

УДК 621.382

UDC 621.382

МЕТОД ПОИСКА ДЕФЕКТОВ В СЕГМЕНТЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЕ СТРУКТУРНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ

METHOD OF THE SEARCH OF DEFECTS IN THE SEGMENT OF THE COMPUTER NETWORK ON THE BASIS OF THE APPLICATION OF ITS STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL

Петриченко Григорий Семенович
к.т.н., доцент

Petrichenko Grigoriy Semyonovich
Dr.Sci.Tech., associate professor

Петриченко Виктория Гурьяновна
студент магистратуры кафедры АПП
Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

Petrichenko Victoria Gurjanovna
student of the magistracy of the chair of APP
Kuban State University of Technology, Krasnodar, Russia

В статье рассматривается структурно-функциональный метод поиска дефектов в сегменте компьютерной сети. Основу метода составляет: структурно-функциональная модель сети; таблица неисправностей; вектор проверок с явным адресом узла сети

In the article, the structurally functional method of the search of the defects in the segment of the computer network is considered. The basis of this method makes: the structurally functional model of a network; the table of malfunctions; the vector of checks with the obvious address of the knot of the network

Ключевые слова: КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ, ДИАГНОСТИКА, ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ, ВЕКТОР ПРОВЕРОК, ТАБЛИЦА НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Keywords: COMPUTER NETWORK, DIAGNOSTICS, TROUBLESHOOTING, VECTOR INSPECTION, FAULT TABLE

1. Введение

В настоящее время наблюдается тенденция интенсивного распространения и использования сетевой инфраструктуры, что в свою очередь приводит к росту требований к их надежности, отказоустойчивости и производительности локальных и региональных вычислительных сетей.

Для достижения высокой производительности вычислительной сети и ее надежности, необходимо обеспечить отсутствие дефектов на аппаратном уровне.

Дефекты, которые возникают в аппаратуре сети, приводят к замедлению пропускной способности и выходу из строя коммутационных компонентов.

При возникновении дефектов в аппаратуре компьютерной сети, существенным является время, которое затрачивается на их поиск и возобновление работоспособности сетевой инфраструктуры.

В настоящее время решения задач диагностирования вычислительных сетей, к которым относится задача поиска неисправностей представляет собой сложную проблему.

В литературе [1,2] представлен структурный метод поиска явных адресных неисправностей. Недостатком предложенного алгоритма является то, что поиск дефектов может осуществляться при наличии двух условий: вероятность возникновения дефектов на всех компонентах сети принимается равной; цена элементарных проверок во всех контрольных точках (КТ) сети одинакова.

На практике эти условия не всегда выполняются, поэтому в статье предлагается алгоритм, который указанные недостатки устраняет. Предлагается метод поиска дефектов в сети, основанный на анализе структуре тестируемого объекта (локальной сети) по структурно-функциональной модели [3].

Структурно-функциональный метод диагностирования сегментов компьютерной сети, базируется на сочетании структур данных таблицы неисправностей (способ построения которой приведен в литературе [3]) и безусловного метода анализа – вектора проверок (ВП), который формируется на основе тестовых воздействий на объект контроля (ОК).

2. Структурно - функциональный метод диагностирования сегментов компьютерной сети

Для определения состояния сетевого компонента предлагается использовать адресную посылку ICMP – запросов и получение ICMP ответов.

Адресный узел задается явно в ICMP - запросе < тестовое воздействие ↔ тестируемый узел >. В качестве тестовых воздействий используется пакет данных, в котором задается адрес узла отправителя

(источник тестового воздействия) и адрес узла получателя (тестируемый узел).

При построении таблицы неисправностей сегмента компьютерной сети предполагается, что дефект влияет на все трафики, проходящие через неисправный компонент, а взаимная компенсация дефектов в сети отсутствует.

Вектора проверок V представляет собой множество реакций тестируемых конечных узлов (хостов) диагностируемого сегмента компьютерной сети на подаваемое тестовое воздействие. Длина вектора проверок равна числу h контрольных точек, тестируемых в ходе диагностики сети.

Вектор проверок формируется следующим образом:

$$V = \{V_1, V_2, \dots, V_i, \dots, V_h\},$$

где $i = \overline{1, h}$, h – число контрольных точек, включая и источник тестов,

$$V_i = \begin{cases} 1 \longrightarrow & \text{тест прошел успешно} \\ 0 \longrightarrow & \text{тест не прошел} \end{cases}$$

Исходя из этого предположения, можно интерпретировать результат ICMP запроса для проверяемых узлов компьютерной сети: $V_i = 0$ – проверяемый узел неисправен, $V_i = 1$ – проверяемый узел исправен.

Структурно – функциональную модель компьютерной сети можно представить в виде множества $\{S, G, Y\}$, где S – число узлов сети (тестируемых, промежуточных и конечных), а G – число связей между ними, Y – выходная реакция тестируемых узлов на адресный тест. Компьютерная сеть в своем составе имеет источник тестов – анализатор, сервер, диагностическое оборудование и т.д. Если источником тестов является сервер, то он будет генерировать входные тестовые воздействия, принимать и анализировать выходные реакции на тесты. Узел источник

тестов в структурно – функциональной модели, можно обозначить как узел с единичным номером S_1 . При диагностировании компонентов компьютерной сети, базовый узел должен обладать свойством достижимости к каждому узлу структурно – функциональной модели. Достижимость обеспечивается адресуемостью каждого компонента компьютерной сети в ICMP запросе.

Реакция на ICMP запрос снимается с выходных контрольных точек, обозначим их как Y_i .

Структурно - функциональная модель компьютерной сети предприятия в виде графа как объект контроля строится при следующих предположениях.

1. В каждом функциональном элементе модели известны реакции на тестовое воздействие ICMP запросов. При положительном ответе $Y_i=1$, функциональный блок считается исправным.

2. Функциональный элемент модели объекта считается неисправным, если при тестовом воздействии на его вход не получен ответ с его выхода $Y_i=0$.

Структурно – функциональная модель компьютерной сети, изображается графической схемой, на которой каждый функциональный элемент обозначен окружностью с некоторым количеством входящих стрелок (входных тестовых воздействиях - V_i) и одной выходящей стрелкой (реакцией на входное воздействие - Y_i). Вершиной в графической схеме изображается сервер, с которого посылается тестовое воздействие на элементы компьютерной сети.

По структурно - функциональной модели компьютерной сети строится таблица неисправностей, которая представляет собой квадратную матрицу, в которой число строк равно числу функциональных элементов модели, а число столбцов - числу выходных параметров (откликов на

входное воздействие). Она заполняется на основании логического анализа функциональной модели ОК в предположении, что все выходные параметры функциональных элементов контролируются сервером, т.е идет получение отклика на входное воздействие ICMP запросов. Правила заполнения таблицы следующие.

Предполагают, что ОК находится в состоянии, т. е. отказал i -й функциональный элемент. Этому событию соответствует недопустимое значение выходного параметра на тестовое воздействие. На пересечении строки и столбца записывается символ «0». Кроме того, если при этом i -й функциональный элемент имеет также недопустимое значение выходного параметра, то на пересечении строки и столбца тоже записывается символ «0». В противном случае записывается символ «1».

На рисунке 1 представим фрагмент компьютерной сети, для которой будет построена структурно – функциональная модель (рис. 2).

На рисунке 2 представлена структурно – функциональная модель фрагмента компьютерной сети, где под номером один S1 изображен сервер источник тестов, а под номерами S2, S3, S4 коммутаторы, S5 – концентратор, под номерами S6-S13 рабочие станции компьютерной сети.

Таблица неисправностей (табл. 1) строится на основе функционального анализа структурно-функциональной модели фрагмента компьютерной сети (рис. 2).

Таблицу неисправностей можно представить как матрицу M_{ij} , где i – состояние объекта (S) контроля, j – отклик (Y) на тестовое воздействие ICMP запроса.

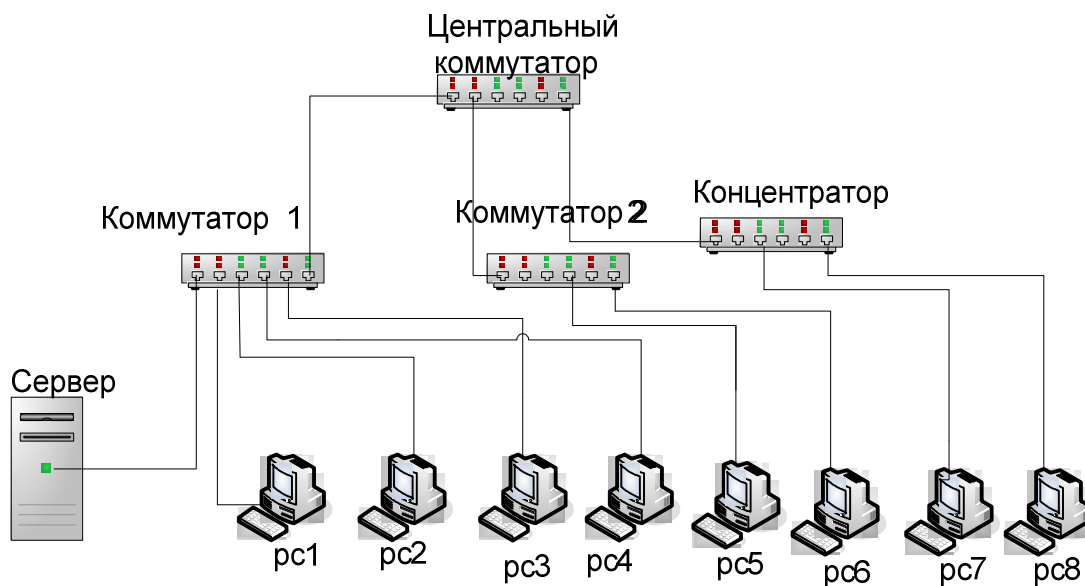


Рисунок 1 - Фрагмента компьютерной сети

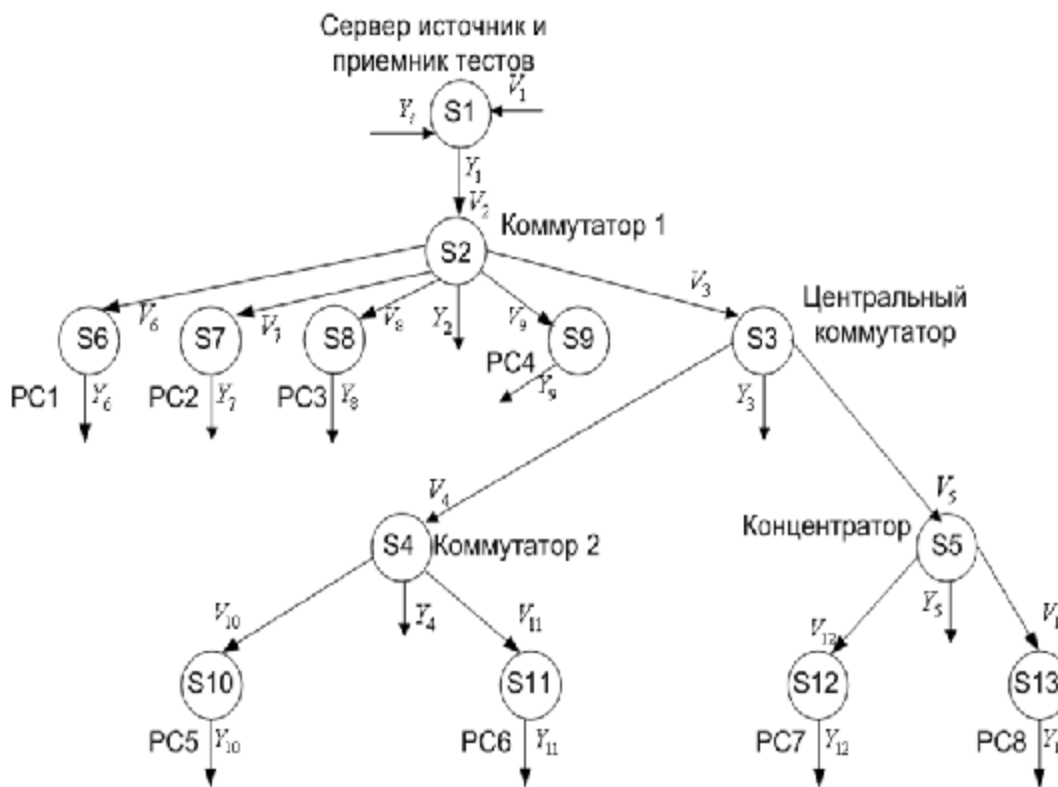


Рисунок 2 – Структурно-функциональная модель фрагмента компьютерной сети

Таблица 1 – таблица неисправностей структурно-функциональной модели фрагмента компьютерной сети

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S3	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
S4	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
S5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
S6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
S7	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
S8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
S9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
S10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
S11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
S12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
S13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Вектор проверок, можно представить как V_i , состоящий из вершин - конечных узлов рассматриваемой сети. Для предложенной сети вектор проверок будет представлять как множество тестовых воздействий $V_j = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, V_9, V_{10}, V_{11}, V_{12}, V_{13}\}$.

Компьютерная сеть, как объект диагностирования, может быть представлена в индексированном графе, где каждая вершина, представляющая конечный узел сети, рассматривается как совокупность компонентов конечного узла, каждый из которых может быть носителем явной адресуемой неисправности. Рабочие станции могут включать следующие компоненты: сетевой адаптер, проводящую среду от рабочей станции к устройству коммутации. Устройство коммутации может включать проводящую среду от порта коммутатора к рабочей станции или тестирующему устройству (серверу).

Каждый из указанных компонентов будет рассматриваться при построении таблицы неисправностей и определении области подозреваемых неисправностей.

3. Способ нахождения подозреваемых неисправностей

Функциональная модель ОК - F_{ok} и таблицы неисправностей - T_n для контроля компьютерной сети задают связь между множеством возможных состояний S ОК, множеством контролируемых параметров Y и множеством результатов контроля этих параметров. Наличие такой информации об объекте контроля позволяет разработать программу поиска и локализации неисправностей в нем, т.е

$$F_{ok} \Delta T_n = \langle S, Y, R \rangle, S = \{S_i\}, Y = \{Y_i\}, R = \{R_i\}.$$

Объект контроля контролируется по выходным параметрам. Для ОК определяется функция предпочтения $W_i (Y_i)$ контроля выходного параметра и алгоритм (дерево) поиска неисправностей, по методике представленной в литературе [3].

По таблице неисправностей (см. таблица 1) происходит построение логической функции. Исправное состояние компьютерной сети можно обозначить как состояние S_0 . Логическая функция при исправном состоянии компьютерной сети принимает следующий вид

$$S_0 = Y_1 \Delta Y_2 \Delta Y_3 \Delta Y_4 \Delta Y_5 \Delta Y_6 \Delta Y_7 \Delta Y_8 \Delta Y_9 \Delta Y_{10} \Delta Y_{11} \Delta Y_{12} \Delta Y_{13} = 1.$$

Выходные сигналы всех узлов компьютерной сети соответствуют исправному состоянию.

В случае неисправного концентратора - S_5 , логическая функция примет следующий вид $S_5 = \overline{Y_5} \Delta \overline{Y_{12}} \Delta \overline{Y_{13}}$. По таблице неисправностей (см. табл. 1) можно построить логические функции для любого объекта контроля.

Предложенный метод поиска дефектов в компьютерной сети, может применяться в различных топологиях.

Если компьютерная сеть имеет одиночную неисправность и построена по топологии шина, то для нахождения неисправности можно применить следующую формулу:

$$PN = \mathbf{I} M_i^{V_j=0}, \quad (1)$$

где PN – множество предполагаемых неисправных элементов; M_i – строка таблицы неисправностей, характеризующая состояние объекта подвергающегося тестовому воздействию; V_j – отклик на вектор тестовых воздействий.

В компьютерной сети, если вектор отклика $V_j = \emptyset$, то неисправен сам тестовый компьютер.

При построении компьютерной сети по топологии типа звезда и в случае возникновения кратной неисправности применяется следующая формула:

$$PN = \mathbf{I} M_i^{V_j=0} \setminus \mathbf{U} M_i^{V_j=1} \quad (2)$$

4. Заключение

Структурно-функциональный метод поиска явных адресуемых неисправностей в сегменте компьютерной сети предприятия, является одним из новым подходом к решению задачи определения области предполагаемых неисправностей явного адресуемого типа.

Данный метод опирается на свойство явной и промежуточной адресуемости сетевого компонента и использует адресный тест для определения состояния сетевого компонента как вид теста, обеспечивающий элементарную проверку с наиболее низкой ценой аппаратурных затрат. Предложенный метод имеет следующие преимущества перед традиционными методами решения указанной задачи:

1) возможность программной реализации алгоритма из за простоты метода;

2) предложенная методика поиска неисправностей применима для различных структурных построений объекта контроля и не накладывает каких-либо ограничений на исходные данные контролируемых устройств;

3) проведение диагностического эксперимента по определению области подозреваемых неисправностей не требует больших временных затрат по сравнению с традиционными методами локализации явных адресуемых неисправностей.

Библиографический список

1. Бабич А.В., Хаханова А.В., Кривуля Г.Ф. Структурный метод поиска дефектов в сегменте локальной вычислительной сети // АСУ и приборы автоматики. – 2003. - №122. – С. 8-15.
2. Бабич Анна Витальевна. Методы поиска неисправностей в локальных вычислительных сетях и их сегментах : дис... канд. техн. наук: 05.13.13 / Харьковский национальный ун-т радиоэлектроники. — Х., 2007. — 188л. — Библиогр.: л. 154-163.
3. Петриченко Г.С., Крицкая Л.М., Срур М.Ю. Методика поиска и устранения неисправностей в электронных блоках средств вычислительной техники. Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. №3(126) 2011. С. 109-115.