

В. Н. Дмитриев, А. С. Тушинов, Е. В. Сергеева

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МНОГОЗВЕННОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

V. N. Dmitriev, A. S. Tushnov, E. V. Sergeeva

IMPROVEMENT OF MONITORING SYSTEM OF MULTI-TIER DATA TRANSMISSION NETWORK

Для оптимизации системы управления и получения высокого качества обслуживания создано устройство, позволяющее получить более полную и достоверную информацию от устройств в сети. Предлагаемое устройство – «SNMP-агент с запоминанием транзитных данных» – обеспечивает транзит откликов SNMP-агентов на промежуточных узлах в сети за счет предоставления транзитным данным ресурсов оперативной памяти до восстановления связи с сервером или связи с промежуточными устройствами по маршруту следования к серверу, способными сохранить эту информацию. Устройство может использоваться в различных последовательных системах мониторинга, в которых количество звеньев может быть неограниченным.

Ключевые слова: имитационное моделирование, мониторинг сети, сети Петри.

To optimize management and to receive high quality services there has been created a device, allowing to get more complete and reliable information from devices on the network. The proposed device – "SNMP agent of transit data memorizing" – provides a transit of SNMP agents' feedback at intermediate hops in the network by providing transit data resources of RAM to restoration of communication with the server or connection with intermediate devices along the route to the server that are able to save this information. The device can be used in various successive monitoring systems, in which the number of links can be unlimited.

Key words: imitating modeling, network monitoring, Petri's networks.

Введение

В настоящее время актуальной задачей цифровых сетей передачи данных (СПД) является обеспечение максимальной управляемости сети [1–3]. В современных цифровых сетях активно используется мониторинг, основанный на разных протоколах (SNMP – Simple Network Management Protocol, ICMP – Internet Control Message Protocol и др.) [4].

Получение полной и достоверной информации от объектов мониторинга, в частности по протоколу SNMP, всегда было актуальной задачей администраторов сети. Такую возможность можно получить только при использовании надежной связи и оборудования, что не всегда удается. В случае отказа оборудования или прерывания связи на каком-либо промежуточном участке сети в направлении от объекта мониторинга к серверу мониторинга в полученных данных появляются «провалы», вызванные неполучением откликов на запрос состояния определенных ресурсов удаленных объектов. В результате, в случае прерывания связи с объектом, администратор сети может сделать неточные выводы. Так, например, при прерывании связи трудно определить, что отказало – маршрутизатор, модем или канал передачи данных.

В работе используются термины «полнота информации» и «многозвенная сеть мониторинга». Под термином «полнота информации» понимается возможность для администраторов сети получать непрерывные графики изменений или табличные данные каких-либо процессов, происходящих на объектах мониторинга, например изменение напряжения, пропускной способности, температуры и т. д. Под термином «многозвенная сеть мониторинга» понимается сеть, в которой мониторинг объектов выполняется посредством прохождения одного или более промежуточных узлов.

По сравнению с оптическими, проводные или радиорелейные линии, используемые для организации трактов и соединений сотовых коммутационных центров в системах подвиж-

ной связи, подвержены дестабилизирующим факторам (погодные условия, шумы в линиях связи и т. д.), которые влияют на полноту информации, получаемой от объектов мониторинга в многозвенной сети.

В настоящее время для получения полной и достоверной информации от объекта мониторинга, в случае прерывания связи, могут использоваться следующие решения:

- резервирование каналов связи;
- дублирование мониторинга на промежуточных узлах дополнительными операторами, обслуживающими данную сеть.

В первом случае требуется дополнительное финансирование каналов связи.

Во втором случае исключается централизация управления всей системы, замедляется время реакции, требуется обслуживающий персонал, имеющий более высокую квалификацию.

Для повышения эффективности системы управления и более высокого качества обслуживания сети передачи данных необходимо:

- использовать существующую инфраструктуру;
- обеспечить максимальную управляемость сети;
- обеспечить оперативное решение проблем в сети;
- создать устройство, позволяющее получить более полную и достоверную информацию от устройств в сети.

Имитационная модель мониторинга

Обычно сеть мониторинга представляется моделью, состоящей из двух узлов, работающих по схеме менеджер – объект мониторинга. При отсутствии связи с объектом все процессы, происходящие на этом объекте, становятся недоступными для администратора сети и, следовательно, анализу не поддаются.

В настоящее время для мониторинга сети широко используется протокол SNMP, определенный рабочей группой по инженерным проблемам сети Интернет (Internet Engineering Task Force, IETF) как стандартный [5]. Среди многих протоколов мониторинга сети SNMP-протокол находит широкое применение потому, что он может быть легко реализован.

Почти все успехи SNMP связаны с особенностями процесса стандартизации в IETF:

- стандарты являются бесплатными и свободно распространяемыми;
- стандарты доступны в электронной форме;
- стандарты быстро развиваются, этапы стандартизации продуманы;
- на всех этапах ведётся техническая экспертиза;
- рабочие группы возглавляют технические, а не политические лидеры;
- прототипы систем на основе стандартов демонстрируют их применимость.

Для изучения проблем мониторинга была построена специальная моделирующая система, которая использует язык сетей Петри для описания моделей [5]. Имитационная модель многозвенной последовательной системы мониторинга представлена на рис. 1. Данная имитационная модель является демонстрационной. Она учитывает многозвенность цепи и, в отличие от других моделей, учитывает потери пакетов.

Фрагмент программного обеспечения CPN (Coloured Petri Nets – раскрашенные сети Петри) [2] имитационной модели многозвенной последовательной системы мониторинга имеет следующий вид:

```
colset INT = int timed;
var n, s : INT;
colset T = int with 0..10;
var r: T;
colset N = int with 0..10;
fun L(s,r:N) = (r<=s);
val P = 9;
val D = 100;
```

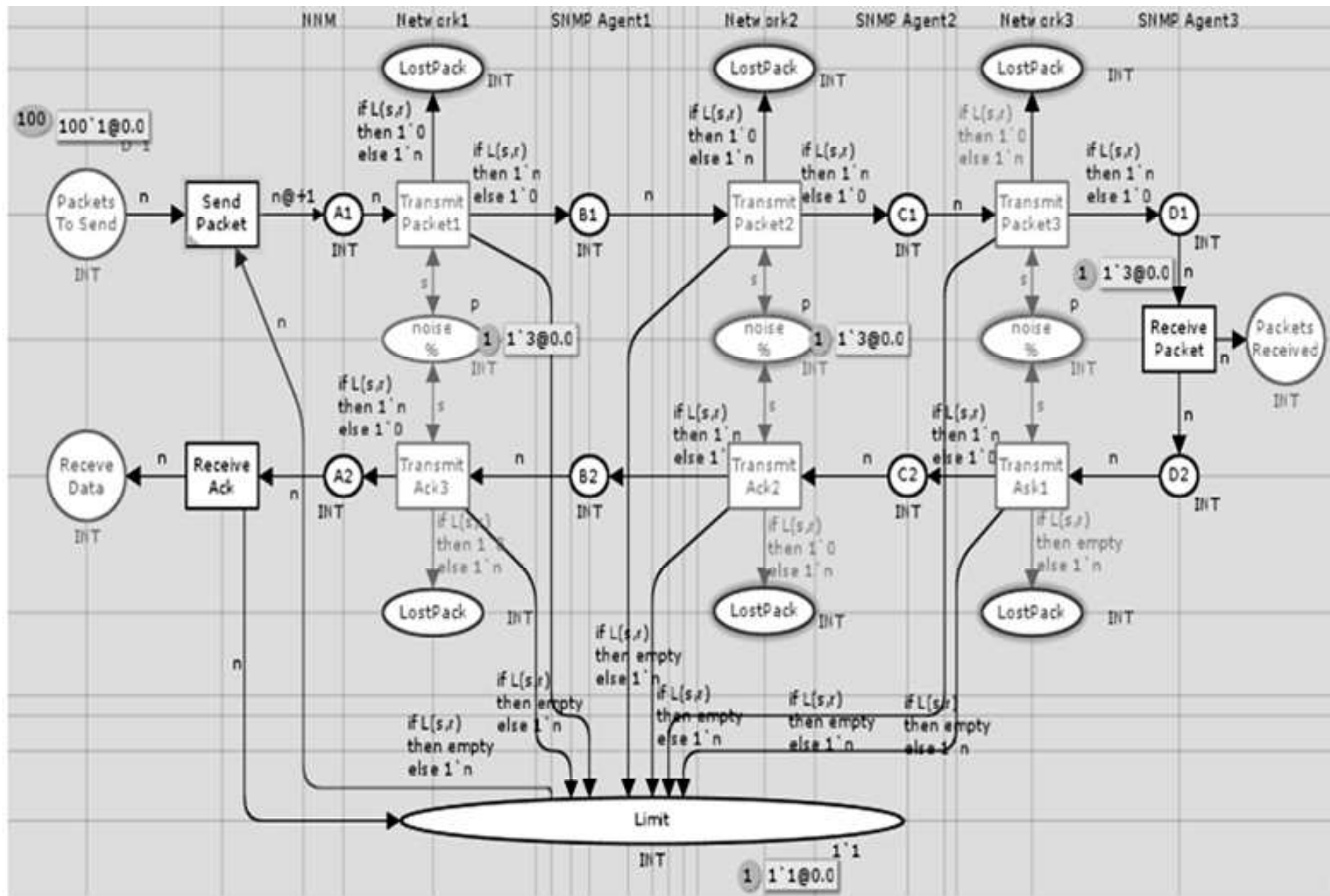


Рис. 1. Имитационная модель многозвенной последовательной системы мониторинга

Схема дополнена следующими параметрами и позициями:

- NNM – Network Node Manager;
- SNMPAgent1... SNMPAgent3 – объекты мониторинга;
- Network1... Network3 – сеть или тракт передачи данных;
- Send Packet – переход в сети Петри, отвечающий за отправку пакетов;
- Receive Ack – переход в сети Петри, отвечающий за получение пакетов на конечном участке сети;
- Transmit Packet1... Transmit Packet3 – переходы в сети Петри, отвечающие за передачу пакетов SNMP запросов к объекту мониторинга;
- Transmit Ack1... Transmit Ack3 – переходы в сети Петри, отвечающий за передачу пакетов SNMP ответов от объекта мониторинга;
- A1, B1, C1, D1, A2, B2, C2, D2 – позиция в сети Петри;
- Receive Packet – позиция в сети Петри, отвечающая за получение пакетов;
- LostPack – позиция в сети Петри, отвечающая за потерянные пакеты;
- Packets Received – позиция в сети Петри, отвечающая за полученные пакеты;
- Packets To Send – позиция в сети Петри, отвечающая за посылку пакетов;
- Receive Data – позиция в сети Петри, отвечающая за полученные данные;
- N – количество переданных пакетов;
- r – случайная величина от 0 до 10;
- Noise – позиция в сети Петри с параметром P ;
- P – параметр, определяющий вероятность прохождения пакетов через сеть:

$$P = 10(1 - M), \quad (1)$$

где M – вероятность потери пакетов в телекоммуникационных системах;

- Limit – вспомогательная позиция в сети Петри, предназначенная для того, чтобы осуществлялась последовательная передача пакетов.

Сеть Петри дополнена модификатором *int timed* (INT), что позволяет построить графики прохождения пакетов по сети.

Вероятностная модель сети Петри построена со следующими допущениями:

1. Величина P для всех трактов передачи (Network1... Network3) одинакова, что упрощает понимание процесса.
2. При фиксированном $D = 100$, где D – количество запросов системы (SNMPget) за интервал времени T .
3. Интервал времени, s , в течение которого выполняется опрос объекта мониторинга, определяется соотношением

$$t = \frac{T}{D}.$$

Графики фрагментов анализа потери пакетов при $P = 9$ и $P = 3$ представлены на рис. 2, где приняты следующие обозначения:

- Send Packet – графики отправления пакетов;
- Transmit Packet 1... Transmit Packet 3 – графики передачи пакетов SNMP запросов к объекту мониторинга;
- Receive Packet – графики получения пакетов;
- Transmit Ask1... Transmit Ask3 – графики передачи пакетов SNMP ответов от объекта мониторинга;
- Receive Ack – графики получения пакетов на конечном участке сети.

Меняя коэффициент P , строим график для разных коэффициентов, что позволяет наглядно показать провалы в результатах мониторинга непрерывных процессов.

Параметр P напрямую зависит от вероятности потери пакетов M в телекоммуникационных системах. Из формулы (1) видно, что чем больше вероятность потери пакетов M , тем меньше вероятность прохождения пакетов в сети P .

По графикам на рис. 2 видно, что чем больше параметр P , тем меньше провалов, соответственно, процесс мониторинга будет менее прерывным.



Рис. 2. Графики фрагментов анализа потери пакетов

На основании этой модели можно сделать вывод, что для повышения эффективности мониторинга многозвенной сети нужно создать процессор с запоминанием транзитных данных в промежуточном устройстве.

Устройство «SNMP-агент с запоминанием транзитных данных»

Предложенная модель «SNMP-агент с запоминанием транзитных данных» относится к сетям передачи данных, в частности к беспроводным сетям с использованием протокола SNMP (Simple Network Management Protocol – протокол простого управления сетями) [6].

Наиболее близким, по сути, является устройство «SNMP-агент» [7], содержащее процессор, опрашивающий объект мониторинга; процессор, сохраняющий информацию от объекта мониторинга; область памяти, хранящую информацию от объекта мониторинга; устройство с SNMP-агентом – объект мониторинга; базу управляющей информации; процессор, собирающий информацию мониторинга; процессор, сохраняющий информацию мониторинга; процессор, отправляющий информацию опроса от объекта мониторинга; процессор, считывающий сохраненную информацию; область памяти, хранящую результаты опроса.

Недостаток устройства «SNMP-агент» заключается в том, что в нем контролируется связность с SNMP-сервером, т. е. доступность SNMP-сервера, но не связность устройств в сети по маршруту следования информации. Этот процесс не обеспечивает контроль постепенного продвижения информации от SNMP-агента к SNMP-серверу в случае последовательного соединения нескольких устройств, на которых установлены SNMP-агенты.

Для устранения этого недостатка предложено устройство, позволяющее обеспечить постепенное продвижение информации от SNMP-агента к SNMP-серверу [7]. Предложенное устройство позволяет получать более полную и достоверную информацию при мониторинге устройств, входящих в состав сети.

Результат достигается тем, что в известное устройство-аналог дополнительно введен процессор, определяющий маршрут к серверу и проводящий верификацию, вход которого соединен с выходом процессора, принимающего транзитные данные; выход процессора, определяющего маршрут к серверу и проводящего верификацию, соединен с входом процессора, передающего транзитные данные; выход процессора, подтверждающего прием транзитных данных, соединен с входом процессора, принимающего транзитные данные; выход процессора приема транзитных данных соединен с входом области памяти, хранящей транзитные данные; вход процессора, передающего транзитные данные, соединен с выходом области памяти; выход процессора, передающего транзитные данные, соединен с входом процессора, принимающего и сохраняющего информацию на сервере от транзитных устройств.

Процессоры анализируют маршрут к SNMP-серверу; принимают и хранят транзитную информацию от следующих к SNMP-серверу устройств; принимают решение об отправке транзитной информации, как только восстанавливается связь со следующим устройством в направлении маршрута к SNMP-серверу, принимающему транзитную информацию.

На рис. 3 представлена структура предлагаемого устройства и его взаимодействие с сервером и другими SNMP-агентами с запоминанием транзитных данных.



Рис. 3. SNMP-агент с запоминанием транзитных данных

Проиллюстрирована ситуация, когда в последовательно соединенных устройствах связь между устройством N_{n-1} 31 и N_n 26 отсутствует. При этом в сети могут присутствовать устройства, в которых установлен SNMP-агент с запоминанием транзитных данных 26 от объекта мониторинга 27 и устройства 31 и 32, в которых не установлен SNMP-агент с запоминанием транзитных данных. Поэтому в данном устройстве предусмотрен процессор, проверяющий маршрутную информацию до сервера, с верификацией возможности принять транзитную информацию промежуточным устройством, и процессор, подтверждающий возможность принять транзитную информацию.

В случае отсутствия связи с сервером, во-первых, проверяются отклики устройств по направлению маршрута к серверу; во-вторых, устройство, наиболее удаленное от объекта мониторинга, проходит стадию верификации.

Верификация позволяет, при наличии агента SNMP, принять транзитную информацию, провести аутентификацию, определить достаточность оперативной памяти и загруженность процессора транзитного устройства.

Благодаря внедрению процессора, определяющего маршрут к серверу и проводящего верификацию; процессора, подтверждающего прием транзитных данных; процессора, принимающего транзитные данные; процессора, передающего транзитные данные; области памяти, хранящей транзитные данные; процессора, принимающего и сохраняющего информацию на сервере от транзитных устройств, обеспечивается постепенное продвижение информации от SNMP-агента к SNMP-серверу.

Заключение

Варьирование параметров неготовности сети позволяет в рамках предложенной модели построить графики прохождения или потери пакетов. Модель может использоваться в различных последовательных системах мониторинга.

Для оптимизации системы управления и получения высокого качества обслуживания создано устройство «SNMP-агент с запоминанием транзитных данных», позволяющее получить более полную и достоверную информацию о параметрах сети. Устройство обеспечивает транзит откликов SNMP-агентов на промежуточных узлах в сети за счет предоставления транзитным данным ресурсов оперативной памяти до восстановления связи с сервером или связи с промежуточными устройствами по маршруту следования к серверу, способными сохранить эту информацию.

Примером применения предлагаемого устройства может быть суточный опрос источника бесперебойного питания через несколько сетей передачи данных, к которому подключены цифровые устройства: серверы, коммутаторы и др. В случае кратковременного прерывания связи в одном из звеньев в цепи СПД, администратор сети в ретроспективе может предположить, что все устройства перезагружались. Предлагаемое техническое решение позволит восстановить события и доказать, что питание устройств не прерывалось.

SNMP-агент с запоминанием транзитных данных может использоваться в различных последовательных системах мониторинга, в которых количество звеньев может быть неограниченным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перов А. А., Сорокин А. А., Дмитриев В. Н. Мониторинг сетей связи с динамической топологией на основе программы Nagios // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2010. – № 1. – С. 99–102.
2. Дмитриев В. Н., Чередниченко А. В. Алгоритм оптимизации гетерогенной беспроводной сети по критерию равномерности загрузки оборудования провайдера // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – № 2. – С. 120–125.
3. Аксёнов В. Ю., Дмитриев В. Н. Алгоритмы фрактального анализа временных рядов в системах мониторинга сенсорных сетей // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – № 1. – С. 91–96.
4. Зайцев Д. А., Шмелева Т. Р. Моделирование телекоммуникационных систем в CPN Tools. – Одесса, 2008. – 60 с.
5. CPN Tools / <http://www.daimi.au.dk/CPNTools>.
6. SNMP агент с запоминанием транзитных данных / Тушнов А. С., Сергеева Е. В.: пат. РФ № 106475/ patentov.ru/node/110692.
7. Automatic network management method based on SNMP and stochastic Petri net: пат. CN 101567814A.

Статья поступила в редакцию 2.06.2012

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитриев Вадим Николаевич – Астраханский государственный технический университет; г-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой «Связь»; vndmitriev@yandex.ru.

Dmitriev Vadim Nickolaevich – Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department "Communication"; vndmitriev@yandex.ru.

Тушнов Александр Сергеевич – Астраханский государственный технический университет; старший преподаватель кафедры «Связь»; lanagtu@yandex.ru.

Tushnov Alexander Sergeevich – Astrakhan State Technical University; Senior Lecturer of the Department "Link"; lanagtu@yandex.ru.

Сергеева Екатерина Вячеславовна – Астраханский государственный технический университет; магистрант кафедры «Связь»; panaceaia@rambler.ru.

Sergeeva Ekaterina Viacheslavovna – Astrakhan State Technical University; Undergraduate of the Department "Communication"; panaceaia@rambler.ru.