

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

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.

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

1 Úvod	1
2 Problematika virtualizace síťových funkcí	2
2.1 Základní pojmy	2
2.2 Softwarově definované sítě	2
2.3 Proč NFV a NVFs	2
3 Testovací prostředí	4
3.1 OpenStack	4
3.2 OpenContrail	4
4 Příklady virtualizace síťových funkcí	5
4.1 Heat templates	5
4.2 LbaaS	5
4.2.1 Neutron HAproxy	5
4.2.2 AVI networks	5
4.3 FwaaS	5
4.3.1 PfSense	5
4.3.2 Fortigate VM	5
5 Shrnutí poznatků	6
6 Závěr	7
Přílohy	I

1 Úvod

Tady bude text s úvodem

2 Problematika virtualizace síťových funkcí

2.1 Základní pojmy

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 SSH¹ 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.e.

2.2 Softwarově definované sítě

2.3 Proč NFV a NVFs

¹Secure Shell

```

top
  PID TID          NAME                  UPGROUP      PRI  STATE   %CPU   MEM%  INTERRUPTED  DOPROG
152  152      pool-1-thread-1      main          5     RUNNABLE 45     0:4   false        false
23  23       hz_hInstance_1_dev.MulticastThread  _hzInstance_1_dev  5     RUNNABLE 26     0:0   false        false
21  21       hz_hInstance_1_dev.IO.thread-2      _hzInstance_1_dev  5     RUNNABLE 13     0:0   false        false
17  17       hz_hInstance_1_dev.MigrationThread  _hzInstance_1_dev  5     TIMED_WAITING 11     0:0   false        false
19  19       hz_hInstance_1_dev.IO.thread-0      _hzInstance_1_dev  5     RUNNABLE 3       0:0   false        false
2  2       ReferenceHandler      _hazopB.org/      system  10     WAITING  0       0:0   false        true
3  3       Finalizer              _librtg//dls.org/ system  8       WAITING  0       0:0   false        true
4  4       Signal Dispatcher     _librtg//dls.org/ system  9       WAITING  0       0:0   false        true
1  1       _main                  _main           5       WAITING  0       0:1   false        false
10  10      vert.x-eventloop-thread-0          _main           5     RUNNABLE  0       0:1   false        true
35  35      vert.x-worker-thread-0             _main           5     WAITING  0       0:1   false        true
37  37      vert.x-worker-thread-1             _main           5     WAITING  0       0:0   false        true
38  38      vert.x-worker-thread-2             _main           5     WAITING  0       0:0   false        true
39  39      vert.x-worker-thread-3             _main           5     WAITING  0       0:0   false        true
40  40      vert.x-worker-thread-4             _main           5     WAITING  0       0:0   false        true
41  41      vert.x-eventloop-thread-1          _main           5     RUNNABLE  0       0:0   false        true
42  42      vert.x-worker-thread-5             _main           5     WAITING  0       0:0   false        true
43  43      MongoCleaner77072540              _main           5     TIMED_WAITING 0       0:0   false        true
44  44      vert.x-worker-thread-6             _main           5     WAITING  0       0:0   false        true
45  45      vert.x-worker-thread-7             _main           5     WAITING  0       0:0   false        true
46  46      vert.x-worker-thread-8             _main           5     WAITING  0       0:0   false        true
47  47      NioSocketAcceptor-1               _main           5     RUNNABLE  0       0:0   false        false
48  48      vert.x-worker-thread-10            _main           5     WAITING  0       0:0   false        true

topps                                     env                                     jvm
-----
NAME                                     VALUE                                     height: 211
java.runtime.name                       OpenJDK Runtime Environment             height: 54
java.vm.version                         24.45-b08                             session: [shell, prompt, welcome, crash]
java.vendor                             Oracle Corporation                      attributes: [vertx, container]
java.vendor.url                         http://java.oracle.com/
java.util.logging.config.file           /srv/vert.x-2.1MS/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-b09
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/x86_64-linux-gnu:/lib/x86_64-linux-gnu:/usr/lib64:/lib:/usr/lib
java.specification.name                  Java Platform API Specification
java.class.version                      51.0
java.awt.printerjob                     sun.print.PSPrinterJob

Heap:
Non heap:
Code Cache:
Eden Space:
Survivor Space:
Tenured Gen:
Perm Gen:

```

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

4.1 Heat templates

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

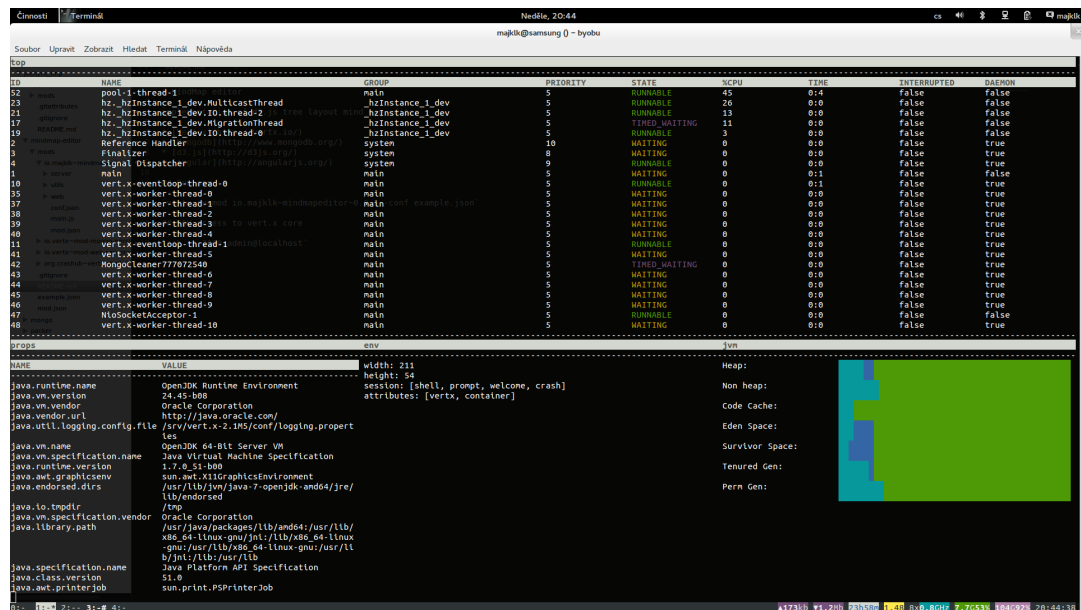
PID	PPID	NAME	GROUP	PRIORITY	STATE	CPU	TIME	INTERRUPTED	SESSION
52	1	pool-1-thread-1	main	5	RUNNABLE	45	0:4	false	false
53	52	hz._hzInstance_1_dev.multicastThread	_hzInstance_1_dev	5	RUNNABLE	26	0:0	false	false
54	53	hz._hzInstance_1_dev.io.thread-2	_hzInstance_1_dev	5	RUNNABLE	13	0:0	false	false
57	54	hz._hzInstance_1_dev.MigrationThread	_hzInstance_1_dev	5	TIMED_WAITING	11	0:0	false	false
59	57	hz._hzInstance_1_dev.io.thread-0	_hzInstance_1_dev	5	RUNNABLE	3	0:0	false	false
2	1	ReferenceHandler	system	10	WAITING	0	0:0	false	true
3	1	Finalizer	system	8	WAITING	0	0:0	false	true
4	1	Signal Dispatcher	system	9	RUNNABLE	0	0:0	false	true
1	1	main	main	5	WAITING	0	0:1	false	false
10	1	vert.x-eventloop-thread-0	main	5	WAITING	0	0:1	false	true
35	10	vert.x-worker-thread-0	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
37	10	vert.x-worker-thread-1	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
38	10	vert.x-worker-thread-2	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
39	10	vert.x-worker-thread-3	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
40	10	vert.x-worker-thread-4	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
41	10	vert.x-eventloop-thread-1	main	5	RUNNABLE	0	0:0	false	true
42	10	vert.x-worker-thread-5	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
43	10	MongoCleaner777072540	main	5	TIMED_WAITING	0	0:0	false	true
44	10	vert.x-worker-thread-6	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
45	10	vert.x-worker-thread-7	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
46	10	vert.x-worker-thread-8	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
47	10	vert.x-worker-thread-9	main	5	WAITING	0	0:0	false	true
48	10	MioSocketAcceptor-1	main	5	RUNNABLE	0	0:0	false	false
49	10	vert.x-worker-thread-10	main	5	WAITING	0	0:0	false	true

NAME	VALUE
java.runtime.name	OpenJDK Runtime Environment
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-2.1M5/conf/logging.properties
java.vm.name	OpenJDK 64-Bit Server VM
java.vm.specification.name	Java Virtual Machine Specification
java.runtime.version	17.0.5-100
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/x86_64-linux-gnu:/usr/lib:/usr/lib64:/usr/lib32:/usr/libx32:/usr/libx32:/usr/libx32:/usr/libx32:/usr/libx32:/usr/libx32:/usr/libx32:/usr/libx32:/usr/libx32
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

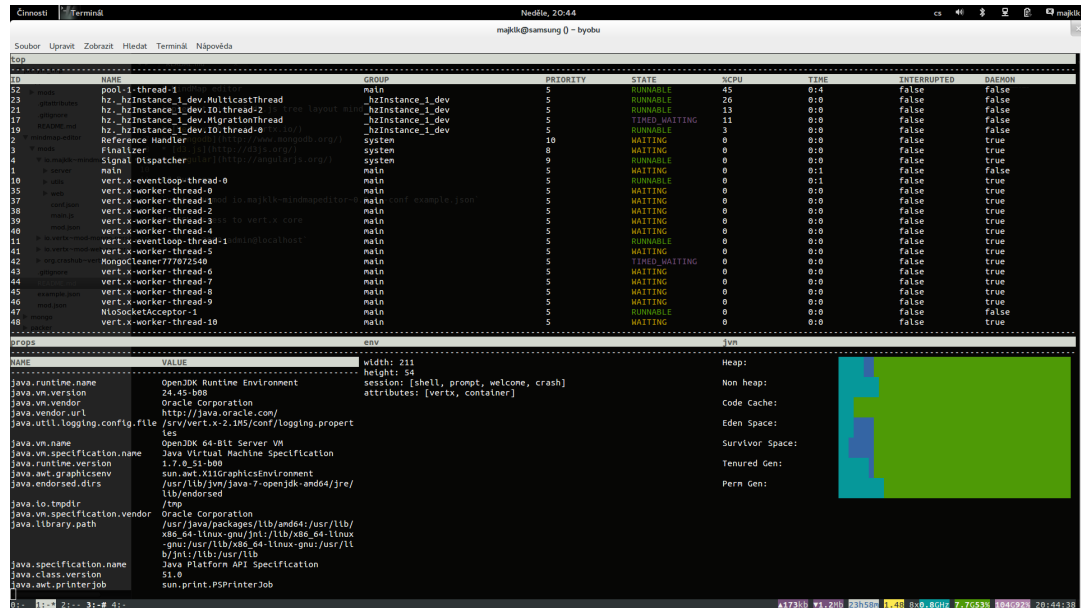
K čemu to je dobrý, na co jsem narazil, atd.



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/>
- [4] 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	3
3.1	Modul CrasHub Shell	4
4.1	Modul CrasHub Shell	5
5.1	Modul CrasHub Shell	6
6.1	Modul CrasHub Shell	7

Seznam tabulek

Seznam ukázek kódu

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
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: