

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗНАНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО
ПОВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ**

М.И. Кочергин

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.М. Дмитриев

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, 634050

E-mail: max24kochergin@gmail.com

**USING THE LOGICAL MODEL OF KNOWLEDGE REPRESENTATION FOR CLASSIFYING
OBJECT'S PHYSICAL BEHAVIOR**

M.I. Kochergin

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.M. Dmitriev

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia, Tomsk, Lenin str., 40, 634050

E-mail: max24kochergin@gmail.com

***Abstract.** The paper says about using the logical model of knowledge representation for classifying object's physical behavior in natural language text descriptions of problems in physics and technics. The structure of intelligent system implementing formalization of text description is suggested. The purpose of formalization is preparing representation of a problem for modeling.*

Введение. Компьютерное моделирование занимает важное место при проведении исследований в области техники и физики, открывает широкие возможности по изучению свойств различных систем, а также прогнозированию их поведения и проведению вычислительных экспериментов. Этапу моделирования некоторого объекта предшествует этап его формализации – представления объекта в виде формальной системы (чаще в математическом виде), пригодной для моделирования. Затем при необходимости полученная формальная модель приводится к канонической форме выбранного метода моделирования, если это требуется (например, к формату метода компонентных цепей [1]).

Физико-технические задачи. Под физической задачей будем понимать постановку некоторой проблемы из области физики, решаемой с помощью математических действий, логических умозаключений или эксперимента и состоящей из условия (описания некоторого физического процесса) и требования (проблемы, которую необходимо решить). Физико-технические задачи – инженерные задачи, решаемые с помощью различных физических знаний. Они более сложны по своей структуре, относятся к специализированным разделам физики и имеют определенное практическое значение.

При описании некоторого объекта физической или физико-технической задачи можно выделить 2 типа его поведения: физическое (описываемое законами физики) и логическое (алгоритм поведения объекта, включающий условия, ограничения или порядок выполнения действий).

По исходному представлению задачи делятся на: 1) задачи с хорошо структурированными исходными данными (ХСИД), т.е. представленные почти в формальном виде (известны все элементы задачи и связи между ними), например, в виде функциональных схем, рисунков (гидравлика, электротехника и др.); 2) задачи со слабо структурированными исходными данными (ССИД), в которых

структура задачи скрыта или задана неявно (чаще всего представлены на естественном языке, т.е. в виде текста), например, физические задачи кинематики и динамики. В таких задачах бывает трудно выделить значимые элементы, факторы и критерии. В связи с этим заранее невозможно определить состав и конечный вид компонентов задачи. Помимо структурированности их представления задачи классифицируются и по полноте их содержания на 3 типа: 1) задачи с недостающими данными, 2) задачи с необходимыми данными, 3) задачи с избыточными данными.

Ввиду необходимости моделирования физико-технических задач с ССИД, а также избыточными или недостаточными данными актуальным является разработка программных средств формализации задач [2]. Автоматизация процедуры формализации позволит исследователю акцентировать свою деятельность на моделировании и дальнейшей работе с задачей, а не предварительной обработке данных, а также исключит из задачи избыточные данные и дополнит недостающими.

Автоматизация процедуры формализации. Наиболее востребованной является разработка средств автоматизированной формализации текстов в социогуманитарных областях, где объектами анализа выступают тексты СМИ, интернет-тексты и др. При этом процедура формализации информации направлена на решение ряда таких задач, как извлечение информации об объектах и их связях в тексте, идентификация автора, поиск мнений и суждений, семантический поиск, автореферирование текста и пр. Разработка средств автоматизированной формализации в области моделирования физико-технических задач также является актуальной и позволяет решать следующие задачи: 1) приведение слабо структурированных задач к хорошо структурированному представлению, пригодному для моделирования; 2) решение логических задач (поиск противоречий, поиск недостаточных и избыточных данных); 3) визуализация формальных моделей (в виде схем); 4) приведение задачи к канонической форме метода; 5) обучение процедуре формализации и моделирования.

Также такие программные средства необходимы для поддержки процедуры итерационного создания модели – интерактивного режима взаимодействия с пользователем, позволяющего определить нужную степень детализации модели. Разработка средств автоматизированной формализации требует привлечения методов извлечения информации и использования баз знаний предметной области, к которой относится исследуемый объект. Кратко опишем состав разрабатываемого модуля формализации физико-технических задач и функции его подмодулей.

1. *Анализатор* текста производит автоматический анализ текста, его семантическую разметку (выделение сущностей и их связей), на выходе формирует взвешенный ориентированный семантический граф, в котором вершины – слова (сущности), дуги – предикаты (отношения).

2. *Структуризатор* задачи производит классификацию найденных сущностей, используя информацию из базы данных сущностей предметной области (которая содержит списки слов-маркёров параметров объектов, единиц измерения), а затем формирует структуру логического поведения объектов в задаче. Структура логического поведения представляется ориентированным графом, в котором вершины – *акты* (промежутки времени, на которых объект характеризуется физическим поведением, например, равноускоренное движение), а дуги – *переходы* (события, которые характеризуют смену физического поведения или его параметров, например, столкновение). При этом каждой вершине ставится в соответствие целое число – порядковый номер *состояния* системы объектов в задаче, характеризующего некоторый продолжительный момент времени в задаче.

3. *Классификатор* объектных моделей производит классификацию физического поведения объекта по набору его параметров на основании правил, имеющихся в *базе знаний физических законов*.

4. *Идентификатор* моделей отношений производит математическое описание межобъектных связей. Идентификатор использует базу знаний общего типа, содержащую концепты: «часть-целое», «меньше-больше», «пространство-время» и пр.

Модуль формализации может быть дополнен модулем синтеза компонентной цепи задачи для автоматизированного построения компьютерной модели задачи в формате метода компонентных цепей.

Базы знаний. Программный модуль автоматизированной формализации физико-технических задач использует несколько баз знаний. *База знаний физических законов* (объектных моделей) содержит правила вывода в виде логических формул, которые позволяют каждому *акту* деятельности объекта поставить в соответствие *объектную модель*, описывающую его физическое поведение на этом участке времени. Ниже представим некоторые правила этой базы на языке алгебры предикатов. Для этого будем использовать предикаты: $OM(X, Y, Z)$ – на участке времени X физическое поведение объекта Y характеризуется физическим законом Z ; $P(X, Y, Z)$ – на участке времени X физическое поведение объекта Y характеризуется параметром Z .

$OM(X, Y, 'v = s / t') \leftarrow P(X, Y, \text{скорость}) \wedge P(X, Y, \text{путь}) \wedge P(X, Y, \text{время}) \wedge \neg (P(X, Y, \text{ускорение}))$.

$OM(X, Y, 'v = \omega * r') \leftarrow P(X, Y, \text{скорость}) \wedge P(X, Y, \text{угловая_скорость}) \wedge P(X, Y, \text{радиус})$.

$OM(X, Y, 'p = m * v') \leftarrow P(X, Y, \text{импульс}) \wedge P(X, Y, \text{масса}) \wedge P(X, Y, \text{скорость})$.

$OM(X, Y, 'F = m * a') \leftarrow P(X, Y, \text{сила}) \wedge P(X, Y, \text{масса}) \wedge P(X, Y, \text{ускорение})$.

Во время формализации текста задачи *структуризатор* формирует набор фактов об исследуемом объекте в виде предикатов $P(X, Y, Z)$, например, « $P(\text{состояние}_1, \text{велосипедист}, \text{скорость})$ ». *Классификатор* объектных моделей в свою очередь включает в себя интерпретатор логических формул, который производит подстановку предикатных аргументов в каждое правило, проверяя их на истинность. Если правая часть является истинной, то база фактов пополняется новым фактом из левой части правила, и интерпретатор продолжает работу.

Заключение. Физико-технические задачи с ССИД характеризуются неявным или скрытым представлением информации об объектах задачи и межобъектных связях. Помимо этого, такие задачи могут не содержать необходимых данных или содержать избыточные. Для приведения таких задач к виду, пригодному для моделирования, необходимо производить их формализацию. Для автоматизации классификации физического поведения объектов в исследуемой задаче разрабатываемые программные средства формализации используют логическую модель представления знаний. Основное назначение модуля формализации – приведение физико-технических задач с ССИД к виду задач с ХСИД.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев В.М. Построение компьютерных моделей многофракционных физико-химических систем газопромысловых объектов в формате метода компонентных цепей / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа, А.В. Шутенков // Доклады ТУСУР. – 2012. – Т. 2. – № 1. – С. 145–150.
2. Кочергин М.И. Формализация текстовых условий задач по физике / М.И. Кочергин, К.С. Кочергина // Доклады ТУСУР. – 2016. – Т. 19. – № 1. – С. 65–68.