

СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ РЕШАТЕЛЕМ

А.Г. Александров, Л.С. Михайлова
Институт проблем управления РАН,
Москва, e-mail: alex7@ipu.rssi.ru

Введение

Разработка алгоритма работы управляющего устройства является одной из важнейших стадий проектирования систем автоматического управления (САУ). Программные средства, применяемые для расчетов на данной стадии, называют системами анализа и синтеза САУ (САС САУ), т.к. они обеспечивают решение задач синтеза закона управления и анализа качества функционирования спроектированной САУ.

В САС САУ выделяют две основные подсистемы [1]:

1. *процессор общения*, выполняющий распознавание задачи по ее описанию на входном языке САС САУ, а также преобразование исходных данных задачи из внешней формы (привычной для разработчиков САУ) во внутреннюю форму (удобную для обработки на ЭВМ);
2. *решатель задач*, выполняющий поиск решения задачи на основе имеющихся знаний о методах решения задач (*модели предметной области*), формирование плана решения задачи, а затем выполнение построенного плана и получение результатов решения задачи. Под *планом решения* задачи понимается последовательность действий, позволяющая перейти от исходных данных к требуемым результатам.

Существуют решатели задач бывают двух типов. *Детерминированные решатели* (Д-решатели) предназначены для решения задач, план решения которых ранее разработан специалистами в области теории управления, и хранится в архиве системы. В случае отсутствия плана система вырабатывает отказ от решения задач.

Интеллектуальные решатели (И-решатели) могут решать как задачи с известным планом решения, так и автоматически формировать планы в случае отсутствия таковых. План решения строится на основе модели предметной области, имеющейся в системе.

Разработчиками модели предметной области (в САС с И-решателем) и планов решения задач (в САС с Д-решателем) являются специалисты в области теории управления – *исследователи*.

В данной работе рассматривается интеграция интеллектуального решателя ИНСТРУМЕНТ-3М-И [1] (далее ИНСТРУМЕНТ) в систему автоматического проектирования систем автоматического управления ГАММА-2РС [2] (далее ГАММА).

Система ГАММА

Система ГАММА предназначена для решения широкого класса задач анализа, идентификации и синтеза систем управления.

Система ГАММА является двухуровневой. Первый уровень, называемый «Средой пользователя» предназначен для инженеров-разработчиков САУ. Решение задач в «Среде пользователя» осуществляется с помощью директив. *Директива* – это программа, состоящая из трёх частей: средств для ввода исходных данных (интерфейса), расчётной части и средств для вывода промежуточных и окончательных результатов (протокол). Каждая директива решает определённый класс задач построения алгоритма управления. В системе имеется несколько групп директив: синтез регуляторов, идентификация, адаптивное управление.

Разработчик САУ выбирает из списка директиву, которая решает его задачу, и вводит на естественном языке описание задачи. Решение задачи осуществляется автоматически. Анализируя протокол работы директивы разработчик принимает решение о приёмлемости результата.

Второй уровень – «Среда исследователя» – позволяет расширять возможности системы путем включения в нее новых директив и модернизации существующих специалистом, обладающим хорошими знаниями в области теории управления.

Директивы в системе ГАММА строятся из модулей. *Модуль* – это программа, выполняющая элементарную проектную операцию. *Под элементарной проектной операцией* (ЭПО) понимается операционное определение неделимого (минимального) содержательного фрагмента ТАУ (например, устойчивость, управляемость, АКОР (LQ-оптимизация), Н-бесконечное субоптимальное управление). Модули системы объединены в *библиотеку модулей*, которая позволяет добавлять, удалять, изменять информацию о модулях, подключенных к системе.

План директивы (последовательности выполнения модулей ЭПО) задается в виде блок-схемы либо записывается на проблемно-ориентированном языке ГАММА-1 с использованием встроенных редакторов.

Система ГАММА является типичной системой с Д-решателем, т.к. план директивы формирует исследователь.

Система ИНСТРУМЕНТ

Система ИНСТРУМЕНТ предназначена для автоматизации проектирования САУ на основе автоматического решения непроцедурно поставленных задач.

План решения задачи формируется автоматически на основе формализованных знаний о методах решения задач ТАУ (модели множества формализованных задач), которые хранятся в базе знаний системы.

Процесс получения плана решения задачи в системе ИНСТРУМЕНТ состоит из следующих этапов: 1) пополнение базы знаний о методах решения задач; 2) постановка задачи – указание исходных данных и требуемых результатов, после чего система строит план решения. Изменяя формулировку задачи, можно получать различные модификации планов.

Система ИНСТРУМЕНТ позволяет создавать базы знаний, отражающие любую область теории управления, и использовать их для получения планов решения задач. Однако практическое использование полученных планов для решения задач проектирования САУ средствами самой системы ИНСТРУМЕНТ ограничено только областью синтеза регуляторов многомерных систем, что объясняется особенностями организации интерфейса системы. В связи с этим было принято решение использовать возможности системы ИНСТРУМЕНТ для разработки планов директив системы ГАММА, интерфейс которой можно использовать для решения более широкого круга задач.

Представление знаний в системах ГАММА и ИНСТРУМЕНТ

Интеграция решателя ИНСТРУМЕНТ в систему ГАММА стал возможна благодаря сходному представлению знаний в данных системах.

Формализованная модель предметной области является основой математического обеспечения любой САС САУ. Используемый в данном случае подход к формализации знаний, предложенный [3] и развитый в [1], основан на классификации понятий и категорий ТАУ, и использовании проблемно-ориентированного языка для представления планов решения задач в виде совокупности проектных операций.

Одноуровневая модель множества формализованных задач ТАУ представляется в виде композиции трех множеств:

$$M = \langle P, D, O \rangle,$$

где *P* -- множество *предметов* (например, объект управления, управляющее устройство, система автоматического управления, возмущение), обладающих определенными *атрибутами*. К атрибутам предметов относятся:

- *виды* математических моделей предметов (алгебраические уравнения, дифференциальные уравнения и др.);
- *формы* математических моделей предметов (форма Коши, "вход-выход" и др.);
- *свойства* -- атрибуты предмета, принимающие логические значения и отражающие существенные особенности данного предмета (например, устойчивость, управляемость);
- *характеристики* -- атрибуты предмета, значения которых могут использоваться для оценки поведения предмета (например, установившиеся ошибки).

Д – множество *действий*, выполняемых над предметами (анализ свойств, вычисление характеристик, синтез предметов, преобразование форм предметов, вычисление значений отношений). Действия характеризуются следующими атрибутами:

- *имя действия*;
- *исходные данные* – список имен предметов, их свойств и характеристик;
- *результаты* – список имен предметов, их свойств и характеристик;
- *условия применимости* – список имен свойств предметов и отношений, которые должны принимать значение ИСТИНА для обозначения возможности выполнения данной операции;
- *план* – план решения данной задачи как упорядоченная совокупность действий, записанная на ППОЯ (если действие – директива) либо программа на традиционном языке программирования, если данное действие является элементарной проектной операцией, т.е. не содержит других действий модели множества задач.

О – множество *отношений*, используемых в качестве требований, накладываемых на искомые результаты задачи проектирования.

Описанная модель отражает способ представления знаний в системе ГАММА. В системе ИНСТРУМЕНТ используется более сложная многоуровневая модель множества формализованных задач, которая позволяет оптимизировать процесс построения плана решения задачи. Многоуровневая модель предметной области разбивается на подмодели, в которых количество возможных вариантов исследования резко сокращается. Модель предметной области системы ГАММА может быть использована в качестве одной из подмоделей в системе ИНСТРУМЕНТ практически без изменений.

Связь решателя ИНСТРУМЕНТ с системой ГАММА

Использование интеллектуального решателя ИНСТРУМЕНТ для получения планов директив системы ГАММА подразумевает выполнение следующих действий:

1. Формирование одноуровневой модели множества формализованных задач интересующей нас области теории управления и помещение ее в базу знаний системы ИНСТРУМЕНТ.
2. Автоматическое формирование плана решения задачи в системе ИНСТРУМЕНТ путем указания исходных данных задачи и требуемых результатов.
3. Экспорт полученного плана в систему ГАММА средствами этой системы. Процедура экспорта заключается в следующем: формируются таблица соответствия имен действий системы ИНСТРУМЕНТ и программных модулей системы ГАММА; формируется таблица соответствия атрибутов предметов системы ИНСТРУМЕНТ и типов данных системы ГАММА; план решения задачи автоматически преобразуется в формат системы ГАММА. Однажды сформированные таблицы соответствия могут дополняться и многократно использоваться для экспорта новых планов решения задач.
4. Разработка программных модулей, выполняющих действия, входящие в сформированную модель множества формализованных задач. Модули пишутся в соответствии со стандартами, принятыми в системе ГАММА и включаются в библиотеку модулей этой системы.

После выполнения указанных действий директива может быть использована для решения задач проектирования САУ пользователями системы ГАММА.

Литература

1. Стеранов М.Ф. Автоматическое решение формализованных задач теории автоматического управления. – Саратов: Саратов.гос.техн.ун-т, 2000, 376 с.
2. Александров А.Г., Исаков Р.В., Михайлова Л.С. Структура программного обеспечения для автоматизации разработки алгоритмов автоматического управления // 2005. АиТ, № 4 С. 176-184
3. Ефимов Е.И. Решатели интеллектуальных задач. - М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982.-320 с.