

Бойтяков А.А., аспирант

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕЖДУ CAD- И PDM- СИСТЕМАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМОВ

alexey.boytyakov@gmail.com

От качественного функционирования CAD- и PDM- систем в производстве, интеграции в общую структуру единого информационного пространства предприятия зависит эффективность производственных предприятий. Ответственным и трудоемким является процесс передачи геометрической модели из CAD- системы в PDM- систему. Разработка обобщенной концептуальной машинно-независимой модели передачи данных между CAD- и PDM-системами для оценки процессов передачи геометрической модели есть одно из возможных решений оценки процесса передачи геометрической модели.

Ключевые слова: Фрейм, геометрическая модель, передача данных, функционально-ориентированная оценка, классификация параметров

Введение. В данный момент на российских предприятиях тенденция существует процесс перехода от автоматизации отдельных участков конструкторско-технологической подготовки в производстве к созданию единого информационного пространства (ЕИП). Однако на некоторых предприятиях сложилась система, при которой автоматизированы лишь отдельные стадии жизненного цикла изделия. При этом используются самые различные программные средства, зачастую не совместимые между собой по форматам данных, что приводит к дополнительным временным затратам при осуществлении информационной поддержки жизненного цикла изделия. Для исключения дополнительных затрат по времени на предприятиях осуществляется поэтапный переход на полную информационную поддержку жизненного цикла изделия.

Рассмотрим базовую архитектуру ЕИП. Центральное место занимает PLM-система. ЕИП есть организационно-техническая система [5], которая обеспечивает управление информацией о конечном продукте и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации. При этом в качестве конечных продуктов мы можем рассматривать сложные технические объекты (космические корабли, летательные аппараты, компьютерные сети и др.). Информация об объекте, которая содержится в PLM-системе, есть не что иное, как цифровой макет объекта. Основными компонентами PLM-систем являются PDM-система (PDM — Product Data Management) и CAD-система (CAD — Computer Aided Design) [3, 4].

Необходимо дать пояснение, зачем нам необходимо рассмотреть взаимодействие этих двух систем? Отметим, что от правильного вза-

имодействия CAD- и PDM- систем на производственных предприятиях, результативности управления работами на стадии проектирования, интеграции в общую структуру ЕИП зависит эффективность холдинговых структур и заводов.

Связка CAD- и PDM-систем позволяет выполнять все необходимые расчеты при разработке модели изделия в CAD-системе через данные, хранящиеся в PDM-системе. Дополнительно, к PDM-системе можно подключать системы для расчетов и эмуляции поведения продукта, при этом CAD-система будет иметь доступ к результатам работы этих систем. Кроме того, связку CAD- и PDM-систем используют для обеспечения безопасности при работе над очень большими проектами, когда размеры рабочих коллективов велики, а уровни доступа к имеющейся информации различны.

Основной проблемой на современном этапе внедрения ИПИ-технологий является отсутствие единого подхода к процессам интеграции CAD- и PDM-систем. На текущий момент ответственным и трудоемким является процесс передачи геометрической модели (ГМ) из одной CAD- системы в PDM- систему и возможность открытия и восстановления ГМ в другой CAD-системе. Неверно оцененные параметры передачи ГМ передачи, могут негативным образом сказаться на технико-экономических показателях предприятия. Возможное решение этой проблемы – разработка обобщенной концептуальной машинно-независимой модели передачи данных между CAD- и PDM-системами для количественной оценки процессов передачи ГМ.

Основная часть. Целью разработки концептуальной машинно-независимой модели передачи ГМ является формализация процесса передачи данным между CAD- и PDM-системами с учетом различных автоматизированных си-

стем. Для достижения поставленной цели предполагается внедрение алгоритмов интеллектуализации посредством внедрения аппарата фреймовых сетей.

Модель должна быть легко читаемой, иметь иерархическую структуру, а также ориентированной на расширение и дополнительную модернизацию. При построении такой модели действие есть естественный процесс и должен сопровождаться интеллектуальной поддержкой принятия решений.

Фрейм – это некая модель абстрактного образа, описание сущности явления, ситуации, сущности. Фреймы используются как одна из форм представления знаний в системах искусственного интеллекта. Данная форма представления знаний была впервые представлена М. Минским в 70-е годы XX века [2]. В основе фреймовой модели лежит свойство концептуальных объектов иметь аналогии, которые позволяют строить иерархические структуры отношений типа «абстрактное - конкретное». Также аппарат фреймов хорошо зарекомендовал себя для представления знаний

Существует классификация параметров ГМ [6], которая предназначена для оценки полноты передачи ГМ изделия, характеризуется десятками показателей. Графически это представлено в виде графа типа «дерево». В результате проведенного исследования, была сформирована структура и представлена в виде списка параметров, которая включила в себя следующие три основные группы параметров: геометрия, атрибутивная информация, параметры файла. На нулевом уровне расположен глобальный признак, которым будет служить коэффициент передачи геометрической модели (k). В результате построенного графа иерархической структуры параметров и проведенных на основе него расчетов, получены структурные весовые коэффициенты показателей значимости параметров ГМ. Данную классификацию мы можем расширить, так как она не содержит в себе параметры интеграции различных САПР и представить в виде фреймовой модели.

Далее, представим дополненную разновидность фреймов модели М. Минского.



Рис. 1. Расширенная классификация видов фреймов М. Минского

Рассмотрим классификацию видов фреймов М. Минского. Существует следующая разновидность фреймов: фрейм-структура, фрейм-роль, фрейм-ситуация, фрейм-сценарий. Для построения модели взаимодействия между CAD- и PDM- системами мы можем ввести фрейм, ориентированный на интеграцию двух модулей программного обеспечения. Это фрейм интеграции. Определим фрейм интеграции как некий образ интеграции, ориентированный на информационный обмен между различными модулями программного комплекса. Введение фрейма мы можем использовать в качестве инструментария для возможного создания информационных метрик обмена данными двух систем единого информационного пространства предприятия.

Проведение анализа и обобщение опыта разработки информационных систем, а также введение понятия фрейма интеграции позволяет нам утверждать о расширении классификации теории фреймов, которая была предложена в 70-е гг. XX века.

Необходимо отметить, PDM-система предназначена для связи инженерных данных в единое информационное пространство, это некое интегрирующее звено. Проведем обзор интеграции PDM-систем с инструментальным программным обеспечением. К первой группе относятся инструменты, которые являются основными поставщиками данных в PDM-систему, это программы класса CAD, CAM, CAPP, например AutoCAD, Компас и т.д. Ко второй группе мы отнесем инструменты, позволяющие

инженерам строить 3D ГМ модели изделий в CAD-системе, и на ее основе прототип какого-либо изделия в материале, например, дереве, и назначаются материалы, из которых будут изготавливаться детали. К третьей группе мы отнесем инструменты, предназначенные для работы со спецификацией изделий. Данные из CAD передаются при сохранении в PDM-систему, в которой формируется состав изделия. Состав – основной носитель информации для PDM-систем. Также состав – носитель информации об изделиях и для ERP, поскольку включает взаимосвязи, количество компонентов изделия и информацию о применимости. Компоненты состава изделия содержат информацию о материалах и/или сортаментах, из которых оно изготавливается. К четвертой группе мы отнесем инструменты, работающие с такими данными, как нормы материалов и времени на каждое изделие, техпроцессы, включая операции, переходы, оборудование, оснастку и вспомогательные материалы, технологические маршруты и изменения (конструкторские и технологические изменения) изделий. Такие данные доступны в PDM-системе после технологической подготовки производства.

В результате проведенного анализа единого информационного пространства предприятия, строим фреймовую модель части ЕИП. Мы построили связанные фреймы взаимодействия систем PLM и управления проектами. Акцент сде-

лали на взаимодействие CAD- и PDM- систем (рис. 2). Также мы рассмотрели типовой информационный обмен данными CAD- и PDM- систем. В таблице 1 рассмотрены некие стандартные типовые задачи, которые мы можем связать с фреймами.



Рис. 2. Описание части ЕИП

Таблица 1

Типовые задачи взаимодействия CAD- и PDM-систем

Типовые задачи	Вид фрейма	Описание
Открытие файла ГМ	Фрейм-сценарий, фрейм интеграции	Открытие файла модели в CAD-, PDM-системе
Сравнение параметров систем	Фрейминтеграции	Сравнение значений одних параметров в CAD-системе с аналогичными параметрами в PDM-системе
Редактирование ГМ	Фрейм-сценарий, фрейминтеграции	Редактирование ГМ в CAD-системе
Создание новой версии ГМ	Фрейм-сценарий, фрейминтеграции	Сохранение новой версии ГМ в PDM-системе
Сохранение файла модели	Фрейм-сценарий, фрейминтеграции	Сохранение файла ГМ в CAD- и PDM-подсистеме

Далее построили фреймовую модель обмена данными между CAD-и PDM-системами (рис. 3). В результате данной модели мы имеем возможность построить некую информационную метрику информационного обмена между CAD- и PDM- системами. На основе данной метрики мы сможем спрогнозировать в случае передачи информации из одной CAD- системы в PDM- систему и открытие в другой CAD-системе некие потери информации и возможность восстановления, либо в случае, если нет

потерь, проблему чтения информации из PDM-системы другой CAD-системой.

На кафедре Графические информационные системы разработана методика расчета метрики передачи и восстановления геометрических моделей в рамках САПР [6, 7]. Данная методика включает в себя:

- распределение ГМ для оценки по классам сложности;
- определение параметров для каждого класса;

➤ расчет абсолютного объема каждого параметра по всему классу на основании данных файлов формата STEP, или IGES;

➤ расчет объема потерь данных параметров передачи геометрической модели из системы автоматизированного проектирования S_1 в систему S_2 в формате Z.

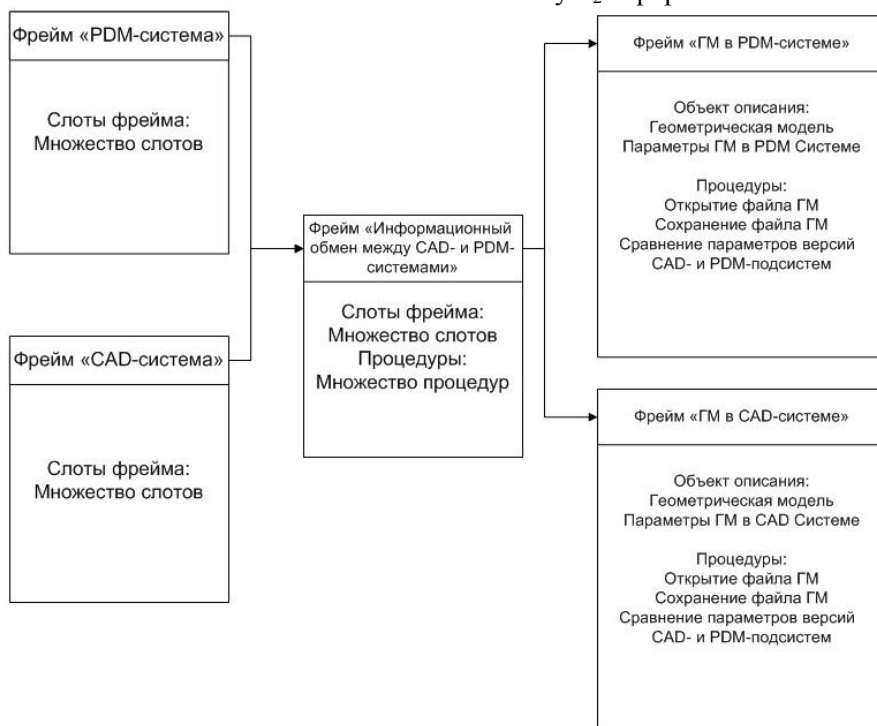


Рис. 3. Описание части обмена данными CAD- и PDM-систем

С помощью метода экспертных оценок нам необходимо получить данные от специалистов, работающих в профессиональных программных средах различных вендоров, о сложности восстановления того или иного параметра ГМ, при передаче ее из одной программной среды в другую. Определение приоритетов экспертов по критериям сложности восстановления параметров ГМ в профессиональных программных средах, производим посредством опроса и выставления ими оценок. Оценку эксперты будут производить методом непосредственных оценок [1], по шкале от 1 (сложность восстановления параметра не высокая для данного эксперта) до 10 (параметр очень тяжело восстановить, его сложность восстановления высокая для данного эксперта) с шагом 1.

Среднюю оценку (вес) каждого параметра рассчитываем на основе рекомендаций математико-статистического метода [1] по формуле:

$$w_i^{\text{э}} = \frac{\sum_{j=1}^m w_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n w_{ij}} \quad (1)$$

где $w_i^{\text{э}}$ – вес i -го параметра, подсчитанный по оценкам всех экспертов; w_{ij} – вес i -го параметра, данный j -им экспертом; n – число параметров; m – число экспертов.

$$w_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (2)$$

где w_{ij} – вес i -го параметра, данный j -им экспертом; x_{ij} – оценка i -го параметра, данная j -им экспертом; n – число параметров.

В итоге,имеем проведение расчет информационной метрики по формуле

$$w_i^{\text{эс}} = \frac{w_i^{\text{э}}}{w_i^{\text{с}} \sum_{i=1}^n \frac{w_i^{\text{э}}}{w_i^{\text{с}}}} \quad (3)$$

где $w_i^{\text{эс}}$ – весовой коэффициент i -го параметра, отражающий мнения экспертов о сложности восстановления и особенности структуры графа параметров геометрических моделей; $w_i^{\text{э}}$ – весовой коэффициент, отражающий только мнения экспертов; $w_i^{\text{с}}$ – весовой коэффициент, отражающий только особенности структуры графа параметров геометрических моделей.

Таким образом, мы можем оценить потери при передаче данных из одной CAD-системы в PDM-систему и передаче данных в другую CAD-систему, а также сложность восстановления каждого параметра ГМ по мнению экспертов и на основании особенностей структуры графа параметров геометрических моделей.

Вывод. Мы рассмотрели возможные подходы оценки передачи геометрической модели между CAD- и PDM-системами. Проведен анализ проблем интеграции CAD- и PDM- систем. Построена обобщенная фреймовая модель обмена данными между CAD- и PDM-системами.

Предложен метод расчета информационной метрики для оценки потерь при передаче данных между CAD- и PDM- системами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. 263 с.
2. Минский, М. Фреймы для представления знаний. М: Энергия, 1979. 151 с.
3. Норенков И.П., Кузьмин П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий CALS-технологии. М.: изд.-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 320 с.
4. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. М.: изд.-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 336 с.
5. Яблочников Е.И., Фомина Ю.Н., Саломатина А.А. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия / Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. 180 с.
6. Филинских А.Д., Бяшеров А.Х. Анализ передачи параметрической и графической информации на основе экспериментальных данных // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 164-166.
7. Филинских А.Д., Райкин Л.И. Функционально-ориентированная оценка передачи и восстановления геометрических моделей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 4. С. 176-179.