VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

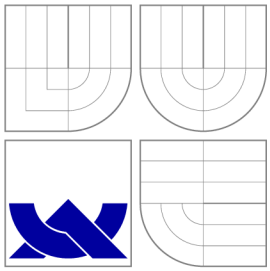
ZDOKONALENÍ INTEGRACE SSSD A SUDO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

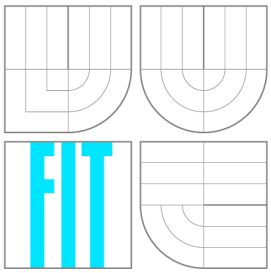
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL ŠRUBAŘ

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

ZDOKONALENÍ INTEGRACE SSSD A SUDO

IMPROVED INTEGRATION OF SSSD AND SUDO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL ŠRUBAŘ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Prof. Ing. TOMÁŠ VOJNAR, Ph.D.

BRNO 2014

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je zlepšení integrace mezi SUDO a SSSD se zaměřením na vylepšení podpory SUDO pravidel uložených na serveru FreeIPA. Zabývá se popisem LDAP SUDO provideru a prezentuje návrh a implementaci IPA SUDO providera. Navržený provider eliminuje nadbytečnou režii překládání SUDO pravidel z IPA SUDO schématu do nativního LDAP SUDO schématu na straně FreeIPA serveru.

Abstract

The purpose of this thesis is to improve integration between SUDO and SSSD with a focus on improved support of SUDO rules stored on an FreeIPA server in the native IPA SUDO scheme. It presents documentation of LDAP SUDO provider and also the design and implementation of a native IPA SUDO provider. The designed provider eliminates an unnecessary overhead of exporting SUDO rules from IPA SUDO schema to native LDAP SUDO scheme on an FreeIPA server.

Klíčová slova

SUDO, nativní LDAP SUDO schéma, IPA SUDO schéma, FreeIPA, SSSD, LDAP SUDO provider, IPA SUDO provider

Keywords

SUDO, native LDAP SUDO schema, IPA SUDO schema, FreeIPA, SSSD, LDAP SUDO Provider, IPA SUDO Provider

Citace

Michal Šrubař: Zdokonalení integrace SSSD a SUDO, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2014

Zdokonalení integrace SSSD a SUDO

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Prof. Ing., Tomáš Vojnar Ph.D.

.....
Michal Šrubař
21. května 2014

Poděkování

Rád bych poděkoval prof. Tomáši Vojnarovi za veškerou poskytnutou pomoc. Dále mému technickému vedoucímu, ing. Jakubu Hrozkovi za trpělivé a velice ochotné vedení. Poděkování patří také komunitám projektů SSSD a FreeIPA za trpělivé zodpovídaní veškerých dotazů a to zejména Pavlu Březinovi.

Obsah

Kapitola 1

Úvod

Tato bakalářská práce popisuje správu bezpečnostních politik s pomocí použití programu SUDO. Popisuje problémy, na které může administrátor narazit při nasazení tohoto řešení v doménovém prostředí. Představuje možná řešení těchto problémů založená na použití technologií FreeIPA a SSSD, které jsou používány v Red Hat Enterprise prostředích. Tato řešení ovšem vykazují určité nedostatky, které tato práce odkrývá. Smyslem této práce je tyto nedostatky identifikovat, navrhnout jejich řešení a tyto řešení implementovat. Od čtenáře je v práci očekávána uživatelská znalost programu SUDO, základních konceptů online adresářů a LDAP protokolu. Práce byla zadána ve spolupráci s firmou Red Hat.

Práce je rozdělena do pěti kapitol. První kapitola popisuje obsah práce. V kapitole 2 jsou popsány problémy, které vznikají při centralizované správě identit a jejich bezpečnostních politik za pomoci programu SUDO. Diskutuje také nad možným řešením v podobě použití serveru FreeIPA a démonu SSSD.

Třetí kapitola se blíže zabývá démonem SSSD. Popisuje jeho architekturu, činnost z pohledu programu SUDO a dokumentuje činnost zásuvných modulů, ipa a ldap, které SUDO provider používá pro zpracování SUDO pravidel na straně klienta. Tento popis byl sestaven na základě experimentování a čtení zdrojových kódů projektu SSSD. Sekce 3.4 poté detailně popisuje hlavní nedostatek v démonu SSSD, na který se tato práce zaměřuje.

Kapitola 4 následně prezentuje návrh, který posloužil k odstranění nedostatku identifikovaného v sekci 3.4.

Poslední kapitola práce poté zhodnocuje dosažené výsledky a diskutuje nad možnostmi pokračování v této práci. Tato práce používá následující konvence:

1. Všechny důležité pojmy jsou vysázeny **tučným písmem**.
2. Nové pojmy jsou vysázeny *kurzivou*.
3. Hodnoty atributu `ipaUniqueID`[1] byly záměrně zkráceny kvůli velikosti textu a obrázků.
4. Všechny názvy souborů, jejich obsahy, uživatelské účty, klíčových slova jazyka C nebo jména identifikátorů jsou vysázeny `strojovým písmem`.

[1] Atribut je blíže popsán v sekci 2.2.1.

Kapitola 2

Správa bezpečnostních politik

Tato kapitola popisuje možnost správy bezpečnostních politik pomocí programu SUDO. Popisuje možné problémy, které mohou nastat při distribuci pravidel, kterými se SUDO řídí a dále LDAP schéma, které SUDO používá pro uložení těchto pravidel v LDAP adresářích. Zabývá se nedostatky, které zmíněné schéma provázejí z pohledu domény a představuje nové schéma projektu FreeIPA, který se tyto nedostatky snaží řešit. Dále popisuje klientského démona SSSD, který je nezbytný pro využití tohoto schématu.

2.1 SUDO

Pomocí programu SUDO má administrátor možnost delegovat oprávnění správce[1] ostatním uživatelům bez nutnosti sdílení hesla správce. Tento program umožňuje uživateli operačního systému spustit jeden příkaz jako jiný uživatel. Ve většině případů je tímto uživatelem právě správce linuxového systému, neboli uživatel *root*, tj. uživatel, který má nejvyšší oprávnění. Jestliže uživatel spustí nějaký příkaz za pomocí programu SUDO, pak není vyzván k zadání hesla správce systému, ale k zadání hesla daného uživatele [1, Sekce 4.4.3.2]. Bezpečnostní politiky, kterými se SUDO řídí, se nazývají SUDO pravidla. Někdy jsou tato pravidla označována jako *sudoers*. Tato pravidla se zapisují jako následující čtveřice:

```
user host_list = ( user_list ) command_list
```

- `user` – specifikuje uživatele nebo skupinu, na kterou bude pravidlo aplikováno,
- `host_list` – reprezentuje seznam koncových systémů,
- `user_list` – (nepovinné) specifikuje, pod kterým uživatelem, má být příkaz proveden
- `command_list` – seznam povolených/zakázaných příkazů.

Jestliže chce správce počítače s doménovým jménem `client.example.cz` dát například uživateli `xsruba03` oprávnění spouštět příkaz `/sbin/fdisk` s právy uživatele `root`, pak musí definovat následující pravidlo:

SUDO pravidla se definují v souboru `/etc/sudoers`. Tento soubor by měl být editován pouze pomocí nástroje **visudo**, který provádí automatickou kontrolu syntaxe. Ve výchozím nastavení se v tomto souboru nachází jediné pravidlo definující práva uživatele root.

[1] uživatele `root`

```
xsruba03 client.example.cz = /sbin/fdisk
```
Obrázek 2.1: Sudo pravidlo.

```
root ALL = ( ALL ) ALL
```

Toto pravidlo dává uživateli root oprávnění spustit jakýkoliv příkaz jako jakýkoliv uživatel na kterémkoliv systému, kde je výše uvedené pravidlo definováno.

2.1.1 Distribuce SUDO pravidel

V rozsáhlejších sítích má administrátor na starost více než jednu koncovou stanici. Každou stanici může použít více než jeden uživatel, který může potřebovat provést úlohu, pro kterou potřebuje vyšší oprávnění. Proto by chtěl správce distribuovat tyto pravidla mezi více počítačů. SUDO ovšem nemá nativní způsob, jak tato pravidla mezi více počítačů distribuovat [2, Kapitola 20]. Spravovat tato pravidla ručně na všech počítačích, které administrátor spravuje, by bylo ovšem velice pracné a časově náročné. Otázkou zůstává jak uvedená pravidla šířit mezi více počítačů. Existuje několik způsobů, jak toho docílit:

1. Ručně distribuovat příslušná pravidla mezi více systémů za použití standardních linuxových nástrojů, jako jsou *cron, scp, rsync, ...* Tento přístup by ovšem mohl být časově náročný a také by nemusel být spolehlivý.

2. Použít speciální nástroje, jako je například *Puppet*[2], který sleduje a automaticky šíří konfigurační soubory.

3. Uložit SUDO pravidla do centralizované databáze.

V souvislosti s bodem 3 se jeví jako výhodné použití adresářů LDAP[3]. Tyto adresáře mohou uchovávat různé typy informací a jsou tak používány organizacemi a institucemi k ukládání informací o jejich zaměstnancích, uživatelích nebo zařízeních jejich počítačových sítí. Jsou charakterizovány jako služba typu „jednou-zapsat-a-mnohokrát-číst“[4]. Jsou optimalizovány pro rychlé čtení a vyhledávání, protože předpokládají, že budou uchovávat informace, které nebudou příliš často modifikovány [3]. SUDO pravidla jsou většinou jednou definována správcem systému a mnohokrát použita uživateli. Uložení SUDO pravidel do LDAP adresáře nabízí následující výhody:

1. Jestliže jsou SUDO pravidla centralizována, pak se správce systému nemusí starat o jejich distribuci. Spravuje pouze jediný soubor s pravidly.

2. Vyhledávání pravidla v LDAP adresáři je rychlejší. Při použití lokálních sudoers[5] musí SUDO přečíst celý soubor `/etc/sudores`. Při uložení pravidel v LDAP adresáři je potřeba pouze několik LDAP dotazů [4].

[2] http://puppetlabs.com
[3] Adresář, ke kterému se přistupuje pomocí LDAP protokolu.
[4] write-once-read-many-times
[5] tj. když jsou SUDO pravidla definována v lokální `/etc/sudoers` souboru

3. Jestliže udělá správce v sudoers souboru chybu, pak se program SUDO nespustí. Do LDAP adresáře není možné uložit data, která nesplňují dané schéma. Správná syntaxe je tedy zaručena. Ovšem stále je možné udělat chybu v uživatelském jménu, příkazu nebo názvu koncového systému.

Nevýhodou centralizované správy může být situace, kdy dojde k výpadku serveru[6], na kterém jsou pravidla uložena. V takovém případě nejsou pravidla pro sudo dostupná a není možné jej využívat. V praxi se tento problém dá řešit replikací nebo cachováním SUDO pravidel.

2.1.2 Nativní LDAP SUDO schéma

LDAP schéma je možno si představit jako množinu pravidel[7], která definují, jaký typ dat je možno v adresáři uchovat a jak klienti nebo server mají s těmito daty pracovat. Skládá se z definice typů atributů a tříd [3, Kapitola 8]. SUDO definuje vlastní schéma, které je použito při vytváření nebo vyhledávání SUDO pravidel. Schéma definuje, které atributy je nutno použít pro uložení prvků[8] SUDO pravidla a třídu, ze které jsou záznamy, reprezentující SUDO pravidla, odvozeny. Tato třída se nazývá „sudoRole“ a její definice vypadá následovně:

```
objectclass (
  1.3.6.1.4.1.15953.9.2.1
  NAME 'sudoRole' SUP top STRUCTURAL
  DESC 'Sudoer Entries'
  MUST ( cn )
  MAY ( sudoUser $ sudoHost $ sudoCommand $ sudoRunAs $
        sudoRunAsUser $ sudoRunAsGroup $ sudoOption $
        sudoNotBefore $ sudoNotAfter $ sudoOrder $ description
      )
)
```

Atribut `sudoUser` specifikuje uživatele, na kterého bude pravidlo aplikováno. Uživatele je možno specifikovat několika způsoby, které popisuje tabulka 2.2. SUDO pravidlo je také možné aplikovat na všechny uživatele, čehož je možno docílit použitím hodnoty `ALL`.

Tabulka 2.2: Popis možných hodnot atributu `sudoUser`.

Možná hodnota atributu	**Příklad**
uživatelské jméno	`xsruba03`
UID	`#9843`
skupina uživatelů	`%3bit`
GID	`%#43`
unixová sítová skupina	`+admins`
non-unixová sítová skupina	`%:finance_dp`
všichni uživatelé	`ALL`

[6] Prvek, na kterém jsou závislé ostatní části systému, je v angl. označován jako „*single point of failure*“.
[7] Zde se nejedná o množinu SUDO pravidel.
[8] Na koho bude pravidlo aplikovatelné, kde, jaké obsahuje příkazy, ...

Jestliže víme, na koho bude pravidlo aplikováno, musíme dále specifikovat, na kterých systémech bude toho pravidlo platné. To specifikuje atribut `sudoHost`, jehož možné hodnoty uvádí tabulka 2.3.

Tabulka 2.3: Popis možných hodnot atributu `sudoHost`.

Možná hodnota atributu	**Příklad**
jméno počítače	`client.example.cz`
IP adresa	`fe80::8a9f:faff:fe0c:b989`
adresa sítě	`192.168.1.0/24`
sítová skupina	`+servers`
kterýkoliv počítač	`ALL`

Posledním atributem pro sestavení SUDO pravidla, jehož možné hodnoty popisuje tabulka 2.4, je atribut `sudoCommand`. Ten specifikuje, který unixový příkaz má uživatel povolen/zakázán spouštět. Je také možné specifikovat konkrétní parametry daného příkazu.

Tabulka 2.4: Tabulka popisující možné hodnoty atributu sudoCommand.

Možná hodnota atributu	**Popis**
povolený příkazzakázaný příkaz	`/sbin/blkid /dev/sda1`
zakázaný příkaz	`!/sbin/fdisk`
všechny příkazy	`ALL`

SUDO příkaz je možné spustit, jako jiný uživatel než `root`. Specifikovat uživatele popř. skupinu, pod kterou bude moct daný příkaz provést, specifikují atributy `sudoRunAsUser` a `sudoRunAsGroup`. Ve starších verzích programu SUDO byl také používán atribut `sudoRunAs`. Ten už se dnes ovšem nedoporučuje používat a považuje se za „zastaralý“[9].

K SUDO pravidlu je také možno specifikovat různé volby, které například určují, jak bude vypadat řetězec, který požádá uživatele o zadání hesla, specifikovat zda bude heslo vůbec požadováno, a mnoho dalších. Všechny tyto volby je možné definovat pomocí atributu `sudoOption` [5, Sekce SUDOERS OPTIONS].

Schéma SUDO pravidel dále definuje atributy `sudoNotBefore` a `sudoNotAfter`, které je možno použít pro časově závislá pravidla. Pomocí těchto atributů je možné specifikovat, po jakou dobu bude pravidlo validní, např. po dobu pracovní doby od 7:00 do 15:00. Tyto atributy ovšem aktuálně nejsou FreeIPA serverem používána a proto se jimi dále nebudeme zabývat.

Posledním definovaným atributem SUDO pravidel je atribut `sudoOrder`. Ten představuje číselnou hodnotu, která je použita v situaci, kdy bude možno aplikovat více než jedno pravidlo. Vždy bude vybrán záznam s větší hodnotou tohoto atributu. To odráží chování „poslední shody“ lokálního sudoers souboru. Předpokládejme, že soubor `/etc/sudoers` obsahuje pouze následující dvě pravidla:

```
xsruba03 ALL=NOPASSWD: /sbin/blkid /dev/sda1
xsruba03 ALL=NOPASSWD: !/sbin/blkid /dev/sda1
```

[9] deprecated

V tomto případě uživatel `xsruba03` nebude mít oprávnění spustit příkaz `blkid`. Jestliže ovšem uvedená pravidla prohodíme, pak uživatel **bude mít** oprávnění tento příkaz spustit. Pořadí, v kterém jsou SUDO pravidla definována, má tedy výrazný vliv na chování programu SUDO. LDAP protokol ovšem negarantuje pořadí, ve kterém jsou přijaty jednotlivé záznamy, tj. SUDO pravidla [6][3, Kapitola 3, Sekce Maintaining Order]. Vychází to z předpokladu, že jak záznamy, tak jednotlivé atributy jsou definovány jako množina. Proto bylo nutné definovat atribut, pomocí kterého je možné řadit jednotlivá pravidla.

Záznam ekvivalentního suda pravidla pro pravidlo 2.1 by v LDAP adresáři vypadal tak, jak jej popisuje obrázek 2.1.

Záznam sudo pravidla na LDAP serveru

dn: cn=rule1,ou=SUDOers, $DC
cn: **rule1**
description: Simple rule allowing user xsruba03 to run fdisk command.
sudoUser: **xsruba03**
sudoHost **client.example.cz**
sudoCommand: **/sbin/fdisk**

Obrázek 2.1: Příklad záznamu SUDO pravidla v LDAP adresáři.

Detailní popis nativního LDAP SUDO schématu je možné nalézt v manuálových stránkách `sudoers.ldap` nebo v oficiálním manuálu [4].

2.1.3 Integrace identit a politik

Pod pojmem *identita* je možno si představit objekt, u kterého nás zajímá jeho jednoznačná identifikace. V linuxovém prostředí se typicky jedná např. o uživatel nebo počítač. Většina administrátorů spravujících prostředí o desítkách a více uživatelů chce spravovat identity centrálně. LDAP adresáře jsou pro tento účel tedy velice využívány. Ve Windows prostředích je možno použít řešení *Active Directory*, *FreeIPA*[10] pak v linuxových prostředích. Na tyto servery je nativní LDAP SUDO schéma nahrát a začít tak SUDO pravidla spravovat centrálně. Přístup ke správě identit a bezpečnostních politik pomocí LDAP adresáře a nativního SUDO schématu má ovšem několik nevýhod:

- Nativní LDAP SUDO schéma je pevně dané a není možné jej modifikovat. Záznamy, které neodpovídají tomuto schématu SUDO neumí zpracovat.
- Pravidla je možno definovat pouze pomocí příkazového řádku, popř. pomocí souborů v LDIF[11] formátu.
- V případě, že se uživatel ocitne bez připojení k serveru, který spravuje SUDO pravidla, pak není možné SUDO použít (případně lze pracovat pouze s lokálními pravidly definovanými v souboru `/etc/sudoers`).

Jako největší nevýhodu lze ovšem považovat nulovou integraci mezi existujícími identitami v adresáři a bezpečnostními politikami. Jestliže se administrátor rozhodne spravovat

[10] Free Identity, Policy and Audit
[11] LDAP Data Interchange Format

jak identity tak bezpečnostní politiky těchto identit centrálně, pak by chtěl, aby tyto entity byly vzájemně propojeny. Toho ovšem není možné, s použitím nativního LDAP SUDO schématu, dosáhnout. Při použití nativního schématu se při definici SUDO pravidel není možné odkazovat na již administrátorem vytvořené identity, tj. například uživatele nebo počítače. Při špatné konfiguraci zde také vzniká problém s překrytím uživatelů. Předpokládejme, že se na unixovém systému nachází uživatel `xsruba03` a zároveň je stejný uživatel definován i v LDAP adresáři, který administrátor používá pro správu uživatelů. Poté nastává problém zjistit, na kterého uživatele má být sudo pravidlo aplikováno. Toto je jeden z problémů, které se snaží řešit projekt FreeIPA, kterým se zabývá následující sekce.

2.2 FreeIPA

Kvůli efektivitě a jednoduché správě se IT administrátoři snaží spravovat identity centrálně a zároveň spojovat identity s autentizačními a autorizačními politikami. V linuxových prostředích existuje mnoho protokolů pro různé služby. Je možné například využít NIS[12] nebo Kerberos+LDAP[13] pro správu identit a jejich autentizaci nebo pouze LDAP pro správu SUDO pravidel. Žádné z těchto služeb ovšem nejsou nijak propojeny a zároveň všechny musí být spravovány lokálně. Administrátor tedy musí mít potřebné znalosti všech těchto služeb a protokolů, aby je dokázal správně používat a dané služby spravovat.

Projekt FreeIPA, zkráceně jen IPA, se zaměřuje na správu identit a jejich politik. Je postaven nad existujícími nativními linuxovými aplikacemi a standardizovanými protokoly. Definuje doménu, ve které se vyskytují servery, klienti a vzájemně mezi sebou sdílí centrálně spravované služby. Poskytuje jakousi obálku nad standardizovanými síťovými službami, jako jsou PAM[14], LDAP, Kerberos, DNS[15], NTP[16] nebo certifikační služby. Jeho hlavní úlohou je spravovat všechny tyto služby na jednom místě. IPA navíc umožňuje synchronizaci dat s Active Directory. Neumí ovšem Windows klienty spravovat.

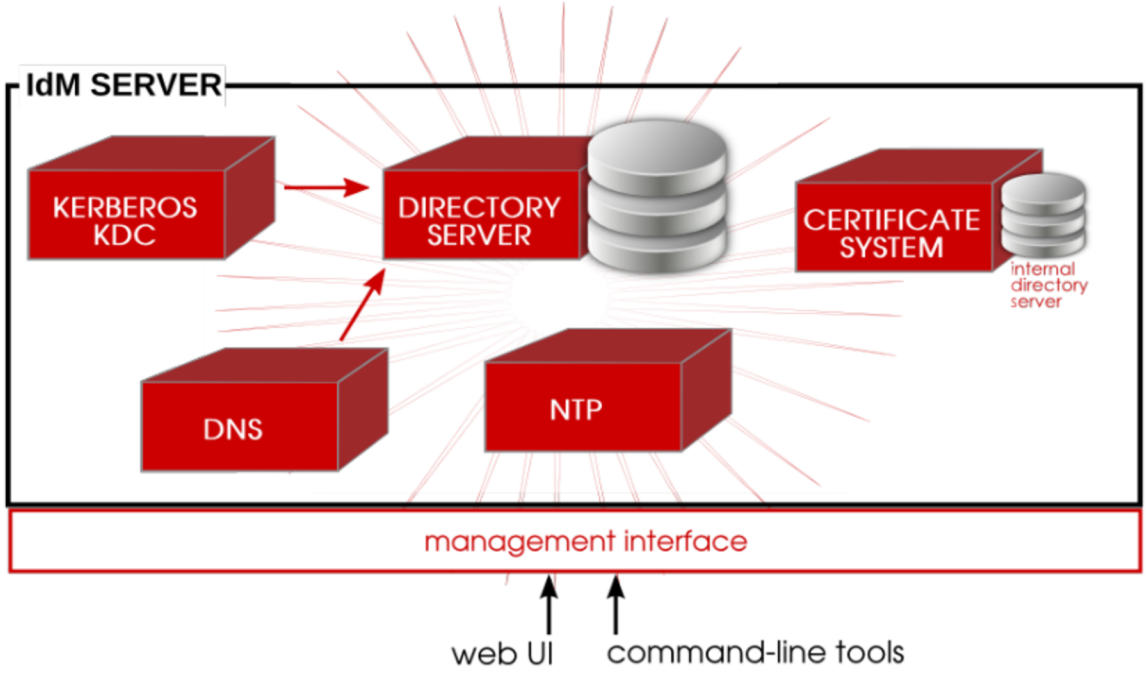
Jako úložiště veškerých dat IPA používá LDAP adresář[17]. Pro autentizaci je použit protokol Kerberos, který využívá symetrickou kryptografií pro generování *tiketů*, které jsou používány namísto klasických hesel. Jako certifikační autoritu, která zajišťuje vystavování certifikátů serverům, replikám nebo klientů, IPA používá *Dogtag Certificate System*[18]. Služby jako Kerberos jsou závislé na doménových jménech a časových razítkách. Proto IPA slouží také jako DNS a NTP server [2, Kapitola 1].

S ohledem na vytyčené cíle této bakalářské práce nás dále bude zajímat pouze jakým způsobem IPA server SUDO pravidla ukládá a jak jsou zpracována na straně klienta.

2.2.1 IPA sudo schéma

Sekce 2.1.3 popisovala problémy, které mohou nastat při použití nativního LDAP SUDO schématu z pohledu domény. Toto schéma sice může být nahráno na IPA server, ale neposkytuje žádné propojení s již existujícími objekty dané domény. Z těchto důvodů se vývojáři projektu FreeIPA rozhodli vytvořit vlastní schéma pro ukládání SUDO pravidel. Nově navržené schéma umožňuje lepší integraci s již existujícími objekty s konkrétními pravidly.

[12] Network Information Service
[13] Lightweight Directory Access Protocol
[14] Pluggable Authentication Modules
[15] Domain Name System
[16] Network Time Protocol
[17] The 389 Directory Server, http://directory.fedoraproject.org
[18] http://pki.fedoraproject.org/wiki/PKI_Main_Page



Obrázek 2.2: FreeIPA sjednocuje standardní služby [2].

Umožňuje také daleko flexibilnější a jednodušší konfiguraci. Uživatel zde již dále není dále specifikován pouze jako řetězec znaků, ale jako odkaz na již existující objekt dané domény.

Pro vyjádření vztahu mezi jednotlivými záznamy se v adresářích obecně používají jedinečná jména záznamů adresáře [7, Kapitola 1]. Pro tyto jména bude dále používáno označení ***DN***[19]. Jestliže se tedy atribut `user` odkazuje na záznam, s informacemi o uživateli, bude hodnota tohoto atributu tvořena právě DN daného záznamu. IPA SUDO schéma definuje novou třídu pro SUDO pravidla, jejichž definice vypadá následovně:

```
## Object class for SUDO rules
objectClasses: (
  2.16.840.1.113730.3.8.8.1
  NAME 'ipaSudoRule'
  SUP ipaAssociation
  STRUCTURAL
  MAY ( externalUser $ externalHost $ hostMask $ memberAllowCmd $
        memberDenyCmd $ cmdCategory $ ipaSudoOpt $ ipaSudoRunAs $
        ipaSudoRunAsExtUser $ ipaSudoRunAsUserCategory $
        ipaSudoRunAsGroup $ ipaSudoRunAsExtGroup $
        ipaSudoRunAsGroupCategory $ sudoNotBefore $
        sudoNotAfter $ sudoOrder
      )
  X-ORIGIN 'IPA v2'
)

objectClasses: (
```

[19] Distinguished Name

```
  2.16.840.1.113730.3.8.4.6
  NAME 'ipaAssociation'
  ABSTRACT
  MUST ( ipaUniqueID $ cn )
  MAY ( memberUser $ userCategory $ memberHost $ hostCategory $
        ipaEnabledFlag $ description
      )
  X-ORIGIN 'IPA v2'
)
```

Třída `ipaSudoRule` dědí atributy třídy `ipaAssociation`. Každý záznam, popisující konkrétní SUDO pravidlo, obsahuje jedinečný identifikátor (`ipaUniqueID`), který je automaticky generován serverem FreeIPA, své jedinečné jméno (`cn`) a dále může obsahovat atributy specifikující samotné pravidlo.

Obecně v záznamech SUDO pravidel na IPA serveru platí, že `member*` atributy, např. `memberUser` nebo `memberAllowCmd`, obsahují DN již existujících objektů IPA domény. Pro objekty, které jsou definovány mimo IPA doménu, se používají `external*` atributy, např. `externalUser` nebo `externalHost`. Speciální případy, kdy je například SUDO pravidlo aplikovatelné na kteréhokoliv uživatele nebo počítač specifikují `*Category` atributy, např. `userCategory` nebo `cmdCategory`.

Uživatele, na kterého bude pravidlo aplikovatelné, je možné specifikovat pomocí tří atributů. Příklady hodnot těchto atributů popisuje tabulka 2.5. Jak je možné odvodit z prvního řádku této tabulky, záznamy uživatelů IPA domény se nacházejí v kontejneru `cn=users,cn=accounts,$DC`[20]. Pomocí atributu `externalUser` je také možné vytvořit SUDO pravidlo aplikovatelné na uživatele, který není členem IPA domény. Tento uživatel ovšem musí být členem jiné domény, např. domény spravované pomocí Active Directory, a mezi touto a IPA doménou musí být vytvořena vzájemná důvěra, tzv. *trust*. Popis, jak toto propojení mezi doménami funguje nebo jak jej vytvořit, je ovšem nad rámec této bakalářské práce.

Tabulka 2.5: Atributy specifikující uživatele SUDO pravidla.

Jméno atributu	**Hodnota atributu**
`memberUser`	`uid=xsruba03,cn=users,cn=accounts,$DC`
`userCategory`	`all`
`externalUser`	`xsruba04`

Identitu, pod kterou bude příkaz spuštěn, je možné specifikovat pomocí `ipaSudoRunAs*` atributů. Zde je možné specifikovat jak konkrétní identitu, tak i skupinu identit. Stejným způsobem, pomocí atributů `memberHost`, `hostCategory` a `externalHost`, je definován počítač, na který bude pravidlo aplikováno. Zde je navíc definován atribut `hostMask`, pomocí kterého je možné specifikovat počítač, popř. skupinu počítačů, pomocí IP adresy nebo adresy sítě. Tento atribut ovšem v praxi není využíván.

Poslední množinou, kterou je nutno specifikovat pro vytvoření kompletního pravidla, jsou příkazy. IPA SUDO schéma přináší novou vlastnost a tou jsou **skupiny příkazů**. Jak záznamy příkazů, tak záznamy skupin příkazů jsou v **samostatných** kontejnerech a

[20] Domain Controller

jsou definovány pomocí jiných tříd. Atributy a příklady možných hodnot, těchto atributů, popisuje tabulka 2.6.

Tabulka 2.6: Atributy specifikující SUDO příkaz.

Jméno atributu	**Hodnota atributu**
`memberAllowCmd`	`cn=dics,cn=sudocmdgroups,cn=sudo,$DC`
`memberDenyCmd`	`ipaUniqueID=41e9a39c,cn=sudocmds,cn=sudo,$DC`
`cmdCategory`	`all`

Kromě skupin příkazů přináší nové schéma další výhodu a to povolování/zakazování pravidel. Jestliže administrátor spravuje SUDO pravidla pomocí LDAP serveru, pak pravidla, která jsou v adresáři definována, budou vždy použita. Pokud by chtěl administrátor, například z důvodu testování, nějaké pravidlo dočasně zakázat, musel by jej z adresáře odstranit. Třída `ipaAssociation` definuje atribut `ipaEnableFlag`. Pomocí tohoto atributu je možné libovolné pravidlo dočasně povolit nebo zakázat bez nutnosti jeho odstranění z adresáře.

Sudo pravidla jsou tedy na IPA serveru uložena v kontejneru `cn=sudo,$DC`. Zde jsou ovšem dále dělena do dalších tří kontejnerů. Toto rozdělení popisuje tabulka 2.7.

Tabulka 2.7: Rozmístění SUDO pravidel na IPA serveru.

Obsah kontejneru	**Kontejner**
kompletní sudo pravidla	`cn=sudo,$DC`
sudo pravidla	`cn=sudorules,cn=sudo,$DC`
příkazy	`cn=sudocmds,cn=sudo,$DC`
skupiny příkazů	`cn=sudocmdgroups,cn=sudo,$DC`

Záznam ekvivalentního suda pravidla pro pravidla 2.1 a 2.1 v novém IPA SUDO schématu popisuje obrázek 2.3.

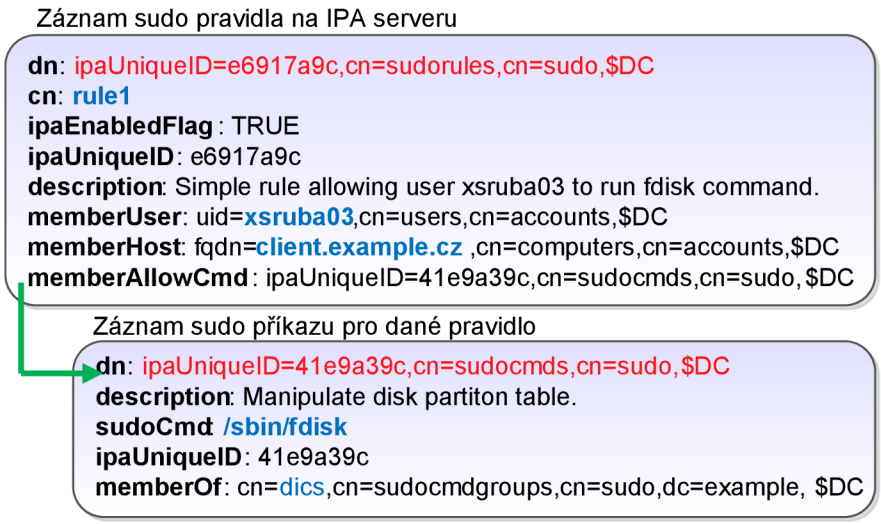
Každý záznam na IPA serveru má také **operační** atribut entryUSN[21]. Hodnota tohoto atributu reprezentuje čas poslední změny záznamu. Aktualizaci této hodnoty provádí *USN plugin* při každé změně daného záznamu. Tento plugin poskytuje způsob, který umožňuje informovat IPA klienty o **modifikaci** jakéhokoliv záznamu [8, Sekce 3.4].

LDAP schémata, která používá FreeIPA server je na nainstalovaném IPA serveru možné nalézt v adresáři `/etc/dirsrv/slapd-instance_name/`. Detailní popis tříd a atributů pro definici SUDO pravidel na IPA serveru je možné nalézt v souboru `65sudo.ldif`. Schémata, která používá FreeIPA server, je možné najít také na přiloženém CD, viz Příloha A.

Definice SUDO pravidel

Další výhodou, kterou přináší FreeIPA, je snadnější definice pravidel. SUDO pravidla na IPA serveru je možné definovat dvěma způsoby a to pomocí **webového rozhraní** a jednak pomocí utilit příkazového řádku `ipa sudorule*`. Podrobnější popis s příklady, jak definovat pravidla ve webovém rozhraní nebo pomocí příkazového řádku, je možné nalézt například v oficiální dokumentaci[22]. Při správě pravidel v LDAP adresáři bylo nutné pravidla vytvářet

[21] Entry Update Sequence Number
[22] Red Hat Enterprise Linux 6 Identity Management Guide



Obrázek 2.3: Příklad záznamu SUDO pravidla na IPA serveru.

textově a ručně je do adresáře přidávat. Webové rozhraní zde tedy administrátorovi velice zjednodušuje práci.

2.3 System Security Services Daemon

Jestliže se administrátor rozhodne spravovat identity a jejich politiky centralizovaně, např. pomocí technologií LDAP+Kerberos, musí provést konfiguraci NSS[23] a PAM a použít správné moduly pro tuto podporu. Například modul `nss_pam_ldapd` pro přístup k identitám a autentizacím na LDAP serveru nebo modul `pam_krb5` pro Kerberos autentizaci. Správná konfigurace může být pro běžného uživatele ovšem velice složitá a navíc, i po správné konfiguraci, zde zůstávají důležité nedostatky tohoto řešení:

1. Jakmile je uživatelský počítač odpojen od sítě, pak se uživatel nemůže přihlásit. Uživatel to pak řeší např. separátním uživatelským účtem.

2. Jestliže se uživatel připojuje do více domén zároveň, každá může potencionálně používat jiný způsob autentizace a ověřování oproti jiným serverům. Bylo by tedy nutné provést novou konfiguraci.

3. Při použití mnoha technologií je potřeba provádět konfiguraci více souborů.

Tyto nedostatky řeší projekt SSSD, který poskytuje přístup k různým zdrojům, které spravují identity, jejich autentizaci a politiky. Identity a jejich autentizace tak může být spravována např. pomocí technologií LDAP+Kerberos, FreeIPA nebo Active Directory. Je možné jej použít pouze pro přístup k SUDO pravidlům spravovaných centrálně pomocí LDAP adresáře. Další výhodou je, že umožňuje uživateli připojení do více domén zároveň. Jestliže klient střídá prostřední např. mezi prací a školou, nemusí stále měnit složitou konfiguraci. SSSD přináší také offline podporu a cachování, kdy informace o identitách nebo např.

[23] Name Service Switch

sudo pravidla jsou ukládána do cache paměti, která se nachází na disku počítače. Tyto informace je tedy možné využívat i v situacích, kdy se klient ocitne bez připojení k síti a to vše je možné nakonfigurovat pomocí jediného konfiguračního souboru `/etc/sssd/sssd.conf`.

Jestliže se administrátor rozhodne spravovat SUDO politiky pomocí IPA serveru, pak u všech klientů musí být démon SSSD dostupný. Použití SSSD pro přístup k SUDO politikám, uložených na vzdáleném serveru, má oproti přístupu pomocí ldap pluginu následující hlavní výhody:

- **Offline podpora**: SSSD si ukládá všechna přijatá pravidla do své cache paměti. Jestliže dojde k odpojení klienta od sítě, pak může stále používat tato uložená pravidla.
- **Lepší výkon**: Každé zavolání SUDO utility způsobí jeden nebo více LDAP dotazů na server, kde jsou daná pravidla uložena. V kombinaci s pomalou sítí nebo zatíženým serverem to může znamenat značné zpomalení v případech, kdy uživatel potřebuje použít program SUDO vícekrát za sebou. SSSD si uloží pravidla do cache paměti a při spuštění programu SUDO se pravidla hledají nejprve v cache paměti. Dalším zpomalením u ldap pluginu může být situace, kdy používá SUDO více uživatelů najednou. V takovém případě se vytváří několik LDAP spojení, zatímco SSSD používá pouze jediné spojení s LDAP serverem

SSSD také podporuje nativní LDAP SUDO schéma. Je tedy možné jej nastavit tak, aby získával SUDO pravidla z LDAP serveru. V takovém případě získá uživatel jednak offline podporu, ale také možnost ukládání těchto pravidel do cache paměti. Konfigurace SSSD pro tento účel je popsána v manuálové stránce `sssd-sudo`[24] a některé konfigurační volby také v `sssd-ldap`[25].

Aktualizace SUDO pravidel v cache paměti

SSSD provádí tři typy aktualizací SUDO pravidel ve své cache paměti. Smyslem těchto aktualizací je zachovat přesnost pravidel a zároveň redukovat počet dotazů na server. SUDO, ve spojení s LDAP adresářem, pracuje vždy s aktuálními pravidly, protože se dotazuje LDAP adresáře při každém spuštění. SSSD se dotazuje LDAP serveru pouze v případě, kdy dané pravidlo v cache paměti již není validní. Aktualizace se poté snaží reflektovat stav SUDO pravidel na serveru v cache paměti SSSD.

S ohledem na vytyčené cíle této práce nás ovšem dále bude SSSD zajímat pouze z pohledu programu SUDO, tj. jakým způsobem SSSD sudo pravidla zpracovává na straně klienta.

[24] http://jhrozek.fedorapeople.org/sssd/1.11.5/man/sssd-sudo.5.html
[25] http://jhrozek.fedorapeople.org/sssd/1.11.5/man/sssd-ldap.5.html

Kapitola 3

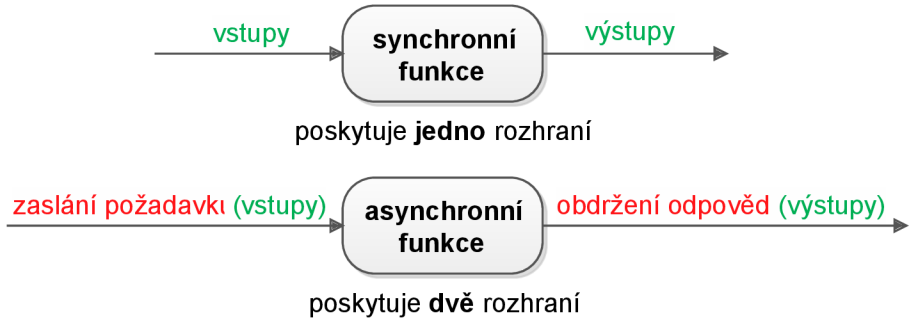
SSSD a SUDO provider

SSSD používá pro alokaci dynamické paměti hierarchický alokátor *talloc* [9] namísto standardního systémového volání *malloc*. Nepoužívá imperativní ani OOP[1] paradigma, ale naopak událostmi řízené paradigma[2] programování.

U imperativního nebo OOP paradigmatu programování se při provádění programu postupuje od shora dolů. To ovšem u událostmi řízeného paradigmatu neplatí. Programy reagují na události a tyto události poté určují, která část programu bude vykonávána. Takový program se poté nachází ve dvou stavech:

1. čeká na událost, nebo
2. provádí obsluhu této události.

Synchronní funkce poskytují programátorovi pouze jedno rozhraní, přes které je možno specifikovat vstupní parametry funkce a získat výsledek dané funkce. Naproti tomu asynchronní funkce, pomocí kterých je možno realizovat výše zmíněné události, poskytují rozhraní dvě. Jedno pro předání parametrů funkci a získání výsledků a druhé pro zaslání samotného požadavku a uvědomění programátora o dokončení asynchronní události. Funkce, která je zavolána jako výsledek asynchronní funkce, se nazývá zpětné volání neboli tzv. *callback*. Tato rozhraní zobrazuje obrázek 3.1.



Obrázek 3.1: Rozhraní synchronních a asynchronních funkcí.

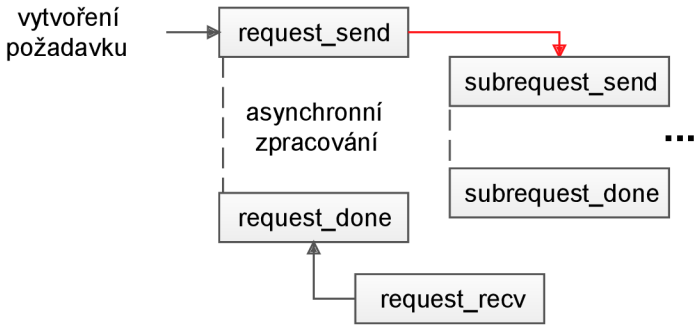
[1] Object-oriented programming
[2] Event-driven Programming Paradigm

SSSD používá pro vytváření událostí knihovnu *tevent* [10], která implementuje asynchronní funkce pomocí tzv. *tevent requests*. Jejich grafické znázornění popisuje obrázek 3.2 a s tím je spojena následující konvence:

- S událostí jsou spojena privátní data, která mají příponu `_state`.
- Funkce, která provádí asynchronní volání má, příponu `_send`.
- Funkce, která bude vyvolána v okamžiku dokončení události, má příponu `_done`.
  - V této funkci je možné získat výsledky asynchronní operace pomocí volání funkce s příponou `*_recv`.

Tuto konvenci je vhodné striktně dodržovat, protože čitelnost asynchronního kódu je obecně složitější. Použití správného stylu zápisu kódu zlepšuje čitelnost a pomáhá programátorovi si lépe představit, v jakém pořadí se bude kód vykonávat.

Při vytváření události je nejprve třeba vytvořenou událost spojit s ní privátní data. Knihovna tevent pro alokaci dynamické paměti používá rovněž knihovnu talloc. Asynchronní funkci je možné zavolat pomocí funkce „request_send“, jméno funkce je možné si zvolit libovolně, např. `ldap_query_send`. Poté probíhá asynchronní provádění programu. V okamžiku kdy bude událost označena jako dokončená, např. pomocí funkce `tevent_req_done()`, nastane zpětné volání tj. funkce „request_done“. V této funkci je možné zpracovat výsledky dané události a následně ji odstranit.



Obrázek 3.2: Příklad grafického zobrazení asynchronní funkce.

Volání asynchronních funkcí je možné do sebe také zanořovat. Jedna asynchronní operace tak může volat jinou. Jelikož jsou s každou událostí spojena privátní data, bylo by nutné tato data při ukončení zanořené události uvolnit. Privátními daty ovšem může být komplexní struktura, potenciálně obsahující ukazatele na další struktury. Z tohoto důvodu používá knihovna tevent pro alokaci paměti rovněž alokátor talloc, který veškerá data zanořených asynchronních funkcí alokuje hierarchicky. Při dokončení první události, tj. té, která volala další asynchronní funkce, je poté najednou uvolněna veškerá přidělená paměť, tj. také veškerá paměť, která byla přidělena všem zanořeným událostem.

Knihovna tevent je také využívána ve spojení s knihovnami OpenLDAP[3] a DBUS[4], které obaluje. Tyto knihovny byly obaleny právě proto, aby mohly být využity jako výše zmíněné „tevent requests“.

[3] www.openldap.org
[4] dbus.freedesktop.org

3.1 Architektura SSSD

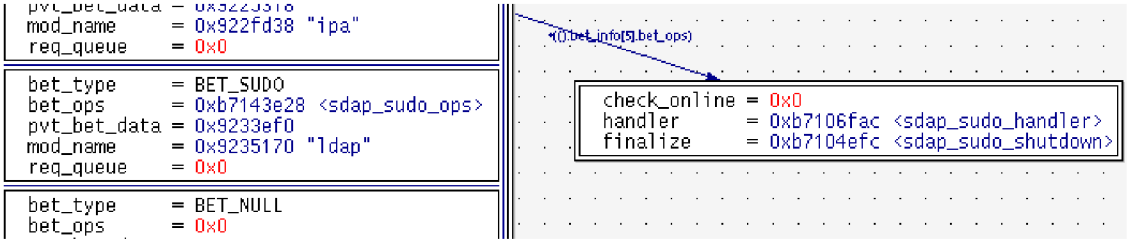
SSSD se skládá z několika komponent. Hlavním procesem je zde *Monitor*, který je rodičem všech ostatních procesů. Stará se o to, aby ostatní procesy zůstaly aktivní, detekuje síťové změny a informuje o nich ostatní procesy.

Další komponentou jsou tzv. *respondeři*. Jsou to procesy, které přijímají požadavky od klientských aplikací, jako jsou např. `sudo`, `id` nebo `getent`, a vracejí odpovědi na tyto požadavky. Smyslem těchto procesů je vrátit, za pomoci cache paměti, co nejrychleji odpověď na dotaz, který jím klientská aplikace zaslala. Proto by měly provádět co nejméně algoritmicky náročných operací a v podstatě pouze číst a předávat data z cache paměti SSSD. Komunikují tedy pouze s cache pamětí nebo poskytovali dat, ale nikdy nekomunikují se vzdáleným serverem. V následujícím textu bude pro každý takový proces používán výraz **responder**.

Veškerou práci spojenou s komunikací se vzdáleným serverem, zpracování výsledků a jejich uložení do cache paměti by měl zajistit konkrétní *provider*. Který provider bude použit pro kterou službu je možné nastavit v konfiguračním souboru `sssd.conf`. Například `id_provider` specifikuje, který provider SSSD použije pro zjišťování informací o identitách. Informace o SUDO pravidlech poté poskytuje SUDO provider. Každý provider může používat jiný zásuvný modul. Například provider identit může použít *ldap plugin* pro přístup k identitám uložený v LDAP adresáři, *ad plugin* pro identity spravované technologií Active Direcetory. Pro SUDO providera je možné použít pluginy *ldap* a *ipa*. Informaci o tom, které pluginy jsou konkrétními providery podporovány, je možné nalézt v manuálové stránce `sssd.conf`[5]. Jestliže mluvíme o LDAP SUDO providerovi, pak máme namysli ldap plugin, pomocí kterého přistupuje SUDO provider k SUDO politikám na vzdáleném serveru.

S pomocí SSSD může být jedna stanice připojena do více domén zároveň. Pro každou doménu je vytvořen samostatný proces, který danou doménu reprezentuje. Takový proces je nazýván *backend*. Backend používá providery pro komunikaci se vzdálenými servery.

Každý backend má ve své interní struktuře ukazatel na pole `bet_info`, které obsahuje informace o providerech, které daný backend používá. Každá položka tohoto pole je tvořena strukturou `bet_info`. Ta obsahuje např. jméno pluginu, který se má pro daný provider použít, ukazatel na privátní data nebo ukazatel na strukturu `bet_ops`, kde se nachází ukazatel na funkci, kterou volají respondeři, pokud chtějí danému providerovi zaslat nějaký požadavek. Jméno této funkce má v SSSD obecně příponu *_handler* a takto bude označována i v následujícím textu. Položku pole `bet_info`, pro SUDO providera používající ldap plugin, zobrazuje obrázek 3.3.



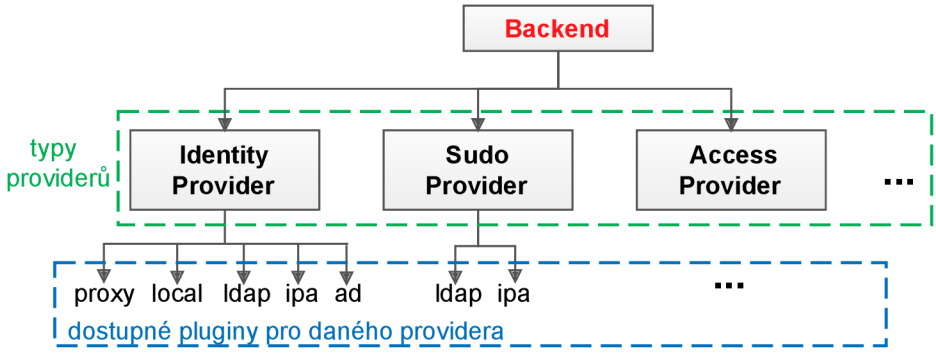
Obrázek 3.3: Položka pole `bet_info` pro SUDO.

Každý backend také používá svou cache paměť. Do této paměti zapisuje pouze daný backend a respondeři z ní mohou data pouze číst. Pro tuto cache je použita transakční

[5] http://jhrozek.fedorapeople.org/sssd/1.11.5/man/sssd.conf.5.html

LDB[6] databáze, což je zjednodušená vezre LDAP adresáře. I když tato databáze přesně neodpovídá LDAP standardu, disponuje podobným API[7], které například při vyhledávání v této databázi umožňuje využít stejnou syntaxi filtrů jako u LDAP dotazů. Tato cache paměť se často označuje také jako *sysdb*. Toto označení bude také používáno v následujícím textu.

Respondeři komunikují s providery skrze backend dané domény zasíláním SBUS zpráv. Jestliže responder nenajde hledaná data v sysdb, pak pošle konkrétnímu providerovi zprávu, aby je aktualizoval. Provider tento požadavek provede a upozorní respondera na to, že byla cache paměť aktualizována.



Obrázek 3.4: Typy providerů a jejich pluginů.

3.2 SSSD z pohledu programu SUDO

Předpokládejme, že jak informace o identitách, tak jejich autentizaci a bezpečnostních politikách, tj. sudo pravidlech, jsou uloženy na vzdáleném serveru, na klientském počítači je nainstalován démon SSSD a klient je členem jediné domény. Uživatel, s uživatelským jménem `xsruba03`, chce zobrazit obsah souboru `/etc/shadow`. K tomu ovšem potřebuje vyšší oprávnění a proto se rozhodne použít program SUDO. V tomto okamžiku musí SUDO provést následující tři úlohy:

1. zjištění informací o uživatelském účtu,
2. autentizace daného uživatele,
3. získání SUDO pravidel.

3.2.1 Zjištění informací o uživateli

Pro zjištění informací o uživatelském účtu použije SUDO funkce standardní knihovny jazyka C, tj. `getpwend()`, popř. `getgrouplist()`, které poté volají knihovnu NSS. Ta je dynamicky načítána aplikacemi, které potřebují komunikovat s SSSD. Získávání informací o uživatelích je velice častá operace, proto má tato knihovna svojí cache paměť, která se označuje jako

[6] http://ldb.samba.org/
[7] Application programming interface

tzv. *fast cache*, která není součástí SSSD. Jesliže NSS ve své cache paměti daného uživatele nenajde, pošle dotaz, na tohoto uživatele, NSS responderu, což je jeden z procesů SSSD.

NSS responder se nejprve podívá do sysdb, jestliže zde daného uživatele nalezne, vrátí jej zpět knihovně NSS. V opačném případě pošle požadavek provideru identit, aby provedl aktualizaci cache paměti, který kontaktuje vzdálený server, aktualizuje cache paměť SSSD a upozorní o tom NSS respondera, který poté vrátí informace o uživateli zpět NSS knihovně a ta je předá programu SUDO.

3.2.2 Autentizace uživatele

Jestliže má SUDO informace o uživateli, pak musí provést autentizaci tohoto uživatele, kterou prování knihovna PAM, která nemá vlastní cache paměť a posílá tak požadavek přímo PAM responderu. Ověření poté probíhá podobným způsobem jako u NSS respondera. PAM responder ovšem žádá o aktualizaci cache paměti providera, který zajišťuje autentizaci[8] a navíc znovu provádí ověření daného uživatele oproti vzdálenému serveru.

3.2.3 Získání SUDO pravidel

Jestliže autentizace uživatele proběhla úspěšně, pak přichází na řadu SUDO responder, který nejprve hledá požadované pravidlo v cache paměti. Jestliže se v cache paměti nachází a je stále validní, pak nastává tzv. *cache hit.* a pravidlo je vráceno programu SUDO.

Jestliže hledané pravidlo v cache paměti není validní, pak je provedena jeho aktualizace, tj. ověření zda se na serveru stále nachází a zároveň proběhne aktualizace všech ostatních pravidel, která již nejsou nadále validní. Aktualizaci sysdb provádí SUDO provider, který zajistí vyhledání potřebných pravidel na vzdáleném serveru, jejich zpracování a uložení zpět do sysdb. Po aktualizaci se SUDO responder opět dotáže cache paměti na požadované pravidlo. Tento průběh také zobrazuje schéma 3.5, které předpokládá, že uživatelské jméno již bylo ověřeno a proběhla také autentizace.

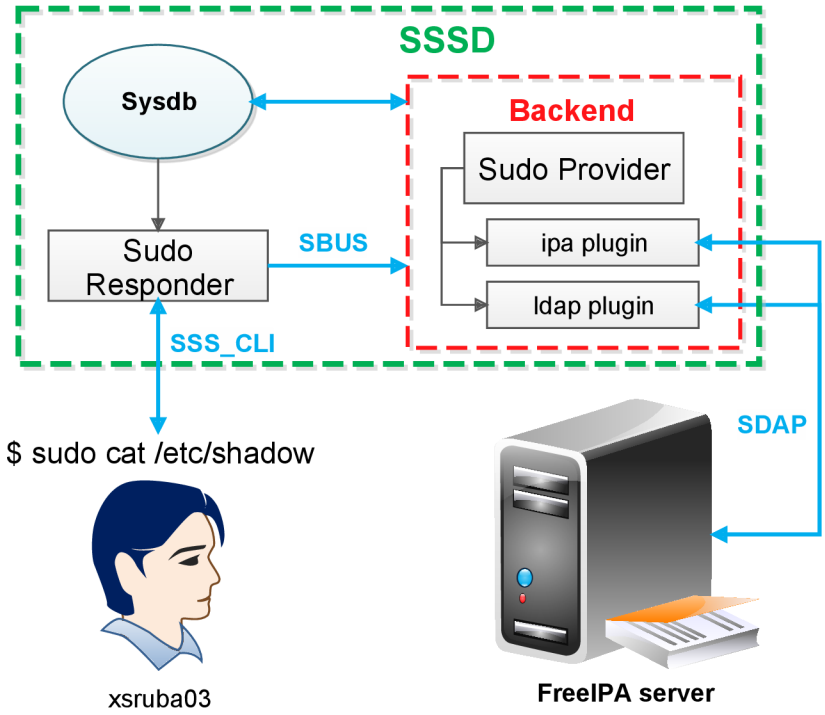
Jestliže, po druhém dotazu do cache paměti, není požadované pravidlo nalezeno, pak neprobíhá jeho další vyhledání na vzdáleném serveru. Pokud se ovšem dané pravidlo na serveru opravdu nachází, pak je nutné restartovat démona SSSD, nebo počkat na provedení některé z průběžných aktualizací, které jsou průběžně plánovány. Tuto funkcionalitu blíže popisuje sekce 3.3.2.

3.3 LDAP SUDO Provider

SUDO provider provádí veškerou práci při komunikaci s LDAP serverem. Pomocí volby `sudo_provider` v konfiguračním souboru `sssd.conf` je možno určit, který zásuvný modul bute tento provider používat. Na výběr jsou zásuvné moduly „ldap“ nebo „ipa“[9]. Tato sekce popisuje funkcionalitu zásuvného modulu ldap, který je nutno použít, máme-li sudo pravidla uložena na LDAP serveru v nativním LDAP SUDO schématu. Tento modul provádí stažení, zpracování a uložení těchto pravidel do sysdb. Skládá se z několika modulů, které jsou uvedeny na obrázku 3.6 a popsány v následujících sekcích.

[8] v `sssd.conf` volba `auth_provider`

[9] `sudo_provider=ldap` nebo `sudo_provider=ipa`



Obrázek 3.5: SUOD a SUDO responder.

3.3.1 Inicializace ldap modulu

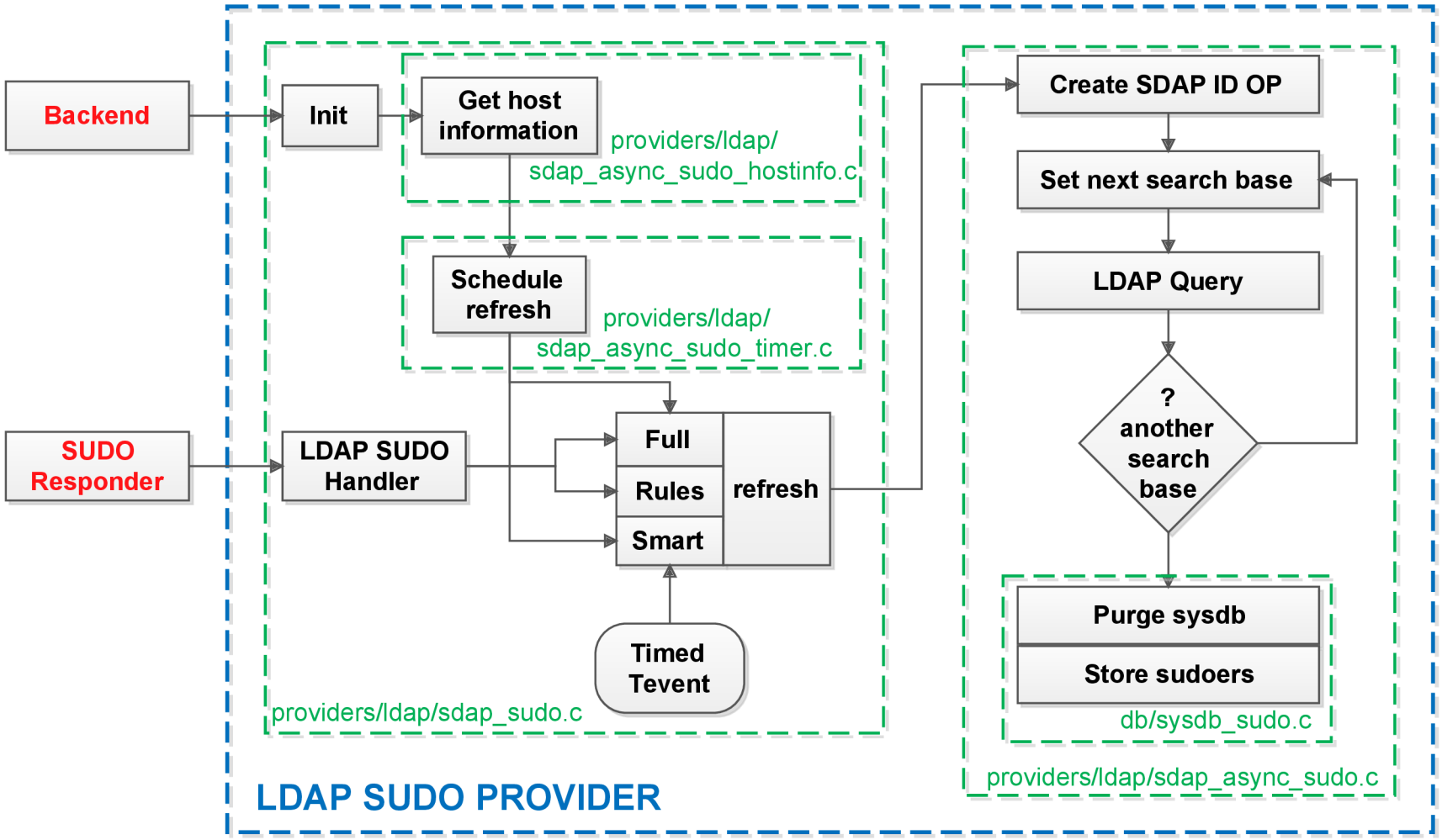
Inicializaci zajišťuje modul `sdap_sudo.c`, který dále používá modul `sdap_async_sudo_host-info.c` pro získání všech jmen a IP adres daného počítače, která jsou získávána pomocí systémového volání `gethostname()`. Jestliže je již jméno počítače specifikováno jako FQDN[10], pak již další vyhledávání neprobíhá. V opačném případě se tento modul pokusí získat FQDN pomocí asynchronního volání `resolv_gethostbyname_send()`. I když jsou IP adresy a jméno počítače získávána automaticky, je možné je specifikovat přímo v `sssd.conf` pomocí voleb `ldap_sudo_hostnames` a `ldap_sudo_ip`. Použitím těchto voleb je možné stahovat i taková SUDO pravidla, která nejsou aplikovatelná na klientský počítač, což je používáno převážně pro testování. Tento modul je na obrázku 3.6 možné najít, jako blok „Get host information“.

Modul `sdap_sudo.c` dále provádí inicializaci interních struktur LDAP SUDO providera a nastavení handleru, tj. inicializaci struktury `bet_info` jak popisuje sekce 3.1. Jsou zde také definovaný funkce, které nastavují parametry pro provádění průběžných aktualizací, které jsou dále popsány v sekci 3.3.3.

3.3.2 Plánování aktualizací

Součástí inicializace je také nastavení plánování průběžných a úplných aktualizací, které zajišťuje modul `sdap_async_sudo_time.c`, který je na obrázku 3.6 zobrazen jako blok „*Schedule Refresh*“. Jak často budou tyto aktualizace prováděny je možné ovlivnit v `sssd.conf`

[10]Fully Qualified Domain Name



Obrázek 3.6: Schéma popisující celkovou funkcionalitu modulů LDAP SUDO providera.

pomocí voleb `ldap_sudo_full_refresh_interval` a `ldap_sudo_smart_refresh_interval`.

Při spouštění SSSD by mohla nastat situace, kdy stihne uživatel spustit program SUDO ještě před provedením aktualizace. V takovém případě by SUDO nefungovalo správně, jelikož by se v sysdb nenacházela žádná pravidla, za předpokladu, že se na serveru nějaká pravidla nacházejí. Proto je při každém spuštění SSSD provedena kompletní aktualizace SUDO pravidel.

Plánování aktualizací je realizováno pomocí časových událostí knihovny tevent a implementační detaily je možné nalézt ve funkci `sdap_sudo_setup_periodical_refresh()`.

3.3.3 Aktualizace SUDO pravidel

Všechny tři typy aktualizací využívají modul `providers/ldap/sdap_async_sudo.c`, který provádí samotné stažení a uložení SUDO pravidel do sysdb. Funkcionalitu tohoto modulu je možné ovlivnit pomocí parametrů, které jsou mu předány. Parametry mohou být například LDAP a SYSDB filtry, které se mají použít. Předpřipravení parametrů pro konkrétní aktualizace provádějí následující funkce:

- `sdap_sudo_full_refresh_send()` pro kompletní aktualizaci,
- `sdap_sudo_smart_refresh_send()` pro průběžné aktualizace,
- `sdap_sudo_rules_refresh_send()` pro aktualizaci pravidel.

Úplná aktualizace

Tento typ aktualizace provede smazání všech pravidel z cache paměti a stažení všech pravidel ze serveru. SUDO provider pro ni používá LDAP filtr 3.1 Tento i všechny následující filtry se řídí syntaxí specifikovaou dokumentem RFC2254 [11], jsou pouze doplněny bílými znaky pro lepší čitelnost.

```
(&(objectClass=sudoRole)
  (|(!(sudoHost=*))
    (sudoHost=ALL)
    (sudoHost=hostname.domain)(sudoHost=hostname)
    (sudoHost=IPv4)(sudoHost=IPv4/netmask)
    (sudoHost=IPv6)(sudoHost=IPv6/netmask)
    (sudoHost=+*)
    (|(sudoHost=*\\*)
      (sudoHost=*?*)
      (sudoHost=*\**)
      (sudoHost=*[*]*)
)))
```

Obrázek 3.1: Filtr, který vyhledá sudo pravidla na serveru.

Filtr 3.1 vyhledá všechna SUDO pravidla, která jsou aplikovatelná na klientský počítač. Jméno počítače (`hostname` a `hostname.domain`) a IP adresy jsou získány při inicializaci. Filtr také zachytí všechna pravidla aplikovatelná na jakoukoliv síťovou skupinu počítačů [11], protože nemá informaci o tom, ve kterých síťových skupinách se počítač nachází.

[11] `(sudoHost=+*)`

Před uložením stažených pravidel jsou nejprve ze sysdb odstraněny **všechna** SUDO pravidla pomocí filtru 3.2. Až poté je zahájena transakce pro uložení nově stažených pravidel.

```
(objectClass=sudoRule)
```

Obrázek 3.2: Filtr, který z cache paměti odstraní všechny sudo pravidla.

Úplná aktualizace se neprovádí velmi často, protože při velkém množství pravidel generuje velký síťový provoz. Provádí se pouze při spuštění SSSD, při detekci změny pravidel na serveru nebo periodicky s menší frekvencí než průběžné aktualizace. Při zachování výchozího nastavení se tento typ aktualizace provádní každých 6 hodin. V manuálnových stránkách a v kódu SSSD je možné tento typ aktualizace najít jako „*full refresh*“.

Průběžná aktualizace

Smyslem průběžných aktualizací je periodicky stahovat taková pravidla, která jsou na serveru nově přidána nebo byla od poslední aktualizace modifikována. Pro detekci modifikovaných pravidel se, při průběžných aktualizacích, využívá USN plugin a jeho `EntryUSN` atribut, viz USN plugin prezentovaný v sekci 2.2.1.

Předpokládejme příklad, kdy je na klientském počítači spuštěno SSSD a tento počítač má parametry, které specifikuje tabulka 3.1.

Tabulka 3.1: Parametry počítače.

Doménové jméno:	`client1.example.cz`
IPv4 adresa:	`192.168.0.2`
IPv6 adresa:	`fe80::a00:27ff:fe71:1191`

Předpokládejme dále, že v sysdb již máme stažená nějaká pravidla a nejvyšší hodnota atributu `EntryUSN`, která se mezi pravidly nachází, je **9270**. SUDO provider by vytvořil LDAP dotaz, který by použil LDAP filtr 3.3, který by vyhledal všechna pravidla, jejichž hodnota atributu `entryUSN` je větší než 9270.

```
(&(&(objectclass=sudoRole)
    (entryUSN>=9270)(!(entryUSN=9270))
  )
  (|(!(sudoHost=*))
    (sudoHost=ALL)
    (sudoHost=client1.example.cz)(sudoHost=client1)
    (sudoHost=192.168.0.2)(sudoHost=192.168.0.0/24)
    (sudoHost=fe80::a00:27ff:fe71:1191)(sudoHost=fe80::/64)
    (sudoHost=+*)
    (|(sudoHost=*\\\\*)
      (sudoHost=*?*)
      (sudoHost=*\\**)
      (sudoHost=*[*]*)
    )
))
```

Obrázek 3.3: Filtr, který vyhledá nově přidaná pravidla.

Při průběžných aktualizacích z cache paměti nejsou mazána žádná pravidla, dochází pouze k přidávání pravidel, jestliže se na serveru vyskytují novější pravidla. Smyslem tohoto typu aktualizace je stahovat taková pravidla, která mají na IPA serveru větší hodnoty `entryUSN` atributů, než největší známá hodnota v sysdb.

V manuálových stránkách a v kódu SSSD je možné tento typ aktualizace vyhledat jako „*smart refresh*“.

Aktualizace pravidel

Tento typ aktualizace je proveden při každém spuštění programu SUDO a zajistí aby uživatel nedostal větší oprávnění než je definováno. Jestliže se v sysdb při spuštění programu SUDO nachází nějaká pravidla, která již nejsou platná[12], pak se provede jejich aktualizace.

Předpokládejme například situaci, kdy aktualizaci provádí opět počítač, jehož parametry specifikuje tabulka 3.1 a v sysdb již nejsou validní pravidla **rule1** a **rule2**. Nejprve se provede vyhledání těchto pravidel na serveru. Pro LDAP dotaz bude vytvořen filtr 3.4. Jakmile budou potřebná pravidla stažena, provede se nejprve odstranění neplatných pravidel z cache paměti. Pro vyhledání těchto pravidel v sysdb použije SUDO provider filtr zobrazený na obrázku 3.5. Nově stažená pravidla poté budou uloženo do sysdb.

```
(&(&(objectClass=sudoRole)
     (|(cn=rule1)
       (cn=rule2)
     )
   )
   (|(!(sudoHost=*))
     (sudoHost=ALL)
     (sudoHost=client1.example.cz)
     (sudoHost=client1)
     (sudoHost=192.168.0.2)
     (sudoHost=192.168.0.0/24)
     (sudoHost=fe80::a00:27ff:fea1:b983)
     (sudoHost=fe80::/64)
     (sudoHost=+*)
     (|(sudoHost=*\\\\*)
       (sudoHost=*?*)
       (sudoHost=*\\**)
       (sudoHost=*[*]*)
     )
   )
)
```

Obrázek 3.4: Filtr, který na serveru vyhledá neplatná pravidla z sysdb.

[12] Čas po kterém se pravidla v cache paměti stanou neplatná, je možno nastavit v `sssd.conf` pomocí volby `entry_cache_sudo_timeout`, viz. manuálová stránka `sssd.conf`

```
(&(objectClass=sudoRule)
  (|(cn=test4)
    (cn=test5)
  )
)
```

Obrázek 3.5: Filtr, pro odstranění neplatných pravide z cache paměti.

Aktualizace pravidel, která jsou stále platná, se neprovede a neprovede se ani aktualizace právě vyvolaného pravidla, za předpokladu, že je stále platné. V manuálnových stránkách a v kódu SSSD se tento typ aktualizace označuje jako „*rules refresh*“.

3.3.4 Asynchronní modul

Modul `providers/ldap/sdap_async_sudo.c` je nejdůležitější částí LDAP SUDO pluginu, který provádí asynchronní stažení a uložení SUDO pravidel do sysdb. Jeho asynchronní činnost popisuje obrázek 3.7. Modul je využíván všemi, výše zmíněnými, typy aktualizací. Konkrétní typ aktualizace nejprve nastaví své parametry, jako např. LDAP a SYSDB filtry a poté zavolá funkci `sdap_sudo_refresh_send()`. V této funkci proběhne kontrola nastavených parametrů, zda je klient stále připojen k síti a jestliže ano, pak proběhne inicializace LDAP spojení. Nové LDAP spojení se vytvoří pouze v případě, kdy SSSD ještě k danému serveru není připojeno. Ve funkci `sdap_sudo_load_sudoers_send()` jsou vytvořeny parametry pro LDAP dotaz, jako např. pole požadovaných atributů. Funkce `sdap_sudo_load_sudoers_next_base()`, pomocí asynchronního volání SDAP API, posílá LDAP dotaz pro získání záznamů o sudo pravidlech. V okamžiku kdy je tato asynchronní událost dokončena, zavolá se funkce `sdap_sudo_load_sudoers_process()`. Jestliže jsou sudo pravidla uložena v LDAP adresáři v nativním LDAP SUDO schématu, pak je možné mít pravidla rozmístěna ve více kontejnerech.

Poté je nutné provést vyhledání pravidel ve všech těchto kontejnerech, v okamžiku kdy budou stažena všechna pravidla je zavolána funkce `sdap_sudo_refresh_load_done()`, která se postará o modifikaci sysdb a zahájení transakce, která uloží nově stažená pravidla do cache paměti, čímž bude ukončen konkrétní typ aktualizace, který tento modul použil.

3.3.5 Uložení SUDO pravidel do sysdb

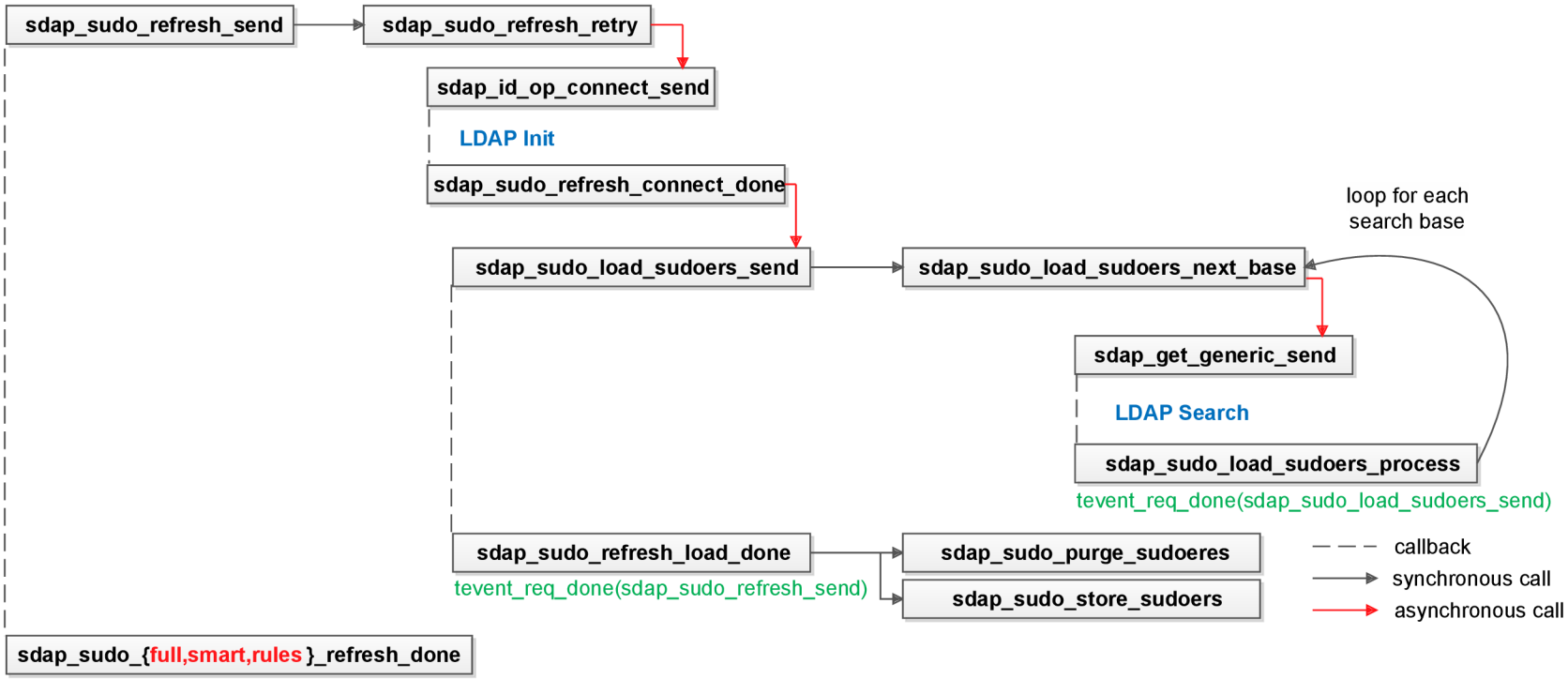
Veškerou práci s cache pamětí zajišťuje modul `sysdb_sudo.c`. Před samotným uložením pravidel jsou v sysdb nejprve vyhledány a následně odstraněny všechny záznamy, které odpovídají SYSDB filtru pro konkrétní typ aktualizace. Při ukládání SUDO pravidel se každému pravidlu přidá atribut **dataExpireTimestamp**[13]. Jeho hodnota reprezentuje čas, kdy daný záznam stane neplatným. Zároveň je získána nejvyšší hodnota USN, která ovšem není uložena v cache paměti společně s pravidly, ale v interních strukturách providera identit.

3.3.6 LDAP SUDO Handler

Jestliže SUDO responder nenajde daná pravidla v sysdb, pak zašle SBUS požadavek přes SUDO handler danému providerovi. Jestliže SUDO používá LDAP jako provider plugin [15], pak se zavolá funkce `sdap_sudo_handler()`. Tato funkce, která se také označuje jako

[13] aktuální čas (v době ukládání) + hodnota volby `entry_cache_sudo_timeout`, viz. man `sssd.conf`[14]

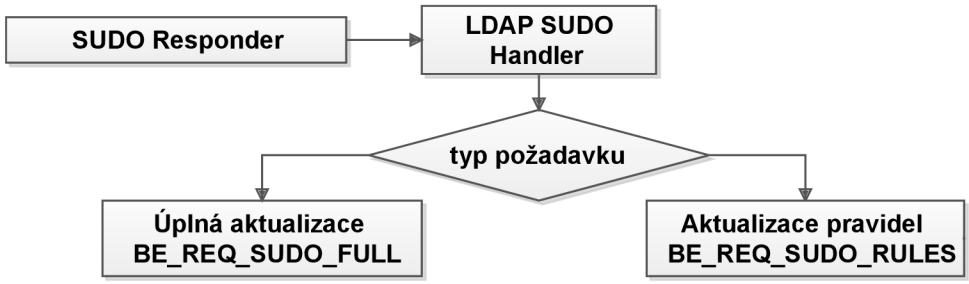
[15] `sudo_provider=ldap`



Obrázek 3.7: Schéma událostí asynchroního modulu `providers/ldap/sdap_async_sudo.c`.

„Handler“ se nachází v interní struktuře backendu, viz Sekce 3.2, a její definici je možné najít v modulu `sdap_sudo.c`.

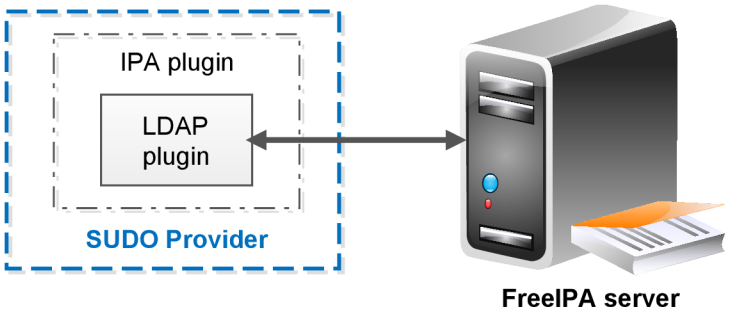
LDAP SUDO provideru je přes handler, při spuštění programu SUDO, předán typ aktualizace, který po něm SUDO respoder žádá a pravidla, která chce SUDO responder aktualizovat. SUDO responder může požádat o úplnou aktualizaci, nebo o aktualizaci pravidel, která již v sysdb nejsou nadále platná. Tuto situaci zobrazuje obrázek 3.8.



Obrázek 3.8: LDAP SUDO Handler.

3.4 IPA SUDO provider

Pro SUDO providera je možné použít také ipa modul[16], jestliže jsou SUDO pravidla uložena na IPA serveru. Problém ovšem je, že SSSD nedisponuje IPA modulem pro SUDO providera, který by podporoval IPA SUDO schéma. Současná implementace tohoto modulu je pouze obálka pro ldap modul. Tento stav je zachycen na obrázku 3.9. Samotný LDAP modul rovněž nepodporuje IPA SUDO schéma a neumí tedy SUDO pravidla v tomto formátu zpracovat. LDAP modul umí zpracovat pouze pravidla, která odpovídají nativnímu LDAP SUDO schématu.

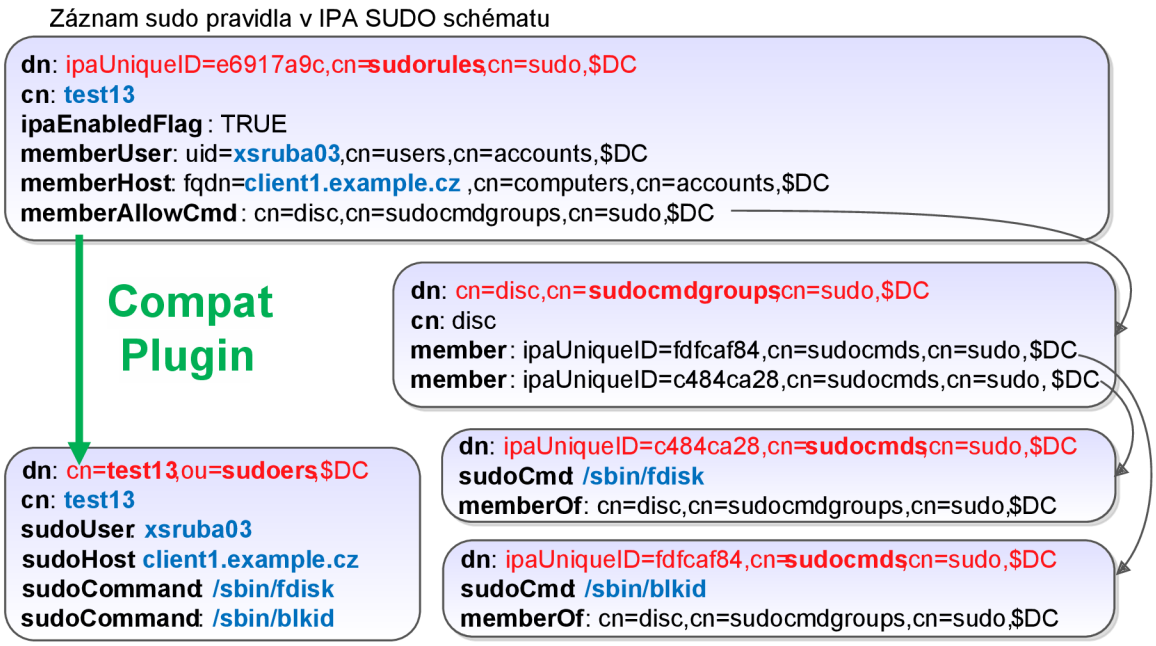


Obrázek 3.9: Současná implementace IPA SUDO modulu.

Pro podporu SUDO pravidel v IPA SUDO formátu využívá současná implementace SSSD tzv. *compat plugin*. Tento plugin běží na serveru FreeIPA a zajišťuje překlad SUDO pravidel z IPA SUDO schématu do LDAP SUDO schématu. Funkcionalita compat pluginu

[16] `sudo_provider=ipa`

je zobrazena na obrázku 3.10. Překlad samotný probíhá při každém vytvoření nebo modifikaci SUDO pravidla. Takto přeložená pravidla se poté na serveru nacházejí v kontejneru `ou=SUDOers,$DC`.



Obrázek 3.10: Překlad SUDO pravidel provádí na IPA serveru compat plugin.

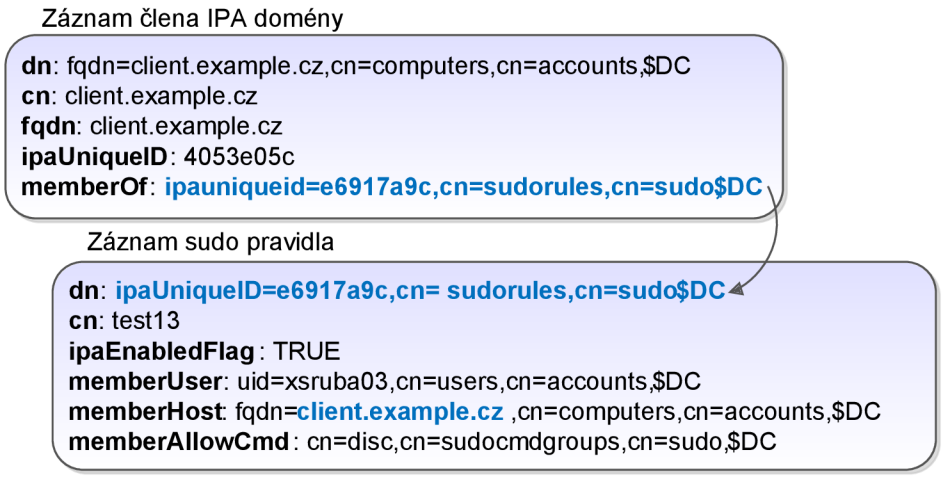
SUDO pravidla jsou tedy na serveru uložena dvakrát, i když v jiných schématech. Za předpokladu, že by SSSD mělo podporu pro nativní IPA SUDO schéma, byla by odstraněna režie compat pluginu. To znamená, že by nadále nebylo nutné provádět překlad **všech** SUDO pravidel. Překlad by byl přenesen ze serveru na klienta. To by znamenalo překlad pouze těch pravidel, která jsou aplikovatelná pro daného klienta. Cílem této bakalářské práce je právě odstranění této režie a implementace IPA SUDO pluginu, který bude zajišťovat podporu nativního IPA SUDO schématu. Návrhem nativního IPA SUDO providera se zabývá kapitola 4.

3.5 Dereferenční dotaz

LDAP dotaz umožňuje získat záznam, popř. množinu záznamů z LDAP adreáře. Jestliže se nějaký atribut, z těchto záznamů, odkazuje na jiné záznamy, tj. hodnota některého z atributů obsahuje DN jiného záznamu v adresáři, pak pro získání těchto záznamů je nutné vytvořit nový dotaz. Tato situace je zobrazena na obrázku 3.11.

Chování API knihovny OpenLDAP je možné měnit pomocí tzv. „*controls*“. Chování funkce `ldap_search_ext()` je možné modifikovat takovým způsobem, že bude možné získat nejenom požadované záznamy, ale také atributy ze záznamů, na které se daný záznam odkazuje. SDAP rozhraní tuto funkcionalitu poskytuje programátorovi skrze asynchronní rozhraní `sdap_deref_search_send()`. Server ovšem musí tento typ „controls“ podporovat[17].

[17] supportedControl: 1.3.6.1.4.1.4203.666.5.16



Obrázek 3.11: Příklad záznamu, jehož atributy se odkazují na jiný záznam.

U Active Directory se tato technika označuje jako *Attribute Scope Queries*.[18]

[18] http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa746418%28v=vs.85%29.aspx

Kapitola 4

Nativní IPA SUDO Provider

Tato kapitola se zabývá diskusí nad řešením hlavních problémů, které je nutno zvážit při návrhu nativního IPA SUDO providera pro démona SSSD. Sekce implementace popisuje, jak a které z těchto přístupů byly vybrány pro implementaci nového providera. V sekci testování je poté popsána metodika a nástroje využité k otestování navržených řešení.

4.1 Návrh

Cílem této sekce je popsat možné přístupy ke stažení a zpracování SUDO pravidel, jejichž výhody a nevýhody byly diskutovány s vývojáři LDAP SUDO providera. Některé specifické detaily byly diskutovány také s vývojáři projektu FreeIPA.

4.1.1 Správný přístup k získávání SUDO pravidel

Jedním z problémů, které je nutno vyřešit, je správný přístup k tomu, jakým způsobem získat kompletní SUDO pravidla pro daný počítač a zároveň nestahovat žádná pravidla ani jiné nepotřebné informace navíc. LDAP SUDO provider při úplné aktualizaci stahuje například i všechna pravidla, která jsou aplikovatelná na libovolnou síťovou skupinu počítačů. Ke stahování pravidel z IPA serveru lze přistoupit způsoby popsanými níže.

Klient jako člen IPA domény

První možností je využít záznam, obsahující informace o členu IPA domény. Každý člen má na IPA serveru záznam v kontejneru `cn=computers,cn=accounts,$DC`. Každý takový záznam obsahuje například atribut `memberOf`, kde se nacházejí odkazy na záznamy skupin počítačů, síťových skupin a SUDO nebo HBAC[1] pravidel, kterými je daný klient členem. Bylo by tedy možné jedním dotazem získat odkazy na SUDO pravidla, která jsou aplikovatelná na daný klientský počítač a dalšími dotazy už konkrétní záznamy SUDO pravidel. Jestliže bychom chtěli získat DNs[2] SUDO pravidel aplikovatelných na klientský počítač, jehož doménové jméno je `client.example.cz`. Příslušný LDAP dotaz by mohl mít následující parametry:

- Prohledávána oblast: `fqdn=client.example.cz,cn=computers,cn=accounts,$DC`,
- Filtr: `"(memberOf=ipauniqueid=*cn=sudorules,cn=sudo,$DC)"`,

[1] Host-Based Access Control
[2] Distinguished Names

- Dotazované atributy: `memberOf`.

S tímto přístupem jsou ovšem spojeny dva problémy. V `memberOf` atributu záznamu pro klienta se nenachází SUDO pravidla aplikovatelná na kterýkoliv počítač. To znamená pravidla, která mají `hostCategory` atribut a pravidla by tedy bylo nutné dodatečně dohledat. Druhým problémem jsou skupiny počítačů. Jestliže je SUDO pravidlo aplikovatelné na nějakou skupinu počítačů a klient je zároveň členem této skupiny, pak je SUDO pravidlo na daného klienta aplikovatelné. Odkaz na toto pravidlo se ovšem nenachází v záznamu daného počítače, ale v záznamu dané skupiny. Odkazy na tyto pravidla by bylo nutné získat pomocí dereference odkazů, která je blíže popsána v sekci 3.5, na dané záznamy skupiny počítačů.

Specifikace klientského počítače

Druhou možností, jak získat kompletní SUDO pravidla, je využít stejný přístup, jako používá současná implementace LDAP SUDO providera. Pro výběr SUDO pravidla aplikovatelného na konkrétní počítač v IPA doméně jsou v tomto případě použity tři atributy:

- memberHost,
- externalHost,
- hostCategory.

Za předpokladu, že je SUDO pravidlo na IPA server přidáno korektně, tj. pomocí webového rozhraní nebo utilit `ipa-sudorule-add-*`, pak atribut `memberHost` bude vždy obsahovat plně specifikované doménové jméno u počítače nebo název skupiny počítačů. Jestliže je pravidlo aplikovatelné na libovolný počítač, pak bude mít atribut `hostCategory` hodnotu `all` a jiné atributy specifikující počítač se již v záznamu pravidla neobjeví. Parametry LDAP dotazu, pomocí kterého bychom získali záznamy všech pravidel aplikovatelných pro klientský počítač s doménovým jménem `client.example.cz`, mohou vypadat následovně:

- Prohledávána oblast: `cn=sudorules,cn=sudo,dc=example,dc=cz`,
- Filtr: `"(|(memberHost=client.example.cz)(hostCategory=all))"`,
- Dotazované atributy: `memberOf`.

Problémem tohoto přístupu je fakt, že SUDO provider nemá informaci o tom, ve kterých skupinách počítačů se daný počítač nachází. Tato informace je dostupná pouze na IPA serveru. Tento problém by bylo možné odstranit dvěmi způsoby:

1. Stažením SUDO pravidel aplikovatelných pro libovolnou skupinu počítačů. V případě rozsáhlé databáze pravidel a mnoho skupin počítačů by to ovšem mohlo způsobit značný síťový provoz navíc.
2. Nejprve získat seznam všech skupin, kterými je daný klient členem, a až poté sestavit LDAP dotaz pro stažení SUDO pravidel.

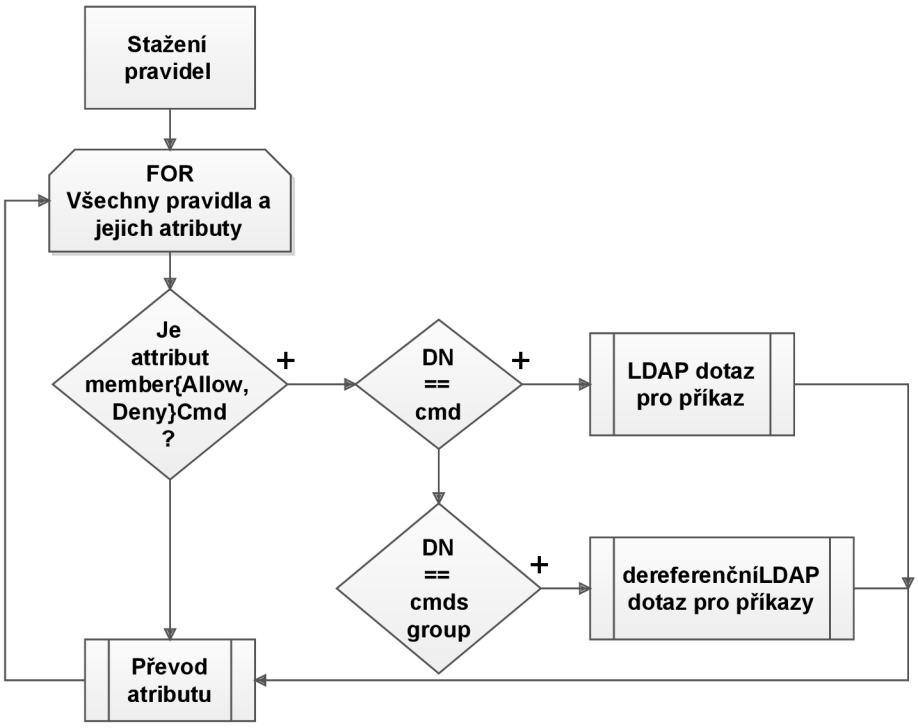
Pro implementaci byl vybrán právě druhý uvedený přístup. Detaily jsou popsány v úvodu sekce 4.2.

4.1.2 Stažení SUDO pravidel

Jestliže víme, jak specifikovat SUDO pravidla aplikovatelná na klientský počítač, další krokem je samotné stažení těchto pravidel z IPA serveru. LDAP SUDO provider stahuje SUDO pravidla pomocí jediného LDAP dotazu, protože kompletní záznamy SUDO pravidel se nacházejí většinou v kontejneru `ou=SUDOers,$DC`. Prohledávanou oblast je možné specifikovat v `sssd.conf` pomocí volby `ldap_sudo_search_base`. SUDO pravidla na IPA serveru jsou ovšem rozmístěna ve třech kontejnerech, viz Sekce 2.2.1. Pro stažení kompletních SUDO pravidel se nabízí několik následujících přístupů.

1. Postupné dotazování

První přístup, který se nabízí a který je popsán na obrázku 4.1, je stažení všech pravidel, aplikovatelných na daný počítač, z kontejneru `cn=sudorules,cn=sudo,$DC`. Pro tyto záznamy je ovšem nezbytné ještě stáhnout příkazy. Bylo by tedy nutné iterovat přes stažené záznamy a pro každý odkaz na SUDO příkaz provést LDAP dotaz, jehož výsledkem by již byl konkrétní příkaz. Pokud by se jednalo o skupinu příkazu, pak by bylo nutné provést dereferenční dotaz, jehož výsledkem by byl záznam, kde by se nacházel již konkrétní příkaz.



Obrázek 4.1: Stažení kompletních SUDO pravidel postupným dotazováním.

Tento přístup má tyto výhody:

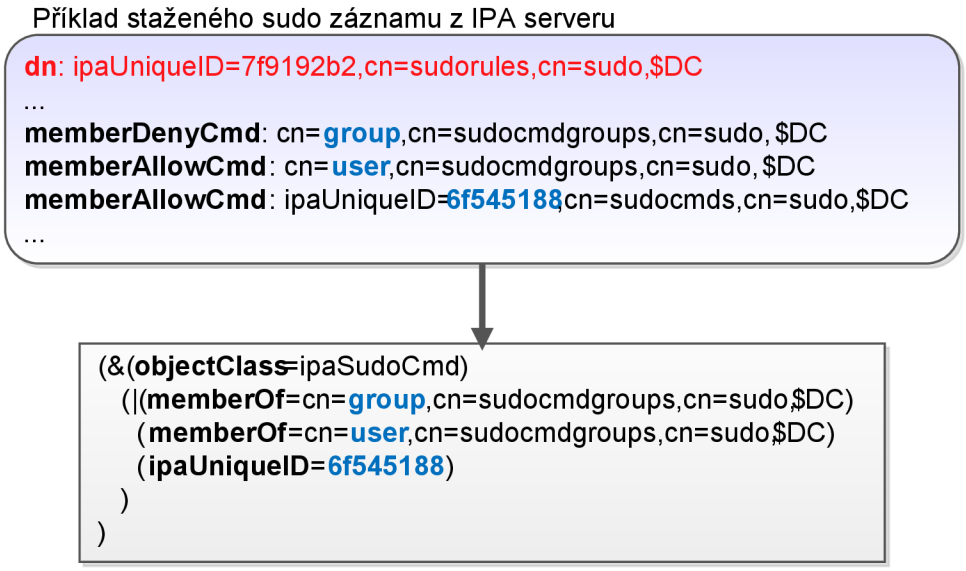
1. Zpracování pravidel, které představuje překlad pravidel z IPA schématu do nativního LDAP schématu, viz Sekce 4.1.3, je možné provést v jediném cyklu.

2. Nejsou stahována žádná přebytečná SUDO pravidla, příkazy nebo jiné záznamy.

Při rozsáhlé databázi SUDO pravidel by ovšem dotazování na všechny příkazy mohlo znamenat velké množství LDAP dotazů. Pravidla by navíc mezi těmito dotazy mohla být modifikována.

2. Další dotaz pro příkazy

Jiným přístupem, který se nabízí, je stažení všech záznamů o SUDO pravidlech aplikovatelných na klientský počítač. Tyto stažené záznamy poté projít a sestavit filtr pro LDAP dotaz, který stáhne všechny potřebné příkazy pro stažená pravidla. Příklad vytvoření takového filtru ukazuje obrázek 4.2.



Obrázek 4.2: Sestavení LDAP filtru pro SUDO příkazy.

Záznamy o skupinách SUDO příkazů není nutné stahovat. Tyto skupiny totiž není možné do sebe zanořovat. Každý SUDO příkaz má atribut `memberOf`, který obsahuje DN skupin příkazů, kterých je členem. Jestliže se `memberAllowCmd` nebo `memberDenyCmd` odkazuje na skupinu SUDO příkazů, pak je možné dané příkazy na základě `memberOf` atributu zjistit.

Výhodnou tohoto přístupu je, že redukuje počet LDAP dotazů nutných pro stažení kompletních SUDO pravidel a zároveň nestahuje žádné přebytečné informace. Ve výsledku by tak stačil jeden dotaz pro získání SUDO pravidel a druhý pro stažení příkazů, které jsou potřebné pro tato pravidla.

3. Stažení všech příkazů

Množina SUDO příkazů je obecně malá. Bylo by tedy možné v jediném LDAP dotazu stáhnout SUDO pravidla aplikovatelná na klientský počítač a zároveň **veškeré** SUDO příkazy.

Výhodou tohoto přístupu je, že pro stažení kompletních SUDO pravidel postačí jediný LDAP dotaz. Jejich následný překlad je možné provést v jednom cyklu. Může ovšem nastat situace, kdy se na klienta bude aplikovat např. pouze jedno SUDO pravidlo. Jestliže se na serveru nachází velké množství SUDO pravidel a jejich SUDO příkazů, pak by to znamenalo

přenášení spousty záznamů, které nebudou použity. Bylo by je ovšem nutné zpracovat, což přináší výkonnostní ztráty.

Přístup, který byl vybrán pro implementaci a důvody tohoto výběru, jsou dále popsány v sekci 4.2.

4.1.3 Překlad pravidel

Jelikož SUDO dokáže zpracovat pouze pravidla, která odpovídají nativnímu LDAP SUDO schématu, je nutné provést překlad pravidel, která jsou uložena na IPA serveru v IPA SUDO schématu. Jak bylo popsáno v sekci 3.10, překlad *všech* sudo pravidel v současné době realizuje compat plugin a je prováděn **na serveru** FreeIPA. S podporovou nativního IPA SUDO schématu se tento překlad přesune na stranu SSSD a bude tedy probíhat **u klienta**. Na straně klienta se již nebudou překládat veškerá pravidla, ale pouze taková pravidla, která jsou aplikovatelná na klientský počítač.

Některé atributy je možné přeložit pouhým zkopírováním hodnoty a záměnou jména atributu. Mezi tyto atributy patří například: `cn`, `externalUser` nebo `ipaSudoOpt`. Atributy, jako jsou například `memberHost` nebo `memberUser` obsahují DN záznamu daného počítače, popř. uživatele. Jelikož projekt FreeIPA garantuje použitá schémata, je možné dané hodnoty z DN odvodit. Atribut `memberUser`, který na IPA serveru specifikuje uživatele nebo skupinu, by např. mohl mít hodnotu: `memberUser: cn=students,cn=groups,cn=accounts,$DC`. Z této hodnoty je možné odvodit, že je pravidlo aplikovatelné na všechny uživatele skupiny „students“. U `*Category` atribtů je nutné provést pouze záměnu malých písmen za velká.

Pro atributy `memberAllowCmd` a `memberDenyCmd` je nutné vyhledat potřebný příkaz, popř. skupinu příkazů, jedná-li se o odkaz na skupinu příkazů. Pro všechny atributy, které IPA SUDO schéma definuje, je tedy nutné určit, jakým způsobem bude přeložena jejich hodnota. Atributy lze rozdělit na několik typů. Jakým způsobem je nutné který typ přeložit popisuje tabulka 4.1. Mohlo by se zdát, že typy `USER_GROUP` a `HOST_GROUP` není nutné rozlišovat, ovšem liší se v prefixu, který je k nové hodnotě nutno přidat: Viz příklady hodnot atributů `sudoUser` a `sudoHost`, které zobrazují tabulky 2.2 a 2.3.

Tabulka 4.1: Typy atributů a způsob jejich překladu.

Typ atributu	**Způsobe překladu hodnoty**
`USER`	DN (hodnota kontejneru `uid`)
`USER_GROUP`	DN (hodnota kontejneru `cn`)
`HOST`	DN (hodnota kontejneru `fqdn`)
`HOST_GROUP`	DN (hodnota kontejneru `cn`)
`COMMAND`	DN (hodnota kontejneru `ipaUniqueID` je použita pro filtr)
`CMDS_GROUP`	hodnota je použita pro filtr pro příkazy
`UPPER_CASE`	převedení malých písmen hodnoty na velká
`COPY`	kopie původní hodnoty

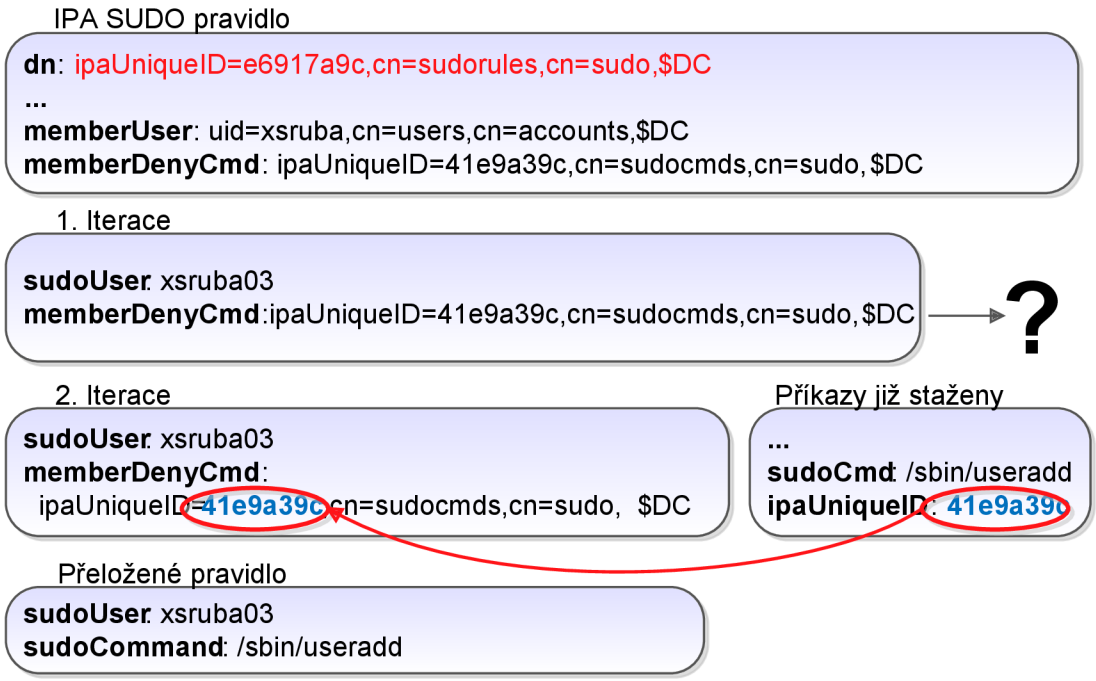
Pro algoritmus překladu pravidel byla vytvořena překladová tabulka, která definuje, jakým způsobem má být proveden překlad jednotlivých jmen a hodnot atributů včetně příkladů, viz Příloha A. Tato tabulka byla vytvořena na základě implementace compat pluginu a byla diskutována s vývojáři projektu FreeIPA. Při jejím sestavovaní byla také objevena chyba, které se vyskytuje ve webovém rozhraní serveru FreeIPA. Ta umožňuje atributu

`ipaSudoRunAsGroup` přiřadit libovolnou skupinu. Tento atribut ovšem může ohsahovat odkaz pouze na POSIX skupinu. Pro tuto chybu byl vytvořen ticket číslo 4314[3].

Algoritmus překladu pravidel

Uvažujeme variantu stahování SUDO pravidel popsanou v sekci 4.1.2, tj. stažení pravidel pomocí dvou LDAP dotazů. Po prvním dotazu získáme množinu záznamů SUDO pravidel. Druhý dotaz vrátí množinu záznamů SUDO příkazů pro stažená pravidla.

Pro získání filtru, potřebného pro dotaz pro SUDO příkazy, je nutné nejméně jednou iterovat přes množinu stažených SUDO pravidel. Při této iteraci je již možné provést překlad všech atributů kromě těch, které se odkazují na příkazy, tj. `memberAllowCmd` a `memberDenyCmd`. Jakmile obdržíme SUDO příkazy, můžeme provést druhou iteraci množinou SUDO pravidel, při které doplníme potřebné příkazy. Tento postup je zachycen na obrázku 4.3.



Obrázek 4.3: Dvouprůchodový překlad IPA SUDO pravidel

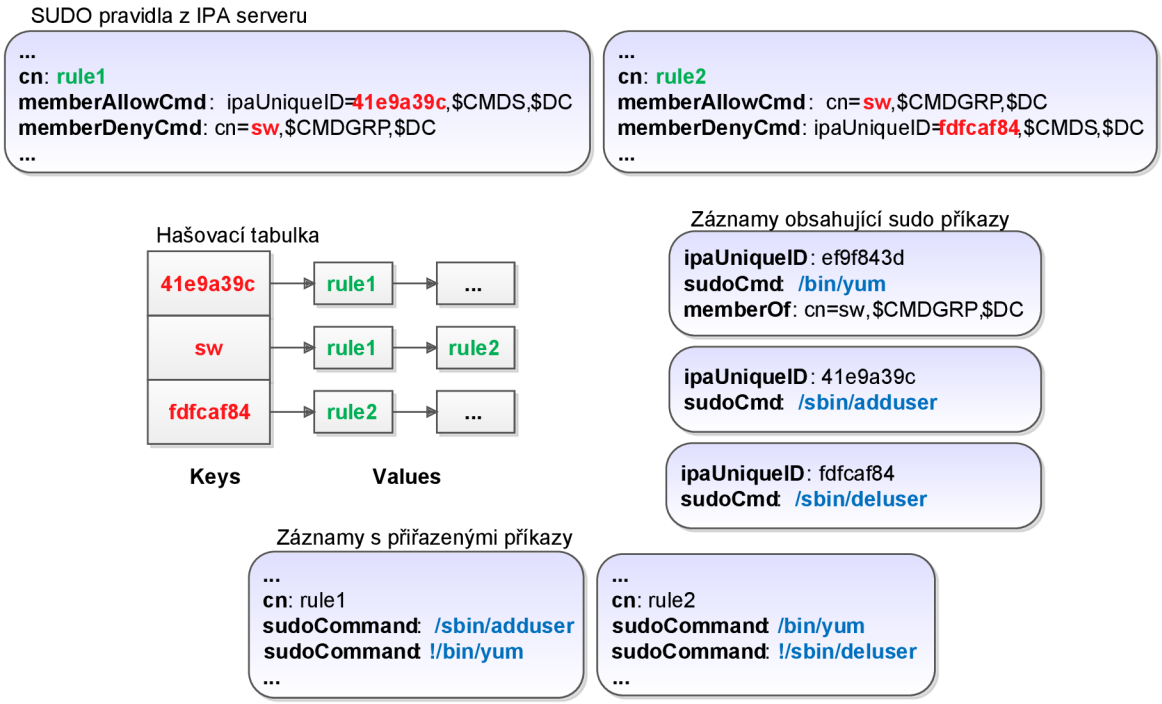
Tento způsob překladu má ovšem následující nevýhody:

- Při druhém průchodu nevíme, kde se nepřeložené atributy `memberAllowCmd` a `memberDenyCmd` nacházejí a proto je nutné je v pravidlech znovu dohledat.
- Pro každý `memberAllowCmd` a `memberDenyCmd` atribut je nutné vyhledat potřebný příkaz, což vede k mnoha iteracím nad **neměnící se** množinou příkazů.

Optimalizací tohoto přístupu by mohlo být uchování hodnot odkazů na příkazy a pravidla ve kterých se příkaz vyskytl. Jestliže N je počet odkazů na příkazy, ve stažených

[3] https://fedorahosted.org/freeipa/ticket/4314#no1

záznamech sudo pravidel, pak je nutné N-krát iterovat množinou příkazů, aby bylo možné sestavit kompletní sudo pravidla. Tyto problémy je možné odstranit za pomoci použití hašovací tabulky. Tento přístup zobrazuje schéma uvedené na obrázku 4.4. Jako klíč může posloužit DN záznamu SUDO příkazu nebo skupiny příkazů. Hodnotou položky této tabulky poté může být seznam všech pravidel, ve kterých se daný příkaz nebo skupina příkazů vyskytuje. Je ovšem nutné si také uchovat informaci o tom, zda má být daný příkaz povolen/zakázán a také pořadí daných příkazů, na kterém záleží, viz Sekce 2.1.2.



Obrázek 4.4: Použití hašovací tabulky pro překlad atributu s příkazy.

Hlavní výhodou tohoto přístupu je snížení počtu iterací množinou záznamů příkazů. Tento přístup je vhodný v případech, kdy pracujeme s velkým počtem záznamů o SUDO pravidlech a příkazech. Typicky tedy při provádění úplných aktualizací. Při aktualizaci pravidel a průběžných aktualizacích budou tyto množiny obecně menší. Použití hašovací tabulky by tedy v těchto případech nebylo nutné. Typ aktualizace je znám před samotným stažením pravidel a počet stažených SUDO pravidel po prvním dotazu. Je tedy možné provádět výběr zvoleného algoritmu na základě těchto informací.

Jestliže máme zvolený algoritmus překladu pravidel, pak je nutné rozhodnout, kdo tento překlad bude realizovat. Nabízí se řešení uložit stažená SUDO pravidla v IPA formátu přímo do cache paměti a nechat SUDO respondera tyto pravidla překládat. Tento přístup sice je realizovatelný, ale není správný z pohledu architektury SSSD. Jak bylo řečeno v sekci 3.1, respondeři mají s pomocí cache paměti pouze co nejrychleji odpovídat na dotazy klientských aplikací. Z tohoto důvodu musí být do sysdb uložena již přeložená SUDO pravidla a jejich zpracování tedy musí provést SUDO provider. V tomto případě tedy překlad pravidel musí realizovat navrhovaný IPA SUDO provider.

4.1.4 Využitelnost zasuvného modulu LDAP

IPA SUDO provider bude provádět velmi podobnou funkcionalitu jako LDAP SUDO provider. Mohlo by se tedy zdát, že jediná úprava, kterou je nutno provést v LDAP SUDO providerovi, je přidání překladu pravidel před samotným uložením těchto pravidel do cache paměti. Překlad pravidel je ovšem specifický pro IPA providera. V kódu LDAP SUDO providera by se tedy muselo vyskytnou volání funkcí, které by se nacházely v IPA SUDO providerovi. Tento přístup je sice realizovatelný[4], ovšem neodpovídá návrhu SSSD. Kód zajišťující překlad pravidel by byl součástí dynamické knihovny `libsss_ipa.so` zatímco kód LDAP SUDO providera se nachází v knihovně `libsss_ldap.so`. SSSD je ovšem možno nainstalovat a používat bez podpory IPA. Například je možno využít SSSD pouze ke cachování SUDO pravidel uložených na LDAP serveru, kde se samozřejmě nacházejí v nativním LDAP SUDO schématu. V takovém případě není potřeba SUDO pravidla překládat a SSSD je nakonfigurováno tak, aby využilo LDAP SUDO providera z knihovny `libsss_ldap.so`. Knihovna `libsss_ipa.so` tedy není potřeba. Při načítání `libsss_ldap.so` by poté nastal problém, jelikož by se odkazovala na funkce, které se nacházejí v knihovně, která není a ani by nebyla načtena do paměti. Proto není možné z LDAP SUDO providera volat kód z IPA SUDO providera. Je ovšem možné z IPA SUDO providera volat kód LDAP SUDO providera, LDAP provider je možné si představit jako jakýsi stavební blok, nad kterým mohou stavět ostatní provideři, a toho je možno využít. Větší zásah do LDAP SUDO providera by také mohl vnést mnoho chyb do již fungujícího a odladěného kódu.

Asynchronní modul `sdap_async_sudo.c` provádí stažení a uložení SUDO pravidel v nativním LDAP schématu do sysdb. Je tedy možné využít této asynchronní události pro stažení pravidel v IPA SUDO schématu. Pro tato pravidla je nutné dále stáhnout SUDO příkazy a poté provést překlad těchto pravidel. Jestliže máme SUDO pravidla přeložena z IPA SUDO schématu do nativního LDAP schématu, můžeme opět využít zmiňovaného modulu pro aktualizaci cache paměti.

4.2 Implementace

Pro specifikaci pravidel aplikovatelných na klientský počítač byl vybrán přístup, který je detailně popsán v podsekci 4.1.1. Výběr těchto pravidel je tedy proveden dotazem do kontejneru `cn=sudorules,cn=sudo,$DC`. Filtr pro LDAP dotaz specifikuje klienta pomocí FQDN daného počítače a skupin, ve kterých je členem. Pro získání těchto skupin je použita funkce `ipa_host_info_send()`. Základní filtr, který je použit pro úplnou aktualizaci vypadá následovně:

```
(&(objectClass=ipasudorule)
  (ipaEnabledFlag=TRUE)
  (|(cn=defaults)
    (hostCategory=ALL)
    (memberHost=FQDN)
    (externalHost=FQDN)
    (memberHost=DN of a HOSTGROUP)
                ...
))
```

Obrázek 4.1: Filtr, který ipa modul používá pro úplnou aktualizaci.

[4]První prototyp, ipa modulu pro SUDO providera, byl na této myšlence založen.

Při aktualizaci pravidel jsou pouze přidána jména pravidel, stejně jako u LDAP SUDO providera. Zde by také bylo možné využít atributu `ipaUniqueID`, který jednoznačně identifikuje SUDO pravidlo. To by ovšem vyžadovalo úpravu SUDO respondera, která by nepřinesla žádnou výhodu. Hodnoty atributů `cn`, tj. jména SUDO pravidel, jsou jedinečná i v IPA SUDO schématu, není tedy potřeba tuto změnu provádět. Při průběžných aktualizacích je, pro dekekci nově přidaných nebo modifikovaných pravidel, opět využit operační atribut `EntryUSN`.

Stažení kompletních SUDO pravidel, tj. záznamy pravidel a příkazů, je provedeno pomocí dvou dotazů pro všechny typy aktualizací. Pro stažení pravidel jsou tedy zapotřebí **nejvýše tři** LDAP dotazy a dva dotazy postačí v případě, kdy stažená pravidla neobsahují odkazy na další záznamy, tj. odkazy na záznamy příkazů.

Zvažována byla také varianta, kde by se pro úplnou aktualizaci postupovalo podle metody ze sekce 4.1.2, tzn. stažení SUDO pravidel a zároveň všech příkazů v jediném LDAP dotazu. SSSD používá své SDAP API pro provádění LDAP dotazů. Výsledky LDAP a SDAP dotazů ovšem v některých případech nejsou ekvivalentní. Záznamy, přijaté ze serveru, jsou filtrovány předtím, než jsou předány programátorovi. To zajišťuje funkce `sdap_parse_enrty()`. Ta vrací pouze záznamy, které spadají do jedné konkrétní třídy. Jestliže přijaté záznamy nejsou odvozeny z této konkrétní třídy, pak jsou zahozeny.

Záznamy o sudo pravidlech a příkazy, pro tyto pravidla, jsou uloženy v separátních kontejnerech a jsou definovány pomocí jiných tříd, viz Tabulka 2.7. Z tohoto důvodu není možné jedním SDAP dotazem získat záznamy sudo pravidel a zárovneň záznamy příkazů pro tyto pravidla.

Pro překlad pravidel byl zvolen základní algoritmus s drobnými optimalizacemi, který se při testování osvědčil jako dostatečný pro malou množinu pravidel. V případě výkonnostních problémů je možno přidat podporu hašovací tabulky, která by při velké databázi pravidel mohla zvýšit rychlost překladu.

Pro prvotní stažení pravidel byl využit LDAP SUDO provider. Konkrétně jeho asynchronní modul popsaný v sekci 3.3.4. To ovšem vyžadovalo úpravu v synchronní funkci `sdap_sudo_refresh_load_done()`, jestliže tento modul využívá IPA SUDO prvoder, pak stažená pravidla ještě nemohou být uložena do sysdb a proto je událost stažení pravidel označena jako dokončena před prací s cache pamětí. Z tohoto modulu jsou dále využity funkce, které zajišťují práci s cache pamětí, tzn. odstraňování nevalidních a ukládání nově stažených a již **přeložených** pravidel. Pro plánování pravidelných aktualizací byl použit interní plánovač periodických událostí *ptask*.

Nově navržený provider se skládá z následujících modulů:

- `ipa_SUDO.c`: provádí počáteční inicializaci IPA SUDO providera, nastavuje SUDO handler a provádí nastavení průběžných aktualizací.
- `ipa_async_sudo_hostgroups.c`: asynchronní získání skupin, ve kterých je daný počítač členem.
- `ipa_sudo_refreshes.c`: provádí nastavení parametrů pro jednotlivé typy aktualizací.
- `ipa_async_sudo.c`: asynchronní stažení SUDO pravidel z IPA serveru.
- `ipa_async_sudo_cmds.c`: asynchronní stažení záznamů o příkazech pro stažená sudo pravidla.
- `ipa_sudo_cmd.c`: sestavení LDAP fitru pro získání záznamů o příkazech pro stažená sudo pravidla.

- `ipa_sudo_export.c`: překlad samotných pravidel.

4.3 Testování

Pro tvorbu jednotkových testů využívá SSSD framework cmocka[5], který podporuje Mock objekty. Pomocí těchto objektů je možné simulovat jakýkoliv reálný objekt. V našem případě byl jako Mock objekt zvolen IPA server, tj. veškerá rozhraní zajišťující komunikaci s IPA serverem. Jednotkové testy je možné provádět bez přítomnosti IPA serveru či připojení k síti. Mock objekty tedy simulují IPA server a SUDO pravidla, která se na něm nacházejí.

4.3.1 Metodika

Reálná SUDO pravidla si každá společnost pečlivě střeží a proto nebylo možné taková pravidla získat. Pro testování byla vytvořena sada pravidel, která pokrývá následující případy použití:

- SUDO pravidla jejichž atributy se neodkazují na žádné objekty (např. uživatele nebo počítače) IPA domény,
- komplexní pravidla jejichž atributy se odkazují na jiné objekty IPA domény,
- pravidla, která neobsahují odkazy na SUDO příkazy,
- výskyt neexistujícího atributu,
- výskyt atributu, který se odkazuje na neexistující objekt v IPA doméně,
- případ, kdy se na serveru nenacházejí žádná pravidla,
- testování správného pořadí přeložených příkazů.

[5] http://cmocka.org/

Kapitola 5

Závěr

Tato bakalářská práce popisuje LDAP schémata, která používají program SUDO a server FreeIPA k ukládání SUDO pravidel v LDAP adresářích. Srovnává jejich rozdíly a výhody jejich použití. Dále dokumentuje funkcionalitu ldap modulu, který má k dispozici SUDO provider. Tato dokumentace odkrývá nedostatek démonu SSSD, jelikož nepodporuje nativní IPA SUDO schéma. Tento nedostatek se podařilo odstranit navržením a implementací nativního IPA SUDO providera, který IPA SUDO schéma podporuje a přenáší tak překlad SUDO pravidel ze serveru FreeIPA na klientský démon SSSD. Při návrhu byla rovněž nalezena jedna chyba ve webovém rozhraní FreeIPA. Nový modul pro SUDO providera je plně funkční a bude zařazen do další beta verze SSSD.

Před samotným návrhem a implementací bylo nutné nastudovat koncepty a použití mnoha technologií, např. knihoven talloc, tevent, ldb, PAM nebo NSS. Dále bylo nutné se seznámit s konfigurací a správou serveru FreeIPA, démonu SSSD a programu SUDO.

V práci je dále možno pokračovat například rozšířením jednotkových testů. Mohly by také být provedeny výkonnostní testy, na jejichž základě by mohla být stanovena hranice pro výběr konkrétního algoritmu pro překlad pravidel. Pro plánování aktualizací u LDAP SUDO provideru by taktéž mohl být použit ptask plánovač, popř. by toto rozhraní mohlo být navrženo takovým způsobem, aby jej mohly využít oba moduly pro SUDO providera. Integrace obou modulů SUDO providera by mohla být provedena ještě lepé, kdyby všechny společné části využívaly stejný kód, čímž by se docílilo nulové redundance kódu. To by ovšem vyžadovalo nový návrh celého SUDO providera, což by znamenalo kompletní přepsání jak ldap tak ipa modulů pro SUDO providera.

Literatura

[1] *RedHat Enterprise Linux 4 Security Guide*. Red Hat, Inc., second edition, 2008.

[2] Ella Deon Lackey. Red hat enterprise linux 6 identity management guide. https://access.redhat.com/site/documentation/en-US/Red_Hat_Enterprise_Linux/6/pdf/Identity_Management_Guide/Red_Hat_Enterprise_Linux-6-Identity_Management_Guide-en-US.pdf, 2013.

[3] Gordon S. Good Timothy A. Howes Ph.D., Mark C. Smith. *Understanding and Deploying LDAP Directory Services*. Addison Wesley, second edition, 2003.

[4] Sudoers ldap manual [online]. http://www.sudo.ws/sudoers.ldap.man.html.

[5] Sudoers manual [online]. http://www.sudo.ws/sudoers.man.html.

[6] H. Chu. Ordered entries and values in ldap [online]. http://tools.ietf.org/html/draft-chu-ldap-xordered-00, 2006.

[7] P. Masarati. Ldap dereference control [online]. http://tools.ietf.org/html/draft-masarati-ldap-deref-00, 2008.

[8] Rüdiger Landmann. *Red Hat Directory Server 8.2 Administration Guide*. Red Hat, Inc., 2010.

[9] Pavel BŘEZINA. Talloc - a hiearchical memory allocator [online]. http://is.muni.cz/th/359290/fi_b/, 2012 [cit. 2014-04-05].

[10] David Koňař. *Developer Support Tools for tevent Library*. FIT VUT v Brně, 2013.

[11] T. Howes. The string representation of ldap search filters. rfc2254, December 1997.

Příloha A

Přiložené CD obsahuje:

- `freeipa_schemas/`: LDAP schémata používaná FreeIPA serverem.
- `freeipa_schemas/65sudo.ldif`: schéma definující IPA sudo pravidla a příkazy.
- `latex`: kompletní zdrojový text této práce včetně všech schémat.
- `export_table.pdf`: tabulka, která byla použita pro implementaci překladu atributů sudo pravidel.
- `schema_compat.uldif`: schéma, které používá compat plugin pro předkad sudo pravidel.
- `sssd`: kompletní zdrojové texty projektu SSSD.
- `literature`: použitá literatura, která je volně dostupná.