

УДК 004.942:681.518.5

Построение концептуальной модели диагностики технической системы по результатам наблюдений на основе методов математической теории распознавания образов

Е. В. ОЛИЗАРОВИЧ

Введение

К особенностям современных технических систем (ТС) следует отнести массовое использование средств вычислительной техники (СВТ) и средств телекоммуникаций (СТ) с характерной для них сложностью процессов, а также быстротой создания, развития и старения программных и аппаратных средств [1]. Особенности диагностики таких систем являются, с одной стороны, резкое увеличение численности и сложности входных параметров, которые необходимо анализировать, и выходных состояний, которые должны классифицироваться, с другой стороны, естественная унификация интерфейсов и, как следствие, возможность широкого применения высокопроизводительных СВТ и информационных технологий при выполнении исследований системы.

С точки зрения системного анализа, деятельность любой части системы оказывает некоторое влияние на деятельность всех других ее частей [2]. Отсюда следует, что состояние ТС в целом и ее подструктур, находится в некой функциональной зависимости с состоянием отдельных ее элементов, т.е. возможна реализация процесса диагностики ТС на основе наблюдения за ее элементами. Т.к. функциональные зависимости, в таком случае, имеют сложный вид, и, часто, не могут быть рассчитаны аналитически, то, с точки зрения практической применимости, гибкости использования и пригодности к машинной обработке, в качестве основы построения модели диагностики оправдано применение методов математической теории распознавания образов.

Целью настоящей работы является определение принципов построения, состава компонентов и схемы функционирования концептуальной модели современной системы диагностики ТС по результатам наблюдений, основанной на использовании методов математической теории распознавания образов.

Постановка задачи

Одним из наиболее актуальных и перспективных объектов, с точки зрения диагностики состояния, являются компьютерные сети и другие СТ. Это объясняется тем, что большинство современных ТС основаны на СВТ и СТ, и могут рассматриваться как информационные системы (ИС), которые включают в себя, СВТ, СТ, программное и аппаратное обеспечение, пакеты данных, протоколы передачи разных уровней. Такое положение делает диагностику ТС на основе наблюдений за телекоммуникационной подсистемой эффективным инструментом, позволяющим оперативно и достоверно делать выводы о состоянии и поведении системы в целом. Сама задача диагностики трансформируется при этом в задачу диагностики ИС, т. е. многоуровневой диагностики всех элементов, предназначенных для обеспечения работы заданного приложения.

Можно выделить несколько особенностей процесса диагностики современных ТС, основанных на ИС:

– требуется анализ большого количества наблюдений и классификация большого числа теоретически вероятных состояний ТС, что приводит к невозможности применения традиционных средств учета, хранения и обработки данных;

– при комплексной диагностике работы ТС требуется анализ параметров, относящихся к различным уровням эталонной модели взаимодействия, и, соответственно, необходимо использование различного диагностического оборудования и привлечение экспертов в разных профессиональных областях;

– в течение срока жизни ТС требуется постоянное изменение системы диагностики в связи с характерными для ИС процессами развития структуры, модернизации программного обеспечения и совершенствования сервисных функций;

– большое количество инсталляций ИС при наличии развитых средств коммуникаций, в т.ч. Интернет, и возможность использования внешних баз знаний позволяет оперативно, в заданный срок и с заданной точностью, диагностировать состояние системы на основе опыта эксплуатации других аналогичных ТС.

С учетом особенностей ТС можно сформулировать основные требования к организации современной диагностической системы:

- выполнение диагностики на основе анализа интегральных показателей работы ТС;
- применение на всех этапах диагностики автоматизированных средств на основе СВТ;
- применение элементов самоорганизации и самообучения систем диагностики, использование распределенных экспертных баз знаний;
- разделение структурных алгоритмов диагностики и решающих правил.

Обоснование построения концептуальной модели диагностики сложной технической системы

Представим единичный технико-информационный поток в исследуемой ТС в виде орграфа $G(X,F)$, в котором вершинами являются устойчивые состояния потока, параметры которых могут быть измерены в данной ТС, а дуги соответствуют возможным их преобразованиям.

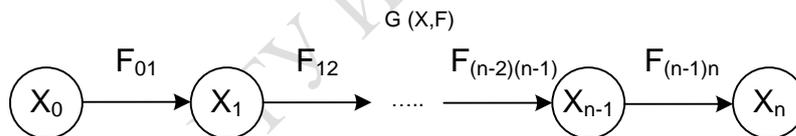


Рисунок 1 – Графовое представление потоков в ТС

Узлы орграфа $G(X,F)$, изображенного на рисунке 1, представляют собой множество векторов $X_i (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki})$, где $i=0, n$ – возможные в ТС устойчивые состояния потоков, k – число параметров, которые характеризуют поток в i -том состоянии. Ребра орграфа F_{ij} , это такие функции преобразования, что $X_j = F_{ij}(X_i)$.

В таком случае, для любой изолированной вершины X_i , где $i=1, n$ выполняется $X_i = F_{(i-1)i}(F_{(i-2)(i-1)} \dots (F_{01}(X_0)) \dots)$, где X_0 – входной поток системы, i – длина пути в подграфе, описывающем изменения технико-информационного потока до точки измерения.

Такое представление состояния потоков в диагностируемой ТС позволяет сделать следующие выводы и предположения:

1. Состояние потоков системы в любой вершине X_i является некой функцией $X_i = F_i(F_{(i-1)i}, F_{(i-2)(i-1)}, \dots, F_{01})$, которая является источником данных о характере воздействия на поток, т.е. о виде функций F_{ji} , для $j=1, i-1$. Т.к для реальной ТС орграф $G(X,F)$ – конечный, это означает конечность общего количества диагностируемых состояний ТС. В таком случае, каждому вектору $X_i(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki})$ может быть поставлен в соответствие вектор $F_i(F_{(i-1)i}, F_{(i-2)(i-1)}, \dots, F_{01})$.

2. Состояние потоков ТС в любой вершине X_i , может быть представлено в виде результата суммарного преобразования $X_i = F_{i0}(X_0)$, т.е. может быть источником данных о начальном состоянии потока X_0 , которое является входным потоком диагностируемой системы и характеризует внешнюю систему.

Как правило, под диагностикой ТС принято понимать измерение характеристик и анализ работы системы в процессе ее эксплуатации, в условиях непрерывного функционирования. Диагностическая система должна оказывать минимальное влияние на исследуемую систему, а в ряде случаев такое влияние нежелательно. Исходными данными для анализа является множество наблюдений за процессами и потоками, происходящими в заданных точках ТС. Среди наиболее важных целей диагностики следует отметить: выявление отклонений в функционировании оборудования, обнаружение скрытых процессов, интегральная оценка состояния и характера работы системы.

Большинство современных ТС, в том числе компьютерные сети, относятся к классу сложных систем. Они включают в себя множество специализированных элементов и структур, которые обладают, как правило, развитыми специализированными средствами диагностики режимов функционирования. Основной задачей диагностики сложной ТС в целом, является оценка интегральных показателей назначения ТС, определение уровня соответствия целям создания ТС и локализация причин изменений состояния и процессов, происходящих в системе. На рисунке 2 приведена обобщенная схема организации процесса диагностики ТС.

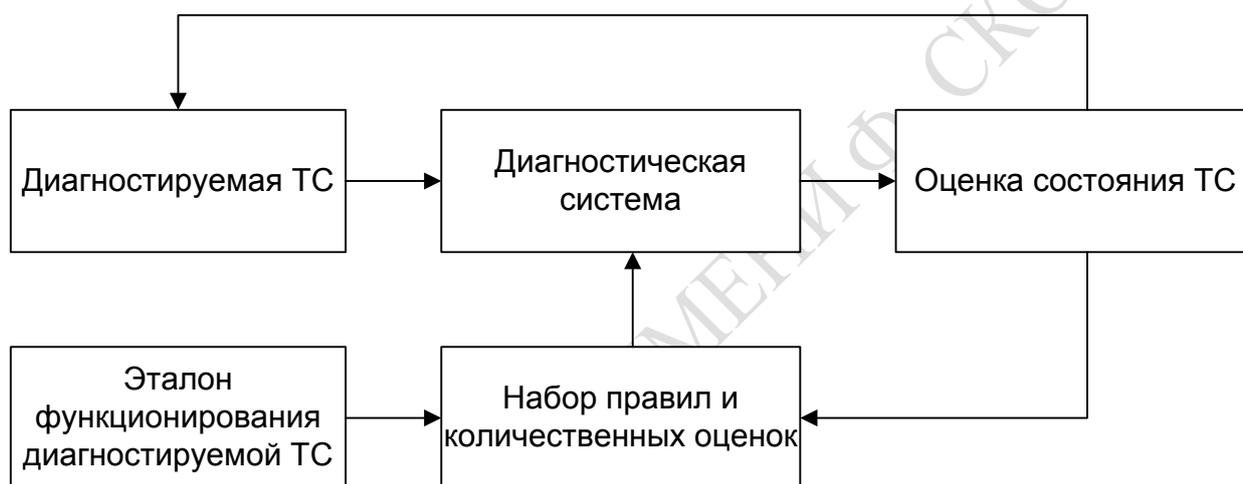


Рисунок 2 – Обобщенная схема диагностики ТС

При отсутствии эталонной реализации для сложной ТС, практическая диагностика и получение количественных оценок может выполняться на основе следующих средств: имитационное моделирование на основе теоретических представлений о структуре ТС, в т.ч. с использованием средств теории массового обслуживания; таксономический анализ результатов наблюдений на основе использования методов математической теории распознавания образов; экспертные оценки или эталонные базы знаний о функционировании аналогичных ТС. В условиях реальных ТС наиболее оправдано применение методов математической теории распознавания образов, т.к. такой подход позволяют сократить объем и сложность диагностических действий за счет сжатия пространства анализируемых параметров, а также позволяет обнаружить явления и процессы, не предусмотренные при создании ТС [3].

С учетом динамического характера процессов в ТС, требований к диагностическим системам и технологических особенностей методов распознавания образов, концептуальная модель диагностики на основе наблюдений должна включать последовательное выполнение следующих этапов [4]:

1. Создание эталонных диагностических моделей ТС на основе “самообучения” или с использованием баз знаний. На этом этапе выполняется исследование специфических параметров системы методами таксономического анализа и формируется словарь информативных наблюдаемых параметров. Определяются правила диагностики и количественные оценки ТС.

2. Классификация состояния сети. На этом этапе определяется тип текущего состояния системы.

3. Формирование управляющего воздействия. Выбирается метод и средства управления подсистемами, с целью перевода ТС в необходимое состояние.

Заключение

В ходе выполненных исследований сформулированы требования к современным диагностическим системам, обоснована возможность корректной диагностики ТС по результатам наблюдений и предложена концептуальная модель диагностики технической системы, основанная на использовании методов математической теории распознавания образов на всех этапах процесса диагностики.

Преимуществами предложенного метода диагностики являются возможность диагностики ТС без вмешательства в работу и в условиях неполноты данных о структуре и правилах функционирования.

Предложенный метод диагностики ориентирован на широкое практическое применение, т.к. основан на анализе не только данных, но и знаний, что позволяет кроме решения технических задач управления оборудованием, принимать административные решения в части эксплуатации и стратегического развития ТС, т.е. задач, относящихся к уровням управления эффективностью и управления учетом использования ресурсов.

Abstract. This paper is devoted to the questions of the construction of a conceptual model of technical system diagnostics on the basis of observations. The features of the organization of modern technical systems are investigated. The advantages and practical applicability of the method are specified in the paper.

Литература

1. О. О. Варламов, Системный анализ и синтез моделей данных и методы обработки информации в самоорганизующихся комплексах оперативной диагностики, Автореф. дисс. ... докт. техн. наук, 05.13.01 / О. О. Варламов; МАРТИТ, Москва, 2003.

2. Е. П. Голубков, Системный анализ как методологическая основа принятия решений, Менеджмент в России и за рубежом [Электронный ресурс], №3 (2003), Режим доступа: <http://www.finpress.ru/manag/arhiv/2003>, Дата доступа: 22.04.2006.

3. Н. Г. Загоруйко, Прикладные методы анализа данных и знаний, Новосибирск, Изд-во Института математики СО РАН, 1999.

4. Е. В. Олизарович, К проблеме диагностики состояний вычислительной сети на основе методов распознавания образов, Современные информационные компьютерные технологии в учебном процессе, научных исследованиях и управлении университетом, Материалы Открытой науч.-практ. конф. преподавателей и студентов факультета мат. и информатики ГрГУ, Гродно, 25–29 апр. 2005 г., 15–19.