

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Введение

Информационно-телекоммуникационные сети (ИТС) относятся к сложным системам реального времени, которые характеризуются большим числом территориально (иерархически) распределенных элементов и выполняемых ими функций, сложностью алгоритмов выбора тех или иных управляющих воздействий и большими объемами перерабатываемой при этом информации. Учитывая это, в процессе функционирования ИТС неизбежны нештатные (аварийные) ситуации, связанные как с отказами аппаратно-программных средств, так и с ухудшениями основных характеристик сети. Поэтому актуальной является задача оперативного восстановления нормального функционирования таких сетей.

На сегодняшний день практика функционирования ИТС различного функционального назначения показывает, что задача оперативного восстановления практически решается ручным способом и диспетчеры принимают решения только на основе личного опыта, знаний и интуиции. А так как психофизиологические возможности человека по хранению и переработке информации ограничены, то в условиях дефицита времени он не в состоянии оперативно принимать качественные решения на основе только мыслительной деятельности. В связи с этим время, которое диспетчера затрачивают на поиск и локализацию неисправностей, как правило, не соответствует временным требованиям, предъявляемым к ИТС как системам реального времени. Это положение определяет необходимость нового подхода к выработке решений в процессе оперативного восстановлении сети основанного на таких средствах, которые позволили бы автоматизировать логико-аналитическую деятельность диспетчера в этом процессе.

В настоящее время интенсивно ведутся разработки по созданию и применению ЭС диспетчерского управления сложными системами различного функционального назначения [1–6]. Вместе с тем, вопросам идентификации аварийных ситуаций и формированию рекомендаций диспетчеру по их локализации, как основным вопросам оперативного управления, в этих работах не заслужено мало уделяется внимания, что индуцирует разработку соответствующего математического аппарата.

В работе [7] предложена структура модели процесса оперативного восстановления и ее формализованное описание. Данная статья является продолжением начатых в указанной работе исследований, в которой модель оперативного восстановления получила дальнейшее развитие соответствующими конструктивными механизмами.

Процедура описание методики. Как было отмечено выше, в основе процесса оперативного восстановления лежит логико-аналитическая деятельность человека, формализация которой в виде систем математических уравнений крайне затруднительна, а в некоторых случаях принципиально невозможна. Поэтому решение данной задачи целесообразно осуществлять в рамках ситуационного подхода, который и был положен в основу модели процесса оперативного восстановления ИТС [7], структура которой приведена на рис.1.

Функционирование модели можно интерпретировать следующим образом. С помощью диагностических программ непрерывно осуществляется контроль состояния фрагмента сети. При отклонении параметров от заданных значений диспетчер фиксирует наблюдаемое состояние сети как аварийную ситуацию и переходит к ее распознаванию выдвигая при этом различные гипотезы о причине неисправности.

Если исходной информации недостаточно для идентификации аварийной ситуации, диспетчер осуществляет поиск дополнительных данных, как с помощью диагностических средств, так и путем взаимодействия с диспетчерами других уровней сети с целью подтверждения выдвинутых гипотез.

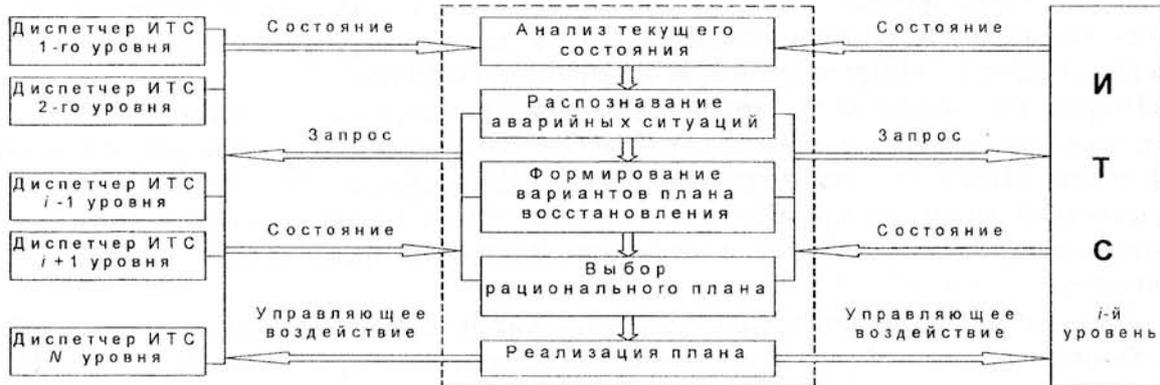


Рис.1. Структура модели оперативного восстановления ИТС

Определив характер аварийной ситуации, диспетчер формирует варианты плана восстановления сети, при необходимости уточняя состояние сети. Затем эти варианты оцениваются по заданным критериям эффективности, и выбирается наиболее рациональный план оперативного восстановления, который предоставляется диспетчеру для принятия решения на его реализацию.

Описанный процесс является алгоритмической основой рассматриваемой методики за исключением следующих моментов.

Первое. Основным содержанием процесса анализа состояния ИТС является выявление отклонения параметров заданных характеристик ИТС от установленных значений, что служит основанием отнесения текущего (наблюдаемого) состояния ИТС к состоянию нештатной (аварийной) работы сети. Для выявления таких отклонений в настоящее время разработано довольно-таки много эффективных корреляционных методов и процедур, поэтому, на наш взгляд, приводить их нет необходимости.

Второе. Процесс реализации плана оперативного восстановления, как правило, регламентирован соответствующими директивными документами и является довольно типичным для каждого органа диспетчерского управления, поэтому его можно также исключить из области рассмотрения.

Учитывая сказанное, основное внимание в данной методике уделено этапам распознавания аварийных ситуаций и выбора управляющих воздействий.

Распознавание аварийных ситуаций. Распознавание аварийных ситуаций предлагается осуществлять продукционной процедурой, т.е. из множества гипотез о причине аварийной ситуации по соответствующим продукционным правилам распознавания необходимо определить наиболее правдоподобную гипотезу.

Пусть дано множество правил продукций $P = (P_1, \dots, P_n)$. Без потери общности представим каждое правило P_i в виде

$$P_i : E_{i_1} \wedge \dots \wedge E_{i_k} \rightarrow H_i,$$

где E_{i_j} – ассоциированные с гипотезой H_i признаки (свидетельства).

Далее, пусть $H = (H_1, \dots, H_k)$ – множество гипотез, ассоциированных с некоторой аварийной ситуацией. Тогда суть процедуры распознавания заключается в определении такого правила, условие применения которого $E_{i_1} \wedge \dots \wedge E_{i_k}$ выполнимо.

В традиционных продукционных системах, если нет дополнительной информации о гипотезах, их проверка на правдоподобность осуществляется последовательно, как правило, методом “проб и ошибок”, что не редко приводит к увеличению времени поиска, так как результирующая гипотеза может оказаться последней проверяемой гипотезой. Чтобы обойти этот недостаток предлагается другой подход, основанный на следующих идеях.

Первое. Среди возможных гипотез сначала проверяется на правдоподобность наиболее перспективная гипотеза, что позволит повысить вероятность правильного выбора и, как следствие, сократить время распознавания аварийной ситуации.

Второе. Не смотря на то, что проверка наиболее перспективной гипотезы повышает вероятность правильного выбора, однако она не гарантирует получение результирующего заключения. Поэтому необходимо, чтобы одновременно с проверкой наиболее перспективной гипотезы проверялись и другие. Это позволит распараллелить процесс идентификации, что также даст возможность сократить время поиска результирующей гипотезы.

Этот подход предлагается реализовать следующей человеко-машинной процедурой.

Каждой гипотезе H_i приписывается некоторая априорная вероятность $P(H_i)$ ее истинности, а каждому ее признаку E_{ij} ставится в соответствие некоторая цена, которая отражает важность данного признака в процессе логического вывода. В качестве цены признака E_{ij} предлагается использовать выражение

$$C(E_{jk}) = P(H_i | E_{jk}) - P(H_i).$$

где $P(H_i | E_{jk})$ – вычисляется по формуле Байеса, а $P(H_i)$ – текущая вероятность гипотезы H_i .

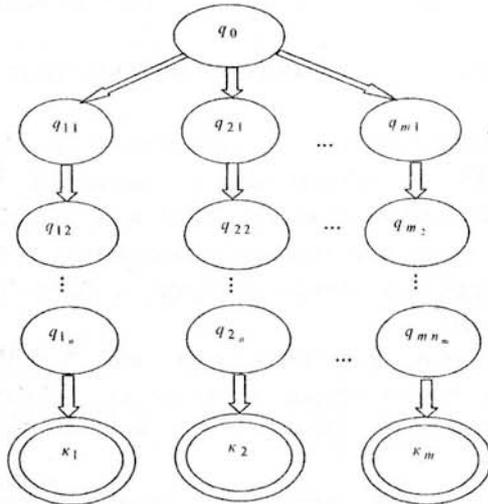


Рис.2. Диагностирующий граф

Это выражение определяет величину прироста вероятности гипотезы H_i при наличии признака E_{jk} .

Кроме этого каждому признаку E_{ij} также ставится в соответствие вопрос q_{ij} , ответ на который позволит определить наличие этого признака. Тогда каждое правило продукций $P_i : E_{i_1} \wedge \dots \wedge E_{i_k} \rightarrow H_i$ можно описать множеством вопросов $Q_i = (q_{i_1}, \dots, q_{i_k})$, а все множество правил продукций представить в виде диагностирующего графа (рис. 2). Учитывая сказанное, процесс распознавания можно представить следующим образом.

Выбирается гипотеза, вероятность которой наибольшая, и проверяется ее правдоподобность. Для этого среди признаков этой гипотезы выбирается признак с наибольшей ценой и диспетчеру задается соответствующий вопрос с целью уточнения наличия этого признака. После получения положительного ответа, вероятности гипотез $P(H_i)$ пересчитываются по формуле Байеса, т.е. они заменяются на $P(H_i | E_{ij})$:

$$P(H_i | E_{ij}) = \frac{P(E_{ij} | H_i)P(H_i)}{P(E_{ij} | H_i)P(H_i) + P(E_{ij} | \bar{H}_i)P(\bar{H}_i)}, \quad (1)$$

где $P(E_{ij} | H_i)$ – вероятность появления признака E_{ij} при гипотезе H_i , $P(E_{ij} | \bar{H}_i)$ – вероятность появления признака E_{ij} при отсутствии гипотезы H_i , а $P(\bar{H}_i) = 1 - P(H_i)$.

Таким образом, получив признак E_{jk} , вероятность $P(H_i)$ пересчитывается по формуле (1) и заменяется на $P(H_i | E_{jk})$. Другими словами, получение очередного признака приводит к обновлению (увеличению или уменьшению) этой вероятности. Кроме этого, признак E_{jk} исключается из ассоциированных признаков тех гипотез, которые его включают. Это позволит, в случае их проверки, обойти уточнение наличия этого признака и, тем самым, сократить общее время распознавания.

Если получен отрицательный ответ, т.е. если не подтверждено наличие признака E_{jk} , то в этом случае гипотезы, для которых этот признак является ассоциированным, исключаются из области рассмотрения.

Затем снова выбирается наиболее вероятная гипотеза и процесс повторяется. В итоге, наиболее вероятная гипотеза берется в качестве конечного заключения.

При таком подходе актуальной становится задача остановки логического вывода. С этой целью предлагается использовать верхний $M_1(H_i)$ и нижний $M_2(H_i)$ пороги для вероятностей. Если вероятность $P(H_i)$ превосходит верхний порог, т.е.

$$P(H_i) > M_1(H_i),$$

то гипотеза H_i принимается как основа для возможного заключения.

Если

$$P(H_i) < M_2(H_i),$$

то эта гипотеза отвергается как неправдоподобная. В качестве таких порогов можно использовать следующие выражения [8]:

$$M_1(H_i) = 0,9P_{\max}(H_i),$$

$$M_2(H_i) = 0,5M_1(H_i),$$

где $P_{\max}(H_i)$ – максимальная возможная вероятность, достижимая для данной гипотезы, при условии, что все ее ассоциированные признаки будут подтверждены в пользу гипотезы H_i .

Необходимо заметить, что при классической схеме, чтобы убедиться в правдоподобности той или иной гипотезы достаточно перебрать все ее признаки. Однако в данном случае окончание процесса может наступить значительно раньше (при достижении верхнего порога), что позволит сократить количество проверяемых признаков и тем самым сократить время диалога.

Кроме этого, при достижении нижнего порога гипотеза отвергается как неправдоподобная и процессе вывода больше не участвует, а это, в свою очередь, также приводит к сокращению времени.

И, наконец, в процессе диалога в зависимости от состояния сети ответы диспетчера на вопросы могут содержать неопределенность. То есть в реальной жизни бывают ситуации, когда человек из-за неопределенности исходных данных не в состоянии дать четкий ответ “да” или “нет” (справедлив признак E_{ij} или нет). Поэтому более реалистичным является ответ согласно следующей 11-бальной шкалы (табл.1).

Для вычисления вероятности $P(H_j | R)$ можно использовать следующий механизм [8].

Согласно приведенной шкалы, ответ $R = 5$ соответствует вероятности $P(H_j | E_{ij})$, ответ $R = -5$ – величине $P(H_j | \bar{E}_{ij})$, а ответ $R = 0$ – величине $P(H_j)$. Таким образом, имеем три характерные точки на графике $P(H_j | R)$ как функции R . Тогда промежуточные значения $P(H_j | R)$ можно вычислить с помощью линейной интерполяции.

Таблиця 1

Оценка ответа	Определение
5	ДА
4	Очень сильно уверен, что ДА
3	Сильно уверен, что ДА
2	Слабо уверен, что ДА
1	Незначительно уверен, что ДА
0	НЕ ЗНАЮ
-1	Незначительно уверен, что НЕТ
-2	Слабо уверен, что НЕТ
-3	Сильно уверен, что НЕТ
-4	Очень сильно уверен, что НЕТ
-5	НЕТ

Выбор управляющих воздействий. Как было отмечено выше, в основу модели процесса оперативного восстановления положен ситуационный подход, согласно которого каждой типичной аварийной ситуации соответствует стандартный алгоритм восстановления (например, [9]).

Характерной особенностью этих алгоритмов является то, что они содержат как четко определенные указания относительно управляющих воздействий, так и их нечеткую формулировку (например, уменьшить скорость передачи данных, увеличить пропускную способность сети и т.п.). Такая нечеткая формулировка предполагает нескольких способов воздействия. На практике правильный выбор такого воздействия, как правило, зависит от квалификации и опыта диспетчера. Чтобы уменьшить влияние в этом случае человеческого фактора предлагается так называемый адаптивно-алгоритмический подход, суть которого состоит в следующем.

Если шаг стандартного алгоритма четко определяет управляющее воздействие, то диспетчер приступает к его реализации. Если это воздействие сформулировано нечетко, в этом случае осуществляется выбор из возможных способов такого воздействия, которое оказывало бы наименьшее влияние на информационно-функциональные процессы, протекающие в ИТС. Другими словами, необходимо выбрать такое управляющее воздействие, ущерб от реализации которого был бы минимальным.

Пусть $H(h_1, \dots, h_n)$ – стандартный алгоритм восстановления, $h_j = h_j(w_{j1}, \dots, w_{jn})$, а w_{jj} – управляющее воздействие. Далее, пусть $\Psi(w_{jj})$ – эффект от реализации управляющего воздействия w_{jj} . Требуется найти воздействие w_{j0} такое, что

$$j_0 = \operatorname{argmax}_{j=1, n} \Psi(w_{jj}),$$

Под управляющим воздействием понимается тройка

$$w_j = \langle H_j, U_j, D_j \rangle,$$

где H_j – наименование, U_j – условие применения, D_j – результат воздействия.

В свою очередь условие применения – это формула логики высказываний

$$U_j = f_j(a_{j1}, \dots, a_{jm_j}),$$

где a_{ij} – факты-признаки.

А результат воздействия – это тройка

$$D_j = \langle R_j, L_j, m_j \rangle,$$

где R_j – список дополнения, L_j – список вычеркивания, а m_j – текущая модель состояния ИТС.

Результатом воздействия является формирование нового состояния m_{i+1} путем добавления к модели m_i списка R_i новых фактов и удаления списка L_i фактов, которые уже не являются справедливыми после применения управляющего воздействия w_i и поэтому должны быть вычеркнуты из m_i , то есть

$$m_{i+1} = m_i + R_i - L_i.$$

Модели состояний строятся в процессе реализации стандартного алгоритма и описываются совокупностью фактов-признаков $m_i = (a_{i1}, \dots, a_{im})$. А все множество моделей состояний ИТС образуют процедурную модель стандартного алгоритма $M_H = \{m_i | i = \overline{1, n}\}$. С учетом приведенных обозначений сформулируем критерий выбора наиболее эффективного управляющего воздействия.

Управляющее воздействие w_i более эффективно, чем воздействие w_j , если $f_i | \text{---} f_j$. Другими словами среди двух управляющих воздействий наиболее эффективное то воздействие, условие применения которого наиболее общее, поскольку его применение требует выполнения большого количества условий. Этот критерий, по сути, определяет алгоритм выбора такого воздействия.

Пусть $H(h_1, \dots, h_n)$ – стандартный алгоритм восстановления, M_H – процедурная модель алгоритма, $W_1 = (w_1, \dots, w_{n_1})$ – множество управляющих воздействий шага h_1 .

ШАГ 1. Выбрать элемент $w_k \in W_1$, для которого выполняется $(\forall j) f_k | \text{---} f_j$.

ШАГ 2. Проверить выполнимость условия f_k . Если $m_1 | \text{---} f_k$, то воздействие w_k реализуемо на данном шаге, останов. Иначе установить истинность фактов $a_{kj} \in f_k$ в диалоге.

ШАГ 3. Если получен $\bigwedge a_{kj}$, то $m_2 = m_1 + \bigwedge a_{kj}$, воздействие w_k исключить из дальнейшего рассмотрения и выбрать следующее наиболее эффективное из W_1 . Иначе $m_2 = m_1 + a_{kj}$ и проверить выводимость f_k из m_2 .

ШАГ 4. Если $m_2 | \text{---} f_k$, то останов, иначе установить истинность следующего факта $a_{kj} \in f_k$ (ШАГ 3).

ШАГ 5. (останов). $m_{k+1} = m_k + R_i - L_i$. Диспетчеру дается указание на реализацию воздействия w_i и процесс повторяется для следующего шага алгоритма $H(h_1, \dots, h_n)$.

Заметим, что для установления выводимости $| \text{---}$ эффективно можно использовать приемы, рассмотренные в [10].

Отметим важную особенность рассмотренного алгоритма. А именно, последовательно преобразуя исходную ситуацию посредством применения соответствующих управляющих воздействий, мы тем самым, во-первых, каждый раз имеем описание получаемой ситуации, а значит можем классифицировать и оценивать ее конфликтность или неконфликтность в процессе оперативного восстановления сети, во-вторых, можем проследить (экстраполировать) развитие исходной ситуации во времени. То есть, данный алгоритм можно рассматривать одновременно как алгоритм формирования альтернативных решений и как алгоритм экстраполяции.

Список литературы

1. Ярмоленко Я.М. Принципы построения экспертной системы администратора вычислительной сети // Моделирование и управление в распределенных вычислительных сетях / Ярмоленко Я.М. – Киев: Наук. думка, 1989. – С. 33– 37.
2. Поспелов Д.А. Искусственный интеллект в зарубежных исследованиях / Поспелов Д.А., Стефанюк В.П. // Информационные материалы. Кибернетика. – М.: Информприбор. – 1986. – №3. – С. 3 – 25.

3. Системы сетевого/системного управления: принципы создания: [Электронный ресурс] / М. Федотов // Библиотека электронных учебников – 2004. – Режим доступа к журналу <http://books.kulichki.net/data/lan/lan7/>.
4. Применение инструментария динамических экспертных систем к управлению сетями: [Электронный ресурс] / С. Лавилла // PC Week 21, – 1996. – С.14. – Режим доступа к журналу http://www.lib.vsu.ru/resurses/rj/rj1997/01v_07.htm.
5. Паулаускас М.А. Интеллектуальный советчик диспетчера диспетчера для оперативного управления электроэнергетической системой / Паулаускас М.А. // Всесоюз. конф. по искусственному интеллекту, 21 – 25 ноября 1988 г.: тезисы докл. – М.: ВИНТИ, 1988. – Переяславль – Залесский, т.3. – С. 468– 473.
6. Прототип экспертной системы советчика диспетчера региональной ЭЭС: [Электронный ресурс] / Чукреев Ю.Я. // Электронная библиотека ДонНТУ, – Режим доступа к журналу <http://energy.komisc.ru/seminar/Chukr1.pdf>.
7. Самохвалов Ю.Я. Модель оперативного відновлення функціонування інформаційно-телекомунікаційних мереж / Самохвалов Ю.Я., Штаненко С.С. // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ “КПІ”. – 2009. – Вип. 1. – С. 125 – 131.
8. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений / Черноруцкий И.Г. – СПб.: БХВ - Петербург, 2005. – 416 с.
9. Руководство по поиску неисправностей в объединенных сетях : [Cisco Systems / Пер. с англ.. К.А. Капицына.] – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 1040 с.
10. Самохвалов Ю.Я. Доказательство теорем в немонотонной логике умолчаний как метод синтеза планов решений / Самохвалов Ю.Я.// Электронное моделирование. – 1997. – Вып. 2. – С. 43 – 52.

Поступила 27.02.2009

УДК 621.391

Рома О.М., Толубко В.Б., Ленков С.В.

СПОСІБ ФОРМАЛІЗАЦІЇ КОНФЛІКТУ ТА ЙОГО СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Постановка проблеми

Конфлікт за участю людини не належить до тих явищ, якими можна керувати лише на засадах здорового глузду та життєвого досвіду. Щоб справити на нього який-небудь ефективний вплив, необхідно розуміти істинні витоки та причини виникнення конфлікту, виявити закономірності його розвитку та можливі моделі закінчення.

Конфліктологія використовує емпіричні дані, концептуальні засади, теоретичні моделі, методи і засоби практично будь-яких наук. Але доводиться констатувати, що в сьогоднішній конфліктології використовуються методи, притаманні гуманітарним наукам. Застосування прикладної математики залишається значно обмеженим [1, 2].

Вираз „наука породжується там, де починається розрахунок” виправданий і для конфліктології. Але розрахунки можливі тільки за наявності математичного (формального) опису ситуацій, дій, ходу розмірковування – надання змістовної сторони явища у вигляді формальної системи чи счислення.

Оптимальність рішень, які приймаються, та планів, які розробляються при підготовці дій, а також ефективне використання ресурсів неможливі без зіставлення та оцінки можливих варіантів за допомогою математичного апарату та ЕОМ.