

УДК 004.891

И.В. ШОСТАК, В.А. ДЕМЬЯНЕНКО, Г.А. ФРОЛОВА

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОРГАНИЗАЦИИ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ САМОЛЕТОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Статья посвящена проблемам комплексной автоматизации самолетостроительного предприятия путем синтеза мультиагентной CALS-системы на примере управления сборочным производством. В качестве основы для построения подобной системы была выбрана многоагентная парадигма, в рамках которой осуществлена программная реализация типового фрагмента системы поддержки принятия решений (СППР) в виде интеллектуального агента. Использование многоагентной парадигмы обеспечит формирование и последующую поддержку единого информационного пространства в рамках самолетостроительного предприятия.

Ключевые слова: самолетостроение, комплексная автоматизация, CALS-система, сборочное производство, программный агент.

Введение

Современная общемировая тенденция в организации производства на промышленных предприятиях, выпускающих сложную технику, заключается в комплексной их автоматизации на основе CAD/CAM/CAE/PLM и CALS-систем [1]. Реализация такого подхода требует постоянной координации усилий большого числа специалистов, обеспечивающих различные этапы жизненного цикла изделий. При этом непременным условием эффективной координации работ специалистов при соблюдении единой стратегии является наличие гомогенной информационной среды в рамках отдельного предприятия или концерна. Такая среда призвана обеспечить не только автоматизацию выполнения отдельных подзадач, но и возможность обмена информацией между отдельными пользователями для координации их работы по поиску глобально оптимального или близкого к такому решению (поскольку локально оптимальное решение не учитывает общие для всей системы ограничения) [1]. В настоящий момент действует серия международных стандартов, представляющих CALS-технологии, среди которых требования по обеспечению единой информационной среды регламентирует стандарт ISO 10303 STEP (Standard for Exchange of Product data).

Попытки решения задачи эффективной организации командного взаимодействия в рамках единого информационного пространства предпринимаются различными учеными на протяжении последних 20 лет, при этом исследователи используют следующие методы и средства: технологии распре-

ленного решения задач параллельного проектирования [2], общие архитектуры или платформы инженерных и промышленных приложений [1], мультиагентные системы [2], мультиэкспертные системы [3] и т.д.

Существующие в настоящее время CALS-системы [1] имеют ряд характерных особенностей. Они, как правило, разработаны по индивидуальному заказу под конкретную группу предприятий в рамках одного концерна, а также ориентированы на крупносерийное и массовое производство.

Цель статьи состоит в описании программно-инструментальных средств комплексной автоматизации особого класса промышленных предприятий, характеризующихся единичным и мелкосерийным характером производства, частой сменой номенклатуры выпускаемых изделий и их модифицируемостью, а также большой долей ручного труда в производстве. Типичным примером такого предприятия является авиационный завод.

1. Характеристика проблемы

Из основных задач, на которые ориентированы CALS-системы [1], а именно структурирования и моделирования данных об изделиях и процессах, создания и сопровождения документации, необходимой для поддержки всех этапов жизненного цикла изделий, обеспечения эффективного управления и обмена данными между всеми участниками поддержки жизненного цикла изделий, наибольшие трудности вызывает реализация последней задачи. Данное обстоятельство обусловлено тем, что самолетостроительное предприятие является весьма сложным (в структур-

ном, организационном и технологическом аспектах) объектом автоматизации. Исходя из особенностей рассматриваемого объекта [5], проблематика создания CALS-системы самолетостроительного предприятия заключается прежде всего в разработке высокоэффективного методического, организационного, математического и программного обеспечения CALS.

Таким образом, решение научной проблемы создания CALS-системы самолетостроительного предприятия состоит в последовательной реализации следующих этапов:

- обоснование выбора парадигмы, в рамках которой будет создаваться система (методический аспект разработки CALS);

- регламентация ролей и обязанностей участников жизненного цикла изделия (организационный аспект разработки CALS);

- модели и методы взаимодействия функциональных подсистем (математический аспект разработки CALS);

- разработка программно-инструментальных средств развертывания и поддержки единого информационного пространства (программный аспект разработки CALS).

2. Агентная парадигма как основа синтеза CALS – системы самолетостроительного предприятия

Поскольку в комплексе работ по созданию такого сложного изделия как современный самолет, принимает участие большое количество различных служб, каждая из которых имея в своем составе множество структурных единиц, работает над решением своей локальной задачи, методы поддержки принятия координирующих решений в рамках одной службы (например, технологической) можно распространить и на все предприятие в целом.

Системы поддержки коллективной работы [4] делятся на два класса: мультиэкспертные системы (использующие концепцию «классной доски») и мультиагентные системы.

Под агентом мультиагентной системы принято понимать автономную программную сущность, которой делегирована часть полномочий пользователя в соответствии с ее функцией [4]. Каждый агент обладает определенной частью знаний об объекте проектирования и возможностью обмениваться этими знаниями с остальными агентами. В зависимости от типа, агент может поддерживать и интерфейс с пользователем. Под многоагентной системой будем понимать многокомпонентную систему, состоящую из агентов со специфицированным интерфейсом.

В мультиагентной системе каждый агент строит собственную модель текущего решения, основыва-

ваясь на своих данных и данных других агентов. В таких системах имеются коммуникационный протокол и формат сообщений (язык коммуникаций), в соответствии с которым должны оформляться запросы и ответы [4]. Следовательно агенты автономны и гетерогенны, т.е. отсутствует единое управление. Коммуникации между агентами могут быть синхронными и асинхронными, направленными (peer-to-peer), общими (broadcast) или групповыми (multicast). Важно, что семантика сообщений между агентами должна быть высокого уровня. Это означает не тривиальную пересылку команд на запуск/останов, а полную реализацию информационных потоков между агентами в системе путем обмена сообщениями на языке, аналогичном языку высокого уровня в программировании [2].

Учитывая структуру технологической службы самолетостроительного предприятия (а именно функциональную специализацию подразделений и деление их по видам выполняемых работ), а также изложенное выше описание подходов к организации коллективного взаимодействия можно сделать вывод о принципиальной возможности применения именно мультиагентной технологии при синтезе систем поддержки принятия координирующих решений на предприятии. Целесообразность применения в данном случае мультиагентной технологии определяется к тому же и спецификой функционирования подразделений, входящих в состав технологической службы самолетостроительного предприятия: расцеховка делает возможной параллельную работу подразделений и независимость на определенном этапе локальных решений между собой.

Использование технологии распределенных объектов на сегодняшний день может рассматриваться как необходимое, но, по-видимому, не достаточное условие для обеспечения единого информационного пространства (в том числе пространства знаний). С нашей точки зрения наиболее приемлемые решения лежат в использовании агентно-ориентированной архитектуры в качестве каркаса системы, в которой агенты обеспечивают динамическое связывание и взаимодействие, используя стандартные интерфейсы и форматы данных (или знаний). При этом вся бизнес-логика работы системы может обеспечиваться различными средствами – от простейших приложений до интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Принципиально важным в данном случае является то, что использование агентного подхода сделает изначально закрытые системы открытыми и обеспечит возможность интеграции их в единое информационное пространство [4]. При этом также будет сохранен и использован информационный ресурс в виде данных (знаний), находящийся в этих системах.

Применение агентного подхода даст в результате возможность реализации CALS как единой системы с распределенным интеллектом, которая будет иметь множество положительных свойств: это и обработка информации, приближенная к местам ее получения, повышение надежности и отказоустойчивости системы в целом, эффективное распараллеливание работы различных структурных единиц предприятия, обеспечение полной наблюдаемости системы (что абсолютно невозможно в случае использования монолитной системы).

Поддержка моделей взаимодействия, основанных на концепции языка взаимодействия агентов (Knowledge Query and Manipulation Language – KQML), требует соответствующих соглашений между всеми подсистемами [1]. Поэтому первый вопрос, который возникает в процессе сопряжения различных систем или компонент, связан с введением в архитектуру дополнительного уровня или класса агентов, ответственного за преобразование форматов информационного обмена.

Для поддержки обработки описанного выше контекста сообщений между подсистемами могут быть использованы специальные коммуникационные агенты (фасилитаторы, медиаторы или информационные агенты [3]), которые располагаются между отправителем и получателем сообщения и выполняют действия по стандартизации интерфейса, интеграции информации из различных источников, преобразованию запросов и ответов.

Использование фасилитаторов становится особенно важным в условиях интеграции новых информационных систем с существующими, которые не имеют необходимой степени гибкости в преобразовании входных/выходных форматов. Агенты (и другие программные компоненты системы) взаимодействуют с использованием фасилитаторов, которые могут выполнять преобразования специфических внутренних форматов представления данных (знаний) из/в стандартный формат обмена знаниями (Knowledge Interchange Format – KIF). Таким образом, каждый агент выполняет логический вывод в своих внутренних терминах, а получает и передает информацию другим агентам в необходимой им для понимания форме посредством фасилитаторов.

Каждый фасилитатор отвечает за обеспечение интерфейса между локальным объединением агентов (в рамках подсистемы) и удаленными агентами и преследует тем самым следующие цели: обеспечивает надежный механизм передачи сообщений; маршрутизирует сообщения по назначению; преобразует входящие сообщения в формат представления адресата; осуществляет мониторинг агентов.

Таким образом, использование промежуточных агентов (фасилитаторов), особенно при условии ин-

теграции существующих систем, позволяет получить гомогенное информационное пространство для работы всей системы, а также возможность отслеживания несоответствий при формировании решений в отдельных подсистемах и обеспечения их корректировки для поддержки адекватного формирования согласованных комплексных решений масштаба структурной единицы (или предприятия в целом). Результат будет зависеть от сложности исполнения фасилитаторов и от трактовки выполняемых ими задач (преобразование сообщений, корректировка результатов вывода подсистем и т.д.).

3. Архитектуры и спецификации агентных систем для поддержки единого информационного пространства в рамках технологической службы самолетостроительного предприятия

Существующие варианты архитектур многоагентных систем и рациональный выбор архитектуры отдельного агента и многоагентной системы в целом существенно зависят концептуальной модели агента, принятого для ее описания формализма и языка спецификаций, математической модели кооперации агентов при совместном функционировании в системе, на какое приложение или класс приложений ориентирована многоагентная система, а также от ряда других факторов.

В настоящее время индустрия агентов регламентируется стандартами MASIF и FIPA, дающих рекомендации к созданию систем мобильных агентов и систем интеллектуальных агентов соответственно. Серия стандартов FIPA описывает архитектуру мультиагентной системы и структуру самого агента, делая в основном упор на реализуемые агентами функции, и таким образом, могут являться основой для синтеза промышленной системы поддержки принятия координирующих решений на машиностроительном предприятии. Кроме того, стандартах FIPA описывается возможность интеграции агентной системы с существующим программным обеспечением, что является важным свойством создаваемой системы.

4. Реализация гибридного подхода к синтезу многоагентных систем на примере задачи актуализации текущего состояния производства в базах знаний и данных CALS

Гибридный автоматный подход к синтезу мультиагентной CALS-системы подробно изложен в [5] и составляет основу ее математического обеспечения.

Рассмотрим особенности применения указанного подхода в приложении к задаче синтеза агента актуализации текущего состояния в базах знаний (БЗ) систем поддержки принятия решений сотрудников технологической службы самолетостроительного предприятия, а также кратко опишем созданный прототип системы.

Назначение системы актуализации текущего состояния: поддерживать актуальность данных и значений предикатов БЗ систем поддержки принятия решений (СППР) представителей административно-управляющего персонала технологической службы, отражать в соответствующих подсистемах все изменения, происходящие в предметной области, получая актуальные данные от системы мониторинга, основанной на технологии PDA [6].

Входные данные: текущие (актуальные на определенный момент времени) значения переменных, определенных для предметной области в виде файла обмена данными определенного формата; правила отражения переменных в виде правил (занесены в базу правил агента).

Результаты работы агента: любые изменения текущего состояния объекта, получаемые от системы мониторинга или из других источников в виде изменения текущих значений переменных, непосредственно отражаются в подсистемах СППР, которые имеют возможность постоянно оперировать актуальными данными.

Режимы работы агента:

1. Наполнение базы правил и настройка параметров работы (в том числе подключение конкретных подсистем) – рис. 1.

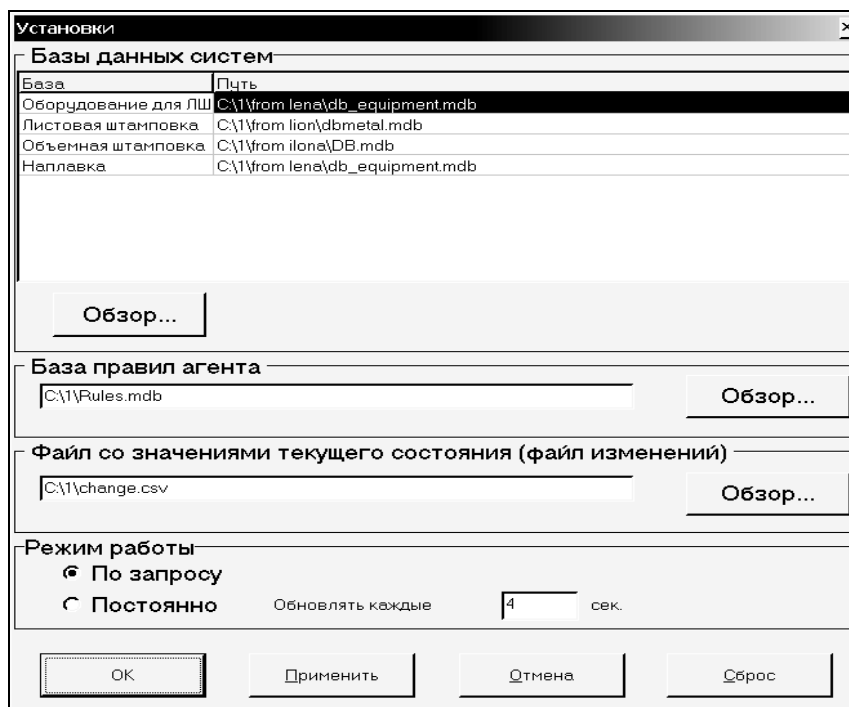


Рис. 1. Интерфейс настройки агента мониторинга – режим выбора связи с БД обновления и выбора баз правил и файла изменений

2. Автономное функционирование в выбранном режиме (постоянно или по запросу).

На представленном рис. 1 показано:

– db_equipment.mdb, dmetal.mdb, DB.mdb – базы данных (БД), содержащие предикаты БЗ соответствующих подсистем поддержки принятия решений (СППР по выбору оборудования, СППР по листовой и объемной штамповке и по наплавке);

– change.csv – файл с текущими значениями переменных объекта (получен от системы мониторинга);

– rules.mdb – БЗ в виде правил, которая используется для актуализации текущего состояния объекта мониторинга в БЗ подсистем СППР.

Функционирование системы сводится к выполнению следующих действий:

1. Периодически или по запросу считывание файла с текущими данными из каталога обмена (определив предварительно наличие этого файла).

2. Синтаксический разбор считанного файла, удаление комментариев, возможных ошибок, считывание команд (пока что в стадии разработки), получение данных о текущем состоянии (формат согласовывается с системой мониторинга), запись их во внутренний формат агента.

3. Обработка каждой записи данных текущего состояния состоит в изменении предикатов БЗ соот-

ветствующих подсистем и производится на основе правил, которыми заполняется база агента (таким образом реализуется полная независимость данных от кода и гибкость настройки агента под конкрет-

ную БЗ). В процессе вывода имеется возможность отражать изменение одного параметра в нескольких БЗ, а также отражать изменения сразу в нескольких параметрах в одной базе (рис. 2).

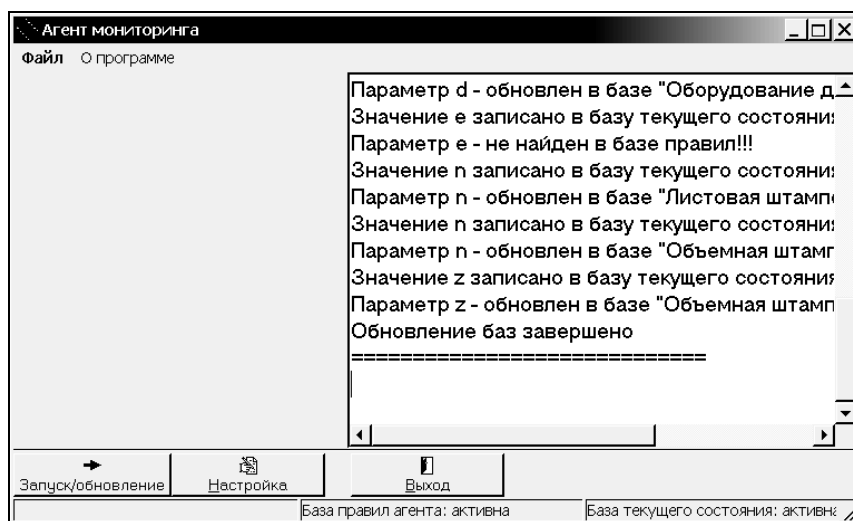


Рис. 2. Ведение протокола работы агента мониторинга

Порядок действий агента на этом шаге:

- определение подсистемы, в которой производится обновление текущего состояния;
- поиск необходимой БД (как структурной составляющей БЗ соответствующей подсистемы);
- идентификация изменяемого объекта в БД;
- выполнение необходимых действий над объектом (обновление, добавление, удаление);
- запись каждого обновления в общую БД текущего состояния с указанием даты и времени поступления данных (формирование БД текущего состояния с историей изменений);
- запись результатов действий в файл отчета;
- в случае вызова по запросу программы, осуществляющей мониторинг, посылка этой программе сообщения о результатах обработки полученных данных.

Логически система отражения текущего состояния представляет собой несколько агентов (т.е. является по сути мультиагентной системой), каждый из которых обслуживает определенную подсистему принятия решений.

В целях удобства администрирования в прототипе системы конструктивно все агенты выполнены в виде потоков (threads) одного приложения, которое осуществляет все выше указанные действия. Существует возможность запуска одновременно нескольких процессов, осуществляющих обработку данных (при возросшей нагрузке на один модуль), а также разделение агента на несколько модулей, для обеспечения функционирования подсистем на физически различных платформах. Принципиально возможно получение данных от других источников

(АРМ, система учета на складе и проч.), для этого необходима настройка базы правил агента и согласование формата обмена данными.

База правил агента структурирована относительно подсистем, поэтому обновление происходит параллельно, не вызывая задержек и коллизий.

Программная реализация – подсистема актуализации данных мониторинга реализована с помощью интегрированной среды программирования Delphi 7.0 с применением возможностей многопоточной обработки данных.

Агент функционирует автономно, следовательно сведен к минимуму его прикладной интерфейс, который позволяет настраивать основные параметры работы агента и просматривать совершенные им действия. Во время работы основное окно, а также окно настроек агента скрыто для пользователя, агент проявляет себя только значком в системном лотке Windows.

В результате актуализации БЗ пользователь получает новое качество исходной системы: постоянно обновляемую БЗ, которая может осуществлять вывод на знаниях, основываясь на текущем состоянии ресурсов. При разработке системы также была проведена реализация прототипа подобной системы на основе существующего стандарта ДСТУ 4071–2001 на использование технологии CORBA для построения распределенных систем.

Выводы

В статье проведен анализ возможностей применения существующих методов и средств построения информационных систем класса CALS для

обеспечения принятия координирующих решений по технологической подготовке сборочного производства на самолетостроительном предприятии. В качестве основы для построения подобной системы была выбрана многоагентная парадигма, в рамках которой осуществлена программная реализация типового фрагмента СППР в виде интеллектуального агента. Использование указанной парадигмы обеспечит формирование и последующую поддержку единого информационного пространства в рамках самолетостроительного предприятия.

Литература

1. Норенков И.П. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии / И.П. Норенков, П.К. Кузьмик. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с.
2. Алиев Р.А. Методы интеграции в системах управления производством / Р.А. Алиев. – М.: Энер-

гоатомиздат, 1989. – 269 с.

3. Алиев Р.А. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления / Р.А. Алиев, М.И. Либерзон. – М.: Радио и связь, 1987. – 208 с.

4. Шостак И.В. Интеллектуализация процессов технологической подготовки производства на основе мультиагентной технологии / И.В. Шостак, А.С. Топал // Вестник двигателестроения. – 2003. – № 2. – С. 187-191.

5. Проблемы разработки мультиагентной интеллектуальной интегрированной системы поддержки принятия решений в авиационном производстве / И.В. Шостак, Л.А. Гордиенко, Е.П. Киричук, А.С. Топал // Авиационно-космическая техника и технология. – 2003. – № 8(43). – С. 14-22.

6. Топал А.С. Формирование комплексных решений в интеллектуальных производственных системах / А.С. Топал // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. научн. тр. «ХАИ». – 2005. – Вып. 26. – С. 106-110.

Поступила в редакцию 26.05.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Вартамян, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

ПРО ОДИН ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ НА ПРИКЛАДІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ ЛІТАКОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

І.В. Шостак, В.А. Дем'яненко, Г.О. Фролова

Стаття присвячена проблемам комплексної автоматизації літакобудівного підприємства шляхом синтезу мультиагентної CALS-системи на прикладі управління складальним виробництвом. В якості основи для побудови такої системи була обрана багатоагентна парадигма, в рамках якої здійснена програмна реалізація типового фрагменту системи підтримки прийняття рішень (СППР) у вигляді інтелектуального агента. Використання багатоагентної парадигми забезпечить формування і подальшу підтримку єдиного інформаційного простору в рамках літакобудівного підприємства.

Ключові слова: літакобудування, комплексна автоматизація, CALS-система, складальне виробництво, програмний агент.

AN APPROACH TO ORGANIZATION OF SINGLE SPACE FOR EXAMPLE OF INFORMATION TECHNOLOGY PLANT AIRCRAFT ENTERPRISE

I.V. Shostak, V.A. Demyanenko, G.F. Frolova

Article is devoted to problems of integrated automation aircraft plant through the synthesis of multi-agent systems in CALS-system on management example technological productions ventures. As a basis for building such a system was chosen as a multi-agent paradigm, which performed software implementation of a model fragment of a decision support system (DSS) as an intelligent agent. Using multi-agent paradigm will generate and subsequent support of a common information space within the framework of Aircraft plants.

Key words: aircraft, integrated automation, CALS-system, assembly of production, a software agent.

Шостак Игорь Владимирович – д-р техн. наук, проф., проф. кафедры инженерии программного обеспечения Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: iv_shostak@rambler.ru.

Демьяненко Владислав Анатольевич – ассистент кафедры инженерии программного обеспечения Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: vladyslav.demyanenko@gmail.com.

Фролова Галина Александровна – канд. техн. наук, доцент кафедры инженерии программного обеспечения Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: Frolova.Galka@gmail.com.