

УДК 004.896

РЕАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СРЕДЕ ZEUS

Зудикова Ю.В., Федяев О.И.

Донецкий национальный технический университет

В статье рассматривается вопрос спецификации структуры и динамики поведения агентов при создании многоагентной системы моделирования процесса производства промышленных смесей в инструментальной среде Zeus. Оценивается эффективность многоагентного подхода и качество создаваемых моделей.

Процесс разработки многоагентной системы является иерархическим и предполагает использование разнотипных моделей, получаемых на уровне агентно-ориентированного анализа решаемой задачи и программирования агентов в инструментальной среде. Разработчик при использовании методологии и инструментария, оперирующих разными концептами, должен связать абстрактные и физические модели.

Одной из наиболее распространенных методологий агентно-ориентированного анализа является методология Gaia [3]. Из имеющегося ряда современных инструментальных сред можно выделить среду Zeus [2], которая оперирует схожими с Gaia спецификациями сообщества агентов. Авторами установлены семантические связи при переходе от абстрактных моделей методологии Gaia к концептам инструментальной среды Zeus [1]. В данной работе установленная связь моделей используется при разработке многоагентной системы моделирования процесса производства промышленных смесей.

Технологический процесс производства промышленных смесей (рис. 1) как объект управления является распределенной системой, в которой взаимодействуют отдельно работающие устройства и персонал. Участники процесса производства (устройства

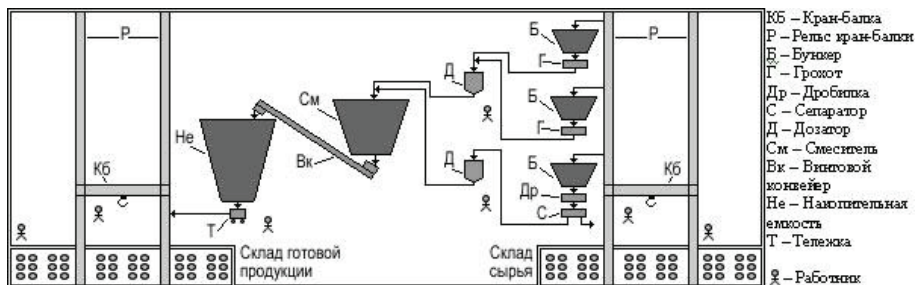


Рисунок 1 – Схема технологического процесса производства промышленных смесей

4 и персонал) моделируются автономными программными агентами соответствующей архитектуры. Каждый из агентов наделяется полномочиями того субъекта производственного процесса, которого он представляет, и обладает поведением, определяемым этими полномочиями.

Переход от абстрактных моделей к физическим покажем на примере взаимодействия трёх агентов: агент Кладовщик выдаёт порцию сырья со склада, агент Кран-балка принимает и транспортирует сырьё к месту назначения – к агенту Бункеру (рис. 1). Примеры упрощенных в этом контексте фрагментов моделей Gaia представлены на рис. 2 и 3.

Агенту Кладовщик соответствует роль Кладовщик модели ролей Gaia (рис. 2,а). Роль определяет полномочия (информационные ресурсы) и обязательства (функции) Кладовщика. Основной функцией роли Кладовщик является выдача сырья со склада. Выдаваемое сырьё получает роль Кран-балка. Схема выдачи сырья описывается протоколом выдачи сырья со склада (рис. 2,б). Протокол отражает инициатора взаимодействия и ответчика, а также входные и выходные данные.

На основе составленных моделей Gaia и установленных межмодельных связей упрощается спецификация структуры программных агентов в среде Zeus. Полномочия агента Кладовщик (рис. 2,а) представляются в виде фактов онтологии предметной

Схема роли Кладовщик		
Описание роли: обслуживает склад сырь		
Протоколы и Активность: Выдать порцию сырь <u>Изменить объем сырь с учетом выдачи</u> Сообщить об отсутствии сырь		
Полномочия: reads вместительность склада changes типы сырь changes количество сырь каждого типа changes уровень наполненности склада		
Обязательства: жизнеспособности: КЛАДОВЩИК = ВЫДАЧА СЫРЬ ВЫДАЧА СЫРЬ = (Выдать порцию сырь.Изменить объем сырь с учетом выдачи) Сообщить об отсутствии сырь условия безопасности: 0 <= уровень наполненности <= вместительность склада		
а)		

Выдать порцию сырь		
Кладовщик	Кран-балка	Количество сырь по типам
Выдать очередную порцию сырь со склада		Сообщение о выдаче сырь Порция сырь

Получить сырь		
Кран-балка	Кладовщик	Порция сырь
Получить очередную порцию сырь со склада		Подтверждение получения порции сырь

б)

Рисунок 2 – Фрагменты моделей Gaia:

а) схема роли Кладовщик; б) протокол выдачи сырь со склада

Услуга	Входные данные	Выходные данные	Предусловия	Постусловия
Выдать сырь	Порция требуемого сырь	Порция выданного сырь	Количество сырь > 0	Порция сырь выдана

Рисунок 3 – Фрагмент модели услуг Gaia для агента Кладовщик

области в среде Zeus. Например, знание Кладовщика об имеющемся на складе сырь (типе и количестве) можно представить в виде факта, название которого отражает тип сырь, а атрибут Count целого типа – количество (рис. 4).

Спецификация агента Кладовщик включает определение ресурсов, задач и правил агента. Например, созданный ранее факт Sand становится ресурсом агента при задании значений его атрибутов, например, запасы песка на складе составляют 100кг (рис. 5).

При описании задачи правила агента следует руководствоваться информацией из обязательств жизнеспособности схемы роли Кладовщик, услуг и протоколов для Кладовщика из модели услуг и модели взаимодействий методологии Gaia. Например, функцию Кладовщика выдачи сырь можно представить в виде простой



задачи под названием GiveMaterial. В окне спецификации задачи (рис. 6) необходимо задать входные и выходные факты. Как следует из рис. 2,б и рис. 3, входным данным является порция требуемого сырья, а выходными данными – порция выданного сырья и сообщение о выдаче сырья. Для реализации этого в онтологию необходимо добавить два новых факта – знание о порции сырья и сообщение о выполнении действия. Первый факт называется Portion и имеет атрибуты: Material – тип сырья; Count – количество порций; Sender – имя агента, запрашивающего сырье со склада. Атрибутами второго факта Done являются: Type – тип действия (в примере это выдача сырья); Flag – признак успеха выполнения действия; Sender – имя агента, выполнившего действие.

4 Правила обеспечивают реактивное поведение агента. Для этого построено правило под названием NewMaterialToGive (рис.7). В условной части правила указан факт Portion, посылаемый агентом Кран-балка. Во второй части правила для агента Кладовщик поставлена цель – выдать сырье, для достижения которой он активизирует задачу GiveMaterial.

Общая спецификация агента Кладовщик в среде Zeus определяет поведение агента посредством базы правил KladovshikRulebase, агент также может выполнять задачу GiveMaterial и обладает ресурсами в виде двух фактов: факта Sand – запасы песка и факта Cement – запасы цемента.

По рассмотренной методике составляются спецификации агентов Кран-балка и Бункер в среде Zeus. Описанная связь моделей позволила систематизировать проектирование и автоматизировать генерацию программного каркаса многоагентной системы, представляющей процесс производства промышленных смесей.

Преимущества многоагентного подхода заключаются в естественном описании сложных систем и в полной мере проявляются при решении динамических задач. К методологическим преимуществам можно отнести следующие:

- сложные объекты автоматизации моделируются в виде интеллектуальных организаций, представленных

Факт	Имя атрибута	Тип атрибута	Ограничение	Значение по умолчанию
Sand	Count	Integer		

Рисунок 4 – Фрагмент окна спецификации онтологии – факт Sand

Факт	Имя атрибута	Значение
Sand	Count	100

Рисунок 5 – Фрагмент окна спецификации агента
Кладовщик – ресурс Sand

Предусловия (входные факты)		Постусловия (выходные факты)			
Факт Portion		Факт Done		Факт Portion	
Атрибут	Значение	Атрибут	Значение	Атрибут	Значение
Count	?cnt	Type	MaterialGive	Count	?cnt
Material	?matrl	Flag	Kladovshik	Material	?matrl
Sender	Kranbalka	Sender	true	Sender	Kladovshik

Рисунок 6 – Фрагмент окна спецификации задачи GiveMaterial

Условие	?portn <- (Portion (Count ?cnt) (Sender Kranbalka) (Material ?matrl))
Действие	(achieve (fact (Done (Type MaterialGive) (Sender Kladovshik) (Flag ?val))) (end_time 4) (confirm_time 2))

Рисунок 7 – Правило NewMaterialToGive агента Кладовщик

автономными искусственными агентами;

- агент наделяется ресурсами, полномочиями и обязательствами того субъекта системы, которого они представляют;
- для представления знаний и убеждений агента используется декларативная модель;
- формирование и изменение знаний и убеждений агента происходит на протяжении его жизненного цикла;
- поведение агента задается набором продукционных правил;
- агент может порождать цели на основании своего сценария работы;
- для изменения сценария работы агента достаточно скорректировать его поведение.

К техническим преимуществам многоагентных систем можно отнести:

- увеличение производительности (агенты функционируют автономно и параллельно);
- устойчивость к сбоям (в случае нарушения работы агента можно запустить без перекомпиляции приложения второго такого же агента, который будет функционировать вместо него);
- масштабируемость и гибкость (легко добавлять новых агентов в систему);
- повторное использование.

Скорость и удобство разработки многоагентных систем зависят от возможностей выбранного инструментального средства. В табл. 1 сравниваются возможности инструментариев AgentBuilder,

Таблица 1 – Сравнение инструментариев для разработки многоагентных систем

Стадия	Показатель	Agent Builder	Jack	Zeus
Анализ	Пл	++	–	++
	Пр	++	–	++
	С	++	–	++
	ПИ	++	–	++
Проектирование	Пл	++	+	++
	Пр	++	+	++
	С	++	+	++
	ПИ	+	–	++
Реализация	Пл	++	++	++
	Пр	+	++	+
	С	+	++	+
	ПИ	++	++	+
Размещение	Пл	++	–	++
	Пр	+	–	++
	С	++	–	++
	ПИ	–	–	–

Jack и Zeus на стадиях анализа, проектирования, реализации и размещения многоагентных систем, оцениваются показатели полноты (Пл), применимости (Пр), сложности (С) и повторного использования (ПИ).

Выбор в пользу инструментального средства Zeus был сделан в силу предоставления средой следующих возможностей: графическая среда для спецификаций сообщества агентов; средства построения онтологии; средства построения агентов; библиотека для разработки МАС; механизм рассуждений агента о своих способностях и о способностях других агентов; механизм поиска агентов с заданными способностями; формальный язык коммуникации; механизм контроля целостности; средства отладки взаимодействия агентов.

Литература

- [1] Зудикова Ю.В., Федяев О.И. Трансформация моделей методологии Gaia в концепты инструментальной среды Zeus при многоагентном моделировании процесса производства промышленных смесей / Ю.В. Зудикова, О.И. Федяев // Інформаційні управляючі системи та комп'ютерний моніторинг (ІУС та КМ-2010) / Матеріали І всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених – 19-21 травня 2010р., Донецьк, ДонНТУ. – 2010. – с. 196-200
- [2] Nyacinth S. Nwana, Divine T. Ndumu, Lyndon C. Lee. ZEUS: An advanced tool-kit for engineering distributed multi-agent systems [Electronic resource] / Интернет-ресурс. – Режим доступа: <http://www.agent.ai/doc/upload/200302/nwan98.pdf>
- [3] Wooldridge M., Jennings N., Kinny D. The Gaia methodology for agent-oriented analysis and design [Electronic resource] / Интернет-ресурс. – Режим доступа: <http://www.csc.liv.ac.uk/~mjw/pubs/jaamas2000b.pdf>