

## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ОБОЛОЧКА ДЛЯ СИНТЕЗА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ САПР И АСНИ

Григорьев А.В., Базалей А.О.

Кафедра ПМИИ, ДонГТУ

grigorie@pmi.donetsk.ua

### Abstract

*Grigoriev A.V., Bazaley A.O. Specialized environment for construction intelligent CAD and SSSR. The system is constructed on the basis of the concept meta - environments. The differences consist in a treatment of conceptual model of subject area: levels of representation of knowledge as levels of definition (determination) of model; files as a means of integration of objects close on properties and etc..*

### Введение

Предлагается программный комплекс, представляющий собой реализацию новой концепции построения инструментальной оболочки для разработки САПР как экспертных систем [2,4]. Особенности конкурирующей концепции мета-оболочек таковы: метазнания предметной области (ПО) включают систему классов понятий ПО, описание связей между понятиями всех классов на уровнях знаний и действительности, а так же описание соответствия между уровнями знаний и действительности. Суть предложенной концепции мета-эвристических оболочек (МЭО) состоит в модификации указанного подхода, ориентируясь на особенности представления уровней знаний и действительности в САПР (и АСНИ). Конкретные требования к предлагаемой реализации МЭО таковы:

1) В грамматике языка описания моделей, продукциях и внутренних форматах представления данных оболочки необходимо отразить особенности разработанной унифицированной концептуальной модели ПО [3]. В частности, это такие особенности: а) учет: регулярности свойств объектов, наличия различных ПО, возможной недоопределенности свойств и структуры объектов; б) представление уровней недоопределенности модели как уровней представления моделей в САПР; в) допустимость объектно-ориентированного подхода к представлению моделей; в) обеспечение известных форм представления моделей в САПР; г) использование "полностью" динамических недоопределенных вычислительных моделей как механизма редукции неопределенностей, а так же механизма "реконструкции" моделей [1];

2) Построение интерфейсов с проблемно-ориентированными САПР как инструментами моделирования и документирования решений [1].

Целью данной работы ставится описание особенностей существующего варианта реализации системы, определение ее возможностей, эффективности и дальнейших перспектив развития.

### Возможности и структура системы

Система представляет собой событийно-управляемое программное средство с развитым пользовательским интерфейсом. Интерфейс системы графический, система обеспечивает выполнение сервисных функций работы с файлами, имеет горячие клавиши, поддерживает манипулятор типа "мышь", имеет главное меню, встроенный текстовый редактор для работы с базой знаний, обеспечивает необходимые сервисные функции при работе с базой данных. Система состоит из двух основных частей:

1. сервисной работы с проектом: редактирования БЗ; связи проекта со статической БД;
  2. механизма логического вывода: транслятора правил и системы вывода.
- Предоставляемые возможности системы таковы:
1. ввод и редактирование составных частей моделей;
  2. описание внешнего представления знаний о модели посредством системы правил, представленных в форме продукций;

3. генерация структурной модели по ранее введенным правилам. Особенность предлагаемого подхода к построению оболочки состоит в том, что приобретение знаний осуществляется с помощью интерфейсов [1] с проблемно - ориентированными системами моделирования путем обучения по примерам (прототипам), имеющимся в этих системах. В этом случае пользователю фактически необходимо доопределить предлагаемые ему знания о стратегиях решения конкретных классов задач в виде некоторой эвристической модели. Пользователь имеет так же возможность осуществить и прямой ввод базы знаний о предметной области. В общем случае процесс диалогового компьютерного интервьюирования эксперта является не чем иным, как контролем эксперта машинных рассуждений о методах решения конкретных задач. Сеанс работы эксперта с системой заключается в создании или корректировке проекта. Проект представляет собой объединение базы знаний, системы продукции управления выводом и информации о подключаемых по умолчанию библиотеках. Пользователю представляется набор операций для работы с проектами: создание, открытие, сохранение и т.п. Создание и редактирование созданного проекта предполагает работу с отдельными составляющими проекта, т.е. базой знаний, системой продукции управления выводом и информацией о подключаемых по умолчанию библиотек. Данные этапы работы пользователя обеспечиваются наличием диалоговых редакторов БЗ и управляющих продукций, а так же интерактивной системой запросов к статической БД. Выполнение проекта заключается в выполнении компиляции проекта и запуске его на выполнение. Компиляция проекта есть проверка целостности проекта и создание внутренних структур данных для представления проекта. Запуск на отработку проекта заключается в инициализации динамической БД и запуске механизма логического вывода. В процессе логического вывода система запрашивает у пользователя недоопределенные элементы посылок и действий обрабатываемых продукций, уточняя таким образом постановку задачи синтеза (значения элементов NH и NEW в продукциях).

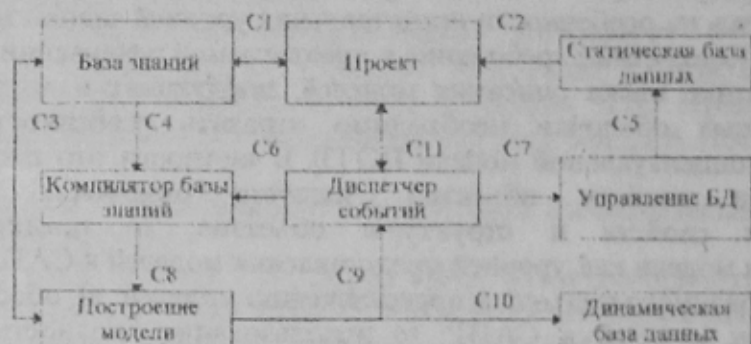


Рис 1.

Процесс синтеза решения по выбранному проекту завершается формированием структурной модели в виде набора DBF - таблиц, а так же генерацией протокола отработки продукций. В дальнейшем предполагается вызов интерфейса с проблемно - ориентированной системой моделирования для анализа, исследования и документирования полученных решений. Имеется ряд демонстрационных примеров, имеющих целью проверку работоспособности комплекса и ознакомления пользователя с его возможностями. На рис. 1 изображены основные потоки данных в системе. Проект включает себя базу знаний (C1), - содержащую продукционные правила и правила, управляющие порядком выборки продукций. Компилятор базы знаний преобразует базу знаний из текстовой формы (C4) во внутренний формат, используемый в системе при построении модели (C8). Если продукционные правила в базе знаний не полностью определены, то система организует диалог с пользователем, в процессе которого происходит доопределение продукций базы знаний (C3). Статическая база данных представляет собой набор DBF - файлов - библиотек, откуда в проект переносятся необходимые определения (C2). На этапе синтеза модели формируется динамическая база данных (C10), куда помещается информация о элементах модели, их свойствах и связях между ними. Модуль управления БД предоставляет сервисные услуги по изменению статической БД (C5). Диспетчер событий реализует функции супервизора и осуществляет управление частями системы на основе централизованного сбора сообщений.

## Организация базы данных и знаний интеллектуальной системы

**База данных.** Программа имеет две базы данных - статическую и динамическую. Статическая БД служит для заполнения начальной информации, относящейся к моделируемому объекту, о наиболее часто встречающихся библиотеках и их типах. В системе реализованы функции работы со статической БД. Формат файлов, хранящих БД - DBF. Динамическая БД создается на основе статической БД путем занесения в динамическую БД информации о библиотеках и типах библиотек, подключаемых в проекте. В дальнейшем при отработке продукции динамическая БД дополняется и модифицируется. Для работы с БД используется язык SQL. Запросы формируются в случаях формирования динамической БД и отработки продукции. Типы возможных запросов: существование объекта или его компонентов в БД; выдача списка значений выбранного элемента (по NIL) и т.п.

**База знаний.** Для передачи системе информации о порядке выбора продукции описываются правила вывода. Грамматика языка описания правил вывода такова. Каждое правило вывода имеет свое уникальное имя. В правой части правила описывается выражение, аргументами которого являются имена продукционных правил и имена самих правил. В правой части могут быть использованы скобки и отношения "и" и "или". В выражении допускается использовать все имена продукции, описанных в проекте. Правилom цели является правило, описанное в начале. Правила перед отработкой переводятся в полиз, а далее по полизу строится "и-или" дерево вывода. В вершинах дерева находятся имена продукционных правил.

Формат продукции, принятый в системе следующий: Имя Продукции : "Условная часть" Тип Продукции "ТО - часть". Имя продукции - это строка символов, необходимая для управления порядком отработки продукции. "Условная" и "ТО" часть продукции имеют идентичный формат. Как "условная" так и "ТО" часть состоят из элементов. Элементы представляют собой нисходящее по уровню описание детализации структуры проектируемого объекта по формату: {Название\_библиотеки. Тип. Массив. Номер. Свойства.}. В процессе отработки продукции для "условной" части проверяется наличие элементов в БД. Если "условная" часть истинна, то элементы "ТО" - части создаются в БД. Например, приведем фрагмент описания прямого участка трубопровода: Трубы.Прямые.Трасса1.0.материал=чугун. Этот фрагмент может быть как "условной" так и "ТО" - частью в продукции. Здесь: трубы - название библиотеки, прямые - тип, трасса1 - массив, 0 - специальный идентификатор номера элемента массива, подразумевающий весь массив, свойство - материал=чугун.

Продукции могут быть определенными и недоопределенными. Если для одного из элементов продукции не существует ни одного известного решения, то на место имени элемента ставится зарезервированное слово New. В этом случае значение элемента будет определяться в диалоге с пользователем в процессе отработки продукции. Использование зарезервированного слова NIL предполагает выбор пользователем в диалоге любого значения из числа возможных для данного элемента. Например: Трубы.NIL.Трасса1.0.свойство=чугун. В ходе отработки продукции вместо NIL будет браться значение, которое выберет пользователь: Прямые или Распиряющиеся или Изогнутые ... Между "условной" и "ТО" частями стоит символ, определяющий тип продукции. Возможные варианты:

1. "->" - порождает элемент со своими свойствами, например: d : Трубы. NIL. NIL. NIL. материал = чугун -> Трубы.Колено. New. NIL. Материал = Керамика. Продукцию следует понимать так: если существуют трубы с материалом - чугун, то создать трубу типа колено с материалом керамика.

2. "=>" - порождает связи в проектируемой модели, например: f : Насос. NIL. NIL. 0. Мощность =200Вт => Трубы.Прямые.Трасса2.NIL.Соединение=Сварка. Продукцию следует понимать так: если существует насос, мощностью=200Вт, то существует элемент "Трубы.Прямые.Трасса2.соединение=сварка" и структурная связь между названными элементами.

3. Безусловная продукция. Она выполняется всегда и в ее теле отсутствует "условная" часть. Пример: NIL.NIL.NIL.NIL.стоимость=100\$ и т.д.

В продукциях на месте значения элемента [свойства] (после знака "=" ) могут стоять: произвольные строки; действительные числа; переменные (их значения вычисляются в процессе разбора); математические функции или выражения; скобки. Переменные, математические функции и выражения должны стоять внутри символов

"<" ">". Переменные могут описываться отдельно от продукций между символами ## и им может присваиваться требуемое значение с помощью знака "=". Переменные могут описываться и в самих продукциях, перед значением элемента [свойства], после знака "=". Комментарии записываются между "(" и ")". Каждый элемент может иметь произвольное количество значений. Например значение "типа" для данного примера с трубопроводами может быть - "конусообразные", "прямые" и т.д. В элементе продукций [свойства] так же может быть множество вариантов значений, перечисленных через запятую (после знака "="). Пример : # i:=1.2345 # Прод1 : Труба. Прямая.Трассал. 3.диаметр = 100мм,130мм,150мм -> Насос. Водяной. NIL. 1. мощность=< 200\*sin(sgrt(i)) >. Значение свойства "мощность" вычисляется автоматически по формуле  $200 * \sin(\sqrt{i})$ . Значение свойства может иметь и текстовый вид, например: "мощность=большая, маленькая".

Наличие вариантов по ИЛИ в продукциях определяет их как макропродукции. Порядок отработки макропродукций предполагает использование механизмов нумерации и взаимного отображения вариантов посылок и "ТО" - частей продукции друг в друга. Нумерация вариантов осуществляется по стандартному методу обхода дерева вариантов сверху - вниз и слева - направо. Метод взаимного отображения вариантов предполагает взаимно - однозначное соответствие одинаковых номеров в случае одинакового числа вариантов и полное покрытие большего числа вариантов меньшим путем повторения, в случае их разного количества в посылке и действии. Если при отработке продукций отработывает более чем одно условие посылок, то формируется дерево вывода, приводящее к порождению ряда решений. Дерево вывода представляет собой динамическую структуру данных. Особенности дерева вывода: симметричное, бинарное, несбалансированное (в нем могут быть не заполненные уровни). Для построения дерева используется механизм полиза. Для организации быстрого доступа к продукции при выводе используется алгоритм дихотомического поиска. Для реализации систем лексического анализа используется Lex, а для синтаксического анализа - генератор компиляторов Yacc. В качестве основного языка реализации системы выбран Turbo Pascal, что объясняется возможностью поддержки рекурсии, приемлемой системой управления памятью и возможностью использовать язык Delphi, в котором имеются средства управления БД.

## Заключение

Предлагаемая система реализует концепцию создания инструментальных средств построения интеллектуальных САПР только для этапа структурного синтеза сложных объектов. Однако система в ее настоящем виде уже обладает средствами для обеспечения реализации этапов формирования логической (аппарат перечислимых типов данных) и количественной модели (аппарат вещественных свойств объектов). Функционируя по принципу "отдельная предметная область - отдельная библиотека", система способна обеспечить создание ряда специализированных интеллектуальных САПР.

Для обеспечения накопления знаний системой построен ряд системных интерфейсов:

- 1) с системой автоматизации проектирования паро-газовых установок для теплоэлектростанций - СПРУТ и, через ее посредство, с САПР AUTOCAD;
- 2) с системой автоматизации проектирования экономических проектов - табличным процессором EXCEL.

## Литература

1. Григорьев А.В., Бондаренко А.В., Шойхеденко А.В. Интерфейс табличного процессора EXCEL и специализированной оболочки для синтеза интеллектуальных САПР и АСНИ. (см. в этом же сборнике).
2. Григорьев А.В., Базалей А.О., Юрченко С.В. Особенности реализации системы автоматизации построения интеллектуальных САПР и АСНИ. Современные проблемы машиностроения и технический прогресс. Тез. м.н.т.к. - Донецк: ДонГТУ, 1996. - С. 60.
3. Григорьев А.В. Унифицированная концептуальная модель предметной области (см. в этом же сборнике).
4. Григорьев А.В. Инвариантные интеллектуальные средства САПР и АСНИ. В кн. "Сборник трудов факультета вычислительной техники и информатики. Выпуск 1. ДонГТУ, - Донецк: ДонГТУ, 1996. - С. 157-160.