypt által létrehozott minta SSL konfigurációt (amely frissítésre kerül általában automatikusan a megfelelő legújabb normáknak), és átmásoljuk egy megfelelő helyre. Miután sikeresen átmásoltuk, a már meglévő HTTP beállításokhoz a weboldal konfigurációjában besúrjuk egy include beállítás segítségével. Ezután beállítjuk a megfelelő SSL paramétereket (`add_header`, `ssl_dhparam`, `ssl_certificate`, `ssl_certificate_key`, `if ($scheme != "https")` blokk, `listen 443 ssl`), a már meglévő HTTP beállításokhoz való hozzáfűzéssel.

3.1.4. certbot use-case leírása

Webszerverek üzemeltetése során szóba jöhet az SSL beállítása, ehhez lesz nekünk segítségül a certbot.

A certbot telepítése előtt a `snapd` csomagot szükséges telepítenünk az `apt` csomagkezelő segítségével, majd azt le kell frissíteni a `snapd install --stable core` parancs segítségével. Ezután telepíthető a certbot a `snapd install --stable --classic certbot` parancs segítségével. Hogy megtudjuk, már telepítve van-e a csomag, a `snap list` parancs értelmezése van segítségünkre.

A csomag telepítése után létre kell hozni egy szimbolikus linket a `ln -s /snap/bin/certbot /usr/bin/certbot` parancs segítségével, így tudjuk bárhol használni a certbot parancsot. SSL tanúsítványok létrehozását kétféleképp is hozhatunk létre: HTTP-01

challenge és DNS-01 challenge segítségével. Mindkettőhöz külön parancs tartozik, a HTTP-01 challenge könnyebben automatizálható megfelelő paraméterekkel, a DNS-01-hez pedig szükséges egyedi autentikációs szkript létrehozása. Az SSL tanúsítvány sikeres kiállítása után konfigurálnunk kell webszervereinket a már előzőleg megemlített módon. Célszerű dhparam fájlt is létrehozni, minél nagyobb bitszámmal, a megnövelt biztonság érdekében.

3.1.5. iptables use-case leírása

Bármely szerver üzemeltetése során felmerül egy tűzfal beállítása, mint egy védelmi rendszer elemeként.

Az iptables használatához először meg kell győződnünk róla, hogy már fel van-e telepítve. Ha nincs, az apt csomagkezelő segítségével telepíteni tudjuk. Ezután beolvassuk és értelmezzük a már meglévő iptables szabályokat annak érdekében, hogy például tudjuk mely portok lehetnek nyitva, zárva. A jelenlegi iptables szabályokat a *iptables-save* parancs segítségével tudjuk megnézni, ezt a fájlt szükséges értelmeznünk. A jelenlegi szabálykészletek felülírására a *iptables-restore* parancsot használjuk.

Új portot az *iptables -A INPUT -i interfész -p protokoll -dport port -source ipcím -j ACCEPT* parancs segítségével tudunk engedélyezni. Ebben a parancsban a source paraméter elhagyható. Ezt a szabályt célszerű legelőlre beszúrni.

Portot lezárni az *iptables -A INPUT -i interfész -p protokoll -dport port -source ipcím -j DROP* parancs segítségével tudunk. Ebben a parancsban a source paraméter elhagyható. Ez a szabály bárhova beszúrható.

Új kimenő kapcsolatot az *iptables -A OUTPUT -i interfész -p protokoll -dport port -destination ipcím -j ACCEPT* parancs segítségével tudunk engedélyezni. Ezt a szabályt célszerű legelőlre beszúrni. A protokoll és a port paraméter kihagyható.

Minden bejövő kapcsolatot, kivéve az engedélyezetteket az *iptables -A INPUT -i interfész -j DROP* parancssal tudunk letiltani. Ezt a szabályt a szabályok levégére kell beszúrunk. Minden kimenő kapcsolatot, kivéve az engedélyezetteket az *iptables -A OUTPUT -i interfész -j DROP* parancssal tudunk letiltani. Ezt a szabályt a szabályok levégére kell beszúrunk.

Az előzőleg példaként adott parancsoknál az interfész paraméter mindenhol kihagyható (ekkor mindegyikre vonatkozni fog).

OpenVPN NAT-ot a következő parancsokkal tudunk engedélyezni:

- *iptables -A FORWARD -i IF_MAIN -o IF_TUNNEL -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT*, ahol az IF_MAIN a fő interfészünk, az IF_TUNNEL pedig általában a tun0 interfész,
- *iptables -A FORWARD -s YOUR_OPENVPN_SUBNET -o IF_MAIN -j ACCEPT*, ahol az YOUR_OPENVPN_SUBNET az OpenVPN szerverünk IP címét és subnetjét tartalmazza,
- *iptables -t nat -A POSTROUTING -s YOUR_OPENVPN_SUBNET -o IF_MAIN -j MASQUERADE*, ahol az YOUR_OPENVPN_SUBNET az OpenVPN szerverünk IP címét és subnetjét tartalmazza, továbbá az IF_MAIN a fő interfészt.

A következő leírásokban, ábrákban bemutatom azokat a modulok struktúráját (UML diagramját), amelyek az előzőleg kifejtett use-casekat megvalósítják.

A program felépítése az OO alapelveket igyekszik követni. Elsősorban modulokból áll, amelyek osztályként is értelmezhetőek. Vannak olyan modulok, amelyekben csak a helyi scopeban elérhető kódok vagy változók vannak, tehát "private" elérésűek. Vannak olyan modulok, amelyekben több osztályok is találhatóak. A main modul (vagyis maga a main.lua) a felhasználói interfészt tartalmazza, ez használja fel a legtöbb modult.

A 3.2. ábrán tekinthetők meg a láthatósági szabályok az UML diagramokon.

Láthatósági szabályok
- Private
+ Public

3.2. ábra. Láthatósági szabályok az UML diagramokon

3.2. *general, apt_packages, utils* modulok felépítése, feladata

Legelőször a *general*, *linux*, *apt_packages* és az *utils* modul került megtervezésre. Felépítésük a 3.3. ábrán látható.

general	apt_packages
+ lineEnding : string	
+ getOSType() + clearScreen() + sleep(n) + strSplit(str, sep) + deepCompare(tbl1, tbl2) + concatPaths(...) -> varargs + extractDirFromPath(path) + readAllFileContents(filePath) + trim2(s)	+ isPackageInstalled(packageName) + installPackage(packageName)

3.3. ábra. A *general* és *apt_packages* modul felépítése

A *general* modulban olyan funkciók és változók találhatóak, amelyek a legtöbb operációs rendszeren működnek, és fontos szerepet töltenek be a program működése közben.

Az *apt_packages* modul Linux-specifikus kódokat tartalmaz, a modul feladata az apt program segítségével a csomagok menedzselése, telepítése.

Az *utils* modul legfőképp hibakeresésre volt használva, jelenleg épp nincs alkalmazva a program kódjában, így ezt a modult nem mutatom be.

3.3. linux modul felépítése, feladatai

A 3.4. számú UML diagramon a linux nevezetű modult fogom bemutatni, amely linux-specifikus kódrészleteket tartalmaz. Erre a modulra épül a legtöbb modul.

linux
<ul style="list-style-type: none"> + exists(file) + isDir(path) + listDirFiles(path) + mkdir(path) + deleteFile(path) + deleteDirectory(path) + execCommand(cmd) + getServiceStatus(serviceName) + isServiceRunning(serviceName) + isProcessRunning(name) + stopService(serviceName) + startService(serviceName) + restartService(serviceName) + systemctlDaemonReload() + checkIfUserExists(userName) + createUserWithName(userName, comment, shell, homeDir) + updateUser(userName, comment, shell) + getUserHomeDir(userName) + execCommandWithProcRetCode(cmd, lines-Returned, envVariables, redirectStdErrToStdIn) + copy(from, to) + copyAndChown(user, from, to) + chown(path, userName, isDir) + chmod(path, perm, isDir)

3.4. ábra. A linux modul felépítése

A linux modul feladatai szerteágazóak:

- vannak benne fájl- és könyvtár manipulációs funkciók,
- vannak benne parancsfuttató funkciók (amelyek közül az egyik tökéletesen kompatibilis Windows-sal is), továbbá servicet és systemctlt kezelő funkciók,
- vannak benne felhasználókat módosító funkciók (felhasználók létrehozása, módosítása, felhasználó létezésének ellenőrzése, felhasználó home dir lekérése),
- vannak benne fájl vagy jegyzék tulajdonost változtató funkciók,
- vannak benne fájl és jegyzék hozzáférési szabályokat változtató funkciók.

3.4. OpenVPN modulok felépítése, feladatai

A következőekben az OpenVPN szerver kezelését kezdtem el megtervezni, implementálni. Az összes modul a program jegyzékén belül a **modules/vpnHandler** jegyzékben található meg.

Több részmodulra lett szétosztva:

- **OpenVPN**: ez maga bootstrap modul, ebben van OpenVPN csomagot feltelepítő funkció, szerver indító/leállító funkció, továbbá ez a modul tölti be a `server_impl` modult
- **server_impl**: ez a modul kezeli a szerverrel kapcsolatos legtöbb dolgot: előkészíti a könyvtárakat, feltelepíti az Easy-RSA Certificate kezelőt, létrehoz egy saját tanúsítványkezelőt (*Certificate Authority*-t), szerver-oldali tanúsítványokat és kulcsfájlokat generál, saját OpenVPN felhasználót hoz létre a szervernek, `tls-auth/tls-crypt` kulcsot generál, a szerver konfigurációt beüzemeli, beállítja a `server` daemon `auto-start`ot a `/etc/default/openvpn` fájlban
- **config_handler**: az OpenVPN szerver és kliens konfigurát kezelő modul, konfigurációs fájl beolvasást és írást valósít meg. A parser és writer az eredeti OpenVPN parser kódja alapján épült, amely megtalálható a [29] hivatkozás alatt.
- **clienthandler_impl**: ez a modul kezeli teljesen a klienssel kapcsolatos dolgokat: kliens tanúsítványt, privát kulcsot hoz létre; kliens konfigurációt hoz létre, amelybe beleszúrja a generált fájlok tartalmát (így 1 db konfigurációs fájlra van szükség az OpenVPN kliensnek); tanúsítvány visszavonást támogat; továbbá le lehet kérni az összes jelenlegi klienst, amelyek valósak (nincsenek visszavonva)

Maga az OpenVPN bootstrap és `config_handler` modul nagyon egyszerű felépítésű, amely látható is a 3.5. és a 3.6. ábrán.

OpenVPN
+ errors : table + serverImpl -> OpenVPN_server_impl module
+ isOpenVPNInstalled() + installOpenvpn() + isRunning() + stopServer() + startServer() + initDirs()

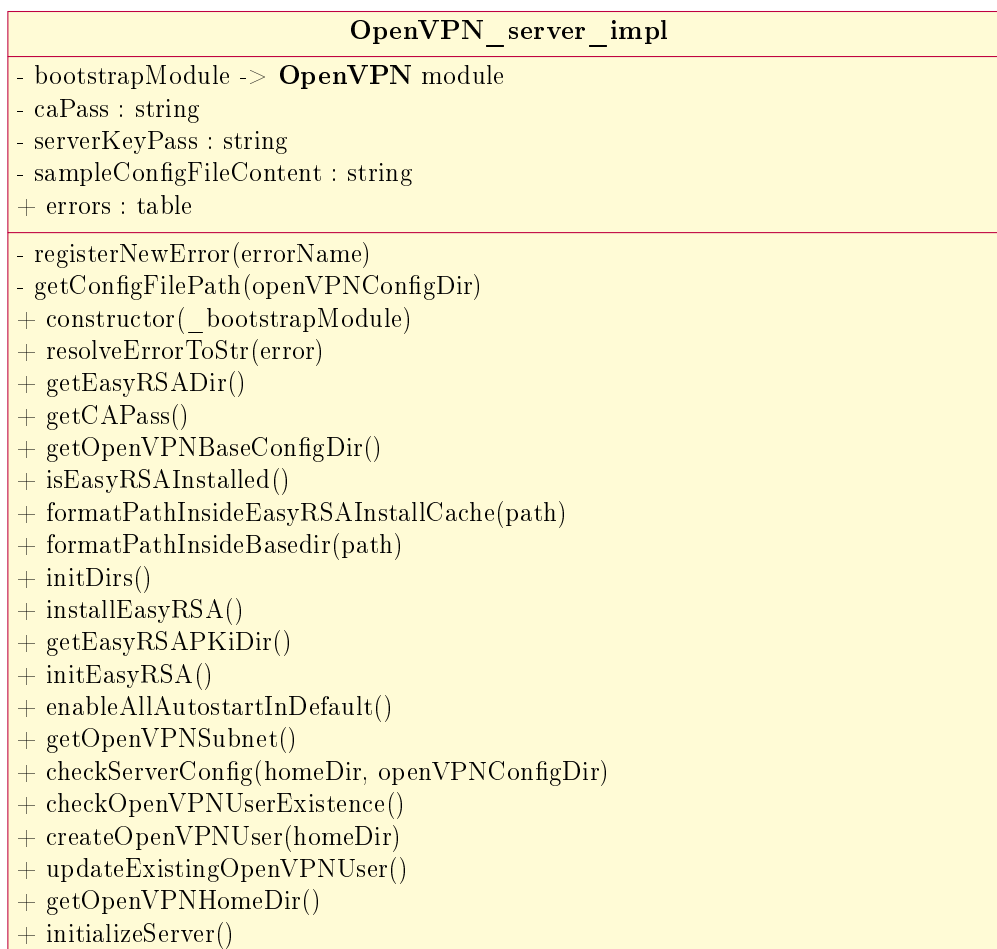
3.5. ábra. Az OpenVPN bootstrap modul felépítése

OpenVPN_config_handler
+ parseOpenVPNConfig(linesInStr) + writeOpenVPNConfig(parsedLines)

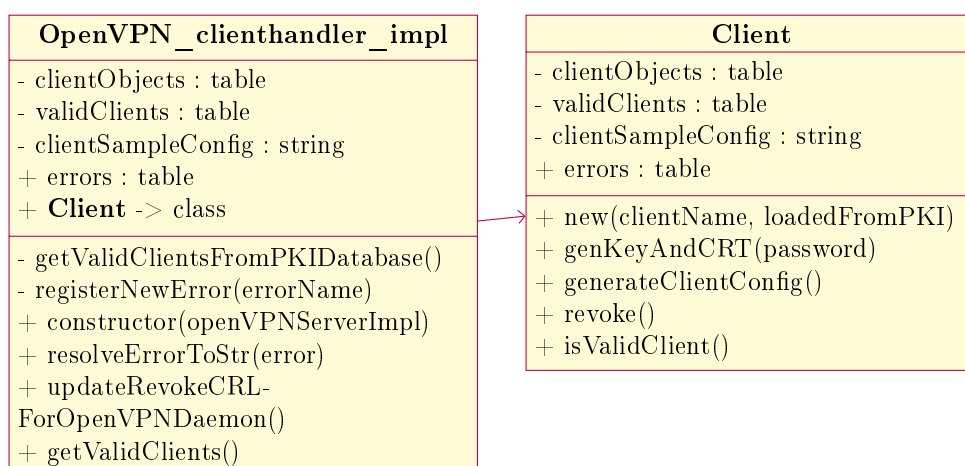
3.6. ábra. Az OpenVPN_config_handler modul felépítése

A `server_impl` modul minden OpenVPN szerverrel kapcsolatos művelet magja, ezért sok funkcióval rendelkezik. Felépítése a 3.7. ábrán látható.

A klienseket kezelő `OpenVPN_clienthandler_impl` modulban pedig két osztály is helyet foglal az OO alapelveket követve. Struktúrája a 3.8. ábrán látható.



3.7. ábra. Az OpenVPN_server_impl modul felépítése



3.8. ábra. Az OpenVPN_clienthandler_impl modul felépítése

3.5. nginx modulok felépítései, feladatai

Az nginx-et kezelő modulok is több részre lettek osztva. Az összes modul a program jegyzékén belül a **modules/nginxHandler** jegyzékben található meg. A modulok leírásai, feladataikkal:

- **nginx**: ez maga egy bootstrap modul, ebben van nginx csomagot feltelepítő funkció, szervert leállító/elindító funkció, továbbá ez a modul tölti be a `server_impl` modult.
- **server_impl**: ez a modul kezeli a szerverrel kapcsolatos legtöbb dolgot: előkészíti a könyvtárakat, létrehoz az nginx daemonnak, workereknek egy felhasználót; támogatja automatikusan a weboldalak létrehozását, törlését; támogatja az SSL-t; minden támogatott funkciót bekonfigurál automatikusan.
- **config_handler**: nginx szerver konfigurációját kezelő modul, beolvasást és írást implementál. A parser és writer az eredeti nginx parser kódja alapján épült, amely megtalálható a [25] hivatkozás alatt.

Az nginx bootstrap modul ez esetben is egyszerű felépítésű, amely látszik a 3.9. ábráról is.

Azonban a `config_handler` modul ebben az esetben már kissé bonyolultabb, mivel az nginx szintaxisa is komplikáltabb. Két osztályt tartalmaz. Struktúrája a 3.10. ábrán látható.

nginx
+ errors : table + serverImpl -> nginx_server_impl module
+ isInstalled() + install() + isRunning() + stopServer() + startServer() + initDirs()

3.9. ábra. Az nginx bootstrap modul felépítése

nginx_config_handler	nginxConfigHandler
+ nginxConfigHandler -> nginxConfigHandler class	+ new(linesInStr, paramToLine)
- concatArgsProperly- ForBlockName(args)	+ getParsedLines()
- parseNginxConfig(linesInStr)	+ getParamsToIdx()
- formatDataAccordingQuoting(tbl)	+ insertNewData(dataTbl, pos)
- doPaddingWithBlock- Deepness(blockDeepness)	+ deleteData(pos) - je- lenleg nem használt
- writeNginxConfig(parsedLines)	+ toString()

3.10. ábra. Az `nginx_config_handler` modul felépítése

A következő 3.11. ábrán látható a `nginx_server_impl` modul felépítése.

<code>nginx_server_impl</code>
- <code>sampleConfigForWebsite</code> : string + <code>nginxUser</code> : string + <code>nginxUserComment</code> : string + <code>nginxUserShell</code> : string + <code>baseDir</code> : string + <code>errors</code> : table
- <code>registerNewError(errorName)</code> + <code>constructor(_bootstrapModule)</code> + <code>resolveErrorToStr(error)</code> + <code>formatPathInsideBasedir(path)</code> + <code>initDirs()</code> + <code>checkNginxUserExistence()</code> + <code>createNginxUser(homeDir)</code> + <code>updateExistingNginxUser()</code> + <code>getNginxHomeDir()</code> + <code>getNginxMasterConfigPathFromDaemon()</code> + <code>initializeServer()</code> + <code>createNewWebsite(websiteUrl)</code> + <code>deleteWebsite(websiteUrl)</code> + <code>getCurrentAvailableWebsites()</code> + <code>initSSLForWebsite(webUrl, certDetails)</code>

3.11. ábra. Az `nginx_server_impl` modul felépítése

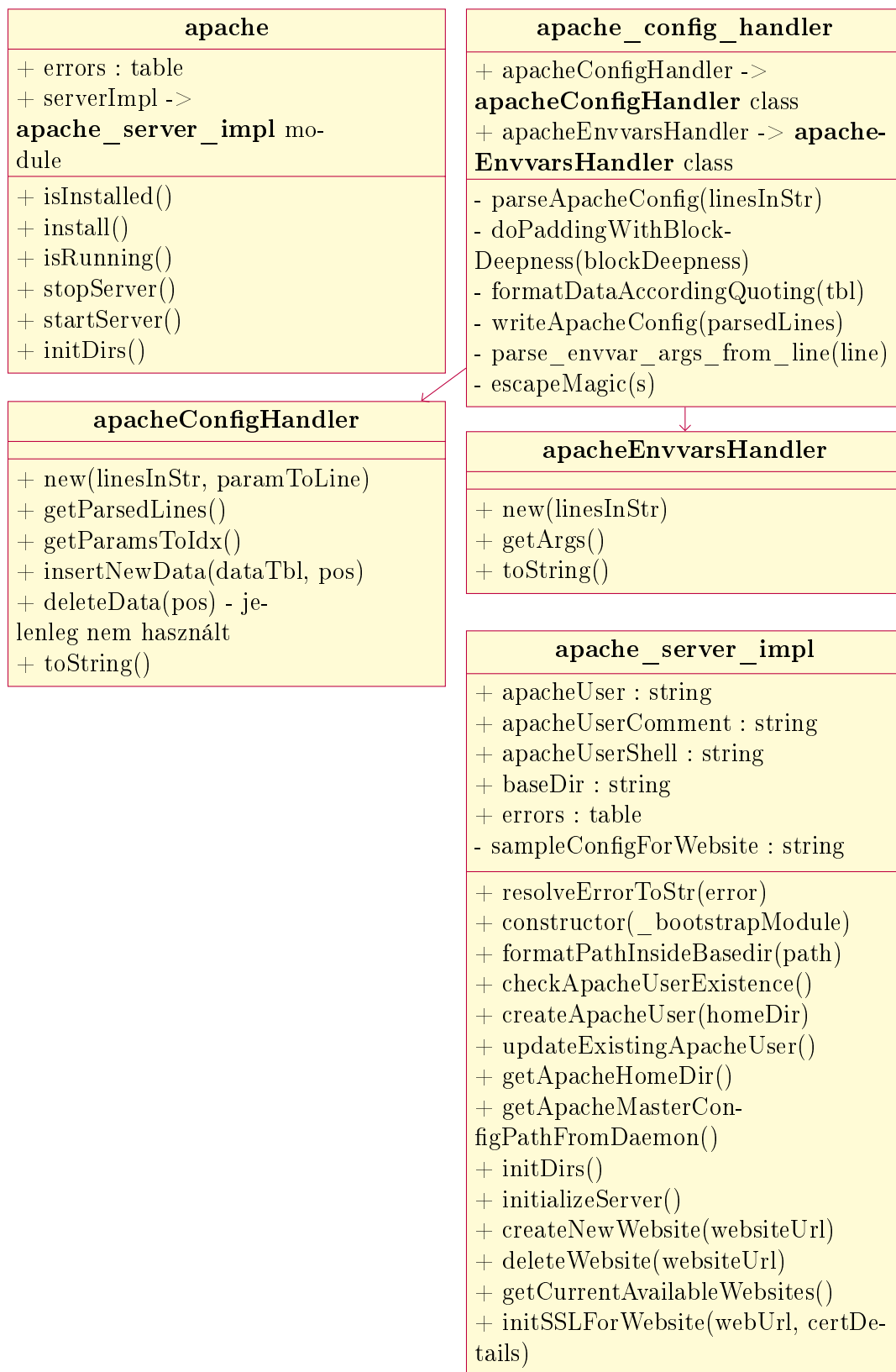
3.6. apache modulok felépítései, feladatai

Az apache kezeléséhez tartozó modulok a program jegyzékén belül a **modules/apacheHandler** jegyzékben található meg.

A modulok leírásai, feladatokkal:

- **apache**: ez maga egy bootstrap modul, ebben van apache2 csomagot feltelepítő funkció, szervert leállító/elindító funkció, továbbá ez a modul tölti be a `server_impl` modult.
- **server_impl**: ez a modul kezeli a szerverrel kapcsolatos legtöbb dolgot: előkészíti a könyvtárakat, létrehoz az Apache2 daemonnak, processeknek egy felhasználót támogatja automatikusan a weboldalak létrehozását, törlését; támogatja az SSL-t; minden támogatott funkciót bekonfigurál automatikusan (`envvars` fájlt is).
- **config_handler**: apache szerver konfigurát kezelő modul: Konfiguráció írást és olvasást implementál. Az Apache2 szerver parsere az előzőleg tárgyalt programokhoz képest bonyolultabb, ezért teljesen az alaptól terveztem ezt a modult. Ehhez maga a webszerver konfigurációjának szintaxis dokumentációját vettem segítségül, amely megtalálható a [3] hivatkozás alatt. Az `envvars` nevű fájl szerkesztését implementáló osztály is ebben a modulban van.

Az Apache bootstrap modul ez esetben is egyszerű felépítésű, a config_handler pedig három osztályt tartalmaz. A server_impl modul hasonló bonyolultságú az nginx_server_impl modulhoz. Felépítésük megtekinthető a 3.12. ábrán.



3.12. ábra. Az apache implementáció moduljainak felépítése

3.7. certbot modul felépítése, feladata

A certbot csak egy modult foglal magában. Működéséhez több modult is felhasznál. A modulban megtalálható a certbot telepítése snapd-n keresztül, symlink létrehozás, SSL certificate létrehozás HTTP-01 challenge és DNS challenge segítségével, továbbá be is konfigurálja az adott webszervereket a használatához.

Habár a certbot akár az *apt* csomagkezelővel is feltelepíthető, az *apt-get install certbot* parancs segítségével, maga a program weboldalán a leírás szerint snapd-vel telepítik. [5]

A különbség főképp a kettő között az, hogy az *apt* csomagkezelő deb csomagokkal dolgozik, a *snap* pedig teljes archívumokkal. Teljesen külön repository-kal dolgoznak.

Az apt esetében a függőségek külön rakódnak fel a csomagok feltelepítésekor, és a deb archívumok csak a csomagokat tartalmazzák. Ebben az esetben a frissítések késhetnek, mivel több szervezet, személy is átnézi a frissítés tartalmát.

A snapd esetében egy teljes archívumot tölt le a rendszer, ebben benne van a csomag összes függősége pont azzal a verzióval, amellyel a csomag fejlesztői szerették volna. Ez az archívum egy "zárt térbe" kerül kicsomagolásra, és limitált hozzáférése van magához a rendszerhez (hasonlóan a Docker-alkalmazásokhoz). Frissítéskor a fejlesztő adja ki a frissítéseket, nem validálják őket külön, ezáltal gyorsabban eljut a userekhez. [36]

A certbot modul UML diagramja a 3.13. ábrán látható.

certbot
<ul style="list-style-type: none"> - errors : table - certFileName : string - keyFileName : string - dhParamFileName : string - dryRunStr : string - dhParamBytes : number
<ul style="list-style-type: none"> - registerNewError(errorName) - sleep(n) + resolveErrorToStr(error) + isCertbotInstalled() + createCertbotSymlink() + installCertbot() + getCertDatas(domain) + trySSLCertificateCreation(method, domain, webserverType) + init()

3.13. ábra. A certbot modul felépítése

A *dryRunStr* és a *dhParamBytes* változó kitüntetett figyelmet érdemel.

A *dryRunStr* változó csak hibakereséskor használatos, debug esetén a *–dry-run* paramétert lehet beleírni. Ezzel célszerű lehet a certbot működését tesztelni, kifejezetten arra van kitalálva, ilyenkor nem valódi SSL tanúsítvány generálódik, továbbá az API limitációja sem olyan szigorú.

A *dhParamBytes* változó pedig a program jelenlegi kódjában megkönnyítve a tesztelést 1024 bitre van állítva, azonban célszerű megnövelni a bitszámot akár magasabb

értékekre is, például 2048. Ez lelassítja az SSL tanúsítványok beállításának folyamatát.

3.8. iptables modul felépítése, feladata

Ez a modul kezeli a tűzfalszabályokat az *iptables* frontend segítségével. Funkcionalitása maga az *iptables* telepítése, a portok nyitása/zárása, kimenő/bemenő csomagok szűrése, a már meglévő beállítások lekérdezésének implementálása, továbbá a NAT előkészítése az OpenVPN szerver számára.

A modul UML diagramja a 3.14. ábrán tekinthető meg:

iptables
- iptablesAliases : table + errors : table
+ resolveErrorToStr(error) + isIptablesInstalled() + installIptables() + getCurrentNetworkInterfaces() + getCurrentSSHPorts() + parseCurrentRules() + getOpenPorts(interface) + deleteOpenPortRule(interface, idx) + getClosedPorts(interface) + deleteClosePortRule(interface, idx) + closePort(interface, protocol, dport, fromIP) + openPort(interface, protocol, dport, fromIP) + listAllowedOutgoingConnections(interface) + deleteOutgoingRule(interface, idx) + allowOutgoingNewConnection(interface, protocol, dip, dport) + checkIfInboundPacketsAreBeingFilteredAlready(interface, protocol) + togOnlyAllowAcceptedPacketsInbound(toggle, interface, protocol) + checkIfOutboundPacketsAreBeingFilteredAlready(interface, protocol) + togOnlyAllowAcceptedPacketsOutbound(toggle, interface, protocol) + deleteNATRules(mainInterface, tunnelInterface, forwardTblIdx, forwardTblAllIdx, postroutingTblAllIdx) + getCurrentActiveNATForOpenVPN() + initNATForOpenVPN(mainInterface, tunnelInterface, openvpnSubnet) + loadOurRulesToIptables() + iptablesToString() + initModule()

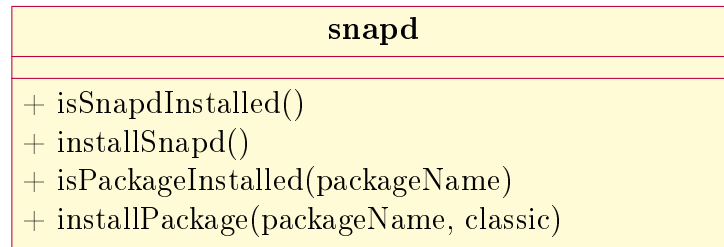
3.14. ábra. Az iptables modul felépítése

3.9. snapd modul felépítése, feladata

A snapd modul egyszerű felépítésű. Feladata maga a snapd feltelepítése az *apt* csomagkezelő segítségével, továbbá csomagok telepítése, és a már feltelepített csomagok

meglétének ellenőrzése.

A snapd modul UML diagramja a következő 3.15. ábrán található meg.



3.15. ábra. A snapd modul felépítése

4. fejezet

Megvalósítás

A megvalósítás a már előző fejezetben tervezett struktúrát követte. Ebben a fejezetben néhány modul érdekesebb részeit fogom bemutatni, amelyek implementáció szempontjából nem biztos, hogy triviálisak.

4.1. linux modul érdekességei

A legelsőkhöz készült el a *linux* modul megvalósítása, mivel több modul is függött a funkcionalitásától. Néhány érdekesebb részt szeretnék bemutatni, mint például az `exists`, `isdir` implementációját:

```
function module.exists(file)
    local ok, err, code = os.rename(file, file)
    if not ok then
        return code == 13 or code == 17
    end
    return ok, err
end
function module.isDir(path)
    return module.exists(path.."/")
end
```

Ez a kód úgy nézi meg a fájlok létezését, hogy megpróbálja a fájlokat átnevezni saját magukra. Ekkor kétféle error lehetséges: **Permission Denied** (code 13) vagy **File exists** (code 17). Jegyzékek létezését pedig úgy ellenőrzi, hogy hozzárakja a path végéhez a `/` jelet, mivel így biztos, hogy jegyzékre mutat a path.

Érdekes lehet még az `execCommand` és a `execCommandWithProcRetCode` funkció implementációja is. Ezek a funkciók a program gerincét képezik, a legtöbb modul használja őket.

```
function module.execCommand(cmd)
    local handle = io.popen(cmd);
    local result = handle:read("*a");
    handle:close();
    return result;
end
```


Az `execCommand` egyszerű implementációjú, amely az *io* standard library `popen` funkcióját használja meg egy processz megnyitására. Ez egy `handle`-t ad. A `read` megvárja míg lefut a processz, majd az **a* paraméter segítségével mindent kiolvas a pipeből. A végén lezáródik a `handle`. Windows rendszeren is tökéletesen működik.

A következő funkció az `execCommandWithProcRetCode`. Itt a forráskódból kivettem az üres sorokat a kompaktabb kód érdekében. Működése nagyban hasonlít az `execCommand`-hoz, azzal a kivétellel, hogy ez az implementáció felhasznál bizonyos Bash-script elemeket. Például az *export* funkciót az environment variablek beállítására, vagy a *\$?* változót a process return kód lekérésére. Támogatja az `stderr` átirányítását is `stdout`-ba (ez a `2>&1` paraméter) cross-platform módon, a többi Bash alapú megoldás kivételével. A return code-t az utolsó sorba iratja ki, ezt olvassa be magától, és vágja ki a visszatért sorok közül.

```
function module.execCommandWithProcRetCode(cmd, linesReturned,
    ↪ envVariables, redirectStdErrToStdIn)
local exportCmd = "";
if envVariables then
    for k, v in pairs(envVariables) do
        exportCmd = exportCmd.." export "..tostring(k).."="..tostring(v).."
        ↪ ; ";
    end
end
local handle = io.popen(exportCmd..cmd..tostring(redirectStdErrToStdIn
    ↪ and " 2>&1" or "")..""); echo $?");
handle:flush();
local overallReturn = "";
local lastLine = "";
local newLineChar = "\n";
local lineNum = 0;
for line in handle:lines() do
    overallReturn = overallReturn .. line .. newLineChar;
    lastLine = line;
    lineNum = lineNum + 1;
end
handle:close();
local retCode = tonumber(lastLine);
if lineNum == 1 then
    overallReturn = "";
else
    overallReturn = string.sub(overallReturn, 1, #overallReturn - #
        ↪ lastLine - #newLineChar * 2); —skip return code line
end
if linesReturned then
    return overallReturn, retCode;
end
return retCode;
end
```

4.1.1. Processzek visszatérési értékeinek felhasználása

Valamennyi funkció a programban kihasználja azt, hogy a processzek egy meghatározott visszatérési értéket (pontosabban *exit code*-t) adnak vissza lefutásuk után. Ezeknek jelentőségük van, mivel bizonyos műveleteknél más értékeket adhatnak vissza attól függően, hogy milyen funkcionalitást használunk épp. Találhatunk olyan listát az Interneten, amelyek ezeket a kódokat általánosságban írják le, hogy milyen hibához kapcsolódhatnak. Általában a processzek visszatérési értékeinek jelentése valamennyire hasonlít a legtöbb táblázatban hozzákapcsolt leíráshoz. [15]

A legfontosabb, hogy általában a legtöbb processz *0*-s értékkel fog visszatérni, ha sikeresen lezajlott a processz futása, hiba nélkül. Ezt több programrész is felhasználja, például:

```
function module.checkIfUserExists(userName)
  local retCodeForId = module.execCommandWithProcRetCode("id " .. userName)
  ↪ ;
  return retCodeForId == 0;
end
```

Ebben az esetben a `checkIfUserExists` funkció az alapján tudja egy felhasználó létezését, hogy *0*-s *exit code*-val tért-e vissza az *id* processz.

Vagy másik példaként az `mkdir` parancs *0*-s (néhány táblázat szerint: **Success**) visszatérési értékkel tér vissza akkor, ha sikerült létrehozni egy új jegyzéket, vagy *1*-es (néhány táblázat szerint: **Operation not permitted**) visszatérési értékkel tér vissza akkor, ha már létezik az a jegyzék, amit létre szeretnénk hozni. A programkód is ez alapján dönti el, hogy sikeres-e a jegyzék létrehozása:

```
function module.mkDir(path)
  local retCodeForMkdir = module.execCommandWithProcRetCode("mkdir "
  ↪ ..path);
  return retCodeForMkdir == 0 or retCodeForMkdir == 1; —new dir
  ↪ successfully created/already exists
end
```

Ez szintén hasonlóan működhet olyan programoknál is, amelyek nem rendszerprogramok, hanem valaki más készítette őket. Például a *certbot* is különböző processz visszatérési értékkel térhet vissza az adott művelet sikerességétől függően:

```
function module.trySSLCertificateCreation(method, domain, webserverType)
  ...
  local retLines, retCode = linux.execCommandWithProcRetCode("certbot
  ↪ certonly -n " .. tostring(dryRunStr) .. " —agree—tos —no—eff—email
  ↪ —email \"\" —webroot —webroot—path " .. tostring(
  ↪ websiteData.rootPath) .. " —d " .. tostring(domain), true, nil, true
  ↪ );
  ...
  local hasCertificate = retCode == 0;
  ...
end
```

4.2. Háttérben futó processz eredményeire való várás

A program tervezése, implementálása során belefutottam egy nehézségbe, amely a Lua alapvető kialakításából fakad: a Lua alapvetően egy szálon fut, és nem eseményalapú felépítésű. Létezik *coroutine* beépített függvénykönyvtár, azonban az *könnyű szál* alapú implementáció. Egyszerre csak egy coroutine futhat, és maga a coroutine kezdeményezheti azt, hogy épp felfüggesztve, suspendelve legyen (tehát visszaadja az irányítást az őt futtató kódnak, vagy más coroutinenak). Emiatt a coroutine sem volt megoldás erre a nehézségre.

A *certbot* modul tervezése, implementálása közben jött elő ez a nehézség. A *HTTP-01* challenge-t könnyen lehetett implementálni úgy, hogy megvártuk az újonnan létrehozott processz futási eredményeit, mivel az támogatta a nem-interaktív módot. Azonban a *DNS-01* challenge-t nem lehet ilyen könnyen implementálni.

A probléma ott kezdődött, hogy a *certbot* maga alapvetőleg sajnos nem támogatja azt, hogy nem-interaktív módon fut ezen challenge esetében. Megoldást azonban az jelentett, hogy *-manual* módban használjuk, és megadjuk neki a preferált challenge-t (vagyis a *dns-t*), továbbá *manual-auth-hook* scriptet használunk.

Ezzel a probléma felét már sikerült orvosolnunk, azonban előjött egy újabb probléma: az *io.popen* esetén a program megvárja a processz futásának végét. Ez azonban nekünk nem megfelelő, mivel akkor teljesen befagy a program, a DNS challenge futtatásakor pedig a felhasználónak meg kell jelenítenünk bizonyos adatokat, hogy milyen DNS rekordokat hozzanak létre a saját domainjükön és milyen értékekkel. Az *os* függvénykönyvtárban található *execute* funkció másképp működik, hátránya, hogy alapvetően ez is blocking funkció, továbbá nem is tudjuk pontosan, hogy sikerült-e a program elindítása, csak akkor, ha van visszatérési értéke és megvizsgáljuk azt. Ezután azzal folytattam a probléma megoldását, hogy Bash szkript elemeket használtam fel a program futtatásához, például a *&* szimbólumot a háttérben való futáshoz, *\$?* szimbólumot a státusz kód megkapásához, továbbá *\$/* szimbólumot az újonnan elindított program folyamatazonosítójának megkapásához. Ezt az egészet egy nagy parancsba foglaltam. A parancs több fájlt is felhasznál:

- Egy ideiglenes fájlt abból célból, hogy az újonnan létrehozott processz, továbbá a mostani processz kommunikálni tudjon egymással. Amint lefutott a *certbot*, ide kerül mentésre a visszatérési értéke,
- Egy másik ideiglenes fájlt abból a célból, hogy az újonnan létrehozott processz *stdout*-ját és *stderr* pipe-ját abba irányítjuk, így a mostani processz tudja a kimenetet vizsgálni,
- Egy *certbot_pid.txt* fájlt, amelyből tudjuk, hogy sikeresen lefutott-e a programunk. Azt a célt is szolgálja, hogy ha esetleg megszakadt a program futása valami miatt, akkor a következő lefutáskor a *kill* parancs segítségével megszüntessük a már nem használt processzt.

A kommunikáció maga a két processz között úgy történik, hogy elindul az *auth* Lua szkript a *certbot*-ban, amely megkapja környezeti változókon keresztül a *certbot*-tól az adatokat. Ezeket az adatokat a legelsőnek létrehozott ideiglenes fájlba írja bele, majd ezután 1 másodpercenként folyamatosan kiolvassa a tartalmát. Ez azért fontos, mert addig is blokkolja a *certbot* processzt, így nem halad tovább. Amint a felhasználó késznek nyilvánította a DNS rekordot, akkor ebbe az ideiglenes

fájlba beleírodik a "ready" szó, majd ezután fut le csak a certbot DNS challengeje (megszakad a while true ciklus).

A Lua kódból néhány részletet kiemelve így néz ki az implementáció:

```
function module.trySSLCertificateCreation(method, domain, webserverType)
    ...
    local tempFileName = os.tmpname();
    local tempFileNameForStdOut = os.tmpname();

    local certbotPIDStuff = general.readAllFileContents("certbot_pid.txt");

    if certbotPIDStuff then
        os.execute("kill -9 "..tostring(certbotPIDStuff));
    end

    linux.deleteFile("certbot_pid.txt");

    local formattedCmd = "(certbot certonly -n "..tostring(dryRunStr).. " --
        ↪ agree-tos --no-eff-email --email \"\" --manual --preferred-
        ↪ challenges dns --manual-auth-hook \"sh ./authenticator.sh \""
        ↪ ..tostring(tempFileName).. "\" -d "..tostring(domain).. " > \""
        ↪ ..tostring(tempFileNameForStdOut).. "\" 2>&1; echo $? > \""
        ↪ ..tostring(tempFileName).. "\" ) & echo $! > certbot_pid.txt";
    os.execute(formattedCmd);

    if not linux.exists("certbot_pid.txt") then
        return module.errors.EXEC_FAILED;
    end
    ...
    --fajlolvadas, cleanup
    ...
end
```

Authentikátor szkript részlet:

```
while true do
    local fileHandle = io.open(fileName, "r");
    if fileHandle then
        local readStr = fileHandle:read("*a");
        fileHandle:close();
        if readStr:find("ready", 0, true) == 1 then
            break;
        end
    end
    sleep(1);
end
```

4.3. Konfigurációs fájlok módosításának implementációja

A konfigurációs fájlok módosításához többféle modul is implementálva lett, ezeket a Tervezés című fejezetben meg is említettem: *apache_config_handler*, *nginx_config_handler* és *OpenVPN_config_handler*. Ezek közül a modulok közül a legtöbb OO alapelveket igyekezett követni, az OpenVPN config handler kivételével.

A konfiguráció író és olvasó modulokat hasonlóképp ugyanarra a kódbázisra építettem fel, ez az Apache szerver *envvars* fájl kezelőjének kivételével sikerült is. Mindegyik beolvasás kimenete általában két nagyobb táblából épül fel: *parsedLines* és *paramToLine*. A *parsedLines* maga az állapot tábla, abba van benne minden egyes beolvasott és értelmezett sor, benne paraméterek, kommentek vannak. A *paramToLine* tábla általában csak gyorsítótár, azt mutatja meg, hogy bizonyos paraméterek hol vannak elhelyezkedve a *parsedLines* táblán belül, így nem kell átfésülni az egész *parsedLines* táblát egy adott paraméter keresésekor.

4.3.1. OpenVPN config parser-writer implementáció felépítése, használata

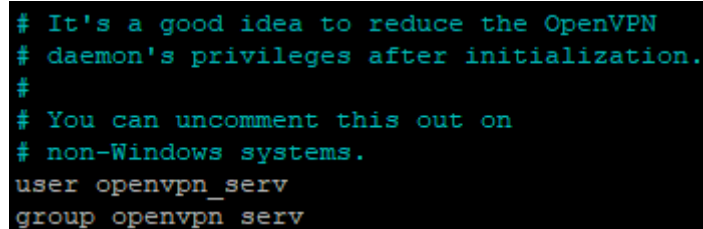
A *parsedLines* felépítése OpenVPN esetén egyszerű tömb, minden tömb elem egy tábla, amelyben a következő paraméterek szerepelhetnek:

- **params:** Ez tartalmazza az adott paramétereket, opciókat egy adott sorban. A táblában található *val* érték maga a paraméter értéke (vagy akár a konfigurációs beállítás neve), a *state* pedig kifejezi az idézőjeltípust, ha használnak (ami lehet *reading_quoted_param* " esetén, vagy *reading_quoted_param* ' esetén),
- **comment:** Ez tartalmazza az adott sorban található kommentet. Ha a *params* tábla nem létezik, akkor maga az egész sor egy komment sor, ha létezik, akkor pedig a paraméterek után van a komment elhelyezve. Üres sor, ha ez sem létezik.

Kódrészlet OpenVPN szerver konfiguráció összeállítására a programból:

```
function module.checkServerConfig(homeDir, openVPNConfigDir)
...
  local configFileContent, paramsToLines =
    ↪ config_handler.parseOpenVPNConfig(sampleConfigFileContent);
  if paramsToLines["user"] then
    local paramTbl = configFileContent[paramsToLines["user"]];
    paramTbl["params"][2].val = module["openvpn_user"];
  end
...
  configFileHandle:write(config_handler.writeOpenVPNConfig(
    ↪ configFileContent));
  configFileHandle:flush();
  configFileHandle:close();
...
end
```

Az előző oldalon látható kódrészlet egy teljesen új konfigurációs fájlt generál az OpenVPN szerver számára. Ezt úgy teszi meg, hogy egy előre megadott alap konfigurációt beolvas, majd azon módosítja a paramétereket (például az user beállítást), utána pedig rendes konfigurációs szöveggé alakítja a módosított konfigurációt az állapot táblából. Az átírt argumentum a 4.1. ábrán látható.



```
# It's a good idea to reduce the OpenVPN
# daemon's privileges after initialization.
#
# You can uncomment this out on
# non-Windows systems.
user openvpn_serv
group openvpn_serv
```

4.1. ábra. Az átírt user argumentum. A példa konfigurációban nobody van használva

4.3.2. Apache, nginx config parser-writer implementáció

Az *apache_config_handler*, és az *nginx_config_handler* modulok már OO alapelveket követnek, azonban itt is fontos a két tábla felépítése. Az OpenVPN szerverhez képest a két szerver konfigurációs fájljai bonyolultabb és kiterjedtebb szintaxisú. Bár a konfigurációs fájl értelmező és író ugyanúgy két táblával dolgozik, megfigyelhető, hogy sokkal több paramétert tartalmaz egy adott sort leíró tábla.

A *parsedLines* felépítése Apache és nginx esetén szintén egyszerű tömb, minden tömb elem egy tábla (és egy sor), amelyben a következő paraméterek szerepelhetnek (akár több is egyszerre):

- **spacer**: Üres sort jelent. Ha ez létezik, akkor a többi lentebb sorolt paraméter biztosan nem létezik az adott elemtáblában,
- **blockStart**: Egy blokk kezdetét jelenti, a blokk azonosítóját tartalmazza. Apache esetében argumentumok is tartozhatnak hozzá (tehát ilyenkor az args paraméter is feldolgozódik),
- **blockEnd**: Egy blokk végét jelenti, a lezárandó blokk azonosítóját tartalmazza,
- **paramName**: Adott sorban található beállítás nevét tartalmazza (például nginx esetében include, Apache esetében ServerName), egy táblában, amely ugyan úgy épül fel, mint az args paraméter. Természetesen mellé feldolgozódik az args paraméter is.
- **comment**: Ez tartalmazza az adott sorban található kommentet. Ha az *args* tábla nem létezik, akkor maga az egész sor egy komment sor, ha létezik, akkor pedig a paraméterek után van a komment elhelyezve nginx esetén. Az Apache nem támogat kommenteket a sorok végén, az optionok és argumentumok után,
- **blockDeepness**: Megadja, hogy az adott sor mennyire van eltolva indent-ügyileg,
- **args**: Több elem esetében is használatos paraméter (például Apache esetében blockStartnál is, paramName-nél pedig mindkettő implementációnál), amely egy tábla, és az adott művelethez tartalmaz paramétereket:

- **quoteStatus**: lehet *d*, ekkor duplaidézőjelben van a paraméter; lehet *s*, ekkor két sima idézőjel között van a paraméter,
- **multipleLine**: Apache esetében használatos, ha egy paraméter több sort is magába ölel (Apache-ban támogatott a több sor a \\ jelölés segítségével),
- **data**: ez maga egy szöveg, amely a paraméterhez tartozó adatokat tartalmazza.

A két modul használata valamelyest eltér az előző OpenVPN konfigurációt kezelő modultól. Ezek már OO alapelveket követnek, továbbá valamennyivel több funkciót is implementálnak, szélesebb körben vannak használva a programban. Például van implementálva funkció arra, hogy teljesen új adatot tudjunk beszúrni bárhova, erre az OpenVPN szerver kezelő implementációja közben nem volt szükség.

A következőekben két rövid kódrészletet fogok mutatni Apache és nginx esetében is a modulok használatáról. Nginx esetében a következőképp kerül beállításra az SSL egyik beállítása:

```
function module.initSSLForWebsite(webUrl, certDetails)
...
—Redirect unencrypted connections
local blockName = 'if ($scheme != "https")';
local blockStartSchemeIdx = paramsToIdx["block:"..toString(blockName)];
if not blockStartSchemeIdx then
    local blockDeepness = serverNameData.blockDeepness;
    configInstance:insertNewData({"comment" = " Redirect unencrypted
        ↳ connections", blockDeepness = serverNameData.blockDeepness},
        ↳ posStart);
    posStart = posStart + 1;
    configInstance:insertNewData({"blockStart" = blockName, block =
        ↳ serverNameData.block, blockDeepness =
        ↳ serverNameData.blockDeepness, args = {}}, posStart);
    posStart = posStart + 1;
    blockDeepness = blockDeepness + 1;
    configInstance:insertNewData({"paramName" = {data = 'rewrite'},
        ↳ block = blockName, blockDeepness = blockDeepness, args = {{
        ↳ data = "^", {data = "https://$host$request_uri?"}, {data = "
        ↳ permanent"}}}}, posStart);
    posStart = posStart + 1;
    blockDeepness = blockDeepness - 1;
    configInstance:insertNewData({"blockEnd" = blockName, block =
        ↳ serverNameData.block, blockDeepness =
        ↳ serverNameData.blockDeepness, args = {}}, posStart);
    posStart = posStart + 1;
end
...
end
```

A kódrészlet megkeresi a 'if (\$scheme != "https")' blokkot az adott weboldal nginx-konfigurációjában. Ha nem találja meg beszúr egy kommentet, majd azután beszúr egy blokk-kezdést. A blokkba beilleszti a 'rewrite ^ https://\$host\$request_uri? permanent'

parancsot, majd lezárja a blokkot a parancs után. Mindezeket indentálva teszi, így a konfiguráció jól átlátható marad. A beállítás maga azt jelenti, hogy minden HTTP-n keresztüli csatlakozást átirányít HTTPS-re.

A gyakorlatban a 4.2. ábrán látható módon néz ki a beillesztett blokk, az nginx konfigurációjában.

```
# Redirect unencrypted connections
if ($scheme != "https") {
    rewrite ^ https://$host$request_uri? permanent;
}
```

4.2. ábra. A beillesztett blokk

Apache esetében is hasonlóan működik a konfiguráció módosítása. Ott azonban teljesen külön blokkot kell csinálni az SSL konfigurációnak, teljesen új beállításokkal, továbbá a jelenlegi beállítások hozzáfűzésével, ezért az azt beállító kódrészlet hosszabb az nginx-implementációtól. Rövid kódrészlet az Apache SSL beállításából:

```
function module.initSSLForWebsite(webUrl, certDetails)
...
blockDeepness = blockDeepness + 1;
configInstance.insertNewData({
    blockStart = "VirtualHost",
    args = {
        {data = "*:443"}
    },
    blockDeepness = blockDeepness
});
...
configInstance.insertNewData({
    paramName = {data = "Include"},
    args = {
        {data = pathForLetsEncryptApacheConfig, quoteStatus = "d"},
    },
    blockDeepness = blockDeepness
});
...
blockDeepness = blockDeepness - 1;
configInstance.insertNewData({
    blockEnd = "VirtualHost",
    blockDeepness = blockDeepness
});
...
end
```



```
<VirtualHost *:443>
    Include "/etc/letsencrypt/options-ssl-apache.conf"
</VirtualHost>
```

4.3. ábra. A kiragadott példakód által generált konfiguráció

A példakódban a VirtualHost blokk létrehozását láthatjuk, amelybe egy Include beállítás is beszúrásra kerül. Ezután lezárásra kerül a létrehozott VirtualHost blokk. A valóságban azonban az SSL beállítása sokkal több beállítást, paramétert tartalmaz, a példaként szolgáltatott a 4.3. ábra csak a kiragadott példakód funkcionalitását kívánja bemutatni.

4.4. Modulok használata Lua-ban

Az összes modul, továbbá a main.lua-ban található felhasználói interface is különböző modulokat használ fel. Ezeket a modulokat a `require` funkcióval lehet betölteni. A `require` funkció működése hasonló a `dofile` funkcióhoz, azonban két főbb különbség is van köztük.

Az egyik az, hogy a `require` funkció egy megadott path-on belül keresi a betöltendő fájlt, a másik pedig, a `require` funkció nem engedi ugyanazon fájl duplikált betöltését. Tehát ha már egyszer betöltöttünk egy modult, akkor nem tölti be még egyszer teljesen, hanem eltárolja egy táblában a már betöltött fájlt. Ha azonban több virtuális path-ot (például: `?.lua` helyett), nevet használunk ugyanazon fájlra, akkor többször is betöltődnek, mivel más lesz a fájl neve, viszont a tartalom ugyan az marad. [1]

A program kódjában a main.lua-ban van megadva, hogy milyen megadott path mentén keresi meg az adott betöltendő fájlt:

```
package.path = package.path..";modules/?.lua";
```

Ez a sor szimplán hozzáfűzi a package-k betöltésének path-jához a modules mappát.

Emiatt lehetséges az, hogy nem kell a `.lua` extensiont kiírnunk a `require` meghívásaink végén, továbbá, hogy tudunk modulokat betölteni például így:

```
local OpenVPNHandler = require("vpnHandler/OpenVPN");
local linux = require("linux");
```

A `require` funkció a háttérben a megadott fájl kódját futtatja le. Így működik például a `Client` class implementációja az összes modulban is, amelybe be van töltve a config handler, mivel a `Client` tábla globális változó.

Minden fájl egy adott code-scope, azonban a globális változók hozzáférhetőek azokban a modulokban is, amelyek betöltötték az adott modult. Emiatt lehetséges például a lokálisan definiált funkciók, változók szeparációja. Az adott modulok a saját maguk kódjában használják őket, viszont az őt betöltő modulok már nem tudnak hozzáférni ezekhez a funkciókhoz, változókhoz.

Modulok esetében a saját implementációmban egy lokális tábla hozódik létre (tehát alapvetőleg "private" láthatóságú), azonban mégis tudjuk használni azt. Ez azért van, mert a `require` funkció az adott kód lefutási értékét adja vissza. Így lehet akár funkcióval is visszatérni, ami konstruktorként szolgálhat (és az adja vissza a module belső táblát), vagy lehet akár a module táblával is visszatérni. Ha a module tábla nem lokális változó lenne, a modulok implementációi egymással konfliktusba kerülnének.

5. fejezet

Tesztelés

Az elkészült alkalmazás Lua-ban íródott. Legelőször root jogosultságokhoz kell jussunk, akár az `su`, vagy a `sudo` parancs használatával. A program futtatása előtt meg kell győződnünk arról, hogy legalább 5.3-as Lua verzióval rendelkezünk az adott számítógépen.

Ezt így ellenőrizhetjük:

```
# lua -v
Lua 5.4.4 Copyright (C) 1994-2022 Lua.org, PUC-Rio
```

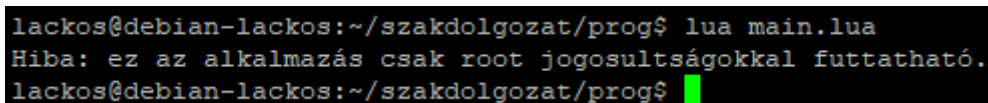
Ha esetleg nem lenne Lua feltelepítve, akkor a következő paranccsal tehetjük meg Debian/Ubuntu esetén:

```
# apt-get install lua5.4
```

Ezután nincs más dolgunk, mint lefuttatni magát az alkalmazást:

```
# lua main.lua
```

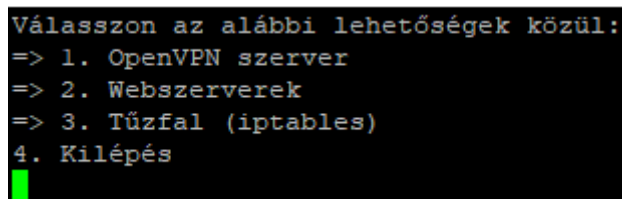
Ha nem rendelkezünk root jogosultságokkal, akkor az alkalmazás hibával tér vissza, ez látható az 5.1. ábrán.



```
lackos@debian-lackos:~/szakdolgozat/prog$ lua main.lua
Hiba: ez az alkalmazás csak root jogosultságokkal futtatható.
lackos@debian-lackos:~/szakdolgozat/prog$
```

5.1. ábra. root jogosultságok hiányára figyelmeztető hiba

A program sikeres lefuttatása után a főmenübe érkezünk, amit megtekinthetünk az 5.2. ábrán.



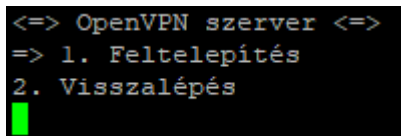
```
Válasszon az alábbi lehetőségek közül:
=> 1. OpenVPN szerver
=> 2. Webszerverek
=> 3. Tűzfal (iptables)
4. Kilépés
```

5.2. ábra. A program főmenüje

A program összes menüjében úgy navigálhatunk, hogy beírjuk a sorszámot (például 1, vagy 1.) és ENTER-t nyomunk. A program törekszik arra, hogy minden instrukciót megadjon a felhasználó számára a használatára vonatkozóan. Ha hibába ütközik, kiírja a hiba kódját, továbbá lehetséges forrását.

5.1. OpenVPN

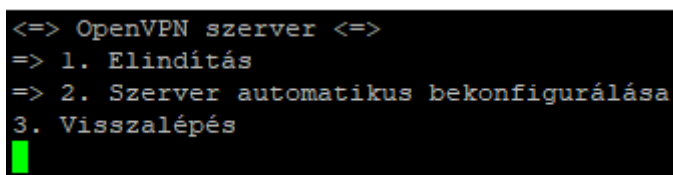
Az OpenVPN menüjébe érve az 5.3. ábrán látható menüpontok jelennek meg eleinte, ha nincs feltelepítve.



```
<=> OpenVPN szerver <=>
=> 1. Feltelepítés
2. Visszalépés
```

5.3. ábra. OpenVPN főmenü - még feltelepítés előtt

Ekkor csak szimplán kiválasztjuk az egyes menüpontot, és feltelepítődik magától az OpenVPN, ekkor frissülni fog a menü az 5.4. ábrán látható módon.



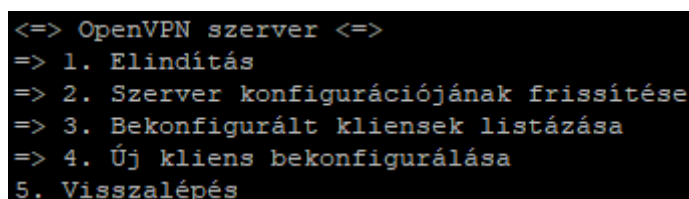
```
<=> OpenVPN szerver <=>
=> 1. Elindítás
=> 2. Szerver automatikus bekonfigurálása
3. Visszalépés
```

5.4. ábra. OpenVPN főmenü - még konfigurálás előtt

5.1.1. Konfigurálás, telepítés után

Konfiguráljuk be a szervert telepítés után. Konfigurálás után a program mappájában létrejön egy openvpn mappa, amely az easyrsa programot tartalmazza. Itt található meg a saját tanúsítványkezelőnk (Certificate Authority-nk), amellyel a kliensek és a szerver tanúsítványát, privát kulcsát kezeli a program.

Konfigurálás után több menüpont is rendelkezésünkre fog állni, ezeket az 5.5. ábrán tudjuk megtekinteni.



```
<=> OpenVPN szerver <=>
=> 1. Elindítás
=> 2. Szerver konfigurációjának frissítése
=> 3. Bekonfigurált kliensek listázása
=> 4. Új kliens bekonfigurálása
5. Visszalépés
```

5.5. ábra. OpenVPN főmenü - telepítés, konfigurálás után

A 3. menüpontban tudjuk megtekinteni a jelenleg már konfigurált klienseinket, további menüpontok nyílnak onnan: vissza tudjuk vonni egy kliens hozzáférését az OpenVPN szerverhez, továbbá ki tudjuk iratni a kliens konfigurációját. A kliens konfigurációja teljesen kimásolható, csak az IP-címet kell átírni benne a saját szerverünk IP-címére. Mindent tartalmaz beágyazva (a certifikátot, kulcsfájlokat, tls-crypt fájlt, satöbbit). Ha egy kliens hozzáférését visszavonjuk, akkor a hozzá generált certifikátok, kulcsok revokeolásra kerülnek, és a kliens neve újra felhasználható lesz.

A 4. menüpontban tudunk új klienst létrehozni, két adatot kér be: a kliens nevét, amellyel azonosíthatjuk és egy jelszót a privát kulcsához. A jelszó megadása biztonsági okokból kötelező. A kliens nevének egyedinek kell lennie, duplikáció nem megengedett.

5.2. Webszerverek

A webszerverek menüjébe érve választhatunk *Apache* és *nginx* között is. A két webserver kezelőfelülete között nincs különbség, teljesen egy kódstruktúrára is épülnek, ezért egyben fogom bemutatni őket. Értelmszerűen ha nincs feltelepítve az adott webserver, akkor az 5.6. ábrán látható módon a telepítést fogja felajánlani.

```
<=> nginx szerver <=>
=> 1. Feltelepítés
2. Visszalépés
```

5.6. ábra. Webszerver főmenü - telepítés előtt

Telepítés után több menüpont elérhető lesz, ez az 5.7. ábrán látható.

```
<=> nginx szerver <=>
=> 1. Leállítás
=> 2. Jelenlegi weboldalak kezelése
=> 3. Új weboldal létrehozása
4. Visszalépés
```

5.7. ábra. Webszerver főmenü - telepítés után

A 2. menüpontban tudjuk kezelni a meglévő weboldalainkat, amint kiválasztottunk egyet, utána további menüpontokhoz jutunk:

- a legelső menüpont a weboldal törlését jelenti, ez kitörli a weboldal konfigurációját és magát a weboldalt tartalmazó `www` mappát is,
- a második menüpont pedig az SSL certificatek certbot általi generálását szolgálja. Több lehetőség is van a certificatek generálására: HTTP-01 challenge, amely egy fájl automatikus elhelyezésével működik; vagy DNS-01 challenge, amelynél a saját névszerverünkénél (DNS szerverünkénél) beállítások módosítására is szükségünk van. A DNS-01-et akkor célszerű választani, ha valamiért a 80-as portot nem tudjuk használni.

A 3. menüpontban tudunk új weboldalakat létrehozni, ehhez magára csak a weboldal címére van szükség. Automatikusan létrehozza a program a weboldal `index.html` fájlját, a weboldal konfigurációját, továbbá a weboldal `www-dirjét`, amely az 5.8. látható *nginx* esetében.

```
lackos@debian-lackos:~/szakdolgozat/prog$ ls -l /home/nginx-www/siteconfigs/
total 4
-rw-r--r-- 1 nginx-www nginx-www 2275 Nov 23 13:59 lszlo.ltd.conf
lackos@debian-lackos:~/szakdolgozat/prog$ ls -l /home/nginx-www/wwwdatas/
total 4
drwxr-xr-x 2 nginx-www nginx-www 4096 Nov 23 13:58 lszlo.ltd
lackos@debian-lackos:~/szakdolgozat/prog$
```

5.8. ábra. Weboldal konfigurációjának helye, weboldal `www-dirje` *nginx* esetén

5.3. iptables

Az iptables menüpontot választva, ha nincs még feltelepítve a frontend, akkor felajánlja a program az 5.9. ábrán látható módon.

```
<=> iptables <=>
=> 1. Feltelepítés
2. Visszalépés
```

5.9. ábra. iptables feltelepítése előtt

Feltelepítés után több menüpont is a szemünk elé tárul, a menüpontok az 5.10. ábrán tekinthetők meg.

```
<=> iptables <=>
=> 1. Nyitott portok
=> 2. Zárt portok
=> 3. Port nyitása
=> 4. Port zárása
=> 5. Kifelé irányuló új megengedett kapcsolat létrehozása
=> 6. Engedélyezett kimenő kapcsolatok
=> 7. Interface alapú togglek
=> 8. OpenVPN NAT setup
9. Visszalépés
```

5.10. ábra. iptables főmenüje

A menüpontok magukért beszélnek. Minden menüpont kiválasztása után felugrik egy interfészt kiválasztó felület, amellyel az adott funkcionalitást leszűkíthetjük egy interfészre. Az interfészválasztás az 5.11. ábrán látható.

```
Válasszon egy interfacet a továbblépés előtt:
=> 1. Összes (mindegyikre vonatkozik egyszerre)
=> 2. enp0s17
3. Visszalépés
```

5.11. ábra. iptables - interface választása

Ha az összes interfészt választjuk, akkor a program szigorúan azt kezeli, amikor egy szabály ténylegesen mindenre érvényes. Ez azt jelenti iptables esetén, hogy nem adunk meg interfészt hozzá (nem adja hozzá manuálisan a program minden egyes interfacehoz az adott szabályt). Ez azt jelenti, hogy az adott szabály az interfészek változása esetén is megmarad.

Érdemes ezt figyelembevenni a program használatakor, mert például a nyitott portok lehet, hogy az "all" (vagyis az összes) interfészre vonatkozóan vannak kinyitva, és így nem mutatja ki másik interfészen való nyitott portok lekérdezésekor.

Port nyitáskor három adatra van szükségünk az interface kiválasztása után: a *protokollra* (tcp/udp/all), a *port számára* és a *bejövő IP-címre*. Ha a bejövő IP-cím üresen marad, bármely IP tud csatlakozni erre a portra.

Port záráskor is három adatra van szükségünk az interface kiválasztása után: a *protokollra* (tcp/udp/all), a *port számára* és a *bejövő IP-címre*. Ha a bejövő IP-cím üresen marad, mindegyik IP le lesz tiltva erről a portról.

Kifelé irányuló új kapcsolat engedélyezésekor is három adat szükséges: a *protokoll* (tcp/udp/all), a *port száma* és a *külső IP-cím*. Ha a port száma üresen marad, akkor a teljes IP-címet engedélyezi kifelé irányuló új kapcsolatként.

A "Nyitott portok", "Zárt portok" és "Engedélyezett kimenő kapcsolatok", továbbá a "OpenVPN NAT setup" menüpont alatt tudjuk ellenőrizni a már meglévő beállításainkat. Ezekben a menüpontokban tudjuk törölni is a már létrehozott szabályokat is.

Az "Interface alapú togglek" menüpontban van két, a működés szempontjából nagyon fontos beállítás: itt lehet beállítani, hogy minden bejövő, vagy kimenő kapcsolat szűrve legyen-e. Ha egy adott portot kinyitunk, és nem tiltjuk le az összes nem engedélyezett bejövő kapcsolatot, akkor a port nyitás szabály jelenleg épp nem lesz effektív (azonban ígyis megmarad a későbbiekre). Szintén ez vonatkozik a kimenő kapcsolatokra is: ha hozzáadunk egy engedélyezett kimenő kapcsolatot, de nem tiltjuk le a nem engedélyezett kimenő kapcsolatokat, akkor a szabály nem lesz effektív.

Az OpenVPN NAT setup menüpontban tudunk NAT-szabályokat létrehozni az OpenVPN szerverünkhöz, ha feltelepítettük és bekonfiguráltuk a program segítségével. Automatikusan felismeri, ha már van létező NAT szabályunk létrehozva, kilistázza azokat és törölni is tudjuk őket.

5.3.1. Minden forgalom átirányítása OpenVPN szerveren keresztül

A NAT bekonfigurálása után, ha minden forgalmat át akarunk irányítani az OpenVPN szerverünkön keresztül a kliens felől, ne felejtsük el a *net.ipv4.ip_forward* flaget beállítani a Linux szerveren. Továbbá a program alapértelmezésként csak kommentként adja hozzá azt az beállítást az OpenVPN szerver konfigurációjához, amely átirányít minden forgalmat a VPN csatornára, ezt kell kikommentelnünk:

```
# nano /etc/openvpn/server_openvpn_serv.conf # ez az alapértelmezett
## elérése az OpenVPN szerver konfigurációnak
```

Maga a beállítás:

```
#push "redirect-gateway def1 bypass-dhcp"
```

A *net.ipv4.ip_forward* flaget pedig a *sysctl.conf* szerkesztésével tudjuk bekapcsolni:

```
# nano /etc/sysctl.conf
# sysctl -p
```

Ha nincs a flag a fájlban, írjuk bele: *"net.ipv4.ip_forward = 1"* ha van, akkor pedig kapcsoljuk be (írjuk át 1-re). A beállítások után újra kell indítani az OpenVPN szerveret.

6. fejezet

Összefoglalás

A dolgozat célja volt, hogy egy olyan Lua nyelvben általam készített eszközt mutasson be és készítsen el, amely könnyebbé teszi GNU/Linux disztribúciókon a szerverüzemeltetést.

Úgy gondolom, hogy ezt a célt sikeresen teljesítettem. Sikerült egy olyan eszköztárat létrehoznom, amely a mindennapokban megkönnyítheti a szerverüzemeltetést azzal, hogy néhány műveletet átvesz a felhasználótól, például: webszerverek kezelését, tűzfal kezelését, OpenVPN szerver kezelését. Véleményem szerint az elkészült implementáció a gyakorlatban is megállja a helyét, éles környezetben, valós feladatok ellátására is használható lenne.

A megvalósítás során sok érdekes (és néhányszor akadályozó) dologgal találkoztam, és habár nem szakdolgozatom során találkoztam először a Lua programozási nyelvvel és a GNU/Linux alapú Linux disztribúciókkal, úgy érzem sikerült a szakdolgozat megírása során a már meglévő tudásomat bővíteni.

Igyekeztem a program implementálása során minőségi és könnyen átlátható kódot létrehozni, amely későbbi továbbfejlesztési lehetőséget hordozhat magában.

Az eredeti tervekhez képest a funkcionalitás kissé elmaradt, azonban úgy gondolom, hogy így is jól használható az elkészült alkalmazás. Lehetne még tovább fejleszteni a programot, például:

- parancssori argumentumok létrehozásával, hogy támogassa az automatizációt. Ennek megfelelően különböző processz visszatérési értékekre lenne szükség,
- a kezelőfelülethez lehetne Terminal UI támogatást létrehozni, hogy méginteraktívabb legyen a program, ezzel például támogathatná az egérek kattintásokat is, és az egyszerűbb navigációt,
- további szerverek támogatásával,
- automatikus logértelmezéssel, olvasással (például connection log, iptables block log, access log),
- OpenVPN webadmin felület implementálásával,
- teljeskörű webadmin felület implementálásával,
- több Linux disztribúció támogatásával (különböző csomagkezelő programok támogatásával),

-
- esetleges Windows OS támogatással. Habár maga az implementáció egyelőre csak Linux disztribúciókhoz készült el, a programozási nyelvnek köszönhetően az elkészült szoftver akár platformfüggetlen lehetne. A jövőben akár ugyanebben a kódbázisban teljesen más platformok támogatását könnyedén lehetővé lehetne tenni.

Úgy gondolom, a felsorolt továbbfejlesztési lehetőségekkel való kibővítéssel akár a jelenleg elérhető népszerű eszközök alternatívája is lehet.

Irodalomjegyzék

- [1] 8.1 – the require function. <https://www.lua.org/pil/8.1.html>. meglekintve: 2023. november 23.
- [2] Access server features overview. <https://openvpn.net/vpn-server-resources/openvpn-access-server-features-overview/>. meglekintve: 2023. november 6.
- [3] Apache http server version 2.4 - configuration files. <https://httpd.apache.org/docs/2.4/configuring.html>. meglekintve: 2023. november 6.
- [4] Apache logo. https://httpd.apache.org/images/httpd_logo_wide_new.png. meglekintve: 2023. november 28.
- [5] Certbot instructions for debian 10. <https://certbot.eff.org/instructions?ws=apache&os=debianbuster>. meglekintve: 2023. november 6.
- [6] chroot man page. <https://man7.org/linux/man-pages/man2/chroot.2.html>. meglekintve: 2023. november 6.
- [7] What comes after 'iptables'? Its successor, of course: 'nftables'. <https://developers.redhat.com/blog/2016/10/28/what-comes-after-iptables-its-successor-of-course-nftables#>. meglekintve: 2023. november 6.
- [8] firewalld man page. <https://firewalld.org/documentation/man-pages/firewall-cmd.html>. meglekintve: 2023. november 6.
- [9] i-mscp website. <https://i-mscp.net/>. meglekintve: 2023. november 6.
- [10] iptables man page - debian. <https://manpages.debian.org/unstable/iptables/iptables.8.en.html>. meglekintve: 2023. november 6.
- [11] Ispconfig blog. <https://www.ispconfig.org/blog/>. meglekintve: 2023. november 6.
- [12] Ispconfig documentation. <https://www.ispconfig.org/documentation/>. meglekintve: 2023. november 6.
- [13] Ispconfig website. <https://www.ispconfig.org/>. meglekintve: 2023. november 6.
- [14] ispcp weboldal. <http://isp-control.net/>. meglekintve: 2023. november 6.

-
- [15] List of common exit codes for gnu/linux. <https://slg.ddnss.de/list-of-common-exit-codes-for-gnu-linux/>. megtekintve: 2023. november 6.
 - [16] Lua about. <https://www.lua.org/about.html>. megtekintve: 2023. május 16.
 - [17] Lua logo. http://www.rozek.de/Lua/Lua-Logo_128x128.png. megtekintve: 2023. november 28.
 - [18] Lua metatables and metamethods (2.4). <https://www.lua.org/manual/5.3/manual.html>. megtekintve: 2023. november 5.
 - [19] Lua oop. <https://www.lua.org/pil/16.html>. megtekintve: 2023. november 5.
 - [20] Luajit. <https://luajit.org/luajit.html>. megtekintve: 2023. május 16.
 - [21] Luajit logo. <https://www.geeks3d.com/public/jegx/2018q2/luajit-logo.jpg>. megtekintve: 2023. november 28.
 - [22] myvestacp website. <https://www.myvestacp.com/#details>. megtekintve: 2023. november 6.
 - [23] netfilter logo. <https://www.netfilter.org/images/netfilter-logo3.png>. megtekintve: 2023. november 28.
 - [24] netfilter news. <https://netfilter.org/news.html>. megtekintve: 2023. november 6.
 - [25] nginx config parser. https://github.com/nginx/nginx/blob/master/src/core/nginx_conf_file.c. megtekintve: 2023. november 6.
 - [26] nginx logo. <https://www.nginx.com/wp-content/uploads/2021/08/NGINX-Part-of-F5-horiz-black-type-1.svg>. megtekintve: 2023. november 28.
 - [27] Object oriented programming. <http://lua-users.org/wiki/ObjectOrientedProgramming>. megtekintve: 2023. május 16.
 - [28] Openvpn logo. https://iconape.com/wp-content/png_logo_vector/openvpn-logo.png. megtekintve: 2023. november 28.
 - [29] Openvpn options parser. <https://github.com/OpenVPN/openvpn/blob/master/src/openvpn/options.c>. megtekintve: 2023. november 6.
 - [30] Reference manual for openvpn 2.4. <https://openvpn.net/community-resources/reference-manual-for-openvpn-2-4/>. megtekintve: 2023. november 6.
 - [31] sol 3.2.3 documentation - benchmarks. <https://sol2.readthedocs.io/en/latest/benchmarks.html>. megtekintve: 2023. november 28.
 - [32] ufw ubuntu page. <https://help.ubuntu.com/community/UFW>. megtekintve: 2023. november 6.

-
- [33] Vestacp docs. <https://vestacp.com/docs/>. megtekintve: 2023. november 6.
- [34] Virtual hosting control system. https://de.wikipedia.org/wiki/Virtual_Hosting_Control_System. megtekintve: 2023. november 6.
- [35] What is iptables? <https://netfilter.org/projects/iptables/index.html>. megtekintve: 2023. november 28.
- [36] What's the difference between snap and apt on linux? <https://raspberrytips.com/snap-vs-apt/>. megtekintve: 2023. november 6.
- [37] Josh. What is openvpn? how it works and when to use it in 2022. <https://www.allthingssecured.com/vpn/faq/what-is-openvpn/>. megtekintve: 2023. május 15.
- [38] Maile McCann and Rob Watts. What is a vpn used for? 9 vpn uses in 2023. <https://www.forbes.com/advisor/business/software/why-use-a-vpn/>. megtekintve: 2023. május 15.
- [39] W3Techs. Usage statistics of web servers. https://w3techs.com/technologies/overview/web_server. megtekintve: 2023. május 15.

Adathordozó használati útmutató

Az adathordozó felépítése egyszerű. Tartalmazza a következő jegyzékeket és fájlokat:

- **latex** jegyzék: Ebben található maga a dolgozat \LaTeX fájljai, benne a fejezetekkel és a mellékletekkel (képekkel).
- **prog** jegyzék: Ez tartalmazza magát a programot. A prog jegyzék felépítése:
 - **openvpn** jegyzék: Ebben található a saját Certificate Authoritynk (EasyRSA), ami mind a kliensek, és a szerver certificate & private key kezeléséért felelős. Runtime hozódik létre, a program használata során.
 - **easy_rsa_install_cache** jegyzék: Runtime hozódik létre, az EasyRSA archívuma található benne.
 - **modules** jegyzék: Itt található maga a program moduljai .lua fájlokban, továbbá ezeken belül is vannak modulokat tartalmazó aljegyzékek.
 - **authenticator.lua** fájl: Certbot használatához szükséges fájl, a DNS-01 challenge implementálásáért felelős.
 - **authenticator.sh** fájl: Egyszerű shell script, amely meghívja az `authenticator.lua` fájlt a Lua interpreterével.
 - **main.lua** fájl: Ez a fájl tartalmazza maga a program kezelőfelületét, továbbá a program implementálása során felmerülő tesztelési kódokat.
- **dolgozat.pdf** fájl: Az elkészült dolgozat PDF formátumban.