

МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ИХ ПАРАМЕТРОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Любой объект имеет набор параметров, которые описывают его состояние пространстве, размерность которого равна количеству параметров объекта. Состояние объекта определяет значения этих параметров. Находясь в определенном состоянии, объект имеет уникальные значения параметров, характерные только для данного состояния. Если состояние объекта изменяется, то изменяются значения его параметров. Основываясь на этом утверждении, можно смело утверждать, что, зная значения параметров исследуемого объекта, можно однозначно определить его состояние в многомерном пространстве. Задача прогнозирования сводится к определению значений параметров объекта в будущем. Причем, необходимо знать все параметры объекта, которые однозначно опишут его состояние в многомерном пространстве в будущем.

Процесс прогнозирования начинается с изучения объекта: необходимо выявить его параметры, составить базу данных соответствий значений параметров и состояния объекта, выявить наиболее значимые параметры, которые вносят весомый вклад в изменение состояния объекта, подобрать математическую модель, которая будет описывать зависимость изменения состояния объекта в зависимости от изменения его параметров.

Классификация задач, решаемых ИИС (Интеллектуальная информационная система).

Интерпретация данных. Это одна из традиционных задач для экспертных систем. Под интерпретацией понимается процесс определения смысла данных, результаты которого должны быть согласованными и корректными. Обычно предусматривается многовариантный анализ данных.

Диагностика. Под диагностикой понимается процесс соотношения объекта с некоторым классом объектов и/или обнаружение неисправности в некоторой системе. Неисправность — это отклонение от нормы. Такая трактовка позволяет с единых теоретических позиций рассматривать и неисправность оборудования в технических системах, и заболевания живых организмов, и всевозможные природные аномалии. Важной спецификой является здесь необходимость понимания функциональной структуры («анатомии») диагностирующей системы.

Мониторинг. Основная задача мониторинга — непрерывная интерпретация данных в реальном масштабе времени и сигнализация о выходе тех или иных параметров за допустимые пределы. Главные проблемы — «пропуск» тревожной ситуации и инверсная задача «ложного» срабатывания. Сложность этих проблем в размытости симптомов тревожных ситуаций и необходимость учёта временного контекста.

Проектирование. Проектирование состоит в подготовке спецификаций на создание «объектов» с заранее определёнными свойствами. Под спецификацией понимается весь набор необходимых документов — чертёж, пояснительная записка и т.д. Основные проблемы здесь — получение чёткого структурного описания знаний об объекте и проблема «следа». Для организации эффективного проектирования и в ещё большей степени перепроектирования необходимо формировать не только сами проектные решения, но и мотивы их принятия. Таким образом, в задачах проектирования тесно связываются два основных процесса, выполняемых в рамках соответствующей ЭС: процесс вывода решения и процесс объяснения.

Прогнозирование. Прогнозирование позволяет предсказывать последствия некоторых событий или явлений на основании анализа имеющихся данных. Прогнозирующие

системы логически выводят вероятные следствия из заданных ситуаций. В прогнозирующей системе обычно используется параметрическая динамическая модель, в которой значения параметров «подгоняются» под заданную ситуацию. Выводимые из этой модели следствия составляют основу для прогнозов с вероятностными оценками.

Планирование. Под планированием понимается нахождение планов действий, относящихся к объектам, способным выполнять некоторые функции. В таких ЭС используются модели поведения реальных объектов с тем, чтобы логически вывести последствия планируемой деятельности.

Обучение. Под обучением понимается использование компьютера для обучения какой-то дисциплине или предмету. Системы обучения диагностируют ошибки при изучении какой-либо дисциплины с помощью ЭВМ и подсказывают правильные решения. Они аккумулируют знания о гипотетическом «ученике» и его характерных ошибках, затем в работе они способны диагностировать слабости в познаниях обучаемых и находить соответствующие средства для их ликвидации. Кроме того, они планируют акт общения с учеником в зависимости от успехов ученика с целью передачи знаний.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Это значит, что, в случае успешного обучения, сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке.

Управление. Под управлением понимается функция организованной системы, поддерживающая определенный режим деятельности. Такого рода ЭС осуществляют управление поведением сложных систем в соответствии с заданными спецификациями.

Поддержка принятия решений. Поддержка принятия решения — это совокупность процедур, обеспечивающая лицо, принимающее решения, необходимой информацией и рекомендациями, облегчающие процесс принятия решения. Эти ЭС помогают специалистам выбрать и/или сформировать нужную альтернативу среди множества выборов при принятии ответственных решений.

В общем случае все системы, основанные на знаниях, можно подразделить на системы, решающие задачи анализа, и на системы, решающие задачи синтеза. Основное отличие задач анализа от задач синтеза заключается в том, что если в задачах анализа множество решений может быть перечислено и включено в систему, то в задачах синтеза множество решений потенциально не ограничено и строится из решений компонент или под-проблем. Задачами анализа являются: интерпретация данных, диагностика, поддержка принятия решения; к задачам синтеза относятся проектирование, планирование, управление. Комбинированные: обучение, мониторинг, прогнозирование. [1]

Изначально, объект исследования — это «черный ящик». На вход подаются внешние воздействия, а на выходе получаем новое состояние объекта. Опытным путем накапливается база данных соответствий вход-выход. При установлении некоторых связей изменения параметров объекта и его выходного состояния, модель «черный ящик» превращается в модель «серый ящик». Идеальным случаем будет модель «белый ящик», к которой нужно стремиться. Для анализа объекта или процесса могут применяться следующие модели: «белый», «черный» и «серый ящик» (таблица 1).

Модели «черный ящик» основаны на наличии экспериментальных или оперативных эксплуатационных данных и не требуют никакой априорной информации. Они достаточно хорошо изучены и просты для работы в реальном масштабе времени. В то же время такие модели должны регулярно обновляться с изменением эксплуатационных параметров.

На начальных стадиях исследований использовались модели «белый ящик» и «черный ящик». В то же время модели «белый ящик» не используют эксплуатационные данные, а модели «черный ящик» не учитывают известные основные закономерности процессов. Таким образом, возникает необходимость разработки новой технологии моделирования, основанной на принципах «серого ящика», которая позволяет проводить оперативный контроль над состоянием объекта. Структурная схема модели «серый ящик» показана на рисунке 1.

Таблица 1 – Сравнение свойств моделей «белый», «черный» и «серый ящик»

	«Белый ящик»	«Черный ящик»	«Серый ящик»
Источники информации	<ul style="list-style-type: none"> • Базовые физические законы • Понимание физики процессов 	<ul style="list-style-type: none"> • Эксперименты • Данные 	<ul style="list-style-type: none"> • Качественное знание процессов • Сочетание понимания физики процессов и наличия данных
Особенности	<ul style="list-style-type: none"> • Хорошая экстраполяция • Высокая надежность • Масштабируемость 	<ul style="list-style-type: none"> • Низкая стоимость разработки • Небольшая область знаний • Неясный механизм процессов 	могут быть различные комбинации свойств моделей «белый» и «черный ящик»
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> • Большие затраты времени • Требование обширных знаний 	<ul style="list-style-type: none"> • Нет надежной экстраполяции • Немасштабируемость • Требование достоверности и точности данных • Слабое понимание физики процессов 	могут быть различные комбинации свойств моделей «белый» и «черный ящик»
Области применения	<ul style="list-style-type: none"> • Планирование, разработка, конструирование • Достаточно простые и хорошо изученные процессы 	<ul style="list-style-type: none"> • Динамические и достаточно сложные процессы 	могут быть различные комбинации свойств моделей «белый» и «черный ящик»

Модель «серый ящик» в отличие от моделей «белый ящик» или «черный ящик», является сбалансированной системой, которая использует как априорное знание (физическое моделирование), так и опытные данные, полученные из анализа экспериментальных и эксплуатационных данных (идентификация системы). Модели «серый ящик» по своей сути являются компромиссом между сложностью модели «белый ящик» и возможностями модели «черный ящик» по прогнозированию процессов.

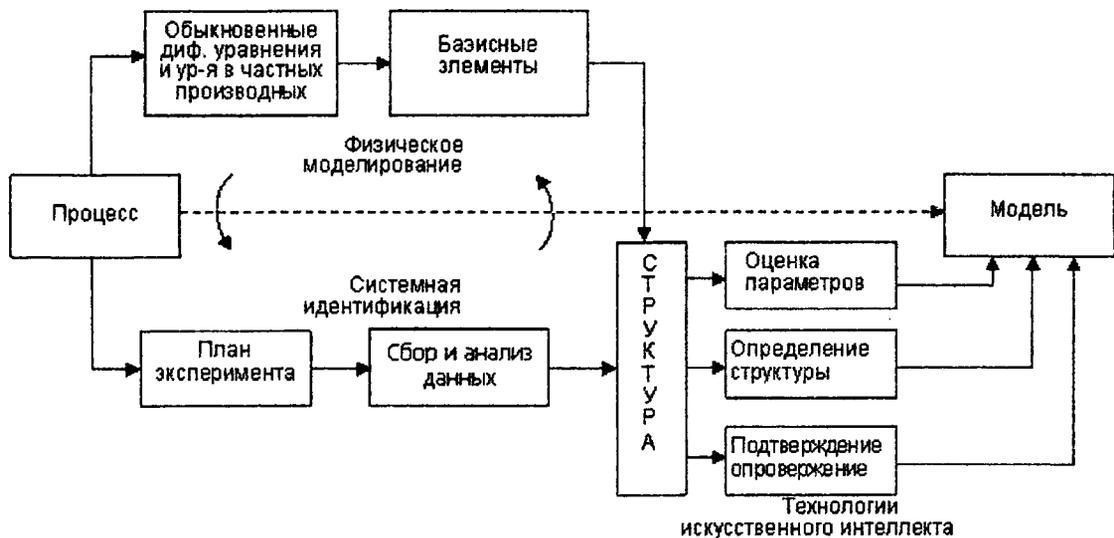


Рис. 1. Структурная схема моделирования по принципу «серый ящик»

Одним из существенных понятий в моделях «серый ящик» являются так называемые «базисные элементы», включающие имеющуюся информацию о поведении системы в виде простых аналитических функций и выражений. Вид этих элементарных функций увязывается с поведением системы. Базисные элементы могут иметь в модели системы разнообразные формы и подвергаться изменениям (мутациям). Например, в функции $\sin(x, c)$ параметры вектора c могут быть различными в разных ситуациях, в то время функция $\sin(x, c)$ может также подвергаться мутации и получить вид $\cos(x, c)$. Таким образом, путем комбинирования различных базисных элементов можно создать модель системы.

Можно считать, что технологии искусственного интеллекта, реализованные на основе модели «серый ящик», являются мощным инструментом для прогнозирования состояния объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Люгер Д., Искусственный интеллект, М.: Мир, 2003. 690 с.

УДК 612.821.8:331.46:331.47

*Колешко В.М., Гулай А.В., Воробей Е.А., Гаджинский Т.Т.,
Кукенов А.С., Мардас Д.В., Чашинский А.С.*

ПРОГРАММА WIS РАСПОЗНАВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Большинство проблем в жизнедеятельности людей происходит в результате работы с техническими системами, что приводит в результате к возникновению аварийных и чрезвычайных ситуаций на производстве, причинению вреда здоровью и трудоспособности человека. При этом поведение человека является определяющим фактором в правильной эксплуатации устройств и устойчивости функционирования производственного процесса. Почти все виды чрезвычайных катастроф объясняют человеческим фактором. Для предотвращения внештатных ситуаций проводятся меры ужесточения чиновнического контроля, управления оборудованием и соблюдения правил охраны труда и техники безопасности персонала, которые, по сути, являются малоэффективными из-за неспособности раннего прогнозирования, предупреждения и исключения дальнейших печальных последствий халатности работающего и сбоев в работе технических систем. В течение последних десятилетий развитие интеллектуальных технологий способствовало решению многих важных технических и общечеловеческих задач эффективными, инновационными и надежными методами, которые находили широкое практическое использование в различных областях науки и производства. При этом основная цель создания «умных» технологий заключалась не только в облегчении жизнедеятельности человека, но и в возможностях раннего предотвращения и исключения заболеваний человека, производственных несчастных случаев, травматизма и особенно в распознавании по результатам контролирования работы автономной «интеллектуальной системы» организма человека безопасности экологического состояния производства и стопроцентной защите человека от вредных факторов производственной деятельности для достижения высокой промышленной безопасности. Это связано с тем, что ни одна умная система за исключением интеллектуальности функционирования организма человека не способна более эффективно контролировать промышленную и экологическую безопасность производства, что обуславливается высокой чувствительностью всех информационных биосред организма человека с максимально четким отражением малейших особенности изменений его состояния к протекающим изменениям в окружающей среде за счет слаженной работы его биосенсорных систем, а также влиянием в некоторой степени данных изменений на процесс нейроинформационного обмена в головном мозге. Это обуславливает возникновение различных видов заболеваний человека, функциональных нарушений в работе организма и возникновению необдуманных мысленных команд, что приводит к различным нарушениям техники безопасности, охраны труда и к возникновению аварийных случаев на производстве. Биоинформатика человека и живых организмов