DOI: 10.17117/na.2016.04.03.068

Поступила (Received): 29.04.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.04.03.068.pdf>**Егиазарян Григор****Анализ состояний сети интернет-провайдера на основе экспертных знаний и операторов агрегирования****Yeghiazaryan Grigor****Analysis of the state Internet service provider networks based on expertise and aggregation operators**

В статье рассмотрен подход к анализу состояния сети доступа, основанный на агрегировании параметров и отнесении состояния сети к одному или нескольким классам, соответствующим исправному функционированию или различным неполадкам. В качестве основы для выбора параметров были рассмотрены разнородные неполадки. Предложено агрегировать параметры сети с помощью булевых функций и интеграла Шоке

Ключевые слова: анализ состояний, оператор агрегирования, нечёткий интеграл Шоке

Егиазарян Григор Рубикович

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

The paper report regards the analysis of the access network state based on the aggregation parameters and assigning network status to one or more classes, relevant to correct functioning or various malfunctions. As a basis for the choice of parameters were considered dissimilar problems. It is proposed to aggregate the network parameters using the Boolean functions and Choquet integral

Key words: state analysis, aggregation operator, fuzzy Choquet integral

Yeghiazaryan Grigor Rubikovich

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman
Moscow, Baumanskaya 2-ya st., 5

Научный руководитель: к.т.н, доцент Сакулин С.А.

При функционировании сети интернет провайдера могут случаться разные непредвиденные ситуации, может выходить из строя оборудование, например, обрыв кабеля, электромагнитное воздействие, несовместимость устройств, перекрывание каналов, частотные помехи, сильный уровень шума и многое другое.

Первым о проблемах в сети узнаёт оператор технической поддержки. Важно, чтобы человек который занимает эту должность, сумел собрать детальную информацию о проблеме, которая возникла у клиента. На этом этапе часто возникают трудности, в частности, связанные с плохой квалификацией оператора технической поддержки. Большинство абонентов не могут ясно описать проблему ввиду отсутствия компьютерной грамотности. Но абонент всегда

прав, и вся ответственность о принятии решений ложится на оператора технической поддержки. Важно, чтобы оператор обладал всеми знаниями и навыками, которые ему позволят принимать решения. Оператор должен учитывать тот факт, что клиент может и понятия не иметь о функционировании компьютера в сети. Важно уметь задавать вопросы так, чтобы при ответе клиента суммировать информацию. Такая проблема очень распространена в большинстве компаний, которые предоставляют услугу доступа к сети. Операторы технической поддержки и другие специалисты часто полагаются на программные средства, но иногда с их помощью причины неполадок выявить не удаётся. В частности, этим целям служат такие программы, как Mikrotik Winbox, UserSide, Webmin, Spectrum Enterprise Manager, Solstice Enterprise Manager и т.п.

В данной статье рассматриваются разные ситуации, при возникновении которых есть чёткая последовательность действий по направлению решений данных проблем. Случаются также ситуации, для которых характерно, что параметры взаимозависимы, поэтому в данной статье используется агрегирование параметров, основанное на интеграле Шоке. Такое агрегирование может учитывать возможные взаимозависимости параметров. Для определения разнородных проблематичных ситуаций рассматривается реальная существующая сеть. Параметры были получены с помощью разного сетевого программного обеспечения, с помощью которого оператор технической службы принимает решения о проблеме.

Будем называть состоянием сети s совокупность её параметров g , а классом состояний – подмножество возможных состояний, объединённых характерным признаком. В частности, исправному и правильному функционированию сети сопоставим класс S_1 .

В данной статье не рассматриваются все параметры подробно, поскольку их количество относительно велико и решение об их применении ложится на эксперта в зависимости от поставленных задач. В зависимости от значений параметров можно данную ситуацию в сети отнести к определенному классу состояний. Вначале сформулируем классы состояний, чтобы потом по значениям параметров определить состояние сети, и принять решения об устранении неполадки.

Обозначим: S_1 - класс состояний исправного и правильного функционирования оборудования;

S_2 - класс состояний, при которых антенна неправильно сориентирована (азимут);

S_3 - класс состояний, при которых антенна неправильно сориентирована (горизонталь);

S_4 - класс состояний, при которых клиент получает неправильный ip адрес. Сетевой адрес находится в диапазоне 169.254.0.0/16. Подсеть используется для автоматического назначения IP операционной системой в случае, если настроено получение адреса по DHCP, но ни один сервер не отвечает;

S_5 - класс состояний, при которых приёмо-передающая антенна функционирует неэффективно, создавая замедление трафика для всего участка сети;

S_6 - класс состояний, при которых сетевая карта приёмо-передающей антенны не работает;

S_7 - класс состояний, при которых клиент не знает свой логин и пароль для идентификации в сети;

S_8 - класс состояний, при которых проблема связана с DNS, сервер закрывает сессию клиента, такая проблема решается системным администратором;

S_9 - класс состояний, при которых проблемы связаны с неисправностью домашнего роутера. Неисправность может быть как аппаратная так и программная;

S_{10} - класс состояний, при которых домашний роутер некоторого клиента работает как DHCP сервер и раздает локальные сетевые адреса пользователям.

Если антенна 1 неправильно сориентирована, то сигнал в сети ослаблен и $S_1 \cap S_2 = \emptyset$,

$S_2 \cap S_3 \neq \emptyset$. Для других классов состояний сети также можно записать: $S_1 \cap S_3 = \emptyset$,

$S_1 \cap S_4 \neq \emptyset$, $S_1 \cap S_5 = \emptyset$, $S_1 \cap S_6 = \emptyset$, $S_1 \cap S_7 = \emptyset$, $S_1 \cap S_8 = \emptyset$, $S_1 \cap S_9 = \emptyset$, $S_1 \cap S_{10} = \emptyset$.

Для обнаружении проблем мы должны разбить проблемы на классы. В общем случае есть класс S , который соответствует определенному состоянию сети. У этого класса есть набор параметров, определив которые эксперт может различить проблемы и разбить их на классы. Приведём пример нескольких групп параметров

- Состояние домашнего роутера (G_1);
- Сетевой адрес хост-клиента (G_2);
- Состояние приемо-передающей антенны (G_3);
- Идентификация клиента на сервере (G_4);
- Пропускная способность, скорость трафика на хост-машине (G_5);
- Клиент не правильно подключил устройство (G_6);
- Неявная проблема (G_7);

Каждая группа параметров включает в себя параметры своей области (например, идентификация включает проверки логина и пароля клиента, контроль учётной записи и т.д.).

Применим следующие обозначения для параметров: g_1, g_2, g_3 и т.д.. В качестве примера приведены несколько критериев из группы G_1 (Состояние домашнего роутера):

- Клиент не правильно подключил кабель (g_1^1);
- Проблемы с программным обеспечением (g_2^1);
- Проблемы с аппаратной частью роутера (g_3^1);
- Неправильная настройка (g_4^1);
- Роутер раздает неправильные сетевые адреса, из-за неправильного подключения wan кабеля (g_5^1);

Имея информацию хотя бы одном из этих критериев можно состояния сети отнести к классу S_9 :

В качестве следующего примера приведены несколько критериев из группы идентификация клиента на сервере (G_4);

- Клиент неправильно набирает логин или пароль (g_1^4);
- Клиент правильно набрать комбинацию логин-пароль, но не регистрируется в сети проблема DNS (g_2^4);

В группах параметров G_1 (Состояние домашнего роутера), G_4 (Идентификация клиента на сервере), присутствуют еще несколько различных параметров. Для работы с другими группами применим аналогичные обозначения (например, g_1^3 - для первого параметра 3-ей группы).

Описанные параметры могут быть представлены как булевы переменные (при этом, например, если удалось выяснить, что клиент неправильно набирает логин и пароль, то соответствующий параметр (g_1^4) принимает единичное значение. Некоторые параметры могут быть определены на других шкалах, например пропускная способность, скорость трафика на хост-машине (G_5) может быть представлена в виде процента от максимальной скорости. Такие шкалы можно нормализовать с помощью линейного преобразования и свести к единичной шкале $[0,1]$. Определить значение принадлежности состояния к классу можно будет на основе правил вида "если первый параметр принимает значение в определенном интервале, второй в во втором интервале и т.д., то состояние принадлежит к такому-то классу. Поскольку переход из исправного состояния в состояния неполадок может происходить постепенно, а в области, связанной с общением с клиентами, могут возникать неопределенности, то классы состояний удобно рассматривать как нечёткие множества. Тогда значение принадлежности к ним состояния будет вычисляться с помощью операторов агрегирования.

Если при построении параметров придерживаться того, что чем его значение больше, тем больше принадлежность состояния соответствующему классу, то параметры удобно будет агрегировать, например, с помощью средневзвешенного оператора (1).

$$AGG[g_1, \dots, g_H] = \sum_{h=1}^H w_h g_h \quad (1)$$

где $w_1, \dots, w_H$ – весовые коэффициенты, сопоставленные каждому критерию [1]. Весовые коэффициенты будут выражать важность каждого критерия. Тогда результатом такого агрегирования будет значение принадлежности состояния к соответствующему классу.

Оператором агрегирования часто называют обладающую некоторыми заданными свойствами функцию от H параметров, каждый из которых определён на единичном интервале. Областью значений этой функции также является единичный интервал. В соответствии с этим, оператор агрегирования обозначают $AGG: [0,1]^H \rightarrow [0,1]$, где H – число параметров [2]. Таким образом, для формирования степеней принадлежности состояния к тем или иным классам необходимо найти подходящий оператор агрегирования. Результатом агрегирования с помощью этого оператора будет значение принадлежности состояния классу состояний в интервале $[0,1]$.

Для работы с операторами агрегирования на единичной шкале необходима нормализация всех параметров. Например, если оценка степени соответствия состояния сети тому или иному параметру выставляется в соответствии с

десятибалльной шкалой $\{0,1,...,9,10\}$, то нормализация этой шкалы даст в результате шкалу $\{0,0.1,...,0.9,1\}$ и будет состоять в делении каждой возможной оценки на 10. В случае, если для разных параметров оценки используются разные шкалы, все эти шкалы необходимо свести к единичному отрезку (нормализовать).

Самым простым и наиболее распространённым на практике оператором агрегирования критериев является средневзвешенный оператор (1). Однако, этот оператор не позволяет формализовать знания о зависимостях между агрегируемыми параметрами [2]. В реальной сети между параметрами есть зависимости. Параметры могут влиять друг на друга. Например, размер пакета может существенно повлиять на пропускную способность сети, на скорость трафика. При увеличении MTU (Maximum Transmission unit) эффективная пропускная способность протокола Ethernet существенно увеличивается [3]. Необходимо отметить, что повышение размера кадра увеличивает пропускную способность сети только в том случае, когда данные в сети редко искажаются или теряются, то есть при устойчивой, надежной работе сети.

Наиболее подходящим с практической точки зрения представляется применение интеграла Шоке 2-го порядка, поскольку он позволяет формализовать рассуждения эксперта, оставаясь при этом достаточно простым. В [4] рассмотрены вопросы применения этого аппарата в различных практических областях.

Важно учитывать преимущества использования операторов агрегирования. При сравнении, например, с оценками, полученными с использованием средневзвешенного оператора, не учитываются резкие скачки в результатах, что может быть критично, если приложение или иной объект будет доходить до недопустимого предела. Операторы агрегирования на основе интеграла Шоке устраняют этот недостаток т.к. учитывают зависимости между параметрами.

Для работы с интегралом Шоке необходимо идентифицировать нечёткую меру. Для идентификации нечеткой меры можно воспользоваться методом максимизации энтропии при заданных ограничениях [5]. Метод основан на том, что если мы обладаем какой-то частью знаний о поведении случайной величины, то к той части знаний, которая нам недоступна, следует относиться наиболее непредвзято, максимизируя энтропию этой величины с учётом имеющихся знаний. Для этого необходимо определить экспертные предпочтения. Предпочтения формируются в зависимости от требований и желаемого результата. Исходя из этих предпочтений и, возможно дополнительных предпочтений, установленных экспертами, можно установить пороги безразличия т.е. установить ограничения на параметры при оценке [4]. Для идентификации нечетких мер применим специализированный пакет Kappalab [5], предназначенный для идентификации нечётких мер и для работы с интегралом Шоке в контексте теории полезности. Используя этот пакет, можно получить индексы взаимодействия и индексы Шепли [4], а также сами интегралы Шоке 2-го порядка.

Заключение: Маленькую зону покрытия интернет провайдера легко контролировать. В ней имеется малое количество сетевого оборудования, количество клиентов тоже мало. Такую сеть легко контролировать, легко найти источник проблем, принять решение об этих проблемах и, в конечном итоге, решить

их. Не трудно будет найти источники проблем, и даже не будет проблем с трафиком. Однако, при построении сети нужно учитывать расширения уже существующей сети, так как количество клиентов может расти. Такая сеть уже имеет более сложную топологию. Чем больше сеть, тем больше клиентов, тем больше сеть подвержена уязвимостям. В такой сети могут возникать очень серьёзные проблемы. Поэтому оптимальным методом оценки будет использование операторов агрегирования, учитывающих зависимости и разрешающих некоторые неопределённости в данных, что является весомым преимуществом при оценке реальных сетевых неполадок. Не стоит забывать и про простую систему оценивания, в которой определены группы и сами параметры. В данной статье кратко описана классификация сетевых проблем и методы принятия решений об этих проблемах, на основе системы поддержки принятия решений и применения нечёткого интеграла Шоке. В продолжение данной статьи планируется провести работы по практическому применению и анализу предложенной модели.

Список используемых источников:

1. Сакулин С.А., Алфимцев А.Н. Формализация экспертных знаний об удобстве веб-страниц на основе агрегирования пользовательских критериев // Информационные технологии. №6. 2014. С. 16-21.
2. Grabisch M., Orlovski S., Yager R. Fuzzy aggregation of numerical preferences // Handbook of Fuzzy Sets Series. 1998. Vol. 4. P. 31-68.
3. Меркулов А.Г. Методы повышения эффективности передачи IP-трафика в ЦВЧ каналах связи // Телекоммуникации и транспорт. №6. 2014. С. 33-37.
4. Сакулин С.А., Алфимцев А.Н. К вопросу о практическом применении нечётких мер и интеграла Шоке // Вестник МГТУ им. Баумана сер. «Приборостроение» 2012. Спец. Вып. № 4. С. 55-63.
5. Grabisch M., Kojadinovic I., Meyer P. A review of methods for capacity identification in Choquet integral based multi-attribute utility theory // Applications of the Kappalab R package. 2008. № 2. P. 766-785.

© 2016, Егиазарян Григор

Анализ состояний сети интернет-провайдера на основе экспертных знаний и операторов агрегирования

© 2016, Yeghiazaryan Grigor

Analysis of the state Internet service provider networks based on expertise and aggregation operators