

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В ВИБРОАКУСТИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Г. А. Уваров
УЧТП «СБС», Полоцк

В статье рассматривается проблема разработки экспертной системы виброакустической диагностики автомобилей. Предложено использование математического аппарата нечеткой логики при формировании алгоритма выявления неисправностей, что позволяет повысить достоверность процесса диагностики.

В настоящее время в условиях возрастания конкуренции на рынке транспортных услуг с целью повышения эффективности эксплуатации автомобилей становится очевидным необходимость перехода от системы планово-предупредительных ремонтов к более прогрессивной стратегии технического обслуживания «по фактическому состоянию». Переход к этой стратегии требует создания более совершенных систем технического диагностирования.

Повышение эффективности диагностирования современных автомобилей возможно путем учета больших объемов информации. При диагностировании целесообразно учитывать не только особенности конструкции и текущие значения технических параметров конкретного автомобиля, но также и точную информацию о ранее производимых диагностических и ремонтных работах, условиях его обслуживания, особенностях эксплуатации и др. Диагностирование необходимо не только для поиска неисправностей (хотя эта причина преобладающая), но и для приблизительной оценки остаточного ресурса деталей, узлов и агрегатов. В силу стохастичности внешних воздействий априори точно неизвестно, когда и какой элемент системы выйдет из строя. Процессы, происходящие при функционировании технических объектов, являются сложными, а их характеристики – неоднозначными. Задача прогнозирования остаточного ресурса узлов и агрегатов является исключительно сложной но и в то же время, исключительно востребованной.

В большинстве случаев принятие решений при диагностировании происходит в условиях закономерной неопределенности, в среде нечетких знаний. Целью настоящей работы было расширение возможностей метода виброакустического диагностирования путем использования нечетких лексических переменных в рамках нечеткой логики.

Стетоскоп очень полезен при диагностировании. Диагностируя современный автомобиль, необходимо рассматривать его в комплексе, как совокупность механических и электронных систем. С помощью автомобильного стетоскопа возможно определить критическое состояние подшипников ходовой части, элементов подвески, трансмиссии, узлов и агрегатов двигателя без их снятия и разборки. По характерным звукам срабатывания электроклапанов (соленоидов), звуку работы электроприводов возможно определить (не)исправности электрических цепей, механическую функциональность окончательных электрических устройств.

Виброакустический способ диагностирования хорош тем, что не требует вмешательства в работающие системы и механизмы автомобиля, позволяя определять дефекты дистанционно. Данный способ применительно к автомобилям до недавних пор характеризовался невысокой объективностью: механизмы автомобиля издают широкий спектр звуков, колеблющиеся поверхности корпусных деталей распространяют виброакустические волны в примыкающей к ним окружающей среде – других деталях автомобиля и в воздухе. Распознать и правильно интерпретировать информативный сигнал на фоне значительных помех, определить его параметры и сделать правильный прогноз – сложная задача даже для специалиста с большим опытом.

Современные программно-аппаратные средства значительно расширяют возможности данного метода, позволяя записывать и обрабатывать виброакустические сигналы. Однако не смотря на это, полностью заменить в виброакустическом диагностировании автомобилей знания, опыт и субъективные ощущения эксперта-диагноста программно-аппаратными средствами представляется маловероятным. Известны многие попытки вывести некую универсальную формулу диагностики, применив которую можно быстро и без больших трудов найти причину неисправности. Практика не подтверждает жизненность подобных теорий: найти какие-либо абсолютные рекомендации по жесткой схеме не удастся. В реальных условиях на первый план все-таки выходит опыт специалиста, а система или алгоритм действий могут существовать только в общих чертах.

Решение задач разработки экспертной системы (ЭС) поддержки поиска неисправностей, характеризующихся многофакторной неопределенностью, не может быть найдено в рамках традиционных моделей и методов. Модели основанные только на дискретной либо континуальной математиках уже не могут отвечать требованиям, предъявляемым к современным ЭС. Наилучшие результаты дает объединение инструментов обеих математик в рамках теории нечетких множеств использованием нечеткой логики (НЛ) [1].

В отличие от традиционной математики, требующей на каждом шаге моделирования точных и однозначных формулировок закономерностей,

нечеткая логика предлагает иной уровень мышления, при котором моделирование происходит на более высоком уровне абстракции.

Широкие возможности и простота реализации нечеткой логики как методологии решения проблем диагностирования предопределяют ее успешное перспективное использование. Важным преимуществом НЛ является то, что к электронным компонентам добавляются человеческие качества (знания и интуиция эксперта, опыт оператора), и наоборот, возможности эксперта дополняются наличием электронных баз данных неисправностей. Такая эргатическая система более эффективна, нежели чисто техническая или человеческая. Использование НЛ в ЭС оказывается весьма удобным способом формализации экспертных представлений использованием лексических переменных [2].

В реальной жизни мнения экспертов часто не носят категорический характер. Опытные специалисты-механики устанавливают причину различных шумов и стуков с определенной вероятностью, которая тем выше, чем больше опыт специалиста. Ошибка при установлении характера неисправности в некоторых случаях ведет к дополнительным затратам труда и материальным потерям, включая стоимость неоправданно использованных запчастей. Соответствующие правила на языке математической (нечеткой) логики выглядят следующим образом:

«ЕСЛИ (с некоторой степенью достоверности выполняется условие), ТО (с некоторой вероятностью получается следующий результат)».

В сложных условиях при наличии альтернатив формулировка правил усложняется, например:

«ЕСЛИ: условие A с вероятностью P_a , ИЛИ: условие B с вероятностью P_b , И: $P_a < P_b$, ТО: вероятнее C , ИНАЧЕ: (при $P_a > P_b$) вероятнее D ».

Понятие нечеткого множества – это попытка математической формализации нечеткой информации для построения математических моделей. В основе этого понятия лежит представление о том, что составляющие данное множество элементы, обладающие общим свойством, могут обладать этим свойством в различной степени и, следовательно, принадлежать к данному множеству с различной степенью.

Сегодня нечеткая логика рассматривается как стандартный метод моделирования при принятии диагностических решений. Нейронечеткие сети, основанные на нечеткой логике, находят самое широкое применение при создании диагностических экспертных систем различного назначения. Практический опыт разработки систем нечеткого логического вывода свидетельствует, что сроки и стоимость их проектирования значительно меньше, чем при использовании традиционного математического аппарата, при этом обеспечивается требуемый уровень адаптации моделей к реальным условиям.

Практическое использование теории нечетких множеств предполагает наличие функций принадлежности, которыми описываются лингвистические термы. В качестве функций принадлежности могут применяться различные алгебраические и тригонометрические функции. В качестве математических моделей функций принадлежности могут использоваться формулы, графические формы, матричные формы (таблицы). При использовании стандартных прикладных программ по нечеткой логике (например, fuzzy-matlab) они закладываются в базу данных и вызываются в случае обращения к ним [3].

Дальнейшее развитие метода виброакустической диагностики автомобилей возможно путем создания диагностических экспертных систем основанных на нечеткой логике. Дальнейшие научные исследования в этой области позволяют на основе получаемых имперических данных расширить возможности и практическую значимость виброакустического метода диагностики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелихов, А. Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А. Н. Мелихов, Л. С. Берштейн, С. Я. Коровин. – М. : Наука, 1990. – 272 с.
2. Минаев Ю. Н. Методы и алгоритмы решения задач идентификации и прогнозирования в условиях неопределенности в нейросетевом логическом базисе / Ю. Н. Минаев, О. Ю. Филимонова, Л. Бенамеур. – М. : Горячая линия-Телеком, 2003. – 205 с.
3. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 736с.

УДК 621:001.895

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В. Е. Сапёлкин

Национальный центр интеллектуальной собственности, Минск

Проводится системный факторный анализ разработки и реализации стратегии инновационного развития предприятий машиностроения, определяются факторы и риски внешней и внутренней среды, условия комплексной модернизации, перехода отрасли на новые технологические уклады.