

UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ  
FAKULTA INFORMATIKY A MANAGEMENTU  
KATEDRA INFORMATIKY A KVANTITATIVNÍCH METOD



## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Orchestrace a management virtuálních síťových  
funkcí

**Autor:** Bc. Ondřej Smola

**Vedoucí práce:** Ing. Vladimír Soběslav, Ph.D.

duben, 2016

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne 2. dubna 2016

Ondřej Smola

## **Poděkování**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean placerat. Duis pulvinar. Maecenas lorem. Mauris tincidunt sem sed arcu. Nemo enim ipsam voluptatem quia voluptas sit aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos qui ratione voluptatem sequi nesciunt.

## **Anotace**

Tato diplomová práce pojednává o aktuálním tématu, kterým je Virtualizace síťových funkcí (Network function virtualization).

## **Annotation**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean placerat. Duis pulvinar. Maecenas lorem. Mauris tincidunt sem sed arcu. Nemo enim ipsam voluptatem quia voluptas sit aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos qui ratione voluptatem sequi nesciunt. Phasellus rhoncus. Praesent vitae arcu tempor neque lacinia pretium. Mauris suscipit, ligula sit amet pharetra semper, nibh ante cursus purus, vel sagittis velit mauris vel metus. Etiam posuere lacus quis dolor. Curabitur bibendum justo non orci. Praesent in mauris eu tortor porttitor accumsan. Nullam lectus justo, vulputate eget mollis sed, tempor sed magna. Donec quis nibh at felis congue commodo. Integer tempor. Maecenas libero.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Problematika virtualizace síťových funkcí</b>	<b>2</b>
2.1	Základní problematika . . . . .	2
2.2	Softwarově definované sítě . . . . .	2
2.3	Proč NFV a NVFs . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Testovací prostředí</b>	<b>3</b>
3.1	OpenStack . . . . .	3
3.2	OpenContrail . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Příklady virtualizace síťových funkcí</b>	<b>4</b>
4.1	Heat templaty . . . . .	4
4.2	LbaaS . . . . .	4
4.2.1	Neutron HAproxy . . . . .	4
4.2.2	AVI networks . . . . .	4
4.3	FwaaS . . . . .	4
4.3.1	PfSense . . . . .	4
4.3.2	Fortigate VM . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Shrnutí poznatků</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>6</b>
	<b>Přílohy</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Z posledních 10 let došlo v IT k velkému rozšíření virtualizace, především v oblasti výpočetního výkonu a uložení. Je již běžnou praxí, že v datových centrech existuje několik projektů, které běží na jednom hardwaru, ale logicky jsou zcela oddělené a nemohou se tedy ovlivňovat. V poslední době virtualizace dorazila i do oblasti počítačových sítí. Díky softwarově definovaným sítím je možné vytvářet na sobě nezávislé sítě a vytvářet tak různé síťové topologie. Avšak i přes tuto novou technologii je v současné době nejvíce síťové funkčnosti zatím soustředěna ve fyzických zařízeních jako jsou routery, firewally či load balancery. Tento fakt se snaží vyřešit virtualizovat síťových funkcí.

Tato práce je rozdělena na 3 hlavní části. První dvě kapitoly popisují oblast virtualizace síťových funkcí z teoretického hlediska a poslední pak z hlediska praktického. V první kapitole jsou vysvětleny hlavní pojmy a problematika této oblasti. Druhá je věnována popisu použitých technologií OpenStack a OpenContrail. V třetí části je následně ukázáno několik praktických příkladů. Na konci této práce dojde k závěrečnému shrnutí.

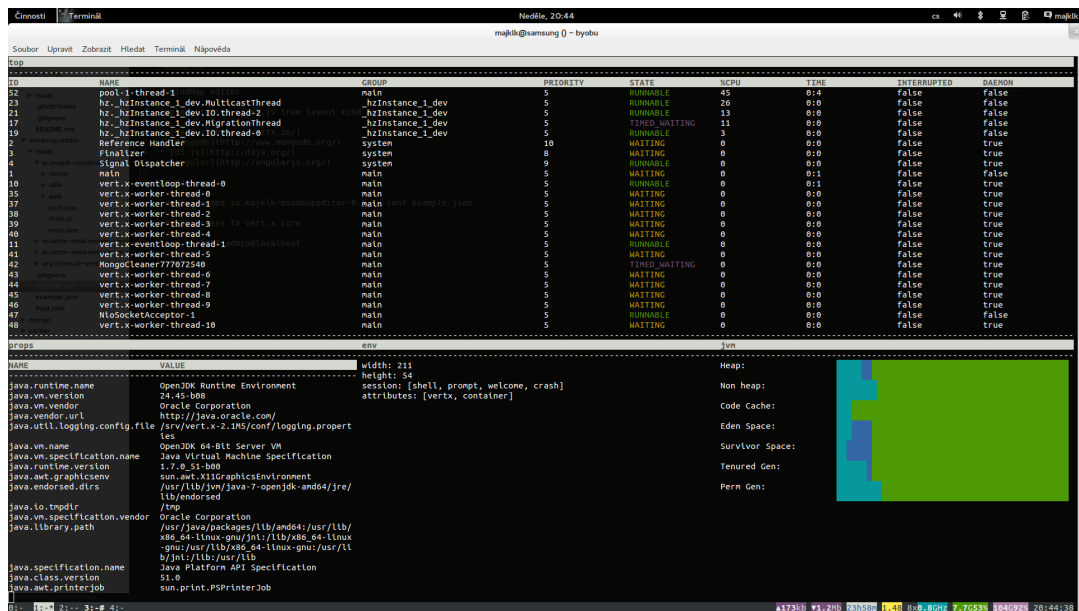
Závěrečná práce byla vybrána ve spolupráci s firmou tcp cloud a.s., která poskytuje implementace jednoho z nejlepších cloudových řešení na světě. Firma umožnila využít jejich stávající infrastrukturu v nejmodernějším datovém centru v České republice, které je v budově Technologického centra Písek s.r.o.

## 2 Problematika virtualizace síťových funkcí

### 2.1 Základní problematika

### 2.2 Softwarově definované sítě

### 2.3 Proč NFV a NVFs



Obrázek 2.1: Modul CrasHub Shell

# 3 Testovací prostředí

## 3.1 OpenStack

## 3.2 OpenContrail

Obrázek 3.1: Modul CrasHub Shell



## 4 Příklady virtualizace síťových funkcí

V této kapitole budeme několik příkladů, jak lze jednoduše vytvořit NFV v prostředí OpenStack a OpenContrail pomocí heat templaty.

### 4.1 Heat templaty

### 4.2 Lbaas

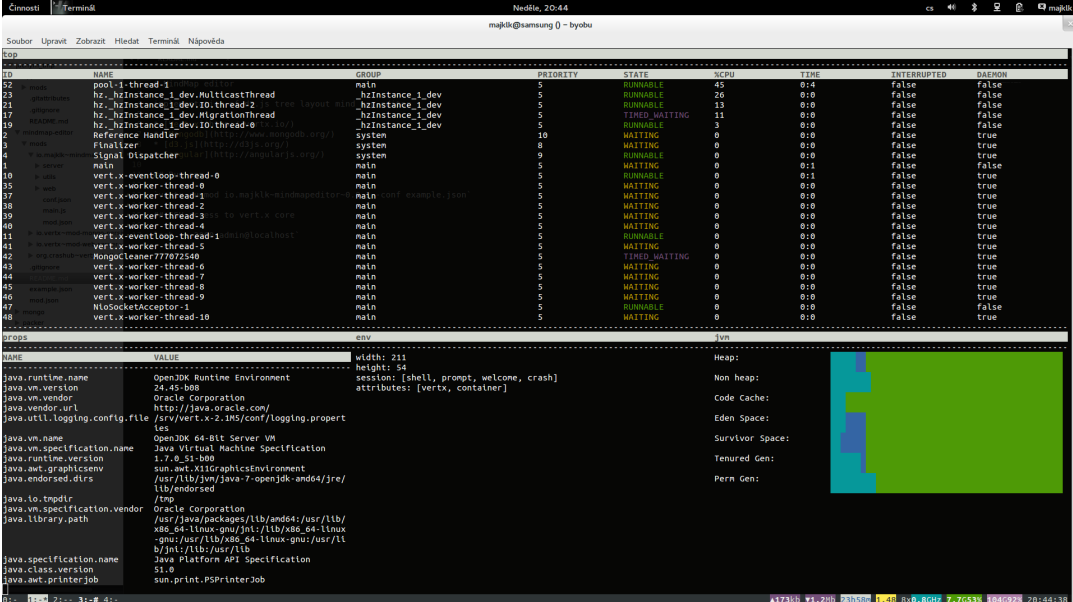
#### 4.2.1 Neutron HAproxy

#### 4.2.2 AVI networks

### 4.3 FwaaS

#### 4.3.1 PfSense

#### 4.3.2 Fortigate VM



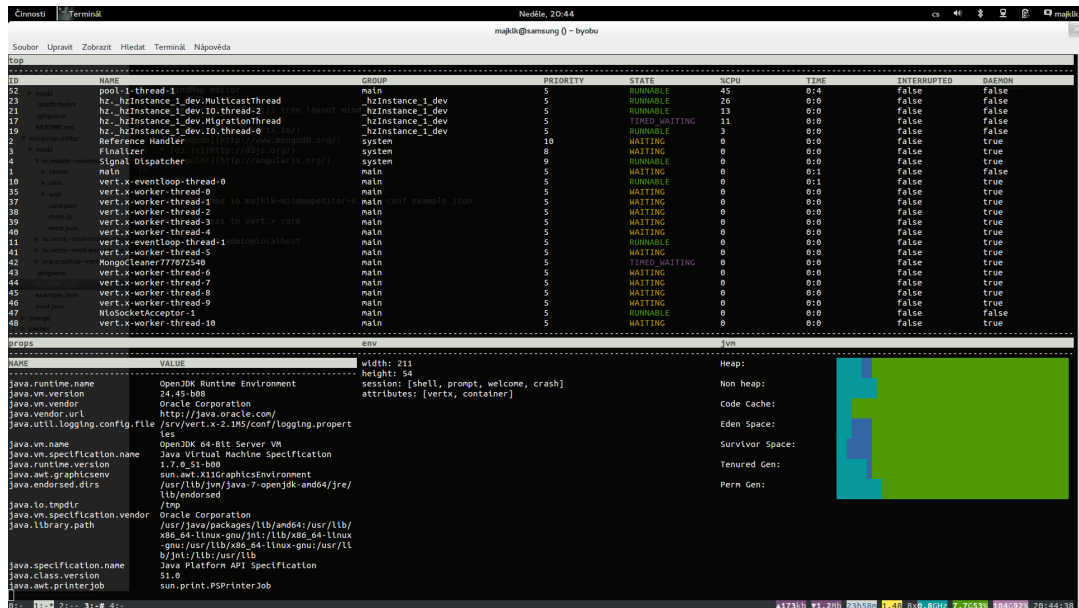
```
top
 11  NAME                                GROUP                                PRIORIT  STATE    %CPU    MEM%    INTERRUPTED  SWAPON
 12  pool-1-thread-1                     main                                5        RUNNABLE  45       0:0     false        false
 23  hz._hzinstance_1_dev.MulticastThread _hzinstance_1_dev                   5        RUNNABLE  26       0:0     false        false
 21  hz._hzinstance_1_dev.IO.thread-2     _hzinstance_1_dev                   5        RUNNABLE  13       0:0     false        false
 17  hz._hzinstance_1_dev.MigrationThread _hzinstance_1_dev                   5        TIMED_WAITING 11       0:0     false        false
 19  hz._hzinstance_1_dev.IO.thread-0     _hzinstance_1_dev                   5        RUNNABLE  3        0:0     false        false
 2  ReferenceHandler                     system                              10       WAITING   0        0:0     false        true
 3  Finalizer                           system                              8        WAITING   0        0:0     false        true
 4  Signal Dispatcher                   system                              9        WAITING   0        0:1     false        true
 1  main                                main                                5        RUNNABLE  0        0:0     false        false
 10  vert.x-eventloop-thread-0            main                                5        RUNNABLE  0        0:1     false        true
 35  vert.x-worker-thread-0               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 37  vert.x-worker-thread-1               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 38  vert.x-worker-thread-2               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 39  vert.x-worker-thread-3               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 40  vert.x-worker-thread-4               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 11  vert.x-eventloop-thread-1            main                                5        RUNNABLE  0        0:0     false        true
 41  vert.x-worker-thread-5               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 42  MongoCleaner77072540                main                                5        TIMED_WAITING 0        0:0     false        true
 43  vert.x-worker-thread-6               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 44  vert.x-worker-thread-7               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 45  vert.x-worker-thread-8               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 46  vert.x-worker-thread-9               main                                5        WAITING   0        0:0     false        true
 47  NioSocketAcceptor-1                 main                                5        RUNNABLE  0        0:0     false        false
 48  vert.x-worker-thread-10              main                                5        WAITING   0        0:0     false        true

prop  env  jvm
NAME  VALUE  width: 211  height: 54  Heap:
-----
java.runtime.name      OpenJDK Runtime Environment        session: [shell, prompt, welcome, crash]
java.vm.version        24.45-b08
java.vendor             Oracle Corporation
java.vendor.url         http://java.oracle.com/
java.util.logging.config.file /usr/vert.x-2.1b5/conf/logging.properties
java.vm.name            OpenJDK 64-Bit Server VM
java.vm.specification.name Java Virtual Machine Specification
java.runtime.version    17.0_51-b08
java.awt.graphicsenv    sun.awt.X11GraphicsEnvironment
java.endorsed.dirs      /usr/lib/jvm/java-7-openjdk-and64/jre/lib/endorsed
java.io.tmpdir          /tmp
java.vm.specification.vendor Oracle Corporation
java.library.path       /usr/java/packages/lib/and64:/usr/lib/x86_64-linux-gnu/jni:/lib/x86_64-linux-gnu:/usr/lib/jni:/lib:/usr/lib
java.specification.name Java Platform API Specification
java.class.version      51.0
java.awt.printerjob     sun.print.PSPrinterJob
```

Obrázek 4.1: Modul CrasHub Shell

## 5 Shrnutí poznatků

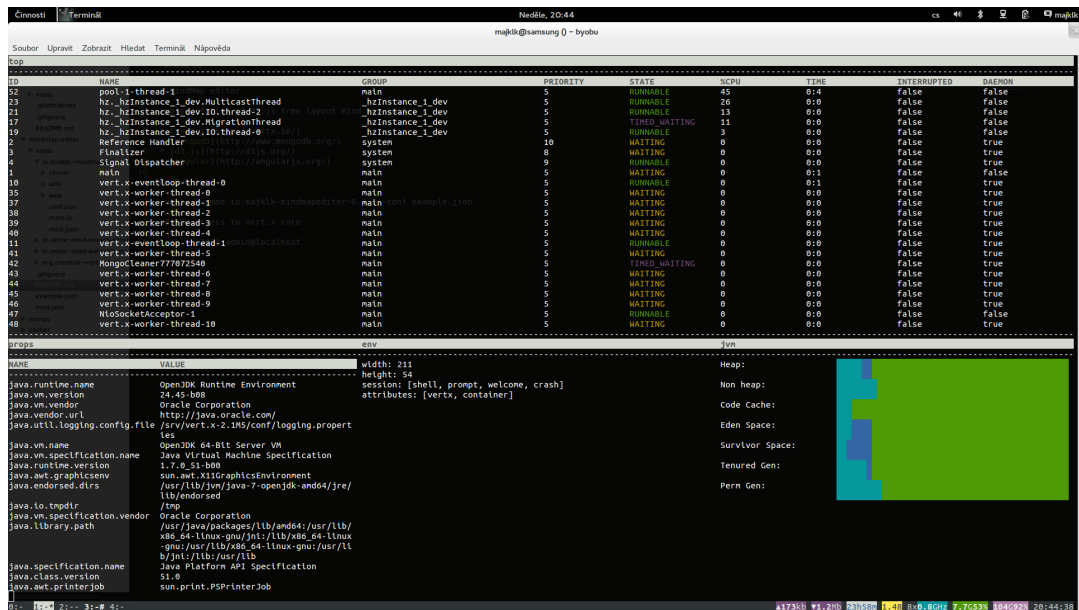
K čemu to je dobrý, na co jsem narazil, atd.



Obrázek 5.1: Modul CrasHub Shell

# 6 Závěr

Je v tom budoucnost.



Obrázek 6.1: Modul CrasHub Shell

# Literatura

- [1] Kamali, Masoud *The Winners of the JAX Innovation Awards 2014* [online]. [cit. 2014-03-20]. Dostupný z WWW: <http://jax.de/awards2014/>
- [2] Kamali, Masoud *The Winners of the JAX Innovation Awards 2014* [online]. [cit. 2014-03-20]. Dostupný z WWW: <http://jax.de/awards2014/>
- [3] Kamali, Masoud *The Winners of the JAX Innovation Awards 2014* [online]. [cit. 2014-03-20]. Dostupný z WWW: <http://jax.de/awards2014/>

# **Přílohy**

# Seznam obrázků

2.1	Modul CrasHub Shell . . . . .	2
3.1	Modul CrasHub Shell . . . . .	3
4.1	Modul CrasHub Shell . . . . .	4
5.1	Modul CrasHub Shell . . . . .	5
6.1	Modul CrasHub Shell . . . . .	6

## Seznam tabulek

## **Seznam ukázek kódu**



**Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta**

<b>PŘEDKLÁDÁ:</b>	<b>ADRESA</b>	<b>OSOBNÍ ČÍSLO</b>
Smola Ondřej	Polizy 16, Osice - Polizy	11475

**TÉMA ČESKY:**

Orchestrace a management virtuálních síťových funkcí

**TÉMA ANGLICKY:**

Orchestration and management of virtual network functions

**VEDOUcí PRÁCE:**

Ing. Vladimír Soběslav, Ph.D. - KIT

**ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:**

Cílem této práce je analyzovat možnosti vytváření a nasazení virtuálních sítí v cloud computingu s důrazem na technologie VNF nad NFV a jejich srovnání. V rámci závěrečné práce budou analyzovány metody a nástroje pro vývoj a automatizaci služeb virtuálních sítí. V závěrečné části provede autor implementaci VNF řešení v prostředí cloud computingové platformy OpenStack.

Osnova:

1. Úvod
2. Problematika virtualizace síťových funkcí
3. Testovací prostředí
4. Příklad virtualizace síťových funkcí
5. Shrnutí
6. Závěr

**SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:**

DOSTÁLEK, Libor.; KABELOVÁ, Alena. Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS. 5. aktualizované vydání, Brno: Computer Press, a.s., 2008. 488 s. ISBN 978-80-251-2236-5.

HICKS, Michael. Optimizing Applications on Cisco Networks. 1. vydání. Indianapolis: Cisco Press, 2004. 384 s. ISBN: 978-1-58705-153-1.

HUCABY, David. CCNP SWITCH 642-813 Official Certification Guide. 1. vydání. Indianapolis: Cisco Press, 2011, 533 s. ISBN 978-1-58720-243-8.

Podpis studenta: .....

Datum: .....

Podpis vedoucího práce: .....

Datum: .....