

УДК 004.896

ИЕРАРХИЧЕСКИЕ СИТУАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ СППР В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

Юсупова Н. И., Сметанина О. Н., Еникеева К. Р.

ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия (450000, г Уфа, ул. К. Маркса, 12), enikeevka@rambler.ru

В статье приведены результаты исследования в области моделирования процесса принятия решений при управлении сложными системами. В качестве модели межситуационного взаимодействия предложено использовать иерархическую ситуационную модель, которая «встраивается» в систему управления и служит основой для принятия управленческих решений и формирования управляющих воздействий. С целью повышения достоверности принятых решений на основе предложенной концепции многошаговых гипотез ситуационная модель включает все ситуации, в которые гипотетически возможен переход или погружение из текущих ситуаций. Приведен пример разработанной иерархической модели межситуационного взаимодействия при управлении образовательным маршрутом в вузе. Результаты проведенных экспериментальных исследований по оценке эффективности использования разработанного прототипа системы поддержки принятия решений при управлении образовательным маршрутом показывают различную степень повышения эффективности во времени.

Ключевые слова: ситуационный подход; иерархическая ситуационная модель; управление сложными системами; трехзначный предикат; СППР; система управления.

HIERARCHICAL SITUATION MODELING FOR DSS OF COMPLEX SYSTEMS

Yusupova N. I., Smetanina O. N., Enikeeva K. R.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia (450000, Ufa, avenue K. Marksa, 12), enikeevka@rambler.ru

The paper presents research results in the field of decision-making models for the management of complex systems. As a model of an intersituational interaction is proposed to use a hierarchical model which is integrated into the management system and serves as a basis for decision-making and formation of the control actions. To improve the reliability of decisions made on the basis of the proposed concept of multi-step hypothesis situational model includes every situation in which hypothetically possible to pass or immersion from the current situation. The paper contains an example of the hierarchical model of an intersituational interaction which has been developed for the management of educational route in university. The results of experimental studies on the efficiency of the developed prototype of a decision support system for the management of educational route show varying degrees of efficiency in time.

Key words: situational approach; hierarchical situational model; management of complex systems; three-digit predicate; DSS; management system.

Введение

В качестве одного из направлений повышения эффективности управления сложными системами является создание и использование СППР, содержащих в своем составе базы знаний. Такие СППР базируются на технологиях искусственного интеллекта, разрабатываются и функционируют с участием экспертов. При управлении сложными системами во многих случаях целесообразно использовать ситуационный подход, центральным понятием которого является ситуация, а целью – принятие наилучшего решения в соответствии со сложившейся ситуацией. База знаний системы управления в этом случае должна включать не только знания об объекте управления, а также реакции системы на отдельные комбинации входных воздействий.

Современные методы поддержки принятия решений с использованием интеллектуальных технологий, инженерии знаний рассмотрены в работах таких российских и зарубежных ученых, как А. Н. Борисов, В. П. Гладун, В. В. Миронов, Г. С. Поспелов, Д. А. Поспелов, Э. А. Трахтенгерц, Н. Саймон, Б. Ален, Р. Бергман, М. Рихтер и др.

В статье рассматриваются вопросы моделирования процесса принятия решений при управлении сложными системами на примере управления образовательным маршрутом в вузе. В качестве модели межсетевое взаимодействия предложено использовать иерархическую ситуационную модель (ИСМ). В соответствии с предложенным подходом ситуационная модель «встраивается» в систему управления и служит основой для принятия управленческих решений и формирования управляющих воздействий.

1. Постановка проблемы

Реальный процесс управления в системах различного назначения (технических, социально-экономических и др.) сопровождается помехами, порождающими неопределенность.

В данной статье рассматривается вопрос повышения качества ситуационного управления в условиях устраняемой неопределенности. Борьба с неопределенностью требует временных затрат, что обуславливает противоречие между достоверностью и своевременностью управленческих решений. Авторами предлагается решить проблему путем разработки иерархической ситуационной модели для СППР, построенной с учетом концепции многошаговых гипотез, а также разработки прототипа СППР для повышения эффективности управления сложными системами. В качестве объекта управления выбран образовательный маршрут обучающегося в вузе.

2. Иерархическая ситуационная модель с использованием трехзначных предикатов

Ситуационный подход к управлению объектами характеризуется рядом признаков. Рассматривается конечное множество ситуаций, возникновение которых учитывается управляющей системой. С каждой ситуацией, выделенной разработчиком на этапе проектирования системы управления (СУ), связываются определенные управляющие решения в виде управляющих воздействий.

Ситуации могут быть связаны друг с другом различными отношениями: перехода; иерархии; многомерности развития. Отношениям соответствуют некоторые предикаты (например, предикаты перехода в зависимости от текущих значений измеряемых параметров задают условия перехода из одной ситуации в другую). Выявление отношений между ситуациями и построение соответствующих предикатов производится на этапе проектирования.

Множество ситуаций и отношений между ними составляет ситуационную модель, в данном случае – иерархическую ситуационную модель (ИСМ) [3, 5].

ИСМ, разработанная на этапе проектирования управляющей системы, «встраивается» в нее и используется для организации процесса ситуационного управления. Для этого в СУ предусматривается интерпретатор ситуационной модели с функциями контроля, формирования и хранения текущего состояния модели, а также выполнения соответствующих ситуации управленческих решений. Для этого абстрактная ситуационная модель дополняется правилами принятия управленческих решений и формирования управляющих воздействий, а также средствами активного обеспечения помехоустойчивости в процессе интерпретации.

Исследования конкретных задач управления и обеспечения адекватных решений в проблемных ситуациях [3–5] позволяют выделить ряд особенностей, в том числе: данные, получаемые о параметрах процесса от разных источников информации в ходе процесса могут быть многочисленными, разнородными и могут содержать неопределенность; процесс управления в обычных условиях, а также в случае возникновения проблемных ситуаций сопровождается «помехами», порождающими неопределенность данных (параметрическую, ситуационную); имеется опыт реализации процесса, статистика возможных ситуаций, опыт реализации алгоритмов управления в нормальных условиях хода процесса и в случае возникновения проблемных ситуаций, правила и инструкции по управлению; возникновение проблемных ситуаций при управлении во многих случаях не может прогнозироваться и предотвращаться заранее. Это требует специальных средств обнаружения проблемных ситуаций и алгоритмов управления при возникновении проблемных ситуаций и возможных изменений свойств процесса, среды, цели управления для обеспечения безопасности хода выполнения и реализации цели управления.

ИСМ включает пять укрупненных объектов: исходную модель, текущую модель, интерпретатор, набор предикатов активности и набор внешних акций (рис. 1). Исходная ИСМ задает все возможные ситуации, все возможные переходы ситуаций и все действия, ассоциированные с ситуациями. Она представляет собой сеть объектов типа: ситуация, переход, погружение, акция.

Объекты класса «ситуация» соответствуют вершинам ситуационной модели в виде графа переходов. Объекты класса «переход» соответствуют дугам на ситуационной модели в виде графа переходов и связывают вершину с другой вершиной той же модели (подмодели). Из каждой вершины может исходить несколько дуг-переходов. Класс объектов-дуг «погружение», введенный для обеспечения возможности укрупненной вершине поставить в соот-

ветствие ее внутренней подмодели, связывает вершину с начальной вершиной ее внутренней подмодели.

Из каждой вершины может исходить несколько дуг-погружений, каждая вершина может иметь несколько внутренних подмоделей. Класс объектов-дуг «акция» позволяет вершине ситуации поставить в соответствие внешнюю процедуру-акцию, выполняющую определенное управляющее воздействие. Данный класс объектов-дуг связывает вершину с объектом типа «внешняя акция». Из каждой вершины может исходить несколько дуг-акций. Внешние акции представляют собой процедуры, выполняющие при их вызове определенные действия, которые интерпретируются как реализация управленческих решений.

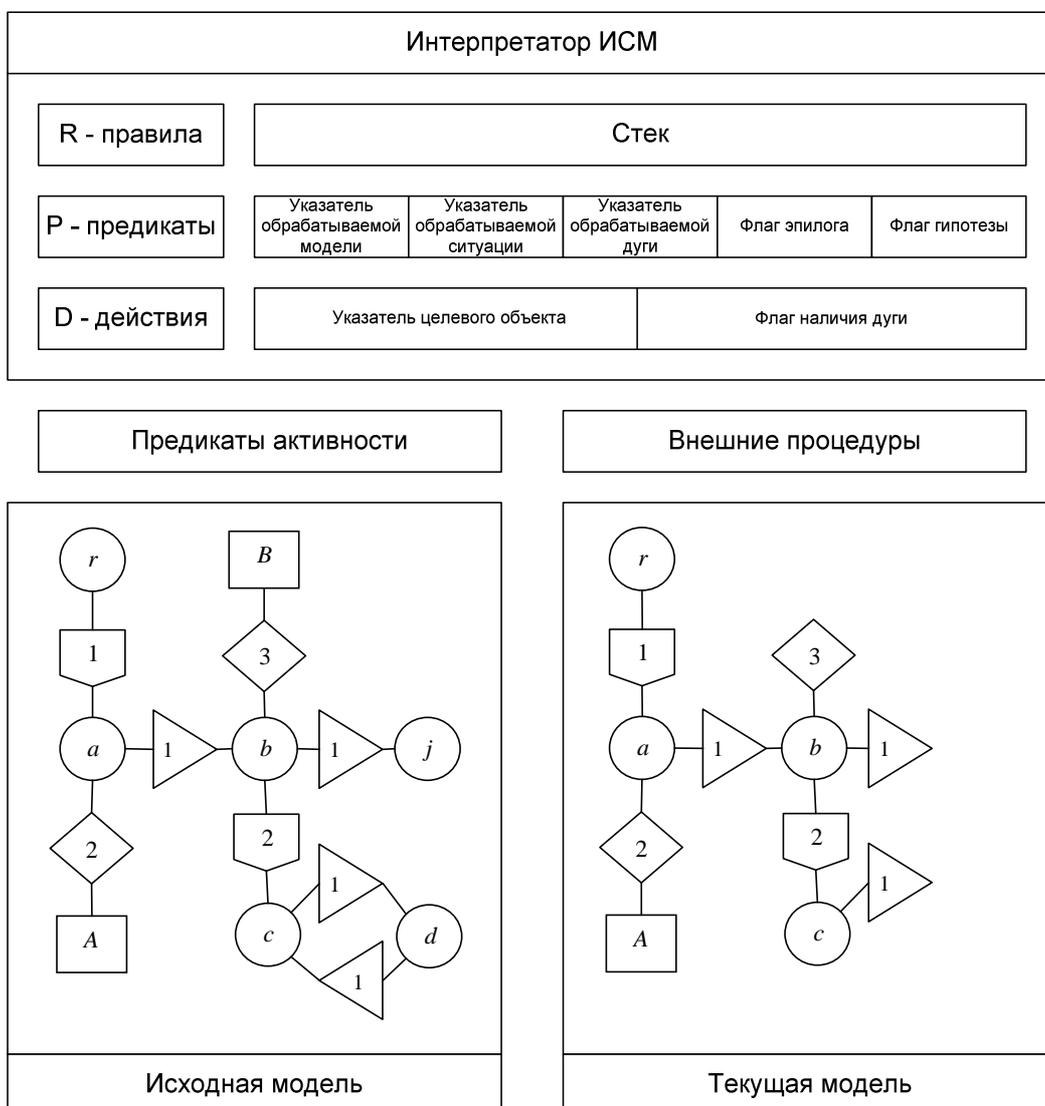


Рисунок 1. Состав ИСМ (круг – ситуация, ромб – дуга внешнего действия, прямоугольник – внешнее действие, треугольник – дуга перехода, пятиугольник – дуга погружения)

Каждая дуга-объект может иметь ссылку на предикат активности, значение которого определяет активность дуги в текущий момент времени. Множество дуг-объектов, исходящих из одной вершины-ситуации, упорядочено. Этот порядок определяет последовательность обработки объектов в процессе интерпретации данной ситуации.

Текущая ИСМ представляет собой подграф исходной модели, который содержит одну текущую ситуацию модели верхнего уровня, имеющей в свою очередь по одной текущей ситуации каждой внутренней модели. Для устранения противоречия между достоверностью и своевременностью управленческих решений с учетом концепции многошаговых гипотез в текущую ИСМ включены все другие ситуации, в которые гипотетически возможен переход или погружение из текущих ситуаций.

Предикаты активности представляют собой процедуры-функции, вырабатывающие логический результат для текущих значений параметров управления. Значение предиката определяет активность дуги 0 (пассивен), $\frac{1}{2}$ (гипотетически активен), 1 (активен), нагруженной этим предикатом [3].

Предикат активности погружения управляет интерпретацией внутренней модели в текущих условиях. Прежде всего, необходимо, чтобы в предельных случаях модифицированная модель совпадала с исходной моделью. Это определяет следующие требования: если предикат активности погружения пассивен, то это должно быть эквивалентно отсутствию дуги погружения, т.е. случаю, когда в памяти текущего состояния (ПТС) отсутствует соответствующая текущая подмодель; если предикат активности погружения активен, то это должно соответствовать случаю исходной модели, в которой предикат не учитывается.

Указанные требования определяют правила перехода из пассивного состояния предиката активности погружения на одном цикле в активное состояние предиката активности погружения на следующем цикле и наоборот. Правила задаются следующими требованиями: если на предыдущем цикле предикат активности погружения был пассивным, а на текущем стал активным, то должно происходить перемещение в ПТС соответствующей подмодели и ее обработка; если на предыдущем цикле предикат активности погружения был активным, а на текущем цикле стал пассивным, то должно происходить удаление из ПТС соответствующей подмодели со всеми ее внутренними подмоделями (это предполагает специальный рекурсивный обход подмоделей, в процессе которого освобождается ПТС и выполняются соответствующие эпилоговые действия); если предикат активности акции гипотетически активен, то должна выполняться обработка, аналогичная обработке активного предиката, но с соответствующим статусом гипотезы.

Предикат активности внешней акции управляет запуском внешней акции в текущих условиях. Его концепция аналогична концепции предиката активности погружения.

3. Иерархическая модель межсетевого взаимодействия при управлении ОМ

Управление ОМ представляет собой сложную задачу как с точки зрения проектирования системы управления, так и с точки зрения управления самим объектом [1, 2]. В ходе указанного процесса выполняется множество функций: планирование, контроль, регулирование. Так, при планировании ОМ определяются параметры, среди которых можно выделить: курсы и дисциплины, подлежащие изучению и их трудоемкость, цикл, к которому относится программа и продолжительность обучения, периоды обязательной мобильности (в случае совместных программ) или рекомендуемые периоды АМ (включенное обучение), критерии оценки успешности маршрута в целом (трудоустройство выпускников, уровень их доходов, время на поиск работы и т.д.). ОМ должен отвечать социальным потребностям экономики, которые могут быть определены работодателями.

В процессе планирования и реализации ОМ возникают проблемные ситуации. Они могут быть следствием действий обучающегося (несвоевременное оформление визы при участии в программе АМ, невыполнение графика ОМ по разным причинам), ошибок в управлении (несвоевременный выход приказа), воздействий внешней среды (изменение законодательства). Наличие проблемных ситуаций требует от системы управления целенаправленных и своевременных действий для обеспечения нормального выполнения процесса.

Разработанная ИСМ отражает и позволяет исследовать два процесса: процесс мониторинга ОМ (часть модели, реализующая функции процесса мониторинга ОМ называется симулятором); процесс управления ОМ (часть модели, реализующая эти функции, называется контроллером) (рис. 2). На верхнем уровне модели предусмотрены две ситуации: главная x , соответствующая мониторингу ОМ обучающегося в текущем периоде обучения, и финальная, соответствующая его завершению и принятию соответствующего решения.

Симулятор содержит множество из 15 ситуаций верхнего уровня, 7 из которых соответствуют определенным промежуточным этапам моделирования мониторинга ОМ (a, c, e, f, \dots) и 8 являются финальными ситуациями испытания (b, d, g, h, \dots), отражающими определенные исходы. Промежуточные ситуации, в свою очередь, содержат подмодели, ситуации которых отражают качественно различные этапы развития процесса моделирования. Всего симулятор содержит 49 ситуаций, 61 переход, 8 погружений, 27 акций.

Контроллер содержит 3 ситуации верхнего уровня (m, p, u), соответствующие нормальному режиму планирования, режиму контроля реализации ОМ, режиму планирования и контроля реализации АМ, также включены внутренние подмодели, содержащие еще 4 ситу-

ации, отражающие качественно различные этапы управления ОМ. Всего контроллер содержит 7 ситуаций, 8 переходов, 3 погружения.

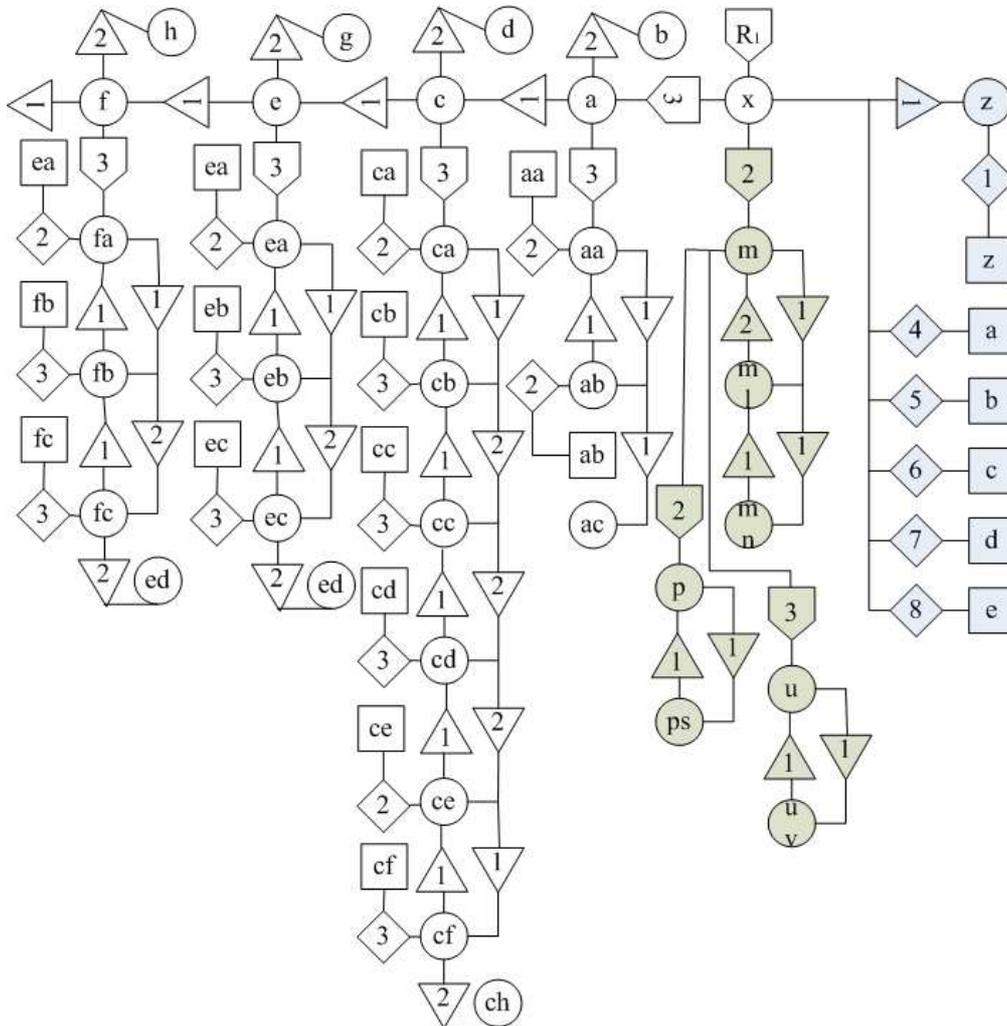


Рисунок 2. Фрагмент ИСМ при управлении ОМ

Помимо симулятора и контроллера главная ситуация содержит совокупность внешних акций ($a-e$), обеспечивающих расчет управляющих, возмущающих воздействий, а также моделирование работы последовательных обнаружителей между циклами моделирования. Финальная ситуация также содержит внешнюю акцию (z), обеспечивающих расчет итоговых показателей. Всего предусмотрено 6 внешних акций.

Проведенные экспериментальные исследования по оценке эффективности использования системы поддержки принятия решений при управлении ОМ показывают различную степень повышения эффективности во времени от 1,5–2 раз при консультировании обучающихся до 10–20 раз при контроле реализации ОМ.

Заключение

Ситуационное управление требует больших затрат на создание предварительной базы сведений об объекте управления, его функционировании и способах управления им. Часто для принятия решения необходимо учитывать качественные знания, сложно формализуемые в обычном математическом смысле. Ситуационное моделирование представляет собой подход к моделированию, основанный на обнаружении ситуаций из заранее определенного множества и принятии управленческих решений, ассоциированных с ситуациями.

Разработанный метод помехоустойчивой интерпретации для модели межситуационного взаимодействия основан на динамическом построении текущего состояния ИСМ на основе значений предикатов. Контроль многошаговых гипотез реализован в форме иерархии состояний, включающих помимо текущих ситуаций все ситуации, доступные из текущих через гипотетически активные предикаты переходов.

Результаты, приведенные в статье, частично поддержаны грантами РФФИ 13-07-00273-а, 12-07-00377-а, РГНФ 12-02-00190 и выполнены в рамках научно-исследовательской работы по теме 8.1224.2011.

Список литературы

1. Гузаиров М. Б., Юсупова Н. И., Сметанина О. Н., Козырева В. А. Поддержка принятия решений при управлении академической мобильностью // Системы управления и информационные технологии. 2011. №3.1. С. 131–136.
2. Козырева В. А., Сметанина О. Н. Информационная поддержка при управлении образовательным маршрутом в вузе // Современные проблемы науки и образования: электр. науч. журн. 2012. №1. URL: <http://www.science-education.ru/101-5400> (дата обращения: 15.07.2013).
3. Миронов В. В., Сметанина О. Н., Юсупова Н. И. Иерархическая ситуационная модель с трехзначными предикатами при управлении сложными техническими объектами // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: тр. II междунар. конф. Самара, 2000. С. 111–116.
4. Юсупова Н. И., Шахмаметова Г. Р. Антикризисное управление в сложных системах с учетом этапов жизненного цикла // Экономика и управление: научно-практический журнал. Уфа: БАГСУ, АН РБ, 2013. №2. С. 90–96.
5. Iljasov B. G., Jusupova N. I., Mironov V. V. Spacecraft risk management using critical situation Models // American Astronautical Society, Scientific Technology Series 1997. С. 125–137.

Рецензенты:

Картак В.М., д.ф.-м.н., профессор кафедры вычислительной математики и кибернетики, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа.

Амирханова Л.Р., д.э.н., профессор кафедры менеджмента и маркетинга, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа.