Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra počítačov a informatiky

Aplikačný rámec pre sprostredkovanie IPFIX správ v nástroji SLAmeter

Diplomová práca

Príloha A

SYSTÉMOVÁ PRÍRUČKA Mediator v1.0

Študijný program:	Informatika
Študijný odbor:	Informatika
Školiace pracovisko:	Katedra počítačov a informatiky (KPI)
Vedúci práce:	Ing. Peter Feciľak, PhD.
Konzultant:	Ing. Adrián Pekár

Košice 2013 **Bc. Rastislav Kudla**

Copyright © 2013 Rastislav Kudla. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Text. A copy of the license can be found at http://www.gnu.org/licenses/fdl.html.

Obsah

Zoznam obrázkov

1 Funkcia programu

Program Mediátor je implementáciou aplikačného rámca pre problém sprostredkovania správ v protokole IPFIX *(IP Flow Information Export (IPFIX) Mediation Problem)* vyvíjaný výskumnou skupinou MONICA sídliacou v Laboratóriu počítačových sietí *(CNL)* na Technickej Univerzite v Košiciach. Je súčasťou meracej architektúry SLAmeter, ktorej úlohou je pasívne meranie parametrov sieťovej prevádzky na báze tokov. Na základe nameraných hodnôt určuje triedu kvality služieb a Internetového pripojenia poskytovateľov Internetu. Trieda kvality vypovedá o dodržiavaní zmluvy o úrovni poskytovanej služby - *SLA*.

Komponentmi architektúry IPFIX (IP Flow Information Export) podľa RFC 5470 [1] sú exportéry a kolektory komunikujúce protokolom IPFIX. Vzhľadom k trvalému rastu IP prevádzky v heterogénnych sieťových prostrediach, tieto exportér-kolektor systémy môžu viesť k problémom škálovateľnosti. Naviac, neposkytujú flexibilitu potrebnú pre široký rad meracích aplikácii.

Mediator v1.0 je aplikačný rámec, ktorý poskytuje rozhranie pre rozmanité sprostredkovateľské procesy. Sprostredkovateľské moduly Mediátora môžu z pohľadu manipulácie s dátami poskytovať agregáciu, koreláciu, filtrovanie, anonymizáciu a iné úpravy záznamov o tokoch za účelom šetrenia výpočtových zdrojov meracieho systému a vykonávania predspracovania úloh pre kolektor. Z hľadiska interoperability nástrojov rôznych vývojárov, môžu poskytovať konverziu z iných protokolov na IPFIX, respektíve zvyšovať spoľahlivosť exportov napríklad prevodom z nespoľahlivého, bezspojovo orientovaného protokolu UDP na spoľahlivý SCTP.

Program bol v roku 2013 vytvorený Rastislavom Kudlom v rámci jeho diplomovej práce.

2 Analýza problému

Výhodou monitorovania sieťovej prevádzky na báze tokov je to, že je možné merať veľké množstvo sieťovej prevádzky v distribuovaných pozorovacích bodoch. Zatiaľ čo tento typ monitorovania môže byť použitý na rôzne účely a pre rozmanité aplikácie, je veľmi obtiažne aplikovať ho paralelne na viac aplikácii s veľmi rozdielnymi požiadavkami. Sieťoví administrátori musia nastaviť parametre meracích nástrojov tak, aby vyhoveli požiadavkám každej jednej monitorovacej aplikácii. Takéto konfigurácie často nie sú podporované meracími nástrojmi. Či už kvôli funkčným obmedzeniam, alebo kvôli pamäťovým a výpočtovým limitom, ktoré zamedzujú meraniu veľkých dátových tokov. Sprostredkovanie správ v IPFIX - *IP Flow Information Export (IPFIX) Mediation* vypĺňa túto medzeru medzi obmedzenými možnosťami merania a požiadavkami na monitorovacie aplikácie zavedením sprostredkovateľského zariadenia nazývaného IPFIX Mediátor [2].

Problematika sprostredkovania IPFIX správ je podrobne spracovaná v [2]. Hovorí o tom, že sieťoví administrátori často čelia problémom týkajúcim sa škálovateľnosti meracieho systému, flexibility monitorovania na základe tokov, alebo aj spoľahlivosti exportovania. Napriek tomu, že sa vyvinuli známe techniky ako *vzorkovanie a filtrovanie paketov*, *zoskupovanie dátových záznamov*, alebo *replikácia exportu*, tieto problémy nevymizli. Pozostávajú z prispôsobovania niektorých parametrov meracích nástrojov zdrojom meracieho systému zatiaľ čo musia naplniť patričné podmienky ako sú *presnosť nameraných dát*, *granularita toku*, či *spoľahlivosť exportu*. Tieto okolnosti závisia na dvoch faktoroch:

1. **Kapacita meracieho systému** - pozostáva zo šírky pásma spravovanej siete, kapacity úložiska a výkonu exportovacích a zhromažďovacích nástrojov
2. **Požiadavky aplikácie** - rôzne aplikácie vyžadujú rôznu zrnitosť záznamov o tokoch a presnosť dát.

2.1 Vybrané príklady použitia sprostredkovania správ

RFC 5982 [2] uvádza viacero príkladov zaradenia IPFIX Mediátora do klasickej exportér - kolektor architektúry. Uveďme aspoň niektoré:

- prispôsobovanie granularity tokov,
- distribuovaná zhromažďovacia infraštruktúra,
- spájanie času,
- spájanie priestoru,
  - spájanie priestoru v rámci jednej pozorovacej domény,
  - spájanie priestoru viacerých pozorovacích domén jedného exportéra,
  - spájanie priestoru niekoľkých exportérov,
  - spájanie priestoru administratívnych domén,
- anonymizácia dátových záznamov,
- distribúcia dátových záznamov,
- konverzia z protokolu nižšej verzie na IPFIX,

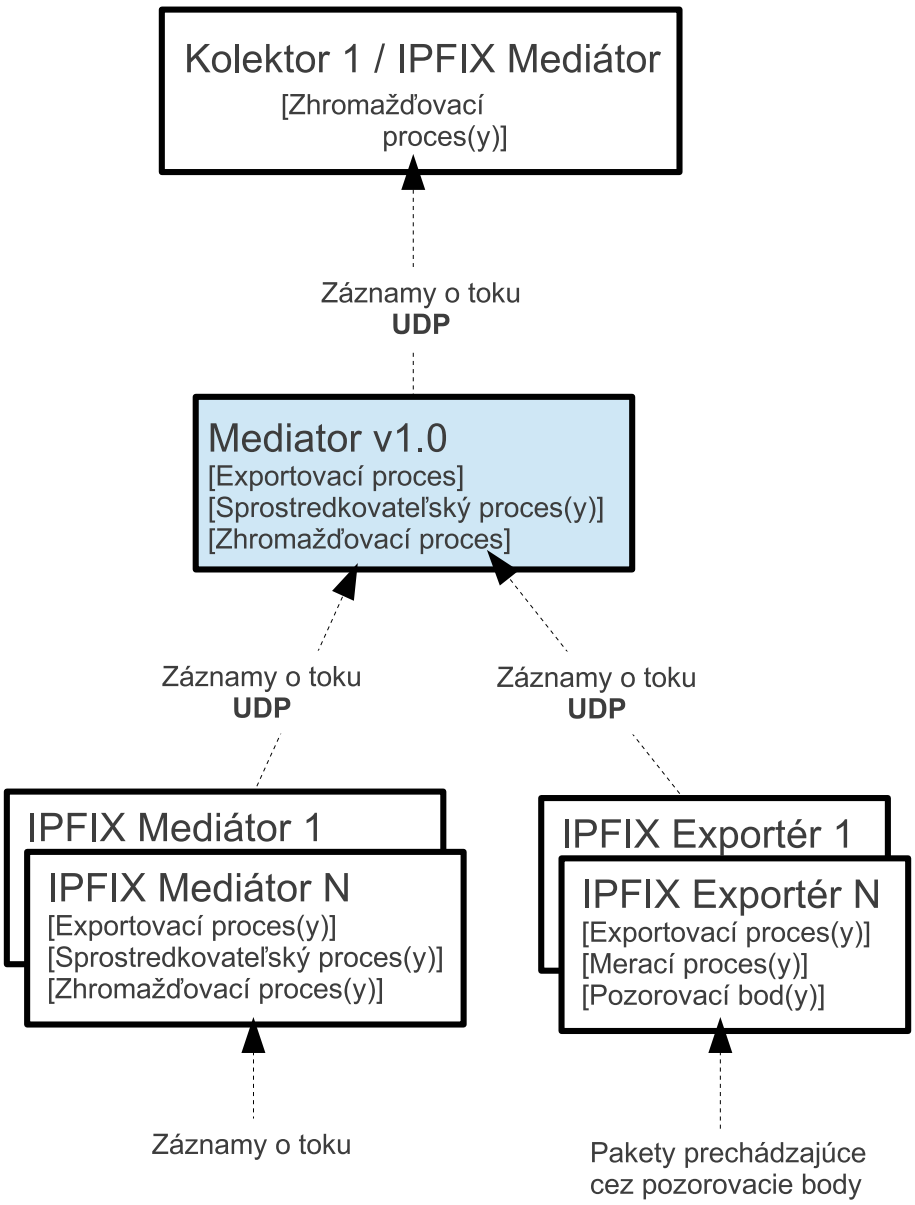
3 Popis programu

Jednotlivé časti programu sú umiestnené v nasledujúcich balíkoch:

- `sk.tuke.cnl.bm.Mediator.collecting` - implementácia zhromažďovacieho procesu
- `sk.tuke.cnl.bm.Mediator.exporting` - implementácia exportovacieho procesu
- `sk.tuke.cnl.bm.Mediator.IntermediateProcesses` - triedy tvoriace podporu pre sprostredkovateľské procesy. Hlavné triedy nových modulov musia byť umiestnené v tomto balíku!
- `sk.tuke.cnl.bm.Mediator.IPFIX` - triedy s manuálnou implementáciou protokolu IPFIX
- `sk.tuke.cnl.bm.Mediator.exceptions` - vlastné výnimky aplikácie
- `sk.tuke.cnl.bm.Mediator` - hlavné triedy samotného programu

3.1 Architektúra riešenia

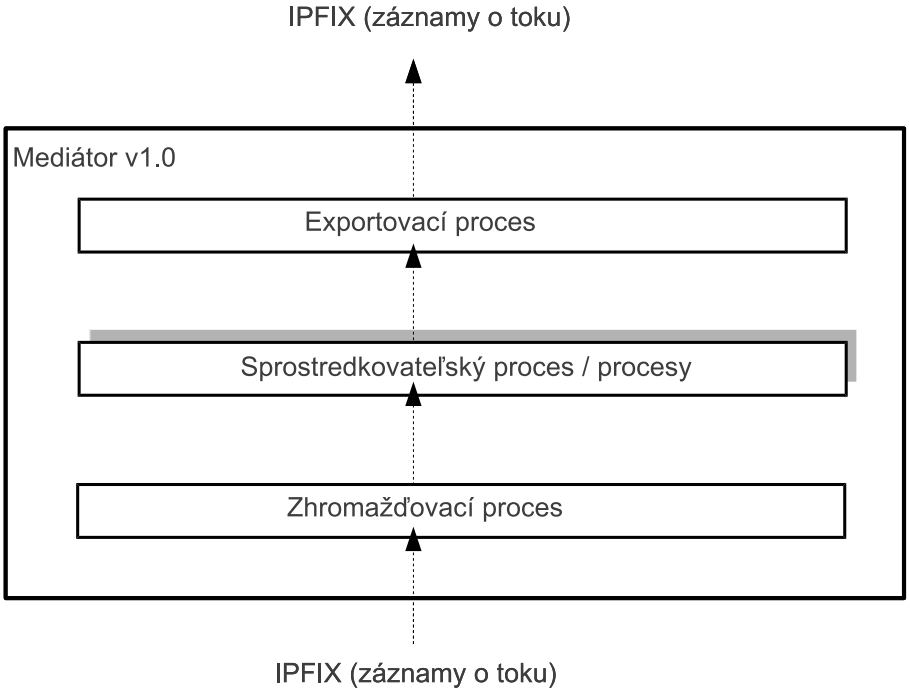
Analýze aplikačného rámca pre sprostredkovanie správ v IPFIX a jej architektúre sa venuje RFC 6183 [3]. Na základe referenčného modelu sprostredkovania správ v IPFIX ako rozšírenia referenčného modelu IPFIX, popísaného v Architecture for IP Flow Information Export *Architecture for IP Flow Information Export* bol navrhnutý referenčný model architektúry riešenia programu Mediator v1.0. Táto schéma zobrazuje možné scenáre, ktoré môžu existovať v meracej architektúre. Funkčné komponenty v rámci každej entity sú ohraničené zátvorkami []. Mediátor môže prijímať záznamy o toku od iných mediátorov a exportérov transportným protokolom UDP. Spracované dáta vo forme záznamov o toku potom exportuje protokolom UDP jednému kolektoru alebo inému mediátoru, pozri Obrázok 3 – 1



Obr. 3 – 1 Referenčný model Mediátora

Zjednodušený model komponentov programu Mediator v1.0 predstavuje Obrázok 3 – 2. Mediátor môže obsahovať jeden alebo viac sprostredkovateľských procesov, hierarchicky uložených medzi jedným exportovacím a zhromažďovacím procesom.

Sprostredkovateľské procesy sú kľúčovými funkčnými blokmi sprostredkovania správ v IPFIX. Rôzne procesy pokrývajú každý príklad použitia sprostredkovania správ



Obr. 3 – 2 Zjednodušený model komponentov IPFIX Mediátora

z kapitoly 2.1. Mediator v1.0 je schopný súčasne podporovať viac ako jeden sprostredkovateľský proces a tok dát medzi nimi je riadený nasledujúcimi spôsobmi:

- **Paralelné spracovanie** - Prúd záznamov je spracovaný viacerými sprostredkovateľskými procesmi paralelne tak, aby boli splnené požiadavky koncových aplikácií. V tomto scenári, každý sprostredkovateľský proces dostáva kópiu celého prúdu záznamov ako vstup.
- **Sériové spracovanie** - Aby bolo zabezpečené flexibilné spracovanie prúdu záznamov, sprostredkovateľské procesy sú zapojene sériovo. V tomto prípade výstupný prúd záznamov jedného procesu je vstupným prúdom nasledujúceho.

3.2 Popis riešenia

3.2.1 Hlavná trieda Mediátora

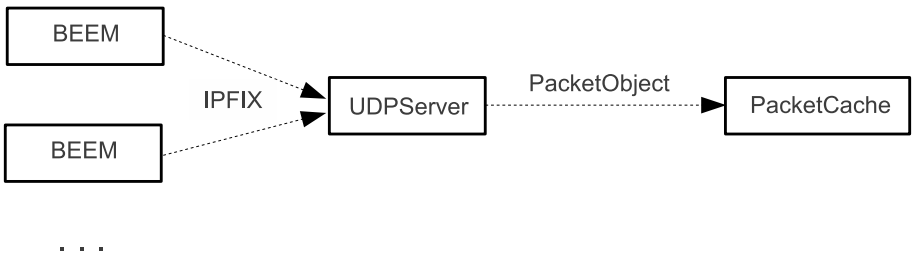
Úlohou hlavnej triedy Mediátora je postupne spustiť všetky svoje vlákna a procesy potrebné pre beh programu. Najprv sa prečítajú a spracujú argumenty príkazového riadku, ktoré môžu byť: cesta ku konfiguračnému súboru a zadaná možnosť `--logtofile`. Vtedy sú všetky logovacie výstupy presmerované zo štandardného výstupu do súboru.

Potom ako program načíta všetky nastavenia z konfiguračného súboru, spustí svoje moduly - sprostredkovateľské procesy pomocou triedy `IPLoader`. Nasleduje spustenie vlákna, ktoré prijíma IPFIX pakety prostredníctvom protokolu UDP a vlákna, ktoré ich spracováva. Hovoríme o `UDPServer` a `UDPProcessor`. Nakoniec je spustené exportovacie vlákno - `UDPExporter`. Kedykoľvek keď nastane chyba je Mediátor korektne ukončený a to tak, že uvoľní všetku pamäť a zastaví bežiace vlákna. Rovnako je Mediátor zastavený po stlačení kombinácie kláves `Ctrl+c`. Stručne o každom spomenutom vlákne a procese bude povedané v nasledujúcich kapitolách. K podrobnejším informáciám sa čitateľ dostane v hlavnej časti diplomovej práce.

3.2.2 Zhromažďovací proces

Logická štruktúra procesu sa skladá z dvoch fáz, pričom každú fázu predstavuje jedno vlákno. Venujme sa teda jednotlivým fázam procesu.

3.2.2.1 1. fáza zhromažďovacieho procesu Prvá fáza je znázornená na Obr. 3 – 3 a predstavuje najnižšiu vrstvu celého nástroja. Jej jadrom je UDP server, bežiaci v samostatnom vlákne. V jeho hlavnej metóde *run()* cyklicky vykonáva kód, dokiaľ nie je prerušený výnimkou *InterruptedException*. Tento kód odchytáva údaje posielané protokolom UDP na úrovni bytov a ukladá ich do buffera. Tieto údaje, spolu s



Obr. 3 – 3 Schéma prvej fázy zhromažďovacieho procesu Mediátora

IP adresou exportéra a časom prijatia dát zabalí do objektu triedy `PacketObject`. Prijatá IPFIX správa sa v tejto forme uloží do vyrovnávacej pamäte typu *FIFO* front, ktorá oddeľuje prvú a druhú fázu zhromažďovacieho procesu.

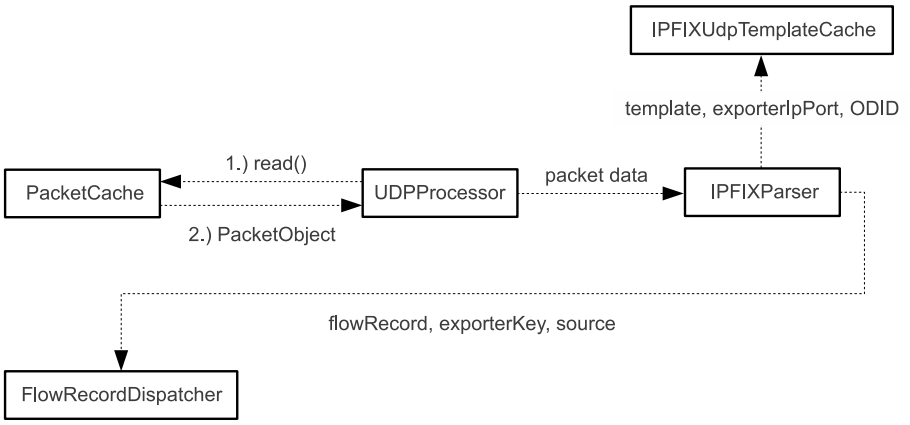
Návrh do budúcnosti umožňuje jednoduché rozšírenie o serveri iných protokolov, napr. TCP a SCTP. Tieto serveri budú rovnako ako `UDPServer` bežiace v samostatných vláknach.

3.2.2.2 2. fáza zhromažďovacieho procesu Schému druhej fázy môžeme vidieť na Obr. 3 – 4. Hlavná metóda *run()* vlákna `UDPProcessor` cyklicky vyberá dáta z `PacketCache` a predáva ich *parseru* - `IPFIXParser`. Pakety, ktoré nie sú IPFIX správami, ale aj poškodené dáta program zahadzuje a pokračuje spracovávaním ďalšej správy. Trieda `IPFIXParser` spracuje prijaté binárne dáta do hotového objektu IPFIX správy, Metódy tejto triedy najprv vykladajú kompletnú hlavičku správy a potom sa pustia do parsovania IPFIX sád a ich záznamov. Program podporuje všetky 3 typy IPFIX sád, konkrétne sadu šablón, sadu šablón možností a dátovú sadu.

Prichádzajúce záznamy šablón a záznamy šablón možnosti sú spravované triedou `IPFIXUdpTemplateCache`. Objekty nových šablón ukladá, šablóny ktoré pozná aktualizuje. Zároveň maže staré šablóny, ku ktorým nedostala aktualizáciu po dobu definovanú v konfiguračnom súbore.

Napokon sa každý dátový záznam v dátovej sade, s prislúchajúcou šablónou a hla-

vičkou IPFIX správy zabalí do objektu triedy `IPFIXFlowRecord`, ktorá je reprezentáciou záznamu o toku. Tento záznam spolu s reťazcom, ktorý určuje odkiaľ záznam vystupuje *(inputProcess)* sú posielané ako parametre triede `FlowRecordDispatcher`. Dispečer záznamov o tokoch rozdistribuuje prijaté záznamy príslušným sprostredkovateľským procesom, alebo ich pošle na export.



Obr. 3 – 4 Schéma druhej fázy zhromažďovacieho procesu Mediátora

3.3 Rozhranie a podpora pre sprostredkovateľské moduly

3.3.1 Abstraktná trieda AIntermediateProcess

Tato trieda je akýmsi rozhraním pre sprostredkovateľské procesy, ktoré oddeľuje ich logiku od logiky aplikačného rámca. Navyše definuje základné vlastnosti, ktoré sú rovnaké pre všetky procesy a implementuje metódy, ktoré majú byť procesom dostupné.

Trieda zabezpečuje nasledujúce vlastnosti a metódy:

- **Viacvláknovosť** - Každý modul musí byť vykonávaný v samostatnom vlákne. Preto dedí od triedy `Thread` a obsahuje abstraktnú metódu *run()*, čo je vlastne deklaráciou hlavnej metódy vlákien.

- **Jediná inštancia modulov** - Zabezpečuje, že moduly sú implementované podľa návrhového vzoru Singleton. Riešenie je hybridom viacerých prístupov, ktoré sa diskutujú na Internete, no vychádza z návrhového vzoru *Factory method*. Výsledkom je abstraktná trieda, slúžiaca ako továreň na podtriedy tým, že volá jej statická metóda *getInstance(Class clazz)*. Získané inštancie sprostredkovateľských modulov uchováva v hashmape.
- **Dekódovanie dátových záznamov** - Na základe dátového typu je určená metóda, ktorá dekóduje hodnoty informačných elementov. Dekódovanie je implementované v súlade s RFC 5101 [4] a RFC 5102 [5] pre všetky dátové typy podporované protokolom IPFIX. Dekódované hodnoty sa ukladajú do hash mapy, ktorá kvôli jednoduchému vyhľadávaniu prvkov asociuje názov informačného elementu na jeho hodnotu.
- **Zakódovanie dátových záznamov** - Návrh a implementácia bola analogická k dekóderu. Aj tu sú pokryté všetky dátové typy, ktoré podporuje IPFIX protokol. Podla špecifikácie [4] musia byť zakódované informačné elementy posielané v sieťovom poradí bytov, známom tiež ako *Big-Endian*. Pri kódovaní je veľmi dôležitá rýchlosť a pamäťová nenáročnosť kódovacích funkcií. Preto bol kladený veľký dôraz na to, aby boli kódovacie funkcie čo najoptimálnejšie. Preto boli pre všetky konverzie implementované metódy pomocou bitových posunov a bitových operátorov.

3.3.2 Príklad implementácie modulu - ExampleProcess

Pre budúcich riešiteľov bol pripravený jednoduchý príklad implementácie sprostredkovateľského procesu. Predstavuje ho trieda `ExampleProcess`, ktorej úlohou je veľmi jednoduchá anonymizácia zdrojovej a cieľovej IP adresy zmenením čísla posledného oktetu na nulu.

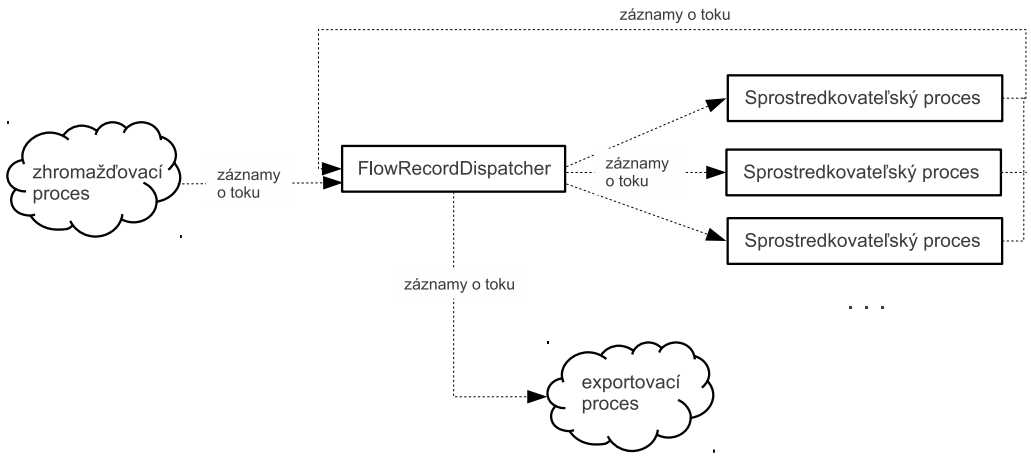
Trieda demonštruje všetky pravidlá programovania sprostredkovateľských procesov

a zároveň predvádza použitie metód, ktoré programátorom poskytuje jej rodičovská trieda `AIntermediateProcess`. Prechádza všetky dátové záznamy vstupného záznamu o tokoch, dekóduje ich, anonymizuje zdrojovú a cieľovú IP adresu a naspať zakóduje. Ak všetko prebehlo bez problémov, tak výstupný záznam o toku posunie distribútorovi záznamov, ktorý ho bude prepošle nasledujúcemu sprostredkovateľskému procesu, alebo pripraví na export.

3.3.3 Dynamické načítavanie sprostredkovateľských procesov

Načítavanie modulov má na starosti trieda `IPLoader`. Jej hlavná metóda *loadProcesses()* na základe *class* objektu každého z modulov získa jeho jedinečnú inštanciu Keďže každý proces je samostatným vláknom, teda dedí od triedy `Thread`, už ho len ostáva spustiť pomocou metódy *start()*. Toto zabezpečí reflexia, ktorá získa metódu a následne ju vyvolá *(invoke)*.

3.3.4 Trieda FlowRecordDispatcher



Obr. 3 – 5 Schéma toku dát cez triedu FlowRecordDispatcher

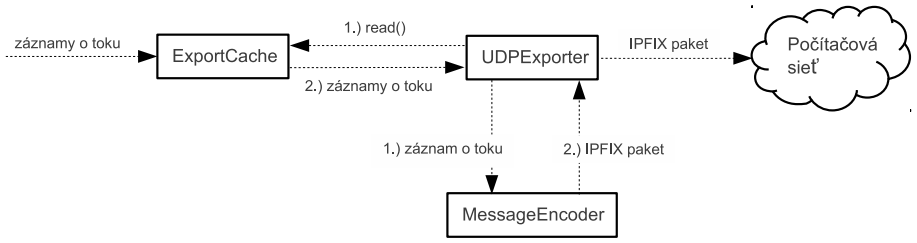
Úlohou tejto triedy je riadiť tok dát medzi komponentami IPFIX Mediátora na základe nastavenia v konfiguračnom súbore.

Práca triedy `FlowRecordDispatcher` začína keď prijme prvé dáta od zhromažďovacieho procesu. Dáta prijíma cez dva parametre: záznam o toku - `IPFIXFlowRecord` a reťazec určujúci odkiaľ tento záznam vystupuje - *inputProcess*. Na jeho základe získa zoznam prijímateľov tohto záznamu o toku z konfiguračného súboru. Metódou *getInstance(String processName)* zavolanou nad abstraktnou triedou *AIntermediateProcess* získa jedinú inštanciu sprostredkovateľského procesu. Každej takto získanej inštancii sprostredkovateľského procesu zapíše do vstupného buffera *inputBuffer* záznam o toku.

Ak metóda na získanie zoznamu prijímateľov vráti prázdny zoznam, vyplýva, že záznam o toku sa nemá presmerovať ďalšiemu sprostredkovateľskému procesu, ale je už určený na export. Preto záznam o toku je zapísaný do vyrovnávacej pamäte pre export. Výsledkom je, že dáta boli presmerované správnym prijímateľom a boli splnené príslušné požiadavky na rámec pre IPFIX Mediátor.

3.4 Exportovací proces

Poslednou fázou Mediátora je exportovací proces. Jeho schéma je zobrazená na Obrázku 3 – 6.



Obr. 3 – 6 Schéma exportovacieho procesu

Jadrom exportovacieho procesu je trieda `UDPExporter`, predstavujúca samostatné vlákno. V konštruktori vytvára UDP socket na prijímanie a posielanie paketov a naviaže ho na akýkoľvek voľný port. K tomu slúži volanie bezparametrického konštruktora triedy `DatagramSocket`. V jeho hlavnej metóde *run()* vykonáva cyklus

dokiaľ nie je prerušený. V cykle číta a vyberá záznamy o tokoch z vyrovnávacej pamäte pre export. Záznamy posiela triede `MessageEncoder`, ktorá z neho poskladá IPFIX paket.

`MessageEncoder` vo svojich metódach postupne tvori obsah IPFIX správy podľa formátu definovaného pracovnou skupinou IPFIX zo záznamu o tokoch. Na prvom mieste je prúd bytov hlavičky správy. Ak sa exportuje aj šablóna, tak nasleduje prúd sady šablóny a posledným je prúd dátovej sady.

Trieda `UDPExporter` teraz z prúdu IPFIX správy vytvori UDP paket. Na to slúži trieda `DatagramPacket`, pričom jej parametrami sú dáta, dĺžka správy, IP adresa a UDP port. Posledné dve menované sú zadané administrátorom v konfiguračnom súbore. Metódou *send()* zavolanou nad socketom je správa odoslaná.

4 Popis tried, členských premenných a metód

Keďže niektoré triedy Mediátora sú kvôli jednotnosti riešení v rámci výskumnej skupiny MONICA totožné s triedami nastroja JXColl, v nasledujúcich častiach budú uvedené len tie, ktoré sa týkajú výhradne Mediátora. Popis ostatných tried a metód je uvedený v systémovej príručke programu JXColl [7].

4.1 Balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator

4.1.1 Trieda Default

Trieda predstavuje rozhranie obsahujúce východiskové hodnoty konfiguračného súboru. Neobsahuje konštruktor ani žiadne metódy, iba verejne prístupné statické konštanty.

4.1.2 Trieda DropsCounter

Slúži na výpočet štatistiky zahodených entít. Pod entitou sa myslia záznamy o tokoch, dátové záznamy, alebo IPFIX pakety. Obsahuje len statické metódy.

Metódy

public static void ***inputBufferDropsUP****()*

Zvyšuje počet strát spôsobených preplnením vstupného buffera sprostredkovateľských procesov o jeden.

Parametre:

String processName - meno procesu

public static void ***exportCacheDropsUP****()*

Zvyšuje počet strát spôsobených `ExportCache` o jeden.

public static void ***encodingDropsUp****()*

Zvyšuje počet strát spôsobených chybou pri kódovaní o jeden.

public static void ***decodingDropsUp****()*

Zvyšuje počet strát spôsobených chybou pri dekódovaní o jeden.

public static void ***packetDropsUp****()*

Zvyšuje počet IPFIX paketov zahodených UDP serverom o jeden.

public static void ***printStats****()*

Vypíše štatistiku všetkých zahodených entít.

4.1.3 Trieda FlowRecordDispatcher

Úlohou tejto triedy je na základe konfiguračného súboru distribuovať prijaté záznamy o toku sprostredkovateľským procesom (sériovo alebo paralelne) a exportovaciemu procesu. Distribúcia prebieha v súlade s IPFIX Mediator Framework (RFC 6183). Táto trieda je implementovaná podľa návrhového vzoru *Singleton*.

Metódy

public static FlowRecordDispatcher ***getInstance****()*

Implementuje vzor *Singleton*. Vytvorí a vráti jedinečnú inštanciu v prípade že neexistuje, v opačnom prípade ju iba vráti.

Návratová hodnota:

Jedinečný objekt typu `FlowRecordDispatcher`.

public synchronized void ***dispatchFlowRecord****(IPFIXFlowRecord flowRecord, String inputProcess)*

Posiela prijaté záznamy o tokoch príslušným sprostredkovateľským procesom, alebo exportovaciemu procesu podľa konfigurácie. Najprv získa zoznam prijímateľov toku na základe mena pôvodcu. Ak je zoznam prázdny - záznam o toku je určený na export, preto ho zapíše do `ExportCache`. Ak zoznam nie je prázdny, získa si inštancie prijímateľov toku a záznam im zapíše do vstupného buffera. Táto metóda je synchronizovaná, lebo je prístupná viacerým vláknam.

Parametre:

IPFIXFlowRecord flowRecord - záznam o toku, ktorý sa má distribuovať ďalej

String inputProcess - meno pôvodcu záznamu o toku.

private void ***fillInputBuffer****(AIntermediateProcess process, IPFIXFlowRecord flowRecord)*

Metóda, ktorá zapisuje záznamy o tokoch do vstupného buffera sprostredkovateľských procesov. V prípade neúspechu sa zvýši počítadlo v `DropsCounter` a vypíše error.

Parametre:

AIntermediateProcess process - inštancia sprostredkovateľského procesu.

IPFIXFlowRecord flowRecord - záznam o toku, ktorý sa má zapísať.

private ArrayList<String> ***getReceiversList****(String inputDevice)*

Získava zoznam príjemcov záznamu o toku od zadaného pôvodcu toku.

Parametre:

String inputDevice - pôvodca záznamu o toku

Návratová hodnota:

Zoznam príjemcov toku, typ `ArrayList`.

4.1.4 Trieda IPLoader

Trieda je zodpovedná za dynamické načítavanie sprostredkovateľských procesov definovaných v konfiguračnom súbore. Implementuje návrhový vzor *Singleton*.

Metódy

public static IPLoader ***getInstance****()*

Implementuje vzor *Singleton*. Vytvorí a vráti jedinečnú inštanciu v prípade že neexistuje, v opačnom prípade ju iba vráti.

public void ***loadProcesses****()*

Hlavná metóda triedy, dynamicky načítava sprostredkovateľské moduly definované v konfiguračnom súbore. Najprv získa systémový *classLoader*. V cykle prechádza zoznam sprostredkovateľských modulov. Každý reťazec obsahujúci meno prevedie na binárne meno (meno triedy vrátane balíčkov) a pomocou classLoader-a získa jeho `Class` objekt. Na základe tohto objektu získa jedinečnú inštanciu modulu a keďže sa jedná o vlákno, spustí ho tak, že zavolá jeho metódu `start()`.

Hádže:

`IPLoaderException` - V prípade akejkoľvek chyby, ktorá môže nastať pri vykonávaní metódy. Chyby, ktoré sú zachytávané sú typov:

- `SecurityException`
- `ClassNotFoundException`
- `IllegalAccessException`
- `NoSuchMethodException`

- `InvocationTargetException`

4.1.5 Trieda Mediator

Úlohou hlavnej triedy Mediátora je postupne spustiť všetky vlákna a procesy potrebné pre beh programu. Najprv sa prečítajú a spracujú argumenty príkazového riadku. Program vie rozpoznávať dva druhy argumentov. Prvým je cesta ku konfiguračnému súboru. Ak nie je zadaná, používa sa východiskový konfiguračný súbor. Druhým argumentom môže byť zadaná možnosť `--logtofile`. Vtedy sú všetky logovacie výstupy presmerované zo štandardného výstupu do súboru.

Potom ako program načíta všetky nastavenia z konfiguračného súboru, spustí všetky svoje moduly - sprostredkovateľské procesy pomocou triedy `IPLoader`. Nasleduje spustenie vlákna, ktoré prijíma IPFIX pakety prostredníctvom protokolu UDP a vlákna, ktoré ich spracováva. Hovoríme o `UDPServer` a `UDPProcessor`. Nakoniec je spustené exportovacie vlákno - `UDPExporter`. Kedykoľvek keď nastane chyba je Mediátor korektne ukončený a to tak, že uvolní všetku pamäť a zastaví bežiace vlákna. Rovnako je Mediátor zastavený po stlačení kombinácie kláves `Ctrl+c`.

Metódy

public static void ***main****(String[] args)*

Hlavná metóda triedy.

Parametre:

String[] args - argumenty príkazového riadku.

public static void ***stopMediator****()*

Metóda, ktorá korektne ukončuje beh programu. Zastaví všetky spustené vlákna a uvoľní všetky druhy pamäte.

public static void ***interruptThread****()*

Preruší vykonávanie vlákna.

Parametre:

Thread thread - objekt vlákna, ktoré sa má zastaviť.

private static void ***loggingToFile****()*

Metóda, ktorá vykonáva logovanie do súboru namiesto štandardného výstupu.

4.1.6 Trieda Support

Podporná trieda, ktorá obsahuje pomocné metódy potrebné pri de(kódovaní) a pri validácii formátu dát. Uvádzam iba vlastné metódy.

Metódy

public static byte[] ***byteToByteArray****(byte x)*

Konvertuje primitívny typ *byte* na pole bytov v usporiadaní bytov Big Endian.

Parametre:

byte x - hodnota, ktorá sa má zakódovať.

Návratová hodnota:

Pole bytov, typ *byte[]*.

public static byte[] ***shortToByteArray****(short x)*

Konvertuje primitívny typ *short* na pole bytov v usporiadaní bytov Big Endian.

Parametre:

short x - hodnota, ktorá sa má zakódovať.

Návratová hodnota:

Pole bytov, typ *byte[]*.

public static byte[] ***intToByteArray****(int x)*

Konvertuje primitívny typ *int* na pole bytov v usporiadaní bytov Big Endian.

Parametre:

int x - hodnota, ktorá sa má zakódovať.

Návratová hodnota:

Pole bytov, typ *byte[]*.

public static byte[] ***longToByteArray****(long x)*

Konvertuje primitívny typ *long* na pole bytov v usporiadaní bytov Big Endian.

Parametre:

long x - hodnota, ktorá sa má zakódovať.

Návratová hodnota:

Pole bytov, typ *byte[]*.

public static byte[] ***floatToByteArray****(float x)*

Konvertuje primitívny typ *float* na pole bytov v usporiadaní bytov Big Endian.

Parametre:

float x - hodnota, ktorá sa má zakódovať.

Návratová hodnota:

Pole bytov, typ *byte[]*.

public static byte[] ***doubleToByteArray****(double x)*

Konvertuje primitívny typ *double* na pole bytov v usporiadaní bytov Big Endian.

Parametre:

double x - hodnota, ktorá sa má zakódovať.

Návratová hodnota:

Pole bytov, typ *byte[]*.

public static boolean ***validateMAC****(String macAddress)*

Validuje formát MAC adresy.

Parametre:

String macAddress - adresa, ktorej formát sa má overiť.

Návratová hodnota:

true - v prípade, že je adresa v správnom formáte.

false - opačne.

4.2 Balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator.IPFIX

4.2.1 Trieda IPFIXEncoder

Trieda so statickými metódami slúžiacimi na zakódovanie reťazcovej reprezentácie hodnôt informačných elementov na abstraktne dátové typy podľa RFC 5101 a RFC 5102. Je presným opakom triedy `IPFIXDecoder`.

Metódy

public static byte[] ***encode****(String dataType, String value)*

Zakóduje hodnotu dátového typu do poľa bytov podľa špecifikácie IPFIX. Priamo nevykonáva zakódovanie, volá konkrétne metódy podľa kategórie dátového typu.

Parametre:

String dataType - reťazec definujúci dátový typ obsiahnutý v bufferi.

String value - samotné dáta, ktoré sú predmetom zakódovania

Návratová hodnota:

Pole bytov reprezentujúce interpretovanú reťazcovú hodnotu na základe predaného typu.

Hádže:

`UnsupportedDataException` - Ak dátový typ nie je podporovaný

`OutOfBoundsException` - Ak je hodnota mimo povoleného rozsahu

`UnknownHostException` - Ak program nevie rozpoznať host, alebo IP adresu

`DataException` - Ak je chyba v formáte kódovanej hodnoty vzhľadom na dátový typ

public static byte[] ***encodeUnsignedIntegralType****(String dataType, String value)*

Zakóduje celočíselné bezznamiekové dátové typy unsigned8, unsigned16, unsigned32, unsigned64 a unsigned128.

Parametre:

String dataType - reťazec definujúci dátový typ obsiahnutý v bufferi.

String value - samotné dáta, ktoré sú predmetom zakódovania

Návratová hodnota:

Pole bytov reprezentujúce interpretovanú reťazcovú hodnotu na základe predaného typu.

Hádže:

`UnsupportedDataException` - Ak dátový typ nie je podporovaný

`NumberFormatException` - Ak je chyba v formáte kódovanej hodnoty vzhľadom na dátový typ

`OutOfBoundsException` - Ak je hodnota mimo povoleného rozsahu

public static byte[] ***encodeSignedIntegralType****(String dataType, String value)*

Zakóduje celočíselné znamienkové dátové typy signed8, signed16, signed32 a signed64.

Parametre:

String dataType - reťazec definujúci dátový typ obsiahnutý v bufferi.

String value - samotné dáta, ktoré sú predmetom zakódovania

Návratová hodnota:

Pole bytov reprezentujúce interpretovanú reťazcovú hodnotu na základe predaného typu.

Hádže:

`UnsupportedDataException` - Ak dátový typ nie je podporovaný

`NumberFormatException` - Ak je chyba v formáte kódovanej hodnoty vzhľadom na dátový typ

public static byte[] ***encodeFloatType****(String dataType, String value)*

Zakóduje desatinné dátové typy float32 a float64.

Parametre:

String dataType - reťazec definujúci dátový typ obsiahnutý v bufferi.

String value - samotné dáta, ktoré sú predmetom zakódovania

Návratová hodnota:

Pole bytov reprezentujúce interpretovanú reťazcovú hodnotu na základe predaného typu.

Hádže:

`UnsupportedDataException` - Ak dátový typ nie je podporovaný

`NumberFormatException` - Ak je chyba v formáte kódovanej hodnoty vzhľadom na dátový typ

public static byte[] ***encodeAddressType****(String dataType, String value)*

Zakóduje dátové typy obsahujúce adresy: ipv4Address, ipv6Address a macAddress.

Parametre:

String dataType - reťazec definujúci dátový typ obsiahnutý v bufferi.

String value - samotné dáta, ktoré sú predmetom zakódovania

Návratová hodnota:

Pole bytov reprezentujúce interpretovanú reťazcovú hodnotu na základe predaného typu.

Hádže:

`UnsupportedDataException` - Ak dátový typ nie je podporovaný

`UnknownHostException` - Ak program nevie rozpoznať host, alebo IP adresu

`DataException` - Ak je chyba v formáte kódovanej hodnoty vzhľadom na dátový typ

public static byte[] ***encodeBooleanType****(String value)*

Zakóduje boolean reprezentujúci pravdivostnú hodnotu.

Návratová hodnota:

Pole bytov reprezentujúci pravdivostnú hodnotu, ”true” alebo ”false”.

Hádže:

`OutOfBoundsException` - Ak je hodnota mimo povoleného rozsahu

public static byte[] ***encodeStringType****(String value)*

Zakóduje reťazec v kódovaní UTF-8 do pole bytov.

Návratová hodnota:

Pole bytov reťazca v kódovaní UTF-8.

public static byte[] ***encodeOctetArrayType****(String value)*

Reťazec v kódu Base64 prevedie na pole bytov.

Návratová hodnota:

Pole bytov predstavujúce binárne dáta zakódované v Base64.

public static byte[] ***encodeDateTimeType****(String dataType, String value)*

Zakóduje dátové typy časových známok: dateTimeSeconds, dateTimeMilliseconds, dateTimeMicroseconds a dateTimeNanoseconds do poľa bytov.

Parametre:

String dataType - reťazec definujúci dátový typ obsiahnutý v bufferi.

String value - samotné dáta, ktoré sú predmetom zakódovania

Návratová hodnota:

Pole bytov reprezentujúce interpretovanú hodnotu reťazca na základe predaného typu. Dátové typy dateTimeSeconds a dateTimeMilliseconds predstavujú počet sekúnd, resp. milisekúnd od Unix epochy (00:00 1.1.1970 UTC). Dátové typy dateTimeMicroseconds a dateTimeNanoseconds sú zakódované vo formáte časovej známky NTP Timestamp.

Hádže:

`UnsupportedDataException` - Ak dátový typ nie je podporovaný

`NumberFormatException` - Ak je chyba v formáte kódovanej hodnoty vzhľadom na dátový typ

`OutOfBoundsException` - Ak je hodnota mimo povoleného rozsahu

public static void ***checkStringNumbersRange****(String min, String max, String value, String dataType)*

Overí, či číselná hodnota v reťazci spadá do rozsahu daného dátovým typom.

Parametre:

String min - dolná hranica rozsahu

String max - horná hranica rozsahu

String value - hodnota, ktorá sa má overiť

String dataType - dátový typ hodnoty

Hádže:

`OutOfBoundsException` - Ak je hodnota mimo povoleného rozsahu

4.2.2 Trieda IPFIXFlowRecord

Táto trieda je reprezentáciou IPFIX Flow record-u, teda záznamu o toku.

Konštruktor

public ***IPFIXFlowRecord****(IPFIXTemplateRecord referencedTemplate, ArrayList <IPFIXDataRecord> dataRecords, IPFIXMessage.IPFIXMessageHeader messageHeader)*

Konštruktor prostredníctvom predaných parametrov inicializuje členské premenné.

Parametre:

IPFIXTemplateRecord referencedTemplate - šablóna patriaca dátovým záznamom

ArrayList<IPFIXDataRecord> dataRecords - pole dátových záznamov

IPFIXMessage.IPFIXMessageHeader messageHeader - hlavička IPFIX správy, ktorá obsahovala tento záznam o toku

public ***IPFIXFlowRecord****()*

Bezparametrický konštruktor. Iba inicializuje prázdne pole dátových záznamov.

Metódy:

Metódy, ktoré tu nie sú spomenuté, sú klasické gettery a settery.

public int ***getReferencedTemplateID****()*

Návratová hodnota:

Vracia ID šablóny z IPFIX správy, ktorá obsahovala tento záznam o toku.

public void ***addDataRecord****(IPFIXDataRecord dataRecord)*

Pridá dátový záznam do poľa dátových záznamom flow record-u.

Parametre:

IPFIXDataRecord dataRecord - dátový záznam, ktorý sa priradí záznamu o toku.

4.2.3 Trieda IPFIXMessageHeader

Trieda reprezentujúca hlavičku IPFIX správy. Implementuje návrhový vzor Singleton.

Metody:

Metódy, ktoré tu nie sú spomenuté, sú klasické gettery a settery.

public static IPFIXMessageHeader ***getInstance****()*

Návratová hodnota:

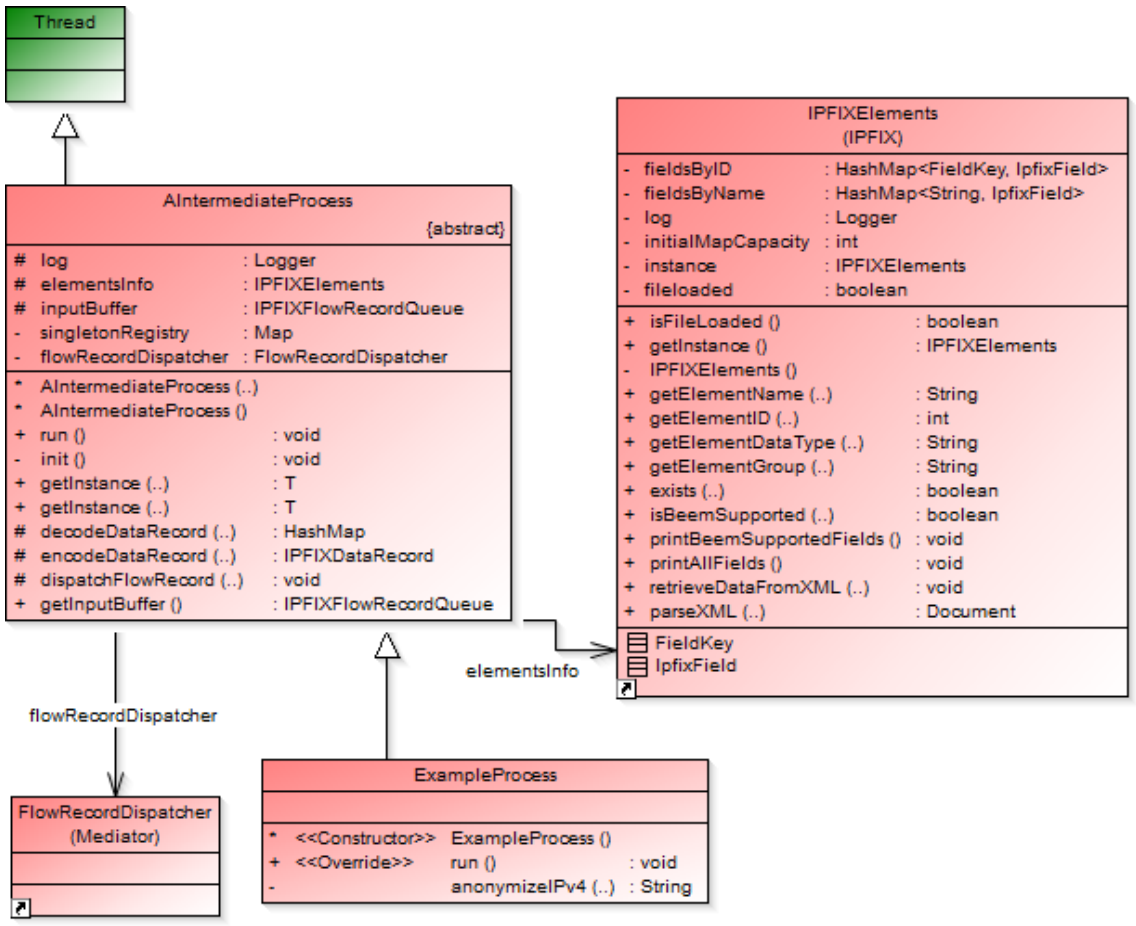
Vracia jedinečnú inštanciu objektu.

4.3 Balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator.IntermediateProcesses

Diagram tried rozhrania pre sprostredkovateľské procesy, vrátane triedy `ExampleProcess` je znázornený na obrázku 4 – 1.

4.3.1 Trieda AIntermediateProcess

Abstraktná trieda, poskytuje východiskové metódy sprostredkovateľským procesom a tvori akési rozhranie medzi modulmi a aplikačným rámcom. Dedí od triedy `Thread`.



Obr. 4 – 1 Diagram tried rozhrania pre sprostredkovateľské procesy

Konštruktor

AIntermediateProcess*(String childName)*

Nastaví meno procesu, podľa prijatého parametra. Inicializuje vstupný buffer a získa jedinečnú inštanciu triedy `IPFIXElements`.

Parametre:

String childName - meno triedy potomka

AIntermediateProcess*()*

Bezparametrický konštruktor. Inicializuje vstupný buffer a získa jedinečnú inštanciu triedy `IPFIXElements`.

Metody:

public static final synchronized <T extends AIntermediateProcess> T ***getInstance*** *(Class clazz)*

Toto riešenie je hybridom viacerých prístupov, ktoré sa diskutujú na Internete, no vychádza z návrhového vzoru *Factory method*. Výsledkom je abstraktná trieda, slúžiaca ako továreň na podtriedy tým, že volá jej statická metóda *getInstance(Class clazz)*. Ak sú splnené podmienky, že konkrétna trieda, napr. `SelectionProcess` je definovaná v rovnakom balíčku ako `AIntermediateProcess` a ich konštruktory nemajú explicitne nastavený prístup (predvoleným prístupom je „privátny v rámci balíčka"), tak jediným spôsobom ako získať inštanciu podtriedy mimo balíčka je cez konštrukciu:

```
SelectionProcess instance =
AIntermediateProcess.getInstance(SelectionProcess.class);
```

Dalo by sa vyčítať, že vytváranie inštancií používa reflexiu, ktorá je pomalá. Avšak, keďže vytvárame Singletony, volanie *newInstance()* sa vykoná pre každý modul pravé raz.

Parametre:

Class clazz = class objekt požadovanej triedy

Návratová hodnota:

Objekt typu T, pričom T dedi od `AIntermediateProcess`.

public static final synchronized <T extends AIntermediateProcess> T ***getInstance*** *(String processName)*

Aby bolo možné získavať inštancie modulov aj na základe mena triedy a nie len cez class objekty, vytvoril som túto metódu. Premennú *processName* prevedie na binárne meno procesu, podľa špecifikácie jazyka Java, teda názov triedy vrátane balíčkov,

napr. `sk.tuke.cnl.Mediator.SelectionProcess`. Táto metóda načíta *class* objekt sprostredkovateľského procesu cez systémový class loader, tak ako to bolo vyššie spomínané. Potom zavolá pôvodnú metódu *getInstance(Class clazz)* a vráti inštanciu procesu.

Parametre:

String processName = meno požadovanej triedy

Návratová hodnota:

Objekt typu T, pričom T dedi od `AIntermediateProcess`.

protected final HashMap ***decodeDataRecord****(IPFIXTemplateRecord template, IPFIXDataRecord dataRecord)*

Pri prvom prechode funkciou sa generuje pamäťový záznam o informačných elementoch (ie) z XML súboru. Vytiahnu sa informácie o ie, ktoré sa nachádzajú v šablóne, dekódujú sa ich dátové typy a príslušnosť k skupine.

Parametre:

IPFIXTemplateRecord template - šablóna dát

IPFIXDataRecord dataRecord - dátový záznam

Návratová hodnota:

Dekódované dáta ako objekt typu `HashMap`.

protected final IPFIXDataRecord ***encodeDataRecord****(IPFIXTemplateRecord template, HashMap<String, String> dataMap)*

Zakóduje všetky hodnoty z hashmapy obsahujúcej hodnoty informačných elementov podľa šablóny do dátového záznamu.

Parametre:

IPFIXTemplateRecord template - šablóna dát

HashMap<String, String> dataMap - hodnoty informačných elementov v hashmape,

ktorá sa má zakódovať

Návratová hodnota:

Vracia objekt dátového záznamu - `IPFIXDataRecord`.

Hádže:

`EncodingException` - Ak nastane chyba pri kódovaní.

protected final void ***dispatchFlowRecord****(IPFIXFlowRecord flowRecord, String inputProcess)*

Vytvára rozhranie pre prístup k metóde aplikačného rámca.

Parametre:

IPFIXFlowRecord flowRecord - záznam o toku, ktorý sa má posunúť ďalej

String inputProcess - pôvodca záznamu o toku

4.3.2 Trieda ExampleProcess

Táto trieda je vzorovým riešením jednoduchého sprostredkovateľského procesu, vykonávajúceho anonymizáciu. Účelom triedy je pomoc ďalšej generácii riešiteľov.

Konštruktor

ExampleProcess*()*

Vola rodičovský konštruktor a predáva mu svoje meno ako parameter.

Metody:

public void ***run****()*

Hlavná metóda vlákna. V cykle čaká na záznamy o tokoch vo svojom vstupnom bufferi *(inputBuffer)* a postupne ich odtiaľ číta a odstraňuje. Nazvime ich *vstupne záznamy*. Vstupný buffer jej napĺňa trieda `FlowRecordDispatcher`. Po prečítaní

vstupného záznamu vytvorí a inicializuje *výstupný záznam*. Následne prechádza všetky dátové záznamy vstupného záznamu, dekóduje ich, anonymizuje zdrojovú a cieľovú IP adresu a naspať zakóduje. Ak všetko prebehlo bez problémov, tak dátový záznam priradí výstupnému záznamu. Napokon výstupný záznam o toku posunie distribútorovi záznamov, ktorý ho bude prepošle nasledujúcemu sprostredkovateľskému procesu, alebo pripraví na export.

private String ***anonymizeIPv4****(String address)*

Metóda na veľmi jednoduchú anonymizáciu IP adresy, číslo v poslednom oktete zmení na 0.

Parametre:

String address - IP adresa, ktorá sa anonymizovať

Návratová hodnota:

Anonymizovaná IP adresa, vrátená ako reťazec.

4.3.3 Trieda IPInputBuffer

Reprezentuje vstupný buffer sprostredkovateľských modulov. Táto trieda je cache pre záznamy o tokoch. Jej použitie je kritické vo vysokorýchlostných sieťach, pretože udržiava elementy a tým pádom môže vyrovnávať nárazový nápor. Je synchronizovaná a jej implementácia je FIFO front typu `ArrayBlockingQueue`.

Metódy:

public boolean ***write****(IPFIXFlowRecord flowRecord)*

Zapisuje záznamy o tokoch do frontu. Ak je front plný, záznam sa zahadzuje.

Parametre:

IPFIXFlowRecord flowRecord - záznam o toku

Návratová hodnota:

Pravdivostná hodnota podľa toho, či záznam bol, alebo nebol zapísaný do cache.

public void ***write****(IPFIXTemplateRecord template, ArrayList<IPFIXDataRecord> dataRecords, IPFIXMessage.IPFIXMessageHeader messageHeader)*

Metóda obalí prijaté parametre do objektu triedy `IPFIXFlowRecord` a zavolá predchádzajúcu metódu.

Parametre:

IPFIXTemplateRecord template - šablóna

ArrayList<IPFIXDataRecord> dataRecords - pole dátových záznamov

IPFIXMessage.IPFIXMessageHeader messageHeader - hlavička IPFIX správy, z ktorej tento záznam o toku pochádza

public IPFIXFlowRecord ***read****()*

Prečíta a zmaže vrchol frontu. Ak je front prázdny čaká dokiaľ sa tam nejaký element nepridá.

Návratová hodnota:

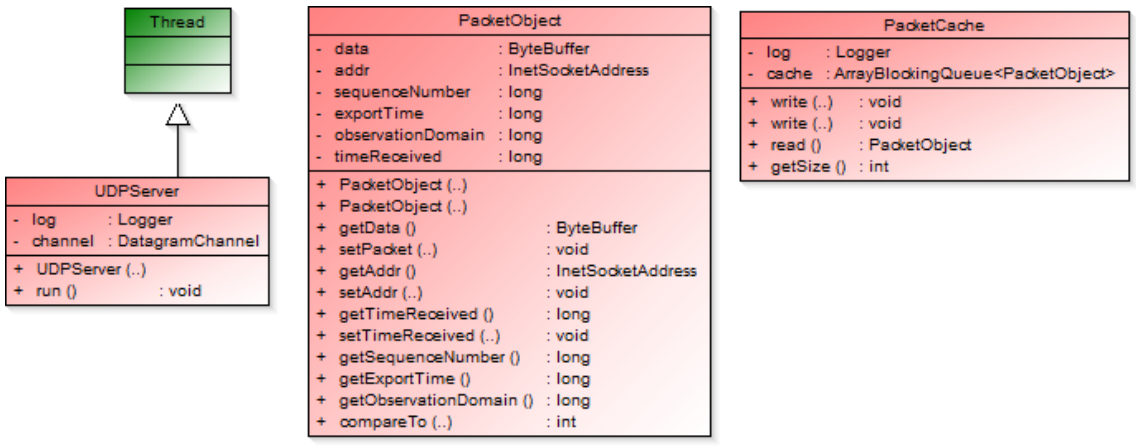
Objekt triedy `IPFIXFlowRecord`.

Hádže:

`InterruptedException` - Ak nastala chyba pri synchronizovaní vlákien, alebo ak bolo vlákno prerušené počas čakania.

4.4 Balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator.collecting

Zjednodušený diagram tried tohto balíka môžeme vidieť na Obr. 4 – 2 a na Obr. 4 – 3.



Obr. 4 – 2 Diagram tried prvej fázy zhromažďovacieho procesu

4.4.1 Trieda UDPServer

Slúži ako UDP server. Prijíma UDP datagramy cez `DatagramChannel` a ukladá ich do `PacketCache`.

Konštruktor

public ***UDPServer****(int port)*

Konštruktor inicializuje `DatagramChannel`, nastaví mu blokovací režim a priviaže ho k portu definovanom v konfiguračnom súbore, ktorý mu je predaný ako parameter. Nastaví meno vlákna.

Parametre:

int port - číslo portu

Metódy

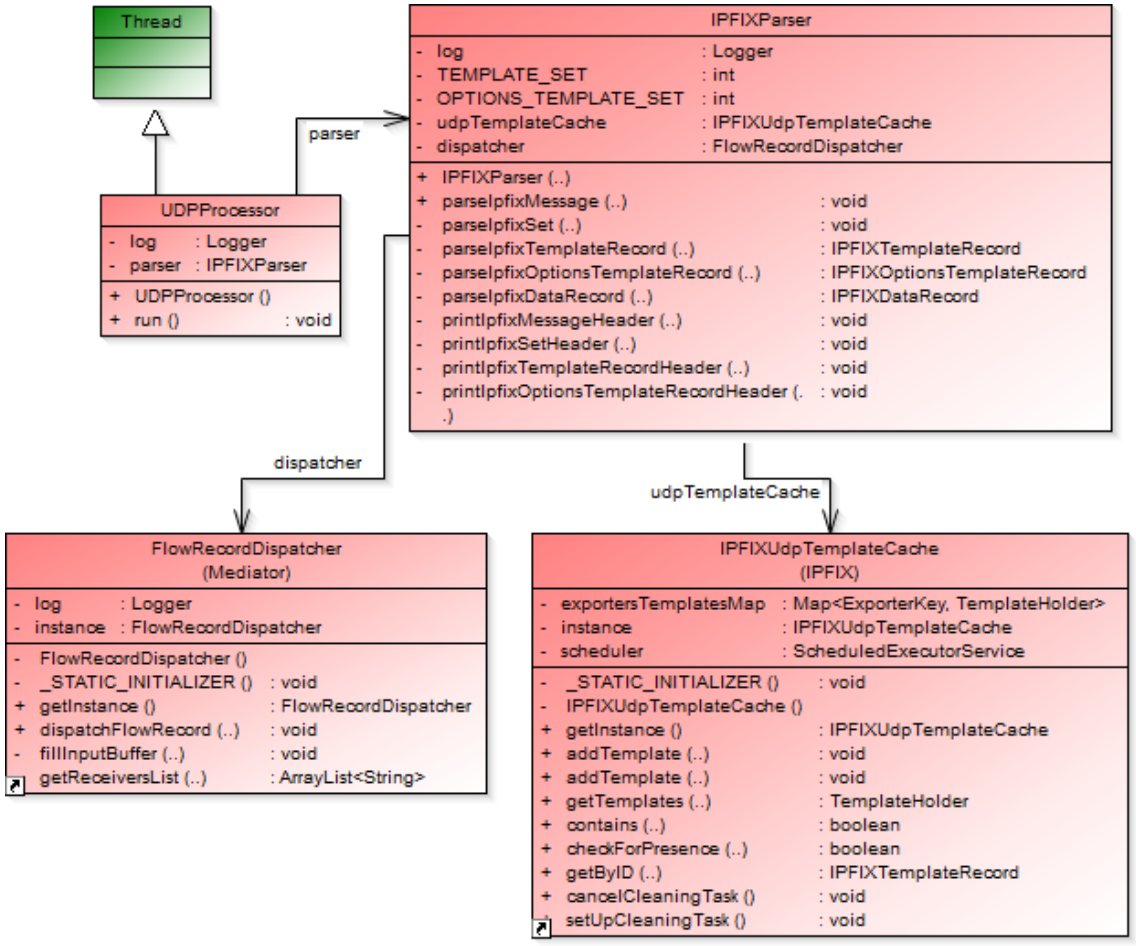
public void ***run****()*

Hlavná metóda vlákna. Pokiaľ nedôjde k prerušeniu, prijíma cez vytvorený kanál dáta od exportéra. Prijate dáta obalí do objektu `ByteBuffer` a predá ich spolu s časom prijatia a IP adresou a portom exportéra metóde *write()*, ktorá ich zapíše do

`PacketCache`.

public void ***cleanUp****()*

Táto metóda zruší čistiace vlákno pre UDP Template Cache. Je volaná pri prerušení tohto vlákna.



Obr. 4 – 3 Diagram tried druhej fázy zhromažďovacieho procesu

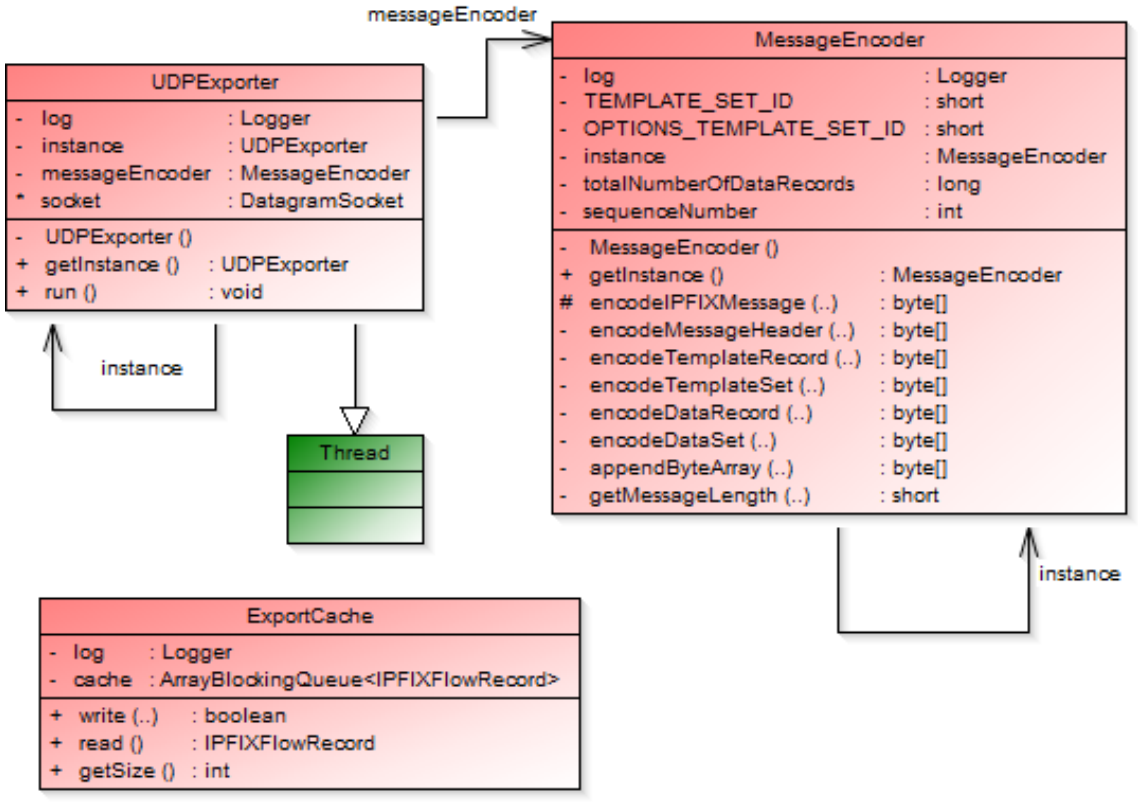
4.4.2 Trieda IpfixParser

Táto trieda sa používa na parsovanie IPFIX správ a ich spracovanie. V porovnaní s verziou v aplikácii JXColl bola prečistená. Boli vypustené sekcie spracovávajúce TCP a SCTP spojenia. Zásadnejšia zmena prišla na výstupe z triedy. Sparsované

dátové záznamy sú zabalené do vytvoreného objektu triedy `IPFIXFlowRecord`, spolu s príslušnou šablónou a hlavičkou prijatej IPFIX správy. Vytvorený záznam o toku je spolu s reťazcom predstavujúcim zdroj záznamu (v tomto prípade „exportér“) posunutý triede `FlowRecordDispatcher`.

4.5 Balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator.exporting

Diagram tried exportovacieho procesu je na Obr. 4 – 4.



Obr. 4 – 4 Diagram tried exportovacieho procesu

4.5.1 Trieda ExportCache

Analógia k triede `IPInputBuffer`. Reprezentuje exportovaciu cache, ktorá je synchronizovaná a jej implementácia je FIFO front typu `ArrayBlockingQueue`.

Metódy:

public static boolean ***write****(IPFIXFlowRecord flowRecord)*

Zapisuje záznamy o tokoch do frontu. Ak je front plný, záznam sa zahadzuje.

Parametre:

IPFIXFlowRecord flowRecord - záznam o toku

Návratová hodnota:

Pravdivostná hodnota podľa toho, či záznam bol, alebo nebol zapísaný do cache.

public static IPFIXFlowRecord ***read****()*

Prečíta a zmaže vrchol frontu. Ak je front prázdny čaká dokiaľ sa tam nejaký element nepridá.

Návratová hodnota:

Objekt triedy `IPFIXFlowRecord`.

Hádže:

`InterruptedException` - Ak nastala chyba pri synchronizovaní vlákien, alebo ak bolo vlákno prerušené počas čakania.

public static int ***getSize****()*

Návratová hodnota:

Vracia počet elementov v cache.

4.5.2 Trieda MessageEncoder

Trieda slúži na zakódovanie resp. zabalenie záznamu o toku do IPFIX paketu podľa špecifikácie v RFC 5101 a RFC 5102.

Metódy:

public static MessageEncoder ***getInstance****()*

Návratová hodnota:

Metóda vracia jedinečnú inštanciu objektu triedy podľa návrhového vzoru *Singleton*.

protected byte[] ***createIPFIXMessage****(IPFIXFlowRecord flowRecord)*

Na základe záznamu o toku vytvára prúd bytov z IPFIX správy. Vola jednotlive metódy, ktoré robia čiastkové úlohy ako zakódovanie sád, hlavičky a podobne.

Parametre:

IPFIXFlowRecord flowRecord - záznam o toku

Návratová hodnota:

Pole bytov prúdu IPFIX správy.

private byte[] ***encodeMessageHeader****(IPFIXMessage.IPFIXMessageHeader header, short length)*

Zakóduje hlavičku IPFIX správy.

Parametre:

IPFIXMessage.IPFIXMessageHeader header - hlavička, ktorá sa má zakódovať

short length - celková dĺžka IPFIX správy

Návratová hodnota:

Pole bytov prúdu hlavičky IPFIX správy.

private byte[] ***encodeTemplateRecord****(IPFIXTemplateRecord templateRecord)*

Zakóduje záznam šablóny.

Parametre:

IPFIXTemplateRecord templateRecord - záznam šablóny, ktorý sa má zakódovať

Návratová hodnota:

Pole bytov prúdu záznamu šablóny.

private byte[] ***encodeTemplateSet****(byte[] templateRecordBytes)*

Zakóduje sadu šablón.

Parametre:

byte[] templateRecordBytes - pole bytov prúdu záznamov šablóny, ktoré obsahuje sada šablóny

Návratová hodnota:

Pole bytov prúdu sady šablón.

private byte[] ***encodeDataRecord****(IPFIXDataRecord dataRecord)*

Zakóduje dátový záznam.

Parametre:

IPFIXDataRecord dataRecord - dátový záznam, ktorý sa má zakódovať

Návratová hodnota:

Pole bytov prúdu dátového záznamu.

private byte[] ***encodeDataSet****(ByteArrayOutputStream dataRecordsStream, int templateID)*

Zakóduje dátovú sadu.

Parametre:

ByteArrayOutputStream dataRecordsStream - prúd bytov dátových záznamov, ktoré obsahuje sada šablóny

int templateID - ID prislúchajúcej šablóny

Návratová hodnota:

Pole bytov prúdu dátovej sady.

private byte[] ***appendByteArray****(byte[] first, byte[] second)*

Pomocná metóda, ktorá na koniec prvého poľa bytov pripojí druhé pole bytov .

Parametre:

byte[] first - prve pole bytov

byte[] second - druhe pole bytov

Návratová hodnota:

Pole bytov výsledného poľa.

private short ***getMessageLength****(byte[] templateSetBytes, byte[] dataSetBytes, byte[] optionsTemplateSetStream)*

Vracia celkovú dĺžku IPFIX správy.

Parametre:

byte[] templateSetBytes - pole bytov sady šablón

byte[] dataSetBytes - pole bytov dátovej sady

byte[] optionsTemplateSetStream - pole bytov sady šablón možností

Návratová hodnota:

Celková dĺžka IPFIX správy, vrátane hlavičky. Návratový typ je *short*.

4.5.3 Trieda UDPExporter

Trieda je samostatným vláknom, záznamy o toku číta z ExportCache. Tie potom pošle triede `MessageEncoder`, ktorá ich zabalí do IPFIX správ. Zakódované správy exportuje kolektoru na IP adresu a port, ktoré sú definované v konfiguračnom súbore.

Konštruktor:

private ***UDPExporter****()*

Bezparametrický konštruktor. Vola rodičovský konštruktor s parametrom svojho

mena. Potom sa pokúsi vytvoriť socket pomocou triedy `DatagramSocket`.

Metódy:

public static MessageEncoder ***getInstance****()*

Návratová hodnota:
Metóda vracia jedinečnú inštanciu objektu triedy podľa návrhového vzoru *Singleton*.

public void ***run****()*

Hlavná metóda vlákna. Dokiaľ nie je vlákno prerušené, cyklicky číta záznamy o toku z ExportCache. Prostredníctvom triedy `MessageEncoder` vytvorí zo záznamu o toku výstupný prúd bytov. Ten spolu s dĺžkou prúdu, IP adresou a portom zabalí do paketu - objektu triedy `DatagramPacket`. Vzniknutý paket odošle.

4.6 Balík sk.tuke.cnl.bm.exceptions

Balík obsahuje triedy výnimiek špecifických pre Mediátor. Všetky výnimky dedia od hlavnej triedy výnimiek - `MediatorException`.

5 Preklad programu

5.1 Zoznam zdrojových textov

Zdrojové texty sú k dispozícii v prílohe diplomovej práce.

Sú k dispozícii tieto zdrojové texty:

- balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator:
  - Config.java
  - Default.java
  - DropsCounter.java
  - FlowRecordDispatcher.java
  - IPLoader.java
  - Mediator.java
  - Support.java
- balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator.IPFIX:
  - ExporterKey.java
  - FieldSpecifier.java
  - IPFIXDataRecord.java
  - IPFIXDecoder.java
  - IPFIXElements.java
  - IPFIXEncoder.java
  - IPFIXFlowRecord.java
  - IPFIXMessage.java
  - IPFIXOptionsTemplateRecord.java
  - IPFIXSet.java
  - IPFIXTemplateRecord.java
  - IpfixUdpTemplateCache.java
  - TemplateHolder.java
- balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator.IntermediateProcesses:
  - AIntermediateProcess.java
  - ExampleProcess.java
  - IPInputBuffer.java
- balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator.collecting:
  - IPFIXParser.java
  - PacketCache.java
  - PacketObject.java
  - UDPProcessor.java
  - UDPServer.java
- balík sk.tuke.cnl.bm.Mediator.exporting:
  - ExportCache.java

```
   MessageEncoder.java
   UDPExporter.java
- balík sk.tuke.cnl.bm.exceptions:
   DataException.java
   DataFormatException.java
   EncodingException.java
   IPLoaderException.java
   MediatorException.java
   OutOfBoundsException.java
   TemplateException.java
```

5.2 Požiadavky na technické prostriedky pri preklade

Preklad programu si vyžaduje nasledovnú hardvérovú konfiguráciu:

- CPU Intel Pentium III 1Ghz alebo ekvivalent
- operačná pamäť 256MB
- pevný disk s 1GB voľného miesta
- sieťová karta 100Mb/s

5.3 Požiadavky na programové prostriedky pri preklade

- operačný systém GNU/Linux s verziou jadra 2.6 a vyššou
- Java Runtime Environment (JRE) verzie 1.7.0_03 a vyššej
- knižnice dodávané na inštalačnom médiu

5.4 Náväznosť na iné programové produkty

Program umožňuje sprostredkovanie správ medzi meracím/exportovacím procesom a zhromažďovacím procesom IPFIX architektúry, ktoré budú následne vyhodnotené príslušnými aplikáciami. Je implementáciou *(IP Flow Information Export (IPFIX)*

Mediation Problem) v architektúre SLAmeter. Z toho vyplýva jeho náväznosť na merací/exportovací proces - BEEM a zhromažďovací proces - JXColl (alebo iné implementácie týchto procesov).

5.5 Vlastný preklad

Preklad programu spočíva v nakopírovaní zdrojových súborov a spustení kompilátora jazyka Java s potrebnými parametrami a parametrom classpath nastaveným na prídavné knižnice. Odporúča sa použiť váš obľúbený java IDE, kde stačí jednoducho nastaviť verziu JDK na 7.0 alebo vyššie a do cesty classpath pridať cesty ku všetkým potrebným knižniciam. V prostredí NetBeans IDE potom stačí kliknúť na tlačidlo *Clean and Build*.

5.6 Vytvorenie inštalačného DEB súboru

Stačí spustiť skript `buildDeb.sh`, ktorý sa nachádza v priečinku /deb.

```
sh buildDeb.sh
```

Výstupom tohto skriptu je súbor s názvom `debian.deb`, ktorý môžme následne premenovať podľa verzie Mediátora (napríklad na mediator_1.0_i386.deb). Tento skript vykonáva nasledovné:

1. v prípade, ak neexistuje priečinok debian, extrahuje ho z archívu debian.tar.gz, inak tento krok preskočí
2. skopíruje binárny súbor z projektu do DEB balíčka (predpokladá sa, že bol program kompilovaný v Netbeans IDE pomocou Clean and Build tlačidla)
3. skopíruje konfiguračný súbor z projektu do DEB balíčka
4. skopíruje IPFIX definičný súbor z projektu do DEB balíčka

5. vymaže prípadné dočasné súbory z DEB balíčka
6. vygeneruje MD5 kontrolné súčty pre všetky súbory DEB balíčka
7. zabezpečí maximálnu kompresiu manuálových stránok a changelog súborov
8. skopíruje binárny súbor z projektu do DEB balíčka a nastaví mu práva na vykonávanie
9. vytvorí samotný DEB balíček
10. overí ho pomocou programu lintian - ten vypíše prípadne varovania a/alebo chyby
11. archivuje vytvorený DEB balíček do archívu debian.tar.gz

Pred spustením skriptu je nutné skompilovať Mediátor pomocou Netbeans IDE tlačidlom *Clean and Build*. Prípadné zmeny control alebo changelog súboru, manuálových stránok je nutné vykonať ručne. Manuálové stránky je vhodné upraviť pomocou programu *GmanEdit* . Po spustení skriptu sa vytvorí DEB balíček s názvom `debian.deb`. Ten je vhodné premenovať podľa aktuálnej verzie. Vytvorí sa aj archív `debian.tar.gz`, ktorý obsahuje najaktuálnejšiu adresárovú štruktúru DEB balíčka pre budúce využitie (ak neexistuje priečinok debian, vytvorí sa extrakciou z tohto archívu). Ak je potrebné len aktualizovať kód, stačí spustiť skript a ten sa o všetko postará, pričom vytvorí aj adresár debian. Súbory možno v ňom upravovať až kým nie je všetko podľa predstáv. Ak je všetko hotové, v Netbeans IDE je potrebné vymazať priečinok debian (vykoná sa SVN DELETE, namiesto obyčajného odstránenia zo súborového systému) a projekt "commitnúť". [7, 9]

5.7 Opis známych chýb

V súčasnosti nie sú známe žiadne vážne chyby.

6 Zhodnotenie riešenia

Literatúra

[1] SADASIVAN, G. et al.: *Architecture for IP Flow Information Export* RFC 5470. 2009

[2] KOBAYASHI, A. – CLAISE, B. et al.: *IP Flow Information Export (IPFIX) Mediation: Problem Statement.* RFC 5982. 2010

[3] KOBAYASHI, A. et al.: *IP Flow Information Export (IPFIX) Mediation: Framework.* RFC 6183. 2011

[4] CLAISE, B. et al.: *Specification of the IP Flow Information Export (IPFIX) Protocol for the Exchange of IP Traffic Flow Information.* RFC 5101. 2008

[5] QUITTEK, J. et al.: *Information Model for IP Flow Information Export* RFC 5102. 2008

[6] CLAISE, B.: *Cisco Systems NetFlow Services Export Version 9.* RFC 3954. 2004

[7] VEREŠČÁK, T.: Optimalizácia zhromažďovacieho procesu nástroja BasicMeter, 2012, Diplomová práca, Príloha A, Systémová príručka JXColl v3.9, KPI FEI TU, Košice

[8] PEKÁR, A.: Meranie prevádzkových parametrov siete v reálnom čase, 2009, Bakalárska práca, KPI FEI TU, Košice

[9] PEKÁR, A.: Optimalizácia zhromažďovacieho procesu nástroja BasicMeter, 2011, Diplomová práca, KPI FEI TU, Košice