

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ИСУР НА БАЗЕ ОНТОЛОГИЙ И МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.В. Галицкая

Непубличное акционерное общество «Группа компаний «Генезис знаний»
Россия, 121205, Москва, территория Инновационного Центра «Сколково»,
Большой бульвар, 42, строение 1, этаж 4, офис 1680
E-mail: an14215@yandex.ru

В.А. Галузин

Непубличное акционерное общество «Группа компаний «Генезис знаний»
Россия, 121205, Москва, территория Инновационного Центра «Сколково»,
Большой бульвар, 42, строение 1, этаж 4, офис 1680
E-mail: vladimir.galuzin@gmail.com

В.Б. Ларюхин

Непубличное акционерное общество «Группа компаний «Генезис знаний»
Россия, 121205, Москва, территория Инновационного Центра «Сколково»,
Большой бульвар, 42, строение 1, этаж 4, офис 1680
E-mail: dmitriy.novichkov@gmail.com

Д.Е. Новичков

Непубличное акционерное общество «Группа компаний «Генезис знаний»
Россия, 121205, г. Москва, территория Инновационного Центра «Сколково»,
Большой бульвар, дом 42, строение 1, этаж 4, офис 1680
E-mail: dmitriy.novichkov@gmail.com

Р.Д. Гуськов

Непубличное акционерное общество «Группа компаний «Генезис знаний»
Россия, 121205, г. Москва, территория Инновационного Центра «Сколково»,
Большой бульвар, дом 42, строение 1, этаж 4, офис 1680
E-mail: roman.guskov97@gmail.com

Ключевые слова: интеллектуальные систем, управление ресурсами, программная платформа, онтологии, мультиагентные технологии, адаптивность, реальное время.

Аннотация: В статье рассматривается функции и структура инструментальной платформы для создания интеллектуальных систем управления ресурсами (ИСУР) в реальном времени. В качестве выбранных основных интеллектуальных технологий используются онтологии и мультиагентные технологии. Рассматриваются требования к платформе, предлагаются функции и архитектура платформы, которые позволят создавать промышленные ИСУР для бизнеса. Одним из ключевых свойств предлагаемой платформы является открытость, позволяющая расширять и развивать функциональность ИСУР и эффективность их применения на практике.

1. Введение

Задача автоматизации процессов принятия решений по управлению ресурсами является весьма актуальной для транспорта, промышленности, цепочек поставок и многих других применений. В арсенале разработчика интеллектуальных систем управления ресурсами (ИСУР), берущих на себя функции менеджеров, диспетчеров, логистов и экономистов в части принятия решений, уже сегодня имеется много полезных компонентов, включая электронные карты и GPS/ГЛОНАСС датчики, различные учетные системы, поддержки бизнес-процессов, мобильные приложения и т.д.

По мнению Oracle, современная ИСУР при этом должна быть облачной, чтобы не требовать инвестиций в инфраструктуру, включать интеллектуальные возможности, бесшовно соединять бизнесы, людей и процессы, быстро включать новые функции и масштабироваться, предоставлять данные в реальном времени [1].

Однако основным и наиболее сложным компонентом таких систем остаются подсистемы (модули и компоненты) планирования и оптимизации ресурсов в реальном времени. Работа в реальном времени требует сочетания «скользящего» адаптивного планирования с мониторингом и контролем исполнения планов, чтобы расписание ресурсов автоматически перестраивалось по мере расхождения плана и факта или появления любых других непредвиденных событий, включая новые заказы, поломка ресурсов, задержка операции и т.д. Растущее число заказов и ресурсов, наличие технологических процессов с индивидуальными требованиями к каждой задаче, различные способы использования ресурсов и ряд других особенностей делают эту задачу сложной и трудоемкой в реализации. При этом известные на рынке существующие системы планирования и оптимизации ресурсов компаний SAP, Oracle, Microsoft и других, в основном, используют классические методы планирования и различные эвристики, которые плохо приспособлены к работе в реальном времени. Кроме того, многие зарубежные системы в настоящее время стали недоступны российским потребителям и должны получить замену в ходе импортозамещения.

Эти обстоятельства приводят к необходимости разработки новых подходов к созданию интеллектуальных систем управления ресурсами.

2. Постановка задачи разработки платформы ИСУР

Рассмотрим особенности современных задач управления ресурсами предприятий, выделяя в качестве основных задачи производственные и транспортные.

В производственных задачах имеется заданное количество ресурсов (люди, оборудование, площади складов, станки, финансы и т.д.), способных выполнять задачи различного вида по заданным технологическим процессам, включая закупку комплектующих, наладку станков, производство и сборку деталей, их хранение и т.д. У каждого ресурса есть свой набор характеристик, предпочтений и ограничений: календари доступности, производительность, требования по обслуживанию и т.п. В систему поступают заказы, требующие выполнения к заданным срокам. Заказы могут иметь приоритет, требования к желаемым ресурсам, окна возможного интервала выполнения и другие параметры. Такие системы могут применяться для управления цехами производства, госпиталями, проектами и задачами консультантов и офисных работников, а также любыми другими статичными (не перемещаемыми) ресурсами.

В транспортных задачах имеются мобильные ресурсы, которые могут быть оснащены различным оборудованием: грузовики – подъемниками, курьеры – самокатами и холодильниками и т.д. Поступающие заказы должны выбирать нужные ресурсы с учетом их специализации, динамически строить маршрут с учетом позиции ресурса в будущем, планировать забор и разгрузку грузов в разных местах,

консолидироваться с учетом размера ранца и стоимости ресурса т.п. Такие системы могут применяться для управления такси и грузовиками, бригадами газовиков, электриков и сантехников, полицией и скорой помощью, страховыми агентами, медицинскими сестрами и другими видами мобильных ресурсов.

Задача интеллектуальной системы управления в каждом из рассмотренных случаев состоит в том, чтобы построить рациональный, сбалансированный по ряду критериев план производства и далее адаптивно поддерживать его в соответствии с потоком событий, поступающим в режиме реального времени.

3. Предлагаемый подход к разработке ИСУР

Для создания ИСУР в последнее время активно применяется мультиагентный подход [2], который обеспечивает многокритериальное планирование в сочетании с высокой адаптивностью, позволяет настраивать систему за счет онтологий, дает возможность расширять функциональные требования без перепрограммирования и т.д.

При этом создание каждой новой интеллектуальной системы «с нуля» представляет собой крайне сложную и трудоемкую задачу, требующую дорогостоящих профессиональных программистов с опытом решения многокритериальных оптимизационных задач, длительных сроков и высокой стоимости разработки.

Возможным решением этой проблемы могли бы стать мультиагентные платформы, которые призваны дать библиотеки готовых подпрограмм для ускоренной разработки ИСУР. К сожалению, большинство известных на сегодня мультиагентных платформ общего и специального назначения [3] оказываются не применимы к решению указанных задач. Попытки же создания специализированных мультиагентных платформ для управления ресурсами предпринимались не один раз [4-5], но они, в основном, касались только относительно узких классов задач планирования и оптимизации и не обеспечивали поддержку общего сквозного бизнес-процесса управления ресурсами.

Кроме того, для создания промышленных ИСУР требуется ряд дополнительных компонентов, которые связаны с реализацией веб-интерфейсов пользователей, поддержкой бизнес-процессов принятия решений, интеграцией с системами заказчика, построением отчетов, безопасностью и т.д. По различным данным [6], объем разработки указанных дополнительных компонентов, напрямую не связанных с задачей планирования и оптимизации ресурсов, может составлять до 75% от общих затрат на конечное решение, что показывает значимость задачи создания промышленной платформы, применимой для широкого круга областей применений ИСУР.

Наконец, промышленные заказчики в последнее время все чаще требуют вместе с готовым ИСУР решением и платформу для его развития и модернизации, что делает необходимостью создание открытой платформы для управления ресурсами.

4. Структура и функции платформы ИСУР

Анализ опыта создания ИСУР на основе мультиагентных технологий показывает, что применяемые конструкции и принципы работы агентов могут существенно варьироваться от задачи – к задаче, даже внутри одной предметной области. Например, управление грузовиками, которые возвращаются каждый день на базу и которые работают как «челнок», в котором смены водителей меняются по ходу движения – весьма разные транспортные задачи.

Следовательно, необходима разработка такой инструментальной платформы, которая позволит строить рассматриваемые ИСУР не только для различных бизнес-

областей, но и с учетом индивидуальных особенностей каждого предприятия – и при этом на основе общего методического подхода, допускающего ускоренную доработку функциональности решения под требования различных заказчиков.

Такой подход может быть реализован на счет разработки инструментальной платформы для построения ИСУР, которая будет обладать следующими возможностями:

- Предоставления разработчикам типовых Веб-систем основных пользователей интеллектуальных систем управления ресурсами (администратор, заказчик, диспетчер, исполнитель);
- Ускоренной разработки мультиагентной подсистемы планирования («МАС-Движка») интеллектуальной системы управления ресурсами за счет наличия готовых компонент и повторного использования кода, с настройкой агентов на заданные критерии, предпочтения и ограничения;
- Настройки МАС-Движка самими пользователями на специфику предметной области и конкретного предприятия за счет создания прикладных онтологий и онтологических моделей предприятия, предлагающих понятия и отношения, а также правила принятия решений;
- Выбора готовых программных компонентов баз данных, визуализации принимаемых решений, электронных карт и GPS/ГЛОНАСС датчиков, работы с мобильными приложениями и построения отчетов;
- Поддержки взаимодействия между отдельными интеллектуальными системами управления ресурсами на базе сетевцентрической платформы;
- Интеграции с существующими учетными системами заказчиков.

Для реализации указанных возможностей на первом этапе разрабатываемая платформа будет включать набор следующих программных подсистем:

- Конструктор онтологий и баз знаний (КО) для создания прикладной онтологии и онтологических моделей предприятий;
- Унифицированная онтологически-настраиваемая мультиагентная подсистема адаптивного планирования и оптимизации ресурсов в реальном времени (Онто-МАС движок»);
- Стенд генерального конструктора для моделирования и отладки работы создаваемой системы, интегрированный с КО и Онто-МАС движком;
- Веб-системы пользователей (диспетчеры, логисты, экономисты и др.) с поддержкой сквозного бизнес процесса управления ресурсами;
- Дополнительные компоненты, включая электронную карту, GPS/ГЛОНАСС сервисы, безопасность, интеграцию и другие;
- Сетевцентрическую платформу для поддержки взаимодействия интеллектуальных систем управления ресурсами между собой.

При создании новых интеллектуальных систем управления ресурсами на базе платформы выделяются два контура:

- Контур построения прикладной онтологии и онто-модели подразделений предприятия для моделирования оперативной работы будущей системы – для разработки и отладки логики принятия решений агентами на примерах конкретных заказов и ресурсов предприятия;
- Контур оперативного управления, когда система вводится в работу с конечными пользователями.

Открытость платформы будет обеспечена наличием протоколов взаимодействия указанных выше компонентов, за счет чего будет возможна поддержка альтернативной реализации всех функциональных блоков с выбором из нескольких подсистем или компонентов, что позволит в будущем создать marketplace платформы.

5. Основные пользователи и бизнес-процесс в ИСУР

При создании ИСУР выделяются следующие основные роли пользователей:

- Веб-система «Заказчик» - позволяет подключать заказчиков из различных предприятий или подразделений одного предприятия и предназначена для ввода заявок, согласования планов, контроля их исполнения и оповещения заказчика о ходе исполнения намеченных планов, построения отчетов по заказам;
- Веб-система «Диспетчер» - позволяет подключать смены диспетчеров для построения планов исполнения поступающих в реальном времени заказов и реакции на возникающие непредвиденные события и обеспечивает выполнение процессов адаптивного планирования, мониторинга и контроля исполнения заявок с учётом текущего состояния ресурсов, а также адаптивного перестроения планов в случае возникновения нештатных и аварийных ситуаций;
- Веб-система «Исполнитель» - позволяет подключать смены исполнителей, например, рабочих или водителей грузовиков, и предназначена для визуализации построенных планов, подтверждения выполнения операций бизнес- или технологического процесса и ввода различного вида подтверждающих или непредвиденных событий, требующих пересмотра плана.

Для управления учётными записями используется подсистема «Администратор».

Общий бизнес процесс работы ИСУР включает следующие этапы:

1. Заказчик вводит заявку на обслуживание со всеми известными параметрами.
2. Заявка поступает в очередь событий в Веб-системе диспетчера.
3. Заявка планируется на ресурсы с учетом сложившегося расписания.
4. При этом проводится разбор конфликтов с ранее размещенными заявками.
5. Заказчику посылается сообщение, что заказ уже запланирован и указывается, когда будет окончательно подтвержден и сообщен конкретный исполнитель.
6. До этого момента производится адаптивное перепланирование ресурсов.
7. В указанный момент посылается сообщение о выбранном и назначенном исполнителе и заказчику передается план исполнения его заказа.
8. Одновременно план выдается исполнителю для начала его исполнения.
9. По каждой операции выдается сообщение об исполнении с пересчетом плана.
10. В случае непредвиденных событий заказчику также приходит уведомление.
11. Заказчик и диспетчер уведомляются об успешном исполнении заказа.

6. Заключение

Предлагаемая к созданию платформа позволит интегрировать опыт создания ИСУР из различных областей, включая производство, транспорт и ряд других.

Использование разрабатываемой платформы для создания новых ИСУР позволит значительно снизить сложность и трудоемкость разработок и затрачиваемые на разработку время и деньги.

Наличие открытых протоколов взаимодействия позволит расширять возможный выбор применяемых компонент и облегчить интеграцию с существующими системами.

Дальнейшие исследования будут направлены на уточнение функциональных и технических требований и реализацию указанных компонент, а также разработку протоколов их взаимодействия и интеграции.

Список литературы

1. Oracle: Choose the Best Modern ERP for Your Business. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/modern-erp.shtml>.
2. Грачев С.П., Жилиев А.А., Ларюхин В.Б. и др. Методы и средства построения интеллектуальных систем для решения сложных задач адаптивного управления ресурсами в реальном времени // Автоматика и телемеханика. 2021. № 11. С. 30-67.
3. Wrona Z., Buchwald W., Ganzha M., et al. Overview of Software Agent Platforms Available in 2023 // Information. 2023. Vol. 14. P. 348.
4. Андреев В., Виттих В., Батищев С., Ивкушкин К., Минаков И., Ржевский Г., Сафронов А., Скобелев П. Методы и средства создания открытых мультиагентных систем для поддержки процессов принятия решений // Известия Академии наук. Теория и системы управления. 2003. № 1. С. 126-137.
5. Майоров И.В. Применение мультиагентной платформы для создания интеллектуальных систем управления ресурсами в реальном времени // Мехатроника, автоматизация, управление. 2016. № 1. С. 37-41.