

УДК 621.395

Ю.И. Лосев, С.И. Шматков, К.М. Руккас, Д. Олоту Олуватосин, Ю.М. Малышко

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Харьков

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫМИ РЕСУРСАМИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В статье разрабатывается модель управления распределенной информационной системой в условиях неопределенности на основе использования искусственного интеллекта. На основании проведенного анализа различных методов представления знаний выбран механизм фреймов с элементами продукционного способа. Предложенная модель позволяет формализовать процесс управления ресурсами сети в условиях неопределенности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, распределенная информационная система, управление в условиях неопределенности.

Введение

Постановка задачи. Современные распределенные информационные системы (РИС) представляют собой сложный программно-аппаратный комплекс, который используется для передачи и обработки различных типов трафика. Распределенный характер крупной со сложной структурой РИС делает невозможным поддержание ее работы на должном уровне на основе традиционных системы управления.

Сложность алгоритмов управления РИС и специфика взаимодействия ее объектов значительно усложняют решение задач диагностики, управления и восстановления после сбоев. Кроме того, в процессе функционирования сети могут возникать различные непредсказуемые ситуации, приводящие к аварийному состоянию на отдельных участках сети либо во всей сети в целом.

Существенную роль играет необходимость учета многих факторов. Поэтому все процессы управления желательно автоматизировать. Формирование математической модели РИС в ряде случаев оказывается недостаточно адекватным объектам управления. Поэтому только проектированием автоматизации процессов управления проблему решить не удастся. Проблема еще усложняется при наличии неопределенности состояния отдельных элементов и сети в целом. В этих условиях успешное управление возможно при использовании знаний и опыта эксплуатации личного состава сети дежурного оператора пункта управления сети или узла связи. Реализовать это возможно только, если автоматизированная система управления РИС (узлом связи) будет основана на использовании разработок в области искусственного интеллекта.

Цель статьи. Поэтому актуальной является за-

дача разработки модели управления ресурсами РИС в условиях неопределенности на основе использования искусственного интеллекта.

Анализ последних исследований и публикаций. В [1 – 5] описаны некоторые вопросы реализации систем управления сложными системами на основе искусственного интеллекта, показано, что на сегодняшний день нет единого подхода к построению таких систем. В [1 – 5] проведен анализ основных способов представления знаний об объектах управления. Особенностью управления РИС является необходимость принятия решения в условиях неопределенности.

В различных предметных областях используются различные подходы к учету неопределенности в процессе принятия решения [5 – 7]. Одним из эффективных способов учета неопределенности является использование математического аппарата теории нечетких множеств [5 – 7]. Однако в приведенных выше и других известных источниках не учитываются особенности процесса принятия решения в распределенных информационных системах.

Изложение основного материала

В настоящее время существует много способов представления знаний и при построении экспертной системы может быть использован любой из них, сам по себе или в сочетании с другими. При этом правильное сочетание этих способов позволяет расширить возможности систем с элементами искусственного интеллекта. Каждый способ позволяет получить программу с некоторыми преимуществами – делает ее более эффективной, облегчает ее понимание и модификацию. Широкий обзор наиболее важных способов представления знаний приведен в [4, 5]. В современных интеллектуальных системах для представления знаний могут быть использованы

классические формальные логические исчисления, продукционные, семантические, сетевые модели и фреймы. Достоинством формальных исчислений является их универсальность и абстрактность, наличие универсальных процедур. Почти любой факт можно выразить в исчислении предикатов первого порядка. Однако такой способ представления знаний об управлении РИС будет неэффективным, поскольку РИС является открытой системой, а, значит полностью формализовать знания обо всех возможных ситуациях практически невозможно. Кроме того, при данном методе представления знаний трудно осуществить перевод утверждения естественного языка в формулу исчисления предикатов первого порядка. Отсутствует также возможность представления функциональных зависимостей.

Достоинством продукционной модели представления знаний является универсальность, заключающаяся в относительной независимости каждой продукции от содержания остальных, простота расширения создаваемых на основе продукций баз знаний. Основными недостатками являются слабые возможности для описания ситуаций иерархического типа.

Достоинством продукционной модели представления знаний является универсальность, заключающаяся в относительной независимости каждой продукции от содержания остальных, простота расширения создаваемых на основе продукций баз знаний. Основными недостатками являются слабые возможности для описания ситуаций иерархического типа.

Формализованное описание решаемых задач с помощью фреймов значительно повышает возможности моделей и поэтому получает широкое распространение в системах представления знаний. Недостатки фреймового способа главным образом связаны с тем, что в известных литературных источниках системы фреймов используются только для отображения отношений иерархического типа и отсутствуют для произвольных отношений.

Учитывая достоинства и недостатки различных способов представления знаний в интеллектуальной системе управления в распределенных информационных системах для эффективной обработки столь сложных и разнообразных по свойствам сведений целесообразно использовать смешанную модель представления знаний, включающую фреймы и продукционную систему. Для получения количественных характеристик необходимо использовать оптимизационные методы решения некоторых задач.

Учитывая достоинства способа представления знаний в виде фреймов в интеллектуальной системе, рассмотрим фреймовую модель системы управления распределенной информационной системой.

При разработке системы управления РИС на

основе искусственного интеллекта одним из важнейших вопросов является построение адекватной модели сети. В такой модели необходимо учитывать большое число различных элементов сети, их разнообразие, связь друг с другом, многообразие параметров и т.п. Для решения этой задачи предлагается модель, которая основывается на использовании способа представления знаний в виде фреймов. Такая модель включает в себя фрейм объекта управления (FO) – фрейм сети с коммутацией пакетов, фреймы информационного (FD), технического (FT), программного (FH) и организационного обеспечения (FOR) [7].

Эта модель записывается в виде:

$$AS = (FO, FI, FT, FH, FOR). \quad (1)$$

Кроме того, модель распределенной информационной системы представляется фреймом совокупности решаемых задач

$$FRZ = (Mz, zE Z),$$

где Z – множество задач, возложенных на систему управления РИС.

Фрейм FO, в свою очередь, включает фрейм состав (FS), фрейм параметр (FP), фрейм топология (FTP), фрейм статистика (FST), т.е.

$$FO = (FS, FP, FTP, FST). \quad (2)$$

Во фрейме FS отображается информация о числе и координатах узлов коммутации (УК), линий связи, наличии резервных линий связи, наличии тропосферных, радиорелейных, спутниковых линий связи.

Фрейм FP отражает такое множество параметров распределенной информационной системы, как время доставки пакета (сообщения) (минимальное, максимальное, среднее), вероятность ошибки, надежность, живучесть.

В нем должны быть отражены номинальные, реальные, допусковые и ситуационные значения параметра. Выполнение ситуационных значений параметра должно производиться с помощью специальной процедуры, запускаемой при каждом обновлении информации.

Во фрейме FTP отражается последовательность соединения узлов коммутации (УК), какими линиями связи они соединены.

Фрейм FST предназначен для хранения статистических данных об объектах РИС и их параметрах.

Поскольку распределенная информационная система включает в себя УК и линии связи, то в базе знаний должны быть фрейм-узел коммутации и фрейм-линия связи (канал связи). Эти фреймы в свою очередь должны включать фрейм-объект, фрейм-состав, фрейм-тест, фрейм-параметр. Фрейм-

объект должен описывать УК, канал связи на различных уровнях иерархической детализации. Он должен отражать информацию о текущем режиме работы, состоянии. Фрейм-состав должен описывать состав узла, канала связи и взаимодействие их элементов. Фрейм-параметр должен содержать информацию о параметрах узла, канала связи. В нем отражаются номинальные допусковые и ситуационные значения параметров.

Вычисление ситуационного значения параметра производится специальной процедурой. Фрейм-тест должен содержать информацию о средствах программного и аппаратурного контроля оборудования УК. В нем определены объекты диагностирования, проверяемые тестовым или функциональным контролем, на исправность которых указал контроль, а также способы запуска теста. Фрейм задается в виде сети фреймов

$$FI = (FP_i, PD, FV, FC), \quad (3)$$

где FP_i – фрейм параметр;

PD – фрейм база данных;

FV – фрейм множества типовых пакетов (сообщений);

FC – фрейм информационная схема.

Фрейм FP_i отображает такие количественные характеристики как скорость передачи информации, длины информационных пакетов, вероятности ошибки, размер базы данных, интервалы обновления базы данных.

Фрейм PD включает множество атрибутов A_i базы данных, каждый из которых описывается фреймом вида

$$a_i = (a_n, a_o, a_k, a_t, a_z),$$

где a_n – наименование параметра;

a_o – обозначение параметра;

a_k – код;

a_t – тип и размерность;

a_z – значение (область значений) параметра.

Фрейм PV отображает множество типовых сообщений V . Каждое типовое сообщение записывается в виде

$$V_i = (V_n, V_t, V_x),$$

где $V_i \in V$;

V_n – наименование;

V_t – терминал;

V_x – характеристика сообщения (периодичность, количество пакетов, скорость передачи).

Информационная схема (фрейм PC) описывает топологию сбора информации о состоянии элементов распределенной информационной системы.

Следует обратить внимание на существенные связи между FO и FI .

В частности, фрейм-параметр определяет подмножество атрибутов базы данных PD . Топология (ФТП) определяет информационную схему (FC). Имеют место и много других связей, которые необходимо учитывать при разработке фрейм-модели системы управления.

Фрейм FT представляется в виде сети фреймов вида

$$FT = (I_p, U_p, Q_p), \quad (4)$$

где I_p – обозначает множество вычислительных модулей, в номенклатуру каждого из которых входит процессор, память и вид терминала;

U_p – обозначает топологию связей между вычислительными модулями;

Q_p – характеризует параметры вычислительных средств.

Следует отметить, что FT связан с FO структурно. Кроме того, он связан с фреймом FL . Так, например, информационная схема FC должна быть совмещена с U_p .

Фрейм FIT включает программные средства системы контроля РИС.

Фрейм FOR представляется в виде сети фреймов вида

$$FOR = (I_0, U_0, Q_0), \quad (5)$$

где I_0 – обозначает группу лиц, участвующих при управлении РИС;

U_0 – обозначает связи управленческого аппарата с техническими средствами;

Q_0 – характеризует параметры управленческого аппарата.

В качестве примера представим фрагмент фрейм-модели сети с учетом взаимосвязи отдельных фреймов (рис. 1). Для этого необходимо сначала представить фрейм-модель элементов фрейма, описываемого выражением (2).

Множество FS включает в себя подмножество объектов сети (ОБ) и каналов связи (КС), т.е. $FS = ОБ \& КС$. В свою очередь, $ОБ = УК \& АП$, где $УК$ – узлы коммутации; $АП$ – абонентские пункты. Узел коммутации характеризуется количеством (v), составом (S), а также множеством конкретных узлов (S_{YK}) с индексами, определяющими их местоположение и др. характеристики.

Типовой узел включает в себя каналобразующую аппаратуру (S_{KO}), пространственно-временной коммутатор (S_{KM}), устройство управления (S_{YU}), буферное ЗУ (S_{O3}), процессор (S_{PP}) и систему кон-

троля ($S_{кн}$). Сам же узел коммутации (u_i), кроме того, характеризуется местоположением (T_i), типом ($TYPE$), общим состоянием ($SOST$) и множеством состояний отдельных элементов ($SOST_{ij}$), где $SOST_{ij}$ состояние j -го элемента i -го узла. Состав i -го узла принимается из слота S вышестоящего фрейма УК. Слоты указанных фреймов заполняются из базы данных.

Учитывая сказанное выше, можно записать фреймовую структуру объектов узла коммутации следующим образом:

$$УК = (v_1, S_{ук}, S); \quad v \rightarrow (v_{yk} = M);$$

$$S_{ук} = (u_1, u_2, \dots, u_r);$$

$$S = (S_{ко}, S_{км}, S_{yy}, S_{пр}, S_{кн});$$

$$U_i = (T_i, TYPE, SOST, SOST_{ij}, S_{u_i}),$$

$$j = 1, 6, \quad i = 1, n;$$

$$(T_i) \rightarrow \{x_i, y_i\};$$

$$\{S_{u_i}\} \xrightarrow{УК} \{S\}; \{SOST_i\} \rightarrow \{SOST_{u_i}\},$$

где $SOST_{u_i}$ – текущее состояние $SOST_i$, в базе данных:

$$\{SOST_{jj}\} \rightarrow \{SOST_{ju_i}\};$$

$$SOST_{u_i} = \wedge(SOST_{ju_i}), j = 1, n.$$

Аналогично можно записать фреймовую структуру для абонентского пункта, каналов связи статистики, параметров и топологии.

Графически фреймовая структура объектов изображена на рис. 1.

Таким образом, задав в базе знаний интеллектуальных агентов фреймы FTN; FS; FP; FST, задаем ту предметную область, которая отражает рассматриваемую сеть связи с точки зрения решения задачи управления этой сетью с помощью интеллектуальных систем управления.

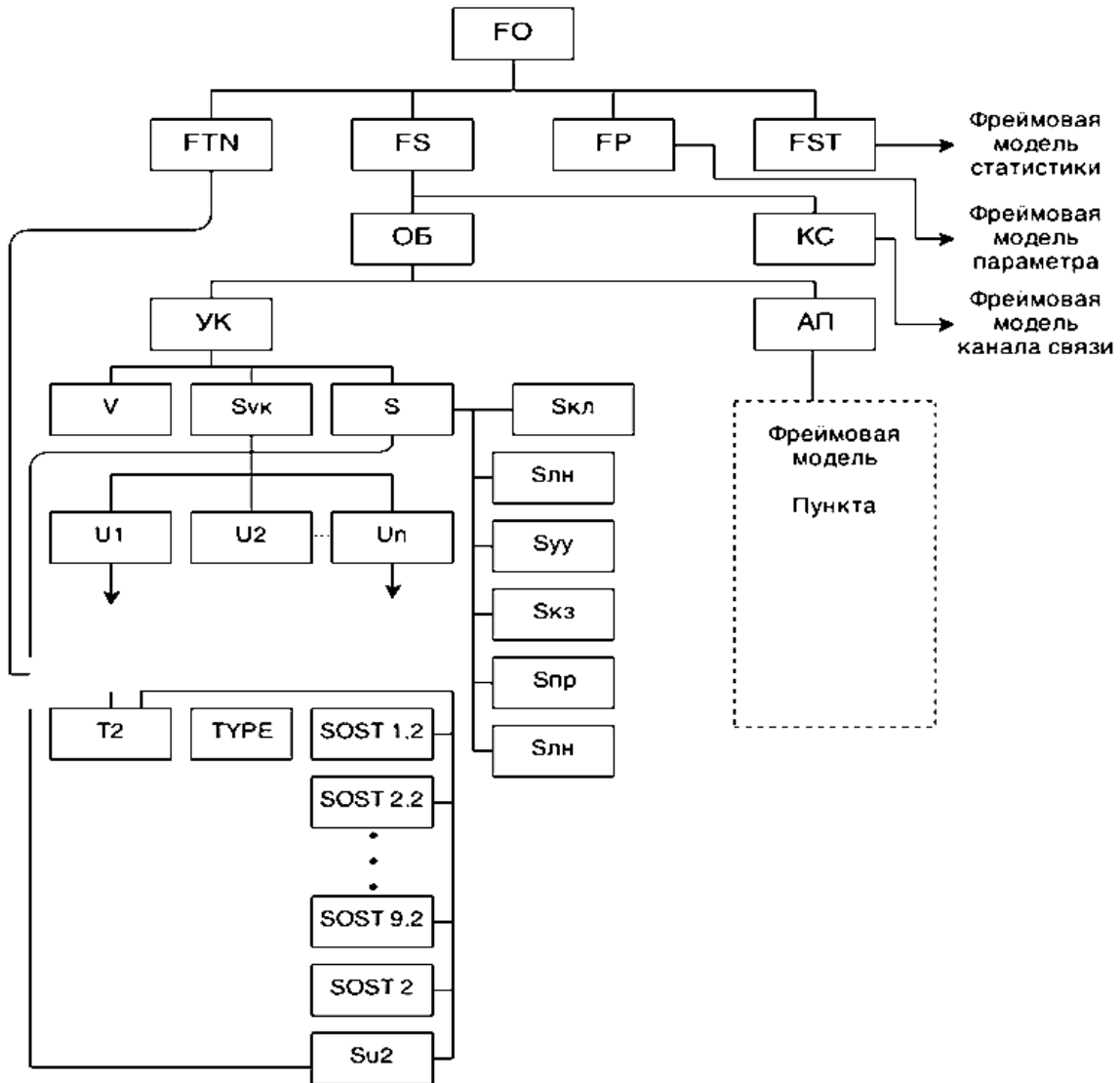


Рис. 1. Фрейм-объект распределенной информационной системы

Выводы

В статье проведен анализ возможности построения системы управления распределенной информационной системы на основе искусственного интеллекта. Для этого были проведены: анализ РИС как объекта управления. На основании проведенного анализа был сделан вывод, что РИС представляет собой систему со сложными причинно-следственными связями между ее элементами, состояние которых частично не известно, и что для управления такими системами необходимо использовать математические модели и методы принятия решения в условиях неопределенности.

Показано, что для эффективного решения управления РИС и ее элементами необходимо использовать модель предметной области, а также иметь возможность накапливать знания о функционировании РИС и ее элементов.

Приведенные в главе требования, выдвигаемые на основе изучения особенностей процессов управления в РИС, показывают, что для адекватного отражения предметной области управления РИС потребуется формализм представления знаний, который должен быть способен осуществлять поиск решения в предметных областях большого объема, на основе обработки неполных и противоречивых поступающих от РИС данных, с использованием неполной и противоречивой базы знаний о функционировании РИС.

В результате проведенного анализа существующих формализмов, был сделан вывод о необходимости использования для построения математической модели РИС, как объекта управления, формализма фреймов с использованием элементов продукционного подхода.

В разработанной математической модели представления РИС как объекта управления, кроме эвристических знаний, который отображают знания и опыт оператора РИС, для повышения эффективности работы было предложено использовать знания

других источников, в частности, знания о структуре и функционировании РИС и ее элементов, а также знания о функционировании РИС и ее элементов в прошлом. В связи с появлением различных протоколов управления РИС при разработке математической модели РИС особое внимание уделено информационному обеспечению.

Список литературы

1. Дымарский Я.С. Управление сетями связи: принципы, протоколы, прикладные задачи / Я.С. Дымарский, Н.П. Крутякова, Г.Г. Яновский. – Серия изданий «Связь и бизнес». – М.: ИТЦ «Мобильные коммуникации», 2003. – 384 с.
2. Герасимов Б.М. Человеко-машинные системы принятия решения с элементами искусственного интеллекта / Б.М. Герасимов, В.А. Тарасов, И.В. Токарев. – К.: Наук. думка, 1993. – 184 с.
3. Галанина В.А. Ситуационная модель управления региональной сетью связи в конфликтных ситуациях: Дис. ... канд. техн. наук / Галанина В.А. – Л.: ЛИАП, 1991. – 212 с.
4. Лосев Ю.И. Предложения по разработке структуры алгоритма выбора средств и способов достижения цели при управлении цифровой сетью интегрального обслуживания в условиях нечеткой информации / Ю.И. Лосев, И.М. Невмержицкий, К.М. Руккас, В.И. Боровой // Вестник ХГПУ: Збірник наук. праць. – Х.: ХГПУ, 1999. – Вып. 49. – С. 43-48.
5. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
6. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления: учебник / В.Е. Ярушек, В.П. Прохоров, Б.Н. Судakov, А.В. Мишин. – Х.: ХВУ, 1993. – 446 с.
7. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С.А. Орловский. – М.: Наука, 1981. – 208 с.

Поступила в редколлегию 21.05.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.А. Можаяев, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.

МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖЕВИМИ РЕСУРСАМИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Ю.І. Лосев, С.І. Шматков, К.М. Руккас, Д. Олоту Олуватосин, Ю.М. Малишко

У статті розробляється модель управління розподіленою системою управління в умовах невизначеності на основі використання штучного інтелекту. На підставі проведеного аналізу різних методів представлення знань був обраний механізм фреймів з елементами продукційного способу. Запропонована модель дозволяє формалізувати процес управління ресурсами мережі в умовах невизначеності.

Ключові слова: штучний інтелект, розподілена інформаційна система, управління в умовах невизначеності.

MODEL OF DISTRIBUTED NETWORK RESOURCES INFORMATION SYSTEM IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY ON THE BASIS OF THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Yu.I. Losev, S.I. Shmatkov, K.M. Rukkas, D. Olotu Oluwatosin, Yu.M. Malysenko

The paper develops a model of distributed information control system under uncertainty based on the use of artificial intelligence. Based on the analysis of different methods of knowledge representation mechanism selected frames with elements of a production process. The proposed model allows to formalize the process of control network resources in the face of uncertainty.

Keywords: efficiency, distributed information system, decision making under uncertainty.