

УДК 004.896

АГЕНТНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОДЕЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

Акодит Е.В., Анциферов А.А., Мендуров С.А., Муравьева А.С.,
Павленко М.А. (Тверь)

Введение

В современных условиях развития комплексов моделирования боевых действий возникает необходимость имитации интеллектуального поведения акторов, относительно которых происходит моделирование. При этом повышаются требования к оперативности и адекватности проводимого моделирования в условиях быстрого изменения обстановки и необходимости оценки большого количества вариантов развития событий исходя из сложившейся обстановки. При этом зачастую необходимо провести не только общее моделирование, но и понять, как взаимосвязаны моделируемые объекты и какие процессы влияют на сам процесс взаимодействия и получаемые результаты. Многие из этих задач невозможно решить без использования интеллектуальных методов обработки больших данных и новых подходов к построению самих моделирующих комплексов.

В существующих на сегодняшний день комплексах моделирования боевых действий реализован метод аналитико-имитационного пространственно-временного и дискретного моделирования, сущность которого заключается в представлении вооруженного противоборства на основе имитационных моделей (ИМ) воинских формирований (ВФ), вооружения и военной техники (ВВТ) и объектов инфраструктуры, а также имитации воздействий (взаимных влияний) по времени и в пространстве модельных объектов в соответствии с планируемыми (прогнозируемыми) модельными планами.

Аналитико-имитационное пространственно-временное моделирование, реализуемое в моделирующей среде, составляет основу метода статистического моделирования.

На сегодняшний день сценарии розыгрыша боевых действий разрабатываются исключительно экспертами [6].

Очень часто процесс моделирования вооруженного противостояния рассматривается с точки зрения внешнего описания процесса взаимодействия различных объектов, например, боевых машин, самолетов и т.д., которые описывается внешним проявлением их действий и характеристик в процессе решения конкретных боевых задач. При этом процесс взаимодействия описывается лишь исключительно в рамках вероятностных моделей взаимодействия без учета совместности действий и учета тех процессов, которые принадлежат внутреннему содержанию данных объектов [6].

Наиболее существенным недостатком в существующих моделирующих комплексах является отсутствие возможности повлиять на исход событий (результатов моделирования) после начала моделирования, что подтверждает не адаптивность системы к изменениям в обстановке. Все модельные объекты действуют по заранее заданному плану, иногда в ущерб выполнению общих задач.

Повышение адекватности и описательной мощности имитационного моделирования очень часто реализуют через многократную реализацию модели, т.е. проведения череды имитационных моделирований, получения большого количества результатов и их усреднения. После чего происходит интерпретация полученных

результатов. Однако такой подход имеет ряд существенных недостатков, основным из которых является использование экспертов для задания начальных условий при наличии ограниченных данных [3]. Такой подход позволяет лишь реализовать многократный повтор эксперимента с различными, но ограниченными наборами данных в их различных комбинациях, что при огромных вычислительных и временных затратах позволяет рассмотреть относительно небольшое количество вариантов, что снижает описательные возможности и ценность полученных вариантов.

Описание метода

Одним из подходов для решения вышеуказанной проблемы может стать применение концепции агентов или мультиагентных (многоагентных) систем [3].

Формальное представление о интеллектуальном агенте реализуется через понятие конечных автоматов:

$$A = \{I, O, St, \sigma, st_0, F\},$$

где I – входные данные.

O – выходные данные.

St – внутренние состояния автомата.

σ – правила перехода автомата из состояния в состояние.

$st_0 \in St$ – начальное состояние.

$F \subseteq St \subseteq S$ автомат может находиться в конечном, наперед заданном ограниченном числе состояний.

Данная модель конечного автомата позволяет определить сущность агентного подхода. В этом случае для перехода к пониманию сущности агента недостаточно знать только состояние автомата, но также необходимо знать условия его функционирования, временные характеристики, логику рассуждений и другие элементы, которые бы отражали сущность интеллектуальности.

Конечные автоматы представляют хорошо структурированный подход к абстрактному обобщенному понятию агента. Где агент, как и конечный автомат описывается через множество начальных состояний, функций, описывающих конечное множество переходов от начального состояния автомата к его конечному состоянию и выработке выходных данных или воздействий.

Основным отличием агента от конечного автомата является наличие внутренней памяти у агента, механизмов выработки решений и целеполагания, что позволяет не ограничиваться конечным множеством функций перехода из состояния в состояние автомата, а получить механизм, реализующий множество переходов на основании полученных данных, памяти о ранее совершенных действиях, а также наличия внешнего интерфейса, что позволяет реализовать взаимодействие агента с множеством других агентов и внешней средой, что не характерно для конечных автоматов.

При учете такого подхода можно задать математическую модель интеллектуального агента. Тогда агент может быть задан следующим кортежем:

$$AG = \{m_k, A, env, St, refine, action\},$$

где m_k – состояния внешней среды;

A – множество возможных действий агента;

env – правила учета состояния внешней, по отношению к агенту, среды;

St – множество внутренних состояний агента;

$refine$ – правила изменения внутреннего состояния агентов, которые описывают правила изменения состояний агента в зависимости от сложившихся условий;

action – правила выработки действий агента в зависимости от состояний внешней среды и внутреннего состояния агентов.

Концепция агентов позволяет их достаточно реализовать в виде программных и аппаратных сущностей, наделенных свойствами инкапсуляции, параллелизма и реализовать сложные элементы взаимодействия в условиях наличия памяти и интерфейсов взаимодействия. Высокий параллелизм и независимость работы каждого агента может быть использована для повышения оперативности работы и имитации параллельных независимых процессов.

В общем случае агент состоит из определенного набора внутренних состояний, заданных условий при которых он меняет свои состояния, целей своей деятельности и вариантов действий для достижения целей, системы накопления опыта (знаний) и самонастройки для оптимального решения задач (рис. 1).

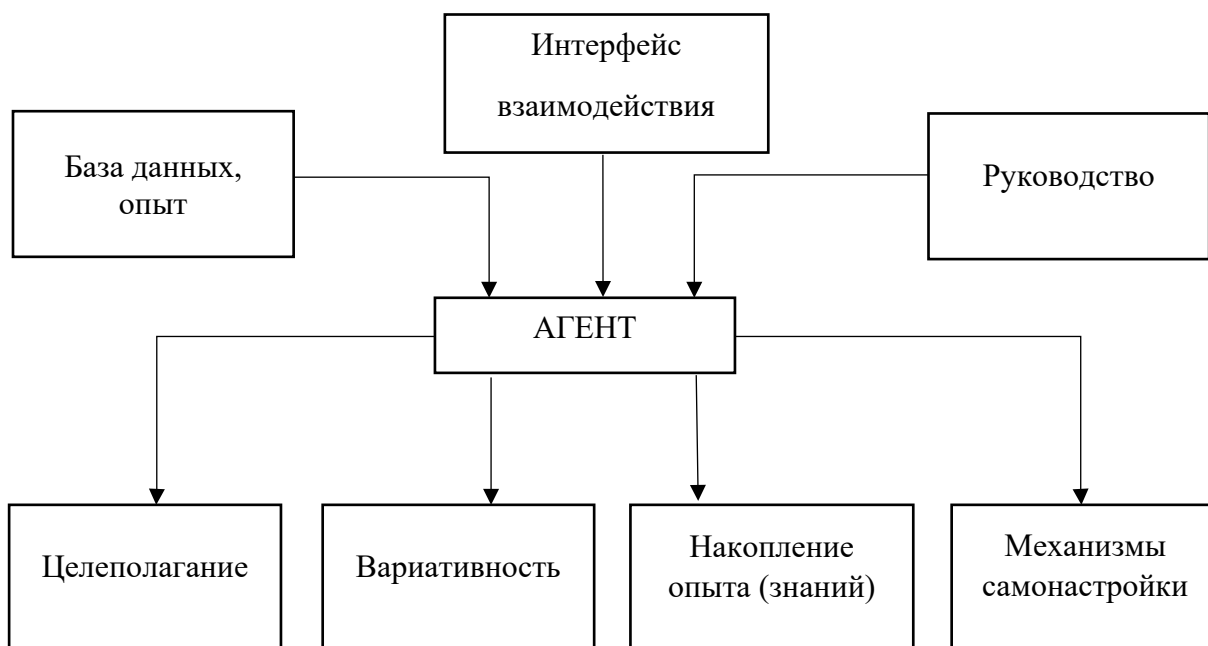


Рис. 1. Структура агента

Основными отличительными особенностями интеллектуальных агентов является внутреннее содержание, которое включает в себя память, интерфейсы взаимодействия, наличие механизмов целеполагания, принятия решений, реализацию механизмов вариативного поведения с учетом накопленного опыта и адаптации к складывающейся ситуации.

При этом в зависимости от складывающейся ситуации агенты могут выступать в роли либо интеллектуального или управляющего агента, либо реактивного или действующего агента, реализующего какой-либо вид детальности.

Интеллектуальные агент могут проводить анализ и реализовывать механизмы логического вывода, в то время как реактивные ищут пути оптимальной реализации поведенческих и динамических свойств агентов. Такое деление достаточно условно и должно рассматриваться относительно решаемых задач и внешних условий.

Основным отличительным свойством интеллектуальных и реактивных агентов, является свойство прогнозирования изменений внешней среды и предсказание на основании этих данных своего будущего состояния. Реактивные агенты [3] более ограничены внутренними описаниями своих свойств, внешней среды и способны к

ограниченному реагированию на изменения внешней среды. Они способны к реализации внешних программ поведения и способны реагировать «здесь и сейчас».

Интеллектуальный агент

Рассмотрим процесс создания интеллектуального агента.

Для всестороннего представления необходимо введение такого понятия как «внешняя среда». При этом внешняя среда может быть реализована как в виде отдельной сущности – агента, так и виртуальной среды, в рамках которой будут функционировать агенты. В любом случае встает вопрос о том, как будут взаимодействовать агенты в рамках такой среды.

Возможным подходом является использования модели «общей доски памяти», на которой представлена вся информация о состояниях внешней среды, агентов, информационных сообщений от одного агента другим агентам и другая информация (рис. 2).

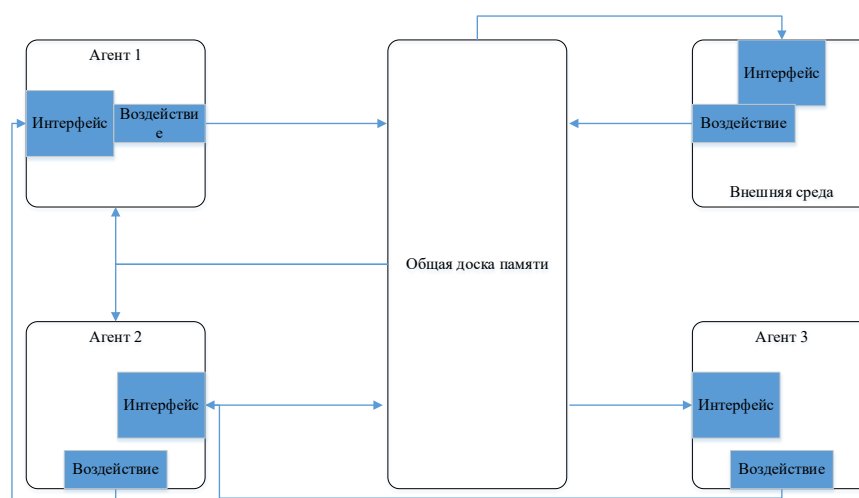


Рис. 2. Модель взаимодействия агентов и внешней среды с использованием общей памяти

Результаты работы интеллектуального агента передаются на исполнение управляемому агенту через общую память, из которой и получают необходимые данные для его работы.

Так же рассмотрим процесс проектирования интеллектуального агента.

Представим, что необходимо реализовать процесс назначения поражающих объектов на объекты обороны. В этом случае мы можем выделить интеллектуальную задачу – назначения объектов для уничтожения каждым средством поражения.

Задача в общем случае открытая и может быть решена многими способами. Например, мы можем использовать генетический алгоритм для решения данной задачи. В этом случае мы не можем заранее предсказать возможные варианты решения и как следствие количество функций, которые переведут наш агент из одного состояния в другое. Также нам необходимо реализовать функцию целеполагания функционирования агента. Тогда внутренняя структура агента будет иметь следующий вид (рис. 3).

Таким образом можно выделить основные свойства присущие интеллектуальным агентам в моделирующей среде:

1) способность учитывать состояние внешней среды, взаимодействовать с другими агентами, а также изменять свое внутреннее состояние;

- 2) реализацию интерфейсов взаимодействия с другими агентами и моделирующей средой;
- 3) агенты реализуют механизмы целеобразования; способны к активному воздействию на других агентов;
- 4) имеют ограниченный набор реализованных функций;
- 5) обладают собственными ресурсами, и умеющих реализовать управление ими;
- 6) способность к обучению, развитию и адаптации.

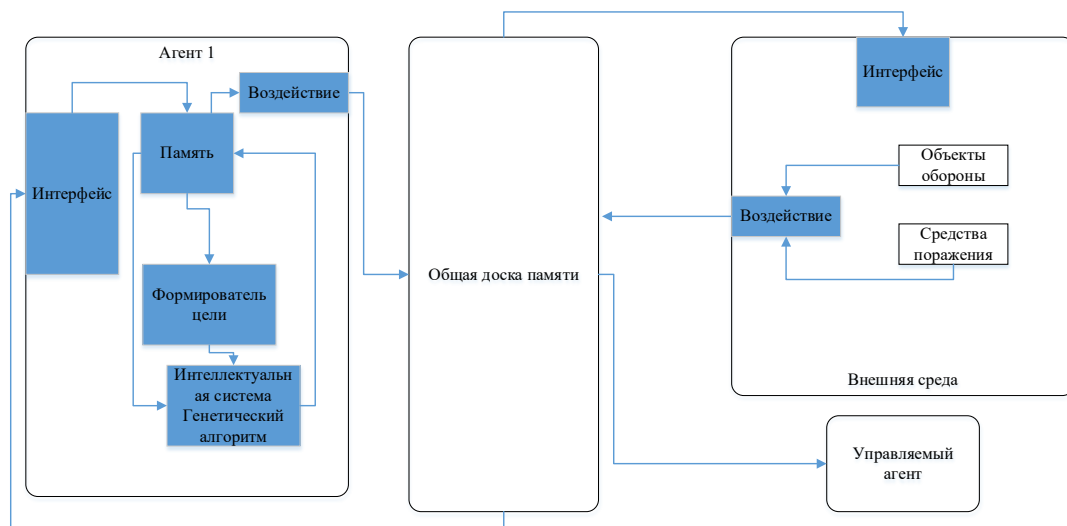


Рис. 3. Модель интеллектуального агента

Структура многоагентной моделирующей системы

Одним из основных методов реализации концепции агентного подхода является использование распределенных интеллектуальных систем.

Предлагаемая многоагентная моделирующая система может состоять из следующих основных компонентов (рис. 4).

- 1) перечень интеллектуальных и реактивных агентов;
- 2) множество реализуемых задач;
- 3) моделирующая среда и ее характерные свойства;
- 4) множество отношений между агентами;
- 5) множество действий агентов в моделирующей среде по отношению к ней и другим объектам.

Одним из основных и наиболее интересных свойств агентов при их совместном использовании является – кооперация. Кооперация – это форма взаимодействия между агентами, характеризующаяся их объединением для достижения глобальной цели при разделении между агентами функций, ролей и обязанностей.

Тогда, в многоагентных системах моделирования центральная роль отводится агентам, реализующим механизмы управления и принятия решений. Управление определяет правила взаимодействие между агентами, способ организации и процесс деятельности многоагентных систем. Обычно процесс управления предполагает иерархическое взаимодействие агентов, т.е. механизм управляющих воздействий одних агентов на других. Иерархия отношений представляет собой древовидную структуру. В противоположность этому в многоагентной системе могут вводиться и другие структуры управления, в которых реализуются технологии горизонтального управления или адаптивных механизмов управления.

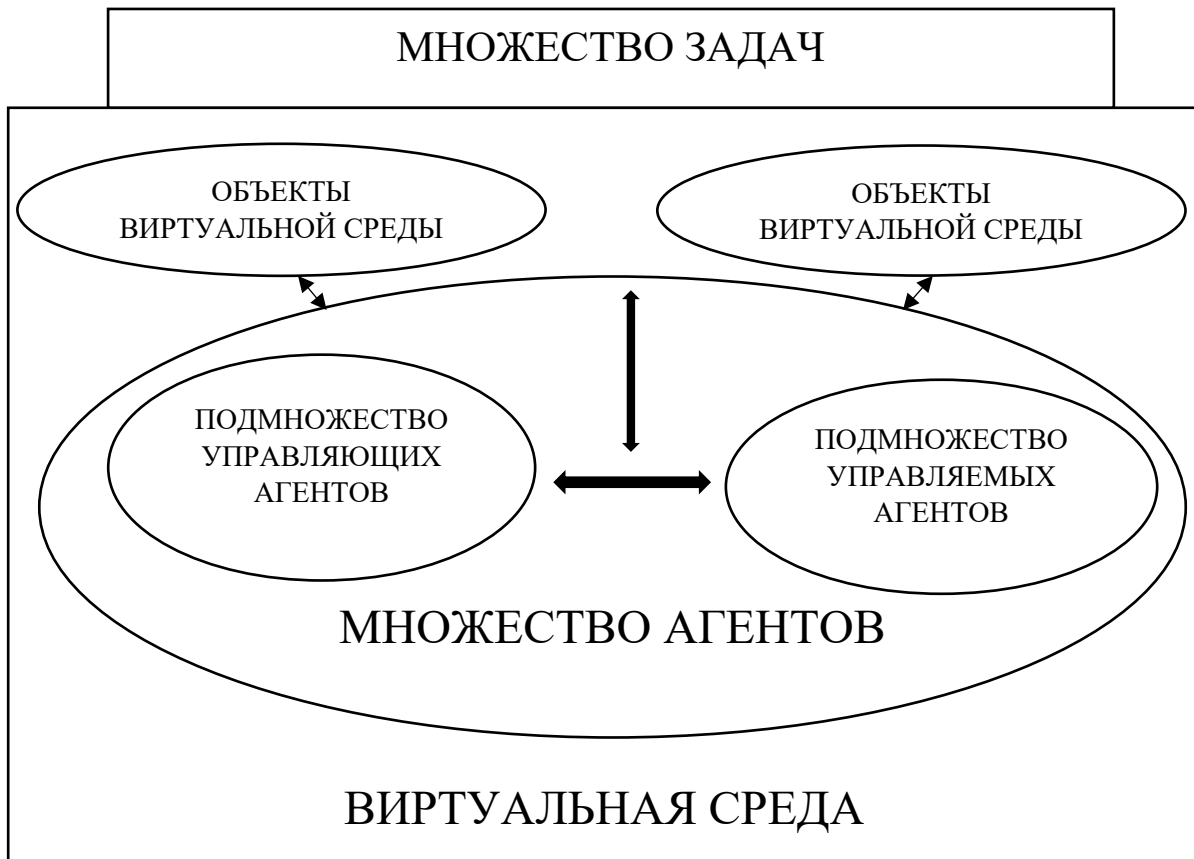


Рис. 4. Структура многоагентной системы

Заключение

При реализации агентного подхода в перспективном моделирующем комплексе удалось решить проблему адаптации модели к изменениям в среде и обстановке. Данное свойство можно получить на основе применения правил поведения модельных объектов (агентов) за счет использования механизмов, реализованных в клеточных автоматах.

Полученную усовершенствованную модель необходимо использовать как на этапе заблаговременной (непосредственной) подготовки к ведению боевых действий, так и в процессе моделирования, что позволит принимать обоснованное и оптимальное решение на основе использования технологии распределенного искусственного интеллекта (агентного подхода).

Литература

1. Концепция развития системы моделирования Вооруженных сил Российской Федерации на период до 2030 года.
2. Herasimov, S., Pavlenko, M., Roshchupkin, E., Lytvynenko, M., Pukhovyi, O., Sali, A. Aircraft flight route search method with the use of cellular automata. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 2020, 9 (4), статья № 129, pp. 5077–5082.
3. Тарасов В.Б. Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте. 1998. 47 с.

4. Бугайченко Д.Ю. Разработка и реализация методов формально-логической спецификации самонастраивающихся мультиагентных систем с временными ограничениями: материалы диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Санкт-Петербург, 2007.

5. Тоффоли Т., Марголюс Н. Машины клеточных автоматов. М.: Мир, 1991. 280 с.

6. Дорожкин А.Д., Абрамович М.К. Применение программно-моделирующих комплексов. Тверь: ВА ВКО, 2017.

7. Chystov V., Zakharchenko I., Pavlenko V., Pavlenko M. (2021). A method for choosing a strategy for the behavior of a cellular automaton when solving the problem of finding targets by a group of moving objects. *Advanced Information Systems*, 5(4), 42–48.