

Асылбеков Нурлан Советкулович, к.т.н., доц.,
asnur62@mail.ru

Кадыров Чолпонбек Аманович, к.т.н., доц.,
КГТУ им. И. Раззакова, chk_66@mail.ru

Кыдыралиева Гульнур Жолдошбековна,
Карабалтинский филиал КГТУ им. И. Раззакова,
kudyalieva_g@mail.ru

Жумадилдеева Назгуль Джумадилдеевна,
Карабалтинский технико-экономический
колледж им. М.Ибрагимов, djumadildeeva@bk.ru

ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Рассмотрена методика поиска неисправностей в технических объектах, состоящая из двух этапов. Описание функциональных узлов, блоков и других структурных единиц технического объекта с помощью формальных нейронов позволяет проверять гипотезы и на более высоких иерархических уровнях.

Ключевые слова: диагностическая модель, нейронная сеть, объект диагностирования, формальный нейрон, цифровая система.

Asylbekov Alisher Shabdurakhmanovich, C.T.S.,
assoc. prof.,

Kadyrov Cholponbek Amanovich, C.T.S., assoc.
prof., KSTU named after I. Razzakov,

Kudyalieva Gulnur Zholdoshbekovna, Karabalta
branch, KSTU named after I. Razzakov,

Dzhumadildeeva Nazgul Dzhumadildeevna, KTEC
named after M. Ibragimov

TROUBLESHOOTING TECHNICAL OBJECTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY

The technique of troubleshooting in technical objects, consisting of two stages, is considered. The description of functional units, blocks and other structural units of a technical object with the help of formal neurons makes it possible to test hypotheses at higher hierarchical levels.

Key words: diagnostic model, the neural network, the object diagnosis, formal neuron, the digital system.

Введение. Разработка экспертных систем, в рамках общей методики поиска неисправностей, предполагает интеграцию системы, основанной на знаниях, с системой, основанной на технологии нейронных сетей [2,4].

Нейронные сети позволяют повысить эффективность процесса поиска неисправностей на элементном уровне. Кроме того, они позволяют воспроизвести любую потенциальную ошибку, как на структурном, так и на элементном уровнях, т.е. нейронная сеть является связующим звеном между этими уровнями.

Цель исследования. Целью данной работы является анализ и исследование возможностей применения технологии нейронных сетей при диагностике различных цифровых устройств и систем.

Результаты исследования и их обсуждение. По определению [1-3], нейронная сеть есть совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих нейронов, предназначенная для приема, обработки и выдачи цифровой информации. Как известно, ее функционирование описывается совокупностью логических функций $F_i = \varphi_i(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n)$, $i = 1, \dots, N$, где: F_i – выходы системы; $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n$ – входные дискретные (логические) переменные системы.

Задача анализа такой сети близка к задаче диагностики ошибок в технических объектах, в том числе в цифровых устройствах и она решается в два этапа.

На первом этапе производится первичная локализация неисправности на уровне иерархической единицы на основе экспертных знаний о проблемной области [2]. Важное значение на этом этапе имеет знание причинно-следственных связей в объекте диагностирования (ОД).

Особенно важно учитывать признаки неисправности на первых этапах диагностики, т.к. поиск неисправности, при этом, ведется на высших уровнях иерархии ОД.

При правильной организации базы знаний (БЗ) и механизма логического вывода (МЛВ), знание зависимостей «признак-диагноз» позволяет:

- эффективно организовать поиск в иерархической структуре модели ОД за счет знаний о причинно-следственных связях;
- значительно сузить пространство поиска за счет отсекающего множества полных решений, образованных из частичного решения, путем исключения их из рассмотрения (на основе знаний о зависимости «признак-диагноз»).

При таком подходе, задачу диагностики можно сформулировать как задачу распознавания (классификации) множества классов диагнозов $\{D_i\}$ в пространстве множества признаков $\{P_j\}$.

Математическая постановка задачи диагностирования на уровне иерархических единиц может быть сформулирована следующим образом.

Пусть состояние ОД характеризуется вполне определенным набором признаков: $\{P_j\}$, $j=1, \dots, n$. Требуется принять решение о принадлежности состояния ОД к одному из классов диагнозов $\{D_i\}$, $i=1, \dots, m$.

Для решения поставленной задачи предлагается представить иерархические единицы формальными нейронами, в соответствии с реализуемыми ими функциями, а диагностическую модель в виде нейронной сети.

Каждому классу диагнозов соответствует определенный набор и сочетание признаков. Этот набор является единственным для каждого класса диагнозов. Каждый класс диагнозов может содержать множество более конкретных диагнозов или диагнозов следующего иерархического уровня. Другими словами, одни и те же признаки могут характеризовать различные диагнозы. Для принятия решения в такой неоднозначной ситуации, предлагается использовать вероятностные методы. В этом случае элемент q определяется априорной вероятностью.

Наличие статистической информации о неисправностях какого-либо класса ОД, позволяет использовать вероятностные методы для разрешения возникшей неопределенности. При этом система выдвигает некоторую гипотезу, которая далее проверяется на модели нейронной сети объекта диагностирования.

Вероятность того, что имеет место диагноз D при наличии признака неисправности H , можно вычислить по формуле:

$$P(D:H) = \frac{r_1 p_2}{r_1 p_2 + (1 - p_2)}, \quad (1)$$

где: r – априорная вероятность диагноза $P(D)$; r_1 – вероятность того, что данный признак неисправности будет наблюдаться при условии, что у ОД имеется рассматриваемый диагноз: $P(H:D)$; r_2 – вероятность того, что данный признак неисправности будет наблюдаться при условии, что у ОД данного диагноза нет: $P(H: \text{не } D)$.

D). Вычислив по (1) новую величину $P(D:H)$, первоначальное значение априорной вероятности $P(D)$ заменяется на обновленное значение $P(D:H)$.

Таким образом, данный процесс можно повторять каждый раз, увеличивая (или уменьшая) вероятность гипотезы и подставляя новую априорную вероятность, получаемую из апостериорной вероятности, имевшейся на предыдущем шаге.

Для поиска неисправности в объекте диагностирования необходимо решить последовательность подзадач, которая определяет стратегию поиска неисправности на уровне иерархических единиц. На первом этапе решается задача локализации неисправности на последнем иерархическом уровне. Этот этап предполагает решение следующей последовательности подзадач: На основе экспертных знаний, по внешним признакам неисправности устанавливаются классы диагнозов, то есть производится кластеризация классов диагнозов в пространстве признаков неисправности.

Экспертная система выдвигает гипотезу (диагноз-кандидат) о неисправности на уровне классов. Это возможно благодаря:

- содержащимся в экспертной системе знаниям о функциональном назначении узла;
- интерпретатору, который оперируя этими знаниями и имеющимися внешними проявлениями признаков неисправности, выдвигает гипотезу (на основе диаграммы Хассе) о наиболее вероятной потенциальной неисправности в i -м классе.

На том иерархическом уровне, где ведется поиск, посредством нейронной сети, представляющей собой диагностическую модель ОД, моделируется неисправность.

Подзадача частичной проверки выдвинутой гипотезы.

Для этого на диагностической модели ОД, реализованной на нейронной сети:

- моделируется данная гипотеза;
- принимается решение о том, может ли потенциально данная гипотеза быть причиной имеющихся признаков неисправности.

Если да, то осуществляется переход на следующий шаг, в противном случае - возвращение на второй шаг. Если класс диагнозов установлен, то из рассмотрения исключаются все решения (классы диагнозов), которые не могут привести к целевому, а также решения, полученные на их основе. Поиск внутри класса ведется на основе экспертных знаний, имеющихся в базе знаний, вероятностными методами до получения решения - диагноза-кандидата, представляющего собой иерархическую единицу последнего иерархического уровня. Если решение не найдено - переход к п. 2.

Результатом первого этапа является неисправность, локализованная в иерархической единице на последнем иерархическом уровне.

Второй этап - локализация неисправности на элементном уровне. Этот этап предполагает решение следующей последовательности подзадач:

Построение диагностической модели иерархической единицы-кандидата (являющейся результатом поиска на первом этапе). Представление элементов иерархической единицы в виде нейронов, а самой иерархической единицы в виде нейронной сети. Приведение данной сети, введением фиктивных переменных, к каноническому виду. Установление результирующей функции F на реальном объекте диагностирования. Определение неисправных ветвей схемы технического объекта. Поиск неисправного элемента в схеме технического объекта. Введение искусственной ошибки; если решение не получено, то возвращение к п. 6. Выдвижение и опровержение гипотез - один из результатов взаимодействия части системы, основанной на принципе «инженерии знаний» и нейронной сети. Выдвинутые гипотезы проверяются на нейросетевой модели устройства посредством использования статистических моделей ошибок.

Выводы:

- применение анализа сети и методов сокращения перебора позволяет установить все имеющиеся в схеме технического объекта ошибки;

- описание функциональных узлов, блоков и других структурных единиц технического объекта с помощью формальных нейронов позволяет проверять гипотезы и на более высоких иерархических уровнях;
- предложенный в данной работе механизм анализа нейронных сетей дает возможность эффективно решать задачи алгебраических преобразований булевых функций, которые обычными аналитическими методами решаются со значительными затратами;
- представление нейронной сети в виде матриц позволяет легко реализовать рассмотренные задачи с применением компьютерных технологий.

Литература:

1. **Асылбеков Н.С.** Идентификация неисправных элементов цифровой системы на основе анализа нейронной сети [Текст] / Г.Ж. Кыдыралиева, Т.Т. Оморов // Журнал «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика» М., 2017, № 7. С. 50-53.
2. **Горбань А.Н.** Нейронные сети на персональном компьютере. [Текст] / Д.А. Россиев // Новосибирск: Наука, 1996. 276 с.
3. **Оморов Т.Т.** Применение нейронной сети для диагностики цифровых систем. [Текст] Н.С. Асылбеков // Научный журнал СО РАН «Автометрия». Новосибирск, 2012. т. 48, № 6. С. 116-120.
4. **Рутковская Д.** Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. [Текст] / М.Пилиньский, Л.М. Рутковский // Горячая линия-Телеком, 2007. 452 с.