

УДК 621.317.7

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦЕПЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА¹

© П.В. Сапронов

Sapronov P.V. Technical instrumentation task of the a.c. circuit parameters measurement instruments. The article considers the technical instrumentation task of the a. c. circuit parameters measurement instruments. By the technical instrumentation we understand a practical realization of artificial intelligence elements in measurement instruments. The realizations of artificial neural network examples are indicated, and brief overview of software for realization of intellectual functions is given.

ВВЕДЕНИЕ

В¹ работах [1, 2] была поставлена задача интеллектуализации средств измерения параметров цепей переменного тока (СИ ПЦПТ). Были определены свойства, способствующие интеллектуализации СИ [2]:

- *умение обучаться* – способность генерировать цели и действовать рациональным образом для их достижения;
- *выполнение интеллектуальной обработки измерительной информации*, способствующей формированию новых знаний, выявлению новых процессов и др.;
- *автоматический выбор цифровых фильтров*, реализованных программно для повышения помехоустойчивости СИ.

Техническая реализация интеллектуальных СИ ПЦПТ возможна за счет следующих аппаратных и программных средств [1]:

- *интеллектуального интерфейса* для реализации механизма самообучения измерительной системы при взаимодействии с пользователем, внешней средой и решении измерительной задачи. Механизм, который способен контролировать состояние системы при различных действиях пользователя, включая неадекватные действия и возможные аварийные ситуации;
- *интеллектуального анализа данных (ИАД)* для проведения комплексного системного анализа, включающегося в себя обнаружение и идентификацию скрытых закономерностей, ранее неизвестных взаимосвязей, значимых факторов поведения самого объекта исследования и среды, в которой он находится, визуализацию полученных результатов, подготовку предварительных отчетов допустимых решений с оценками их достоверности и эффективности возможных реализаций;
- *баз знаний как основы интеллектуальных систем*, а также ядра функционирования ИАД, предназначенного для формализации, структурирования и хранения знаний [3].

В общем случае при построении интеллектуальных систем используются в той или иной степени технологии искусственного интеллекта: нечеткая логика, ис-

кусственные нейронные сети (ИНС), генетические алгоритмы, экспертные системы и т. д.

Рассмотрим реализацию конкретных элементов искусственного интеллекта при построении или техническом оснащении интеллектуального СИ ПЦПТ.

АППАРАТНОЕ ОСНАЩЕНИЕ

Сегодня различают программную и аппаратную реализации ИНС [4]. В настоящее время ИНС создаются на основе следующих аппаратных технологий.

СБИС (сверхбольшие интегральные схемы) [5]. Наибольшее распространение получили СБИС фирмы Intel (США) и гибридное решение СБИС фирмы Bellcore (США).

НейроБИС являются коммерческими аппаратными изделиями на основе ИНС. Среди разрабатываемых в настоящее время нейроБИС по своим техническим характеристикам выделяются модели фирмы Adaptive Solutions (США) и Hitachi (Япония).

ПЛИС (программируемые логические интегральные схемы) [6]. Это решение позволяет обеспечить высокую параллельность обработки данных, реализовать любую топологию нейросети и вид нейронов, менять структуру сети на аппаратном уровне.

DSP (Digital Signal Processors) – цифровые сигнальные процессоры характеризуются улучшением их характеристик и снижением стоимости разработки [6]. DSP не накладывают особо жестких ограничений на вид реализуемой нейросети, разработчик может построить сеть практически любой топологии и размеров, подключение внешней памяти позволяет при желании увеличить число нейронов и слоев. Основными производителями являются компании Analog Devices и Texas Instruments (США). DSP-процессоры в нейросистемах могут выполнять две функции: реализацию самой нейронной сети или реализацию контура логики общесистемного управления нейрокомпьютера. Для реализации нейросреды может быть использован практически любой DSP, но наибольшее распространение получили семейство DSP TMS320C6xx компании Texas Instruments с фирменной архитектурой VelociTI и ADSP2106x компании Analog Devices с архитектурой SHARC. Эти цифровые сигнальные процессоры обла-

¹ Статья выполнена по гранту РФФИ № 05-08-18222-а.

дают достаточной производительностью для обработки сигналов в реальном времени, они ориентированы на использование в мультимикропроцессорных системах.

Нейрокомпьютеры – персональный компьютер, в состав которого входит дополнительная нейроплата. К их числу относятся, например, компьютеры серии FMR фирмы Fujitsu. Обладают функциональными возможностями для разработки новых алгоритмов и решения большого числа прикладных задач методами нейроматематики.

Функции нечеткой логики можно реализовать на интегральных микросхемах логического типа, но эффективнее и дешевле использовать программные средства.

Для организации баз знаний необходимы носители информации, обеспечивающие сохранность и быстрый доступ к данным. Современный рынок компьютерных технологий предлагает большой выбор.

Помимо указанных элементов должен быть предусмотрен универсальный интерфейс для обмена данными и подключения периферийного оборудования, например, устройства для печати.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Сегодня используется следующее программное обеспечение для построения систем ИИ [1, 7].

Языки с символьной обработкой информации – LISP, PROLOG, SMALLTALK, РЕФАЛ и др.

Пакеты прикладных программ – KEE, ARTS, G2 и др.

Экспертные системы – MYCIN – экспертные системы-оболочки.

Программные средства для моделирования НС – относятся BrainMaker, MATLAB Neural Network Tool, NeuroShell, HyperLogic и др. Краткую характеристику НС (теоретические основы, реализация, применение НС в измерениях) можно найти в работе [4].

Программные средства для ИАД – можно отнести системы, основанные на нейронных сетях (BrainMaker от CSS, NeuroShell от Ward Systems Group, OWL от HyperLogic), статистических методах (SAS от SAS Institute, Statgraphics от Statistical Graphics), нечеткой логики, методах обобщения по примерам, генетических алгоритмах (GeneHunter от Ward Systems Group), деревья решений (C5.0 от RuleQuest, Clementine от Integral Solutions, IDIS от Information Discovery), регрессионного анализа, временные ряды (спектральный анализ, корреляционный анализ, модели авторегрессии и скользящего среднего).

Программное обеспечение для организации БЗ, к которым относятся редакторы баз знаний, штатные текстовые редакторы, автоматические журналы, средства синтаксического контроля, средства контроля содержания и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выборе конкретного аппаратного оснащения и программного обеспечения необходимо, чтобы интеллектуальное СИ ПЦПТ на определенный срок службы отвечало следующим требованиям:

- высокая точность в обработке данных (к вопросу о метрологии «мягких» измерений) и достаточное быстродействие при выполнении сложных вычислительных операций;
- универсальность для использования другого оборудования и замены составных частей;
- мобильность измерительной системы в целом.

Поэтому предварительно рекомендуется провести тщательный анализ затрат на техническое оснащение и ожидаемой прибыли, чтобы делать выводы по распределению реализуемых интеллектуальных функций за счет аппаратной части или программного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапронов П.В. Интеллектуализация средств измерения параметров цепей переменного тока // Современные информационные технологии: тр. Междунар. науч.-техн. конф. Пенза: Пензен. гос. технологическая академия, 2004. (Осенняя сессия). С. 103-107.
2. Сапронов П.В. Эволюция определения интеллектуальных средств измерения // Автоматизация в промышленности. 2005. № 4. С. 67-68.
3. Сапронов П.В. Организация базы знаний для интеллектуальных средств измерения параметров цепей переменного тока // Сб. докл. Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям SCM'05.: в 2 т. СПб., 27-29 июня 2005 г. СПб., 2005. Т. 2. С. 44-46.
4. Дапонте П., Гримальди Д. Искусственные нейронные сети в измерениях // Измерения, контроль, автоматизация. 1999. № 3. С. 48-64.
5. Галуев Г.А. Элементная база параллельных цифровых нейрокомпьютеров // «НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ»: РАЗРАБОТКА, ПРИМЕНЕНИЕ. 2003. № 7. С. 9-20.
6. Грошев А.В., Панов Ю.В. Реализация нейронных сетей на базе ПЛИС // Там же. № 10-11. С. 35-42.
7. Соболев В.С. Программное обеспечение современных систем сбора и обработки измерительной информации // Приборы и системы управления. 1998. № 1. С. 55-63.

Поступила в редакцию 25 апреля 2006 г.