

КОГНИТИВНЫЕ МОДЕЛИ В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Левшов А.В., Шоломицкий А.А., Джура С.Г.

Донецкий национальный технический университет

E-mail: ovs@pop.dgtu.donetsk.ua

The principles and technology of creation of the real world virtual models are examined in the paper. The systems of measurement and calculation of electrical energy and power by digital electron meters with further data automated accumulation, storing, and reflection in the form convenient for analysis and calculation are the example on which the examining is made. The implementation is made in the context of object oriented design in the system of ES-Data.

Под когнитивной компьютерной графикой понимают графику, способствующую познанию. То есть эта та графика, представление которой об объекте исследования дает новое знание о научной проблеме. Ниже будут рассмотрены как теоретические, так и практические задачи применения когнитивных моделей (основанных на когнитивной графике) в задачах электроэнергетики.

Само понятие когнитивной графики было введено в начале 1990 [1], но только сейчас быстрое действие машин позволило создать реальные модели, использующие ее, для решения практических задач электроэнергетики.

Так одной из практических задач, которую позволяет, в частности, решать эти модели является задача экономии энергоресурсов. Кроме этого есть задача оптимального управления этими ресурсами (включая поставку, реализацию энергоресурсов и утилизацию отходов). Этот целый комплекс проблем можно по-новому и эффективно решать с помощью виртуальных когнитивных моделей. При этом решается ряд специфических научных задач. Коротко это новый взгляд и подход к решению:

- 1) Представление знаний;
- 2) Визуализации человеческих знаний, для которых пока невозможно найти соответствующих текстовых описаний;
- 3) Формализация путей перехода от наблюдаемых образов-картин к формулировке гипотезы о тех процессах, которые скрыты за динамикой наблюдаемых картин.

В чем же особенности когнитивных моделей? Прежде всего, это представление информации в виде объектов 3D-графики, а иногда в стереоизображения, которые нашли широкое применение в других отраслях техники. Необходимость этого представления объясняется их высокой информативностью. Информация, содержащаяся в изображении, представлена в наиболее концентрированной форме и доступной для её восприятия и анализа пользователю, имеющему даже небольшой объем специальных знаний. Известно, что большую часть информации человек получает визуально и имеет способности для ее классификации и анализа. Визуальное представление объекта исследования во многом определяет взгляд на проблему, процесс исследования и результат.

Ниже мы рассмотрим реальный пилотный проект, в котором мы принимали участие. Это создание системы сбора данных и оперативного управления энергоресурсами промышленного предприятия на основе визуального представления данных. Таким предприятием был выбран Докучаевский флюсо-доломитный комбинат (ДФДК), где и были отработаны все аспекты когнитивной графики. В чем сама проблема представления этих знаний с точки зрения производителя и ученого электроэнергетика? Дело в том, что когнитивные модели заняли то место в современных компьютерных системах, которое совсем недавно занимали (да еще и занимают) экспертные системы. Эти последние, в свою очередь, с разным успехом решают противоречие между растущей доступностью электротехнической информации (зонный учет электроэнергии и т.д.) и необходимостью иметь достаточно высокую квалификацию для её интерпретации для оптимального управления предприятием, группой предприятий, да энергосистемой в целом. В США, например, на атомной электростанции работает сразу семь экспертных систем сразу. Но последние исследования по этому направлению, т.е. в области экспертных систем, показали их ограниченность в решении творческих задач (на что они и были ориентированы), что делает еще более актуальными работы в этом направлении. Причиной этого считаем от факт, что пока моделирование происходит на базе логики одного полушария мозга человека (левого), а второе, ответственное за творческие процессы, пока не задействовано, поскольку нет реального механизма его реализации. Поэтому весьма перспективным в этом смысле авторам видится путь использования когнитивных моделей, который будет эффективен на наш взгляд на следующем этапе: перевода описательной модели действительности через формализацию знаний об объекте исследования к математической модели. Затем идет процедура программирования и получения программного продукта, хорошо описанная в литературе. Так вот первая триада и дополняет, а порой и заменяет экспертную систему. По сути дела в виде когнитивных моделей внесен реальный механизм подключения всего феномена человеческого мышления (до этого работающего на 50% своих возможностей) к целостной системе.

Так человеческое познание механизма мышления шло двумя путями:

- 1) Абстрактные цепочки символов, характеризующиеся символическим или алгебраическим мышлением (что делала ЭВМ до этого).

2) Чувственные образы и представление об этих образах в виде геометрического мышления, дополняющие первый путь и позволяющие получить цельное знание об объекте исследования. Мы пока не можем сказать о полном решении проблемы, но значительный прогресс в этом направлении налицо. Покажем это на реальном примере.

Постановка задачи.

Современный уровень развития компьютерных технологий, необходимость сделать информацию легкодоступной для человека, соответствующей его способности мыслить категориями трёхмерного пространства приводит к тому, что информация об энергетическом объекте может и должна быть представлена не в виде условно-знаковых, а в виде подобных действительности виртуальных трёхмерных моделей с полноценной имитацией объектов и их поведения. Такая задача была поставлена для ОАО ДФДК где нужно было разработать систему измерения и учета электрической энергии и мощности цифровыми электронными счетчиками электроэнергии с последующим автоматическим сбором и хранением и отображением данных в удобном для анализа и учета виде.

Разработка модели.

На самом же деле достичь полного подобия модели и действительности невозможно. Но если определить цель создания такой модели и круг задач, решаемых по ней, то можно определить конечное множество факторов, которые для данной модели должны отображаться достаточно подробно и адекватно реальности, а также те, которые имеют вспомогательное значение. В этом случае пользователь видит перед собой модель действительности, на которой подчеркнуты важные свойства, необходимые для решения конкретных задач.

$$M(n_1, n_2, \dots, n_\infty) \cong \{n_1, n_2, \dots, n_k\}' + \{n_i, n_{i+1}, \dots, n_{i+j}\}'$$

M – модель реального мира; $n_1, n_2, \dots, n_\infty$ – множество атрибутов реального мира; $\{n_1, n_2, \dots, n_k\}'$ – конечное множество значащих атрибутов, которые моделируются детально и служат для решения прикладных задач; $\{n_i, n_{i+1}, \dots, n_{i+j}\}'$ – конечное множество вспомогательных атрибутов, которые отображаются упрощенно и фрагментарно и служат для улучшения зрительного восприятия модели, $i > k$.

Можем высказать общие требования к системе виртуального отображения реального мира. Для создания систем моделирования реального мира они должны обладать следующими свойствами:

- **Объектно-ориентированный подход к построению системы.** Т.е. система должна позволять порождать, обеспечивать функционирование и уничтожение объектов. Но в отличие от объектно-ориентированных систем программирования, объекты этой системы отражают свойства и поведение объектов действительности в «реальном времени».
- **Объекты действительности и их виртуальные модели имеют двунаправленные связи.** Т.е. виртуальные модели могут служить не только для отображения свойств и поведения объектов действительности, но и для управления ими.
- **Система должна иметь дифференцированный механизм генерации событий и передачи сообщений.** Для отображения изменений происходящих в окружающем мире система должна иметь механизм генерации событий в системе, которые передаются всем объектам системы, группе или отдельному объекту для управления их виртуальными моделями. Кроме того, объекты в рамках системы имеют возможность порождать сообщения для взаимодействия друг с другом.
- **Система и объекты должны быть самообучаемыми.** Модель все время совершенствуется. Она и создается с той целью, чтобы узнать больше о реальном мире. То есть можно говорить о следующей итерационной схеме: описательная модель через этап формализация знаний переходит в математическую модель. Далее эта компьютерная модель через этап программирования предстает как компьютерная программа, результаты деятельности которой дают новые знания о первой приближенной модели. Эта первая уточняется и таким образом идет итерационный процесс. В модель добавляются новые классы объектов, существующие объекты должны приобретать новые свойства и методы для новых условий существования модели. Часть функций может взять на себя система, которая должна иметь подсистему самообучения, которая может быть комбинацией различных элементов искусственного интеллекта. Те процессы, которые трудно (а порой и невозможно алгоритмизировать) остаются для решения человеком в системе НМИ (human – machine interface).

Таким образом, система построения виртуальных моделей действительности должна обеспечивать интерфейс системы с реальным миром, объектов внутри системы и с пользователями как показано на рис.1.

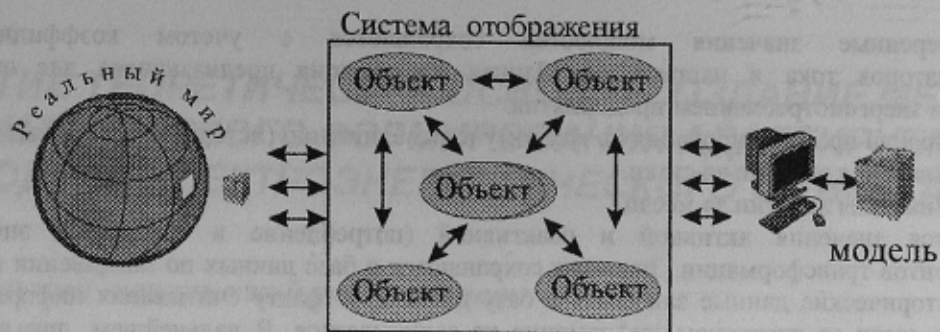


Рисунок 1 - Этапы построения когнитивной модели

Отличительной чертой такой системы является механизм подобного отображения объектов в виртуальные модели в режиме «реального времени», что делает ее доступной для массового пользователя.

Реализация проекта. В результате работы был разработан измерительно-вычислительный комплекс АСУЭ "ES - Data" (в дальнейшем - система "ES - Data") предназначена для измерения и учета электрической энергии и мощности цифровыми электронными счетчиками электроэнергии с последующим автоматическим сбором и хранением и отображением данных в удобном для анализа и учета виде. Работа выполнялась совместно с НПО «Энергосоюз» [2] и ООО «Интел» [3].

Структура проекта. Система "ES - Data" может быть использована в построении автоматизированной системы учета электроэнергии как на локальном уровне энергорынка (Генерирующие компании, промышленные предприятия, РЭСы), так и на региональном уровне (ПЭСы, Облэнерго и т.д.). На базе системы "ES - Data" возможно построение многоуровневых систем сбора, отображения и передачи данных.

Структурный состав системы "ES - Data":

- Приборно-измерительные комплексы учета электроэнергии;
- Комплекты оборудования для передачи данных;
- Сервер сбора обработки и хранения данных;
- Автоматизированное рабочее место энергодиспетчера предприятия;
- Клиентские рабочие места пользователей системы.

Приборно-измерительный комплекс учета электроэнергии (в дальнейшем - ПИК) - это комплект измерительного оборудования, установленного компактно (например: на одной подстанции потребителя или производителя электроэнергии). Он включает в себя многотарифные электронные счетчики электроэнергии (например - типа LZQM, EMP), трансформаторы тока и напряжения. Все оборудование ПИК сертифицировано, внесено в Государственный реестр измерительной техники и разрешено к применению для учета электроэнергии.

Каждый ПИК соединен с Сервером сбора, обработки и хранения данных (в дальнейшем - Сервер СОД) индивидуальным каналом связи. Для передачи данных от ПИК к Серверу СОД могут быть использованы выделенные телефонные линии, радиоканалы и т.д. Подключение счетчиков к каналам связи осуществляется через преобразователь "токовая петля" - интерфейс RS-232.

Сервер СОД, при необходимости, может быть использован и как Автоматизированное рабочее место (в дальнейшем - АРМ) энергодиспетчера предприятия. В случае необходимости АРМ энергодиспетчера может быть пространственно удалено от Сервера СОД. Для связи между Сервером СОД и АРМ энергодиспетчера используется локальная сеть предприятия. Структурная схема системы "ES - Data" описана ниже. Принятые обозначения: ПИК - приборно-измерительный комплекс; АПД - аппаратура передачи данных; ТАПД - терминал аппаратуры передачи данных; CL/RS232 - преобразователь интерфейса; LAN - локальная компьютерная сеть.

Сервер СОД АСУЭ "ES - Data" и подсистема протоколирования данных. Программная часть Сервера СОД системы "ES - Data" построена под управлением ОС Windows 2000.

Программную часть Сервера СОД условно можно разделить на две основные части: приложение "Сервер" и приложение "Клиент".

Подсистема протоколирования данных производит хранение данных, считываемых со счетчиков (хранение исторической информации в формате DBF - dBase4). Всем сохраняемым данным присваивается метка времени и фиксируется номер счетчика, которому принадлежат эти данные. В системе используется два типа моделей протоколирования данных (база данных):

1. Модель протоколирования по всем присоединениям:

- суммарные показания счетчиков активной потребленной энергии;
- суммарные показания счетчиков реактивной потребленной энергии;
- суммарные показания счетчиков реактивной сгенерированной энергии.

Эти данные протоколируются по всем тарифным зонам. В базу данных заносятся значения, считанные со счетчиков без применения коэффициентов трансформации.

- моментные значения мощности;
- средние значения мощности согласно установленному периоду интегрирования;

Измеренные значения мощностей сохраняются с учетом коэффициентов трансформации трансформаторов тока и напряжения. Данная информация предназначена для оперативного анализа и управления энергопотреблением предприятия.

2. Модели протоколирования по каждому присоединению (исторические данные из счетчиков):

- Значения энергии за сутки.
- Значения энергии за месяц.

Сохраняются значения активной и реактивной (потребление и генерация) энергий без применения коэффициентов трансформации. Значения сохраняются в базе данных по завершении периода времени (сутки, месяц). Исторические данные заносятся в базу данных по факту считывания информации из счетчика. При отсутствии связи со счетчиком информация не записывается. В дальнейшем, при восстановлении связи со счетчиком, в базе данных восстанавливается вся недостающая информация на основе исторической информации, хранящейся в счетчике.

Защита информации. Система построена на базе операционной системы Windows 2000, обладающей развитыми средствами контроля доступа.

RSView-32 совместно с утилитой «Desktop Lock» (комплект поставки RSView-32) ограничивают доступ к самой операционной системе Windows 2000. Система имеет автоматический запуск по включению питания и скрывает все возможности и настройки операционной системы.

В работе использовалась система протоколирования данных RSView-32, позволяющая сохранять значения в базе данных только в хронологическом порядке, т.е. данные, единожды считанные из счетчика и сохраненные в базе данных, не могут быть изменены.

Система имеет особые функции восстановления работоспособности. Так предусмотрено следующее: при аварии каналов связи с ПИК, база данных не заполняется. Но сразу же, после восстановления каналов связи с ПИК, база данных автоматически пополняется недостающей информацией.

Система отображения данных. Подсистема отображения данных отображает следующую информацию:

- графическое отображение значений мощности по каждому счетчику, суммарно по подстанции или предприятию;

- просмотр исторических данных значений энергий и мощностей;
- оперативное масштабирование графиков, как по оси времени, так и по оси значений;
- звуковая и визуальная индикация превышения задаваемых лимитов мощности;
- обеспечение защиты от несанкционированного доступа в систему;
- предоставление данных для чтения системам более высокого уровня по протоколам OPC, (Net) DDE.

Приложение «Клиент» RSView32 выступает в качестве сервера для клиентов более высокого уровня, предоставляя имеющиеся данные по протоколам DDE и OPC 1.0a. Данную функцию выполняет отдельный модуль приложения, входящий в комплект поставки RSView32.

АРМ энергодиспетчера предприятия.

Программная часть АРМ Энергодиспетчера, так же как и программная часть Сервера СОД Системы "ES - Data", построена под управлением ОС Windows 2000. Для АРМ энергодиспетчера так же используется программное обеспечение класса SCADA & HMI (Supervisor Control And Data Acquisition & Human Machine Interface - диспетчерское управление и сбор данных отображения информации) RSView-32 Runtime производства компании Rockwell Software. Но, в отличие от Сервера СОД, программное обеспечение АРМ энергодиспетчера содержит только Систему отображения данных RSView-32. Данные для отображения на АРМ энергодиспетчера запрашиваются из Сервера СОД.

Кроме этого в АРМ энергодиспетчера существует подсистема «Прогноз», построенная на полиномиальной интерполяции исходных данных. Это сделано для повышения быстродействия Системы в целом и снижения нагрузки на процессор Сервера СОД.

Подсистема «Прогноз» предназначена для прогнозирования времени, когда будет превышен лимит мощности, разрешенный предприятию в часы максимума нагрузки. Данные о превышении лимита мощности заносятся в базу данных.

Всем данным, занесенным в базу данных подсистемы «Прогноз», присваивается метка времени и номер счетчика, с которого получены эти данные. Данные сохраняются в хронологическом порядке и не могут быть изменены.

Выводы. Таким образом, представление данных при помощи когнитивных моделей для электроэнергетики является весьма перспективным. Экономия энергоресурсов происходит за счет оптимального управления ими. Только визуально представляя данные можно оперативно вносить коррективы по ходу работы предприятия, подразделения, да и энергосистемы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика. – М.: Наука, 1991. – 192 с.
2. <http://www.esouz.com/>
3. <http://www.intsol.dn.ua/>