

УДК 681.3

А.В. Григорьев

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина
grigorie@r5.dgtu.donetsk.ua

Пути создания интеллектуальных САПР при различных уровнях квалификации экспертов

Рассматривается задача создания интеллектуальных САПР в условиях представления знаний на основе порождающих грамматик с определенными над ними продукциями, моделирующими процесс проектирования. Исследуются возможные пути создания как новых интеллектуальных САПР, так и интеллектуальных надстроек над существующими проблемно-ориентированными САПР, связанные с различными уровнями квалификации экспертов.

Введение

Будем рассматривать задачу автоматизации создания интеллектуальных САПР в среде специализированной инструментальной оболочки [1-6]. Главной проблемой при решении данной задачи является организация процесса построения концептуальной модели предметной области (КМ ПрОб) [1], если пользоваться терминами экспертных систем, или модели САПР, если пользоваться терминологией САПР.

В настоящее время известен ряд методов формирования КМ ПрОб, используемых в различных инструментальных оболочках для создания экспертных систем, где можно назвать ГУРУ, G2 и т.д. Вместе с тем формируемые таким путем экспертные системы не могут использоваться как проблемно-ориентированные САПР или как интеллектуальные надстройки над ними в силу следующих причин:

- не учитывается уровень автоматизации проектирования, достигнутый в данной предметной области, где уже имеется ряд проблемно-ориентированных САПР;
- не учитывается возможная квалификация эксперта в ПрОб;
- экспертные системы, как правило, лишены функций, необходимых для САПР (документирования, моделирования и т.п.);
- нет средств автоматизации формирования текстов моделей на том или ином языке описания моделей, характерном для выбранного класса проблемно-ориентированных САПР и т.п.

Путь, лишенный данных недостатков, предложен автором в [2-6] и заключается в использовании:

- 1) семиотической модели (СМ) как формы представления КМ ПрОб [7];
- 2) модифицированной модели сложности САУ [8] (модели САПР решения типичных задач проектирования) как содержания КМ ПрОб.

Однако возможны различные пути построения КМ ПрОб в зависимости от наличия САПР в данной ПрОб, степени их автоматизации и уровней квалификации пользователей в данной ПрОб. Целью предлагаемой статьи является анализ данных путей.

1 Модифицированная теория сложности САУ как содержательная основа КМ ПрОб

Предполагается, что общая структура КМ ПрОб есть расширение известной модели САПР решения типичных задач проектирования, носящей наименование теории сложности САУ [8]. В этой модели есть следующие главные компоненты:

1) целевое пространство систем (ЦПС), включающее ряд известных, апробированных на практике решений (проектов, прототипов);

2) пространство обликов систем (ПОС), включающее ряд возможных технических заданий для прототипов из ЦПС.

Элементы ЦПС и ПОС упорядочиваются по ряду возможных признаков, что позволяет оперировать количественными характеристиками для описания прототипов и ТЗ.

Для поиска оптимального решения из ЦПС, соответствующего некоторому ТЗ из ПОС, рассматривается критерий сложности в прямой или двойственной формулировке.

Необходимым является обеспечение реализуемости, т.е. соответствия для любого ТЗ из ПОС непустого подмножества прототипов из ЦПС.

2 Семиотическая модель как форма задания КМ ПрОб

Выбор СМ [7] как формы задания КМ ПрОб предполагает:

1) текстовое представление моделей [2-5];

2) формирование отдельного модуля в базе знаний в форме порождающей контекстно-свободной грамматики, эквивалентной И-ИЛИ-дереву [5];

3) следующие дополнительные требования к модулю знаний:

- грамматика описывает множество синтаксически верных (возможных) решений;
- над грамматикой дополнительно определяется множество правил вывода (продукций), описывающих вычленение семантически верного подмножества решений, соответствующего некоторому набору требований, т.е. продукции описывают логику проектирования, исходя из требований к решению;

4) деление продукций на два альтернативных класса:

- неявные, т.е. продукции есть набор правил, применяемых по умолчанию над списками номеров прототипов, связанных с каждым термом или синтермом грамматики;

- явные, т.е. продукции вводятся пользователем самостоятельно как условия совместного существования тех или иных альтернатив в ИЛИ-синтермах.

Как создание базы знаний, так и организация вывода обеспечивается механизмом теоретико-множественных операций над порождающими грамматиками.

3 Постановка задачи

Однако возникает задача использования данного механизма различным способом и в различной степени полноты, в связи с такими причинами:

1) возможным уровнем квалификации пользователя-эксперта в данной предметной области;

2) избранным путем построения экспертной системы.

Возможны следующие два основных пути построения экспертной системы, связанные с возможностью интерпретации текстовых моделей:

1. Проектируемая система (ИСАПР) не имеет собственного интерпретатора моделей, что подразумевает передачу синтезированных текстовых моделей либо пользователю, как конечному потребителю, либо в специализированный САПР, обеспечивающий интерпретацию текстов моделей на данном языке.

2. Проектируемая ИСАПР имеет свой внутренний язык описания моделей, на котором и выполняется синтез решений, а также подсистему, обеспечивающую интерпретацию текстов моделей на данном языке.

Рассмотрим первый случай, когда проектируемая система не имеет собственного интерпретатора моделей, т.е. ориентирована на существующий САПР. В этом случае проблемно-ориентированный САПР может выступать в двух ролях:

1) в качестве источника семантически верных, т.е. проверенных, апробированных на практике решений, соответствующих некоторым ТЗ; данные решения предназначены для обучения базы знаний;

2) в качестве приемника синтезированных в базе знаний решений для последующей их интерпретации и документирования.

Роль пользователей-экспертов, управляющих процессом создания экспертной системы, а также их число, может быть различным, в зависимости от уровня квалификации. Так, возможно активное участие, когда пользователь может выступать либо как источник базы знаний в целом, либо только как источник апробированных решений. Возможно и пассивное участие, подразумевающее полную автоматизацию процессов построения экспертной системы в среде инструментальной оболочки.

Рассмотрим влияние уровней квалификации пользователей и возможностей проблемно-ориентированных САПР на пути создания базы знаний на основе предложенного автором подхода в каждом конкретном случае (рис.1).

4 Уровни квалификации пользователя-эксперта в предметной области, возможности САПР и варианты путей построения экспертной системы

Уровни квалификации пользователя при избранном подходе к созданию экспертной системы отличаются его возможностью построить ЦПС (множество возможных решений-прототипов) и ПОС (множество ТЗ).

Возможны варианты, когда пользователь может построить:

- 1) ЦПС и ПОС;
- 2) только ЦПС;
- 3) только ПОС;
- 4) ничего, т.е. ни ЦПС, ни ПОС.

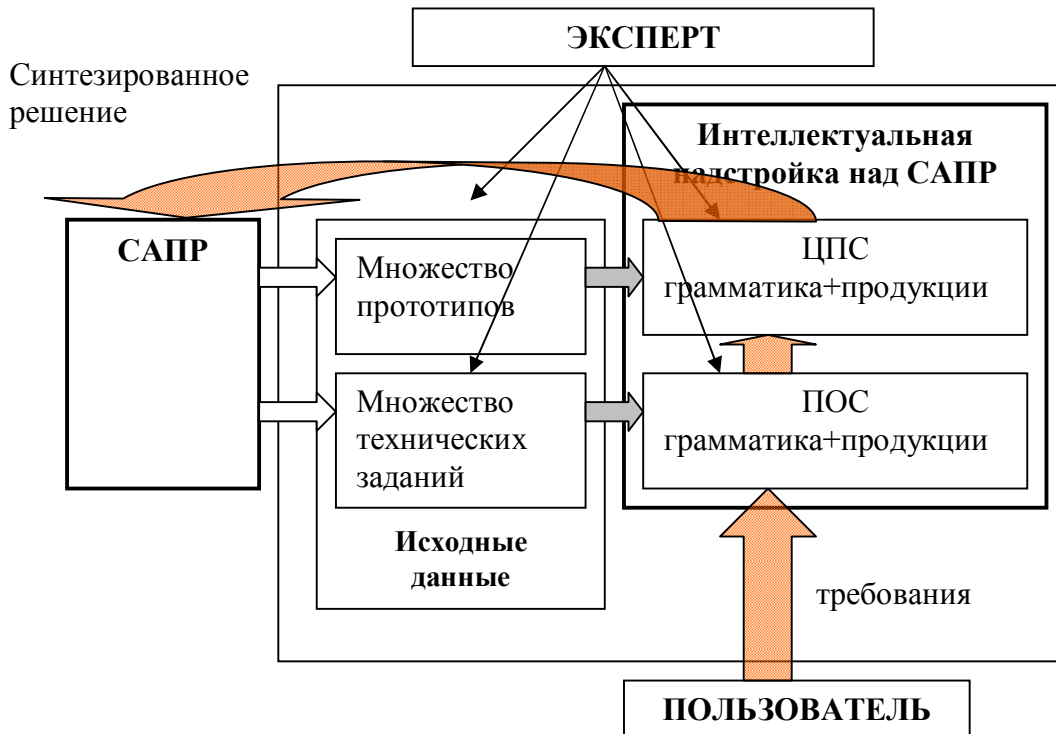


Рисунок 1 – Порядок создания и использования надстройки

Рассмотрим требования, предъявляемые к пользователю, и требования, предъявляемые к инструментальной системе построения интеллектуальных САПР, в каждом конкретном случае:

1. Пользователь способен построить ЦПС и ПОС.

Предполагает варианты построения:

- пользователь вводит только набор слов, составляющих ПОС и/или ЦПС; данный случай предполагает автоматическое создание грамматик для ЦПС и/или ПОС на базе набора слов; в этом случае используются неявные продукции;
- пользователь сам вводит грамматики для ПОС и ЦПС; продукции вводятся пользователем явно; это конечный вариант.

2. Пользователь способен построить только ЦПС.

Предполагает такие варианты построения ЦПС:

- пользователь вводит набор слов, составляющих ЦПС, что предусматривает дальнейшее автоматическое создание грамматики ЦПС на базе набора слов; используются неявные продукции;
- пользователь вводит грамматику для ЦПС; продукции вводятся пользователем явно; это конечный вариант.

Предполагаемый вариант построения ПОС:

- отсутствующий ПОС строится автоматически на базе грамматики, задающей ЦПС.

3. Пользователь способен построить только ПОС.

Предполагает такие варианты построения ПОС:

- пользователь вводит набор слов, составляющих ПОС, что предусматривает дальнейшее автоматическое создание грамматики ПОС на базе набора слов; используются неявные продукции;

– пользователь сам вводит грамматику для ПОС; продукции вводятся пользователем явно; это конечный вариант.

Предполагаемый вариант построения ЦПС:

– отсутствующий ЦПС как совокупность слов-прототипов берется из проблемно-ориентированного САПР; данный случай предполагает автоматическое создание грамматики для ЦПС на базе набора слов.

4. Пользователь не способен построить ни ЦПС, ни ПОС.

Предполагает варианты построения ЦПС:

– отсутствующий ЦПС как совокупность слов-прототипов берется из проблемно-ориентированного САПР; данный случай предполагает автоматическое создание грамматики для ЦПС на базе набора слов.

Предполагаемый вариант построения ПОС:

– отсутствующий ПОС строится автоматически на базе грамматики, задающей ЦПС.

5 Обеспечение реализуемости пары ЦПС-ПОС для различных уровней квалификации пользователя

Рассмотрим проблему обеспечения реализуемости, т.е. обязательного сопоставления любому прототипу из ЦПС некоторого соответствующего ему технического задания из ПОС. Как ранее было сказано, с точки зрения путей создания ЦПС и ПОС, имеются следующие варианты:

1) ПОС автоматически строится на базе ЦПС, заданного как грамматика;

2) ПОС и ЦПС стоятся независимо друг от друга в следующем виде:

– имеется набор слов, составляющих ЦПС и/или ПОС, и соответствующие им грамматики, имеющие неявные продукции;

– имеются только грамматики для ЦПС и/или ПОС с явными продуктами, введенными пользователем, но без набора слов, составляющих ПОС и ЦПС.

В случае 1 реализуемость обеспечивается автоматически.

Рассмотрим детальнее случай 2.

Если есть набор слов, составляющих ЦПС и ПОС, то пользователь обязан сопоставить каждому слову из ПОС, имеющему некоторый номер, ряд прототипов из ЦПС, заданных, опять же, своими номерами. Таким образом, пользователь обеспечивает реализуемость.

Если имеются только две грамматики с явными продуктами, но без набора слов, составляющих ПОС и ЦПС, то в этом случае также необходим механизм отображения множества ТЗ и множества прототипов. Соответственно необходим этап верификации, заключающийся в последовательном синтезе всех решений из ЦПС и синтезе соответствующих им ТЗ. Если список ТЗ пуст, пользователь производит модификацию списка продукции, связывающих ЦПС и ПОС.

Заключение

В работе проанализированы возможные пути создания интеллектуальных САПР в среде специализированной инструментальной оболочки, ориентированной на теорию сложности САУ, с точки зрения содержания модели САПР, и на СМ как форму задания модели САПР.

Как перспективную задачу следует выделить задачу упорядочивания элементов ЦПС и ПОС по ряду возможных признаков в условиях специфики формы и содержания предлагаемой модели САПР. В связи со сложностью данной задачи для ее решения необходима отдельная публикация.

Литература

1. Григорьев А.В. Унифицированная концептуальная модель предметной области. // Информатика, кибернетика и вычислительная техника (ИКВТ-97). Сборник трудов ДонГТУ. – Донецк: ДонГТУ, 1997. – Вып. 1. – С. 218-224.
2. Григорьев А.В. Семиотическая модель базы знаний САПР // Научные труды Донецкого государственного технического университета. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем». – Вып. 10. – Донецк: ДонГТУ, 1999. – С. 30-37.
3. Григорьев А.В. Теоретико-множественные операции над грамматиками как механизм работы со знаниями в интеллектуальных САПР // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2002. – № 2(48). – С. 186-194.
4. Григорьев А.В. Алгоритм выполнения теоретико-множественных операций над грамматиками в среде специализированной оболочки для создания интеллектуальных САПР // Наукові праці національного технічного університету. Серія «Проблеми моделювання і автоматизації проектування динамічних систем» (МАП-2002). – Донецк: ДонНТУ, 2002. – Вып. 52. – С. 83-93.
5. Григорьев А.В., Каспаров А.А. И/ИЛИ-дерево как средство абстрактного представления знаний // Наукові праці національного технічного університету. Серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка». – Донецк: ДонНТУ, 2002. – Вып. 39. – С. 36-42.
6. Григорьев А.В. Принципы организации вывода решений в базе знаний инструментальной оболочки для создания интеллектуальных САПР // Практика і перспективи розвитку інституційного партнерства: Вісник ДонНТУ – ТРТУ. – Донецьк: РВА ДонНТУ, 2003. – С. 96-106.
7. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
8. Солодовников В.В., Тумаркин В.И. Теория сложности и проектирование систем управления. – М.: Наука, 1990. – 186 с.

О.В. Григор'єв

Шляхи створення інтелектуальних САПР при різних рівнях кваліфікації експертів

Розглядається задача створення інтелектуальних САПР в умовах зображення знань на основі породжуючих граматик з визначеними над ними продукціями, що моделюють процес проектування. Досліджуються можливі шляхи створення як нових інтелектуальних САПР, так й інтелектуальних надбудов над існуючими проблемно-орієнтованими САПР, пов'язані з різними рівнями кваліфікації експертів.

A.V. Grigoriev

Creation Ways intellectual CAD attached to diverse levels of experts qualification

Considers a creation task intellectual CAD in conditions of know ledges conception on base of originative grammars with productions definite over them, modeling a designing process. Explore the possible creation ways as new intellectual CSD, so and - intellectual superstructures over being problem-competent CAD, related to diverse experts qualification levels.

Статья поступила в редакцию 11.07.2005.