УДК 621.31:004.891.3

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**Сладков П.Ю., аспирант; Михайлов А.А., проф., к.т.н.**

*(Южно-Российский Государственный Технический Университет (НПИ), г.Новочеркасск, Россия)*

Современное развитие вычислительной техники определило бурное развитие аппаратно технических средств для решения задачи разработки комплексных автоматизированных систем диагностирования электротехнического оборудования. Однако комплексности недостаточно для создания современных автоматизированных систем, поскольку она не обеспечивает живучести и достаточного диапазона практического использования, увеличивается риск, функционирования системы определяющийся ее устареванием еще во время разработки или же сразу после введения системы в опытную эксплуатацию.

При создании подобных автоматизированных систем решают следующие задачи:

* совершенствования форм и содержания диалога с целью более эффективного использования опыта испытателя (оператора);
* повышения качества реализованных в автоматизированной системе математических методов обработки информации;
* улучшения таких сервисных характеристик, как адаптация к уровню квалификации пользователя, диагностики нештатных ситуаций, документирования результатов.

Решение перечисленных задач поднимает автоматизацию диагностирования электротехнического оборудования на качественно новый уровень. Подобные системы получили название интеллектуальные автоматизированные системы, основными их особенностями являются гибкость и адаптивность. В общих чертах понятие системы искусственного интеллекта (ИИ) определено как электронно-вычислительная система, которая на основе своих внутренних ресурсов может приспособиться к возникшей ситуации, определить взаимосвязь между различными факторами, характеризующими эту ситуацию, их место в окружающей эту систему среде, и на основе обработки заданной информации выработать набор возможных альтернативных решений. Системы ИИ строятся на основе представления и использования знаний, при этом, учитывается весь предыдущий опыт построения интеллектуальных адаптивных систем.

Важным элементом системы ИИ является подсистема экспертной поддержки, которая предназначена для использования накопленного качественного опыта, который формализуется и хранится в знаниях о существе предметной области. Развитие систем, оперирующих подобными знаниями, является объективным закономерным процессом. Быстрое развитие и использование экспертных систем (ЭС) при организации ИИ вызван, по крайней мере, тремя причинами [1]:

* ЭС ориентированы на решение широкого круга задач в неформализованных областях, т.е. на приложения, которые до недавнего времени считались мало доступными для вычислительной техники;
* ЭС предназначены для работы специалистов, не имеющих навыков программирования, что дает возможность резко расширить сферу использования вычислительной техники;
* ЭС предназначены для решения практических задач и при этом позволяют получать результаты, сравнимые, а иногда и превосходящие те, которые может получить эксперт-человек.

Все существующие интеллектуальные системы можно классифицировать по различным показателям:

* по уровням разработки (демонстрационный прототип, исследовательский прототип, опытная эксплуатация, промышленный прототип, коммерческая система);
* по типам (проблемная реального времени, проблемная длительного времени, оболочки реального и оболочки длительного времени);
* по способам представления знаний (правила-продукции, семантические сети, фреймовые структуры, количественные соотношения, (смешанные представления);
* по методам поиска решений (в одном пространстве, в иерархических пространствах, в альтернативных пространствах, в динамических областях, использование нескольких моделей);
* по способу реализации аппарата нечетких данных (математика коэффициентов уверенности, Байесовский метод и т.д.);
* по типу машины логического вывода (прямой вывод, обратный вывод, комбинированный вывод);
* по диалоговым возможностям и т.д.

Деление ЭС по классам решаемых задач:

* интерпретация: построение описаний и ситуаций по наблюдаемым данным, отыскание согласованных и корректных интерпретаций текущих данных;
* прогноз: вывод вероятных следствий из заданных ситуаций;
* диагностика: заключения о нарушениях в системе исходя из наблюдений;
* планирование: разработка плана действий для достижения поставленной цели;
* мониторинг: сравнение наблюдений с критическими точками, непрерывная интерпретация сигналов и выдача оповещений при возникновении ситуаций, требующих вмешательства.

В настоящее время выделяют два поколения ЭС: простые и сложные. Сложные системы в свою очередь можно разделить на статические, которые получили широкое распространение в настоящем, и перспективные ЭС третьего поколения – динамические.

При решении задач в ЭС при автоматизации процесса испытания электротехнического оборудования широко используются математические методы обработки экспериментальной информации. Основным преимуществом математической обработки измеренных данных является объективность полученной информации, высокая точность, а также возможность автоматизации процесса обработки результатов измерения, полученных от устройства сбора данных. В качестве диагностируемого параметра выбирается математическое ожидание, для оценки которого необходимо решить две задачи:

1. Определение интервала дискретизации входной информации в ЭС при оценке диагностируемого параметра в виде математического ожидания.
2. Выбор оценки математического ожидания адаптируемой к данным, которые получены во время эксперимента в условиях помех.

Рассмотрим общие закономерности выбора оптимального в некотором смысле преобразователя для оценки математического ожидания в процессе диагностирования электротехнического оборудования. Как известно [2], дисперсия математического ожидания без квантования равна

 (1)

где  - шаг выборки.

Если длительность реализации многократно превышает интервал корреляции , то (1) преобразовывается к виду



, (2)

где 

Будем считать, что длительность реализации  постоянная. Тогда с допущениями, выполняющимися на практике [2], можно полагать, что нижний предел дисперсии  достигается при  (непрерывное интегрирование) и равен [2]

, (3)

Потери точности, обусловленные дискретизацией, можно характеризовать отношением дисперсии (2) к (3) при :

, (4)

Соотношение (1) определяет шаг выборки при вычислении математического ожидания процесса таким образом, что потери точности, обусловленные дискретизацией, были незначительными, т.е. в соответствии с комплексным критерием вида



В [2] определен минимум данного выражения, определяющий избыточ­ность процесса дискретизации.

, (5)

Из анализа данного решения видно, что оно определяется корреляционной постоянной  и ее дискретной оценкой .

При диагностировании электротехнического оборудования необходимо чтобы диагностируемый параметр оценивался в условиях нередко возникающих аномальных помех. Для этого используются так называемые робастные алгоритмы обработки информации.

В [3] предложен алгоритм оценивания апостериорной информации данного типа, который заключается в следующем. Предположим, что нам необходимо измерить некоторую величину , но в условии помех данная величина будет не точной. Для повышения точность произведем  измерений и получим результаты единичных измеренных значений в следующем виде:  как выборку из бесконечного ряда. Для определения вокруг какой точки группируется случайная величина  необходимо рассчитать математическое ожидание  по формуле 6, а среднеквадратичное отклонение  от математического ожидания по формуле 7:

 (6)

 (7)

Так как  показывает отклонение -го измерения случайной величины  от математического ожидания , то распределяя ряд  до тех пор пока  (отклонение) не будет меньше заданной точности мы получим новую распределенную случайную величину , для которой также имеется ряд . Применив формулу (6) к новой случайной величине  получаем случайную величину  свободную (восстановленную информацию) от помех присутствующих во время прямого снятия показаний с устройства сбора данных.

Оценивание случайной величины производится следующим образом: Для случайной величины  необходимо рассчитать  по формуле (1) и  по формуле (7). В имеющимся ряду случайной величины необходимо найти первое -е измерение значение которого больше  и приравнять данному значению . Необходимо выполнить пункт 1, а затем в имеющимся ряду случайной величины необходимо найти первое -е измерение значение которого меньше  и прировнять данному значению . Если  больше заданной точности, то возвращаемся к пункту 1 [3].

**Выводы**

1. Привлечение новейших достижений теории искусственного интеллекта при создании автоматизированных систем является объективным закономерным итогом, реальностью сегодняшнего дня, позволяющий повысить уровень отдачи от применения этих систем.
2. При автоматизации диагностирования электротехнического оборудования одной из важнейших задач является математическая обработка экспериментальной информации, полученной от измерительных устройств сбора данных, а также восстановление полезной информации по результатам измерения, которые получены во время эксперимента в условиях помех.
3. Поскольку оценка параметров электротехнического оборудования производится на ЭВМ в цифровой форме, а измерительные данные снимаются с устройств сбора данных в аналоговой форме, то для того, чтобы преобразовать аналоговую величину в цифровую форму требуется определение условий ее дискретизации согласно формуле 5.
4. Для получения высококачественных оценок необходимо оценивать измеренные данные робастными методами, один который проанализирован в работе. Использование данного алгоритма при обработке результатов измерения показало высокое качество получаемых оценок.

Перечень ссылок

1. Виноградова Л.В. Экспертная поддержка процессов проектирования и диагностики трансформаторов: диссертация … кандидата технических наук: 05.13.12. – Иваново, 1996. – 177 с.
2. Сладков П.Ю., Михайлов А.А., Михайлова С.А. Определение условий автоматизации измерительного процесса при диагностировании электротехнического оборудования // Моделирование. Теория, методы и средства: Материалы VII междунар. науч.-практ. конф. Новочеркасск, 6 апреля 2007.: В 3 ч. / Юж.-Рос. гос. тех. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. – Ч. 2. С. 38-42.
3. Сладков П.Ю., Зборовский Е.С., Михайлов А.А. Автоматизация испытаний и лабораторных исследований электротехнического оборудования // Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики: Материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. Новочеркасск, 28 сентября 2007. / Юж.-Рос. гос. тех. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. – С. 106-110.

УДК 681.51:66.023.