

ИГРА «МУРАВЬИ ПРОТИВ ПАУКОВ» ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФЕНОМЕНОВ ЭМЕРДЖЕНТНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Р.Д. Гуськов, Н.Ю. Лебедев, М.В. Кандеев,
А.П. Тавкевич, В.С. Шищенко**

Самарский государственный технический университет
Россия, 443010, Самара, Молодогвардейская, 244
E-mail: roman.guskov97@gmail.com

Ключевые слова: эмерджентный интеллект, коллективное принятие решений, обучение.

Аннотация: Задачи изучения коллективного интеллекта как для управления предприятиями, так и группировками роботов, в последнее время становятся все более актуальными и значимыми. Одно из новых направлений в этой области связано с созданием систем эмерджентного интеллекта – вида коллективного интеллекта, возникающего в открытых самоорганизующихся системах, работающих на протоке энергии. В докладе ставится задача создания учебного курса для студентов специальности «Программная инженерия», изучающих методы и средства принятия коллективных решений, онтологии и мультиагентные технологии. Обсуждается компьютерная игра «Муравьи против пауков», разрабатываемая на основе онтологий и мультиагентных технологий, которая показывает, как коллективное взаимодействие помогает выживать и защищаться. Обсуждаются перспективы развития игры и структура учебных материалы, которые будут использоваться на первой ступени в курсе программирования «Эмерджентный интеллект».

1. Введение

В последнее время возрастает актуальность и значимость создания интеллектуальных систем для управления ресурсами на основе моделей, методов и алгоритмов коллективного согласованного принятия решений, онтологий и мультиагентных технологий [1].

Разрабатываемые интеллектуальные системы в настоящее время уже применяются как для управления предприятиями, так и группировками роботов, включая малые космические аппараты, дроны, беспилотные грузовики и т.д. [2-3].

Однако на данный момент практически не существует готовых учебных материалов, которые могут помочь получению требуемых знаний и компетенций для студентов, так и повышения квалификации специалистов.

2. Постановка задачи

В живой природе существует множество наглядных примеров коллективного интеллекта. Наглядным примером могут служить колония муравьев или рой пчел, которые демонстрируют способность в самых сложных и непрерывно изменяющихся условиях добывать пищу, обеспечивать свое воспроизводство, защищать территорию и т.д.

Задача состоит в том, чтобы разработать игровую модель поведения колонии муравьев, которая будет показывать превосходство коллективного согласованного принятия решений над одиночным изолированным поведением. При этом требуется воспроизвести феномены эмерджентного интеллекта (ЭИ) – одной из форм коллективного интеллекта, формируемого в открытых самоорганизующихся системах, построенных на основе нелинейной термодинамики виртуального рынка с протоком энергии.

В этих целях в игре предлагается ввести две противоположные сущности, муравьев и пауков, которые будут постоянно бороться друг с другом. Муравьи будут охотиться за яблоками, которые приносят ту самую новую энергию в систему, а пауки будут охотиться за муравьями. При этом муравьи получают возможность договариваться, чтобы формировать команды и тащить яблоки, которые требуют больше сил, чем есть у одного муравья, и защищаться от пауков, объединяясь в группы. Таким образом, в каждой ситуации каждый муравей должен выбрать, действовать ли ему в одиночку, или сформировать команду, в которой решать задачу. Данная система, несмотря на свою простоту, позволит показать ряд феноменов сложных адаптивных систем в зависимости от параметров модели: численность колоний будет осциллировать, будут возникать катастрофы, различные равновесия и т.д.

Разрабатываемая игра будет положена в основу учебного пособия для изучения ЭИ, создаваемых на основе онтологий и мультиагентных технологий.

3. Предлагаемый подход к разработке модели

Для решения данной задачи выбран язык программирования Python и акторный фреймворк Thespian, позволяющий реализовать решение с использованием мультиагентных технологий [4].

В результате была получена игровая модель ЭИ с четырьмя основными классами агентов: паук, муравей, яблоко и муравейник.

В структуре ЭИ системы выделены следующие компоненты:

- Диспетчер агентов – создает экземпляры агентов, ведет реестр агентов, дает квант времени по очереди каждому агенту в цикле, передает результат на визуализацию и когда больше в сцене нет изменений, то завершает работу;
- Основные агенты – программные модули, реализующие функции указанных выше агентов (паук, муравей, яблоко и муравейник), работающих как сопрограммы, вызываемые Диспетчером, которому отдают обратно управление после выполнения кванта времени;
- Подсистема сообщений – передает сообщение от одного агента – другому;
- Сцена мира агентов – содержит данные, которые туда закладывают и оттуда читают агенты;
- Журнал переговоров агентов – отражает их запросы и ответы;
- Журнал действий – отражает изменения, т.е. произведенные действия агентов, в сцене.

В процессе разработки – компоненты для использования онтологий для обеспечения возможностей введения новых классов агентов без перепрограммирования.

4. Структура мира агентов и их функции

Каждый муравей, паук или муравейник представляют собой автономного программного агента, самостоятельно принимающего решения на основе заданных целей по избеганию гибели и поддержанию жизни колонии.

У муравья есть радиус видения и свои потребности и возможности, а также свои события (триггеры): потребность в питании (голод) и обеспечении муравейника едой, избегание опасности при появлении паука, близость других муравьев, с которым можно договариваться о переносе яблока в муравейник или защите от паука.

У паука также радиус видимости и свои потребности и возможности: испытывать голод, обнаруживать количество муравьев рядом, сообщать информацию о муравьях другим паукам, избегать пауков - конкурентов и т. д.

Так же и колонии муравьев и пауков в радиусе обитания, как вышеуказанные агенты, обладают своими условиями: количество еды в запасе, число и скорость рождения агентов, размер муравейника, его динамика роста и т.д.

В системе все взаимосвязанно, но главным ресурсом является входной поток энергии, которая регулируется частотой появления яблок (поступление энергии) и частотой появления пауков (убывание энергии), но также энергия потребляется муравьями и пауками в ходе их функциональной деятельности.

Первоначально система была написана как полностью детерминированная с использованием циклов, в которых каждому агенту по очереди давался ход для принятия решения и каждый агент выбирал траекторию движения.

Переход к акторной системе позволил реализовать более недетерминированное поведение, поскольку теперь агенты работают асинхронно и параллельно.

Но в любом варианте решения каждого агента также зависят от того, кто из других агентов и объектов находится в его радиусе обзора.

Поведение каждого агента конструировалось в виде графа состояний его поведения: для муравья – это поиск яблока и их транспортировка в муравейник, формирование или поиск группы, защита или убежание от паука и т. д. Для паука – это поиск муравья, охота за ним и т. д. Для муравейника – порождение новых агентов муравьев или изменение размера основываясь на аккумулированной энергии.

Для примера рассмотрим более подробно поведение одного агента-муравья:

- Муравейник рождает муравьев с учетом имеющегося в них запаса пищи (яблок).
- Муравьи выходят на поиски пищи (яблоки).
- Муравьи тратят свою энергию на перемещения и не найдя пищу - погибают.
- Если муравей находит пищу – то смотрит ее размер (вес).
- Большую пищу могут тащить только несколько муравьев.
- Пища дает жизненные силы муравью, но его главная цель – доставить максимальную пищу в муравейник.
- Для перемещения большой пищи муравей собирает себе команду.
- Выбирая в какой команде состоять, муравей ориентируется на максимальный результат для своего муравейника.
- Аналогично постоянно рождаются пауки, которые ведут охоту на муравьев для своего пропитания.
- Не найдя муравьев - часть пауков умирает.
- Для защиты от пауков муравьи также могут собирать команды.
- Муравей вступает в ту команду для защиты от паука, где планируется максимальный результат, т.е. больше всего ценится победа над самым большим (страшным) пауком.
- Если муравей выходит из команды чтобы вступить в другую – он согласовывает свое решение с прежней командой, чтобы она могла найти ему замену.

- Если число пауков уменьшается, то колония муравьев увеличивается (и наоборот).
- И все процессы непрерывно повторяются.

Таким образом, главной целью игры является показ того, что муравьи могут реализовывать коллективное согласованное принятие решений как в части перемещения и доставки пищи в муравейник, так и защиты от пауков.

5. Основное меню

Основное меню учебной ЭИ системы для реализации игры состоит из:

- Настроек, в которых можно редактировать начальное количество агентов модели или их параметры, такие как скорость или радиус, а также скорость появления новых яблок или пауков.
- Графической модели, которая наглядно показывает преимущества использования коллективного интеллекта муравьев или его бессилие при различных параметрах и настройках
- Журнала переговоров агентов, показывающий все события происходящие в мультиагентной системе модели. Создание новых групп победа или поражение муравьев. Передача сцены между союзными сущностями.
- Результаты, выводющиеся на экран и экспортируемые, как графики зависимости энергий агентов от количества прошедших квантов энергии.
- Помощи, раздела содержащего общую информацию о системе

6. Выполняемые задачи

На данный момент, описанная выше система представляет собой поведенческую модель самоорганизующейся системы ЭИ на базе мультиагентных технологий, которая наглядно демонстрирует преимущество использования моделей коллективного интеллекта для решения практически любых задач.

Благодаря возможности регулирования входных данных и начальных настроек, а также наличия информации о результате работы системы, игровая модель может выступать в качестве учебного пособия для изучения самоорганизующихся систем, позволяя выполнить заранее разработанные серии экспериментов.

Перспективой развития подхода является создание прикладных онтологий и онтологических моделей мира агентов игры, что позволит расширять состав участников игры и менять их функции и поведение, без перепрограммирования.

7. Заключение

Предлагаемая ЭИ игра предназначена для обучения студентов и школьников теоретическим основам «Эмерджентного интеллекта» (ЭИ) и практического изучения феноменов ЭИ – как одной из форм коллективного интеллекта, возникающих в открытых самоорганизующихся системах, обладающих неравновесной термодинамикой и построенных на протоке энергии.

Игра позволяет выполнить серию модельных экспериментов, которые показывают различные равновесные состояния, резонансы и осцилляции, катастрофы и другие эффекты, которые присущи и более сложным системам для управления ресурсами и решения других сложных задач.

На следующем этапе предполагается превратить игру в открытую платформу для развития функций и протоколов коллективного принятия решений агентами.

Список литературы

1. Словохотов Ю.Л., Новиков Д.А. Распределенный интеллект мультиагентных систем. Ч. 1. Основные характеристики и простейшие формы // Проблемы управления. 2023, № 5. С. 3-22.
2. Rzevski G., Skobelev P., Zhilyaev A. Emergent Intelligence in Smart Ecosystems: Conflicts Resolution by Reaching Consensus in Resource Management // Mathematics. 2022. Vol. 10. P. 1923-1946.
3. Galuzin V., Galitskaya A., Grachev S., et al. Autonomous Digital Twin of Enterprise: Method and Toolset for Knowledge-Based Multi-Agent Adaptive Management of Tasks and Resources in Real Time // Mathematics. 2022. Vol. 10. P. 1662-1689.
4. Thespian. Python Actor Model library. <https://thespianpy.com/> (дата обращения 18.01.2024).