



*Рассмотрены возможности использования методов нейронных сетей в промышленности на примерах виртуального датчика Profit Sensor компании Tata Honeywell и разработок лаборатории интеллектуальных систем и обработки сигналов Брайтонского университета (г. Брайтон, Великобритания).*

Искусственный интеллект — это общий термин, используемый для обозначения передовых методов вычислений и управления. Эти методы используют специальные аналитические процессы, основой которых являются нейронные сети, имитирующие природные процессы мышления в человеческом мозге.

Поскольку нейронные сети анализируют данные более эффективно, чем обычные технологии, они могут дать толчок к решению проблем в областях, применение вычислительной техники в которых ранее было невозможно или требовало очень больших ресурсов. Результатом их применения является повышение эффективности процесса за счет интеллектуального управления и оптимизации, повышение надежности датчиков путем самотестирования, улучшенного понимания вклада отдельных факторов в суммарный результат, например, в качество готовой продукции.

Выгоды от использования искусственного интеллекта проявляются, например, в процессе принятия решений, направленных на повышение прибыли. Успех компании зависит от ее интеллектуальных способностей, которые должны быть лучше, чем у конкурентов; искусственный интеллект может поддерживать Вас в нужный момент правильными решениями в производстве, обеспечении качества, маркетинге.

Снижение стоимости получения данных привело к тому, что их стали собирать больше, чем можно обрабатывать. Применение новых технологий сможет извлечь из этих данных скрытые ценные сведения.

Использование технологий искусственного интеллекта в промышленности открывает новую эру в повышении эффективности ТП за счет сокращения их отклонений от нормы, что повышает качество продукции. Улучшение при протекании ТП означает улучшение в продукте, сокращение расходов и повышение рыночной стоимости предприятия — все это ключи к успеху в бизнесе.

### Виртуальный датчик

#### Profit Sensor компании Tata Honeywell

Находящаяся в Индии компания Tata Honeywell ([www.tata-honeywell.com](http://www.tata-honeywell.com)) является совместным предприятием Tata group, имеющей 125-летнюю историю и охватывающей свыше 80 компаний в различных отраслях, и фирмы Honeywell, мирового лидера в автоматизации.

Profit Sensor — эмпирический виртуальный датчик, использующий нейронные сети и другие методы

как для онлайн-управления, так и для оффлайн-оценки параметров.

Profit Sensor обеспечивает современный анализ данных и моделирование. Profit Sensor также может быть использован для разработки гибридных стратегий управления, расширяющих возможности классических систем.

Точные вычисления выведенных свойств являются ключевыми для многих стратегий многопараметрического управления, оптимизации и advanced control. Он обеспечивает основу эмпирического моделирования для решения современных инженерных задач.

В случаях, когда выведенное свойство является нелинейной функцией измеренных величин, Profit Sensor обращается к нелинейным моделям с использованием интеллектуальных нейронно-сетевых технологий.

Когда имеется существенная корреляция между измеренными значениями, модели, разработанные по коррелирующим данным, должны синтезироваться так, чтобы не нарушать эту корреляцию. Profit Sensor обеспечивает сложные статистические методы для обработки сильно коррелированных данных.

Выбросы (ненормальные отклонения) данных часто усложняют моделирование. Profit Sensor имеет несколько робастных алгоритмов регрессии до выборки данных, которые могут быть подвержены выбросам.

Для использования Profit Sensor не требуется детальное знание нейронных сетей или сложных алгоритмов статистики. Умолчания и эвристика построены так, что пользователям редко требуется выбирать структуру сети, алгоритмы обучения, масштабирующие коэффициенты и другие параметры. Линейное моделирование организовано аналогично. Для пользователей, знакомых с нейронными сетями (или интересующихся ими), инструмент позволяет специфицировать пользовательские архитектуры и выбирать из нескольких вариантов обучения. Ключевые преимущества Profit Sensor включают:

- экономическую эффективность: не требуется обширная инфраструктура;
- простоту в использовании: минимизируется техническое обслуживание и время на разработку;
- легкость интеграции с передовыми архитектурами регулирования и многопараметрического управления.

В Profit Sensor пользователь создает и обучает модели с использованием выборок данных, которые мо-

гут быть взяты с реального объекта или из модели. Каждому набору данных пользователь указывает входные/выходные переменные для разработки модели. Дополнительно пользователь может специфицировать имена переменных, их масштаб, задавать разделение данных на выборки для обучения, тестирования и окончательной проверки.

Когда получена удовлетворительная модель, пользователь может экспортировать ее и связанную с ней информацию в файл. Полученный файл модели легко считывается онлайн-модулем для использования в приложении.

*В качестве примеров применения интеллектуальных систем в управлении рассмотрим работы, представленные лабораторией интеллектуальных систем и обработки сигналов (<http://islab.complexnet.co.uk>) Брайтонского университета ([www.brighton.ac.uk](http://www.brighton.ac.uk)).*

#### **Контроль двигателя с использованием нейронно-сетевого виртуального датчика**

Свеча зажигания в двигателе внутреннего сгорания находится в тесном контакте с процессом горения, происходящем в цилиндре. Этот проект показал, что изменяющаяся во времени форма напряжения на свече может использоваться для косвенного контроля за сгоранием в цилиндре. Обнаружено, что изменения (на несколько процентов) соотношения воздух-горючее могут быть обнаружены по изменению формы импульса напряжения на свече. Для анализа напряжения было предложено использовать нейронную сеть, которая была обучена распознавать связь между вектором напряжения и величиной соотношения воздух-горючее.

Хотя предшествующие исследователи описали использование изменений в напряжении пробы, в Брайтонском университете считали, что форма напряжения во время относительно длинной фазы разряда может дать дополнительную информацию о зажигании и ранних стадиях горения. Растяжение первоначального импульса зажигания за счет подключения диода и конденсатора между катушкой зажигания и свечой предоставляет для анализа более длительный по времени кадр. Автомобильные двигатели должны работать в широком диапазоне условий, многие из которых могут влиять на форму импульса зажигания. Существенными параметрами являются угол открытия дроссельной заслонки, крутящий момент, скорость, момент зажигания и температура блока цилиндров. При оценке соотношения воздух-горючее в нестационарных режимах эти факторы следует принимать во внимание. В данном проекте также были испытаны несколько новых и модернизированных топологий нейронных сетей.

Измерения соотношения воздух-горючее оказались более точными, чем измерения при помощи ранее использованных технологий (лямбда-зонд в выпускном тракте). Анализ полученных результатов свидетельствует о значительных перспективах.

#### **Прогноз отказов турбинных расходомеров**

Новая нейронно-сетевая технология применена для дистанционного мониторинга турбинных расходомеров газа в процессе их работы. Турбинные расходомеры широко применяются в газовой промышленности для технологического и коммерческого учета газа. Обычно они устанавливаются в удаленных местах и стоимость их возврата для технического обслуживания и калибровки чрезвычайно высока. Изготовителей и пользователей этих приборов интересуют методы мониторинга, снижающие частоту их демонтажа для обслуживания. Эти методы включают анализ сигналов, поступающих с имеющихся датчиков, для определения необходимости обслуживания и калибровки или прогноза отказа, когда прибор находится в работе.

Обнаруживаются следующие неисправности: потеря точности; повышенное трение и смещение оси ротора из-за износа подшипника; осадок на лопастях ротора и внутри корпуса прибора; повреждение и износ лопастей ротора.

Автоматически обнаруживается загрязнение ротора турбинного расходомера без изменений в конструкции прибора. Загрязнение ротора, в конце концов, приводит к потере калибровки расходомера. С течением времени на лопастях ротора может образовываться осадок смолы и тяжелых фракций нефти, смешанных с песком и грязью. Были проведены эксперименты на специально спроектированном стенде, имитирующем реальные условия. Разработан способ получения данных с использованием штатного сенсора расходомера. Различная степень загрязнения имитировалась установкой калиброванных грузов на лопасти ротора. Получено подтверждение обнаружения данным методом имитируемого загрязнения для различных значений расхода и массы.

#### **Диагностика дефектов диэлектрика с использованием нейронно-сетевого анализа**

Явление частичного разряда, возникающее в высоковольтных кабелях, трансформаторах и т.п., может указывать на начинающийся пробой в изолирующем диэлектрике. Частичный разряд дает увеличение высокочастотных вариаций, налагающихся на основной сигнал. Обнаружение этих высокочастотных колебаний может обеспечить диагностику неисправностей.

Хотя работа по диагностике на основе частичного разряда была выполнена несколько лет назад, анализ и точная интерпретация данных оказались проблематичными. Развитие технологий интеллектуальных систем, например, нейронных сетей, дало новые инструменты, которые могут быть использованы для автоматического анализа сложных сигналов. При правильном применении ПО нейронно-сетевого анализа в сочетании с техническими средствами регистрации частичных разрядов может дать технологию обнаружения дефектов изоляции кабелей и трансформаторов. Также возможно обнаружение возникающих дефектов до того, как они станут существенными.

**Экспертные системы на основе Internet для пивоварения**

Пивоварение – это международная промышленность с миллиардным оборотом, имеющая большое культурное и экономическое значение. Биологические процессы в пивоварении могут оказаться непредсказуемыми, что неизбежно ведет к проблемам, которые для типичного пивного завода, производящего 200...300 млн. л в год на сумму 650 млн. ф. ст., могут повлечь большие убытки. Эти проблемы могут решать немногочисленные эксперты, услуги которых стоят дорого. Их знания и опыт накапливаются годами. Ситуацию можно улучшить за счет структурирования знаний и анализа данных программным путем.

Брайтонским университетом предлагаются две экспертные системы для пивоварения. Проведены исследования способов решения проблем человеком и компьютером, результаты применены в области пи-

воварения. Новые методы используют последние Web-технологии и используются для построения экспертных систем.

Первое приложение использует HTML и гиперссылки для структурирования знаний в рамках программного пакета с поддержкой мультимедиа. Это решение применяется в относительно простой области отгрузки готового пива.

Второе приложение построено на архитектуре клиент-сервер, оно использует технологии БД и активных серверных страниц (ASP) для обработки и хранения информации. Эта система применяется в более сложной области современного пивоварения и эмулирует методы решения проблем, используемые людьми. Вместе эти системы дают новый толчок применению искусственного интеллекта в решении проблем, присущих многим отраслям промышленности.

*Захаров Николай Анатольевич – канд. техн. наук, член редакционного совета журнала "Автоматизация в промышленности". Контактный телефон (095) 980-73-80.*

*Информационные источники: [www.energysavingseminars.com](http://www.energysavingseminars.com), [www.tata-honeywell.com](http://www.tata-honeywell.com), [islab.complexnet.co.uk](http://islab.complexnet.co.uk)*

**КИС Omega Production на Минском автомобильном заводе**

На РУП "Минский автомобильный завод" началась промышленная эксплуатация подсистемы технико-экономического планирования КИС Omega Production. Функционал внедренной подсистемы включает следующее: ведение и планирование трудозатрат; планирование прямых затрат и себестоимости продукции.

Внедрение и адаптация модуля была осуществлена силами Управления информационных технологий предприятия и Omega-Software. Ранее на предприятии была внедрена подсистема управления инженерными данными КИС Omega Production, которая определяет базовые данные для планово-экономических расчетов.

*[Http:// www.omegasoftware.ru](http://www.omegasoftware.ru)*

**MERATEK 2005**

**6-я Международная выставка ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИЗАЦИЯ**

**17-20 МАЯ 2005 / МОСКВА / СК "ОЛИМПИЙСКИЙ"**

СОВМЕСТНО С:

- ИТ** Интегрированный контроль и техническая диагностика в промышленности
- LAB** Лабораторный контроль в промышленности

ОРГАНИЗАТОРЫ:

- Тел.: (812) 380 60 02/00
- Факс: (812) 380 60 01
- E-mail: [merat@primexpo.ru](mailto:merat@primexpo.ru)

**ИТЕ** **ПРИМЭ СПО**

**Technika**

**www.meratek.ru**