

FDNet: Инструмент для формального описания сетей

Vasily A. Sartakov

6 октября 2014 г.

1 Введение

fdnet представляет собой набор утилит и онтологий позволяющих описывать сети в машино-интерпретируемом формате.

2 Формат представления данных

Данные представлены в формате Resource Description Framework (RDF) [2]. RDF является одним из инструментов семантического веба для представления связанных сущностей. Сущности представлены в форме «субъект-предикат-объект».

В текущей версии мы используем нотацию RDF n3[1], преобразуя ее в формат RDF XML при помощи утилиты *cwm*. Пример:

```
@forSome <#unit_id> .
<#unit_id>          a                <Unit_Desc> .
<#unit_id>          <name>           "Name of entity" .
<#unit_id>          <feature>        "555-55-45" .
<#unit_id>          <predicat>       <#another_id> .
```

В примере объявляется сущность класса «Unit_Desc» идентифицируемая через *#unit_id*. Эта сущность имеет три свойства: поле *name* с значением «Name of entity», поле *feature* с значением «Name of entity», и свойство *predicat*, указывающее на другую сущность идентифицируемое через *#another_id*. Каждая строка в описании заканчивается точкой. Класс (тип) сущности определяется через предикат *a*

Важно: Имена и идентификаторы всех сущностей должны быть уникальными в пределах одной сети.

3 Онтология

В настоящий момент для представления конфигурации сети разработаны несколько классов. Каждый из классов описывает какую-то определенную сущность и ее характеристики. Описание классов производится в формате RDF Schema в формате XML. Данный момент существуют следующие классы:

- Rack
- Unit
- Switch
- Port
- Subnet
- Server
- Model
- Program

3.1 Rack

Сущность *Rack* описывает серверную стойку.

name

Имя, название, идентификатор стойки.

sn

Серийный номер. Уникальный идентификатор.

maxUnits

Максимальное количество юнитов в стойке.

hasUnit

Специальный предикат указывающий на сущность Unit, занимающую место в этой стойке.

Пример

```
@forSome <#rack1> .
<#rack1>          a <Rack> .
<#rack1>          <name>          "rack" .
<#rack1>          <sn>            "555-55-45" .
<#rack1>          <maxUnits>      "25" .
<#rack1>          <hasUnit>       <#r1_u0> .
...
<#rack1>          <hasUnit>       <#r1_u24> .
```

В примере объявляется стойка идентифицируемая по #rack1. Стойка называется «rack», с серийным номером 555-55-45 и количеством юнитов в 25. Так же эта стойка заполнена сущностями unit идентифицируемые с #r1_u0 до #r1_u24.

3.2 Unit

Сущность *Unit* описывает размещение какого-то устройства в стойке.

number

Номер этого юнита в стойке.

occupiedBy

В логическом Unit располагается одной устройство, и сущность *occupiedBy* указывает на это устройство.

Пример

```
@forSome <#r1_u11> .
<#r1_u11>          a          <Unit> .
<#r1_u11>          <number>   "11" .
<#r1_u11>          <occupiedBy> <#Switch2> .

@forSome <#r1_u12> .
<#r1_u12>          a          <Unit> .
<#r1_u12>          <number>   "12" .
<#r1_u12>          <occupiedBy> <#APMS> .
```

В данном примере представлены два юнита идентифицируемые через *#r1_u11* и *#r1_u12*. Эти сущности описывают юниты 11 и 12 соответственно. В первом случае этот юнит занят оборудованием идентифицируемом через *#Switch2*, а во втором - *#APMS*

3.3 Switch

Сущность *Switch* описывает сетевой коммутатор.

name

Коммутатор обладает свойством имени.

sn

Коммутатор обладает уникальным идентификатором.

model

Сетевой коммутатор имеет физические характеристики и эти характеристики описаны в модели.

mngPort

В коммутаторе может присутствовать сконфигурированный порт управления.

port

В коммутаторе может присутствовать сетевой порт и эта сущность на него ссылается.

ip

У коммутатора может быть свой собственный IP адрес.

```
@forSome <#Switch2> .
<#Switch2>          a          <Switch> .
<#Switch2>          <name>      "Switch2" .
<#Switch2>          <sn>        "111-456" .
<#Switch2>          <model>     <#CISCO2950> .
<#Switch2>          <mngPort>   "0" .
<#Switch2>          <port>      <#sw2_p1> .
<#Switch2>          <port>      <#sw2_p2> .
```

В примере объявляется коммутатор идентифицируемый через #Switch2. У этого устройства есть имя - «Switch2», серийный номер 111-456, два порта идентифицируемые через #sw2_p1 и #sw2_2, а так же указан тип модели, идентифицируемые через #CISCO2950

3.4 Port

Сущность порт описывает физический порт на коммутаторе.

number

У порта есть основное свойство - его номер.

type

Тип порта: UTP, оптика.

speed

Скорость: 10/100/1000Mbps

connectedWith

Какое устройство подсоединено к этому порту.

Пример

```
@forSome <#sw1_p2> .
<#sw1_p2>          a          <Port> .
<#sw1_p2>          <number>    "2" .
<#sw1_p2>          <speed>     "1Gb" .
<#sw1_p2>          <type>      "UTP" .
<#sw1_p2>          <connectedWith> <#S3> .
```

В этом примере #sw1_p2 является идентификатором порта. #S3 - идентификатор устройства подключенного к этому порту.

3.5 Subnet

Подсеть является логической сущностью объединяющая в себе один или несколько логических серверов. В любой цифровой сети должна присутствовать хотя бы одна логическая подсеть.

name

Сущность *Subnet* обладает свойством имени.

hasServer

В подсеть могут входить сервера.

Пример

```
@forSome <#net1> .
<#net1>      a      <Subnet> .
<#net1>      <name>    "NET1" .
<#net1>      <hasServer> <#SPS> .
<#net1>      <hasServer> <#APMS> .

@forSome <#net2> .
<#net2>      a <Subnet> .
<#net2>      <name>    "NET2" .
<#net2>      <hasServer> <#SS> .
```

В примере объявлены две подсети. Первая идентифицируется при помощи *#net1*, вторая - *#net2*. Первая подсеть имеет имя «NET1» и в ней присутствуют два сервера идентифицируемые через *#SPS* и *#APMS*. Вторая подсеть имеет имя «NET2» и в ней присутствует сервер идентифицируемые через *#SS*.

3.6 Server

Сущность *Server* является важной сущностью в цифровой сети. Во-первых, сервер является одновременно физической и логической сущностью. Физической, так как сервер размещается в юнитах, которые находятся в стойках. Физический сервер описан при помощи модели, содержащей физические характеристики (см. 3.7). В тоже время, логический сервер является частью логической подсети, в нем исполняются логические программы, коммуницирующие с другими сетевыми программами. Во вторых, правила сетевой безопасности описываются на основе сетевых адресов привязанных к конкретным серверам. В тоже время, правила контролируют поведение трафика, источником которых являются программы, исполняющиеся внутри логических серверов. В третьих, для уменьшения сложности цифровой сети, сервер может выступать в качестве реплики какого-то другого сервера. В этом случае он полностью повторяет функционал реплицируемого сервера, но не содержит собственного.

name

У сервера есть свойство имени. Он должен быть назван.

ip

У сервера есть сетевой адрес.

model

Сервер обладает физическими характеристиками, описанными в виде модели.

hasProgram

На логическом сервере могут исполняться программы.

replica

Сервер может быть репликой какого-то другого сервера.

description

Поле с описанием (любыми комментариями) о сервере.

Пример

```
@forSome <#SS> .
<#SS>          a          <Server> .
<#SS>          <name>      "SS" .
<#SS>          <ip>        "2.1.1.1" .
<#SS>          <model>     <#simple1U> .
<#SS>          <hasProgram> <#ss_sps_1414> .

@forSome <#S2> .
<#S2>          a          <Server> .
<#S2>          <name>      "S2" .
<#S2>          <ip>        "2.3.1.1" .
<#S2>          <model>     <#simple1U> .
<#S2>          <replica>   <#SS> .
```

В данном примере объявляются два сервера идентифицируемые соответственно через #SS и #S2. Первый сервер называется «SS», имеет сетевой адрес «2.1.1.1», построен на основе модели идентифицируемой через #simple1U, а так же внутри сервера исполняется программа идентифицируемая через #ss_sps_1414. Второй сервер называется «S2», он имеет сетевой адрес «2.3.1.1», он так же построен на основе модели #simple1U. В отличие от сервера #SS, второй сервер является репликой сервера идентифицируемого через #SS, а значит на нем нет собственных сервисов.

3.7 Model

Model является логической сущностью описывающей физические характеристики сетевого оборудования.

name

Модель устройства, имя.

size

Высота устройства в юнитах.

power

Потребляемая мощность, в Ваттах.

cooling

Требования по охлаждению, BTU/hr (британская термическая единица в час)

weight

Масса устройства в килограммах.

Пример

```
@forSome <#CISCO2950> .
<#CISCO2950>          a          <Model> .
<#CISCO2950>          <name>      "Cisco Catalyst 2950-24" .
<#CISCO2950>          <size>      "1U" .
<#CISCO2950>          <power>     "30" .
<#CISCO2950>          <cooling>   "nan" .
<#CISCO2950>          <weight>    "3" .
```

В данном примере описано сетевое оборудование Cisco Catalyst 2950-24 идентифицируемое через #CISCO2950. Этот тип оборудования имеет название, оно занимает 1U, требует 30Ват мощности, имеет массу в 3 кг и по нему отсутствует информация о требованиях к охлаждению.

3.8 Program

Program является ключевой сущностью при описании взаимодействия. Именно программы могут коммуницировать друг с другом.

name

У программы есть имя.

listenPort

Программа может открывать порт и «слушать» обращения к нему. Программа выступает в роли программы-сервера.

communicateWith

Программа может взаимодействовать с другими программами. В этом случае взаимодействие с программой указывается через предикат *communicateWith*

Пример

```
@forSome <#sps_mysql_3306> .
<#sps_mysql_3306>      a          <Program> .
<#sps_mysql_3306>      <name>      "mysql" .
<#sps_mysql_3306>      <listenPort> "3306" .
<#sps_mysql_3306>      <communicateWith> <#sps_mysql_3306> .
```

```

@forSome <#sps_crypto_80> .
<#sps_crypto_80>      a <Program> .
<#sps_crypto_80>      <name>          "crypto_server1" .
<#sps_crypto_80>      <listenPort>    "80" .

@forSome <#apms_sps_80> .
<#apms_sps_80>      a                                <Program> .
<#apms_sps_80>      <name>                            "crypto_client" .
<#apms_sps_80>      <communicateWith> <#sps_crypto_80> .

```

В примере представлены 3 программы. Первая из них идентифицируема через `#sps_mysql_3306` называется «mysql». У этой программы открыт порт 80, при этом она сама может коммуницировать с программой идентифицируемой через `#sps_mysql_3306`, т.е. с самой собой. Это значит, например, что программа `#sps_mysql_3306` может исполняться на нескольких реплицируемых машинах выполняя при этом операции репликации базы данных.

Вторая программа идентифицируется через `#sps_crypto_80`. Она называется «crypto_server 1» и выступает в роли программы-сервера открывая порт 80.

Третья программа идентифицируемая через `#apms_sps_80` имеет название «crypto_client» и выступает в роли программы-клиента коммуницируя с программой идентифицируемой через `#sps_crypto_80`.

Важно заметить, что все три программы могут исполняться внутри реплицируемых серверов.

4 fdnet.py

Скрипт *fdnet.py* формирует набор SNORT правил на основе формально описанной сети. Необходимым аргументом этого скрипта является путь до описания сети в формате `rdf/xml`. `rdf/xml` может быть получен из `n3` используя утилиту *cwm*:

```

cwm -n3 net.n3 -rdf=b >net.rdf
python fdnet.py net.rdf

```

4.1 Выходные данные

Скрипт на выходе скрипт создает несколько файлов:

- `sid-msg.map` Набор идентификаторов и сообщений о вторжении. Каждый номер (`sid`) используется в описании правила для SNORT/Suricata. Номера уникальны в рамках одной сети.
- `net.dot` Исходный файл схемы, на основе которого создается файл `.png`

- net.png Наглядное представление структуры сети с точки зрения взаимодействующих компонент (программ), их аффилиация с серверами (и репликами), а так же размещение логических серверов внутри логических сетей.
- net.rules Файл содержащий правила для SNORT/Suricata
- net.xlsx Набор таблиц описывающую физическую конфигурацию сети - размещение оборудования, назначение сетевых адресов, характеристики оборудования.

4.2 Требования к описанию сети

Минимальными требованиями для создания SNORT правил следующие:

- Subnet
 - name
 - hasServer
- Server
 - name
 - ip
 - hasProgram
- Program
 - name
 - listenPort
 - communicateWith

При этом, скрипт корректно отработает, если в цифровой сети будут присутствовать сервера без программ. Скрипт сможет корректно отработать, если в сети не будет Subnet, если в сети будет находится нискем не взаимодействующая программа, или у сервера не будет указан IP или имя.

Для создания описания физической конфигурации необходимо указать следующий минимальный набор объектов:

- Rack
 - hasUnit
 - name
- Unit
 - occupiedBy
 - number
- Server
 - name
 - connectedWith

- ip
 - model
- Model
 - name
 - power
 - size
 - weight
 - cooling
- Port
 - name
 - number
 - connectedWith

4.3 TODO

Хотелось бы доработать следующие моменты:

- добавить набор ключей для отдельной генерации правил, диаграмм и других материалов
- Нужна валидация цифровой сети по схеме

5 Пример

TBD...

В приложении представлена тестовая схема сети. В ней использован следующий подход при выборе имен и идентификаторов:

- –

Список литературы

- [1] Rdf notation3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Notation3>.
- [2] Graham Klyne and Jeremy J Carroll. Resource description framework (rdf): Concepts and abstract syntax. 2006.

Listing 1: Тестовая схема сети

```
#
# clients
#

#sp1

@forSome <#sps_css_10060> .
<#sps_css_10060> a <Program> .
<#sps_css_10060> <name> "client 10060" .
<#sps_css_10060> <communicateWith> <#css_srv_10060> .

#apm

@forSome <#apms_sps_80> .
<#apms_sps_80> a <Program> .
<#apms_sps_80> <name> "apms to sp1 crypto 80" .
<#apms_sps_80> <communicateWith> <#sps_crypto_80> .

@forSome <#apms_sps_8000> .
<#apms_sps_8000> a <Program> .
<#apms_sps_8000> <name> "apms to sp1 crypto 8000" .
<#apms_sps_8000> <communicateWith> <#sps_crypto_8000> .

@forSome <#apms_vpns_666> .
<#apms_vpns_666> a <Program> .
<#apms_vpns_666> <name> "apms tp vpn client" .
<#apms_vpns_666> <communicateWith> <#vpns_vpn_666> .

@forSome <#apms_css_666> .
<#apms_css_666> a <Program> .
<#apms_css_666> <name> "apms to cs vpn client" .
<#apms_css_666> <communicateWith> <#css_vpn_666> .

#X

@forSome <#x_vpns_666> .
<#x_vpns_666> a <Program> .
<#x_vpns_666> <name> "x vpns client" .
<#x_vpns_666> <communicateWith> <#vpns_vpn_666> .

@forSome <#x_css_666> .
<#x_css_666> a <Program> .
<#x_css_666> <name> "x vpn client" .
<#x_css_666> <communicateWith> <#css_vpn_666> .

@forSome <#x_sps_22> .
<#x_sps_22> a <Program> .
```

```
<#x_sps_22> <name> "ssh client" .  
<#x_sps_22> <communicateWith> <#sps_sshd_22> .
```

```
@forSome <#x_sps_199> .  
<#x_sps_199> a <Program> .  
<#x_sps_199> <name> "199 client" .  
<#x_sps_199> <communicateWith> <#sps_199_199> .
```

```
@forSome <#x_sps_514> .  
<#x_sps_514> a <Program> .  
<#x_sps_514> <name> "514 client" .  
<#x_sps_514> <communicateWith> <#sps_514_514> .
```

```
#S
```

```
@forSome <#ss_sps_1414> .  
<#ss_sps_1414> a <Program> .  
<#ss_sps_1414> <name> "ss vpn" .  
<#ss_sps_1414> <communicateWith> <#sps_vpn_1414> .
```

```
#  
# program servers  
#
```

```
### sps
```

```
@forSome <#sps_mysql_3306> .  
<#sps_mysql_3306> a <Program> .  
<#sps_mysql_3306> <name> "mysql" .  
<#sps_mysql_3306> <listenPort> "3306" .  
<#sps_mysql_3306> <communicateWith> <#sps_mysql_3306> .
```

```
@forSome <#sps_crypto_80> .  
<#sps_crypto_80> a <Program> .  
<#sps_crypto_80> <name> "crypto_server1" .  
<#sps_crypto_80> <listenPort> "80" .
```

```
@forSome <#sps_crypto_8000> .  
<#sps_crypto_8000> a <Program> .  
<#sps_crypto_8000> <name> "crypto_server2" .  
<#sps_crypto_8000> <listenPort> "8000" .
```

```
@forSome <#sps_sshd_22> .  
<#sps_sshd_22> a <Program> .  
<#sps_sshd_22> <name> "sshd" .  
<#sps_sshd_22> <listenPort> "22" .
```

```
@forSome <#sps_199_199> .  
<#sps_199_199> a <Program> .
```

```

<#sps_199_199> <name> "199 port" .
<#sps_199_199> <listenPort> "199" .

@forSome <#sps_514_514> .
<#sps_514_514> a <Program> .
<#sps_514_514> <name> "514 port" .
<#sps_514_514> <listenPort> "514" .

@forSome <#sps_vpn_1414> .
<#sps_vpn_1414> a <Program> .
<#sps_vpn_1414> <name> "1414 is open" .
<#sps_vpn_1414> <listenPort> "1414" .

### css

@forSome <#css_vpn_666> .
<#css_vpn_666> a <Program> .
<#css_vpn_666> <name> "CFG_CS" .
<#css_vpn_666> <listenPort> "666" .

@forSome <#css_srv_10060> .
<#css_srv_10060> a <Program> .
<#css_srv_10060> <name> "10060 port" .
<#css_srv_10060> <listenPort> "10060" .

#### vpns

@forSome <#vpns_vpn_666> .
<#vpns_vpn_666> a <Program> .
<#vpns_vpn_666> <name> "VPN" .
<#vpns_vpn_666> <listenPort> "666" .

#models

@forSome <#simple1U> .
<#simple1U> a <Model> .
<#simple1U> <name> "AS-1042G-TF" .
<#simple1U> <size> "1U" .
<#simple1U> <power> "1400" .
<#simple1U> <cooling> "nan" .
<#simple1U> <weight> "19.5" .

@forSome <#CISCO2950> .
<#CISCO2950> a <Model> .
<#CISCO2950> <name> "Cisco Catalyst 2950-24" .
<#CISCO2950> <size> "1U" .
<#CISCO2950> <power> "30" .
<#CISCO2950> <cooling> "nan" .
<#CISCO2950> <weight> "3" .

```

```

#servers

@forSome <#SPS> .
  <#SPS> a <Server> .
  <#SPS> <name> "SPS" .
  <#SPS> <ip> "1.1.1.5" .
  <#SPS> <model> <#simple1U> .
  <#SPS> <hasProgram> <#sps_mysql_3306> .
  <#SPS> <hasProgram> <#sps_crypto_80> .
  <#SPS> <hasProgram> <#sps_crypto_8000> .
  <#SPS> <hasProgram> <#sps_514_514> .
  <#SPS> <hasProgram> <#sps_199_199> .
  <#SPS> <hasProgram> <#sps_sshd_22> .
  <#SPS> <hasProgram> <#sps_vpn_1414> .
  <#SPS> <hasProgram> <#sps_css_10060> . #client

@forSome <#SP2> .
  <#SP2> a <Server> .
  <#SP2> <name> "SP2" .
  <#SP2> <ip> "1.1.1.6" .
  <#SP2> <model> <#simple1U> .
  <#SP2> <replica> <#SPS> .

@forSome <#CSS> .
  <#CSS> a <Server> .
  <#CSS> <name> "CSS" .
  <#CSS> <ip> "1.1.1.3" .
  <#CSS> <model> <#simple1U> .
  <#CSS> <hasProgram> <#css_vpn_666> .
  <#CSS> <hasProgram> <#css_srv_10060> .

@forSome <#CS2> .
  <#CS2> a <Server> .
  <#CS2> <name> "CS2" .
  <#CS2> <ip> "1.1.1.4" .
  <#CS2> <model> <#simple1U> .
  <#CS2> <replica> <#CSS> .

@forSome <#VPNS> .
  <#VPNS> a <Server> .
  <#VPNS> <name> "VPNS" .
  <#VPNS> <ip> "1.1.1.1" .
  <#VPNS> <model> <#simple1U> .
  <#VPNS> <hasProgram> <#vpns_vpn_666> .

@forSome <#VPN2> .
  <#VPN2> a <Server> .
  <#VPN2> <name> "VPN2" .
  <#VPN2> <ip> "1.1.1.2" .

```

```

<#VPN2> <model> <#simple1U> .
<#VPN2> <replica> <#VPNS> .

@forSome <#APMS> .
<#APMS> a <Server> .
<#APMS> <name> "APMS" .
<#APMS> <ip> "1.1.1.10" .
<#APMS> <model> <#simple1U> .
<#APMS> <hasProgram> <#apms_sps_80> .
<#APMS> <hasProgram> <#apms_sps_8000> .
<#APMS> <hasProgram> <#apms_vpns_666> .
<#APMS> <hasProgram> <#apms_css_666> .

@forSome <#APM2> .
<#APM2> a <Server> .
<#APM2> <name> "APM2" .
<#APM2> <ip> "1.1.1.11" .
<#APM2> <model> <#simple1U> .
<#APM2> <replica> <#APMS> .

@forSome <#APM3> .
<#APM3> a <Server> .
<#APM3> <name> "APM3" .
<#APM3> <ip> "1.1.1.12" .
<#APM3> <model> <#simple1U> .
<#APM3> <replica> <#APMS> .

@forSome <#X> .
<#X> a <Server> .
<#X> <name> "X" .
<#X> <ip> "3.1.1.1" .
<#X> <model> <#simple1U> .
<#X> <hasProgram> <#x_css_666> .
<#X> <hasProgram> <#x_sps_22> .
<#X> <hasProgram> <#x_sps_199> .
<#X> <hasProgram> <#x_sps_514> .

@forSome <#SS> .
<#SS> a <Server> .
<#SS> <name> "SS" .
<#SS> <ip> "2.1.1.1" .
<#SS> <model> <#simple1U> .
<#SS> <hasProgram> <#ss_sps_1414> .

@forSome <#S2> .
<#S2> a <Server> .
<#S2> <name> "S2" .
<#S2> <ip> "2.3.1.1" .
<#S2> <model> <#simple1U> .

```

```

<#S2> <replica> <#SS> .

@forSome <#S3> .
<#S3> a <Server> .
<#S3> <name> "S3" .
<#S3> <ip> "2.4.1.1" .
<#S3> <model> <#simple1U> .
<#S3> <replica> <#SS> .

@forSome <#TOR> .
<#TOR> a <Server> .
<#TOR> <name> "TOR" .
<#TOR> <ip> "1.1.1.254" .
<#TOR> <model> <#simple1U> .

#
#nets
#

@forSome <#net1> .
<#net1> a <Subnet> .
<#net1> <name> "NET1" .
<#net1> <hasServer> <#SPS> .
<#net1> <hasServer> <#VPNS> .
<#net1> <hasServer> <#CSS> .
<#net1> <hasServer> <#APMS> .

@forSome <#net2> .
<#net2> a <Subnet> .
<#net2> <name> "NET2" .
<#net2> <hasServer> <#SS> .

@forSome <#net3> .
<#net3> a <Subnet> .
<#net3> <name> "NET3" .
<#net3> <hasServer> <#X> .

#
# ports
#

@forSome <#sw1_p1> .
<#sw1_p1> a <Port> .
<#sw1_p1> <number> "1" .
<#sw1_p1> <speed> "1Gb" .
<#sw1_p1> <type> "UTP" .
<#sw1_p1> <connectedWith> <#X> .

@forSome <#sw1_p2> .

```



```

<#sw1_p2> a <Port> .
<#sw1_p2> <number> "2" .
<#sw1_p2> <speed> "1Gb" .
<#sw1_p2> <type> "UTP" .
<#sw1_p2> <connectedWith> <#S3> .

@forSome <#sw1_p3> .
<#sw1_p3> a <Port> .
<#sw1_p3> <number> "3" .
<#sw1_p3> <speed> "1Gb" .
<#sw1_p3> <type> "UTP" .
<#sw1_p3> <connectedWith> <#S2> .

@forSome <#sw1_p4> .
<#sw1_p4> a <Port> .
<#sw1_p4> <number> "4" .
<#sw1_p4> <speed> "1Gb" .
<#sw1_p4> <type> "UTP" .
<#sw1_p4> <connectedWith> <#SS> .

@forSome <#sw1_p5> .
<#sw1_p5> a <Port> .
<#sw1_p5> <number> "5" .
<#sw1_p5> <speed> "1Gb" .
<#sw1_p5> <type> "UTP" .
<#sw1_p5> <connectedWith> <#VPN1> .

#####

@forSome <#sw2_p1> .
<#sw2_p1> a <Port> .
<#sw2_p1> <number> "1" .
<#sw2_p1> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p1> <type> "UTP" .
<#sw2_p1> <connectedWith> <#VPNS> .

@forSome <#sw2_p2> .
<#sw2_p2> a <Port> .
<#sw2_p2> <number> "2" .
<#sw2_p2> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p2> <type> "UTP" .
<#sw2_p2> <connectedWith> <#VPN2> .

@forSome <#sw2_p3> .
<#sw2_p3> a <Port> .
<#sw2_p3> <number> "3" .
<#sw2_p3> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p3> <type> "UTP" .
<#sw2_p3> <connectedWith> <#CSS> .

```

```

@forSome <#sw2_p4> .
<#sw2_p4> a <Port> .
<#sw2_p4> <number> "4" .
<#sw2_p4> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p4> <type> "UTP" .
<#sw2_p4> <connectedWith> <#CS2> .

@forSome <#sw2_p5> .
<#sw2_p5> a <Port> .
<#sw2_p5> <number> "5" .
<#sw2_p5> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p5> <type> "UTP" .
<#sw2_p5> <connectedWith> <#SPS> .

@forSome <#sw2_p6> .
<#sw2_p6> a <Port> .
<#sw2_p6> <number> "6" .
<#sw2_p6> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p6> <type> "UTP" .
<#sw2_p6> <connectedWith> <#SP2> .

@forSome <#sw2_p7> .
<#sw2_p7> a <Port> .
<#sw2_p7> <number> "7" .
<#sw2_p7> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p7> <type> "UTP" .
<#sw2_p7> <connectedWith> <#APMS> .

@forSome <#sw2_p8> .
<#sw2_p8> a <Port> .
<#sw2_p8> <number> "8" .
<#sw2_p8> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p8> <type> "UTP" .
<#sw2_p8> <connectedWith> <#APM2> .

@forSome <#sw2_p9> .
<#sw2_p9> a <Port> .
<#sw2_p9> <number> "9" .
<#sw2_p9> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p9> <type> "UTP" .
<#sw2_p9> <connectedWith> <#APM3> .

@forSome <#sw2_p10> .
<#sw2_p10> a <Port> .
<#sw2_p10> <number> "10" .
<#sw2_p10> <speed> "1Gb" .
<#sw2_p10> <type> "UTP" .
<#sw2_p10> <connectedWith> <#TOR> .

```

```

#
# Switches
#

@forSome <#Switch2> .
  <#Switch2> a <Switch> .
  <#Switch2> <name> "Switch2" .
  <#Switch2> <sn> "111-456" .
  <#Switch2> <model> <#CISCO2950> .
  <#Switch2> <mngPort> "0" .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p1> .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p2> .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p3> .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p4> .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p5> .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p6> .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p7> .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p8> .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p9> .
  <#Switch2> <port> <#sw2_p10> .

@forSome <#Switch1> .
  <#Switch1> a <Switch> .
  <#Switch1> <name> "Switch1" .
  <#Switch1> <sn> "123-456" .
  <#Switch1> <mngPort> "0" .
  <#Switch1> <model> <#CISCO2950> .
  <#Switch1> <port> <#sw1_p1> .
  <#Switch1> <port> <#sw1_p2> .
  <#Switch1> <port> <#sw1_p3> .
  <#Switch1> <port> <#sw1_p4> .
  <#Switch1> <port> <#sw1_p5> .

#
# units
#

@forSome <#r1_u0> .
  <#r1_u0> a <Unit> .
  <#r1_u0> <number> "0" .
  <#r1_u0> <occupiedBy> <#X> .

@forSome <#r1_u1> .
  <#r1_u1> a <Unit> .
  <#r1_u1> <number> "1" .
  <#r1_u1> <occupiedBy> <#S3> .

```

```

@forSome <#r1_u2> .
<#r1_u2> a <Unit> .
<#r1_u2> <number> "2" .
<#r1_u2> <occupiedBy> <#S2> .

@forSome <#r1_u3> .
<#r1_u3> a <Unit> .
<#r1_u3> <number> "3" .
<#r1_u3> <occupiedBy> <#SS> .

@forSome <#r1_u4> .
<#r1_u4> a <Unit> .
<#r1_u4> <number> "4" .
<#r1_u4> <occupiedBy> <#Switch1> .

@forSome <#r1_u5> .
<#r1_u5> a <Unit> .
<#r1_u5> <number> "5" .
<#r1_u5> <occupiedBy> <#VPNS> .

@forSome <#r1_u6> .
<#r1_u6> a <Unit> .
<#r1_u6> <number> "6" .
<#r1_u6> <occupiedBy> <#VPN2> .

@forSome <#r1_u7> .
<#r1_u7> a <Unit> .
<#r1_u7> <number> "7" .
<#r1_u7> <occupiedBy> <#CSS> .

@forSome <#r1_u8> .
<#r1_u8> a <Unit> .
<#r1_u8> <number> "8" .
<#r1_u8> <occupiedBy> <#CS2> .

@forSome <#r1_u9> .
<#r1_u9> a <Unit> .
<#r1_u9> <number> "9" .
<#r1_u9> <occupiedBy> <#SPS> .

@forSome <#r1_u10> .
<#r1_u10> a <Unit> .
<#r1_u10> <number> "10" .
<#r1_u10> <occupiedBy> <#SP2> .

@forSome <#r1_u11> .
<#r1_u11> a <Unit> .
<#r1_u11> <number> "11" .
<#r1_u11> <occupiedBy> <#Switch2> .

```

```

@forSome <#r1_u12> .
<#r1_u12> a <Unit> .
<#r1_u12> <number> "12" .
<#r1_u12> <occupiedBy> <#APMS> .

```

```

@forSome <#r1_u13> .
<#r1_u13> a <Unit> .
<#r1_u13> <number> "13" .
<#r1_u13> <occupiedBy> <#APM2> .

```

```

@forSome <#r1_u14> .
<#r1_u14> a <Unit> .
<#r1_u14> <number> "14" .
<#r1_u14> <occupiedBy> <#APM3> .

```

```

@forSome <#r1_u15> .
<#r1_u15> a <Unit> .
<#r1_u15> <number> "15" .
<#r1_u15> <occupiedBy> <#TOR> .

```

```

#
# Rack
#

```

```

@forSome <#rack1> .
<#rack1> a <Rack> .
<#rack1> <name> "rack1" .
<#rack1> <sn> "555-55-45" .
<#rack1> <maxUnits> "25" .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u0> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u1> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u2> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u3> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u4> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u5> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u6> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u7> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u8> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u9> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u10> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u11> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u12> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u13> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u14> .
<#rack1> <hasUnit> <#r1_u15> .

```