Разработка приложения для мониторинга и управления балансировкой нагрузки и трафика на веб-сервисы

Автор: Aleksejs Čudovs
Группа: 2016DEF
Руководитель: Boriss Mišņevs

Рига 2016

Предметные области

- Компьютерные науки
  - Программная инженерия
  - Базы данных
  - Системное программирование в среде Linux
  - Веб-программирование
  - Системное администрирование
- Технологии балансировки нагрузки и трафика

Цель

Цель данной работы — разработка открытого ПО для глобальной серверной балансировки нагрузки посредством системы доменных имен

(Domain Name System based Global Server Load Balancing, DNS GSLB)

Задания на работу

- Рассмотреть и сравнить основные технологии балансировки нагрузки и трафика используемые на различных уровнях сетевой модели OSI
- Разработать приложение для глобальной серверной балансировки посредством системы доменных имен (DNS GSLB) и описать этапы процесса разработки

Анализ предметной области

1. Сетевая модель OSI
2. Балансировка на физическом уровне OSI
3. Балансировка на канальном уровне OSI
4. Балансировка на сетевом уровне OSI
5. Серверная балансировка нагрузки (SLB)
6. Глобальная SLB (GSLB)

Краткое сравнение технологий

Технология	Уровень OSI	Область применения	Масштабируемость	Примеры открытого ПО
LAG	2	LAN	низкая	Linux Kernel, Open vSwitch
ECMP	3	LAN / WAN	низкая	Linux Kernel, Bird, Quagga
SLB NAT	4	LAN / WAN	средняя	Keepalived, LVS, HAProxy, nginx
SLB DR	4	LAN / WAN	высокая	Keepalived, LVS
SLB IPIP	4	WAN	высокая	Keepalived, LVS
GSLB HTTP	7	LAN / WAN	высокая	Apache httpd, nginx
GSLB DNS	7	LAN / WAN	очень высокая	polaris-gslb
GSLB BGP	7	WAN	очень высокая	Linux Kernel, Bird, Quagga

Этапы разработки

1. Формирование требований
2. Анализ и разработка требований
3. Проектирование архитектуры
4. Проектирование базы данных
5. Реализация
6. Тестирование и исправление ошибок
7. Развертывание
8. Оценка качества

Основные средства реализации

- IBM Rational Software Architect 9.5
- Языки программирования:
  - Python 2.7
  - JavaScript 1.7
- Среда разработки PyCharm IDE 2016.1
- Среда моделирования MySQL Workbench 6.3
- Система контроля версий Git 1.8
- Операционная система Linux CentOS 7.2

Функциональные требования

- Приложение должно отвечать клиенту на DNS запросы по соответствующему протоколу
- Приложение должно проверять доступность выдаваемых DNS сервером записей конечных серверов
- Приложение должно отвечать клиенту на HTTP запросы по соответствующему протоколу
- Приложение должно предоставлять администратору возможность управления конфигурацией
- Приложение должно предоставлять операционной системе возможность запускать приложение, как системный сервис

Нефункциональные требования

- Приложение должно функционировать в операционной системе Linux x86-64
- Приложение должно поддерживать многопоточность или многозадачность для одновременной работы с многими клиентами
- Приложение должно обеспечивать защиту от несанкционированного доступа к конфигурации
- Приложение должно поддерживать репликацию данных в кластере из нескольких серверов

Системные требования

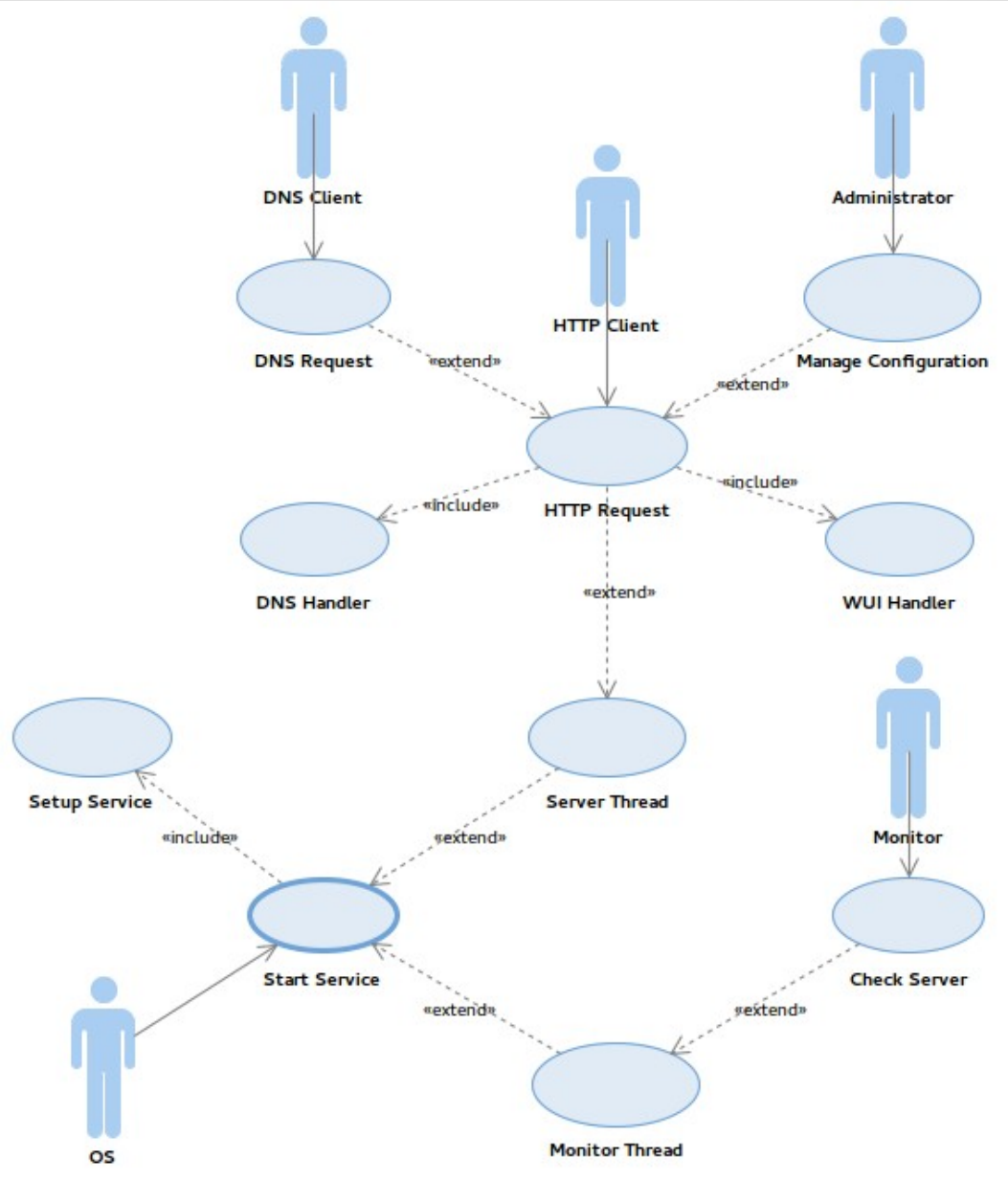
Сервер:

- Минимум 1 процессор Intel x86-64 совместимый
- Минимум 1 GB оперативной памяти
- Минимум 4 GB жесткий диск
- Сетевая карта
- Операционная система Linux x86-64

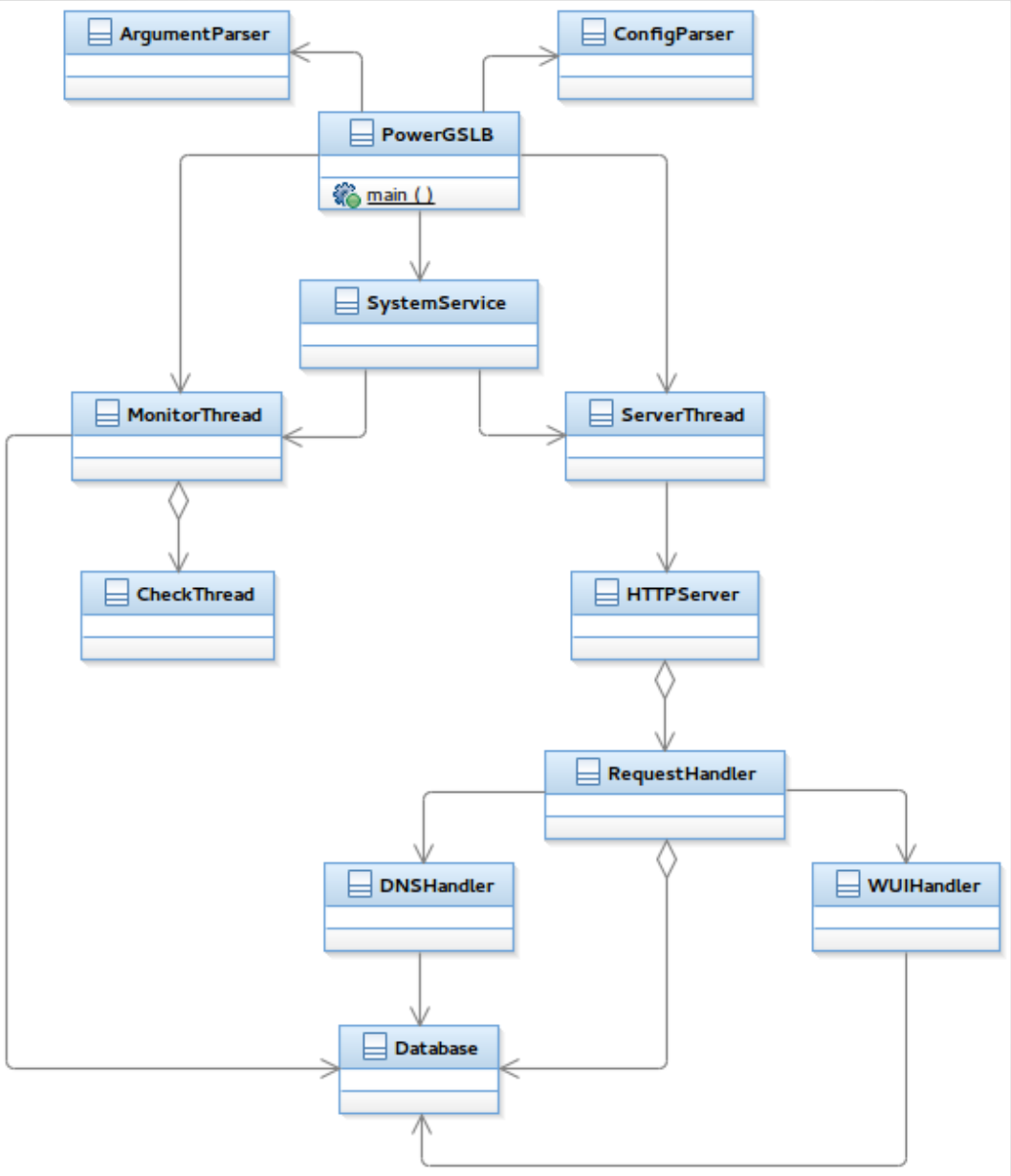
Клиент:

- Веб-браузер Chrome 30, Firefox 27 или IE 11 с поддержкой JavaScript

Диаграмма Use Case



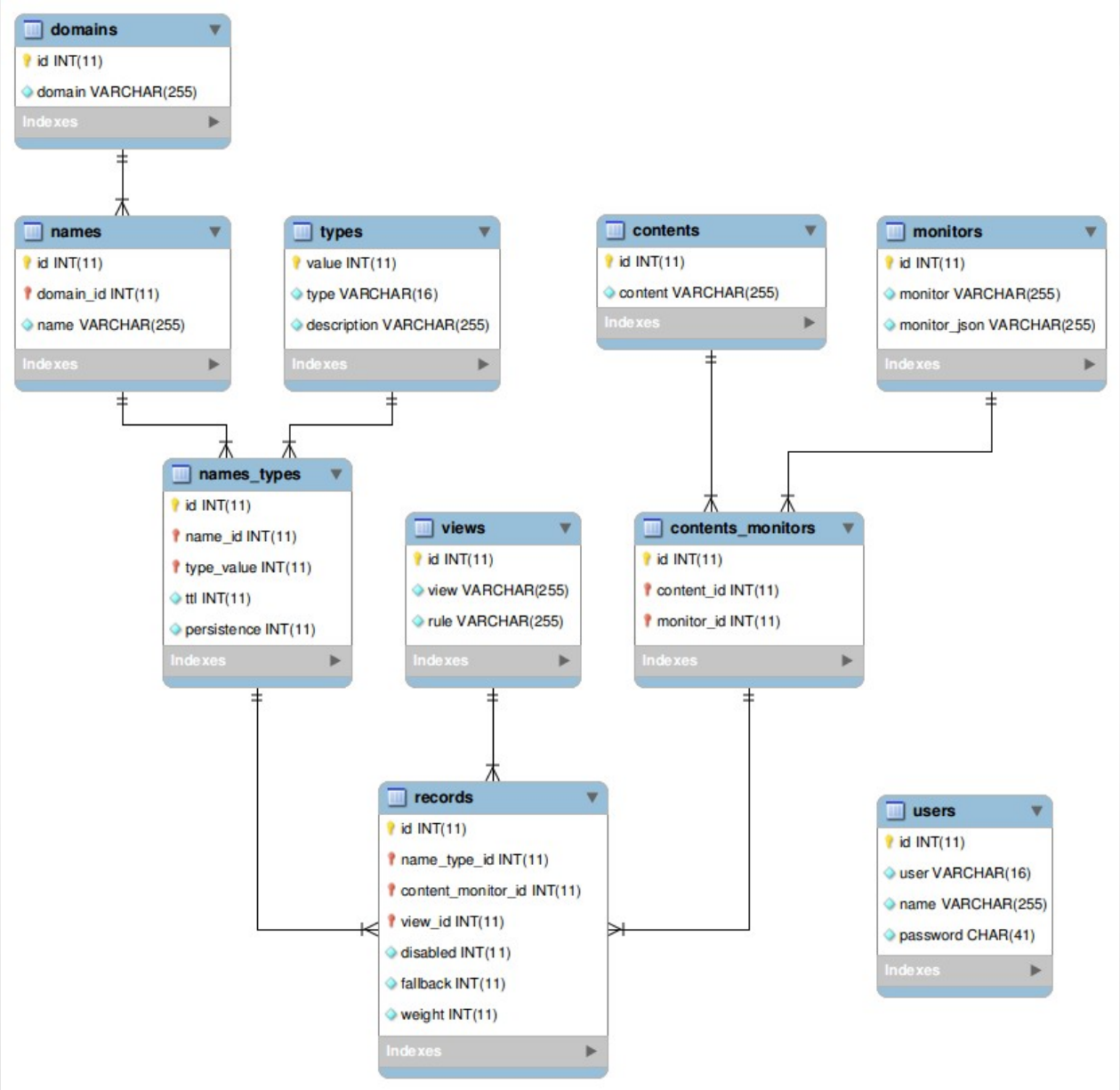
Начальная диаграмма классов



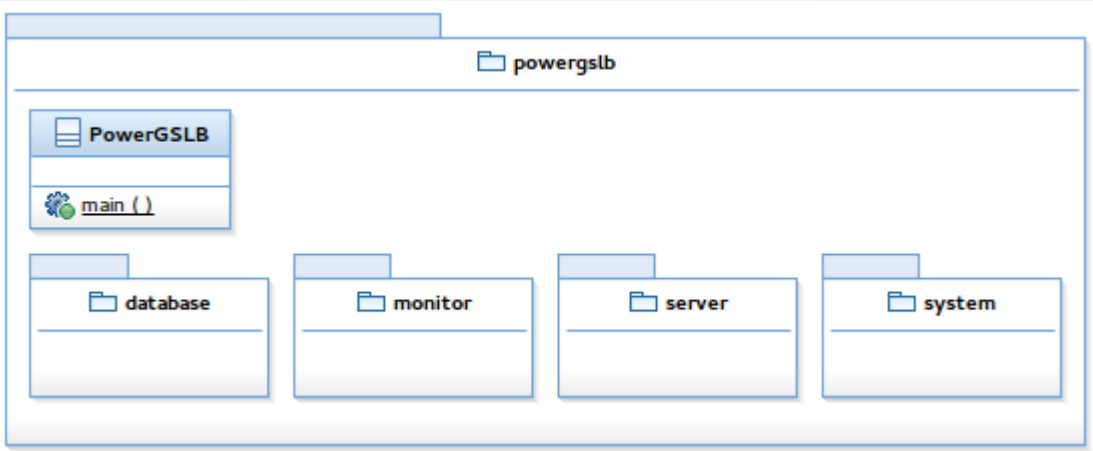
Начальная оценка модели

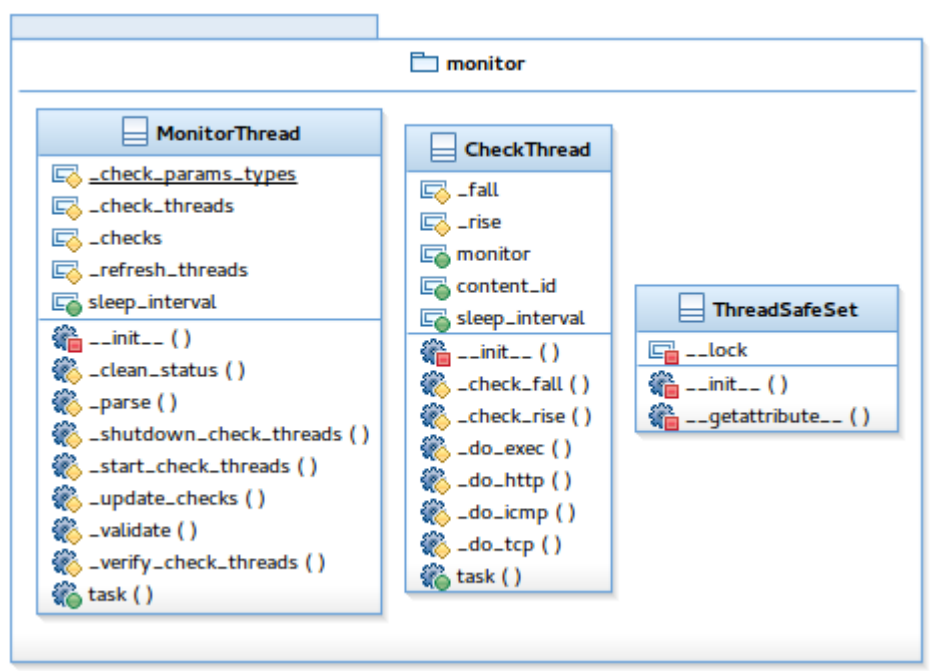
Классы	Метрики					
	WMC	DIT	NOC	CBO	RFC	LCOM4
ArgumentParser	2	0	0	0	2	1
ConfigParser	1	0	0	0	1	1
PowerGSLB	1	0	0	5	8	1
SystemService	1	0	0	2	5	1
MonitorThread	9	0	0	2	15	1
CheckThread	6	0	0	0	6	1
ServerThread	2	0	0	1	5	1
HTTPServer	2	0	0	1	3	1
RequestHandler	5	0	0	3	9	1
DNSHandler	2	0	0	1	3	1
WUIHandler	3	0	0	1	6	1
Database	7	0	0	0	7	1
Среднее значение	**3.42**	**0.00**	**0.00**	**1.33**	**5.83**	**1.00**

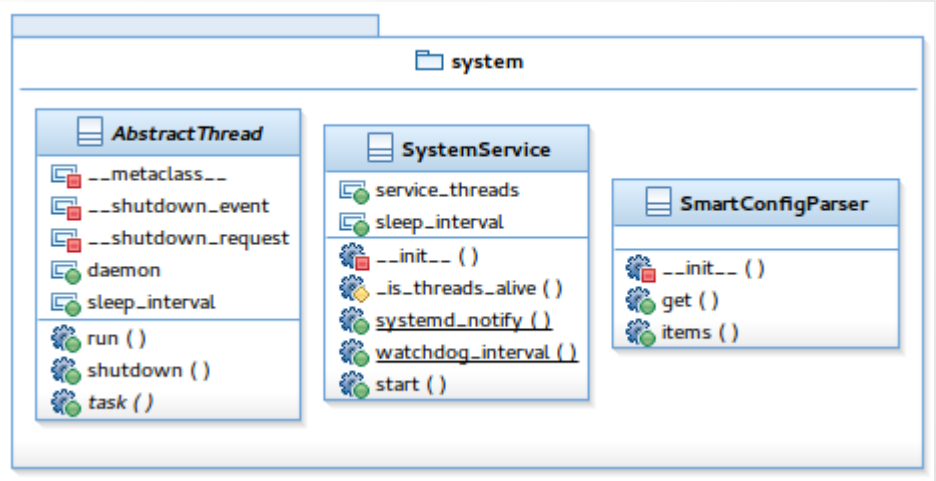
Модель базы данных



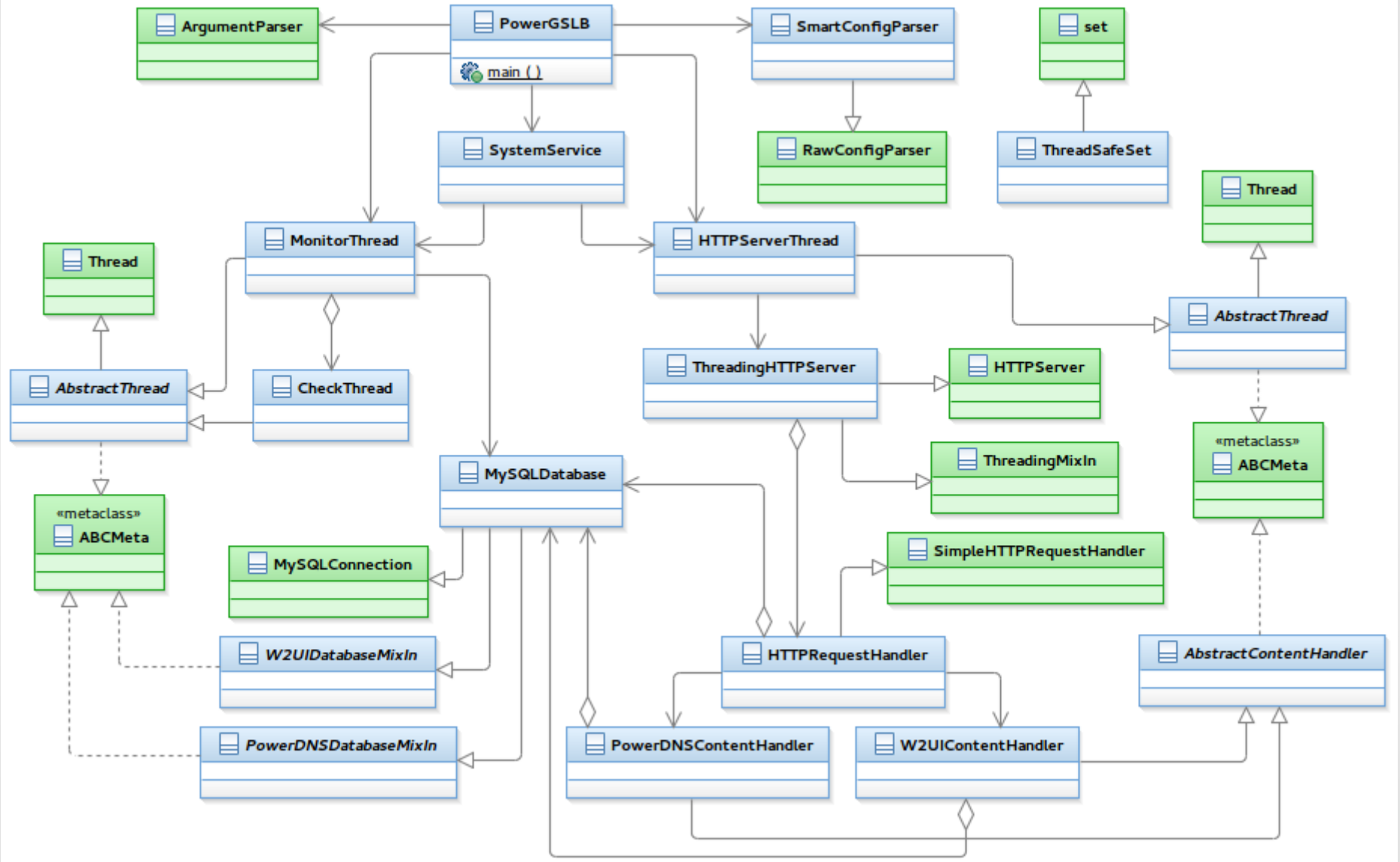
Диаграммы пакетов







Конечная диаграмма классов



Конечная оценка модели

Классы	Метрики					
	WMC	DIT	NOC	CBO	RFC	LCOM4
PowerGSLB	1	0	0	5	8	1
SmartConfigParser	3	1	0	0	3	1
SystemService	5	0	0	2	9	1
AbstractThread	3	1	3	0	3	1
MonitorThread	9	2	0	2	15	1
CheckThread	8	2	0	0	8	1
HTTPServerThread	2	2	0	1	5	1
ThreadingHTTPServer	0	1	0	1	1	1
HTTPRequestHandler	12	1	0	2	15	1
AbstractContentHandler	2	1	2	0	2	1
PowerDNSContentHandler	7	2	0	1	9	1
W2UIContentHandler	11	2	0	1	15	1
MySQLDatabase	4	2	0	0	4	1
PowerDNSDatabaseMixIn	3	1	1	0	3	1
W2UIDatabaseMixIn	28	1	1	0	28	1
ThreadSafeSet	2	1	0	0	2	1
Среднее значение	**6.25**	**1.25**	**0.44**	**0.94**	**8.13**	**1.00**

Оценка системы

Начальная оценка системы

DIT	0
NC	12
NOM	41
LOCΣ	0

Конечная оценка системы

DIT	2
NC	16
NOM	100
LOCΣ	1771

Дизайн веб-интерфейса 1

STATUS

- Status

GSLB

- Domains
- Monitors
- Records
- Types

USERS

- Users

All Fields | Search... | Auto Reload

#	Status	Domain	Name	Type	Content	TTL	Disabled	Fallback	Persistence	Weight	Monitor
1	Off	example.com	example.com	A	192.0.2.104	300	1	0	0	0	No check
2	Off	example.com	example.com	A	192.0.2.101	300	0	0	0	0	ICMP ping
3	Off	example.com	example.com	A	192.0.2.102	300	0	0	0	0	Command execution
4	Off	example.com	example.com	A	192.0.2.103	300	0	0	0	0	HTTP request /status
5	On	example.com	example.com	NS	ns1.example.com	3600	0	0	0	0	No check
6	On	example.com	example.com	NS	ns2.example.com	3600	0	0	0	0	No check
7	On	example.com	example.com	NS	ns3.example.com	3600	0	0	0	0	No check
8	On	example.com	example.com	NS	ns4.example.com	3600	0	0	0	0	No check
9	On	example.com	example.com	SOA	ns1.example.com. hostm...	86400	0	0	0	0	No check
10	On	example.com	example.com	MX	10 mail1.example.com	3600	0	0	0	0	No check
11	On	example.com	example.com	MX	20 mail2.example.com	3600	0	0	0	0	No check
12	On	example.com	example.com	MX	30 mail3.example.com	3600	0	0	0	0	No check
13	On	example.com	example.com	TXT	v=spf1 ip4:192.0.2.0/24 ...	3600	0	0	0	0	No check
14	On	example.com	example.com	AAAA	2001:db8::101	300	0	0	0	0	No check
15	On	example.com	example.com	AAAA	2001:db8::102	300	0	0	0	0	No check
16	On	example.com	example.com	AAAA	2001:db8::103	300	0	0	0	0	No check
17	On	example.com	example.com	AAAA	2001:db8::104	300	0	0	0	0	No check
18	On	example.com	m.example.com	A	192.0.2.201	300	0	0	0	0	No check
19	On	example.com	m.example.com	A	192.0.2.202	300	0	0	0	0	No check
20	On	example.com	m.example.com	A	192.0.2.203	300	0	0	0	0	No check
21	On	example.com	m.example.com	A	192.0.2.204	300	0	0	0	0	No check
22	On	example.com	m.example.com	AAAA	2001:db8::201	300	0	0	0	0	No check
23	On	example.com	m.example.com	AAAA	2001:db8::202	300	0	0	0	0	No check

Server Response 0.408 sec

1-23 of 132 (buffered 100)

Дизайн веб-интерфейса 2

STATUS
- Status

GSLB
- Domains
- Monitors
- Records
- Types

USERS
- Users

All Fields | Search... | Auto Reload

#	Status	Domain	Name	Type	Content	TTL	Disabled	Fallback	Persistence	Weight	Monitor
1	Off	example.com	exa							0	No check
2	Off	example.com	exa							0	ICMP ping
3	Off	example.com	exa							0	Command execution
4	Off	example.com	exa							0	HTTP request /status
5	On	example.com	exa							0	No check
6	On	example.com	exa							0	No check
7	On	example.com	exa							0	No check
8	On	example.com	exa							0	No check
9	On	example.com	exa							0	No check
10	On	example.com	exa							0	No check
11	On	example.com	exa							0	No check
12	On	example.com	exa							0	No check
13	On	example.com	exa							0	No check
14	On	example.com	exa							0	No check
15	On	example.com	exa							0	No check
16	On	example.com	exa							0	No check
17	On	example.com	exa							0	No check
18	On	example.com	m.example.com	A	192.0.2.201	300	0	0	0	0	No check
19	On	example.com	m.example.com	A	192.0.2.202	300	0	0	0	0	No check
20	On	example.com	m.example.com	A	192.0.2.203	300	0	0	0	0	No check
21	On	example.com	m.example.com	A	192.0.2.204	300	0	0	0	0	No check
22	On	example.com	m.example.com	AAAA	2001:db8::201	300	0	0	0	0	No check
23	On	example.com	m.example.com	AAAA	2001:db8::202	300	0	0	0	0	No check

Server Response 0.42 sec

1-23 of 132 (buffered 100)

X

Status	begins	
Domain	begins	
Name	begins	
Type	begins	
Content	begins	
TTL	is	
Disabled	is	
Fallback	is	
Persistence	is	
Weight	is	
Monitor	begins	

Reset | Search

Дизайн веб-интерфейса 3

STATUS
- Status

GSLB
- Domains
- Monitors
- Records
- Types

USERS
- Users

All Fields | Search... | Add New | Edit | Delete

ID	Domain	Name					Fallback	Persistence	Weight	Monitor
1	example.com	example					0	0	0	No check
2	example.com	example					0	0	0	No check
3	example.com	example					0	0	0	No check
4	example.com	example					0	0	0	No check
5	example.com	example					0	0	0	No check
6	example.com	ns1.exa					0	0	0	No check
7	example.com	ns2.exa					0	0	0	No check
8	example.com	ns3.exa					0	0	0	No check
9	example.com	ns4.exa					0	0	0	No check
10	example.com	ns1.exa					0	0	0	No check
11	example.com	ns2.exa					0	0	0	No check
12	example.com	ns3.exa					0	0	0	No check
13	example.com	ns4.exa					0	0	0	No check
14	example.com	example					0	0	0	ICMP ping
15	example.com	example					0	0	0	Command execution
16	example.com	example					0	0	0	HTTP request /status
17	example.com	example					0	0	0	No check
18	example.com	example.com	AAAA	2001:db8::101	300	0	0	0	0	No check
19	example.com	example.com	AAAA	2001:db8::102	300	0	0	0	0	No check
20	example.com	example.com	AAAA	2001:db8::103	300	0	0	0	0	No check
21	example.com	example.com	AAAA	2001:db8::104	300	0	0	0	0	No check

Server Response 0.435 sec

1-23 of 132 (buffered 100)

PowerGSLB: add record

Domain: * Type to search...

Name: *

Type: * Type to search...

Content: *

TTL: *

Disabled:

Fallback:

Persistence:

Weight:

Monitor: * Type to search...

Close | Save

Тестирование

- Тестирование выполнено вручную по принципу «черного ящика» способом разбиения по эквивалентности
- Разработаны тестовые варианты, которые проверяют наибольшее количество классов эквивалентности
- Выполнено тестирование всех функциональных и нефункциональных требований к программе
- В результате проведенного тестирования отлажена работа приложения и не обнаружено серьезных ошибок, требующих проектных изменений

Примеры тестовых вариантов

Входные данные	Ожидаемый результат	Результат теста
Выполняется команда запуска приложения	1) Корректный старт приложения 2) Нет сообщений об ошибке в системном логе	пройден
1) Конф. файл недоступен для чтения 2) Выполняется команда запуска приложения	1) Некорректный старт приложения 2) Есть сообщения об ошибке в системном логе	пройден
1) Конф. файл содержит ошибку 2) Выполняется команда запуска приложения	1) Некорректный старт приложения 2) Есть сообщения об ошибке в системном логе	пройден
1) База данных недоступна 2) Выполняется команда запуска приложения	1) Некорректный старт приложения 2) Есть сообщения об ошибке в системном логе	пройден
1) IP адрес не принадлежит серверу 2) Выполняется команда запуска приложения	1) Некорректный старт приложения 2) Есть сообщения об ошибке в системном логе	пройден
1) TCP порт занят на сервере 2) Выполняется команда запуска приложения	1) Некорректный старт приложения 2) Есть сообщения об ошибке в системном логе	пройден
Выполняется запуск веб-интерфейса	Корректный старт веб-интерфейса	пройден
1) Выполняется запуск веб-интерфейса 2) Вводится неправильное имя пользователя	Сообщения об ошибке авторизации	пройден
1) Выполняется запуск веб-интерфейса 2) Вводится неправильный пароль	Сообщения об ошибке авторизации	пройден

Преимущества 1

- Простое в использовании решение для обеспечения глобальной серверной балансировки нагрузки посредством DNS
- Низкая стоимость конечного продукта за счет использования открытых технологий
- Открытая модель разработки делает программу общедоступной

Преимущества 2

PowerGSLB

Viss Attēli Maps Video Ziņas Vēl ▾ Meklēšanas rīki

Aptuveni 302 rezultāti (0,30 sekundes)

GitHub - AlekseyChudov/powergslb: PowerGSLB - PowerDN...
https://github.com/AlekseyChudov/**powergslb** ▾ Tulkot šo lapu
PowerGSLB - PowerDNS Remote GSLB Backend. Contribute to **powergslb** development by creating an account on GitHub.

powergslb/setup.py at master · AlekseyChudov/powergslb · G...
https://github.com/AlekseyChudov/**powergslb**/.../setup.py ▾ Tulkot šo lapu
PowerGSLB - PowerDNS Remote GSLB Backend. Contribute to **powergslb** development by creating an account on GitHub.

powergslb/__init__.py at master · AlekseyChudov/powergslb ·...
https://github.com/.../**powergslb**/.../**powergslb**/.../__init__.... ▾ Tulkot šo lapu
PowerGSLB - PowerDNS Remote GSLB Backend. Contribute to **powergslb** development by creating an account on GitHub.

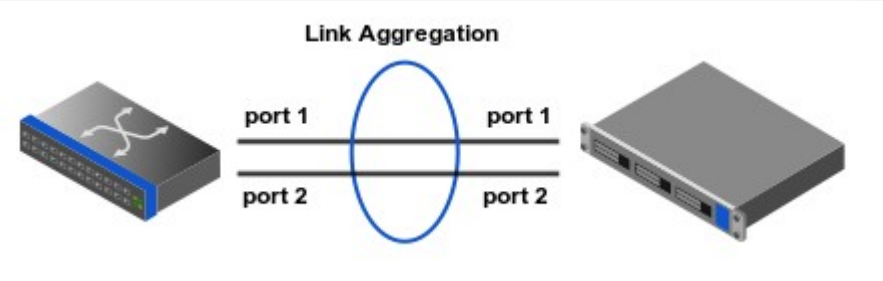
Основная литература

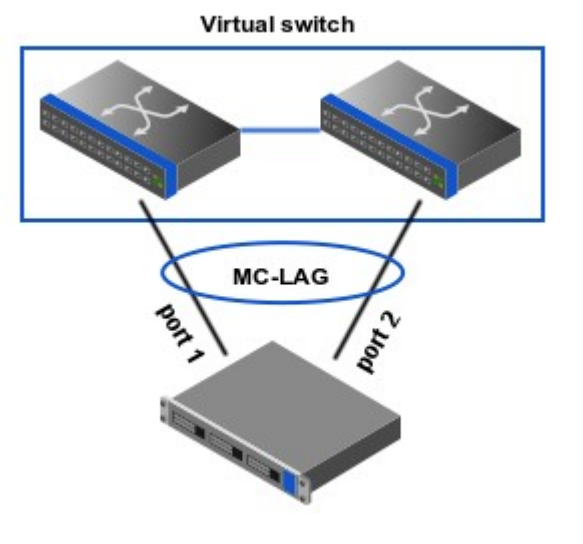
- Олифер В. Г. and Олифер Н. А. 2010, *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы*. Учебник для вузов. 4-е издание. Питер, Спб.
- Орлов С. А. 2016, *Программная инженерия. Технологии разработки программного обеспечения*. Учебник для вузов. 5-е издание. Питер, СПб.
- Орлов С. А. and Комашилова О. Я. 2006, *Технологии разработки программного обеспечения*. Методические указания по выполнению курсового проекта. TSI, Rīga.
- Bourke T. 2001, *Server Load Balancing*. O'Reilly Media.
- Kopparapu C. 2002, *Load Balancing Servers, Firewalls, and Caches*. Wiley Computer Publishing.

Спасибо за внимание!

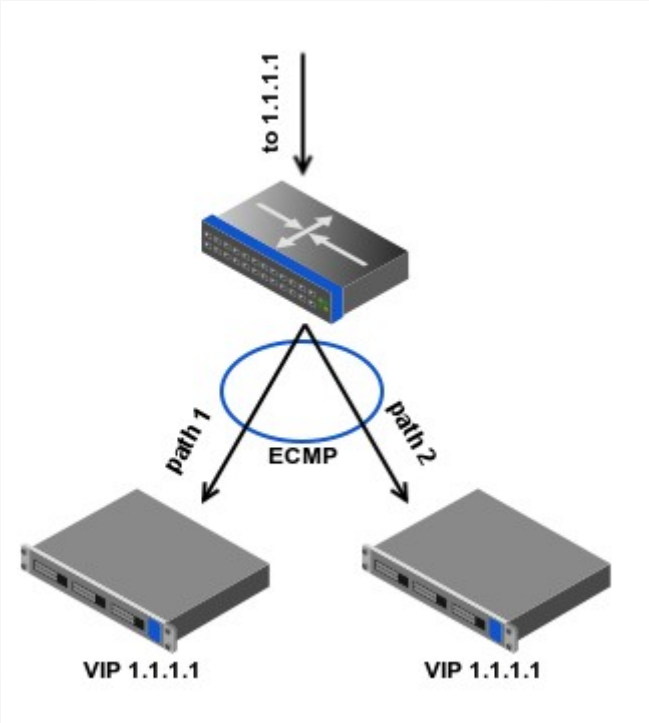
Дополнительные материалы

LAG, MC-LAG

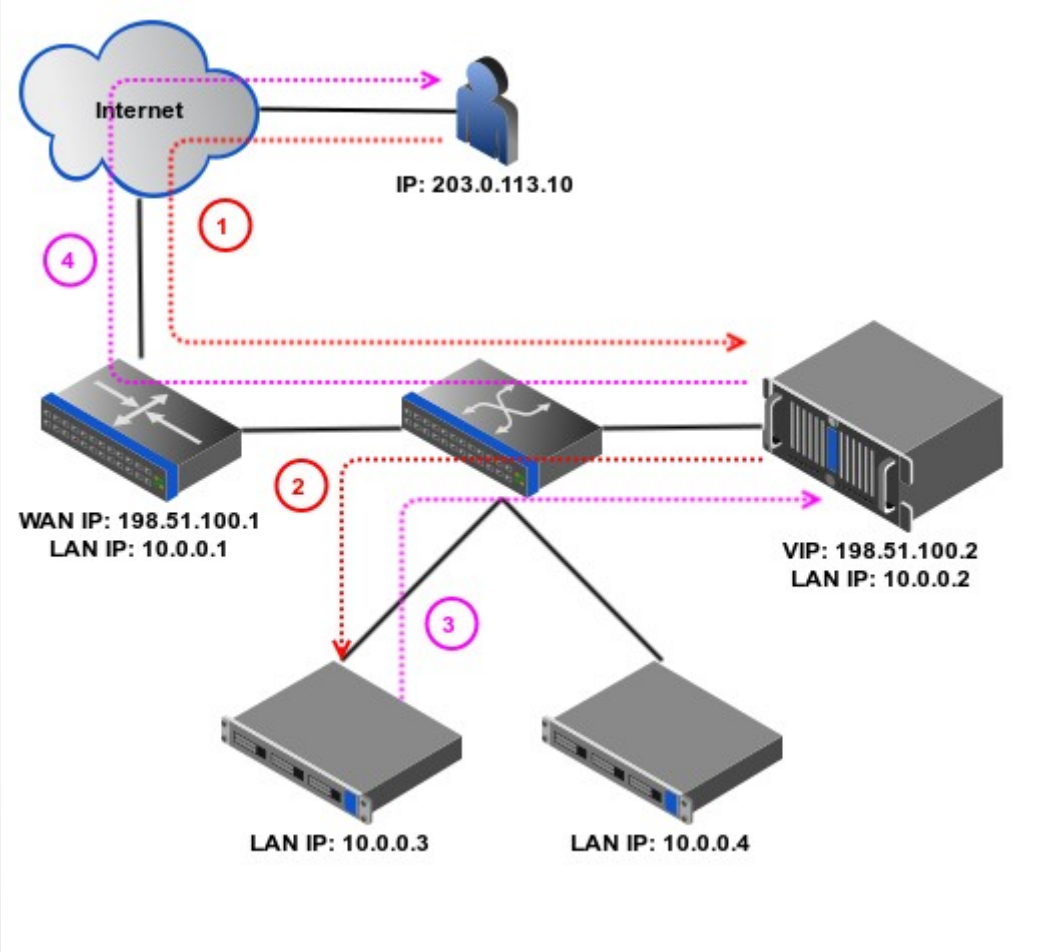

Link Aggregation
port 1
port 1
port 2
port 2


Virtual switch
MC-LAG
port 1
port 2

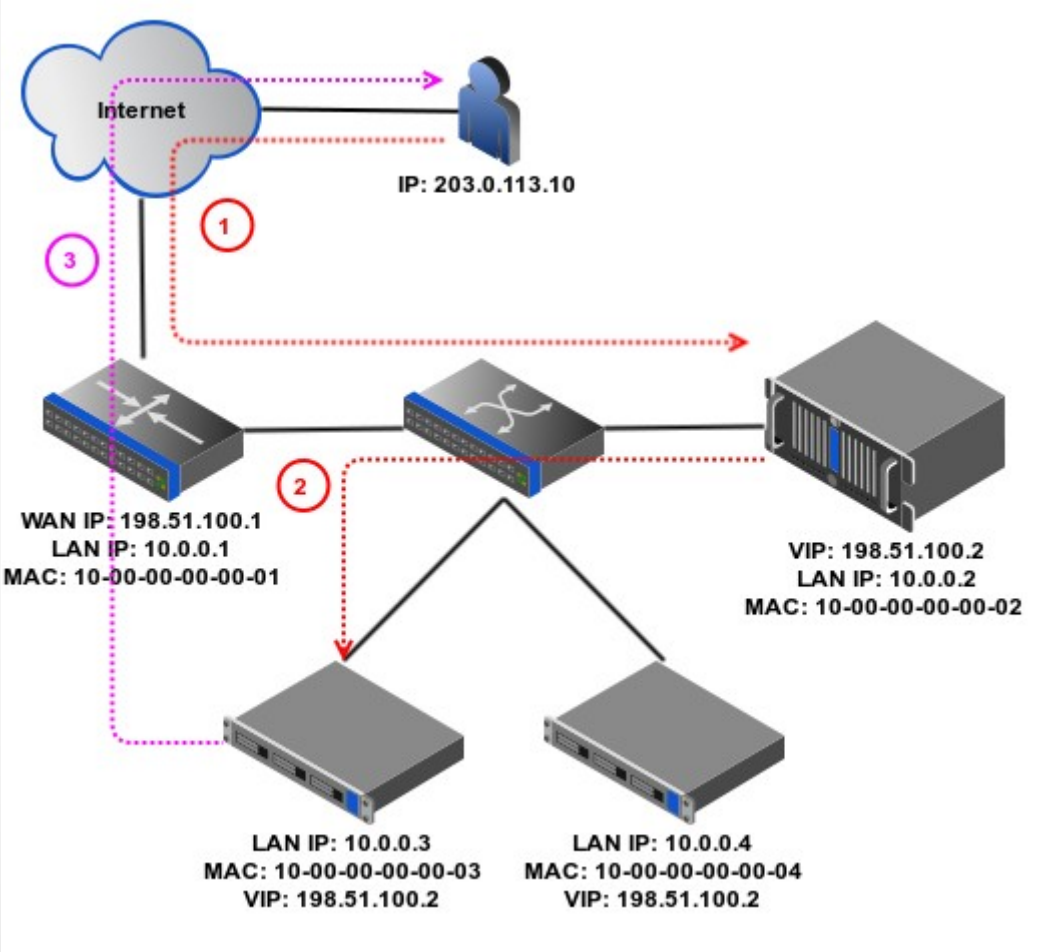
ECMP



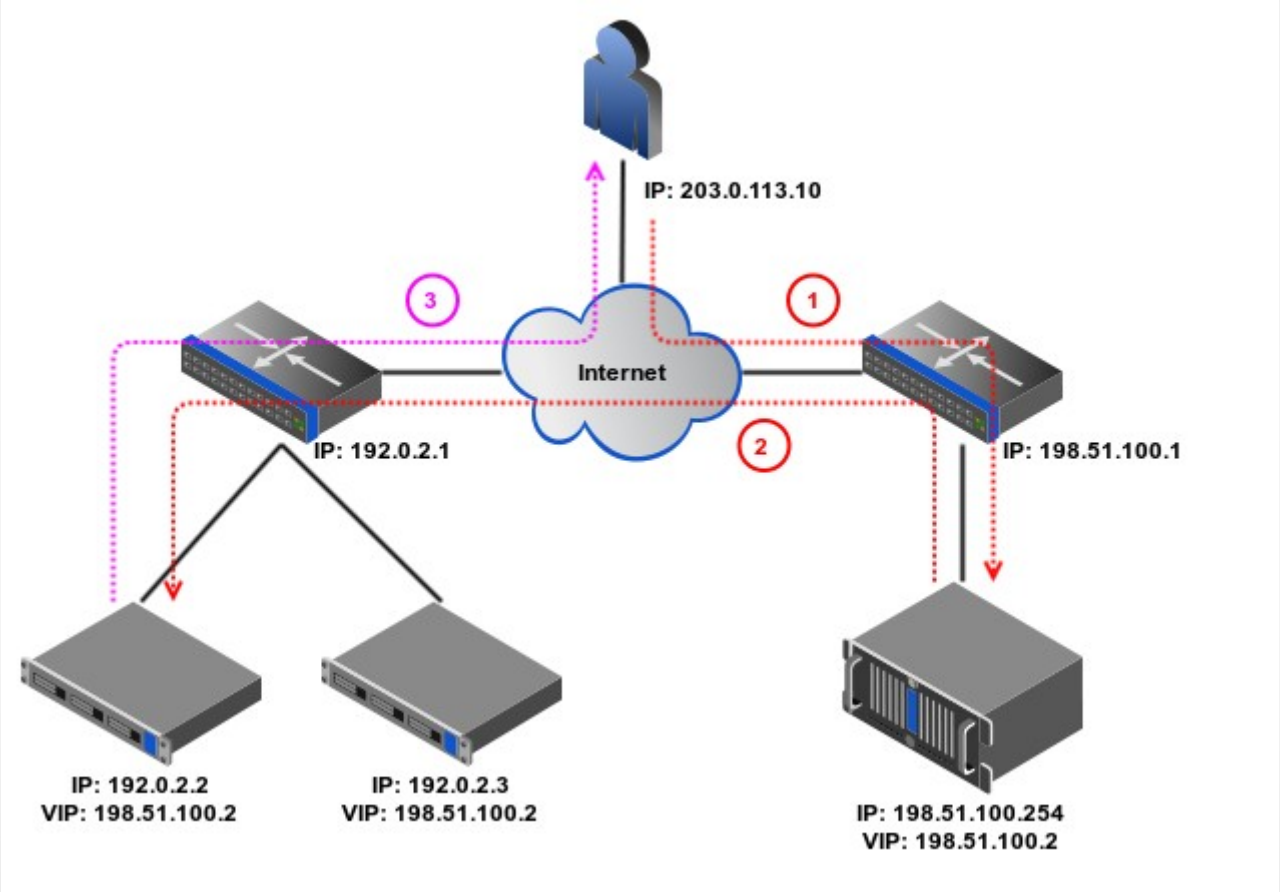
SLB NAT


Internet
IP: 203.0.113.10
1
4
2
3
WAN IP: 198.51.100.1
LAN IP: 10.0.0.1
VIP: 198.51.100.2
LAN IP: 10.0.0.2
LAN IP: 10.0.0.3
LAN IP: 10.0.0.4

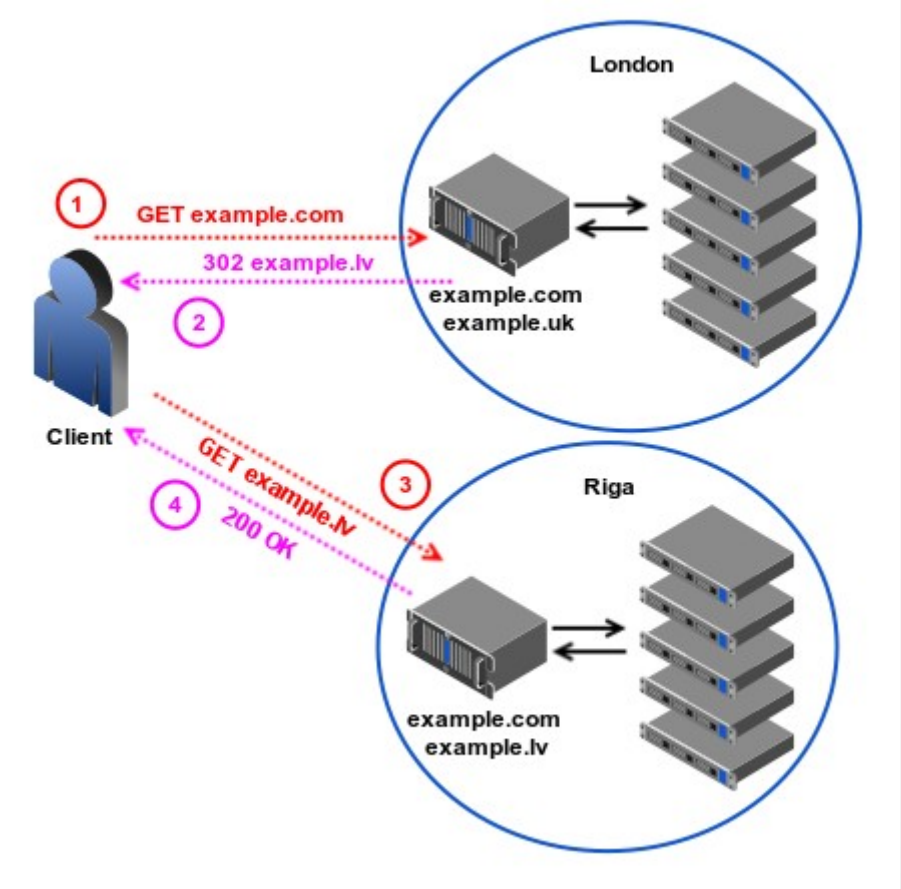
SLB DR


Internet
IP: 203.0.113.10
1
2
3
WAN IP: 198.51.100.1
LAN IP: 10.0.0.1
MAC: 10-00-00-00-00-01
VIP: 198.51.100.2
LAN IP: 10.0.0.2
MAC: 10-00-00-00-00-02
LAN IP: 10.0.0.3
MAC: 10-00-00-00-00-03
VIP: 198.51.100.2
LAN IP: 10.0.0.4
MAC: 10-00-00-00-00-04
VIP: 198.51.100.2

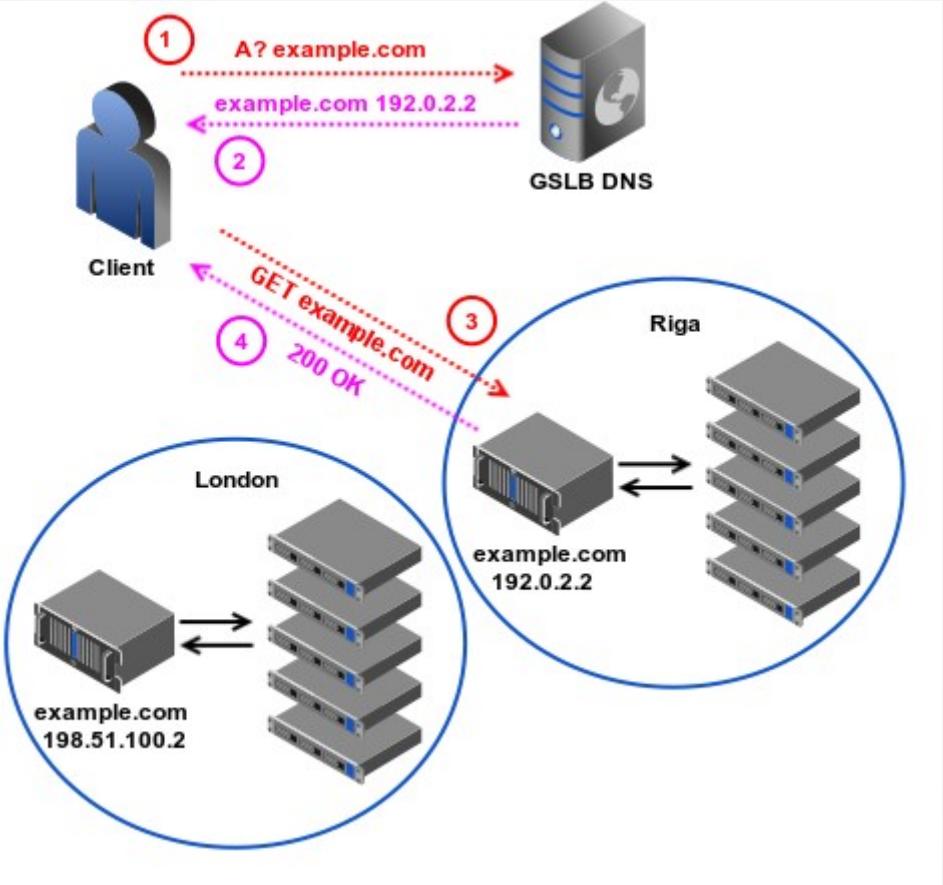
SLB Tunnel


IP: 203.0.113.10
3
1
Internet
2
IP: 192.0.2.1
IP: 198.51.100.1
IP: 192.0.2.2
VIP: 198.51.100.2
IP: 192.0.2.3
VIP: 198.51.100.2
IP: 198.51.100.254
VIP: 198.51.100.2

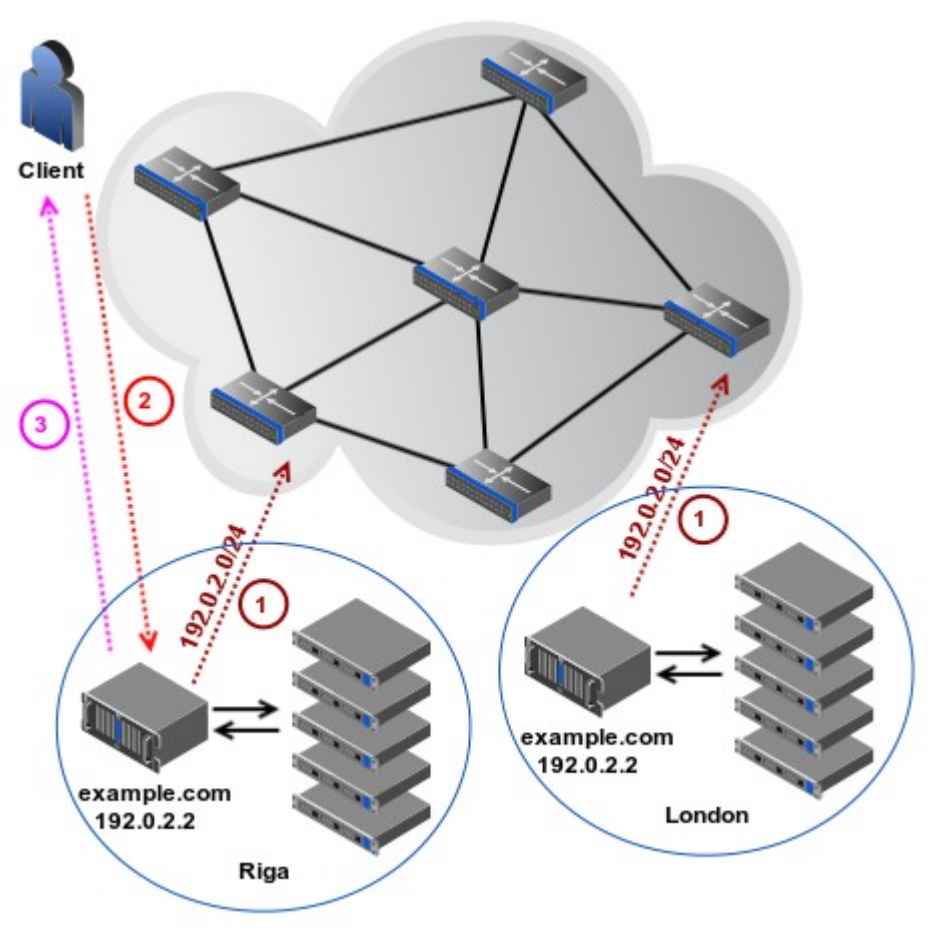
GSLB HTTP


London
1
GET example.com
302 example.lv
2
example.com
example.uk
Client
GET example.lv
3
4
200 OK
Riga
example.com
example.lv

GSLB DNS


1
A? example.com
example.com 192.0.2.2
2
GSLB DNS
Client
GET example.com
3
4
200 OK
Riga
example.com
192.0.2.2
London
example.com
198.51.100.2

GSLB BGP


Client
3
2
192.0.2.0/24
1
example.com
192.0.2.2
Riga
192.0.2.0/24
1
example.com
192.0.2.2
London