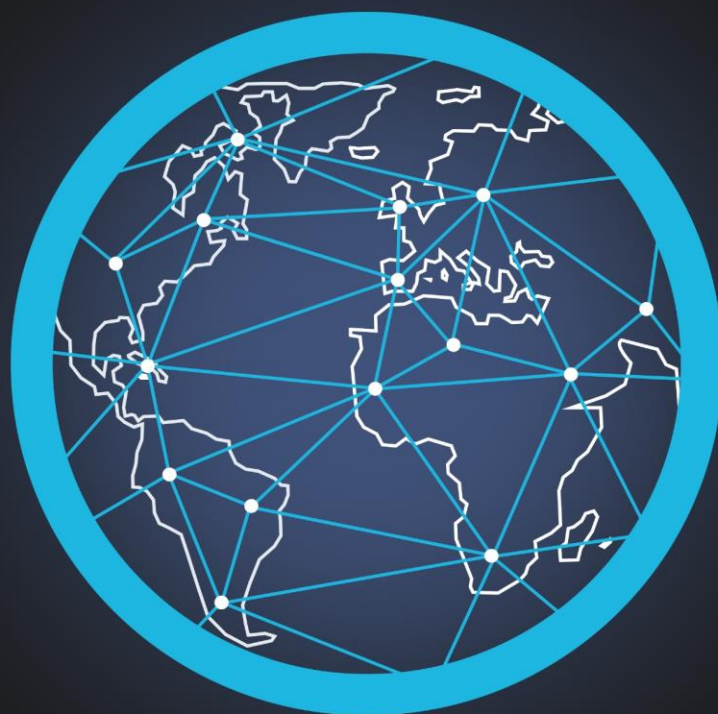


Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности |



Том 1 Номер 1



2016



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

-
1. **Сеньков А.В., Бобряков А.В.** Нечеткая онтологическая модель мониторинга и управления комплексными рисками сложной экономической системы на примере ВУЗа **2**

Senkov A.V., Bobryakov A.V. Fuzzy ontologic model of monitoring and management of complex risks of the complex economic system on the example of higher education institution

-
2. **Букачев Д.С.** Градиентный способ коррекции параметров производственной модели Такаги-Сугэно **11**

Bukachev D.S. Gradient method correction parameters production model Takagi-Sugeno

-
3. **Балашов О.В., Кондратова Н.В.** Метод принятия решений с адаптивным согласованием экспертных данных **17**

Balashov O.V., Kondratova N.V. Decision-making method with the adaptive coordination of expert data

-
4. **Сорокин Е.В.** Способ интерпретации блок-схем алгоритмов в сети Петри для программирования интеллектуальных агентов **24**

Sorokin E.V. Method of interpretation algorithm flowchart to petri net for programming intelligent agents

-
5. **Букачев Д.С.** Об одном методе многофакторной кластеризации объектов **31**

Bukachev D.S. About one multi-factor clustering objects method

-
6. **Федулов А.С., Борисов В.В., Сеньков А.В.** Карта процессов взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления **35**

Fedulov A.S., Borisov V.V., Senkov A.V. Map of interaction processes between subjects and objects of regional management

-
7. **Балашов О.В.** Применение программных ситуационных моделей управления социально-экономическими системами **41**

Balashov O.V. Application of program situational models of management of social-economic systems



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.82

НЕЧЕТКАЯ ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМИ РИСКАМИ СЛОЖНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ ВУЗА¹

Сеньков А.В.¹, Бобряков А.В.²

1. Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет МЭИ» в г. Смоленске Россия, (214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, дом 1); e-mail: a.v.senkov@mail.ru
2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет МЭИ» Россия, (111250 Москва, улица Красноказарменная, дом 17); e-mail: avbob@mail.ru

Рассмотрены особенности комплексных рисков сложной экономической системы. Построена онтологическая модель, отражающая все термины сферы управления комплексными рисками сложной экономической системы и связи между ними. Описан способ введения нечеткости в онтологическую модель. Приведен фрагмент онтологической модели для мониторинга и управления комплексными рисками экономической деятельности ВУЗа. Рассмотрен способ построения предложенной нечеткой онтологической модели, готовой к дальнейшему применению для мониторинга и управления комплексными рисками сложных экономических систем.

Ключевые слова: нечеткая онтологическая модель, способ построения, мониторинг и управление комплексными рисками, сложная экономическая система.

FUZZY ONTOLOGIC MODEL OF MONITORING AND MANAGEMENT OF COMPLEX RISKS OF THE COMPLEX ECONOMIC SYSTEM ON THE EXAMPLE OF HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Senkov A.V.¹, Bobryakov A.V.²

1. The Branch of Federal state budgetary educational institution of higher education "National research University Moscow power engineering Institute" in Smolensk, Russia, 214013, Smolensk, Energeticheski proezd, 1; e-mail: a.v.senkov@mail.ru
2. Federal state budgetary educational institution of higher education "National research University Moscow power engineering Institute", Russia, 111250, Moscow, Krasnokazarmennaya str. 17; e-mail: avbob@mail.ru

Features of complex risks of a complex economic system are considered. The ontologic model reflecting all terms of the sphere of management of complex risks of a complex economic system and communication between them is

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-37-60059 мол_а_дк

constructed. The method of introduction of an illegibility to ontologic model is described. The fragment of ontologic model for monitoring and management of complex risks of economic activity of higher education institution is given. The method of creation of the offered indistinct ontologic model ready to further application for monitoring and management of complex risks of complex economic systems is considered.

Key words: fuzzy ontologic model, creation method, monitoring and management of complex risks, complex economic system.

Анализ показателей экономической деятельности российских вузов, основанный на работах [1-3] показал, что как правило, риски являются не просто отдельными событиями, имеющими некоторый источник и последствия, но и могут выстраиваться в некоторые цепочки, объединенные причинно-следственными, хронологическими или другими типами связей.

С другой стороны, проведенный обзор моделей [4-7], применимых для управления рисками показал, что наиболее гибкой моделью для построения произвольных связей и зависимостей является модель онтологий.

Онтологическая модель мониторинга и управления комплексными рисками

Онтологическая модель формально определяется следующим образом [8, 9]:

$$O = \langle C, R, F \rangle ,$$

где C - конечное множество понятий (концептов) предметной области, которую определяет онтология O ;

R – конечное множество отношений между понятиями ПО;

F – конечное множество функций интерпретации (аксиоматизация), заданных на понятиях и/или отношениях онтологии O .

Данная онтологическая модель не удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к модельному обеспечению мониторинга и управления комплексными рисками. Она не способна учитывать всю полноту информации о комплексном риске. Так, например, в данном описании онтологии не хватает атрибутов понятий модели и описания неопределённости отношений между понятиями модели. Для решения задачи мониторинга и управления комплексными рисками требуется расширенное описание модели онтологии, которое, в свою очередь, удовлетворит уже всем предъявленным требованиям.

В качестве такой модели предлагается использовать нечеткую онтологическую модель FO вида [10]:

$$FO = \langle C, A, R, F \rangle ,$$

где C – конечное множество понятий (концептов) предметной области, которую определяет онтология FO ;

A – конечное множество атрибутов понятий;

R – конечное множество нечётких отношений между понятиями ПО;

F – конечное множество аксиом, заданных на понятиях и/или отношениях онтологии FO .

Использование в качестве входных данных последствий реализации комплексных рисков, а в качестве выходных данных – причин реализации риска, предполагает включение в состав модели следующих слоев:

1. слой источников рисков;
2. слой негативных событий;
3. слой последствий реализации рисков;
4. слой мероприятий по управлению рисками.

Понятия в предлагаемой онтологической модели имеют отношения 2-х типов: отношения типа «Обуславливает», предполагающее возможность влияния одной сущности на другую, и отношения типа «включает», предполагающее уточнение понятия набором понятий более низкого уровня. Так, на рисунке 1 представлена нечеткая онтологическая модель, иллюстрирующая отношения типа «обуславливает» в задачах мониторинга и управления комплексными рисками.

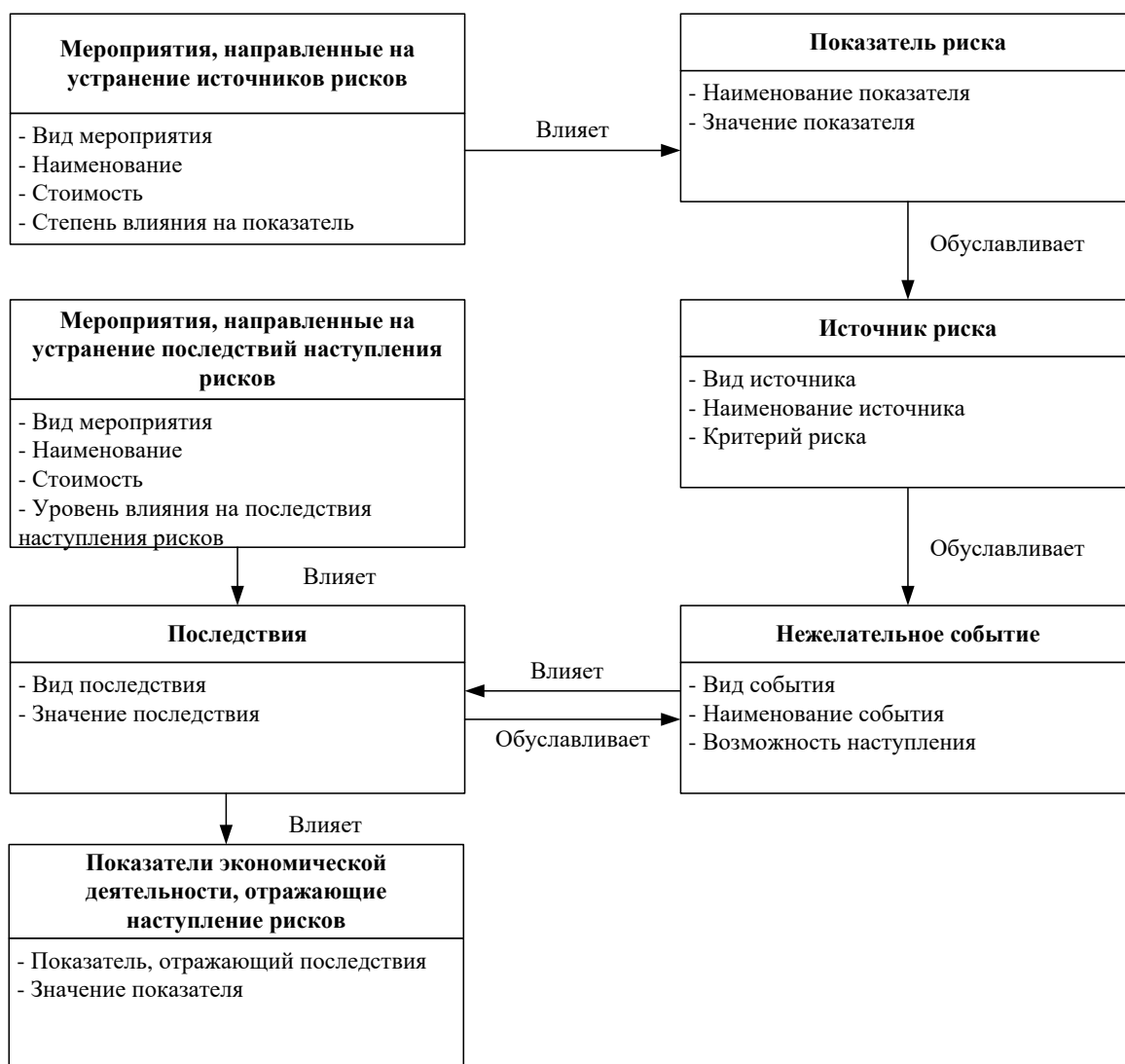


Рисунок 1 – Пример отношений типа «Обуславливает»

Нечёткая онтологическая модель содержит три типа отношений:

- отношения иерархического типа;
- отношения типа «обуславливает»;
- отношения типа «влияет».

Отношения иерархического типа описывают некоторую иерархическую структуру. Как правило, отношения такого типа применяются при описании показателей, относящихся к рискам (показатели риска и показатели экономической деятельности, отражающие наступление рисков).

Отношения типа «Обуславливает» предполагают некоторую причинно-следственную связь между элементами модели. Эта связь может быть также описана некоторой оценки возможности вызова одного элемента модели другим.

Отношения типа «Влияет» предполагает наличие оценки степени влияния одного элемента модели на другой. Такие отношения, как правило, несут уровень последствий или уровень снижения последствий.

Модель должна быть основана на нечетком подходе, поскольку большинство оценок персонала, касающихся реализации рисков, являются качественными и управление рисками проводится в условиях неопределённости отношений между понятиями [10]. В качестве инструмента введения нечеткости используются веса w_{ij} между понятиями модели для отношений типа «вызывает». Веса w_{ij} задаются нечёткими переменными $\langle W_i, D_{W_i}, \tilde{C}_{W_i} \rangle$, где $i \in I = \{1, 2, \dots, r\}$, r – количество отношений между понятиями модели, D_{W_i} – базовое множество нечёткой переменной, \tilde{C}_{W_i} – нечёткое множество в базовом множестве D_{W_i} , описывающее данную переменную.

Функция принадлежности нечёткого множества нечёткой переменной может быть задана с помощью гауссовой функции. Таким образом, нечёткие отношения типа «вызывает» будут описываться двойкой чисел $[x_1, x_2]$, где x_1 – коэффициент концентрации функции принадлежности, а x_2 – координата максимума функции принадлежности.

На рисунке 2 приведен фрагмент нечеткой онтологической модели для мониторинга и управления рисками экономической деятельности вуза.

Следует отметить, что связи между нежелательными событиями могут быть как прямыми, так и опосредованными. Так, например, нежелательное событие «снижение количества абитуриентов» зависит от «снижения качества подготовки студентов» не напрямую, а через репутационный ущерб, причиняемый филиалу, совместно с другими нежелательными событиями, приводящими к такому ущербу. «Снижение качества результатов будущих НИР и ОКР» влияет на «Отказ предприятий и научных фондов от сотрудничества с филиалом по вопросам НИР и ОКР» непосредственно.

В качестве последствий наступления нежелательных событий рассматривается репутационный и экономический ущерб.

К показателям экономической деятельности, отражающим наступление рисков относятся:

- поступления от реализации образовательных программ высшего образования;
- поступления от реализации дополнительных профессиональных программ;

- поступления от проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
 - поступления от реализации программ подготовки кадров высшей квалификации.
- Мероприятия, направленные на устранение или снижение последствий рисков представлены следующими:
- проведение популяризационных мероприятий: конкурсов, общественных мероприятий и т.д.;
 - реклама филиала в средствах массовой информации.

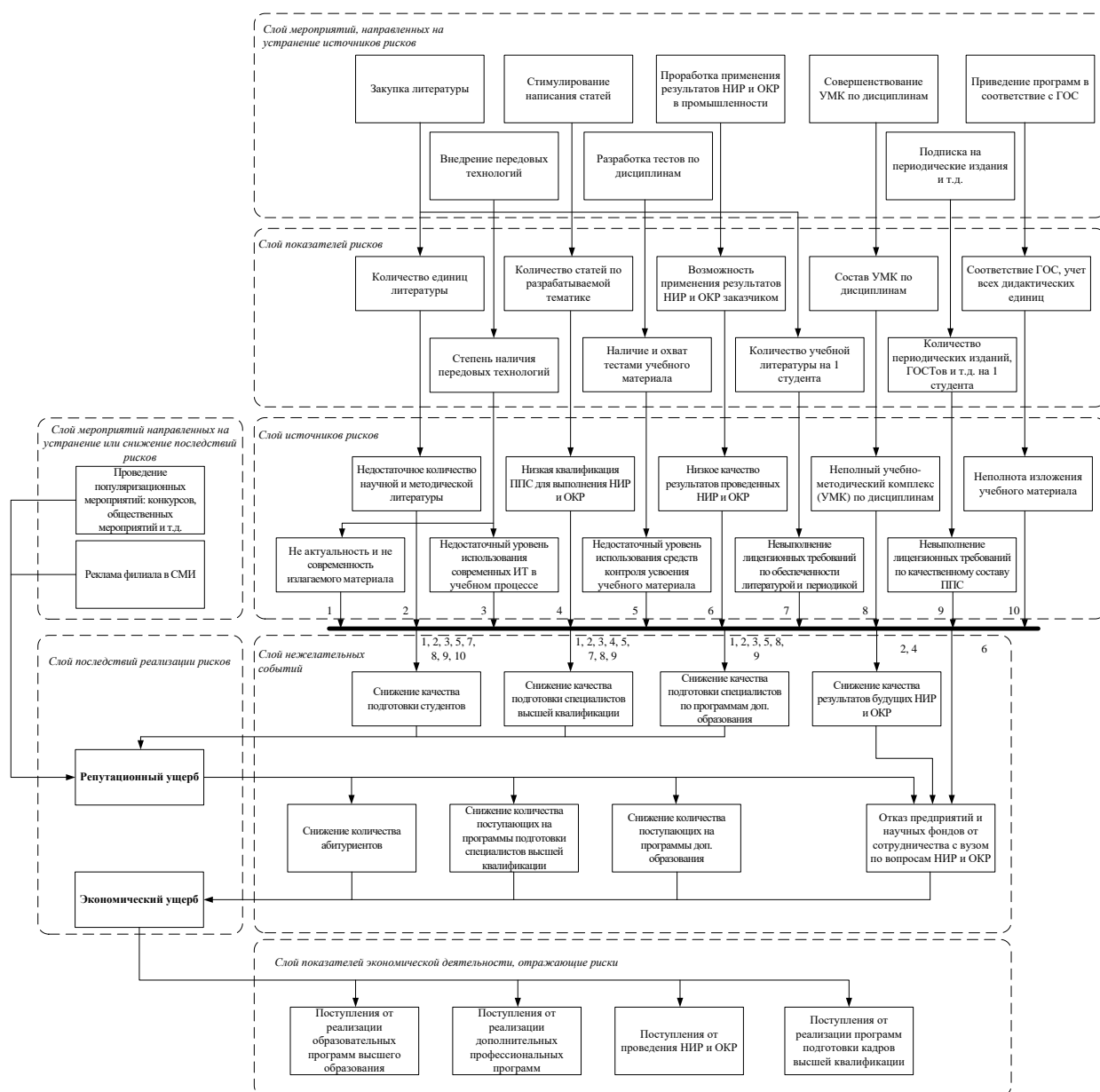


Рисунок 2 – Фрагмент нечеткой онтологической модели для мониторинга и управления комплексными рисками экономической деятельности вуза

Мероприятия, направленные на устранение источников рисков включают:

- закупку литературы;

- внедрение передовых технологий;
- стимулирование написания статей профессорско-преподавательским составом;
- разработка тестов по дисциплинам;
- проработка применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в промышленности;
- совершенствование УМК по дисциплинам;
- подписка на периодические издания, нормативно-правовую документацию и т.д.;
- приведение программ в соответствие с ГОС.

Способ построения модели включает в себя следующие этапы.

Этап 1. Анализ особенностей и условий функционирования филиала вуза, для которого решается задача управления комплексными рисками экономической деятельности.

На этом этапе разработчик модели должен определить ключевые требования, связанные с границами моделируемой области знаний, степенью детализации выделения понятий, учитывая контекст разработки онтологической модели. То есть определяются требования, необходимые для решения задачи управления рисками экономической деятельности филиала вуза.

Также в рамках этого этапа выполняется анализ особенностей функционирования филиала, анализ влияний, оказываемых внешними факторами; выявление специфических особенностей функционирования филиала.

Выполнение данного этапа происходит на основе изучения нормативно-правовых документов и специальной литературы, касающихся деятельности вуза [11]. При недостаточном уровне документированности деятельности уже на ранних стадиях построения онтологической модели возможно привлечение экспертов, обладающих обширным опытом и глубиной знаний для решения задачи анализа особенностей функционирования филиала.

Этап 2. Выделение базовых понятий предметной области: $C = \{C_1, C_2, \dots, C_p\}$ – множество понятий.

При формировании базовых понятий рекомендуется выделять основные термины предметной области из различных документов, сохраняя информацию о документе-источнике. Это необходимо для упрощения работы на этапе распределения концептов по семантическим слоям, а также построения ссылок из концептов на документы.

Этап 3. Определение высоты «дерева онтологий» (семантических слоёв модели).

Слой отражает структуру понятий, связанных с определённым направлением исследования или конкретной задачей. Благодаря многослойной организации онтологической модели даже сложные онтологии становятся легко читаемыми и понятными для пользователя.

Этап 4. Распределение понятий по слоям модели.

Шаг 1. Выделение понятий, относящихся к слою «Показатели рисков».

Шаг 2. Выделение понятий, относящихся к слою «Источники рисков».

Шаг 3. Выделение понятий, относящихся к слою «Нежелательные события».

Шаг 4. Выделение понятий, относящихся к слою «Последствия реализации рисков».

Шаг 5. Выделение понятий, относящихся к слою «Показатели экономической деятельности, отражающие риски».

Шаг 6. Выделение понятий, относящихся к слою «Мероприятия, направленные на устранение или снижение последствий рисков».

Шаг 7. Выделение понятий, относящихся к слою «Мероприятия, направленные на устранение источников рисков».

При выполнении данного этапа следует ориентироваться на принадлежность понятий к документам-источникам, заведомо связанным с теми или иными слоями онтологии.

Этап 5. Описание атрибутов понятий: $A^i = \{A_1^i, A_2^i, \dots, A_n^i\}$ – множество понятий i -го атрибута.

Каждый атрибут имеет, по крайней мере, наименование и значение (или его аналог) и используется для хранения информации, которая специфична для объекта и привязана к нему.

Этап 6. Формирование экземпляров понятий.

Экземпляры являются основными нижеуровневыми компонентами онтологии.

Этап 7. Задание отношений между понятиями: $R = \{R_1, R_1, \dots, R_v\}$ – множество отношений.

Шаг 1. Определение иерархических отношений.

Нужно для каждого понятия попытаться обнаружить надкласс и подклассы. Возможно, таким образом, будут выявлены новые понятия (после консультаций с экспертами нужно либо отказаться от выявленных понятий, либо внести их в модель). Результатом первого шага являются несколько (не менее одной) иерархий, то есть допускается наличие нескольких не связанных между собой подмножеств концептов [12].

Шаг 2. Определение отношений типа «обуславливает».

Данный тип отношений отражает возможность наступления «вызываемого» понятия модели при наступлении основного «вызывающего» понятия.

Шаг 3. Определение отношений типа «влияет».

Данный тип отношений отражает влияния одного понятия на другое.

На данном этапе строятся отношения всех типов без присвоения весов нечётких отношений.

Этап 8. Введение нечёткости в модель.

В качестве инструмента введения нечеткости используются веса w_{ij} между понятиями модели для отношений типа «вызывает». Веса w_{ij} задаются нечёткими переменными $\langle W_i, D_{W_i}, \tilde{C}_{W_i} \rangle$, где $i \in I = \{1, 2, \dots, r\}$, r – количество отношений между понятиями модели, D_{W_i} – базовое множество нечёткой переменной, \tilde{C}_{W_i} – нечёткое множество в базовом множестве D_{W_i} , описывающее данную переменную.

Построение модели происходит на основе консультаций с экспертами предметной области, изучения специальной литературы и официальных документов, касающихся деятельности филиала вуза.

Предложенная онтологическая модель отличается:

1. оригинальной структурой, обеспечивающей как решение задач мониторинга наступления рисков экономической деятельности сложных экономических систем и управления такими рисками;
2. введением неопределенности отношений различных типов между понятиями модели;

3. предложенным способом построения модели для мониторинга и управления комплексными рисками экономической деятельности сложных экономических систем.

Список литературы

1. Т.П. Костюкова, И.А. Лысенко Образовательное учреждение как объект управления в условиях риска, Вестник УНАТУ Т.15, № 5 (45) С.208-215.
2. Лысенко И.А. Механизмы и модели процесса управления рисками многопрофильного образовательного учреждения: дис. ... канд. техн. наук. Уфимский гос. авиационный технический университет, Уфа, 2012
3. Греченко Д.А., Чулюков В.А. Структурная компонента модели организационного управления высшим учебным заведением // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 4 – С. 13-16
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. – Введ. 2011–01–01. – М. : Стандартиформ, 2012. – 70 с.
5. Борисов В. В. Мониторинг рисков на основе нечетких когнитивных моделей / В.В. Борисов, И.В. Абраменкова, М.А. Балабаев, Ю.Г. Бояринов // Программные продукты и системы. 2007. Т. 78. – № 2. – С. 61–64.
6. PMBOK. – Pennsylvania: Project Management Institute, 2008
7. Minsky M. L. A framework for representing knowledge / M. L. Minsky // The Psychology of Computer Vision. – 1975. – pp. 211-277
8. Варшавский П.Р. Применение онтологического подхода для реализации поиска решения на основе прецедентов в интеллектуальных системах для поддержки принятия решений / П.Р. Варшавский, Р.В. Алёхин, З.Л. Кхайнг // Сборник научных статей по итогам тринадцатой национальной конференции по искусственному интеллекту. В 3-х т. Т 3. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012 — С. 72-77.
9. Добров Б.В. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения: учеб. пособие / Б.В. Добров, В. В. Иванов, Н. В. Лукашевич, В. Д. Соловьев – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 173 с.
10. И.С. Занегин, А.В. Сеньков Модель и способы мониторинга комплексных рисков в сложных организационно-технических системах // Сборник научных статей по итогам Четвертой Международной научно-практической конференции. В 2-х т. Т 2. – Смоленск: Смоленский филиал Российского университета кооперации, 2015. – С.172-176
11. Ларичев, О. И. Выявление экспертных знаний / О.И. Ларичев, А.И. Мечитов, Е.М. Мошкович. – М.: Наука, 1996. – 128 с.
12. Noy N.F. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology / N.F. Noy, D.L. McGuinness // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880. – 2001. – 23 p.

References

1. T.P. Kostjukova, I.A. Lysenko Obrazovatel'noe uchrezhdenie kak ob#ekt upravlenija v uslovijah riska, Vestnik UNATU T.15, № 5 (45) pp.208-215.
2. Lysenko I.A. Mehanizmy i modeli processa upravlenija riskami mnogoprofil'nogo obrazovatel'nogo uchrezhdenija: dis. ... kand. tehn. nauk. Ufimskij gos. aviacionnyj tehničeskij universitet, Ufa, 2012
3. Grechenko D.A., Chuljukov V.A. Strukturnaja komponenta modeli organizacionnogo upravlenija vysshim uchebnym zavedeniem // Sovremennye naukoemkie tehnologii. – 2010. – № 4 – pp. 13-16

4. GOST R ISO/MJeK 31010–2011. Menedzhment riska. Metody ocenki riska. – Vved. 2011–01–01. – М. : Standartinform, 2012. – 70 p.
 5. Borisov V. V. Monitoring riskov na osnove nechetkih kognitivnyh modelej / V.V. Borisov, I.V. Abramenkova, M.A. Balabaev, Ju.G. Bojarinov // Programmnye produkty i sistemy. 2007. T. 78. – № 2. – pp. 61–64.
 6. PMBOK. – Pennsylvania: Project Management Institute, 2008
 7. Minsky M. L. A framework for representing knowledge / M. L. Minsky // The Psychology of Computer Vision. – 1975. – pp. 211-277
 8. Varshavskij P.R. Primenenie ontologicheskogo podhoda dlja realizacii poiska reshenija na osnove precedentov v intellektual'nyh sistemah dlja podderzhki prinjatija reshenij / P.R. Varshavskij, R.V. Aljohin, Z.L. Khaing // Sbornik nauchnyh statej po itogam trinadcatoj nacional'noj konferencii po iskusstvennomu intellektu. V 3-h t. T 3. – Belgorod: Izd-vo BGTU, 2012 — pp. 72-77.
 9. Dobrov B.V. Ontologii i tezaury: modeli, instrumenty, prilozhenija: ucheb. posobie / B.V. Dobrov, V. V. Ivanov, N. V. Lukashevich, V. D. Solov'ev – М.: BINOM. Laboratorija znaniy, 2009. – 173 p.
 10. I.S. Zanezin, A.V. Sen'kov Model' i sposoby monitoringa kompleksnyh riskov v slozhnyh organizacionno-tehnicheskikh sistemah // Sbornik nauchnyh statej po itogam Chetvertoj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 2-h t. T 2. – Smolensk: Smolenskij filial Rossijskogo universiteta kooperacii, 2015. – pp.172-176
 11. Larichev, O. I. Vyjavlenie jekspertnyh znaniy / O.I. Larichev, A.I. Mechitov, E.M. Moshkovich. – М.: Nauka, 1996. – 128 sNoy N.F. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology / N.F. Noy, D.L. McGuinness // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880. – 2001. – 23 p.
 12. Noy N.F. Ontology development 101: A guide to creating your first ontology / N.F. Noy, D.L. McGuinness // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880. – 2001. – 23 p.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.896

ГРАДИЕНТНЫЙ СПОСОБ КОРРЕКЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОДУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ ТАКАГИ-СУГЭНО

Букачев Д.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Смоленский государственный университет, Россия (214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4); e-mail: dsbuka@yandex.ru

Статья посвящена изложению конструктивного подхода к коррекции параметров производственной модели типа Такаги-Сугэно, с использованием совокупности обучающих примеров. В ходе апробации предложенного подхода сделано заключение о значительном превосходстве данного способа обучения над способом, основанном на генетическом алгоритме в скорости обучения. Также отмечена большая ошибка обучения, которая, однако, может быть нивелирована повторным запуском алгоритма.

Ключевые слова: нечеткая производственная модель Такаги-Сугэно, алгоритм обучения.

GRADIENT METHOD CORRECTION PARAMETERS PRODUCTION MODEL TAKAGI-SUGENO

Bukachev D.S.

Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk State University, Russia (214000, Smolensk, street Przewalski, 4); e-mail: dsbuka@yandex.ru

The article is devoted to the presentation of a constructive approach to the correction parameters of production model is based on the algorithm of fuzzy Takagi-Sugeno output, using a plurality of training examples. During approbation of the offered approach the inference about the significant superiority of this method of training over a method based on the genetic algorithm in training speed is made. The big error of training which, however, can be leveled by restart of an algorithm is also marked.

Key words: Takagi-Sugeno fuzzy inference model, study algorithm.

В настоящее время, для решения задач интеллектуальной поддержки принятия решений и принятия интеллектуальных решений широко применяются нечеткие производственные модели: Такаги-Сугэно [1], Сугэно 0-го порядка [2], Мамдани [3], Ларсена [4], Цукамото [5] и др. В [6] проведен сравнительный анализ моделей Сугэно 0-го порядка и Мамдани. Модели применялись в качестве универсального аппроксиматора мнения эксперта, представляющего собой нелинейную функцию. Модели сравнивались с точки зрения точности получаемых результатов и скорости обучения модели с использованием подхода, основанного на

генетическом алгоритме, рассмотренном также в [7]. В настоящей статье изложен конструктивный подход к коррекции параметров продукционной модели Такаги-Сугэно, основанный на методе градиентного спуска с использованием совокупности обучающих примеров, и проведен сравнительный анализ подходов к обучению нечеткой продукционной модели типа Такаги-Сугэно с использованием предложенного способа и способа, основанного на генетическом алгоритме.

Основные обозначения (по Такаги-Сугэно) [8, 9].

Пусть система правил Π_i ($i = \overline{1, n}$) имеет вид:

$$\Pi_i: \text{если } x_1 \text{ есть } A_{i1}, \dots, x_k \text{ есть } A_{ik}, \text{ то } y = \sum_{j=1}^k c_{ij} x_j + c_{i0}. \quad (1)$$

Введем в рассмотрение следующие функции:

$$\alpha_i(x_1; \dots; x_k) = \min\{\mu_{A_{i1}}(x_1); \dots; \mu_{A_{ik}}(x_k)\}. \quad (2)$$

В результате дефаззификации получим четкое значение выходной переменной:

$$y_T = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\alpha_i(x_1; \dots; x_k) \left(\sum_{j=1}^k c_{ij} x_j + c_{i0} \right) \right)}{\sum_{i=1}^n \alpha_i(x_1; \dots; x_k)}, \quad (3)$$

где переменные x_1, \dots, x_k определены некоторым набором значений x_1, \dots, x_k .

Будем считать, что обучающая выборка представляет собой совокупность примеров вида:

$$(x_1; \dots; x_k)_l \rightarrow y_l. \quad (4)$$

Рассмотрим один из подходов, позволяющих с использованием совокупности обучающих примеров скорректировать параметры c_{ij} ($j = \overline{0, k}$) в рамках допустимых отрезков значений $[c_{ij \min}; c_{ij \max}]$.

Алгоритм обучения включает следующие шаги.

Шаг 1. Инициализация параметров c_{ij} .

Шаг 2. Для каждого обучающего примера вида (4) определим значения переменных $(x_1; \dots; x_k)$ набором из выбранного примера $(x_1; \dots; x_k)_l$ и вычислим Δy по формуле:

$$\Delta y = y_l - y_T, \quad (5)$$

где y_T вычисляется по формуле (3).

Шаг 3. Выберем обучающий пример с максимальным значением $|\Delta y|$.

y_T , по сути, является функцией параметров c_{ij} . Изменение параметров c_{ij} в общем случае повлечет за собой изменение значения y_T выходной переменной.

Значение y_T выходной переменной, полученной при замене параметра c_{ij} на c_{ij} , будем обозначать так:

$$y_T(c_{ij} = c_{ij}). \quad (6)$$

Следует отметить, что для получения $y_T(c_{ij} = c_{ij})$ требуется выполнить пересчет y_T по формуле (3).

Корректировку параметров c_{ij} проведем по схеме:

$$c_{ij} = \min \left\{ \max \left\{ c_{ij \min}; c_{ij} + \text{sign}(\Delta y) \eta \frac{\partial y_T}{\partial c_{ij}} \right\}, c_{ij \max} \right\}, \quad (7)$$

где η – константа, определяющая скорость обучения, а $\frac{\partial y_T}{\partial c_{ij}}$ можно вычислить по формуле:

$$\frac{\partial y_T}{\partial c_{ij}} = \begin{cases} \frac{\alpha_i(x_1; \dots; x_k)}{\sum_{s=1}^n \alpha_s(x_1; \dots; x_k)}, & j = 0; \\ \frac{\alpha_i(x_1; \dots; x_k) x_j}{\sum_{s=1}^n \alpha_s(x_1; \dots; x_k)}, & j > 0. \end{cases} \quad (8)$$

Если в результате корректировки значение c_{ij} не изменилось, в следующей итерации требуется заблокировать выбор данного обучающего примера.

Шаг 4. Если достигнуто предельное число итераций, останавливаем процесс корректировки. В противном случае переходим к шагу 2.

Таким образом, предлагаемый подход позволяет корректировать параметры производственной модели Такаги-Сугэно в соответствии с предпочтениями ЛППР.

В целях апробации полученных результатов настоящий алгоритм был реализован языковыми средствами C++ в Qt Creator. Обучающая выборка состояла из 50 примеров. Результаты моделирования обучения производственной модели Сугэно 0-го порядка в сравнении с результатами, полученными в [3] с использованием генетического алгоритма, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты моделирования обучения продукционной модели Сугэно 0-го порядка

№ п/п	Показатель	Генетический алгоритм	Градиентный способ
1	2	3	4
1	Среднее время, необходимое на одну итерацию алгоритма	0,0025	0,0004
2	Среднее число итераций, необходимых для обучения модели	4986	3182
3	Средняя ошибка модели после 1000 итераций алгоритма	0,0012	0,0031

Несмотря на существенный прирост производительности при коррекции параметров модели градиентным способом, средняя ошибка модели после 1000 итераций алгоритма, как и ожидалось, получилась несколько выше, поскольку градиентный способ коррекции в общем случае, как известно, подвержен «застреванию» в локальных минимумах. Тестирование показало, что данная проблема устранима с достоверностью 0,98 при выборе другого начального приближения.

Список литературы

1. T. Takagi, M. Sugeno, "Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control", IEEE Transaction on Systems Man Cybernetics, Vol. 15, pp. 116-132, 1985.
2. Sugeno, M., and Murakami K., "Fuzzy Parking Control of Model Car," Proceedings 23rd IEEE Conf. on Decision and Control, Las Vegas, 1984
3. E. H. Mamdani, "Applications of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plants", IEEE Proceedings, pp.1585-1588, 1974.
4. P. M. Larsen, "Industrial applications of fuzzy logic control," Int. J. Man Mach. Studies, Vol. 12, No. 1, pp. 3-10, 1980.
5. Y. Tsukamoto (1979). An Approach to Fuzzy Reasoning Method. In M.M. Gupta, R.K Ragade, and R.R. Yager (Eds.), Advances in Fuzzy Set Theory and Applications, North-Holland, Amsterdam, pp. 137–149.
6. Генетический алгоритм обучения системы нечеткого вывода / М.И. Зернов, В.И. Сак-Саковский, А.В. Сеньков, Д.С. Букачев // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – Москва, 2016. – №7. – С. 57-60.
7. Tzung-Pei Hong, Chun-Hao Chen, Wei-Tee Lin, Chen-Sen Ouyang, "Learning Membership Functions in Takagi-Sugeno Fuzzy Systems by Genetic Algorithms", Intelligent Information and Database Systems, Asian Conference. pp 301-306, 2009, doi:10.1109/ACIIDS.2009.18
8. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. Изд. 2 стереотип. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012.
9. Борисов, В.В. Основы нечеткого логического вывода. Учебное пособие для вузов. - Серия «Основы нечеткой математики». Вып. 4. / В.В. Борисов, А.С. Федулов, М.М. Зернов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2014.

References

1. T. Takagi, M. Sugeno, "Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control", IEEE Transaction on Systems Man Cybernetics, Vol. 15, pp. 116-132, 1985.

2. Sugeno, M., and Murakami K., "Fuzzy Parking Control of Model Car," Proceedings 23rd IEEE Conf. on Decision and Control, Las Vegas, 1984
 3. E. H. Mamdani, "Applications of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plants", IEEE Proceedings, pp.1585-1588, 1974.
 4. P. M. Larsen, "Industrial applications of fuzzy logic control," Int. J. Man Mach. Studies, Vol. 12, No. 1, pp. 3-10, 1980.
 5. Y. Tsukamoto (1979). An Approach to Fuzzy Reasoning Method. In M.M. Gupta, R.K Ragade, and R.R. Yager (Eds.), Advances in Fuzzy Set Theory and Applications, North-Holland, Amsterdam, pp. 137–149.
 6. Geneticheskij algoritm obuchenija sistemy nechetkogo vyvoda / M.I. Zernov, V.I. Sak-Sakovskij, A.V. Sen'kov, D.S. Bukachev // Nejrokomp'jutery: razrabotka, primenenie. – Moskva, 2016. – №7. – S. 57-60.
 7. Tzung-Pei Hong, Chun-Hao Chen, Wei-Tee Lin, Chen-Sen Ouyang, "Learning Membership Functions in Takagi-Sugeno Fuzzy Systems by Genetic Algorithms", Intelligent Information and Database Systems, Asian Conference. pp 301-306, 2009, doi:10.1109/ACIIDS.2009.18
 8. Borisov V.V., Kruglov V.V., Fedulov A.S. Nechetkie modeli i seti. Izd. 2 stereotip. – M.: Gorjachaja linija – Telekom, 2012.
 9. Borisov, V.V. Osnovy nechetkogo logicheskogo vyvoda. Uchebnoe posobie dlja vuzov. - Serija «Osnovy nechetkoj matematiki». Vyp. 4. / V.V. Borisov, A.S. Fedulov, M.M. Zernov. - M.: Gorjachaja linija - Telekom , 2014
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.02

МЕТОД ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С АДАПТИВНЫМ СОГЛАСОВАНИЕМ ЭКСПЕРТНЫХ ДАННЫХ

Балашов О.В., Кондратова Н.В.

Смоленский филиал Российского университета кооперации, Россия (214018, г. Смоленск, пр. Гагарина, 58); e-mail: smolensk@rucoop.ru

Предлагается метод, предназначенный для решения задачи принятия решений в условиях неопределённости, причиной возникновения которой является нечёткость представления информации, а источником – недостаточная степень уверенности лица, принимающего решения (ЛПР) в правильности исходных данных, полученных от экспертов. Под принятием решения подразумевается целевой выбор на множестве альтернатив. Альтернативы описываются с помощью наиболее существенных свойств, характеризующихся количественными или качественными значениями показателей.

Ключевые слова: принятие решений в условиях неопределенности, метод поддержки принятия решений.

DECISION-MAKING METHOD WITH THE ADAPTIVE COORDINATION OF EXPERT DATA

Balashov O.V., Kondratova N.V.

Smolensk branch of the Russian university of cooperation, Smolensk, Russia (214018, Smolensk, Gagarin ave., 58); e-mail: smolensk@rucoop.ru

The method intended for the decision of the task of decision-making in the conditions of uncertainty is offered. Unsharpness of information representation is an origin of uncertainty. The insufficient level of confidence of the decision maker in correctness of the basic data obtained from experts is considered by a source of uncertainty. Decision-making is meant as a target choice on a set of alternatives. Alternatives are described by means of the most essential properties which are characterized by the quantitative or qualitative measure values.

Key words: decision-making in the conditions of uncertainty, a decision-making support method.

Процесс принятия решений в организационно-технических системах, как правило, выполняется с использованием информационно-расчетных задач и моделей. Это сложные многоэтапные комбинированные модели, состоящие из автоматических, автоматизированных и ручных процедур. Автоматизация процесса управления невозможна без автоматизации входящего в него процесса принятия решений. В зависимости от степени охвата техническими устройствами процедур, выполняемых людьми, можно судить о степени автоматизации этих процессов.

Известно, что в организационных системах, очень трудно оценить качество принятых решений из-за большого субъективизма целевой направленности действий ЛПР, или, тем более, коллективов людей. Принятые в таких системах решения часто основываются на личном опыте ЛПР и его субъективном мнении, формирующем необъяснимую даже им самим систему предпочтений. Такие решения могут проверить и оценить только эксперты, имеющие богатый опыт работы в предметной области решаемой задачи. Как вывод, оценка качества принятых решений в организационно-технических системах крайне субъективна.

При принятии решений задается множество альтернатив, каждая из которых описывается через значения выбранных показателей. На основе сравнительных экспертных оценок показателей альтернатив, представленных в виде нечёткого лингвистического отношения предпочтений на базе конечного, линейно упорядоченного множества – набора лингвистических значений свойств альтернатив, например, таких, как: «не предпочтительно», «не намного предпочтительнее», «намного предпочтительнее», «не сравнимо предпочтительнее», необходимо решить задачу выбора наиболее предпочтительной альтернативы при недопустимом уровне несогласованности экспертных оценок.

В том случае, когда все альтернативы могут быть описаны через выбранные показатели свойств, а сами показатели могут быть сравнимы между собой и объединены в комплексный показатель, задача выбора наиболее предпочтительной альтернативы решается на основе построенной иерархической древовидной структуры системы показателей методами ELECTRE [1] или с использованием многомерной функции полезности [2].

Однако на практике при принятии решений, на этапе построения модели системы предпочтений, у экспертов возникают затруднения в сравнении показателей свойств между собой, а также при сравнении альтернатив по каждому из показателей из-за нечёткой формы представления знаний и неуверенности экспертов в своих суждениях. Переход от логико-лингвистической шкалы отношений и полученных на её основе качественных характеристик к количественным оценкам, представляющим собой отношения предпочтения рассматриваемых свойств альтернатив, выполняется на основе переходной шкалы (таблица 1) [3, 4].

Таблица 1 – Переходная таблица

Значение показателя отношения предпочтения	Значение лингвистической переменной по логико-лингвистической шкале (ЛЛШ)
1	Одинаково предпочтительны
3	Ненамного предпочтительнее
5	Существенно предпочтительнее
7	Значительно предпочтительнее
9	Несравненно предпочтительнее
2,4,6,8	Промежуточные величины

Однако переход из одной шкалы измерения и другую приводит к появлению дополнительных ошибок. Кроме того, в системе экспертных данных уже существует другой вид ошибок. Эти ошибки вызваны несогласованностью экспертных оценок. Такая несогласованность возникает:

- во-первых, при недостаточной степени уверенности эксперта в правильности сравнительных оценок альтернатив по каждому из показателей в отдельности (несогласованность оценок по одному показателю);

- во-вторых, при недостаточной степени уверенности эксперта в правильности сравнительных оценок самих показателей (несогласованность оценок по нескольким показателям при согласованности всех экспертных оценок по каждому из них);

- в-третьих, при одновременной недостаточной степени уверенности эксперта в правильности своих оценок как при сравнении показателей между собой, так и при сравнении альтернатив по каждому из показателей.

При допустимом (субъективно определяемом) уровне несогласованности экспертные оценки могут использоваться для определения численных значений коэффициентов важности (рангов) показателей свойств и сравнения альтернатив по выбранным показателям. При превышении допустимого уровня несогласованности оценок ставится под сомнение достоверность результатов выбора наиболее предпочтительной альтернативы, а, следовательно, и надежность принятого решения.

Физическая интерпретация предложенного способа заключается в том, что при выполнении условий связности и транзитивности все оценки должны быть связаны между собой. Эта связь особенно наглядно проявляется в том случае, когда экспертные оценки получены при парном сравнении рассматриваемых показателей свойств методом отношений. В этом случае по численным значениям оценок только одной строки матрицы парных сравнений могут быть найдены все остальные значения оценок.

Способ коррекции несогласованных экспертных данных использует результаты, полученные методом определения доли относительной интенсивности альтернатив (или отношений) и состоит из следующих процедур:

- преобразование экспертных оценок, полученных в виде численных значений функции принадлежности, в оценки функции отношения предпочтения при парном выражении предпочтения как доли относительной интенсивности (шкала отношений предпочтения);

- определение рангов показателей свойств как доли суммарной интенсивности всех оценок по каждому; из свойств в интегральной оценке всех свойств (нормированная интервальная шкала оценок);

- обратное преобразование интервальных оценок в согласованные оценки по шкале отношений и заполнение полученными данными обратно симметричной матрицы отношений предпочтений.

Основное содержание способа коррекции данных состоит в преобразовании экспертных оценок, полученных в виде функции принадлежности $\mu_R(d_k, d_f)$ в оценки функции отношения предпочтения W_{kf} .

$$W_{kf} = W(d_k, d_f) = \frac{\mu_R(d_k, d_f)}{\mu_R(d_f, d_k)}. \quad (1)$$

и представлении их в виде отношения предпочтения сравниваемых показателей a, b, c, d, объединенных в обратно симметричную матрицу.

$$N = \begin{pmatrix} 1 & W_{12} & W_{13} & W_{14} \\ W_{21} & 1 & W_{23} & W_{24} \\ W_{31} & W_{32} & 1 & W_{34} \\ W_{41} & W_{42} & W_{43} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{a}{b} & \frac{a}{c} & \frac{a}{d} \\ \frac{b}{a} & 1 & \frac{b}{c} & \frac{b}{d} \\ \frac{c}{a} & \frac{c}{b} & 1 & \frac{c}{d} \\ \frac{d}{a} & \frac{d}{b} & \frac{d}{c} & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Представление оценок в виде отношений позволяет отказаться от применения процедур булевой алгебры и перейти к альтернативным способам корректировки данных, основанным на методе отношений и методе определения наибольшего собственного значения матрицы отношений. Комплексное использование этих методов для решения поставленной задачи коррекции экспертных оценок позволяет заменить математическую модель последовательной проверки на транзитивность отношении между выбранной оценкой и всеми парами связанных с ней оценок моделью параллельной проверки на транзитивность отношения между выбранной оценкой и всеми связанными с ней оценками.

Численные значения самих показателей a, b, c, d неизвестны. Однако, применяя процедуру отыскания рангов показателей свойств объекта, предложенную в работе [4], доля суммарной интенсивности каждого из свойств определяется по формуле

$$\lambda_j = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n W_{fi}} \times \frac{1}{\sum_{j=1}^n \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n W_{ji}}} \quad (3)$$

Для перехода от интервальной шкалы оценок к шкале отношений рассчитываются уточненные значения оценок

$$W_{kf}^* = \frac{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n W_{ki}}}{\sum_{j=1}^n \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n W_{ji}}} + \frac{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n W_{fi}}}{\sum_{j=1}^n \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n W_{ji}}} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{W_{ki}}{W_{fi}}} = \frac{\lambda_k}{\lambda_f}, \quad (4)$$

где $k, f = \overline{1, n}$.

Полученные значения заносятся в массив экспертных оценок, представленный в виде обратно симметричной матрицы отношений предпочтения.

Критерием согласованности суждений, по Саати и Кернсу [4], при принятии решений методом анализа иерархий (МАИ) является принадлежность численного значения показателя «отношение согласованности» OS [4] всех экспертных оценок, образующих обратно симметричную матрицу N (2), к заданному интервалу $[0; OS_{don}]$, где OS_{don} – значение допустимого верхнего уровня несогласованности.

В противном случае экспертные оценки считаются настолько несогласованными, что по ним не рекомендуется находить коэффициенты важности показателей свойств альтернатив.

Предлагаемый иерархический метод принятия решений с адаптивным согласованием экспертных данных позволяет повысить согласованность экспертных данных на этапе определения рангов показателей свойств альтернатив и самих альтернатив по каждому из свойств.

Метод включает:

1. Процедуру представления системы показателей в виде иерархической древовидной-структуры – графа;

2. Модернизированный способ определения оценки согласованности исходных данных, записанных в обратно симметричную матрицу отношений, разработанный Саати Т. Л. и подробно описанный в [4];

3. Предлагаемый способ оценки степени несогласованности сгруппированных в строки данных обратно симметричной матрицы оценок отношения предпочтения;

4. Новый алгоритм согласования и коррекции исходных данных, заключающийся в отыскании свойств альтернатив с наиболее согласованными и наименее согласованными данными и уточнении исходных данных той строки, у которой согласованность данных «наихудшая» на основе данных строки с «наилучшей» согласованностью.

Процедура представления системы показателей в виде графа, как и в методе анализа иерархий, заключается в разбиении показателей на группы и подгруппы в зависимости от уровня иерархии структуры модели системы предпочтений. После завершения разбиения определяются взаимосвязи между показателями на созданных уровнях структуры и моделируется взаимовлияние показателей в соответствии с базовыми стратегиями принятия решения: линейной (компенсационной); альтернативной; конъюнктивной [5] или основанной на базовых стратегиях – конфигурационной стратегии, представляющей собой их комбинацию.

Способ определения оценки степени согласованности данных, записанных в матрицу N , заключается в расчете отношения согласованности OS всех исходных данных одновременно по всем показателям свойств альтернатив и сравнении численного значения OS со значением допустимого уровня согласованности исходных данных $OS_{дон}$. В том случае, когда значение OS превосходит заданный ЛПР уровень несогласованности экспертных оценок $OS_{дон}$, подключается алгоритм согласования и коррекции исходных данных. В противном случае алгоритм не подключается.

Особенностью решаемой задачи является то, что ЛПР в принудительном порядке может понижать уровень несогласованности в зависимости от предъявляемых требований к точности результатов решения.

Наиболее жестким требованием к согласованности экспертных оценок является задание ЛПР допустимого уровня несогласованности, равным нулевому значению. При этом условии все экспертные оценки должны быть согласованы между собой и получено транзитивное замыкание отношения нечеткого предпочтения на множестве несогласованных экспертных данных.

Способ оценки степени несогласованности исходных данных по каждому из рассматриваемых свойств объекта по механизму его реализации аналогичен способу,

предложенному Саати Т.Л., для оценки степени согласованности исходных данных, представленных в виде обратно симметричной матрицы \mathbf{N} (2).

Алгоритм, предложенный Саати Т.Л., дополнен процедурами, реализующими способ автоматической коррекции исходных данных и совместно с дополнительными шагами представляет собой модернизированный алгоритм расчета коэффициентов важности свойств альтернатив, реализующий способ автоматической коррекции исходных данных. Алгоритм позволяет согласовывать и уточнять данные без повторного привлечения экспертов к этому процессу.

Алгоритм расчета коэффициентов важности свойств альтернатив, реализующий способ адаптивного согласования исходных экспертных данных состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Ввод исходных данных

Шаг 2. Построение обратносимметричной матрицы \mathbf{N} (NU).

Шаг 3. Определение показателя отношения согласованности (OS).

Шаг 4. Проверка условия $OS \leq OS_{don}$, если Да, то расчёт коэффициентов важности свойств альтернатив, если Нет, то переход к выполнению дополнительных процедур, к шагу 5.

Модернизированный алгоритм, помимо процедур разработанных Т. Саати, включает следующие дополнительные шаги.

Шаг 5. Расчет модуля значений показателей отношения несогласованности

$$OR = |NOR| = \sqrt{[NOR]^2} \quad (5)$$

Шаг 6. Определение столбцов (строк) матрицы \mathbf{N} с наибольшим и с наименьшим численным значением показателя $OR_{ij}(\max)$ и $OR_{ij}(\min)$

$$OR_{ij}(\max) = \max(OR_i(\max); OR_j(\max));$$

$$OR_{ij}(\min) = \min(OR_i(\min); OR_j(\min)).$$

Шаг 7. Уточнение исходных данных в строке матрицы \mathbf{N} , соответствующих показателю с наибольшим значением $OR_{ij}(\max)$ на основе расчёта их новых численных значений по экспертным оценкам столбца (строки) с наименьшим значением $OR_{ij}(\min)$. Переход к шагу 1.

Основное содержание способа уточнения исходных данных, представляющих собой субъективные (экспертные) оценки состоит в обратном представлении этих оценок W_{ij} в виде отношения предпочтения сравниваемых показателей a, b, \dots, x . Численные значения самих показателей a, b, c, d, \dots, x не-известны. Однако, зная численные значения одного из столбцов или одной из строк, можно определить численные значения оставшихся экспертных данных из матрицы \mathbf{N} методом отношений.

В качестве примера рассматривается матрица \mathbf{N} (2). Пусть отношение несогласованности первого столбца матрицы \mathbf{N} OR_1 имеет наименьшее значение из всех полученных оценок, а OR_2 – наибольшее численное значение. Скорректируем экспертные оценки второй строки на основе данных, расположенных в первой строке матрицы \mathbf{N} . Так как W_{12} и W_{21} согласованы,

то необходимо получить только значения W_{23} и W_{24} . По известным значениям W_{12} и W_{13} определяется новое численное значение W_{23} , а по W_{12} и $W_{14} - W_{24}$

$$W_{23} = \frac{W_{13}}{W_{12}}, W_{24} = \frac{W_{14}}{W_{12}}.$$

Полученные значения данных записываются в матрицу скорректированных значений NU . Далее оценивается согласованность данных матрицы NU : получение нового значения отношения согласованности OS^* и его сравнение со значением OS_{don} .

При выполнении условия $OS^* < OS_{don}$ осуществляется переход к шагу расчета коэффициентов важности свойств альтернатив, при невыполнении этого условия процедуры алгоритма повторяются.

В результате применения алгоритма достигается уровень согласованности исходных данных, соответствующий требуемому (допустимому) уровню, при котором возможно определение коэффициентов важности показателей свойств альтернатив и численных значений приоритетов (рангов) и в дальнейшем – сравнение альтернатив по выбранным показателям.

После уточнения исходных данных задача принятия решений и выбора решается с требуемой точностью, а достоверность результатов выбора и надежность принятого решения с улучшением согласованности повышаются.

Метод принятия решений с адаптивным согласованием данных в соответствии с областью его применения может быть классифицирован как один из методов анализа иерархий и может использоваться на этапах подготовки и принятия решений в условиях неопределенности.

Список литературы

1. Руа Б. Классификация и выбор при наличии нескольких критериев (метод ЭЛЕКТРА) /Пер. с фр. //Вопросы анализа и процедуры принятия решений. –М: Мир, 1976.
2. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. – М: Прогресс, 1979.
3. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархии. – М: Радио и связь, 1993.
4. Саати Т. Л., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М: Радио и связь, 1991.
5. Кондратова Н.В., Балашов О.В. Теория возможностей и её применение для принятия решений в социально-экономических системах: Монография. – Смоленск: Изд-во СФ РУК, 2011.

References

1. Rua B. Klassifikacija i izbor pri nalichii neskol'kih kriteriev (metod JeLEKTRA) /Per. s fr. //Voprosy analiza i procedury prinjatija reshenij. –M: Mir, 1976.
 2. Kozeleckij Ju. Psihologicheskaja teorija reshenij. – M: Progress, 1979.
 3. Saati T. L. Prinjatie reshenij. Metod analiza ierarhii. – M: Radio i svjaz', 1993.
 4. Saati T. L., Kerns K. Analiticheskoe planirovanie. Organizacija sistem. – M: Radio i svjaz', 1991.
 5. Kondratova N.V., Balashov O.V. Teorija vozmozhnostej i ejo primenenie dlja prinjatija reshenij v social'no-jekonomicheskikh sistemah: Monografija. – Smolensk: Izd-vo SF RUK, 2011.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.896

СПОСОБ ИНТЕРПРЕТАЦИИ БЛОК-СХЕМ АЛГОРИТМОВ В СЕТИ ПЕТРИ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Сорокин Е.В.

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет МЭИ» в г. Смоленске, Россия (214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, дом 1); e-mail: scorpwork@mail.ru

Настоящая статья посвящена рассмотрению вопросов разработки алгоритмов поведения интеллектуальных агентов, основанной на предварительной интерпретации блок-схем алгоритмов в сети Петри, показана целесообразность и необходимость данного преобразования. Рассмотрены основные задачи над сетями Петри и на их примере представлен анализ возможностей по верификации программного кода. Приведен пример работы интеллектуального агента-сапера, решающего задачу поиска опасных объектов, и показана соответствующая ему сеть Петри.

Ключевые слова: интеллектуальный агент, сеть Петри, алгоритм поведения

METHOD OF INTERPRETATION ALGORITHM FLOWCHART TO PETRI NET FOR PROGRAMMING INTELLIGENT AGENTS

Sorokin E.V.

The Branch of Federal state budgetary educational institution of higher education "National research University Moscow power engineering Institute" in Smolensk, Russia (214013, Smolensk, Energeticheski proezd, 1); e-mail: scorpwork@mail.ru

This article is devoted to consideration of questions of development of algorithms of behavior of intelligent agents, based on a preliminary interpretation of the flowcharts of algorithms to Petri nets, the expediency and necessity of this conversion. The main problems on Petri nets and their example presents an analysis of opportunities for program code verification. The work provides an example of an intelligent agent-minesweeper, solving the problem of finding objects is dangerous, and shows the corresponding Petri net.

Key words: intelligent agent, Petri net, behavior algorithm

Разработка алгоритмов поведения интеллектуального агента – работа является сложной задачей, решение которой должно учитывать множество факторов: данные об окружающей среде, технические характеристики аппаратной платформы и глубокое понимание задачи, стоящей перед роботом. Кроме того, разрабатываемые алгоритмы должны быть адаптивными

и обеспечивать работу в независимости от возникающих непредвиденных факторов, влияющих на деятельность робота. Как правило, все особенности способен учесть только профессионал – эксперт в конкретной предметной области. Однако, далеко не всегда он способен запрограммировать робота. Как правило, эта задача возлагается на программиста [1].

На сегодняшний день проектирование и разработка любого программного обеспечения, в том числе программирование интеллектуальных агентов, состоит как минимум из двух этапов: проектирование и программирование. Проектирование осуществляется посредством графического описания будущей системы в виде диаграмм, представленных в той или иной нотации. Программирование робота осуществляется на основе спроектированных графических моделей с использованием различных языков программирования. Как правило, алгоритм работы описывают с помощью блок-схемы. Однако нарисованная диаграмма может иметь множество ошибок и недостатков, приводить к конфликтам в системе.

В связи с этим, пользователю необходимо предоставить возможность программирования робота с помощью простейших операций, не требующих специальных навыков, например путем рисования блок-схем [2]. Но в то же время, использование блок-схемы, бизнес-процесса или иной формы описания алгоритма в чистом виде не дает дальнейших возможностей по применению математического аппарата или моделирования самого процесса, представленного схемами. Предлагается интерпретировать графические диаграммы в сети Петри, модели которых позволяют исследовать работоспособность моделируемых систем, оптимальность их структуры, эффективность процесса их функционирования, а также возможность достижения в процессе функционирования определенных состояний, что в свою очередь позволит сделать выводы о сконструированном экспертом алгоритме поведения робота. Заметим, что алгоритмы, которые в дальнейшем будут прошиваться в программно-аппаратную платформу разрабатываются в ходе моделирования поведения интеллектуальных агентов, поэтому в рамках данной статьи будем считать, что они эквивалентны друг другу.

Сети Петри (СП) и их многочисленные модификации являются одним из классов моделей, неоспоримым достоинством которых является возможность адекватного представления не только структуры сложных организационно-технологических систем и комплексов, но также и логико-временных особенностей процессов и их функционирования, что особенно актуально при моделировании поведения робота. Сети Петри представляют собой математическую модель для представления структуры и анализа динамики функционирования систем в терминах «условие-событие». Эта модель может быть успешно использована для описания так называемых динамических дискретных систем различных классов, таких как: вычислительные процессы и программы, технологические процессы, информационные, экономические, биологические, социальные и технические системы.

Сети Петри и их обобщения являются удобным и мощным средством моделирования асинхронных, параллельных распределительных и недетерминированных процессов, позволяют наглядно представить динамику функционирования систем и составляющих их элементов. Свойство иерархического вложения сетей Петри позволяет рассматривать модели различной степени детализации, обеспечивая тем самым необходимую декомпозицию сложных систем и процессов [6].

При моделировании процессов функционирования дискретных динамических систем, исследование характеристик сетей Петри предполагает решение следующих задач [7].

1. Задача достижимости маркировок: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ и заданной маркировки m_r установить выполнение условия $m_r \in D(m_0)$.
2. Задача достижимости подмаркировки: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ и заданной маркировки m_r и подмножества $P' \in P$ определить существует ли достижимая маркировка m_w , компоненты вектора которой с номерами позиций из подмножества P' равны соответствующим компонентам вектора маркировки m_r . Остальные компоненты вектора m_r могут принимать произвольные значения.
3. Задача покрываемости маркировки: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ и заданной маркировки m_r определить, существует ли достижимая маркировка $m_w \in D(m_0)$, такая что $m_w \geq m_r$.
4. Задача достижимости нуля: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ определить, достижима ли нулевая маркировка $m = (0, 0, \dots, 0)$ из начальной маркировки m_0 .
5. Задача достижимости нуля в одной позиции: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ и некоторой фиксированной позиции $p_i \in P$ определить, существует ли достижимая маркировка $m \in D(m_0)$, в которой $m_i = 0$.
6. Задача равенства: для двух СП $C' = (P', T', I', O', m_0')$ и $C'' = (P'', T'', I'', O'', m_0'')$, таких что $P' = P''$, определить, равны ли соответствующие им множества достижимых маркировок $D(m_0') = D(m_0'')$.
7. Задача подмножества: для двух СП $C' = (P', T', I', O', m_0')$ и $C'' = (P'', T'', I'', O'', m_0'')$ определить, является ли одно из множеств достижимых маркировок подмножеством другого.
8. Задача К-ограниченности позиций и СП в целом: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ и фиксированной позиции $p_i \in P$ определить, существует ли натуральное число K , для которого позиция p_i является K -ограниченной.
9. Задача безопасности позиций и СП в целом: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ и фиксированной позиции $p_i \in P$ определить, является ли позиция p_i безопасной.
10. Задача устойчивости переходов: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ и заданного подмножества переходов T' , определить являются ли переходы из подмножества устойчивыми.
11. Задача активности переходов: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ и заданного подмножества переходов T' определить уровни активности переходов заданного подмножества.
12. Задача сохраняемости СП: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ определить, является ли она сохраняющей.
13. Задача строгой сохраняемости СП: для заданной СП $C = (P, T, I, O, m_0)$ определить, является ли она строго сохраняющей.

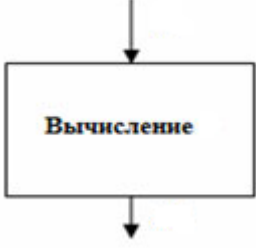
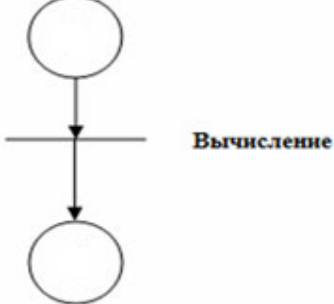

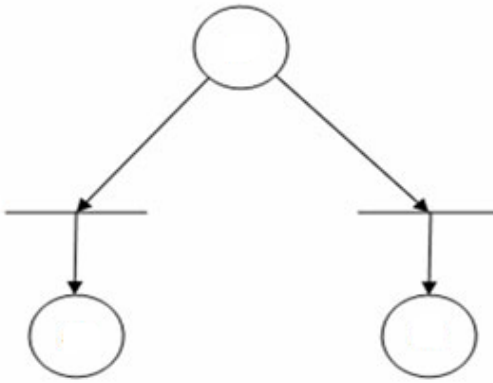
Сконструированный алгоритм работы интеллектуального агента с последующим преобразованием его в сеть Петри, с учетом выше перечисленных задач, позволяет получить сведения о следующих характеристиках:

- о количестве процессов в системе;
- наличии взаимоблокировок (преимущественно задача устойчивости переходов, задача достижимости нуля);

- наличии невыполнимых операций (задачи достижимости маркировок, подмаркировок и задача покрываемости);
- количестве циклов, которые при определенных ситуациях могут стать причиной заикливания (задачи устойчивости и достижимости нуля).

Как было сказано ранее, наиболее распространенным подходом к описанию алгоритма является рисование блок-схемы. Блок-схема во многом подобна сети Петри и представима в виде узлов двух типов (принятия решения, показанные ромбами, и вычисления, показанные прямоугольниками) и дуг между ними. Одним из способов выполнения блок-схемы является введение фишки, которая представляет текущую инструкцию. По мере выполнения инструкций фишка передвигается по блок-схеме. Перевод блок-схемы в сеть Петри заменяет узлы блок-схемы на переходы сети Петри, а дуги блок-схемы - на позиции сети Петри. Каждая дуга блок-схемы соответствует точно одной позиции в сети Петри. Узлы блок-схемы представляются по-разному в зависимости от типа узла: вычисления или принятия решения. Фишка, находящаяся в позиции, означает, что счетчик команд установлен на готовность выполнения следующей инструкции. Каждая позиция имеет единственный выходной переход, за исключением позиции, которая имеет по два выходных перехода, соответствующих истинному и ложному значению предиката [3]. Для интерпретации сети Петри необходимо отображать каждый переход. Следует также отметить, что переходы для вычислений имеют по одному входу и выходу. В таблице 1 иллюстрируются оба способа перевода [4,5].

Таблица 1 – Перевод узлов вычисления и принятия решения в блок-схеме в переходы сети Петри

№ п/п	Элемент блок-схемы	Вид композиции в виде сети Петри
1	2	3
1		
2		

На рисунке 1 показан пример блок-схемы алгоритма работы интеллектуального агента-сапера в процессе поиска мин на поле. Начало работы осуществляется сразу за поступлением соответствующей команды, после которой включаются нужные сенсоры (метало-искатель, лампы, дальномеры (блок 2)), затем с некоторой скоростью агент начинает движение, сканируя перед собой местность. Блок 4 на рисунке 1 отвечает за определение наличия металла перед роботом, при этом в любой момент извне может поступить команда окончания работы (блок 5), при которой робот останавливается и заканчивает работу. При обнаружении искомого элемента робот останавливается, передает координаты опасного объекта и объезжает его (блоки 6,7,8), продолжая движение и основную работу.

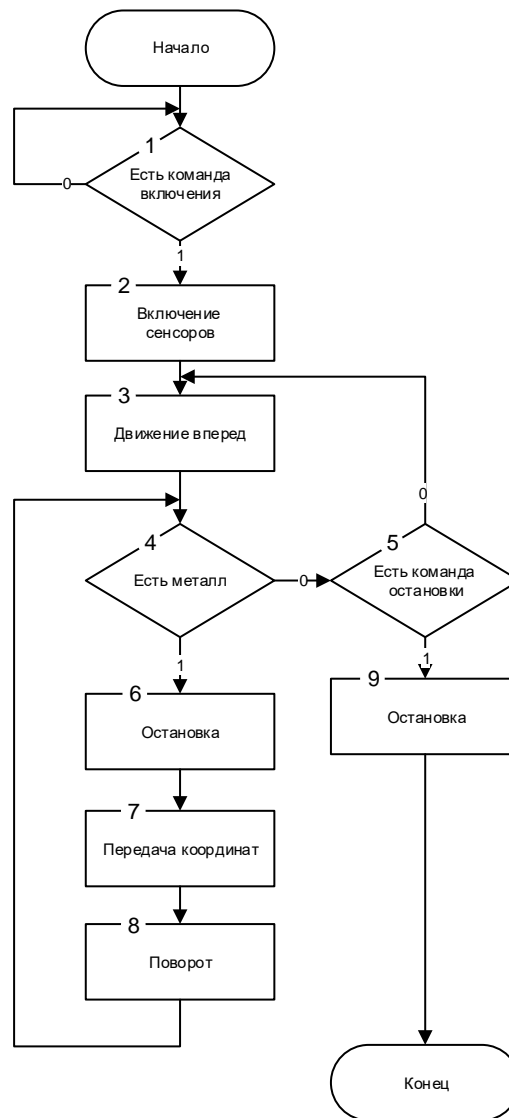


Рисунок 1 – Блок-схема работы интеллектуального агента по поиску мин

На рисунке 2 показана соответствующая блок-схеме агента-сапера (рисунок 1) сеть Петри, интерпретируемая по описанным выше правилам.

Представленная на рисунке 2 сеть Петри моделирует поведение робота при решении поставленной перед ним задачи, наглядно показывает динамику функционирования системы. Введение временных и условных ограничений к переходам сети позволит уточнить процесс функционирования модели и приблизит ее к реальной работе аппаратной платформы.

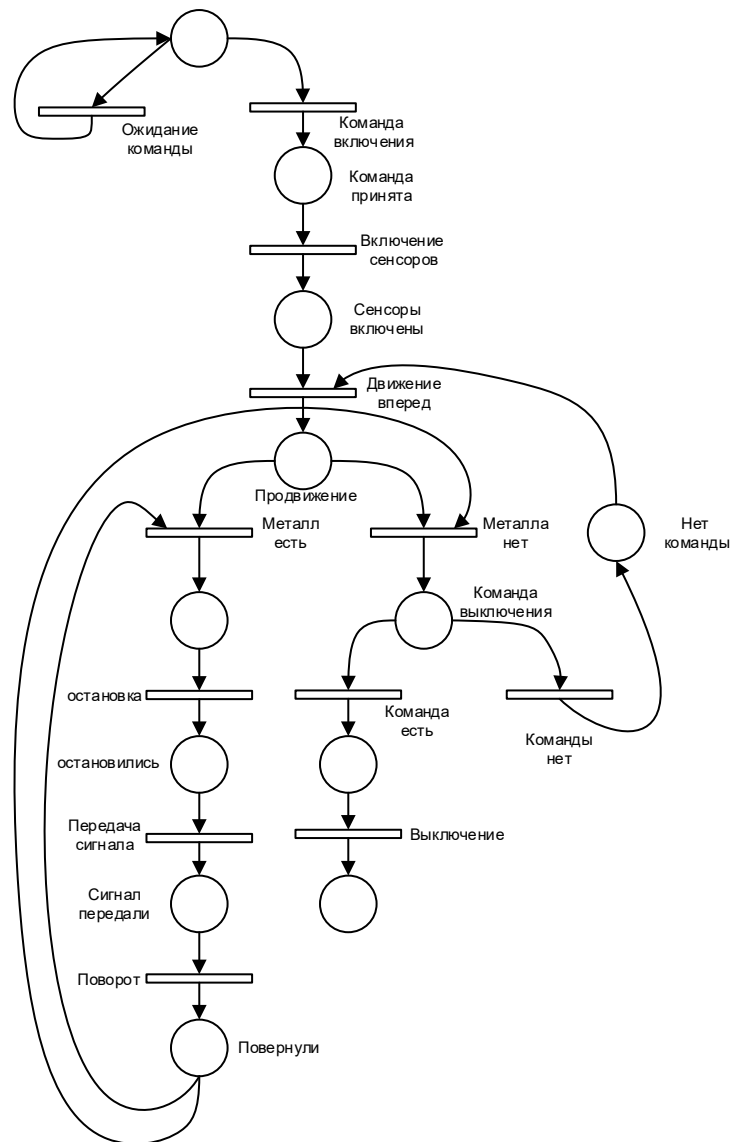


Рисунок 2 - Сеть Петри алгоритма поведения интеллектуального агента по поиску мин на поле

Предложенный способ интерпретации блок-схем алгоритмов в сеть Петри лежит в основе способа генерации алгоритмов поведения интеллектуальных агентов и предоставляет возможности по верификации введенной пользователем схемы, позволяет провести ее глубокий анализ, а также может служить основой для дальнейшего усложнения сети с целью оптимизации выходного алгоритма для интеллектуального агента.

Список литературы

1. Сорокин Е.В. Визуальная среда конструирования алгоритмов поведения интеллектуального агента // Сборник трудов 13-ой международной научно-технической конференции студентов и аспирантов «Информационные технологии, энергетика и экономика» 14-15 апреля 2016 года. Филиал МЭИ в г. Смоленске. Смоленск. 2016. Т. 1. С. 382-385.

2. Сеньков, А.В. Способ и средства визуального конструирования автоматизированных информационных систем [Электронный ресурс]/ А.В. Сеньков, А. Г.Забурдаев// Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. – Т. 9. – Вып. 4. – 2010. – URL: Режим доступа к журн.: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-28-html/TITL-28.htm>
3. Котов В.Е. Сети Петри. М.:Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1984. 160с.
4. Рудаков И.В., Пащенко А.В. Программный комплекс верификации алгоритмов программного обеспечения с помощью иерархических сетей Петри. СГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва 105005, Россия. 10с.
5. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 306 с.
6. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: пер. с англ. М.: Мир. 1984. 264с.
7. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

References

1. Sorokin E.V. Visual environment design of algorithms of behavior of an intelligent agent // Proceedings of the 13th international scientific and technical conference of students and postgraduate students "Information technologies, energy and the economy" 14-15 April 2016 year. Branch MPEI in Smolensk. Smolensk. 2016 T.1 P.382-385
 2. Senkov, A.V. Sposob i sredstva vizual'nogo konstruirovaniya avtomatizirovannyh informacionnyh sistem [Jelektronnyj resurs]/ A.V. Sen'kov, A. G.Zaburdaev// Matematicheskaja morfologija. Jelektronnyj matematicheskij i mediko-biologicheskij zhurnal. – Т. 9. – Вып. 4. – 2010. – URL: Rezhim dostupa k zhurn.: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-28-html/TITL-28.htm>
 3. Kotov V. E. Petri Nets. M.:Nauka, GL. ed. Fiz.-Mat. lit., 1984. 160P
 4. Rudakov I. V., A. V. Pashenkov Software verification software algorithms using hierarchical Petri nets. SGTU them. N. Uh. Bauman, Moscow 105005, Russia. 10P
 5. Norenkov I. P. fundamentals of CAD: proc. for higher education institutions. M.: Izd-vo MGTU im. N. Uh. Bauman, 2002. 306P
 6. Peterson George. The theory of Petri nets and modeling of systems: per. from English. M.: Mir. 1984. – 264P
 7. The Leonenko A.V. Fuzzy modeling in MATLAB and fuzzyTECH. – SPb.: BHV-Petersburg, 2005. – 736 p.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.021

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ МНОГОФАКТОРНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ

Букачев Д.С.

*ФГБОУ ВПО Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия
(21400, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена построению конструктивного алгоритма многофакторного разбиения множества объектов на группы в соответствии со схемой иерархической классификации. В результате функционирования алгоритма определяется количество кластеров и групповая принадлежность каждого элемента.

Ключевые слова: кластеризация, метрика, диаметр кластера.

ABOUT ONE MULTI-FACTOR CLUSTERING OBJECTS METHOD

Bukachev D.S.

*Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Smolensk State University,
Smolensk, Russia (21400, Smolensk, street Przewalski, 4),
e-mail: dsbuka@yandex.ru*

This article is dedicated to building a constructive algorithm for multivariate partitioning a set of objects into groups in accordance with the hierarchical classification scheme. As a result of the operation of the algorithm determines the number of clusters and group affiliation of each element.

Keywords: clustering, metric, diameter of the cluster.

Спектр применений кластерного анализа весьма широк [1-3]: его используют в археологии, медицине, психологии, химии, биологии, государственном управлении, филологии, антропологии, маркетинге, социологии и других дисциплинах. В данной статье предлагается конструктивный алгоритм многофакторного разбиения множества объектов на группы в соответствии со схемой иерархической классификации.

При реализации алгоритма используются следующие входные данные:

- количество объектов n , их характеристики $X_i \in \Omega_i$ ($i = \overline{1, m}$), упорядоченные по убыванию значимости;
- метрики ρ_i , определенные на множествах Ω_i ;
- допустимые метрические диаметры $\rho_{i\max}$ кластера по каждой из метрик ρ_i .

В результате функционирования алгоритма по входным данным определяется набор выходных значений следующих параметров:

- N_g – количество кластеров;

- g_k – номер кластера объекта с номером k , $k = \overline{1, n}$.

Описание алгоритма

Шаг 1. Будем считать, что изначально объекты принадлежат одной группе. Устанавливаем начальные значения выходных параметров: $N_g = 1$, $g_k = 1$ ($k = \overline{1, n}$).

Шаг 2. Последовательное разбиение объектов по каждой из характеристик. Введем в рассмотрение массив меток L длиной n .

Для всех $n_\rho = \overline{1, m}$:

Для всех $n_g = \overline{1, N_g}$:

Шаг 2.1. Первичная кластеризация группы n_g (проверка парной совместимости).

1. Формируем массив M номеров объектов, принадлежащих группе с номером n_g .
2. Если количество K элементов массива M больше 1, переходим к пункту 2.1.3, в противном случае рассматриваем следующую группу.
3. Присваиваем L_j ($j = \overline{1, n}$) начальное значение 0. Переменной r (количество образованных подкластеров в процессе разбиения) также присваиваем начальное значение 0.

4. Для всех $i_1, i_2 = \overline{1, K}$, $i_2 > i_1$:

Если $\rho_{n_\rho}(M_{i_1}, M_{i_2}) \leq \rho_{n_\rho, \max}$:

1. $L_{\min} = \text{Min}(L_{M_{i_1}}, L_{M_{i_2}})$; $L_{\max} = \text{Max}(L_{M_{i_1}}, L_{M_{i_2}})$;

2. если $L_{\max} = 0$, то $r = r + 1$; $l = r$;

3. если $((L_{\min} = 0) \wedge (L_{\max} > 0)) \vee ((L_{\min} > 0) \wedge (L_{\min} = L_{\max}))$, то $l = L_{\max}$;

4. если $(L_{\min} > 0) \wedge (L_{\min} \neq L_{\max})$, то

а. для всех $j = \overline{1, K}$:

если $L_{M_j} \geq L_{\max}$, то

если $L_{M_j} = L_{\max}$, то $L_{M_j} = L_{\min}$,

иначе $L_{M_j} = L_{M_j} - 1$;

б. $r = r - 1$; $l = L_{\min}$;

5. $L_{M_{i_1}} = l$; $L_{M_{i_2}} = l$.

5. Для всех $j = \overline{1, K}$:

если $L_{M_j} = 0$: $r = r + 1$; $L_{M_j} = r$.

Шаг 2.2. Вторичная кластеризация (обеспечение групповой совместимости).

Для всех $i = \overline{1, r}$:

1. Формируем массив M номеров объектов группы с номером n_g , для которых соответствующее значение метки L равно i (то есть группируем элементы, относящиеся к подклассу с номером i , образованному при первичной кластеризации).
2. Если количество K элементов массива M больше 1, переходим к пункту 2.2.3, в противном случае рассматриваем следующий подкласс.

3. Логической переменной *TrueCluster* присваиваем значение ($K < 3$); переменным nL и nR присваиваем 1 и 2 соответственно.
4. Пока не *TrueCluster*:
 1. $R_{\max} = 0$;
 2. Для всех $i_1, i_2 = \overline{1, K}, i_2 > i_1$:
 Если $L_{M_{i_1}} = L_{M_{i_2}}$:
 $\rho = \rho_{n_p}(M_{i_1}, M_{i_2})$;
 если $R_{\max} < \rho$, то $R_{\max} = \rho, nL = i_1, nR = i_2$;
 3. Если $R_{\max} = 0$, то
 $TrueCluster = \text{"истина"}$;
 иначе
 $TrueCluster = (\rho_{n_p}(M_{nL}, M_{nR}) \leq \rho_{n_p, \max})$;
 4. Если не *TrueCluster*:
 - а) $r = r + 1; L_{M_{nR}} = r$;
 - б) для всех $j = \overline{1, K}, j \neq nL, j \neq nR, L_{M_j} = i$:
 $\rho_L = \rho_{n_p}(M_j, M_{nL})$;
 $\rho_R = \rho_{n_p}(M_j, M_{nR})$;
 если $\rho_R \leq \rho_{\max}$:
 если $\rho_L \leq \rho_{\max}$:
 если $\rho_R < \rho_L$, то $L_{M_j} = r$;
 иначе $L_{M_j} = r$;

Шаг 2.3. Если количество подклассов r , полученных при разбиении группы с номером n_g , больше 1, переопределяем характеристики N_g и g_k :

1. $N_g = N_g + r - 1$
2. Для всех $k = \overline{1, n}$:
 если $g_k > n_g$, то $g_k = g_k + r - 1$;
 если $g_k = n_g$, то $g_k = g_k + L_k - 1$.

Таким образом, получили значения заявленных выходных параметров: N_g (количество кластеров) и g_k (индекс принадлежности объекта), $1 \leq k \leq n$.

Предложенный конструктивный метод обеспечивает многофакторное разбиение множества объектов на группы в соответствии со схемой иерархической классификации.

Список литературы

1. Воронцов К.В. Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования. Курс лекций. МГУ, 2007.
2. Котов А., Красильников Н. Кластеризация данных, 2006.

3. Jain A., Murty M., Flynn P. Data Clustering: A Review. // ACM Computing Surveys. 1999. Vol. 31, no. 3.

References

1. Voroncov K.V. Algoritmy klasterizacii i mnogomernogo shkalirovanija. Kurs lekcij. MSU, 2007.
 2. Kotov A., Krasil'nikov N. Klasterizacija dannyh, 2006.
 3. Jain A., Murty M., Flynn P. Data Clustering: A Review. // ACM Computing Surveys. 1999. Vol. 31, no. 3.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 005

КАРТА ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ СУБЪЕКТАМИ И ОБЪЕКТАМИ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ¹

Федулов А.С., Борисов В.В., Сеньков А.В

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет МЭИ» в г. Смоленске Россия, (214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, дом 1); e-mail: a.v.senkov@mail.ru

Определен основной вид взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления – взаимодействие через электронные информационные ресурсы. Приведена классификация региональных электронных информационных ресурсов. Предложен формализм карты процессов взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления, представленный в виде трехдольного орграфа. Предложен способ формирования карты процессов взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления.

Ключевые слова: карта процессов взаимодействия, электронный информационный ресурс, способ построения.

MAP OF INTERACTION PROCESSES BETWEEN SUBJECTS AND OBJECTS OF REGIONAL MANAGEMENT

Fedulov A.S., Borisov V.V., Senkov A.V.

The Branch of Federal state budgetary educational institution of higher education "National research University Moscow power engineering Institute" in Smolensk, Russia, (214013, Smolensk, Energeticheski proezd, 1); e-mail: a.v.senkov@mail.ru

The main type of interaction between subjects and objects of regional government – interaction through electronic information resources is defined. Classification of regional electronic information resources is given. The formalism of the process map of interaction between subjects and objects of regional government presented in the form of a tripartite orgraf is offered. The method of forming of the process map of interaction between subjects and objects of regional government is offered.

Key words: map of interaction processes, electronic information resource, creation method.

С развитием информационных технологий сбора, накопления, обобщения, анализа, подготовки и передачи информации, всё более актуальным становятся вопросы совершенствования взаимодействия отдельных участников процессов взаимодействия. Особенно актуальна указанная проблема в условиях многократного роста количества

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-41-03259-р_центр_а.

региональных электронных ресурсов, служащих для налаживания взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления.

Информационные ресурсы региона содержат комплексную многоаспектную информацию о субъектах, о природных ресурсах и имущественном фонде, о земельных ресурсах и региональной инфраструктуре, о социально-экономическом состоянии и т.д.

На основании [1-4] можно сформировать следующую классификацию информационных ресурсов региона.

По формам собственности региональные информационные ресурсы делятся на государственные и негосударственные.

К государственным информационным ресурсам относятся информационные ресурсы, создание, приобретение или накопление которых осуществляется за счет средств бюджета субъекта Российской Федерации, а также федеральные и иные информационные ресурсы, переданные ему в установленном порядке. Государственные информационные ресурсы формируются на территории субъекта Российской Федерации в соответствии со сферами ведения и включают:

- федеральные информационные ресурсы;
- информационные ресурсы субъекта Российской Федерации;
- информационные ресурсы совместного ведения Российской Федерации и субъекта Российской Федерации;
- информационные ресурсы других субъектов Российской Федерации;
- информационные ресурсы, находящиеся в совместном ведении нескольких субъектов Российской Федерации (межрегиональные информационные ресурсы).

К негосударственным информационным ресурсам относятся информационные ресурсы, создаваемые за счет средств юридических и физических лиц, приобретенные или на законных основаниях полученные ими в порядке дарения или наследования. К негосударственным информационным ресурсам относятся также муниципальные информационные ресурсы, т.е. информационные ресурсы, создаваемые или приобретаемые на средства органов местного самоуправления.

По характеру использования информационные ресурсы делятся на:

- информационные ресурсы индивидуального пользования, используемые только в тех организациях, в которых они создаются;
- информационные ресурсы коллективного пользования, используемые регламентированным составом пользователей;
- информационные ресурсы общего пользования, используемые неограниченным числом пользователей.

По сферам использования информационные ресурсы делятся на:

- информационные ресурсы для сферы управления:
 - оперативного,
 - перспективного,
- информационные ресурсы для деловых кругов:
 - биржевая и финансовая информация;
 - информация коммерческих структур;
 - экономические и статистические данные организаций;

- информационные ресурсы для населения:
 - сведения об имеющихся свободных рабочих местах;
 - информация о системе социальной защиты населения;
 - информация о рынке недвижимости;
 - всевозможная справочная информация по различным вопросам жизнедеятельности региона в новых условиях хозяйствования и самостоятельности.

С технической точки зрения, информационные ресурсы можно классифицировать следующим образом.

По категориям доступа информационные ресурсы делятся на:

- открытые информационные ресурсы;
- информационные ресурсы с ограниченным доступом, причем последние делятся на ресурсы, отнесенные к государственной тайне и к конфиденциальным информационным ресурсам.

По доступности информации:

- информация в полной доступности;
- информация по запросу (on demand).

По актуальности информации:

- информация в режиме реального времени (характерно, например, для ресурсов, отражающих биржевые торги);
- информация с незначительной задержкой (до 1 дня);
- информация с умеренной задержкой (до 1 недели);
- информация с значительной задержкой (до нескольких месяцев);
- статистическая информация (отражающая состояние рассматриваемого объекта на определенный исторический момент).

Кроме того, применительно к региональному управлению, электронные ресурсы могут быть классифицированы по видам взаимодействия следующим образом.

- Ресурсы взаимодействия, предполагающие наличие информационных потоков от субъекта регионального управления к объекту и обратно (при организации цикла управления), или от объекта регионального управления к субъекту и обратно (при организации процедур коммуникаций и консультаций).
- Информационные ресурсы, предполагающие наличие однонаправленного потока информации от субъекта регионального управления к объекту. Такие ресурсы, как правило, предназначены для доведения некоторого объема информации до объектов управления без обратной связи.
- Агрегирующие ресурсы, выполняющие функции сбора информации от объектов управления в интересах субъектов.

Практически ни один процесс взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления не обходится без какого-либо набора информационных ресурсов, которые могут быть отнесены к одному из перечисленных видов. Кроме того, зачастую, процесс взаимодействия определяется типами применяемых информационных ресурсов.

Для решения задач исследования процессов взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления должна быть составлена полная карта процессов взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления.

По аналогии с подходами, изложенными в [5], предлагается рассматривать указанную карту как 3-х дольный ориентированный граф, состоящий из 3-х типов вершин:

- объекты управления;
- субъекты управления;
- информационные ресурсы.

Дуги представляют собой потоки информации, отражающие взаимодействие между вершинами. Для полного описания графа требуется задать вершины: множество объектов управления *OBJ*, множество субъектов управления *SUB*, множество информационных ресурсов *IR*. А также дуги:

1. матрица, отражающая связи типа $OBJ \leftrightarrow OBJ$: M_{oo} ;
2. матрица, отражающая связи типа $SUB \leftrightarrow SUB$: M_{ss} ;
3. матрица, отражающая связи типа $IR \leftrightarrow IR$: M_{ii} ;
4. матрица, отражающая связи типа $OBJ \leftrightarrow SUB$: M_{os} ;
5. матрица, отражающая связи типа $OBJ \leftrightarrow IR$: M_{oi} ;
6. матрица, отражающая связи типа $SUB \leftrightarrow OBJ$: M_{so} ;
7. матрица, отражающая связи типа $SUB \leftrightarrow IR$: M_{si} .

Все перечисленные матрицы являются не симметричными и отражают направления связей. Формально представим карту процессов взаимодействия между объектами и субъектами регионального управления в виде:

$$M = \langle OBJ, SUB, IR, M_{oo}, M_{ss}, M_{ii}, M_{os}, M_{oi}, M_{so}, M_{si} \rangle.$$

Пример такой карты приведен на рисунке 1.

Приведенный пример показывает различные варианты взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления.

Можно выделить следующие виды взаимодействия:

1. прямое взаимодействие объекта и субъекта (без использования информационных ресурсов);
2. прямое взаимодействие нескольких объектов управления;
3. прямое взаимодействие нескольких субъектов управления;
4. прямое взаимодействие нескольких информационных ресурсов;
5. опосредованное взаимодействие объекта и субъекта (посредством одного или нескольких информационных ресурсов);
6. опосредованное взаимодействие двух или более объектов управления;
7. опосредованное взаимодействие двух или более субъектов управления.

Приведенный пример карты процессов взаимодействия обеспечивает возможность анализа процессов взаимодействия объектов и субъектов регионального управления, однако, её построение является не тривиальной задачей. Рассмотрим способ, обеспечивающий составление такого рода карт.

Этап 1. Анализ регламентов процессов взаимодействия.

На 1-м этапе осуществляется анализ регламентов работы объектов регионального управления. В случае, если, например, такой регламент представлен комплектом схем в нотации ARIS, то может быть рассмотрена каждая из представленных схем в соответствии со следующими шагами.

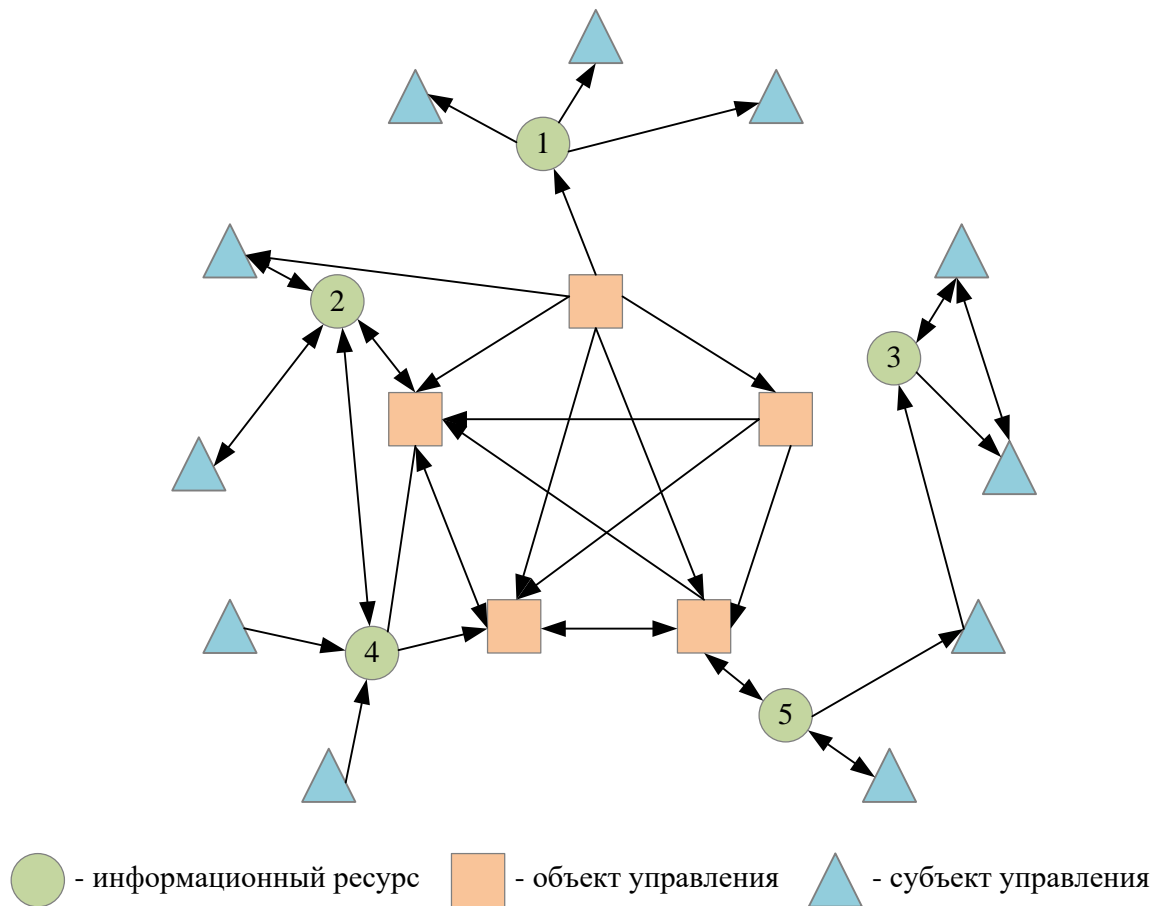


Рисунок 1 – Пример карты процессов взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления

Шаг 1. Анализируются все схемы, выделяются все организационные единицы, относящиеся к объекту управления, все типы субъектов управления и информационные ресурсы. Наполняются множества *OBJ*, *SUB*, *IR*.

Шаг 2. Для каждой функции схемы определяются взаимодействующие в рамках функции сущности: *OBJ*, *SUB*, *IR*.

Шаг 3. Для каждой функции определяются направления потоков данных и заполняются соответствующие матрицы M_{oo} , M_{ss} , M_{ii} , M_{os} , M_{oi} , M_{so} , M_{si} .

Анализ может осуществляться аналогичным образом и на основе регламентов предоставления услуг объектами управления.

Этап 2. Анализ технических проектов (технических заданий или функциональности разработанных по заказу региональных властей информационных ресурсов).

Шаг 1. Для каждого информационного ресурса определяется круг пользователей, наполняются множества *OBJ*, *SUB*.

Шаг 2. Для каждого выделенного пользователя информационного ресурса определяются права доступа, определяется информация, курсирующая от пользователя в ресурс и в обратном направлении. Осуществляется дополнение матриц M_{ii} , M_{oi} , M_{si} .

Шаг 3. Анализ требований по взаимодействующим информационным системам. В рамках выполнения этого шага может быть пополнено множество IR и дополнена матрица M_{ii} .

Этап 3. Дополнение карты свободными и общедоступными информационными ресурсами. Данные о ресурсах берутся из открытых источников, в том числе из справочных материалов по самим информационным ресурсам. Выполняется в соответствии с шагами 1-3 этапа 2. В ходе выполнения этапа 3 осуществляется дополнение множеств OBJ , SUB и IR , а также дополнение матриц M_{ii} , M_{oi} , M_{si} .

Этап 4 (*выполняется при наличии возможности*). Состоит в анализе регламентов действий субъектов управления. Выполняется в полном соответствии с шагами 1-3 этапа 1. В результате выполнения этапа 4 могут быть пополнены множества SUB и IR , а также дополнены матрицы M_{ss} , M_{ii} , M_{os} , M_{so} , M_{si} .

Также, для построения карты могут быть использованы все доступные возможности по анализу открытой информации о взаимодействиях объектов и субъектов для выявления «скрытых» взаимодействий, а также выявления независимых информационных ресурсов.

Таким образом предложен формализм карты процессов взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления, а также способ её построения, которые позволяют проводиться дальнейший анализ таких процессов.

Список литературы

1. Постановление Главы Администрации Амурской области от 22.05.2000 N 313 «О Концепции системы информационного обеспечения органов государственной власти и местного самоуправления Амурской области»
2. А.В. Хорошилов, С.Н. Селетков. Мировые информационные ресурсы. – СПб.: Питер, 2004.
3. Мировые информационные ресурсы: Методические указания к выполнению расчетных работ для студентов специальности 351400. Часть 1 / Сост. Т. В. Соловьева. Красноярск, КГТУ, 2004. 36с
4. Информационные ресурсы для принятия решения. Учебное пособие./ А. П. Вереvченко, В.В. Горчаков, И.В. Иванов, О.В. Голодова. –М.: Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2002.
5. Кузнецов Н.А., Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А. Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002 - 792 с.

References

1. Postanovlenie Glavy Administracii Amurskoj oblasti ot 22.05.2000 N 313 «O Koncepcii sistemy informacionnogo obespechenija organov gosudarstvennoj vlasti i mestnogo samoupravlenija Amurskoj oblasti»
 2. A.V. Horoshilov, S.N. Seletkov. Mirovye informacionnyye resursy. – SPb.: Piter, 2004.
 3. Mirovye informacionnyye resursy: Metodicheskie ukazaniya k vypolneniju raschetnyh rabot dlja studentov special'nosti 351400.Chast' 1 / Sost. T. V. Solov'eva. Krasnojarsk, KGTU, 2004. 36 p.
 4. Informacionnyye resursy dlja prinjatija reshenija. Uchebnoe posobie./ A. P. Verevchenko, V.V. Gorchakov, I.V. Ivanov, O.V. Golodova. –M.: Akademicheskij proekt; Ekaterinburg: Delovaja kniga, 2002.
 5. Kuznecov N.A., Kul'ba V.V., Kovalevskij S.S., Kosjachenko S.A. Metody analiza i sinteza modul'nyh informacionno-upravljajushhh sistem M.: FIZMATLIT, 2002 - 792 p.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
Издательство

Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.02

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СИТУАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Балашов О.В.

Смоленский филиал Российского университета кооперации, Россия (214018, г. Смоленск, пр. Гагарина, 58); e-mail: smolensk@rucoop.ru

Рассмотрены подходы к управлению сложными социально-экономическими системами. Обосновано применение интеллектуальных систем выработки решений. Сформированы требования к модели принятия решений для управления социально-экономическими системами. Обосновано применение ситуационного подхода к моделированию. Для формализованного описания информационных ситуаций предлагается использовать продукции, представленные в виде нечётких множеств второго уровня. Для создания логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков предлагается использовать логику-лингвистические шкалы оценки возможности. Предложен способ идентификации текущей ситуации.

Ключевые слова: ситуационные модели, социально-экономические системы.

APPLICATION OF PROGRAM SITUATIONAL MODELS OF MANAGEMENT OF SOCIAL-ECONOMIC SYSTEMS

Balashov O.V.

Smolensk branch of the Russian university of cooperation, Smolensk, Russia (214018, Smolensk, Gagarin ave., 58); e-mail: smolensk@rucoop.ru

Approaches to control of difficult social-economic systems are considered. Use of intellectual systems of framing of decisions is justified. Requirements to decision-making model for control of social-economic systems are created. Application of the contingency approach to simulation is justified. For the formalized description of information situations production is offered to use, presented in the form of indistinct sets of the second level. For creation of logical mechanisms of identification of the current values of situation-dependent signs it is offered to use the logic-linguistic scales of assessment of an possibility. The method of identification of the current situation is offered.

Key words: situation models, social-economic systems.

Переход от автоматизации выполнения отдельных управленческих функций и разработки автономных задач и моделей к созданию систем поддержки принятия решений в значительной степени будет способствовать решению задач, связанных с автоматизацией управления сложными социально-экономическими системами. Значительное влияние на такой переход оказывают модели данных. Однако в силу принципиальных сложностей и как следствие недостаточной изученности механизма принятия решений не все их закономерности удается в требуемой мере осознать, формализовать и включить в модель.

Для управления сложными социально-экономическими системами характерно применение информационной модели, зафиксированной в виде набора унифицированных документов. Непосредственным объектом моделирования становятся не реальные процессы взаимодействия всей совокупности содержимого баз данных, а в большей степени знание о них, выраженное в различного рода справках, результатах решения оценочных задач и т.д.

Такой подход обуславливает независимость собственно данных от фактографических знаний, передающих смысловое значение данных. При этом акцент смещается на синтаксическую сторону взаимодействия должностных лиц органов управления сложных социально-экономических систем с ЭВМ. Кроме того, предполагается, что средства автоматизации свою функцию выполнили, а лицу, принимающему решения (ЛПР) предоставлен простор для интеллектуальной (творческой) деятельности. Этот подход обусловлен применяемой в настоящее время парадигмой [1]:

сбор – накопление – обобщение – обработка – результат (обоснование принимаемых решений).

Несовершенство этой системы обусловлено тем, что человек воспринимает не все истинные события, а только те, которые он считает важными [2]. Таким образом, потенциальные вопросы, ответить на которые позволяет имеющееся у должностного лица знание и которые оно ставит перед документом, сформированным средствами автоматизации, могут быть такими: каково со-стояние подразделений; каковы их достоинства и недостатки, ка-кие мероприятия требуется выполнить для их устранения; какой объем работ необходим для достижения требуемого уровня обеспеченности; какие проблемы следует обозначить перед руководителем; как согласовать интересы различных подразделений и т.п.

Современные ПТК не в состоянии дать ответы на подобные вопросы – они способны лишь сформировать документы табличной или анкетной структуры, которые хотя и понятны, но служат только формой представления информации и не повышают интеллектуальных возможностей ЛПР.

Найти выход в рамках существующей парадигмы автоматизации управления, как показывает практика, не представляется возможным.

Результаты исследований показывают, что выход, состоит в использовании интеллектуальных систем для выработки решений [3]. В их задачу должно входить:

- вскрытие статических связей и отношений (интерпретация информации и формирование психологической установки);
- интерпретация элементов сформированной концептуальной модели (генерация новых связей и отношений).

Появляется возможность разделить функции поддержки процессов выработки решений, возложив часть их на прикладные интеллектуальные системы.

Такая система работает совместно с информационно-расчетной, в задачу которой должны входить поддержка и выдача по запросу требуемой информации о текущем состоянии элементов (их свойствах по интересующим параметрам) в конкретной ситуации, как в интересах интеллектуальной системы, так и в традиционном смысле.

В настоящее время теория построения интеллектуальных систем поддержки процессов выработки решений, а также аналитических методов моделирования стратегий их принятия

находится в стадии разработки. Основы теории должны позволить уточнить парадигму автоматизации управления сложными социально-экономическими системами и дальнейшие разработки вести в рамках другой парадигмы:

**интеллектуальная обработка первичной информации –
поддержка выработки решений.**

Теория должна так же дать ответ на вопрос, как в процессах мышления интегрируются эмпирические данные и знания, обеспечивая общение интеллекта с внешним миром.

Возможности СППР определяются базой знаний, которая основывается на определённой модели принятия решений (ПР). Анализ особенностей процессов ПР в социально-экономических системах позволяет выдвинуть ряд требований к модели принятия решений:

- модель ПР должна быть записана на некотором языке;
- модель ПР должна формировать понятия, соответствующие используемым ЛПР в процессе ПР;
- требуется, чтобы модель ПР позволяла быстро и просто изменять правила ПР;
- желательно, чтобы модель ПР могла осуществлять прогнозирование (оценку) последствий принимаемых решений и обладала способностью к автоматическому индуктивному построению правил ПР.

Всем этим требованиям удовлетворяет ситуационный подход к моделированию ПР [4, 5], поэтому допустимо заключить, что метод ситуационного управления (МСУ) применим для решения задач управления ОТС. Вместе с тем корректное применение МСУ в задачах моделирования сложных, а главное динамичных ОТС «в чистом виде» затруднено. В большинстве работ по МСУ процесс генерации управляющих решений ограничивается идентификацией текущей ситуации, которой поставлено в соответствие некоторое множество управляющих решений [6, 7, 8]. Такое предположение делает необходимым накопление всех возможных ситуаций функционирования сложной ОТС, что является причиной серьезных практических трудностей при разработке механизмов ситуационного управления.

Во-первых, накопление всех возможных ситуаций предполагает длительное обучение некоторой интеллектуальной системы в процессе функционирования системы.

Во-вторых, на сегодняшний день в существующих работах по МСУ отсутствуют подходы к созданию логических механизмов задания соответствия между идентифицированной "новой" ситуацией и управляющими решениями.

В-третьих, задание соответствия между ситуацией и управляющими решениями требует обработки мнений экспертов, что для систем, функционирующих в условиях дефицита времени на принятие решения, не всегда возможно.

В-четвертых, ситуационные признаки, образующие структуру ситуации представляют собой довольно большое число различных факторов обстановки, значениям каждого из которых могут ставиться в соответствие разные управляющие решения. Следовательно, кажется проблематичным оперативное определение множества управляющих решений, соответствующих "новой" ситуации, в силу необходимости обработки большого объема информации.

В качестве одного из подходов к решению рассматриваемого недостатка является задание соответствия не между ситуацией и управляющими решениями, а между значениями

ситуационных признаков и управляющими решениями. Целесообразность такого подхода объясняется следующими причинами:

- каждый из ситуационных признаков $u \in Y$, характеризующий некоторый фактор обстановки имеет конечное множество возможных значений T_y^l , каждому из которых, в свою очередь, соответствует конечное множество императивов УР (p^i);
- реализация данного подхода предполагает согласование множества управляющих решений, сгенерированных при идентификации значений различных ситуационных признаков, однако, решение данной задачи с практической точки зрения менее сложно, чем задание соответствия между "новой" ситуацией и управляющими решениями.

Практическая реализация предлагаемого подхода требует разработки правил выбора ситуационных признаков. К подобным правилам можно отнести следующие положения:

- рассматриваемый фактор обстановки должен иметь одно и более возможных значений T_y^l ;
- каждому значению T_y^l могут быть поставлены в соответствие императивы одного и более управляющих решений $\{p^i\}$;
- зависимость между двумя и более ситуационными признаками может быть только на уровне соответствующих им управляющих решений;
- значение каждого ситуационного признака $u \in Y$ может быть определено в результате идентификации частной ситуации s^y .

Для формализованного описания информационных ситуаций предлагается использовать продукции, представленные в виде нечётких множеств второго уровня [2, 8]. Подобное описание позволяет решить такую проблему, возникающую при обработке ситуаций, как одновременный анализ значений множества ситуационных признаков, имеющих различный физический смысл и размерность

$$s = \{ \langle \langle \mu_s(T_y^t) / T_y^t \rangle \rangle \}, \quad (1)$$

где $\mu_s(y)$ – функция принадлежности текущего значения T_y^t ситуационного признака $u \in Y$ одному из множества L его возможных лингвистических значений T_y^l .

Для создания логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков предлагается использовать логико-лингвистические шкалы (ЛЛШ) оценки возможности, представляющие собой распределение качественных оценок функциональных возможностей объектов системы по нормированной числовой шкале с диапазоном $[0,1]$.

В предлагаемом подходе к организации ситуационного управления рассматривается следующий способ идентификации текущей ситуации. В состав СППР вводится механизм отслеживания периода обновления информации $T_{обну}$ по каждому ситуационному признаку $u \in Y$. При окончании $T_{обну}$ для каждого $u \in Y$ производится активизация логического механизма идентификации его текущего значения. Задача данного механизма состоит:

- в сборе необходимых данных для расчета значений рассматриваемых показателей;
- в анализе полученных значений показателей и определении на их основе функции принадлежности текущего значения T_y^t ситуационного признака $u \in Y$ тому или иному лингвистическому значению из множества $\{T_y^l\}$;

- в выявлении причин, приведших к идентификации текущего значения T_y^t ;
- в запуске процедур генерации императивов управляющих решений и оценки их свойств.

Под идентифицированной ситуацией функционирования системы понимается набор $\{T_y^t\}$ значений рассматриваемого множества ситуационных признаков Y , отличающийся от ранее сформированного набора $\{T_y^{t-1}\}$, значением хотя бы одного признака $u \in Y$.

Генерация императивов управляющих решений $\{p^i\}$ производится после идентификации текущего значения рассматриваемого ситуационного признака $u \in Y$. Предлагается рассматривать два условия генерации управляющих решений:

- по факту изменения значения ситуационного признака;
- по факту идентификации конкретного значения ситуационного признака, которому ставится в соответствие некоторое множество императивов управляющих решений $\{p^i\}$.

Первое условие предполагает генерацию одних и тех же императивов управляющих решений при каждой идентификации изменения (как правило уменьшения) текущего значения ситуационного признака. Например, управляющее решение "Обеспечить ресурсом" может формироваться при каждой идентификации уменьшения текущего значения ситуационного признака "Наличие ресурса".

Примером второго условия генерации управляющих решений может являться решение "оценить обстановку на рынке" в случае идентификации значения "Активизация конкурента" ситуационного признака "Действия конкурента".

Наличие управляющих решений, сгенерированных при идентификации текущей ситуации s^t позволяет сформировать план перехода системы из s^t в другую ситуацию. Формирование подобного плана предполагает наличие структуры плана перехода системы из идентифицированной ситуации s^t в целевую ситуацию s^c . В качестве целевой ситуации s^c может рассматриваться набор значений ситуационных признаков, смысл которых совпадает с содержанием текста, описывающего цель функционирования системы. Для автоматизации процесса определения целевой ситуации предлагается подход, основанный на использовании ролевых ситуаций. Процесс определения целевой ситуации предполагает решение задачи распознавания текста и определения тех ситуационных признаков и их значений, которые образуют структуру данной ситуации.

Наличие целевой s^c и идентифицированной s^t ситуаций позволяет определить множество ситуаций $\{s^p\}$, отделяющих их друг от друга. Множество $\{s^p\}$ рассматривается в МСУ как стратегия управления. В рамках предлагаемого подхода данное множество образует структуру плана перехода системы из ситуации s^t в ситуацию s^c . Множество $\{s^p\}$ образуется из всевозможных комбинаций значений ситуационных признаков T_y , находящихся между значениями ситуационных признаков идентифицированной и целевой ситуаций.

Логико-лингвистическое описание целевой ситуации рассматривается как глобальная цель функционирования системы. Множество управляющих решений соответствующих значениям идентифицированной ситуации s^t позволяет сформировать план перехода системы из ситуации s^t в ситуацию s^p ближайшую от s^t в направлении s^c . Логико-лингвистическое описание ситуации s^p рассматривается как достижение локальной цели функционирования системы. Графически план перехода системы из ситуации s^t в ситуацию s^p может быть представлен в виде дерева локальной цели. Структуризация данного дерева производится с помощью процедур проверки таких свойств управляющих решений, как непротиворечивость, недублетность, изолированность по времени и непрерывность.

Список литературы

1. Блинов А.Н., О концепции построения интеллектуальных систем военного назначения // ВОЕННАЯ МЫСЛЬ 1993 г. № 12
2. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства. – М.: СИНТЕГ, 2009.
3. Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами. М.: «Энергия», 1974. – 136 с.
4. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Физматлит, 1996. – 218 с.
5. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
6. Пospelов Д. А. Логико-лингвистические модели в системах управления. - М.: Энергоиздат, 1981. – 232 с.
7. Мелихов А. Н., Бернштейн Л.С., Коровин С. Я. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. - М.: Наука, 1990. – 272 с.
8. Пospelов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. – 288 с.

References

1. Blinov A.N., O koncepcii postroenija intellektual'nyh sistem voennogo naznachenija // VOENNAJA MYSL" 1993 g. № 12
 2. Trahtengerc Je.A. Komp'juternye metody realizacii ekonomicheskikh i informacionnyh upravlencheskih reshenij. V 2-h tomah. Tom 1. Metody i sredstva. – M.: SINTEG, 2009.
 3. Klykov Ju.I. Situacionnoe upravlenie bol'shimi sistemami. M.: «Jenergija», 1974. – 136 p.
 4. Larichev O.I., Moshkovich E.M. Kachestvennyye metody prinjatija reshenij. M.: Fizmatlit, 1996. – 218 p.
 5. Anfilatov V.S., Emel'janov A.A., Kukushkin A.A. Sistemnyj analiz v upravlenii: Ucheb. posobie. M.: Finansy i statistika, 2002. – 368 p.
 6. Pospelov D. A. Logiko-lingvisticheskie modeli v sistemah upravlenija. - M.: Jenergoizdat, 1981. – 232 p.
 7. Melihov A. N., Bernshtejn L.S., Korovin S. Ja. Situacionnye sovetujushhie sistemy s nechjotkoj logikoj. - M.: Nauka, 1990. – 272 p.
 8. Pospelov D. A. Situacionnoe upravlenie: teorija i praktika. M.: Nauka, 1986. – 288 p.
-