

УДК 004.891

В.М. РУВИНСКАЯ, А.С. ТРОЙНИНА*Одесский национальный политехнический университет, Украина***МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА**

В статье предлагается методика построения экспертных систем для мониторинга на основе правил-продукций, включающая визуализацию правил экспертных систем с помощью графа и автоматическое создание правил экспертной системы на основе оптимального графа. Методика позволяет облегчить и ускорить разработку правил, а также оптимизировать работу самой экспертной системы. Описана реализация экспертной системы для мониторинга выполнения требований по безопасной эксплуатации электроустановок и принятия решений о допустимости проведения работ, в рамках которой приведены примеры созданных правил.

Ключевые слова: методика построения, принятие решений, экспертная система, мониторинг, требования безопасности, электроустановки.

Введение

Данная работа посвящена исследованию подходов к построению экспертных систем мониторинга и созданию методики их разработки.

На современном уровне развития информационных технологий предполагается, что процесс мониторинга сводится не только к наблюдению за объектами (получению, накоплению, хранению и представлению данных об объектах мониторинга), а и оценке полученных данных, регистрации важнейших характеристик и предоставлению полученной информации лицу, принимающему решения. Современные системы мониторинга оснащены блоками поддержки принятия решений. Таким образом, понятие информационного мониторинга расширено.

Одной из проблем при создании ЭС является то, что при большом количестве правил база знаний становится ненаглядной, ее трудно отлаживать и сопровождать.

Целью исследования является увеличение скорости создания ЭС мониторинга за счет формализации и автоматизации этапов разработки, а также повышение быстродействия при работе самой экспертной системы.

При проектировании ЭС применяют хорошо зарекомендовавшие себя модели, используемые для информационных систем, а именно, UML-диаграммы [1]. При реализации экспертных систем для мониторинга используют различные математические формализмы, в частности, графы для визуализации правил-продукций и сети Петри для описания процесса разработки ЭС [1], а также модели представления знаний: правила-продукции, нейронные и нейро-нечеткие сети [2].

В данной статье способы построения систем мониторинга рассматриваются на примере экспертной системы для мониторинга выполнения требований по безопасной эксплуатации электроустановок и принятия решений о допустимости проведения работ. Целью такой ЭС является улучшение безопасности работы на электрооборудовании. Лицо, принимающее решение, – это диспетчер, который следит за техникой безопасности. Разрабатываемая система принятия решений должна повысить безопасность на предприятии путем предоставления рекомендаций диспетчеру.

Ранее нами был разработан прототип экспертной системы с ограниченным числом правил [3]. Использовалось инструментальное средство Clips [4], позволяющее создавать БЗ на основе правил и производить на их основе логический вывод. В [5] предложена информационная технология на основе экспертной системы для принятия решений в составе автоматизированного рабочего места диспетчера организации по безопасной эксплуатации электрических установок, наряду с системой локализации и визуализации объектов в помещениях, где производятся работы.

Целью дальнейшего исследования является разработка методики создания экспертных систем мониторинга. Для этого решаются следующие задачи:

- провести анализ существующих систем мониторинга;

- разработать методику построения типовых экспертных систем мониторинга, включающую визуализацию правил в виде ориентированного графа и его оптимизацию для дальнейшей обработки, а также возможность автоматического создания правил экспертной системы из графа;

- реализовать ЭС мониторинга безопасной эксплуатации электроустановок на основе предложенной методики.

1. Методика построения продукционных экспертных систем для мониторинга

Если проводится мониторинг некоторой системы, то результатом обычно бывают решения о том, выходят ли наблюдаемые характеристики системы за пределы допустимого. Поэтому правила для мониторинга в следствиях содержат ответ на вопрос, вышла ли система за пределы допустимого по одной или нескольким характеристикам; а в посылках – всевозможные условия, при которых происходит выход за пределы допустимого.

Для простоты будем рассматривать сначала мониторинг допустимости одной характеристики системы.

Этап 1: Анализ предметной области:

1. Построение вместе с экспертом в предметной области эмпирических правил. Необходимо выделить только значимые для предметной области факты, причины и следствия.

2. Необходимо выделить сущности и состояния, которые влияют на принятие решений. Причем, состояния сущностей и будут посылками правил.

3. Правила нужно разбить на группы, чтобы затем каждую группу реализовывать по-отдельности (для упрощения разработки).

Этап 2: Представление правил для каждой группы с помощью графов для дальнейшего анализа и оптимизации. Особенности построения графа:

1. Граф состоит из вершин двух типов:

- первый тип вершин соответствует посылкам правил, т.е. состояниям сущностей;
- второй тип вершин соответствует следствиям правил; но так как в следствиях всех правил находится один и тот же текст, сигнализирующий о выходе отслеживаемой характеристики за пределы допустимого, то это – одна вершина.

2. В соответствии с построенными ранее правилами соединяем с помощью направленных дуг вершины с посылками для каждого правила и вершину-следствие. Причем, каждая дуга имеет вес – номер правила.

В результате получается граф, который в дальнейшем можно анализировать и оптимизировать с помощью методов теории графов и математической логики. Отметим, что такой граф может строиться не только вручную, но и автоматически на основе правил с помощью специально разработанного алгоритма и программы.

Этап 3: Визуализация построенного на этапах 2-3 графа для того, чтобы инженер по знаниям мог просматривать и анализировать его на предмет поиска несоответствий и ошибок при анализе предметной области (в правилах, сущностях и состояниях).

Особенности расположения элементов графа на рисунке:

1. Одну вершину графа второго типа, соответствующую следствию правил, разбиваем визуально на несколько: каждая соответствует своему правилу. И ее название – это номер правила. Располагаем их на одной горизонтальной прямой. Подграф с посылками для каждого правила подсоединяется к соответствующей вершине второго типа.

2. Все вершины для состояний одной сущности должны быть расположены на одной горизонтали.

3. Соединяем вершины дугами таким образом, чтобы те правила, которые используют одни и те же состояния объектов (т.е. общие вершины), находились рядом.

4. Дуги, соединяющие вершины, которые используют одни и те же состояния объектов, должны иметь наименьшее число пересечений.

5. Проходим повторно по графу, находим все общие вершины и, если находим пересечение дуг, осуществляем необходимый сдвиг всей вертикали, связанных с ней вершин, если это возможно, так, чтобы было как можно меньше пересечений.

6. Делаем столько обходов, чтобы добиться минимального числа пересечений дуг, либо избежать их вообще.

Получается рисунок графа, в котором внизу расположена горизонтальная линия, на ней – вершины с номерами правил группы. К каждой такой вершине сверху вниз «тянется» цепочка посылок правила.

В результате просмотра визуализированного графа инженер по знаниям вместе с экспертом могут просмотреть правила, выявить несоответствия и логические ошибки в построенных на этапе 1 правилах, сущностях и состояниях, и их исправить.

Этап 4: Математический анализ и оптимизация графа.

Этап 5: Построение правил ЭС для одной группы на основе графа.

1. Строим для каждой цепочки визуализированного графа правило на языке инструментального средства, с помощью которого разрабатывается ЭС.

2. Чтобы оптимизировать (минимизировать) число срабатываемых правил при мониторинге, присваиваем более высокие приоритеты правилам на основе следующих соображений:

- раньше должны выполняться те правила, которые содержат посылки, общие для многих правил, т.к. такие посылки наиболее значимые при мониторинге, и, таким образом, если они выполняются, то при этом больше вероятность того, что сработает какое-то правило и мониторинг окончится;

- раньше должны выполняться те правила, которые имеют меньшее число посылок, т.к. в этом случае будет меньше проверок.

Этап 6: Отладка экспертной системы для группы правил.

1. Выполняем столько прогонов, сколько правил в группе. Таким образом тестируются все условия выхода за пределы исследуемой характеристики.

2. Выполняем прогоны, проверяющие случаи, когда не происходит выход за допустимые пределы характеристики.

Этап 7: Объединение экспертной системы для групп правил в одну общую экспертную систему

2. Реализация ЭС мониторинга безопасной эксплуатации электроустановок

Для опробования предложенной методики были разработаны фрагменты экспертной системы для мониторинга выполнения требований по безопасной эксплуатации электроустановок для двух групп правил: правила, зависящие от внешних условий (рис. 1.) и правила, отвечающие за работы по наряду и распоряжению, инструктаж (рис. 2).

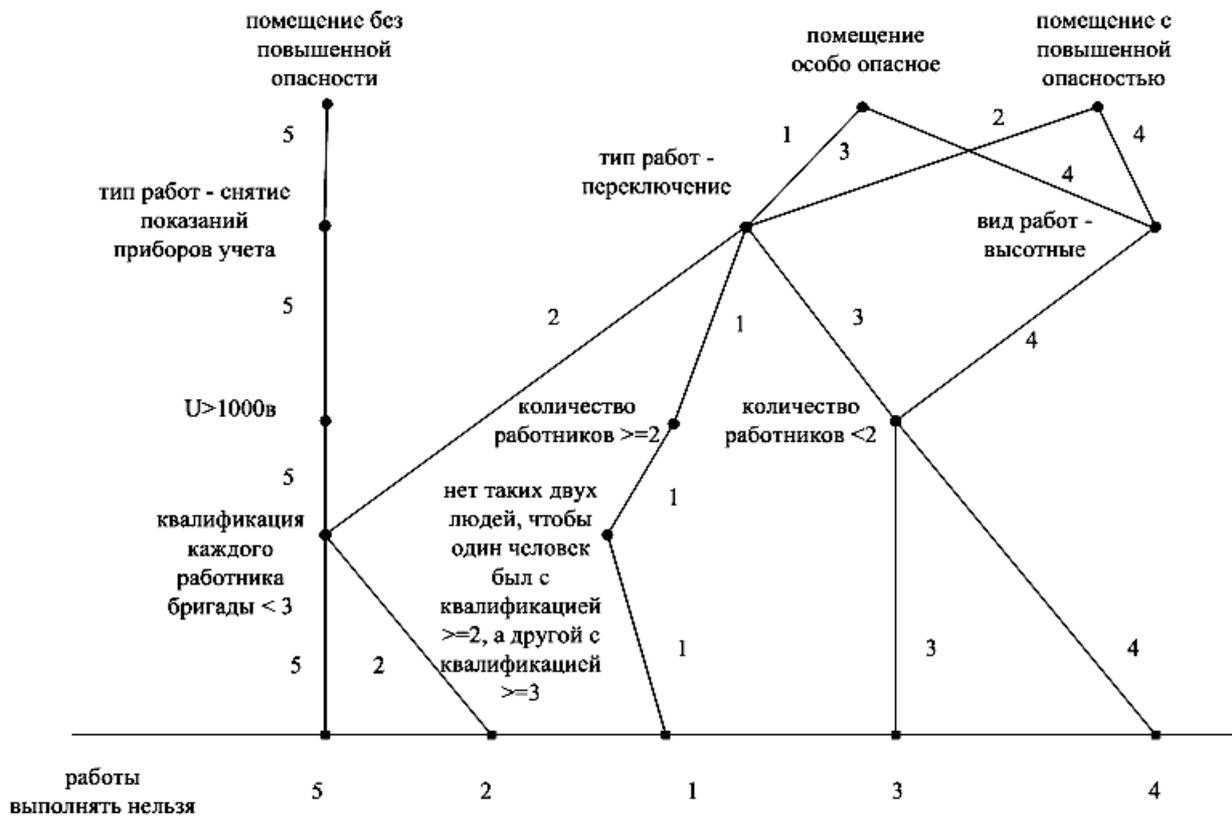


Рис. 1. Визуализация графа группы правил, зависящих от внешних условий

Рассмотрим для примера некоторые правила первой группы, которые определяют ограничения на состав бригады работников в зависимости от степени опасности помещения и вида работ (рис. 1).

Правило 3. Если помещение – особо опасное, и вид работ – переключение (т.е. включение или отключение), а количество работников меньше двух, то работу выполнять нельзя.

Правило 4. Если помещение – с повышенной опасностью или помещение особо опасное, и вид работ – высотные, а количество работников меньше двух, то работу выполнять нельзя.

Далее рассмотрим некоторые правила второй группы, определяющие необходимость наличия защитных средств и наблюдающего в зависимости от напряжения, а также от расстояния до зоны выполнения работ и других условий (рис. 2).

На основе предложенной методики создана ЭС в составе АРМ диспетчера организации по безопасной эксплуатации электрических установок.

Литература

1. Липатова, С.В. Исследование и разработка моделей экспертной системы морского мониторинга [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / С.В. Липатова. – Ульяновск, 2008. – 25 с.

2. Шумилов, С.А. Модель и методика проектирования адаптивных систем мониторинга распределенных объектов на основе сетей передачи тревожных сообщений [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.19 / С.А. Шумилов. – СПб., 2006. – 21 с.

3. Рувинская, В.М. Экспертная система по безопасной работе с электроустановками [Текст] / В.М. Рувинская, Л.В. Беркович, А.С. Тройнина // Тру-

ды двенадцатой международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии». – 2011 г. – Одесса, Украина. – С. 78.

4. Джарратано, Дж. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование. 4-е издание [Текст]: пер. с англ. / Дж. Джарратано, Г. Райли. – М.: ООО «И.Д.Вильямс», 2007. – 1152 с.

5. Рувинская, В.М. 3D-визуализация положений датчиков для принятия решений [Текст] / В.М. Рувинская, А.С. Тройнина, И.А. Туршатов // I Міжнародна науково-технічна конференція «Обчислювальний інтелект (ОІ-2011)». – Черкаси, 2011. – С. 367 – 368.

Поступила в редакцию 1.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.А. Положаенко, Одесский национальный политехнический университет, Одесса, Украина.

МЕТОДИКА ПОБУДОВИ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ

В.М. Рувінська, А.С. Тройніна

У статті пропонується методика побудови експертних систем для моніторингу на основі правил продукцій, що включає візуалізацію правил експертної системи за допомогою графа і автоматично створення правил експертної системи на основі оптимально графу. Методика дає можливість полегшити і прискорити розробку правил і оптимізувати роботу самої експертної системи. Описана реалізація експертної системи для моніторингу виконання вимог щодо безпечної експлуатації електроустановок та прийняття рішень про допустимість проведення робіт, в рамках якої наведені приклади створених правил.

Ключові слова: методика побудови, прийняття рішень, експертна система, моніторинг, вимоги безпеки, електроустановки.

METHOD OF CONSTRUCTION OF EXPERT SYSTEMS FOR MONITORING

V.M. Ruvinskaya, A.S. Troynina

In this paper the approach to development of expert systems for monitoring based on rules-productions, which includes expert system rules visualization with the graph and expert system rules automatic creation based on optimal graph. The approach allows simplifying and acceleration of rules development and optimizing an expert system operation. We describe the implementation of an expert system for monitoring the implementation of the requirements for the safe operation of electrical and decide on the admissibility of the work. The examples of created rules are presented as well.

Keywords: method of construction, decision making, expert system, monitoring, safety, electrical installations.

Рувинская Виктория Михайловна – канд. техн. наук, доцент кафедры системного программного обеспечения Одесского национального политехнического университета «ОНПУ», Одесса, Украина.

Тройнина Анастасия Сергеевна – аспирант, ст. преп. кафедры системного программного обеспечения Одесского национального политехнического университета «ОНПУ», Одесса, Украина, e-mail: atroinina@rambler.ru.