

В. В. Храбров, вед. инженер-программист;
В. В. Ткаченко, зав. лаб., канд. техн. наук
(ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск)

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИГНАЛОВ

Экспертные системы применяются для решения широкого круга задач, включая диагностику сложных технических систем на основе анализа амплитудных и временных характеристик сигналов, а также их спектральных преобразований. Однако присутствие в сигналах шумов, артефактов, а также компонент, связанных с различными физическими процессами, которые не несут полезной информации, на практике ограничивает или делает невозможным построение математической модели распознавания, отображающей процессы в анализируемой системе.

Особый случай представляют собой нестационарные сигналы и спектры, на основе которых даже опытный специалист не всегда может выделить или различить с достаточной уверенностью какие-либо полезные признаки, тем более предложить правдоподобную модель связи сигналов с анализируемыми состояниями объектов, но может надеяться на то, что достаточно интеллектуальная экспертная система сама построит такую модель на основе статистики. В настоящее время существуют экспертные системы, которые строятся на основе построения базы знаний как совокупности фактов и правил логического вывода, полностью описывающие предметную область, с которой работает эксперт. Это означает, что вводить данные в подобную базу знаний может только эксперт, который о предметной области знает практически все от самого начала до самого конца. Однако в реальной жизни экспертов, которые знают все в своей области от начала до конца, не существует. К тому же сами знания, определенные разными экспертами могут существенно различаться даже по их логической структуре, что делает практически невозможным создание универсальной структуры знаний, охватывающей опыт разных экспертов. Это в значительной степени ограничивает применимость традиционных экспертных систем.

В докладе рассматриваются технические решения, которые позволяют создать интерактивную человеко-машинную экспертную систему, с которой специалист может начать работу даже тогда, когда еще не обладает исчерпывающими знаниями о предметной области, но которая будет подсказывать специалисту будущему эксперту, правильно ли он обучает систему. В основу технических решений положен способ анализа сигналов, характеризующих параметры эффек-

тивности функционирования объекта (потребляемая мощность, крутящий момент, число оборотов), параметры сопутствующих процессов и конструктивных деталей (температура, герметичность, люфты, зазоры, вибрации и др.). Состояние объекта анализируется путем сравнения с сигналами распознающих эталонов, которые формируются и в последующем корректируются с использованием обучающих выборок сигналов о состоянии объекта. По результатам сравнения с заданным порогом распознавания состояния объекта выделяют соответствующее выделенному подмножеству величин оценок подмножество распознающих эталонов, на основе которого проводят оптимизацию распознающих эталонов и анализируемого сигнала с последующим распознаванием состояния объекта. Этот процесс повторяют до тех пор, пока результат распознавания не удовлетворит заданному критерию достоверности или неудачи. Базовой математической операцией при обработке данных, включая их нормализацию, формирование и коррекцию распознающих эталонов, оптимизацию и сравнение сигналов и эталонов является скалярное векторное умножение, которой осуществляется в Евклидовом векторном пространстве цифрового описания сигналов и эталонов.

Реализация такого подхода к построению экспертных систем опирается на использование встроенного специализированного процессора для анализа сигналов, с помощью которого по результатам многомерной обработки сигналов обучающей выборки с учетом их амплитудно-временных и комплексных фазочастотных параметров создается база распознающих эталонов. В процессе взаимодействия эксперта с системой система модифицирует распознающие эталоны, включая и уточняя его опыт по распознаванию реальных сигналов. В то же время система снабжает эксперта по обратной связи информацией о качестве процесса обучения в виде пробных оценок точности распознавания и степени непротиворечивости новых знаний, вносимых экспертом, оценивает его компетенцию и меру доверия. Эксперт с низкими оценками не сможет существенно влиять на процесс уточнения распознающих эталонов.

Такая человеко-машинная система послужит базой знаний и усилителем интеллекта, как для специалистов экспертов, так и студентов, которые должны будут обучаться предметной области экспертной системы. Применение экспертных систем в диагностике состояния полиграфического оборудования позволит не только решать задачи обеспечения безотказности и долговечности двигателей, других его агрегатов, но также прогнозировать остаточный ресурс и планировать сроки выполнения ремонта.