

А.А. Горин

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ ИНТЕРАКТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА

Рассмотрены вопросы разработки интерактивных электронных технических руководств. Проведен анализ существующих систем разработки интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) и выявлены недостатки рассмотренных систем. Раскрыта возможность синтеза ИЭТР с экспертными системами, что позволит заметно снизить трудоемкость поиска документации, ее разработки и редактирования. Предложен нестандартный метод представления объектов интерактивных электронных технических руководств с помощью фреймовой модели представления знаний. Рассмотрена возможность описания ключевых элементов ИЭТР – модулей данных – с помощью методов языка CLIPS. Практическое применение системы возможно на предприятиях, разрабатывающих документацию на сложные наукоемкие изделия.

Ключевые слова: экспертная система, ИЭТР, модуль данных, база знаний, фрейм.

В России представлены несколько систем создания интерактивных электронных технических руководств, таких как TG Builder, Arbortext, Seamatica и прочие, основаны на языках SGML/XML. То есть документация, созданная в данных системах содана либо при помощи языка разметки

данных SGML, либо при помощи расширяемого языка разметки XML. Схемы представленных таким образом документов задается в DTD (Document Type Definition – определения типа документов).

Цель работы: описание ИЭТР с помощью понятий экспертной системы.



Y – алфавитно-цифровые символы A – буквенные символы X – цифровые символы

Рис. 1. Формат кода модуля данных [4]

Задачи: описать схожесть модуля данных и фрейма; представление модулей данных с помощью фреймовой модели; представление ЭТП в виде семантической сети; описание возможной структуры модуля данных языком CLIPS.

В DTD XML-документы данного типа описываются как иерархические структуры, состоящие из элементов документов. Эти элементы могут быть различных типов, описанных в DTD. Спецификация DTD может быть встроена в XML-документ [6]. Ключевым понятием структуры ИЭТР является модуль данных.

Модуль данных (МД) – это электронный документ, являющийся наименьшим структурным элементом в составе документации интерактивного электронного технического руководства, хранящийся в общей базе исходных данных (CSDB). В модуле данных может содержаться текст, изодражения, видео, 3d модели. Модуль данных может описывать компоненты изделия, процесс ремонта изделия, процесс эксплуатации изделия и т.д.

Модули данных, схожие по смыслу и тематике объединяются в информационные наборы, которые в свою очередь могут состоять в электронных технических публикациях (ЭТП). ЭТП является аналогом книги.

У каждого модуля данных есть свой код. На рис. 1 представлен формат кода МД. Подробно структура модуля данных описана в [1].

Языки XML и SGML относятся к семантическому представлению знаний, то есть данные в них отображены как иерархия.

Однако семантические сети в аспекте экспертных систем имеют свои недостатки. При достаточно большом количестве объектов (узлов) семантической цепи количество связей между ними равно факториалу количества узлов сети минус единица, с условием что

все узлы связаны друг с другом. В связи с этим при поиске узла есть вероятность комбинаторного взрыва. Запрос, возвращающий отрицательный результат должен осуществить поиск по всем узлам сети.

При разработке базы знаний она должна наполняется фактами и правилами. В контексте экспертной системы модуль данных может быть представлен как фрейм. Фрейм представляет знания, взаимосвязанные друг с другом, большинство из которых заданы по умолчанию.

Формальная структура фрейма имеет вид:

$$F [(N_1, V_1), (N_2, V_2), \dots, (N_n, V_n)],$$

где (N_1, V_1) – первый слот фрейма; N_1 – имя первого слота; V_1 – значение первого слота.

Значение слота может быть представлено последовательностью

$$\langle An_1, Av_1 \rangle, \dots, \langle An_n, Av_n \rangle; \\ \langle Al_1 \rangle, \dots, \langle Al_n \rangle$$

где An_1 – имя атрибута первого слота; Av_1 – значение атрибута первого слота; Al_1 – ссылки на другие слоты других фреймов.

Фреймы могут использоваться для представления универсальных знаний, при использовании их в ИЭТР можно описывать концепции различных объектов используя знания, содержащиеся в системе, а так же для удобного заполнения базы данных фактами. Применительно к ИЭТР, фрейм должен охватывать свойства объекта, что позволит описать с помощью фрейма любой объект. В ИЭТР универсальный фрейм может служить для описания модулей данных. Фреймы могут храниться в базе данных как записи, а значения их слотов могут быть фактами базы знаний, так же как и процедуры могут быть правилами.

Пример фрейма «Код модуля данных» описывающий идентификацион-

Представление кода модуля данных с помощью фреймовой модели

Слот	Заполнитель
Код МД	YY A XX-YY-YY YX A XXX A A
Расширение кода МД	IF-NEEDED: процедура ADDEXTENSION
Название МД	Шасси
Номер издания	(new, deleted, changed, revisited, status, reinstate-status, reinstate-changed, reinstate-revisited)
Дата издания	A-KIND-OF Date
Язык	A-KIND-OF Language

ную часть модуля данных приведен в таблице, где Слот – это атрибут объекта, а Заполнитель – значение атрибута объекта.

Слот Расширение кода МД необязательный, поэтому по умолчанию в нем ничего не содержится, если из него запрашивается информация, то выполняется процедура IF-NEEDED, которая вызывает процедуру ADD_EXTENSION для добавления расширенного кода МД.

Также существуют процедуры:

IF-ADDED – выполняется, когда в слот добавлена новая информация.

IF-REMOVED – выполняется при удалении информации из слота.

Связь A-KIND-OF (АКО) указывает на фрейм более высокого уровня иерархии, служит для определения отношения дочернего и родительского классов.

Факты и правила базы знаний можно описать с помощью языка проектирования экспертных систем CLIPS. Факты могут быть шаблонными и упорядоченными.

Шаблонные факты задаются структурой DEFTEMPLATE. У шаблона есть поля – SLOT.

Пример шаблонного факта:

```
(DEFTEMPLATE DM_CODE
  (SLOT Code)
  (SLOT Extension)
  (SLOT Name)
  (SLOT Publication_number)
```

(SLOT Publication_date)

(SLOT Language)

)

Новые факты помещаются в рабочую память командой ASSERT:

```
(ASSERT (DM_CODE))
```

Добавление шаблонного факта:

```
(ASSERT
  (DM_CODE
```

```
  (Code YY A XX-YY-YY
  YX A XXX A A)
```

```
  (Extension «QWERTY»)
```

```
  (Name «Шасси»)
```

```
  (Publication_number
```

```
«reinstated-changed»)
```

```
  (Publication_date «12.04.1015»)
```

```
  (Language «sx»)
```

Модули данных, схожие по смыслу и тематике объединяются в информационные наборы, которые в свою очередь могут состоять в электронных технических публикациях (ЭТП).

Таким образом может быть реализована тройка «объект – атрибут – значение», еще называемая триплетом, где связь между значениями и атрибутами – это IS-A, а связь между объектом и атрибутом – это HAS-A или обратное ей АКО. Триплеты лежат в основе представления знаний в виде фактов и шаблонов, которые можно описать с помощью языка CLIPS. Такая структура является подобием семантической сети.

Фрейм может быть частным случаем семантической сети. Рассмотрим

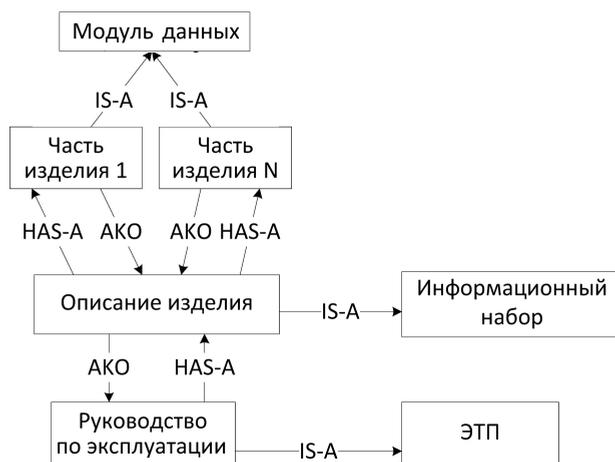


Рис 2. Пример представления ЭТП в виде семантической сети

это на примере структуры электронной технической публикации (ЭТП).

ЭТП содержит в себе модули данных, также может содержать информационные наборы. Можно представить ЭТП как семантическую сеть, вариант представления представлен на рис. 2. Семантическая сеть состоит из объектов предметной области, которые необходимы для решения прикладных задач. Объектами семантической сети могут быть события, действия или факты.

Выводы

Рассмотрена возможность проектирования базы знаний интерактив-

ного электронного технического руководства с помощью фреймовой модели представления знаний методами языка программирования экспертных систем CLIPS.

Это позволит:

- переводить данные введенные в систему в структурированные знания;
- легкий доступ к имеющейся информации в системе;
- автоматическое создание и модификация связей между объектами базы знаний;
- предоставлять пользователю данные по запросу, что облегчит поиск этих данных вручную.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания. Разработка и сопровождение технических публикаций, выполняемых по спецификации ASD s1000d. – НИЦ CALS «Прикладная логистика», 2010. – 163 с.
2. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы, принципы разработки и программирование. 4-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1148 с.
3. Бакаев В.В., Судов Б.В., Гомозов В.А. и др. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия: справочно-учебное пособие/ Под

- ред. В.В. Бакаева. – М.: Машиностроение-1, 2005. – 624 с.
4. Назаров Д.А. Интеллектуальные информационные технологии: курс лекций [Электронный ресурс]. – Владивосток, 2010. – Режим доступа: <http://www.vvsu.ru/newddm/presentation/details/material/10182487/>, свободный.
5. Когаловский М.Р. Стандарты XML и электронные библиотеки [Электронный ресурс]. – Новосибирск, 2003. – Режим доступа: http://www.ict.edu.ru/ft/002338/stand_xml_rew.pdf, свободный. **ТИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Горин Александр Андреевич – аспирант, МИЭМ НИУ ВШЭ, e-mail: 8symbols@gmail.com.

USING DEVELOPMENT ENVIRONMENT OF EXPERT SYSTEM FOR MODELING THE STRUCTURE OF INTERACTIVE ELECTRONIC TECHNICAL MANUALS

Gorin A.A., Graduate Student, e-mail: 8symbols@gmail.com,
Moscow Institute of Electronics and Mathematics,
National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia.

The paper is devoted to the development of interactive electronic technical manuals. Analyzed existing systems, the development of interactive electronic technical manuals (IETM) and identified deficiencies considered systems. The author reveals the possibility of synthesis of IETM with expert systems that will significantly reduce the complexity of the search documentation, its design and editing. The analysis provided a non-standard method of representing interactive electronic technical manuals objects using a frame model of knowledge representation. The possibility of describing the key elements of IETM – data modules – using methods of language CLIPS. Practical application of the system is possible in enterprises, developing documentation on complex high-tech products.

Key words: expert system, IETM, data module, knowledge database, frame.

REFERENCES

1. *Razrabotka i soprovozhdenie tekhnicheskikh publikatsiy, vpolnyaemykh po spetsifikatsii ASD s1000d. Metodicheskie ukazaniya* (Procurement and production of technical publications in accordance with the specification ASD s1000d. Instructional guidelines), NITs CALS «Prikladnaya logistika», 2010, 163 p.
2. Dzharratano D., Rayli G. *Ekspertnye sistemy, printsipy razrabotki i programmirovaniye*, 4-e izd. (Expert systems, design principles and programming, 4th edition), Moscow, Izdatel'skiy dom «Vil'yams», 2007, 1148 p.
3. Bakaev V.V., Sudov B.V., Gomozov V.A. *Informatsionnoye obespechenie, podderzhka i soprovozhdenie zhiznennogo tsikla izdeliya: spravochno-uchebnoye posobie*. Pod red. V.V. Bakaeva (Dataware, support and maintenance of a product life cycle: Training and reference manual. Bakaev V.V. (Ed.)), Moscow, Mashinostroyeniye-1, 2005, 624 p.
4. Nazarov D.A. *Intellektual'nye informatsionnye tekhnologii: kurs lektsiy* (Intelligent information technologies: Course of lectures), Vladivostok, 2010, available at: www.vvsu.ru/newddm/presentation/details/material/10182487/.
5. Kogalovskiy M.R. *Standarty XML i elektronnyye biblioteki* (XML standards and electronic libraries), Novosibirsk, 2003, available at: www.ict.edu.ru/ft/002338/stand_xml_rew.pdf.



ГОРНАЯ КНИГА НА МЕЖДУНАРОДНОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ ФОРУМЕ МАЙНЕКС РОССИЯ 2015

