

Анализ возможностей и недостатков технологии построения баз знаний в современных САПР

О.В. Морозова

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра программной инженерии
olmalyavka@gmail.com

Морозова О.В. Анализ возможностей и недостатков технологии построения баз знаний в современных САПР. Рассмотрены стандартные инструментальные САПР общего назначения. Так же рассмотрены типичные интеллектуальные системы для создания объектов в конкретной предметной области. Определены достоинства и недостатки этих оболочек с точки зрения наличия механизма создания базы знаний и механизмов логического вывода. Рассмотрена структура и-или дерева. Представлена классификация видов продукции по механизму их срабатывания. Приставлена характеристика формирования модуля знаний. Показана схема взаимосвязи модулей знаний.

Ключевые слова: CATIA, AutoCAD Plant 3D, И-ИЛИ дерево, продукция, посылка, следствие, модуль знаний.

Введение

Современное развитие систем искусственного интеллекта привело к созданию большого количества универсальных программных средств для построения экспертных систем различного назначения, так называемых «оболочек». В основе большинства таких продуктов лежит механизм накопления знаний о предметной области и способов их обработки. Большинство существующих инструментальных оболочек являются оболочками общего назначения, к ним можно отнести такие инструментальные системы как G2, Clips, Prolog, Nexpert Object, Exys Corvid, Jess и т.д. [1]. Все эти системы имеют малую степень адаптации на конкретную предметную область. Инструментальные системы общего назначения состоят из различных компонентов для обработки и представления знаний. В них используются стандартные подходы, такие как фреймы, семантические сети, системы продукции, нечеткие множества, нейронные сети, генетические алгоритмы. По этому, есть актуальные вопросы построения инструментальных систем адаптированных на конкретную предметную область, в концепции «умного эксперта» способного задать методику проектирования без привлечения инженера по знаниям [2].

Достоинства инструментальных средств состоят в, что все базы знаний строятся на основе правил, которые записываются в традиционном и удобном для пользователя виде «если .. то ..», так же есть с возможность работы с нечеткими множествами (Clips), работы в реальном времени, работа с шаблонами и удобные графические интерфейсы для ввода продукции. Но при их рассмотрении были выявлены и существенные недостатки, такие как большие затраты времени на прямой и обратный логический вывод; сложный для понимания пользователя механизм логического вывода, который предполагает возвраты в определенные узлы, с сохранением позиций

нахождения правила в базе знаний, несогласованность между организацией поиска в глубину и деревом поиска; количество этапов логического вывода может определяться экспоненциальной зависимостью от количества базовых фактов.

Данные программные комплексы используют разнообразные специфические способы представления и обработки знаний, основанные на стандартных подходах. Поэтому необходимо рассмотреть формирования единичного модуля знаний и представление продукции в виде и-или дерева на конкретной предметной области.

Цель статьи – провести анализ особенностей существующих интеллектуальных САПР в конкретной предметной области, таких как CATIA, AutoCAD Plant 3D, и выявить в них достоинства и недостатки, изучить существующие структуры и-или дерева, соответствующей специфике метода представления знаний и структуры базы знаний. Привести разработанные виды продукции по механизму срабатывания и метод представления модуля знаний.

Современные интеллектуальные САПР

Современные предприятия для обеспечения получения и накопления информации, и ее дальнейшее использование заставляют создавать базы знаний. CATIA V5 предлагает предприятиям самые современные решения для внедрения процесса накопления и эффективного использования знаний [3]. Система CATIA V5 состоит из нескольких платформ, которые представляют подмножества продуктов, данные продукты в свою очередь находятся на разных уровнях разработчиков (функциональном, производственном, структурном и др.)

Блок по обработке знаний называется KnowledgeEngineering. В данном блоке хранятся модули по обработке знаний, которые обеспечивают спецификацию в процессе создания изделия.

CATIA V5 состоит из многих инструментальных блоков, но для создания интеллектуальной части САПР, отвечает инструментарий «База знаний». В данной части системы CATIA V5 происходит создания нового изделия, расширение его на уровне аналитических и технических процессов, как автоматический просчет параметров, проверка соответствия проектированных правил и проверка ограничений.

Вид правила в системе CATIA V5 (см. рис 1).

If Материал==‘Золото‘ Цена=1000
else Цена= min(M1,M2,...)

Рисунок 1- Пример правила CATIA V5

Для составления правил можно использовать любые спецификации из разных разделов процесса создания готового продукта. По различным разделам можно понимать пространственные параметры, логические связи с другими компонентами изделия, а так же можно вводить экономические (стоимость) и технологические (время обработки) ограничения.

Важной особенностью «базы знаний» системы является способность сохранения любого введенного правила, то есть использование готовых продуктов при создании новых из готовых спецификаций.

Важными преимуществами с точки зрения структурного проектирования:

- система отображения структурной сборки;
- быстрая стадия прототипирования;
- возможность анализа детали в пространстве.

Недостатками системы являются:

- слабый модуль создания чертежей;
- долгое обучение для работы в системе;
- разделение системы на много платформ;
- сложное управление системой.

AutoCAD Plant 3D – инструмент для технологического проектирования и создания цифровых прототипов (цифрового моделирования промышленных объектов), а также создания технической документации [4].

Инструментальная система AutoCAD Plant 3D предназначена для технического проектирования и создания цифровых прототипов, и создание технической документации. Данная инструментальная система на платформе AutoCAD, является самой распространённой на пост советской территории системой проектирования. Ее функциональные возможности позволяют создавать схемы и трехмерные модели объектов. Система Autodesk Navisworks предназначена для нахождения ошибок объекта и получения визуализации объекта. Система позволяет сохранять готовые продукты в разных форматах, таких как DWG, PCF и др. Инструмент 3D-моделирования позволяет создавать двухмерные и изометрические чертежи различной сложности, что увеличивает производительность системы. Организация работы AutoCAD Plant 3D происходит таким образом, что при создании модели объекта происходит и формирование

документации к данной модели, что позволяет обеспечить согласованность данных и связей модели.

Дополнительными модулями системы AutoCAD Plant 3D, является Visual LISP и AutoLISP. Данные модули позволяют расширять технические возможности системы. Условно их можно назвать «базой знаний», так как в них создается некое подобие единичного модуля знаний системы, который расширяет технические спецификации модели. Данные модули можно использовать многократно (использовать как базовый элемент модели), и расширять его технические и функциональные характеристики.

Основные достоинства инструментальной системы:

- база для создания больших расчетно-графических моделей;
 - возможность получения из не полной модели (двух проекций), получение полной модели объекта;
 - любое количество объектов объемной фигуры.
- Недостатки системы AutoCAD Plant 3D:
- сложность привязки информации из базы данных к графическим объектам;
 - системе отсутствует расчетный модуль;
 - предназначена для решения узких задач.

Структура и-или дерева

Одним из способов представлений модели знаний является и-или дерево. И-или дерево это морфологическое множество в виде графа. Граф имеет два вида узлов: и-узлы и или-узлы. И-узлы характеризуются конечное состояние подсистемы и не имеют дочерних узлов. Или-узел является признаком с возможными вариантами выбора одного из узлов. Корневой узел дерева описывает исходную цель. Существует и понятие дочернего узла, для каждого узла дерева соответствует описаниям подцелей. Конечные вершины (листья), не имеющие дочерних узлов, соответствуют описаниям элементарных целей, не разбиваемых на подцели. [5].

Морфологическое и-или дерево включает все структурные идентификаторы объектов, данного класса, получаются путем вырождения ИЛИ-вершин [6].

И-или дерево небольшого множества структурных решений достаточно просто показывает ограничения на введенные входные данные модели.

И-или дерево показывает все структурные особенности модели объекта, но не показывает функциональных зависимостей между ними.

И-ИЛИ дерево как грамматика

Основной структурой, представляющий данные внутри системы есть и-или дерево. На рис. 1 представлена структура деревьев, существующих в инструментальном наборе и разрабатываемых в конкретном примере.

При организации базы знаний необходимо перечислить основные аспекты построения, такие как

структурно-функциональная модель проектирования объекта, как совокупность модулей знаний; задание порядка срабатывания входных продукций разного вида.

Для построения и-или дерева необходимо рассмотреть виды продукций, которые могут быть использованы в инструментальной оболочке. Продукции делятся на виды, по механизму срабатывания посылки [7].

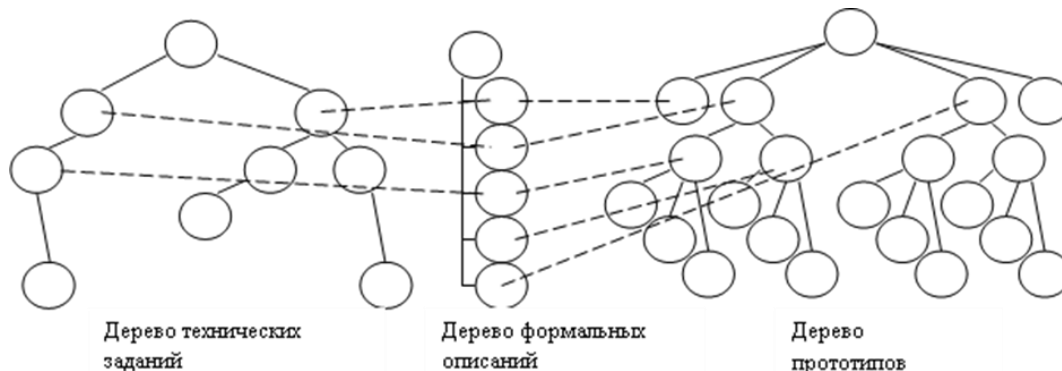


Рисунок 2 – Дерево нахождения формальных решений

Виды продукций по механизму срабатывания:

- проверяющая продукция – это такая продукция посылка, которой, при срабатывании проверяет наличие данной посылки базе знаний;
- не проверяющая продукция – это такая продукция, при которой посылка не проверяется на наличие совпадений в базе знаний;
- спрашивающая продукция – это продукция организовывающая работу с экспертом предметной области, которая в посылке отправляется вопрос;
- не спрашивающая продукция – это такая продукция, при которой посылка на прямую работает с базой знаний, без участия эксперта в предметной области;
- удаляющая продукция – это продукция, при которой наличие посылки означает удаление следствия из базы знаний;
- прибавляющая продукция – это продукция, при которой наличие посылки означает добавление следствия в базу знаний.

Для организации построения дерева формальных решений используется процедура выбора из ряда продукций, при срабатывании которых наиболее быстро заканчивается вывод. Для оптимизации построения дерева решений и удовлетворения принципа монотонности, будем использовать правильный порядок следования продукций. Из этого следует, что при организации базы знаний, новый факт влияет на имеющийся результат данного этапа и неизменности результатов предыдущих этапов вывода, при том итоговый результат должен удовлетворять всем условиям, заданным в фактах [8]. При этом предполагается учитывать, что факты могут иметь необратимые последствия в базе знаний.

Модуль знаний

Модуль знаний описывает множественные структуры некоторого структурного или функционального блока, которые представляются в

виде и-или-дерева и разбиты на отдельные подмодули [5]. Данные подмодули связаны формой представление блока с учетом физической семантики предметной области САПР:

- внешняя граница;
- внутренняя граница как состав подблоков;
- внутренняя среда как состав связей подблоков.

Отдельный модуль знаний задает локальную базу знаний о множестве структур (или функций), принадлежащих к некоторому типу. Отдельное решение носит наименование прототипа. Модуль знаний строится как и-или-дерево с определенными отношениями зависимости (продукциями) над ИЛИ-синтермами, задающими контекстную зависимость между отдельными альтернативами. Цель вывода в базе знаний на уровне отдельного модуля знаний - обеспечение выбора требуемого прототипа (решения) по техническому заданию (ТЗ) как подмножеству значений ИЛИ-синтермов. При этом и-или-дерево есть средство компактной записи множества известных прототипов, механизм порождения гипотез о возможных новых прототипах и как форма обобщения прототипов имеет место на любом уровне представления моделей. и-или-дерево задает множество синтаксически правильных выражений семиотической модели, а прототипы или аксиомы семиотической модели есть основа построения и-или-дерева.

Отношения (продукции) между «ИЛИ» связывают те термы, комбинация которых принадлежит некоторому непустому множеству семантически верных (проверенных) прототипов семиотической модели, имеющих место в и-или-дереве. Продукции, определенные над и-или-деревом, задают правила вывода семиотической модели, которые в совокупности позволяют вычленивать из и-или-дерева семантически верное подмножество семиотической модели, т.е. аксиомы-прототипы.

Прототипы, как модели объектов, имеют следующую иерархию описаний [9]:

1) Внешнее описание прототипа - ТЗ; обеспечивает интерфейс с малоквалифицированным пользователем в процессе выбора необходимого прототипа из множества всех прототипов;

2) Описание на языке внутреннего представления; позволяет описывать модель структур и функций [6]: блоки, массивы блоков, свойства блоков, значения свойств, массивы свойств, связи и т.д.; обеспечивает интерфейс с высококвалифицированным пользователем в процессе ввода (редактирования) моделей;

3) Табличная форма записи и хранения модели; назначение табличной формы записи - внутренне представление прототипов в форме, позволяющей обеспечить оптимальную форму для хранения и преобразования прототипов. Интерфейс с пользователем по табличной форме записи не предусматривается.

Текстовый характер описаний моделей в МЭО позволяет использовать в качестве формы представления и-или-деревьев формальные грамматики, например, в форме нотации Бекуса-Наура (БНФ). Аппарат теоретико-множественных операций (ТМО) над грамматиками может обеспечить:

а) процесс формирования модуля знаний (путем обобщения описаний ряда решений относящихся к общему типу;

б) процесс вывода необходимых решений (путем задания технического задания по ИЛИ-синтермам с использованием продукционных зависимостей структур различных составляющих грамматик).

Процесс создания базы знаний в режиме «умного» эксперта

Специфика извлечения знаний в режиме «умного» эксперта, где эксперт предметной области выступает инженером по знаниям, состоит из следующих понятий:

– эксперт предметной области способен строить единичный модуль знаний;

– модуль знаний представляет собой набор правил, в которых передается опыт разработчика области проектирования;

– представление знаний, то есть набор правил и порядок их следования, выбирается экспертом предметной области;

– база знаний строится из набора введенных модулей знаний.

Подходы в создании базы знаний в режиме «умного» эксперта:

– и-или дерево формируется на первом этапе при подаче в первого модуля знаний в интеллектуальную оболочку, и его дальнейшее изменение, отсечение узлов, при каждом вопросе к пользователю

– поэтапное добавление в и-или дерево нового элемента, путем диалога с пользователем, построение заканчивается при исчерпании всех вопросов к эксперту;

– можно представить еще смешанный подход, в котором происходит и урезание дерева решений, так и добавление в него недостающих элементов.

Недостаток данных подходов – отсутствие идентификации различных структур уровней иерархии. Т.е. пользователь в спрашивающих продукциях оперирует только структурными особенностями. Список прототипов используется не явно как комбинация тех или иных структурных особенностей. Это означает, что пользователь не в состоянии обратиться на каком-то этапе вывода к списку оставшихся прототипов и выбрать среди них нужные ему, минуя последующие этапы выбора структурных особенностей.

Особенности метода организации базы знаний:

– построение базы знаний, как совокупности модулей знаний, описывающих структурную модель объекта проектирования;

– добавление в базу знаний функциональных особенностей модели проектирования;

– использование жесткого порядка ввода продукций разного типа для обеспечения монотонности вывода в базе знаний;

– возможность использовать в продукциях «топологические» свойства, т.е. компоненты модели пространства.

Выводы

В статье был проведен анализ существующих САПР предметной области, таких как САПР, AutoCAD Plant 3D. В них были выявлены достоинства проектирования на структурном уровне, такие как интерфейс отображения структурной модели, большой расчетно-графический модуль, пространственное проектирование любого количества объектов. Из недостатков систем можно назвать сложный интерфейс для пользователя, решение узких задач и отсутствие проектирования объектов на функциональном уровне. Были описаны метод построения структуры и-или дерева. Были приведены виды продукций по механизму их срабатывания. Рассмотрен метод представления модуля знаний. Описан процесс создания базы знаний в режиме «умного» эксперта.

Перспективы дальнейшего развития работы является создание нового подхода к проектированию на структурно-функциональном уровне модели. В котором, и-или дерево будет учитывать иерархическую структуру компонентов предметной области, а так же хранить функциональные зависимости объекта между структурными элементами.

Литература

1. Морозова О.В. Анализ методов построения экспертных систем в продукционных инструментальных оболочках / О.В. Морозова, А.В. Григорьев // Наукові праці ДонНТУ. – Донецьк, 2012. – Вип. 16(204). – С. 180-191.

2. Григорьев А.В. Анализ существующих способов создания интерфейса «языки формальных

спецификаций — проблемно-ориентированные языки» / Григорьев А.В., Морозова О.В. // Сборник научных трудов донецкого национального технического университета. — Донецк, 2011. — № 14. — С. 270 – 275.

3. Голдовский, П. Knowledgeware: как задействовать самые ценные корпоративные активы [Электронный ресурс] / Павел Голдовский, Андрей Бубнов // САПР и графика. - Электрон. журн. - №4'2001. - Режим доступа к журн.: <http://www.sapr.ru/article.aspx?id=7125&iid=291>

4. Работа с рабочими пространствами AutoCAD Plant 3D [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. — Режим доступа: <http://docs.autodesk.com/PLNT3D/2012/RUS/filesPUG/GUID-4A4F57DD-F2CC-474E-ADB9-45A9A3089F1-2.htm>

5. Одрин, В.М. Морфологический анализ систем. Построение морфологических таблиц / В.М. Одрин, С.С. Картавов. — К.: Наукова думка, 1977. - 148с.

6. Одрин, В.М. Метод морфологического анализа технических систем / В.М. Одрин. - М.: ВНИИПИ, 1989. — 312 с.

7. Григорьев А.В. Обеспечение монотонности вывода и верификация баз знаний в инструментальной оболочке для создания интеллектуальных надстроек над САПР / А.В. Григорьев, О.В. Малявка // Наукові праці ДонНТУ. — 2010. — Вип. 11(164). — С. 161-164.

8. Толковый словарь по искусственному интеллекту / Аверкин А.Н., Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А. — М.: Радио и связь, 1992.

9. Григорьев, А.В. Создание интеллектуальной оболочки по методикам проектирования локальных сетей при использовании проектировщика как эксперта по знаниям / А.В. Григорьев, О.В. Морозова // Наукові праці ДонНТУ, Серія: «Проблеми моделювання та автоматизації проектування». Вип. №1(10)-2(11). — Донецьк, 2012. — С. 144-155.

10. Григорьев А.В. Построение двухсторонних трансляторов в задаче создания интеллектуальных надстроек над проблемно-ориентированными САПР / Григорьев А.В., Морозова О.В. // Сборник трудов XI международной научной конференции им. Т.А. Таран. - Киев: Просвита, 2011. - С. 68-75.

Morozova OV Analysis of possibilities and disadvantages of technology for building knowledge bases in modern CAD systems. CAD tools are considered standard general purpose. Also considered typical intelligent systems to create objects in a particular subject area. Identified the advantages and disadvantages of these membranes in terms of a mechanism creating a knowledge base and the inference engine. The structure of and-or tree. The classification of types of products on the mechanism of their operation. The charge of the formation of the characteristic unit of knowledge. A diagram showing the relationship of knowledge modules.

Морозова О.В. Аналіз можливостей і недоліків технології побудови баз знань в сучасних САПР. Розглянуто стандартні інструментальні САПР загального призначення. Так само розглянуті типові інтелектуальні системи для створення об'єктів в конкретній предметній області. Визначено переваги та недоліки цих оболонок з точки зору наявності механізму створення бази знань і механізмів логічного висновку. Розглянуто структуру та-або дерева. Представлена класифікація видів продукцій за механізмом їх спрацьовування. Приставлена характеристика формування модуля знань. Показана схема взаємозв'язку модулів знань.

*Статья поступила в редакцию 20.05.2016
Рекомендована к публикации к-том техн. наук А.В.Григорьевым*