

Разработка интеллектуальной системы управления ресурсами пищевых предприятий

Д.Е. Новичков
Самарский государственный
технический университет
Самара, Россия
dmitriy.novichkov@gmail.com

С.П. Грачев
Самарский государственный
технический университет
Самара, Россия
sg@kg.ru

Е. Пантелей
Самарский государственный
технический университет
Самара, Россия
mekachiku-san@mail.ru

Аннотация—В работе рассмотрена разработка интеллектуальной системы управления ресурсами пищевых предприятий, основанная на мультиагентных технологиях и сетцентрическом подходе. Разработаны и описаны алгоритмы адаптивного планирования и сформирована онтологическая база знаний. Указаны решаемые системой задачи, приведено описание используемых алгоритмов.

Ключевые слова— мультиагентные технологии, базы знаний, управление ресурсами.

1. ВВЕДЕНИЕ

Современное пищевое предприятие требует решения значительного числа разнородных по содержанию, но связанных между собой задач: логистика доставки кормов, людей и продукции; планирование и управление производством, прогноз закупок и т. д. Решение каждой из этих задач происходит, как правило, в обособленном режиме: разные информационные системы решают задачи независимо друг от друга, после чего происходит согласование планов в ручном режиме. Построенные таким образом решения требуют большого количества доработок и, как следствие, не позволяют в полной мере ИТ-системам выполнять свои функции. Разрабатываемая интеллектуальная система позволяет решать задачи сопряженного планирования логистики и производства, включая элементы прогнозирования, такой подход позволяет повысить эффективность управления ресурсами пищевых предприятий.

Задачу построения расписаний ресурсов при выполнении работ, состоящих из операций, (Job Shop Scheduling Problem, JSP и ее разновидностей, например, Flexible Scheduling Problem и аналогичных) в общем виде можно рассматривать такую задачу можно как задачу программирования в ограничениях. Чаще всего подходы к решению таких задач основаны на традиционных алгоритмах и в основе своей содержат линейное и динамическое программирование. Более современными являются методы генетических алгоритмов и роевой оптимизации, методы искусственного интеллекта с использованием нейросетевых технологий [1].

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Необходимо разработать модели, методы и алгоритмы согласования решений из систем планирования и управления ресурсами различной зоны ответственности, обеспечивая при этом адаптивное управление с целью достижения целевых показателей. При этом необходимо учитывать различные прогнозные сценарии продаж и иметь возможность моделировать развитие ситуаций по этим сценариям. Эвристики планирования, полученные от пользователей, необходимо хранить в семантической

базе знаний, что позволит менять логику работы систем без внесения изменений в исходный код системы.

3. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ПОДХОД

В основе решения лежат мультиагентные технологии и сетцентрический принцип: система состоит из набора «маленьких» систем, каждая из которой решает поставленную перед собой задачу в общем информационном пространстве, непрерывно согласуя и корректируя формируемые решения[2]. Каждая такая система представляет собой мультиагентную систему планирования; в этом подходе у каждой сущности реального мира формируется агент – программный объект, представляющий «интересы» в виртуальном мире. Дополнительно вводятся агенты целевых функций системы, технологических требований и требований нормативной документации, что позволяет учесть особенности функционирования в предметной области. Набор основных агентов приведен в табл. 1.

Таблица 1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕАЛИЗОВАННЫХ АГЕНТОВ

Тип агента	Цели и поведение
Агент потребности	Формирует запрос на выполнение производственного заказа. Контролирует ход выполнения (соблюдение дат и ограничений).
Агент транспортного средства	Участствует в выполнении логистических операций. Контролирует выполнение нормативных требований (максимальная загрузка, проведение планово-предупредительных ремонтов).
Агент производственной площадки	Консолидирует потребности и ход их выполнения, контролирует выполнение нормативных и технологических требований, обеспечивает минимизацию простоев автотранспорта.
Агент требования	Контролирует выполнение требований в ходе построения плана. Требования могут быть разного типа, в общем случае проверяются сформированные между несколькими агентами отношения и характеристики этих отношений.
Агент технологического процесса	Обеспечивает корректность выполнения технологического процесса в соответствии с семантическим описанием в базе знаний.
Агент сцены	Обеспечивает процесс функционирования агентов, реализуя связь агентов с онтологическим описанием их сущностей.

Схема работы каждого агента выглядит следующим образом: он получает сообщение, исходя из которого выбирает следующее действие. Набор возможных действий зависит от типа агентов, критериев его целевых функций и текущего состояния системы. Часть

функциональности реализована в виде семантической базы знаний, которая является отдельным программным комплексом. В базе знаний представлен инструмент для формирования семантически связанных данных – знаний, которые используются при планировании [3]. К примерам таких данных можно отнести требования нормативной документации и технологические требования, информацию о логистических графах и эвристики функционирования агентов. В общем виде алгоритм работы агента состоит из следующих шагов [4]:

1. Инициализация, в ходе которой агент получает доступ к сущности физического мира, базе знаний и сцене. Сцена представляет собой отображение состояние мира агентов в данный момент времени: их состояния, достигнутые целевые показатели и др.
2. Фаза быстрого планирования, в ходе которой происходит быстрое формирование решений без поиска оптимальных состояний.
3. Фаза проактивности, в которой происходит оптимизация первоначальных планов. В этой фазе агенты могут конкурировать друг с другом и вытеснять друг друга из расписаний, основываясь на функциях бонусов и штрафов.

Пример диаграммы последовательности фазы быстрого планирования в общем виде приведен на рис.1, фаза проактивности отличается наличием рекурсивного вытеснения задач в случае возникновения конфликтов в расписании.

Процесс согласования решений между системами основан на схожем принципе [5]: системы планирования «договариваются» между собой, согласуя планы и моделируя ситуации «а что, если...». При этом имеется

возможность работать как на реальных данных, так и на модельных сценариях, что позволяет учесть различные варианты развития ситуаций.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разрабатываемая система позволяет решать задачи адаптивного обеспечения кормами производственных площадок для животноводческих предприятий, оптимизации доставки персонала от мест проживания до производственных площадок, оптимизации пребывания автотранспорта на производственных площадках, адаптивного сопряженного планирования производства и продаж. Использование семантической базы знаний предприятия позволяет описать учесть специфические особенности организаций и наработанный в них опыт.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Petcu, A. A class of algorithms for distributed constraint optimizations, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications* / A. Petcu // IOS Press. – 2009. – Vol. 194(1). DOI: 10.5075/epfl-thesis-3942.
- [2] Грачев, С.П. Методы и средства построения интеллектуальных систем для решения сложных задач адаптивного управления ресурсами в реальном времени / С.П. Грачев, А.А. Жилиев, В.Б. Ларюхин // *Автоматика и телемеханика*. – 2021. – № 11. – С. 30-67. DOI 10.31857/S0005231021110039.
- [3] Usman, Z. A Manufacturing Core Concepts Ontology for Product Lifecycle Interoperability / Z. Usman, R.I.M. Young, N. Chungoora, C. Palmer, K. Case, J. Harding // *Proceedings of the International IFIP Working Conference on Enterprise Interoperability IWEI*, Stockholm, Sweden. – Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2011. – P. 5-18.
- [4] Skobelev, P. Ontology-based open multi-agent systems for adaptive resource management / P. Skobelev, A. Zhilyaev, V.B. Larukhin, S. Grachev, E.V. Simonova // *Proceedings of the 12th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART)*, Valetta, Malta. – SciTePress: Setúbal, Portugal, 2020. – Vol. 1. – P. 127-135.
- [5] Иващенко, А.В. Мультиагентные технологии для разработки сетевых систем управления / А.В. Иващенко, О.В. Карсаев, П.О. Скобелев, А.В. Царев, Р.М. Юсупов // VI Всероссийская научно-практическая конференция "Перспективные системы и задачи управления". – Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 3(116). – С. 11-23.

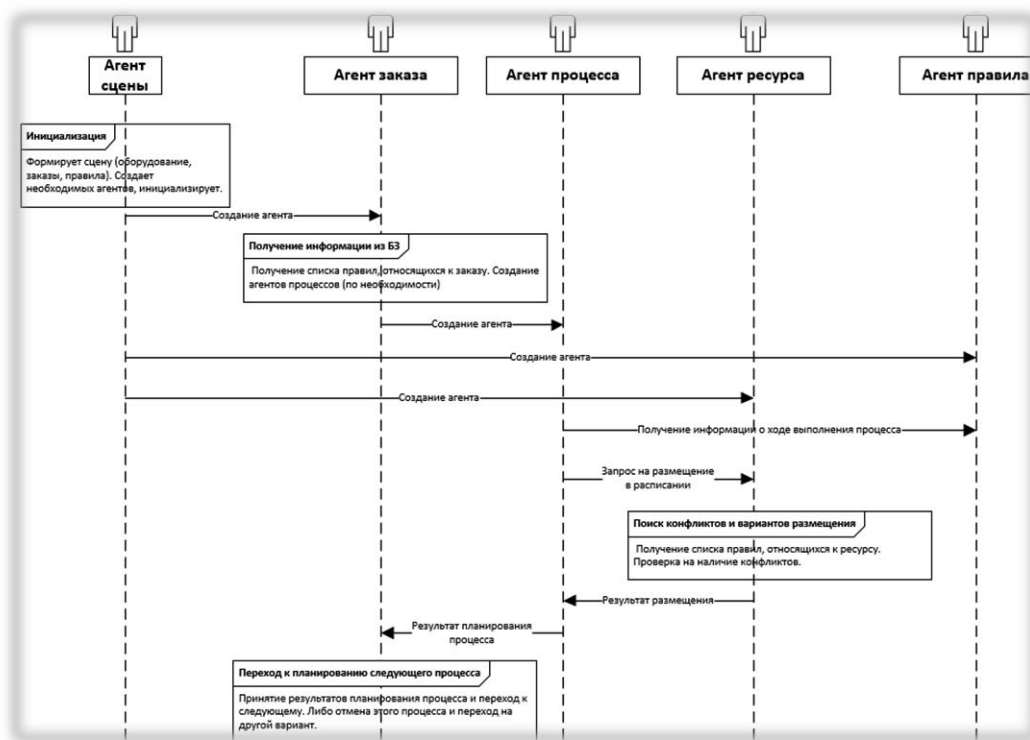


Рис. 1. Диаграмма последовательности фазы быстрого планирования