

ОНТОЛОГИЧЕСКИ-СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ КРУПНОМАСШТАБНЫМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ

Горюнова В.В.

Пензенский государственный технологический университет,
Россия, г. Пенза ул. Гагарина д.11
gvv17@mail.ru

Аннотация: В статье представлен онтологически-систематизированный подход для создания интеллектуальной информационной среды инженерного взаимодействия при управлении крупномасштабными производствами. При этом крупномасштабное производство анализируется в рамках системной парадигмы, а результаты этого анализа фиксируются в виде описания некоторой системы, обладающей целенаправленностью на уровне элементов, определяемых как онтологические модули.

Ключевые слова: крупномасштабные системы, компьютерные онтологии, предметная область, онтологические блоки, онтологические модули, сети Петри, интеллектуальные информационные среды

Введение

Крупномасштабное производство принято рассматривать как сложное, технологическое и социальное явление, которое может быть адекватно представлено в рамках нескольких подходов или одного комплексного подхода [1]. Как правило, крупномасштабное производство анализируется в рамках системной парадигмы, а результаты этого анализа фиксируются в виде описания некоторой системы, которая обладает целенаправленностью и состоит из целенаправленных элементов [2]. Именно это положение обуславливает сложность моделирования крупномасштабных систем, в связи с тем, что каждый целенаправленный элемент крупномасштабной системы необходимо анализировать «по-своему». Т.е сложность моделирования крупномасштабных систем вызвана тем, что целенаправленность системы в целом плохо согласуется с целенаправленностью ее элементов.

По этой причине при моделировании крупномасштабных производств требуется использовать проблемно-ориентированный анализ предметной области, возникающий из-за множества проблемных направленностей ее элементов [3]. Иными словами, каждый целенаправленный элемент крупномасштабной системы необходимо анализировать особым, присущим только ему, образом.

В статье предлагается использование комбинированного онтологически-систематизированного подхода при принятии решений по управлению крупномасштабными производствами.

1 Формальное представление компьютерных онтологий интегрированных сред управления крупномасштабными производствами

Онтология – это точное (явное) описание концептуализации знаний в виде множества используемых понятий (концептов) и набора парадигматических и синтагматических отношений. Парадигматические отношения – это отношения синонимии, омонимии, полисемии, обобщения «род-вид», агрегации «целое-часть», причинно-следственные и другие отношения, которые превращают словарь понятий (концептов, категорий) в тезаурус [4]. Синтагматические отношения отражают семантические ограничения в виде аксиом или логических правил, которые позволяют правильно строить переменные отношения понятий в конкретном контексте решения задачи.

Формализация семантической структуры знаний требует применения языков исчисления предикатов для отображения аксиоматики и объектно-ориентированного представления знаний для отображения таксономии используемых понятий.

Анализ эволюции требований к процессам управления в организации показал, что число новых задач, обусловленных все убыстряющимися изменениями внешней информационной среды и их внутреннего состояния, неуклонно возрастает. Возрастают требования к оперативности принятия как экономических, так и информационных управленческих решений в условиях быстроменяющейся обстановки и огромного количества данных поступающих из разнообразных источников.

В этих условиях особую роль играет информационное управление. Руководитель (эксперт) взаимодействует с системой поддержки принятия информационных управленческих решений, которая в автоматизированном режиме решает следующие основные задачи: оценка

информационной обстановки, выбор (формирование) целей, стратегий, управляющих воздействий; оценка эффективности и модификации процесса достижения целей, успешности реализаций выбранных стратегий, действенности воздействий; учет субъективных предпочтений руководителя и т.д. Анализ эффективности оперативных воздействий, правильности реализуемых стратегий и степени успешности достижения цели может вестись по разным критериям, но при этом должна обеспечиваться одновременная (параллельная) реализация взаимосвязи на всех трех уровнях принятия управленческих решений: оперативного воздействия – стратегии – цели.

Формирование целевых стратегий рассматривается в очень большом числе работ, в основном западных. Среди них следует выделить десять направлений, рассматривающих выбор стратегии системы, под различным углом зрения (школы дизайна, планирования, позиционирования, предпринимательства, обучения, власти, культуры, внешней среды, конфигурации, когнитивная школа).

Исходя из исследований, проводимых в рамках концептуально-целевого подхода, онтология ОС может быть отображена в виде структуры графа. Тогда пусть онтология *Ont* есть некоторый граф

$$Ont = \langle N, E \rangle, (1)$$

где *N* – узлы онтологии, *E* – отношения между узлами (ориентированные дуги).

В рамках онтологии будем выделять три подграфа

1. Т-граф – концептуальная часть онтологии. На данном графе узлами являются классы *T* и отношения *R*, а дугами базовые отношения, вводимые структурой организационной системы.

2. А-граф – объектно-целевой граф. Его узлами является множество объектов-целей онтологии, дуги – отношения между объектами-целями, как вводимые целевой структурой, так и введенные на Т-графе отношения *R*.

3. ТА-граф – связующий, между концептуальным и объектным. В качестве узлов содержит классы *T* и объекты *A*, принадлежащие этим классам, в качестве дуг здесь выступают отношения принадлежности объекта классу. Данный граф является двудольным.

$$Ont = T + A + TA (2)$$

Сеть Петри представляет собой дискретную модель на основе маркированного ориентированного графа, позволяющую моделировать асинхронность и параллелизм независимых событий, параллелизм конвейерного типа, сложные формы синхронизации и конфликтные взаимодействия между процессами.

Предлагаемый в статье метод концептуально-целевой поддержки принятия управленческих решений исходит из того, что процессы состоят из целенаправленных действий-операций, выполняемых в порядке, определяемом моделью концептуально-целевого каркаса системы, иерархизированной (редуцированной) по видам деятельности (рисунок 1).

Результатом моделирования протокола является оптимальный (по критериям эффективности решений и уровня достижимости целей) каркас концептуально-целевой маски, на основе сети Петри специального вида по уровням управленческих решений (цель - стратегическое решение - оперативное воздействие) и реестр классификационных данных по модулям, (содержащим ранги «деятельность-действие-операция»).



Рис.1 Целенаправленный процесс принятия решений с использованием концептуального маскирования

2 Общие положения разработки интеграционной интеллектуальной среды управления крупномасштабными производствами

Строение и свойства любой системы могут быть эффективно исследованы при помощи словаря терминов, используемых при описании характеристик объектов и процессов, имеющих отношение к рассматриваемой системе, точных и однозначных определений всех терминов этого словаря и классификации логических взаимосвязей между этими терминами. Набор этих средств и является онтологией системы, предоставляет структурированную методологию, с помощью которой можно наглядно и эффективно разрабатывать, поддерживать и формализовать интеллектуальную интеграционную среду управления данными об изделии.

Проектирование интеллектуальной интеграционной среды (ИИС) декомпозируется на этапы. Вместе с тем, есть целый ряд особенностей, которые определяют характер выполнения отдельных этапов. К таким особенностям относятся:

Коллективное использование знаний, которое предполагает объединение и распределение источников знаний по различным субъектам, а, следовательно, и решение организационных вопросов администрирования и оптимизации деловых процессов, связывающих отдельных пользователей.

Состав источников знаний определяется в принципе, конкретные источники знаний, особенно внешние источники знаний, могут добавляться по мере развития проекта.

Поскольку интеллектуальная информационная среда имеет многоцелевое назначение, возникает потребность в интеграции разнообразных источников знаний на основе единого семантического описания пространства знаний.

Таким образом, концептуальная проработка реализации ИИС в основном сводится к созданию онтологии, которая выполняется классически в результате взаимодействия исполнителей и экспертов. Разработка и поддержка онтологии в процессе жизненного цикла изделия требует постоянных усилий для ее развития. Так как в процесс изготовления и реализации изделия часто вовлечены различные виды деятельности, то для такой интеллектуальной информационной среды может потребоваться несколько онтологий.

В постановке задачи использования единых комплексных средств описания статических и динамических характеристик процесса проектирования производства и эксплуатации изделий машиностроения онтология проектирования становится центральной задачей в разработке интеллектуальной информационной среды.

Цель применения онтологически-систематизированного подхода к разработке ИИС заключается в определении функциональных возможностей ИИС путем исследования дополнительных аспектов поведения системы - динамики образов и динамики потоков, и создании прозрачных и эффективных методов моделирования.

Использование концептуальных спецификаций (онтологий) в ИИС средах предполагает декомпозицию на уровни, которые, в большинстве случаев, обладают иерархической структурой и взаимодействуют с ресурсами, определяющими функциональные возможности этапов жизненного цикла изделий:

- Административно-координационный уровень (проектирование);
- Планово-диагностический уровень (производство);
- Эксплуатационно-технологический уровень (эксплуатация).

Предметом исследований модульной онтологической системной технологии являются, методы декларативного динамического моделирования процессов обработки данных об изделии на основе математического аппарата сетей Петри и систем продукций

При применении и использовании модульной онтологической системной технологии к разработке ИИС предполагается использовать комплексный подход, учитывающий критериальные значения показателей включаемых в онтологические блоки (декларанты). Продукционно-событийная (PS) модель является доступным для эксперта предметной области средством формирования концептуальных спецификаций объектов и средств автоматизации по этапам жизненного цикла изделия, определяя по - этапную динамику вертикального управления по цепочкам понятий U_i , формирующим образы соответствующих PS –моделей:

Процессы (задачи), взаимодействуют между собой и с внешним окружением системы посредством потоков (информационных, материальных, финансовых и др.). Потоки могут соответствовать, как мобильным объектам, «пропускаемым» через систему (заказы, изделия и их компоненты, перемещаемые грузы), так и ресурсам, поддерживающим жизнедеятельность системы

(сырье, энергия, человеческий фактор). Поскольку объектные потоки являются дискретными, для единообразия модели примем, что и ресурсные потоки дискретны, т.е. ресурсы потребляются порциями. Порцию потока будем называть его элементом.

Декларативная онтологическая модель отдельного блока среды отображает взаимодействие задач с декларантами элементов потоков, заключающееся во внесении операций элементов в декларант (ОБ-блок), изъятии операций элементов из декларанта, преобразовании элементов внутри декларанта согласно заданному (для данного декларанта) жизненному циклу объектов - элементов потока. Декларанты, для которых моделируется только внесение/изъятие элементов потока, будем называть пассивными, а для которых, кроме того, моделируется и реализация жизненного цикла - активными. Последние соответствуют используемой в объектно-ориентированном подходе конструкции «класс», поэтому в контексте будем применять и эту терминологию. Состояние пассивного декларанта в каждый момент времени определяется числом находящихся в нем элементов потока, состояние активного - суммарным числом элементов (мобильных объектов) и фазой жизненного цикла каждого из них.

Отметим характерную особенность ИИС: среди ее уровней существует такой k -й уровень иерархии, что в процессах вышестоящих уровней ($i < k$) операции выполняются в свободном (произвольном) порядке, зависящем только от складывающейся ситуации, в том числе все операции могут выполняться параллельно (параллельная работа предприятий, цехов и отделов предприятия и т.д.). В процессах k -го и всех нижестоящих уровней ($i \geq k$) из-за наличия жестких технологических связей операции выполняются в фиксированном порядке.

Активная декларативная модель представляет собой детализацию потокового сценария с учетом динамики развития образов в ходе выполнения операций и передачи образов от одних операций к другим. Эволюция образов при выполнении операции проявляется в изменении значений их признаков (атрибутов), при переходах между операциями возникают «мутации» - порождение новых признаков и потеря признаков, ставших ненужными. «Мутация» сопровождается также наследованием определенных признаков.

3 Онтологически-систематизированный подход поддержки принятия решений по управлению крупномасштабными производствами

Каждый целенаправленный элемент крупномасштабной системы необходимо анализировать особым образом[5]. При этом многоаспектное моделирование крупномасштабных производств предполагает разработку формализма, позволяющего моделировать и исследовать результаты мультипроблемного анализа соответствующей предметной области[6]. Многоаспектная модель строится как формальный язык, предназначенный для многоаспектного выражения понятий предметной области. Основной проблемой онтологически-систематизированного подхода является создание, исследование и использование средств, позволяющих представлять каркас формальных моделей, воспринимаемых как совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих описаний одной и той же предметной области, оставляющее единое целое. При этом для создания такого каркаса необходимо использовать методологию мультипроблемного анализа и технологию модульного многоаспектного моделирования.

Любая методология анализа предметной области должна определять приемы выявления значимых сущностей, методы формализации знаний и формы документирования результатов.

Формальной теорией называется множество теорем, которое замкнуто относительно правил вывода. На практике же любая теория ограничена своей областью применения и даже в этой области, как правило, неполна, т.е. порождает наряду с отличными предсказаниями и неадекватные результаты. А попытка решить проблему неполноты путем расширения существующей теории почти всегда приводит к концептуальной противоречивости [7]. Всякая формальная теория определяется формальным языком, порождающим формулы, имеющие смысл с точки зрения этой теории, и совокупностью теорем, интерпретируемых в некоторой предметной области как выполнимые. Для конструктивного построения формальной теории фиксируется конечный алфавит, определяется перечислимое множество формул, выделяется разрешимое множество аксиом, задается конечное множество правил вывода, позволяющие получать новые формулы (теоремы) на базе имеющихся.

При онтологически систематизированном подходе для каждой активной проблематики необходимо выявлять сущности предметной области, соотносимые с некоторыми понятиями. Приёмы формализации знаний нужно осуществить путем описания способов выражения и

интерпретации понятий, а в качестве формы документирования следует использовать понятийные структуры, в которых задаются способы абстрагирования понятий.

Под понятийной структурой понимается совокупность понятий, для которых заданы способы их образования (абстрагирования). Носителем понятийной структуры является множество понятий, а ее сигнатурой – множество отображений обобщения, типизации, агрегации и ассоциации. В работе [5] показано, что перечисленных абстракций достаточно для выражения любой взаимосвязи понятий описания на его основе формализуемых знаний. Для каждого понятия из понятийной структуры задается его синтаксис и семантика.

Синтаксис понятия описывается в виде одной или нескольких форм его выражения, а семантика – как одна или множество именованных прагматик, определяющих интерпретации каждой формы выражения понятия в тексте. Имя прагматики определяет аспект, в рамках которого интерпретируется каждая форма выражения понятий.

Для описания семантики многоаспектной модели используется метод семантической индукции, заключающийся в использовании семантических категорий, которые определяются по мере необходимости, в процессе описания синтаксиса формального языка и средствами этого языка [6].

Объединение полученных при онтологически систематизированном анализе некоторой предметной области понятийных структур, способов выражения и интерпретации понятий будем рассматривать как ее каркасную модель, состоящую из декларативных модулей. В отличие от других известных формализмов при таком моделировании появляется возможность выразить накопленные знания относительно предметной области в наиболее естественной форме и задать при этом не одну, а множество интерпретаций для альтернатив принятия решений [8]. Более того, в самом описании предметной области становится возможным использование различных аспектов при интерпретации различных фрагментов предметной области. Это позволяет использовать формальные средства, необходимые для выражения целенаправленности крупномасштабной системы через целенаправленность ее элементов.

Суть модульно-онтологической системной технологии заключается в том, что для каждой проблематики создается свой, присущий только этой проблематике каркас формальных описаний наборов правил, которые объединяясь, создают мультипроблемное описание предметной области.

Для каждой активной проблематики выполняется понятийный анализ проблемной области и находится ее понятийная структура. Получившиеся в результате онтологически-систематизированного анализа понятийные структуры объединяются и образуют онтологию предметной области.

Решение общей задачи онтологического системного моделирования задается в виде ситуационного описания – совокупности имеющих место фактов (суждений) и решения (свойства решения) стоящей прикладной задачи в форме допустимых для созданного итогового языка выражений (умозаключений).

МОСТ-технология определяет механизм проектирования, функционирования и разработки интеграционной интеллектуальной среды управления (в стандартном варианте, иерархического типа) из так называемых декларативных онтологических модулей (ДОМ). При этом статическая структура распределенной сети онтологических модулей определяет «стратегию» процессов управления [7], а динамический механизм процессов «тренинга» ДОМ описывает «альтернативу» операционных процессов в онтологических блоках (ОБ). Отображение задается схемой функционирования Ttgramm и определяет онтологический образ (ОО) [9].

- Ttgramm: ОБ → ОО ,
- Ttgramm – редуцированное дерево , включающее уровни « деятельность-действия - операции » или уровни планирования работ от плана по вехам до состава работ.

Заключение

В отличие от известных методов анализа и формализации крупномасштабных систем, где стараются избегать явных онтологических допущений и многопроблемных форм выражения прикладных знаний, разработанный подход позволяет ввести и использовать онтологические средства, базирующиеся на формальном аппарате, отражающем наиболее устойчивые механизмы проблемного и понятийного осмысления действительности. При этом с помощью МОСТ технологии строятся многоаспектные формализованные описания предметной области в виде правил, извлекаются из декларативных модулей, описанных не на одном, а на нескольких проблемных языках.

Сложность управления крупномасштабными производствами предполагает использование интеллектуальных информационных сред, включающих формальное описание предметной области и решаемых на ней задач (декларативного предметного модуля). Описание декларативных модулей производится посредством формальной теории (правил вывода).

Декларативный модуль – это множество формальных моделей и соответствующих им наборов правил, описывающих одну и ту же предметную область и предназначенных для всестороннего (полного) представления формализуемых знаний в аспекте различных проблемных ситуаций.

В результате приближения методов формализации прикладных знаний к постановке и решению стоящих прикладных задач следует ожидать повышение качества и эффективности формального моделирования крупномасштабных производств и оптимизации принятия решений по их управлению.

Литература

1. *Трахтенгерц Е.А.*, Компьютерные методы реализаций экономических и информационных управляющих решений. М.: изд. Синтег, том. 1, 2009, 172.
2. *Кульба В.В.*, Информационная безопасность системы организационного управления. Теоретические основы. Наука, 2006.
3. *Горюнова В.В.*, Логический базис, сведения о знаках в интеллектуальных информационных системах. Учебное пособие, «Логическая основа представления знаний в интеллектуальных информационных системах. Учебное пособие» - Пенза, изд. ПГУАС, 2005, с. 267
4. *Джон Ф.* Сова провел экскурсию по онтологии <http://www.jfsowa.com/ontology/guided.htm>
5. *А.В. Палагин* К вопросу о системно-онтологической интеграции знаний предметной области / А.В. Палагин Н.Г. Петренко. - Математические машины и системы, 2007. - №3,4. - С. 63-75
6. *А.И. Башмаков* Интеллектуальные информационные технологии: Прос. Пособие / А.И. Башмаков И.А. Башмаков. - Москва: Изд-во - в МГТУ им. Новая Англия Бауман, 2005. – 304
7. *В.В. Горюнова*, «Проектирование систем технического обслуживания и ремонта с использованием онтологий», «Разработка систем технического обслуживания и ремонта с использованием онтологий» [Нейрокомпьютеры: разработка и применение] №. 12, 2009, с. 23-28.
8. *Г.Н. Калянов.* Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов: Учеб. Пособие. - Москва: Финансы и статистика, 2007. - 240 р
9. *В.В. Горюнова*, Модульная онтологическая технологическая технология в управлении промышленными процессами. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика номер. 2, 2008, стр. 59-64.